Douleurs animales

Les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage

Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA
à la demande du Ministère de l'Alimentation,
de l'Agriculture et de la Pêche
et du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Décembre 2009

expertises collectives

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Expertise scientifique collective INRA

Douleurs animales

les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage

Rapport d'expertise

Pierre Le Neindre, Raphaël Guatteo, Daniel Guémené,
Jean-Luc Guichet, Karine Latouche, Christine Leterrier,
Olivier Levionnois, Pierre Mormède, Armelle Prunier,
Alain Serrie, Jacques Servière (éditeurs)

Décembre 2009

Le rapport d'expertise a été élaboré par les experts scientifiques sans condition d'approbation préalable par les commanditaires ou l'INRA. Il est disponible en ligne sur le site de l'INRA.
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

Pour citer ce document :
Pierre Le Neindre, Raphaël Guatteo, Daniel Guémené, Jean-Luc Guichet, Karine Latouche, Christine Leterrier, Olivier Levionnois, Pierre Mormède, Armelle Prunier, Alain Serrie, Jacques Servière (éditeurs), 2009. Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage. Expertise scientifique collective, rapport d'expertise, INRA (France), 340 p.

Auteurs et éditeurs de l'expertise

RESPONSABLE DE LA COORDINATION SCIENTIFIQUE

Pierre LE NEINDRE, Chercheur INRA : biologie du comportement, adaptation.

AUTEURS ET CONTRIBUTEURS

Damien BALDIN, professeur agrégé d'histoire, enseignant et doctorant à l'École des Hautes Études en Sciences Sociales : histoire des relations hommes-animaux.
Sonia DESMOULIN, Chercheur CNRS, à l' UMR de Droit comparé de Paris : droit du vivant, droit de la bioéthique, droit de la santé animale.
Raphaël GUATTEO*,* Enseignant chercheur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, Dipl ECBHM (Euopean college of Bovine Health Management), Médecine des animaux d'élevage (ruminants), appréciation des états de santé et de leurs déterminants dans les populations animales.
Jean-Luc GUICHET*, Chercheur et directeur de programme au Collège international de philosophie, membre du Comité d'éthique Expérimentation animale Paris-Île-de-France : philosophie, animalité, anthropologie, bioéthique.
Daniel GUEMENE*, Chercheur INRA, Unité de Recherches Avicoles de Tours-Nouzilly : Physiologie du stress et de l'adaptation, bien-être, pratiques et systèmes d'élevage chez les volailles.
Raphael LARRERE, Directeur de recherche INRA (retraité) : éthique environnementale (rapports à la nature, rapports à la technique), éthique animale, évaluation des nouvelles technologies.
Karine LATOUCHE*, Chercheur INRA, Unité d'Etudes et de Recherches en économie de Nantes : économie, consentement à payer, politiques publiques, production et échanges agricoles et agro-alimentaires.
Christine LETERRIER*, Chercheur INRA, UMR Physiologie de la reproduction et des comportements de Nouzilly : neurobiologie et adaptation chez les volailles.
Olivier LEVIONNOIS*, Vétérinaire et chercheur à l'hôpital vétérinaire de Berne (Suisse) : pharmacologie et anesthésiologie vétérinaires.
Pierre MORMEDE*, Chercheur INRA, UMR Psycho-neuro-immunologie, nutrition et génétique à Bordeaux : composantes génétiques et physiologiques du stress chez les animaux domestiques, évaluation, moyens de prévention ou de thérapeutique.
Luc MOUNIER, Enseignant chercheur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon : bien-être des ruminants dans les conditions d'élevage, adaptation et comportements sociaux.
Jocelyne PORCHER, Chercheur INRA, UMR Sciences pour l'action et le développement, activités, produits, territoires à AgroParisTech : souffrance animal/éleveur, sociologie et élevage.
Patrick PRUNET, Chercheur INRA, UR Ichtyophysiologie, biodiversité et environnement à Rennes : physiologie de l'adaptation et du stress chez les poissons d'élevage.
Armelle PRUNIER*, Chercheur INRA, Unité Systèmes d'Elevage, Nutrition Animale et Humaine à Rennes : physiologie du stress et de l'adaptation chez le porc, élevage, comportement, bien-être.
Alain SERRIE*, Médecin/clinicien à l'hôpital Lariboisière : médecine de la douleur, médecine palliative.
Jacques SERVIERE*, Chercheur INRA, département Sciences de la Vie & Santé, AgroParisTech : neurobiologie, douleur, bien-animal.
Claudia TERLOUW, Chercheur INRA, Unité de Recherches sur les Herbivores à Theix : bien-être des ruminants dans les conditions d'élevage, abattage.
Pierre-louis TOUTAIN, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse : médecine vétérinaire, pharmacodynamique et pharmacocinétique : devenir des xénobiotiques et substances endogènes dans l'organisme animal ; anti-inflammatoires.
Noëlie VIALLES, Enseignant chercheur, Laboratoire d'anthropologie sociale, Collège de France : anthropologie des relations hommes-animaux.

RELECTEURS

Joseph-Paul BEAUFAYS, Professeur en médecine vétérinaire, Université de Namur (Belgique), président et membre de la Commissions d'éthique en expérimentation animale.
Henri BRUGÈRE, Professeur à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, laboratoire de Physiologie-Thérapeutique.
Robert DANTZER, Professeur de Psycho-neuro-immunologie à l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign (USA).

Unité Expertise Scientifique Collective (ESCo) de l'INRA

Claire SABBAGH, ingénieur de recherche, INRA Paris : direction de l'unité Expertise scientifique collective
Hélène CHIAPELLO, ingénieur de recherche, INRA Jouy : rédaction et coordination éditoriale.
Isabelle SAVINI, ingénieur d'études, INRA Paris : conseil éditorial et rédaction.
Dominique FOURNIER, ingénieur d'études, INRA Montpellier : ingénierie documentaire.
Diane LEFEBVRE, ingénieur de recherche, INRA Versailles : ingénierie documentaire.

---

* Experts coordinateurs de chapitre.
Cette liste n'intègre pas les chercheurs qui ont pu être sollicités (par l'un des experts ci-dessus) pour contribuer ponctuellement à la rédaction d'une section du rapport, mais qui n'ont pas participé au travail collectif. Ces chercheurs sont cités dans les contributions écrites auxquelles ils ont apporté leur concours.

Sommaire

AVANT PROPOS

INTROUCTION

CHAPITRE 1. LA QUESTION DE LA DOULEUR DES ANIMAUX : LES COMPOSANTES DU DÉBAT.

1.1. Contexte et aspects des systèmes de production : caractéristiques du système d'élevage intensif
1.1.1. Le développement des systèmes de production depuis l'après guerre et leurs caractéristiques
1.1.2. Relations entre humains et animaux d'élevage et contagion de la souffrance en systèmes industriels et intensifiés – focus sur la production porcine

1.2. Les relations homme/animaux : représentations, évolutions et attitudes
1.2.1. Dimension anthropologique
1.2.2. Histoire de la douleur animale
1.2.3. La question de la douleur animale dans la littérature philosophique

1.3. Enjeux et acteurs
1.3.1. Les mouvements de protection et de défense des animaux
1.3.2. La réglementation et son impact
1.3.3. Prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages : incitations, demande(s) et perspectives internationales

1.4. Conclusion

1.5. Liste des références bibliographiques du chapitre 1

CHAPITRE 2. DÉFINITIONS, CONCEPTS ET MÉCANISMES CHEZ L'HOMME ET LES ANIMAUX D'ELEVAGE.

2.1. Un intérêt scientifique croissant

2.2 Apports de la clinique humaine à la connaissance de la douleur
2.2.1. Les conceptions de la notion de douleur pour l'humain
2.2.2. Elargissement du champ de l'application de la douleur aux humains non parlant
2.2.3. Concepts et notions associés à la douleur : les frontières de la douleur

2.3. La douleur : mécanismes et structures impliquées
2.3.2. Les composantes de la douleur
2.3.3. La conscience sensorielle de la douleur
2.3.4. Mécanismes neuronaux de la nociception et de la douleur
2.3.5. Dimension ontogénétique de la douleur : l'apparition de la douleur chez le foetus ou le jeune

2.4. Transposition aux animaux
2.4.1. La transposition aux animaux de la définition de la douleur et des concepts associés
2.4.2. La composante émotionnelle de la douleur chez les animaux
2.4.3. Modulation des seuils de perception de la douleur par les signaux issus du milieu social
2.4.4. Approche phylogénétique de la douleur

2.5. Conclusion

2.6. Références bibliographiques citées dans le chapitre 2

CHAPITRE 3 : COMMENT ÉVALUER LA DOULEUR CHEZ LES ANIMAUX D'ÉLEVAGE ?

3.1. Critères lésionnels
3.1.1. Chez le porc et les ruminants
3.1.2. Chez les oiseaux
3.1.3. Chez les poissons
3.1.4. A l'abattage

3.2. Critères physiologiques
3.2.1. Chez le porc et les ruminants
3.2.2. Chez les oiseaux
3.2.3. Chez les poissons
3.2.4. A l'abattage

3.3. Critères comportementaux de la douleur
3.3.1. Chez le porc et les ruminants
3.3.2. Chez les oiseaux

3.3.3. Chez les poissons
3.3.4. Au moment de l'abattage

3.4. Critères zootechniques
3.4.1. Chez le porc et les ruminants
3.4.2. Chez les oiseaux
3.4.3. Chez les poissons

3.5. Echelles multiparamétriques
3.5.1. Chez le porc et les ruminants
3.5.2. Chez les oiseaux
3.5.3. Echelles multiparamétriques existantes

3.6. Conclusion

3.7. Références bibliographiques citées dans le chapitre 3

CHAPITRE 4. Sources avérées et/ou potentielles de douleur chez les animaux d'élevage.

4.1. Sources de douleur liées aux systèmes de production et aux pratiques d'élevages
4.1.1. En élevage de ruminants
4.1.2. En élevage de porcs
4.1.3. En élevage de volailles
4.1.4. En élevage de poissons

4.2. Sources de douleurs liées aux pratiques d'abattage
4.2.1. Aspects réglementaires
4.2.2. Cas de l'abattage
4.2.3. Cas de l'abattage hors abattoir

4.3. Sources de douleur liées à la sélection génétique
4.3.1. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les bovins
4.3.2. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les porcs
4.3.3. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les volailles
4.3.4. Sélection génétique et sources de douleur : conséquence directe ou indirecte ?

4.4. Conclusion

4.5. Références bibliographiques citées dans le chapitre 4

CHAPITRE 5. SOLUTIONS POUR LIMITER LA DOULEUR CHEZ LES ANIMAUX D'ÉLEVAGE.

5.1. Démarche générale pour limiter la douleur en élevage
5.1.1. La règle des « 3S » comme principe à prendre en compte pour limiter la douleur chez les animaux d'élevage
5.1.2. Difficultés rencontrées pour limiter la douleur
5.1.3. Exemple de réussite à l'abandon d'une méthode douloureuse
5.1.4. L'utilisation de démarches volontaires incitatives pour les éleveurs pour la prise en charge de la douleur chez les animaux d'élevage
5.1.5 Conclusion

5.2 Options pour prévenir et diminuer la douleur chez les animaux d'élevage
5.2.1 Action sur les animaux : perspectives et limites de l'amélioration génétique
5.2.2 Remplacer la procédure à l'origine de la douleur par une autre technique
5.2.3 Améliorer la procédure afin d'en limiter le caractère douloureux

5.3. Soulager la douleur par un traitement pharmacologique
5.3.1. Principes généraux du traitement de la douleur en médecine vétérinaire
5.3.2. Les limites de l'utilisation de substances pharmacologiques chez les animaux d'élevage
5.3.3. Quelques exemples de traitement de la douleur en pratique rurale bovine

5.4. Conclusion

5.5. Références bibliographiques citées dans le chapitre 5

CONCLUSIONS

LES BESOINS PRIORITAIRES DE RECHERCHE

GLOSSAIRE

ANNEXE : ELEMENTS DE METHODE

Avant propos

On constate dans nos sociétés une sensibilité croissante à la douleur des animaux telle qu'elle se manifeste dans des situations variées : l'expérimentation animale, la maltraitance des animaux de compagnie, les spectacles vivants, comme le cirque, et l'élevage des animaux destinés à l'alimentation humaine. Cette situation suscite un dialogue parfois difficile, entre les tenants de l'émancipation animale qui refusent toute exploitation des animaux, les partisans d'aménagements pour améliorer les conditions de vie des animaux et les acteurs économiques qui mettent en avant les contraintes financières dans leur secteur d'activité.

On observe ainsi une tension entre une demande croissante dans le monde de produits d'origine animale et l'acceptabilité sociale du traitement réservé aux animaux de ferme dans les systèmes d'élevage modernes. Durant la seconde moitié du 20e siècle, la capacité à approvisionner les marchés a reposé largement sur une organisation de l'élevage qui ne situait pas la douleur animale au premier rang de ses préoccupations. C'est dans ce contexte qu'ont eu lieu en 2008, à l'initiative du chef de l'Etat, les Rencontres Animal-Société, dont l'ambition était de dresser un état des questions posées dans les différents registres des relations entre l'homme et l'animal. Ces rencontres qui ont réuni professionnels, scientifiques, élus, pouvoirs publics et associations ont progressivement mis en évidence le besoin de s'accorder sur la cause première du débat : comment définir ce que peuvent être des états de douleur et de souffrance chez les animaux ? Quelles sont les connaissances disponibles pour éclairer cette question ? C'est ainsi qu'une demande d'expertise scientifique collective (ESCo) sur la douleur animale a été inscrite dans le plan d'actions issu de ces Rencontres et adressée à l'INRA par les ministres chargés de l'Agriculture et de la Recherche.

L'expertise en appui aux politiques publiques à l'INRA

La mission d'expertise en appui aux politiques publiques de la recherche publique a été réaffirmée par la loi d'orientation de la recherche (2006). Fournir des arguments scientifiques à l'appui de positions politiques est désormais une nécessité dans les négociations internationales. Or les connaissances scientifiques sont de plus en plus nombreuses, et produites dans des domaines très variés, difficilement accessibles en l'état aux décideurs. L'activité d'ESCo, développée depuis 2002 à l'INRA, se définit comme une activité d'analyse et d'assemblage de connaissances produites dans des champs très divers du savoir et pertinentes pour éclairer l'action publique.

Une charte pour l'expertise scientifique à l'INRA

Cette activité est encadrée par une charte qui énonce des principes d'exercice dont le respect garantit la robustesse des analyses produites. Cette charte énonce quatre principes : la compétence, la pluralité, l'impartialité et la transparence. La compétence se décline d'abord au niveau de l'institution INRA qui n'accepte de traiter des questions d'expertise que dans son domaine de compétences, validées par un ancrage dans des programmes pluriannuels de recherches justifiant sa légitimité scientifique. Ce principe de compétences s'applique aux experts qui sont qualifiés sur la base de leurs publications scientifiques, et également à la conduite des expertises dans le respect de la qualité du processus. La pluralité s'entend comme l'approche pluridisciplinaire des questions posées qui associe dans le traitement des questions les sciences de la vie et les sciences humaines et sociales pour une mise en perspective des connaissances. La pluralité se manifeste également dans la diversité des origines institutionnelles des experts puisque l'INRA fait appel à des experts extérieurs pour compléter la gamme des compétences nécessaires. La pluralité des domaines de recherches et des points de vue disciplinaires vise à stimuler le débat et contribue à favoriser l'expression de la controverse et de l'exercice critique. Le principe d'impartialité est mis en œuvre au travers d'une déclaration d'intérêts demandée à chaque expert, qui permet de faire état de ses liens éventuels avec des acteurs socio-économiques, ainsi que par la pluralité des angles de vue représentés. Le respect de la transparence, enfin, trouve sa traduction dans la production de documents d'analyse et de synthèse mis à disposition de tous.

Définition et fonctionnement de l'ESCo

L'ESCo consiste à établir un état des lieux des connaissances scientifiques académiques dont sont extraits et assemblés les éléments pour répondre aux questions posées par les commanditaires. Les questions adressées

à l'INRA sont énoncées dans un cahier des charges qui est le résultat d'itérations entre les commanditaires et le groupe d'experts, fixant les limites et le contenu de l'expertise. Un comité de suivi, réuni à l'initiative des commanditaires, sert d'interface entre les experts et les commanditaires et veille au bon déroulement des travaux. Les experts signent le rapport et sont responsables de leur contribution. L'INRA s'engage sur les conditions dans lesquelles se déroule le processus d'expertise : qualité du travail documentaire de mise à jour des sources bibliographiques, transparence des discussions entre les experts, animation du groupe de travail et rédaction des produits de communication de l'ESCo sous une forme qui concilie la rigueur scientifique et la lisibilité par un public large.

A ce jour, cinq expertises scientifiques collectives ont été conduites sur des sujets vastes et complexes dans les domaines de l'environnement et de l'alimentation : "Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?", "Pesticides, agriculture, environnement", "Sécheresse et agriculture", "La consommation des fruits et légumes", "Agriculture et biodiversité". La présente expertise est la première réalisée dans le domaine des productions animales.

La douleur animale : une question centrale pour l'INRA

La recherche à l'INRA est fortement mobilisée depuis plusieurs années sur le bien-être animal. L'INRA a créé en 1998 le réseau Agri Bien-Etre Animal (AgriBea), qui réunit désormais une centaine de chercheurs appartenant à diverses structures, et mène des activités transversales de soutien et d'animation de la recherche dans ce domaine. L'INRA s'est donc fortement impliqué à la fois dans ses travaux sur les conditions d'élevage et de vie des animaux, mais aussi comme institut qui pratique l'expérimentation animale. La gamme des recherches conduites dans ce domaine est très large, allant des aspects fondamentaux à la dimension technico-économique, sans négliger la réflexion sur les questions éthiques.

Les éléments rassemblés dans cette expertise ont pour vocation d'éclairer la décision publique, et au-delà, d'apporter au débat un référentiel robuste pour argumenter les positions et les décisions, et d'identifier les besoins de recherche dans le domaine, afin de mieux répondre aux questions posées.

Introduction

Le bilan des Rencontres Animal-Société pointe un profond renouvellement des relations homme-animal au cours des décennies passées du fait des évolutions des modes de vie de nos sociétés. Parmi les facteurs de changements, l'urbanisation a joué un rôle important, en distendant le lien traditionnel avec les animaux de ferme au profit des animaux de compagnie qui servent souvent de référentiel à la condition animale. Sont également en cause les mutations de l'élevage moderne dont les méthodes ont modifié le statut des animaux. Enfin, plus récemment, sont apparues les questions posées par l'expérimentation animale. Qu'il soit de compagnie, de rente, de ferme ou de laboratoire, l'animal est perçu de manière différenciée en fonction de l'usage pour lequel il est élevé avec, pour chaque catégorie, des représentations et des normes spécifiques sur le degré de protection dont il doit bénéficier.

La commande d'expertise

Les ministères chargés de l'Agriculture et de la Recherche ont formulé une demande d'expertise scientifique collective (ESCo) sur la perception de la douleur par l'animal, notamment au stade de l'abattage. Il s'agira d'abord de définir la douleur animale par rapport à des notions proches telles que la souffrance animale et le mal-être, et de préciser les modalités d'expression de la douleur. Tous les animaux sont-ils susceptibles de ressentir de la douleur et de quelle manière en fonction de leur position phylogénétique ? Il s'agira ensuite de s'interroger sur la mesure de la douleur : quels sont les outils dont on dispose pour identifier et mesurer la douleur. Sont-ils accessibles ? Les conséquences de la douleur sur le comportement et les performances de l'animal devront également être documentées. Enfin, l'expertise devra faire l'état des alternatives et solutions envisageables pour limiter la douleur. Une mise en perspective des enjeux éthiques et socio-économiques de la question de la douleur animale est également demandée.

Le périmètre de l'expertise

Le cadre conceptuel de cette expertise est défini par une position d'acceptation du bien-fondé de l'élevage et de ses finalités, et d'exclusion des positions extrêmes, consistant, pour les unes, à refuser toute exploitation des animaux domestiques au bénéfice de l'homme et, pour les autres, à dénier à l'animal la possibilité de ressentir de la douleur.

Son périmètre est limité à la composante "douleur" qui constitue une question scientifique spécifique, tout en étant reliée aux autres dimensions du bien-être animal. Les causes et la gestion de la douleur chez les animaux de ferme nécessitent d'être resituées dans le contexte des systèmes d'élevage actuels. Au cœur des débats actuels, la notion de douleur y apparaît souvent mal définie. L'expertise commandée à l'INRA a pour but de rapporter cette controverse de société à l'état des connaissances actuelles sur la douleur des animaux d'élevage.

La partie générique de l'ESCo sur les manifestations et les mécanismes de la douleur, qui s'appuie sur les connaissances acquises chez l'homme et les animaux de laboratoire, peut trouver des applications aux animaux en général. Toutefois, l'expertise s'est focalisée sur la douleur chez les animaux de ferme, en lien avec les pratiques d'élevage intensif, en excluant les animaux à fourrure. Le choix de s'intéresser à la douleur des animaux de ferme témoigne d'un élargissement d'une préoccupation qui fut longtemps l'affaire exclusive de la sphère agricole. Cette question renvoie aujourd'hui à des débats de société sur la qualité et l'accessibilité économique de l'alimentation, les modes de production des aliments, en particulier lorsqu'ils sont issus d'animaux, c'est-à-dire d'êtres vivants et sensibles, et la prise en compte de la composante éthique de la consommation.

La douleur animale, une approche pluridisciplinaire

L'interrogation spécifique sur la douleur répond à un souci d'objectiver le phénomène et de le circonscrire à une composante psychobiologique identifiable et mesurable. Toutefois une telle approche se heurte à plusieurs difficultés. La première est le caractère encore peu développé des connaissances scientifiques sur la douleur dont la reconnaissance et la prise en charge par la médecine humaine - et a fortiori dans la médecine vétérinaire - sont récentes. La seconde tient au fait que l'animal ne parle pas et ne peut donc ni signifier ni décrire sa douleur, cette douleur ne pouvant être appréciée que par l'observateur extérieur qu'est l'homme. De cela naît

un troisième obstacle lié au débat de société sur la douleur des animaux, débat qui met en jeu des composantes culturelles, éthiques, religieuses qui vont en moduler ou en exacerber la perception.

Les questions posées s'attachent à toutes les phases de la vie de l'animal, de la naissance à l'abattage. Elles s'articulent autour de trois grands thèmes : d'abord quelle définition donner à la douleur animale ? Quel est son contenu par rapport à des notions voisines, telles que le stress ou la souffrance ? Peut-on dire que les animaux sont plus ou moins susceptibles de ressentir de la douleur en fonction de leur degré d'évolution phylogénétique ? Ensuite, comme apprécier cette douleur, sur quels critères, avec quels outils, et quelle fiabilité ? Enfin, comment traite-t-on la douleur aujourd'hui en élevage et quelles sont les limites à sa prise en compte ?

Le traitement des questions posées à l'ESCo

En préalable à un examen de la dimension neurophysiologique de la douleur, il est apparu nécessaire de resituer la question dans le débat actuel, en la replaçant dans une perspective historique, pour en retracer la genèse et en préciser les différentes composantes, éthiques, juridiques, économiques, culturelles et voir en quels termes elle est posée aujourd'hui.

L'examen de la notion de douleur a été conduit en croisant les connaissances acquises sur ce phénomène par la médecine humaine et la médecine vétérinaire. Cette approche comparative permet de mieux cerner et d'interroger la spécificité du phénomène de douleur chez l'animal.

La capacité à mesurer la douleur chez l'animal basée sur l'utilisation de critères fiables, et si possible opérationnels sur le terrain, est évidemment une question centrale pour l'ESCo car elle permet d'identifier le phénomène de douleur, donc de prouver sa réalité, mais également d'envisager des moyens pour la traiter.

Deux chapitres sont plus particulièrement consacrés à la douleur des animaux en situation d'élevage. Sans rechercher l'exhaustivité dans l'analyse des pratiques jugées douloureuses, cette expertise s'attache à quelques situations d'élevage et d'abattage susceptibles de provoquer de la douleur, en envisageant, lorsque c'est possible, des alternatives ou des solutions permettant de la minimiser, voire de la supprimer.

Méthode et portée de l'ESCo

Le travail des experts a consisté en une analyse critique de quelque 1400 articles scientifiques dont ils ont extrait et assemblé les éléments utiles pour éclairer les questions posées. L'exercice avait pour objectif de dégager les consensus, mais aussi les lacunes, les incertitudes et les controverses dans le champ des connaissances. L'enjeu est d'importance dans un domaine de recherche récent, investi par des disciplines très diverses, et dont les évolutions rapides sont stimulées par la reconnaissance de compétences de plus en plus étendues aux animaux et par la pression du débat public. Au-delà, l'ESCo fournit des clés pour la compréhension des questions posées, tant au plan des définitions, notions et concepts, que du rappel des mécanismes biologiques en jeu, traçant ainsi le cadre conceptuel qui permettra de structurer l'analyse et de faciliter son appropriation par les acteurs sociaux impliqués dans le débat.

Les compétences mises en oeuvre relèvent d'une large gamme de disciplines dans les domaines des sciences humaines, économiques et sociales (histoire, anthropologie, philosophie, éthique, droit, économie) et des sciences de la vie (neurophysiologie, clinique humaine, médecine vétérinaire, génétique, éthologie). L'expertise scientifique a réuni une vingtaine d'experts, issus de l'INRA et d'autres établissements de recherche (Assistance publique - Hôpitaux de Paris, Collège de France, CNRS, Ecoles vétérinaires), en France et à l'étranger.

L'ESCo n'apporte pas de solutions clés en main pour répondre à des questions pratiques. Elle pose le diagnostic le plus complet possible de l'état des connaissances sur la douleur chez les animaux de ferme et pointe les options pour l'action disponibles pour la réduire.

ESCo "Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage."

Chapitre 1.
La question de la douleur des animaux : les composantes du débat.

Coordinateurs :
Jean-Luc Guichet
Karine Latouche

Autres auteurs :
Damien Baldin
Joseph Bonnemaire
Sonia Desmoulin
Raphaël Larrère
Arouna P. Ouedraogo
Jocelyne Porcher
Noëlie Vialles

*NB1 : les premières occurrences des termes définis dans le glossaire sont annotés d'un *.*

NB2 : ce chapitre fait partie du rapport d'expertise « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage ».
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

Sommaire

INTRODUCTION 10

1.1. CONTEXTE ET ASPECTS DES SYSTEMES DE PRODUCTION : CARACTERISTIQUES DU SYSTEME D'ELEVAGE INTENSIF 11

1.1.1. LE DEVELOPPEMENT DES SYSTEMES DE PRODUCTION DEPUIS L'APRES GUERRE ET LEURS CARACTERISTIQUES 11
1.1.2. RELATIONS ENTRE HUMAINS ET ANIMAUX D'ELEVAGE ET CONTAGION DE LA SOUFFRANCE EN SYSTEMES INDUSTRIELS ET INTENSIFIES – FOCUS SUR LA PRODUCTION PORCINE 13
1.1.2.1. LA RELATION ENTRE TRAVAILLEURS ET ANIMAUX D'ELEVAGE, UN LIEN SECULAIRE 13
1.1.2.2. ELIMINATION DES ANIMAUX DE « NON VALEUR » 14
1.1.2.3. RELATION ENTRE TRAVAILLEURS ET ANIMAUX, CONTAGION DU STRESS ET MANAGEMENT 15
1.1.2.4. DEFICIT DE RECONNAISSANCE EN CHAINE 15
1.1.2.5. CONTAGION DES PATHOLOGIES 15
1.1.2.6. USAGE MASSIF DES ANTIBIOTIQUES DANS LES PRODUCTIONS INDUSTRIELLES ET ANTIBIO-RESISTANCES 16

1.2. LES RELATIONS HOMME/ANIMAUX : REPRESENTATIONS, EVOLUTIONS ET ATTITUDES 17

1.2.1. DIMENSION ANTHROPOLOGIQUE 17
1.2.1.1. CONTEXTUALISATION SOCIO-ANTHROPOLOGIQUE 17
1.2.1.2. ABATTAGES RITUELS : JUDAÏSME ET ISLAM 20
1.2.2. HISTOIRE DE LA DOULEUR ANIMALE 21
1.2.2.1. LA PROTECTION DES ANIMAUX : AMOUR ET SOUFFRANCE 22
1.2.2.2. SOINS VETERINAIRES ET DOULEUR DES ANIMAUX 23
1.2.2.3. ABATTAGE ET DOULEUR 24
1.2.3. LA QUESTION DE LA DOULEUR ANIMALE DANS LA LITTERATURE PHILOSOPHIQUE 25
1.2.3.1. LES TRADITIONS PHILOSOPHIQUES JUSQU'A AUJOURD'HUI 25
1.2.3.2. LES ETHIQUES ANIMALES CONTEMPORAINES 28
1.2.3.3. LA BETE EN L'HOMME - DOULEUR, SOUFFRANCES DES BETES DANS LE VEGETARISME 32

1.3. ENJEUX ET ACTEURS 35

1.3.1. LES MOUVEMENTS DE PROTECTION ET DE DEFENSE DES ANIMAUX 35
1.3.1.1. COMPOSITION SOCIALE ET FOCALISATION MILITANTE 35
1.3.1.2. DIVERSITE DES DOCTRINES ET DES OBJECTIFS 35
1.3.1.3. LES REGISTRES D'ACTION 36
1.3.2. ASPECTS REGLEMENTAIRES DE LA PROTECTION ANIMALE 36
1.3.2.1. IMPLICATIONS JURIDIQUES DE LA RECONNAISSANCE DE LA SENSIBILITE ANIMALE 36
1.3.2.2. EVOLUTIONS TEXTUELLES ET LEXICALES DANS LE CHAMP JURIDIQUE 38
1.3.3. PRISE EN COMPTE DE LA DOULEUR DES ANIMAUX DANS LES ELEVAGES : INCITATIONS, DEMANDE(S) ET PERSPECTIVES INTERNATIONALES 40
1.3.3.1. LES DEUX VOIES POSSIBLES POUR IMPOSER/ASSURER LA DIMINUTION DE LA DOULEUR ANIMALE EN ELEVAGE 41
1.3.2.2. QUELLE EVALUATION DE LA DEMANDE POUR LA PRISE EN COMPTE DE LA DOULEUR EN ELEVAGE ? 43
1.3.3.3. QUELLES CONSEQUENCES ECONOMIQUES INTERNATIONALES DE LA PRISE EN COMPTE REGLEMENTAIRE DE LA DOULEUR ANIMALE ? 47

1.4. CONCLUSION 49

1.5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 50

Introduction

Ce premier chapitre est consacrée au contexte dans lequel ont été progressivement formulées des préoccupations concernant le bien-être des animaux de ferme et, plus spécifiquement, les causes des douleurs qui leur sont infligées. Nous y aborderons donc sommairement l'évolution de la sensibilité à la douleur (humaine d'abord, puis animale), et des connaissances qui concernent les notions de nociception, douleur et souffrance au cours des dernières décennies. Ces modifications des représentations sociales, comme la progression des connaissances scientifiques, sont contemporaines d'une transformation radicale de l'élevage. Depuis le milieu du XXème siècle se sont, en effet, développés et perfectionnés des systèmes de production animale très performants du point de vue des rendements et de la productivité du travail, mais qui ont profondément transformé les conditions de vie des animaux et les conditions de travail de ceux qui s'en occupent. Ce processus est souvent assimilé à une industrialisation. D'abord parce que les systèmes de production animale qui en sont issus ont été conçus selon les méthodes d'organisation et de standardisation du travail de l'industrie. Ensuite, parce qu'ils sont très dépendants des industries de fabrication d'aliments du bétail (et quasiment plus des exploitations agricoles dans lesquels ils se trouvent, sauf pour l'épandage des effluents), des industries pharmaceutiques et des industries agroalimentaires (en particulier des abattoirs). Ces systèmes de production que nous qualifierons donc, et par analogie, d'industriels se sont inégalement développés : on en retrouve les formes les plus achevées en production de porcs, de volailles et de veaux, mais les élevages bovins, ovins et caprins ne sont pas encore parvenus au même niveau de standardisation des opérations et de production en masse. D'autre part, ces systèmes « industriels » coexistent avec des systèmes d'élevage plus proches de ceux qui sont qualifiés de traditionnels, parce qu'ils dépendent encore des ressources fourragères des exploitations et se sont contentés d'améliorer les techniques d'élevage qui précédaient le processus d'industrialisation des productions animales (il en est ainsi, par exemple, de l'élevage laitier dans les régions d'herbage). Ils coexistent également avec des systèmes inspirés par les principes de l'agriculture biologique et des systèmes, modernes mais extensifs, de production à grande échelle.

Si l'expertise focalise son attention sur les causes de douleur dans les productions animales de type industriel, c'est parce que c'est à leur sujet qu'ont été formulées des revendications concernant le bien-être des animaux, ainsi que les souffrances et les douleurs qu'ils y subissent. Cela ne signifie pas qu'il y avait moins de douleurs infligées dans les élevages traditionnels, ni qu'il y en a moins dans les élevages biologiques ou extensifs. D'ailleurs la comparaison serait difficile. Le peu d'attention porté à la douleur de façon générale (et a fortiori à celle des animaux) au début du 20ème siècle fait que l'on ne dispose d'aucune étude permettant la moindre comparaison, même approximative, sur ce sujet entre les élevages traditionnels et les élevages contemporains. De même, l'absence d'études comparatives entre les différents systèmes de production contemporains et d'études épidémiologiques sur la morbidité que l'on y rencontre ne permet pas de conclure sur le caractère plus douloureux -ou non- pour les animaux des systèmes de type industriel. La différence entre les productions de type industriel, les élevages traditionnels et les autres systèmes d'élevage contemporains ne tient d'ailleurs pas tant aux douleurs infligées qu'aux conditions de vie qui sont imposées aux animaux, aux performances qui sont exigées d'eux, aux contraintes qui entravent leurs mouvements, aux ambiances (odeurs, bruit et poussière) des bâtiments qui les accueillent, à l'appauvrissement de leur environnement. En d'autres termes, le bilan des connaissances scientifiques sur la douleur animale devrait sans doute permettre de progresser dans l'amélioration du sort des animaux dans les élevages contemporains, mais ne comportera donc pas de comparaison entre les différents systèmes d'élevage du point de vue du respect des animaux en tant qu'êtres dotés d'états mentaux - c'est à dire de sensibilité bien sur, mais aussi de désirs et de frustrations, facteurs conditionnant l'état de bien-être.

1.1. Contexte et aspects des systèmes de production : caractéristiques du système d'élevage intensif

1.1.1. Le développement des systèmes de production depuis l'après guerre et leurs caractéristiques

Entre le monde paysan construit par dix mille ans de relations domestiques avec les animaux et le monde industriel dans lequel s'inscrivent aujourd'hui les productions animales, des éléments essentiels du travail avec les animaux d'élevage ont profondément changé. Etre paysan, comme l'écrivait Henri Mendras (1984), était un état. Etre agriculteur, être éleveur est devenu un métier.

La zootechnie, née en France au milieu du 19ème siècle en même temps que se développait la société industrielle, a été un outil essentiel de ces transformations. L'idéologie du progrès qu'elle a véhiculée a permis d'imposer une idée de la modernité appuyée sur la science (notamment la biologie et l'économie) et la technique au service de la patrie et du progrès social (Dechambre, 1928; Diffloth, 1914; Gasparin, 1843; Laplaud, 1940; Sanson, 1858; Sanson, 1907). La relation de travail individualisée et familiale et la proximité avec les animaux d'élevage décrites par Keith Thomas (1983) ont cédé progressivement la place à un rapport instrumental. Les animaux d'élevage sont devenus, en théorie sinon dans les faits, des « machines animales » à haut rendement. La sensibilité a été occultée au nom de la productivité et de la rentabilité.

Cette « révolution de l'élevage » s'est faite avec l'appui des pouvoirs publics et des théoriciens de l'élevage (zootechniciens, enseignants, vétérinaires) qui ont permis l'entrée de l'industrie dans l'élevage (Augé-Laribé, 1950; Mayaud, 2002; Weber, 1983). L'organisation du travail a ainsi progressivement été rationalisée (alimentation des animaux, logement, hygiène, reproduction,…). Ce n'est toutefois qu'après 1945, grâce à des innovations essentielles (notamment les antibiotiques et la synthèse de la vitamine D qui permettent de maintenir constamment les animaux dans des bâtiments), à des soutiens publics importants et à l'enrôlement d'une partie des agriculteurs dans le processus de « modernisation »[1] que les filières de productions animales (filière avicole, filière lait, filière porcine, filière veaux de boucherie…) se sont construites en tant que telles et ont pris un véritable essor. Le rapport des paysans aux animaux et à la nature est devenu un rapport de pouvoir appuyé sur la technique : « Aucune génération de paysans n'avait senti son pouvoir sur la nature grandir de façon aussi rapide et palpable » (Faure, 1966).

Le premier plan quinquennal de modernisation et d'équipement de 1946, dit plan Monnet (1947-1952), a inscrit l'agriculture dans un projet économique global, basé sur une industrie moderne et puissante, et lui a fixé deux objectifs : d'une part retrouver dès 1950 les niveaux de production agricole d'avant guerre et satisfaire les besoins alimentaires de la population française sans recours aux importations et d'autre part développer les possibilités d'exportation. Au service de ce projet national, le Plan de Modernisation de la Production Animale visait à renforcer la part des productions animales et à les orienter vers la production laitière et vers une production porcine susceptible de fournir rapidement une viande substituable à celle des bovins dont le cheptel était à reconstituer. « Il faut noter ici que les produits animaux constituent des aliments 'nobles', protecteurs de la santé, dont la consommation doit s'accentuer à mesure que le niveau de vie s'accroît. On peut donc s'orienter vers une expansion de ces productions sans crainte de surproduction » (Plan de Modernisation de la production animale, p 21).

Le développement de la zootechnie après guerre s'opère donc dans un contexte caractérisé par une ardente obligation de produire, et d'augmenter les rendements (Bonnemaire, 2000;

[1] « Il reviendra aux dirigeants agricoles d'expliquer aux agriculteurs que, dans leur propre intérêt, un certain nombre d'entre eux doivent s'orienter vers une autre activité. Ils auront à démontrer que l'agriculture a un retard considérable sur les autres secteurs et que ce n'est pas dans les six mois que ce retard sera comblé (Debatisse, 1963).

Landais & Bonnemaire, 1996; Vissac & Leclerc, 2002). Les zootechniciens de l'après guerre, comme leurs prédécesseurs, considèrent l'animal d'élevage comme « une machine vivante à aptitude multiple ». Alors qu'un zootechnicien comme André Sanson admettait que l'animal d'élevage n'était pas une machine *par nature*, mais qu'il devait être considéré comme tel à cause de ses fonctions, « en attendant plus ample information » (Sanson, 1907), l'animal des zootechniciens du 20ème siècle est bel et bien une machine thermodynamique dotée de mécanismes d'autorégulation, un engin cybernétique. En laboratoire, les zootechniciens vont démonter cette machine animale, décrire les mécanismes physico-chimiques et les dispositifs de contrôle du métabolisme, de la croissance, de la production et de la reproduction. De la microbiologie du rumen à l'endocrinologie, en passant par la nutrition, la physiologie de la reproduction et l'embryologie, tout un éventail de disciplines sera mobilisé pour affiner l'adéquation entre les besoins physiologiques des organismes et les performances que l'on attend d'animaux sélectionnés – grâce à la génétique en plein essor - en fonction des objectifs de production et des conditions d'élevage. L'objectif est de maximiser le rendement de toutes les fonctions (nutrition, croissance, production et reproduction) et de maîtriser le fonctionnement de machines animales de plus en plus performantes. Mais les recherches en zootechnie ne questionnent ni leurs finalités ni leurs objectifs, uniquement les moyens et les coûts. La technique porte en elle-même sa propre finalité (Bonnemaire, 2000).

Sont alors diffusés des modèles de production inspirés des prototypes d'élevages expérimentés par les scientifiques. Combien d'éleveurs disaient, entre les années 1970 et 1980, que pour être « modernes », il leur fallait mettre en œuvre un « élevage scientifique » ? Ils furent d'autant plus sensibles à ces modèles, que toute la technostructure d'encadrement les invitait à adopter les techniques issues des progrès scientifiques. Ils y étaient aussi poussés par une logique économique qui assimilait les exploitations agricoles à des entreprises industrielles. Les exploitations coincées entre amont (industrie de l'alimentation, de la génétique, firmes vétérinaires, banques, accouveurs,…) et aval (entreprises de transformation, centrales d'achat de distribution…) ont augmenté leurs capacités de production mais ont progressivement perdu leur autonomie.

Le processus de spécialisation des éleveurs et de leurs animaux et la concentration des exploitations et des abattoirs se poursuit et s'accélère aujourd'hui, piloté par les dynamiques de marché et par les possibles techniques, et cela à une échelle mondiale. Dans ce contexte, la recherche est au service de la dynamique industrielle et une grande partie des innovations est directement produite par l'industrie.

Ce système peut se targuer d'avoir, durant les Trente Glorieuses, rendu les services que les pouvoirs publics attendaient de lui. En dépit d'une augmentation importante de leur consommation, les pays européens (et tout particulièrement la France) sont parvenus à l'autosuffisance alimentaire (et même à se placer parmi les pays exportateurs pour divers produits animaux). Conjointement, l'évolution des prix a permis de diminuer la part de l'alimentation dans le budget des ménages, ce qui a ouvert des débouchés croissants aux produits manufacturés et aux services. La part de la consommation totale de viande en France dans le budget alimentaire est restée stable autour de 31% entre 1965 et 1980, puis a diminué et atteint 26% en 2006. Si les autres viandes restent au même niveau de consommation, les données INSEE pointent une baisse régulière pour le bœuf, de près de 30% sur quarante ans.

Cette évolution des techniques d'élevage a entraîné des dégâts collatéraux. Elle s'est réalisée au détriment de conditions de vie au travail qui se sont avérées de plus en plus contraignantes pour les animaux (Mason & Finelli, 2006) et pour les travailleurs (Porcher, 2006), mais aussi au détriment de l'environnement (odeurs, pollutions). « L'intensification de l'élevage a considérablement modifié les conditions de vie des animaux d'élevage. La claustration, les grands effectifs, la restriction de l'espace disponible, l'appauvrissement en stimulations de l'environnement et la perturbation des relations sociales sont devenues la règle […]. Cette situation est jugée d'autant moins tolérable pour une frange croissante de l'opinion publique, qu'elle est perçue comme étant à l'origine d'une profonde souffrance physique et mentale chez les animaux qui y sont soumis » (Dantzer, 2001).

L'usage généralisé du terme « intensification[2] », qui décrit très souvent ce processus occulte toutefois le fait que l'élevage en France est depuis le milieu du 19ème siècle confronté à un processus d'*industrialisation*. L'industrialisation de l'élevage renvoie effectivement à un usage plus intensif de l'espace (élevages hors sol, c'est à dire sans lien alimentaire au sol), du travail, des capacités des animaux à produire mais surtout à des transformations radicales du statut des animaux et des éleveurs, du sens et des procédures du travail… (Diry, 1985). En France, le processus d'industrialisation a d'abord concerné le secteur avicole (y compris les lapins), puis le secteur porcin (Canevet, 1992). Il affecte aujourd'hui très nettement la production laitière. C'est bien davantage le processus d'industrialisation que celui d'intensification qui est cause de souffrance pour les animaux car il nécessite de considérer les animaux comme des produits industriels et les éleveurs comme des opérateurs d'un processus au sens propre du terme désincarné. Ainsi que l'expriment des salariés, dans les porcheries aujourd'hui « c'est l'usine ».

L'industrie des productions animales qui, jusqu'à récemment, n'avait de compte à rendre qu'au plan économique, doit aujourd'hui faire face à des demandes et critiques de nos concitoyens. Ce qui était imposé d'autorité doit faire l'objet de négociations. Les filières sont appelées à montrer qu'elles gèrent les effets collatéraux de leurs activités (environnement, « bien-être animal »,…) et trouver de nouvelles formes de légitimation, d'où l'importance qu'elles accordent à la communication.

A l'appui de cette évolution des rapports de force, certains acteurs de la « modernisation » de l'agriculture après guerre ont depuis révisé leurs positions. C'est notamment le cas d'Edgar Pisani, Ministre de l'Agriculture de 1961 à 1966, (Pisani, 1994). De nombreux éleveurs ont de leurs côtés, sans attendre une remise en cause du paradigme industriel qui dirige les productions animales dans les instances de développement ou de recherche, cherché à mettre en place des systèmes d'élevage promoteurs de bien-être pour leurs animaux. C'est notamment le cas d'un éleveur alsacien qui a pris l'initiative depuis plusieurs années de pratiquer une anesthésie avant la castration de ses porcs. Ou celui d'un éleveur de l'Hérault qui a cherché des modes de valorisation de sa viande évitant en amont la castration de ses animaux. Egalement d'un éleveur mayennais qui cherche à diversifier la fourniture alimentaire de ses animaux et dont les truies pâturent quotidiennement des fourrages semés. Les exemples sont nombreux et témoignent que la diversité des systèmes et l'autonomie des éleveurs sont des facteurs de prise en compte indispensables du bien-être des animaux. Ce sont ces éleveurs qui portent la modernité de l'élevage aujourd'hui, une modernité qui prend en compte la sensibilité des humains et des animaux d'élevage et le lien affectif qui les relie (Porcher, 2008c).

1.1.2. Relations entre humains et animaux d'élevage et contagion de la souffrance en systèmes industriels et intensifiés – focus sur la production porcine.

1.1.2.1. La relation entre travailleurs et animaux d'élevage, un lien séculaire

La relation entre humains et animaux domestiques représente un héritage multimillénaire sur lequel reste fondées les sociétés contemporaines. Elle est décrite comme partie prenante du lien social, qu'elle soit expliquée par l'émergence de « communautés mixtes » (Midgley, 1998), l'existence d'un « contrat domestique » (Larrère & Larrère, 2000) ou inscrite dans un rapport de don (Porcher, 2002b). Le caractère indissociable de la relation entre humains et animaux et ses conséquences sur les animaux et les personnes, mais également sur les résultats de la recherche, ont notamment été mis au jour dans le cadre de l'expérimentation animale (Arluke, 1991; Arluke, 1999; Davis, 1992; Porcher, 2002c).

La relation entre humains et animaux a une forme historique spécifique en élevage puisqu'elle prend place dans le champ du travail agricole. Ce contexte particulier a longtemps conduit à minorer la part relationnelle du travail avec les animaux et à occulter la place de l'affectivité dans le travail en la réduisant à de la sensiblerie ou à du sentimentalisme. Or,

[2] Intensifier, c'est augmenter le poids d'un des facteurs de production : travail, espace, animaux…

l'implication affective est une composante inévitable et nécessaire du travail avec les animaux d'élevage, ce qui signifie qu'entre les travailleurs et les animaux douleur et plaisir se partagent (Porcher, 2002a).

L'industrialisation de l'élevage et le développement international des « productions animales », c'est à dire des systèmes industriels et intensifiés- a réduit les multiples rationalités du travail avec les animaux d'élevage à une seule : la rationalité technico-économique. Les autres rationalités du travail, notamment relationnelles, identitaires et morales ont été réprimées par le processus d'industrialisation initié comme tel en France depuis le milieu du 19ème siècle à l'appui de la zootechnie, la « science de l'exploitation des machines animales » (Porcher, 2002c). L'organisation industrielle du travail (semblable dans tous les pays), le déni de l'intersubjectivité du lien entre éleveurs et animaux, la répression des rationalités non économiques du travail provoquent une dégradation des relations entre travailleurs et animaux (Porcher, 2006). Avec des conséquences en termes de santé humaine car cela génère une souffrance psychique chez les éleveurs et les salariés (Dejours, 1993; Durand et al., 2000).

Contre la souffrance, celle qu'ils subissent et celle qu'ils infligent aux animaux, les travailleurs (éleveurs, salariés, techniciens, vétérinaires, chercheurs,…) mettent en place, individuellement et collectivement, des stratégies défensives. Mais les défenses ont un revers, elles bloquent la pensée et empêchent ainsi tout changement de représentations et de pratiques. Elles peuvent rendre tolérables des pratiques parfaitement immorales (Dejours, 2001). Les défenses empêchent en effet de porter un jugement rationnel et moral sur ses propres actes. Lorsque les défenses sont insuffisantes ou montrent des failles, du fait d'influences extérieures ou à cause de la dislocation des collectifs de travail et de l'isolement des travailleurs, la souffrance s'installe (Dejours, 1995; Dejours, 2001). Souffrir au travail provoque de nombreuses pathologies physiques et mentales, et peut même conduire au suicide (Dejours, 2005). Le lien entre douleur des animaux et souffrance des travailleurs a donc des conséquences importantes en termes de santé au travail, santé physique et santé mentale.

1.1.2.2. Elimination des animaux de « non valeur »

Dans les productions animales, la douleur des animaux est en tout premier lieu causée par l'organisation et les procédures du travail. En production porcine, l'une des causes prépondérantes de souffrance pour les éleveurs et les salariés est le fait de devoir quotidiennement infliger de la douleur aux animaux : fouilles répétées des truies du fait de leur hyperprolificité, piqûres à répétition, castration, coupe de la queue et des dents… En production porcine, l'augmentation du nombre d'animaux par exploitation, mais également l'évolution de la répartition du travail au sein de la filière, a de plus provoqué une augmentation du travail d'élimination des animaux de « non valeur ». D'une part, les abattoirs refusent aujourd'hui les animaux « mal à pied » et délèguent aux éleveurs la charge de leur élimination *in situ*, d'autre part la pression à la performance de la part de l'encadrement des éleveurs conduit à un tri et à une élimination des animaux improductifs, voire seulement sous productifs (Mouret & Porcher, 2007). Cette élimination est réalisée avec des moyens « *système D* » (assommage des porcelets contre un mur, pendaison de porcs à la fourche du tracteur, assommage à la masse…) ou, en dehors de tout cadre légal, avec les outils développés par la filière porcine sur le modèle canadien et états-uniens pour rendre ce travail de mort supportable (Chevillon et al., 2004). Pourtant la majorité des travailleurs voudraient soigner les truies et les porcs plutôt que de les électrocuter, les gazer ou les assommer (von Holten, 2003). Mais parce qu'ils sont pris par cette injonction, ils recherchent les méthodes « les moins épouvantables ». La violence envers les animaux et le travail de mort sont des causes prépondérantes de désertion du salariat en systèmes industriels porcins (Porcher, 2008b).

Cette politique d'élimination est, à un niveau international, également celle des pouvoirs publics en cas de crises économico-sanitaire (« vache folle », fièvre aphteuse, grippe aviaire, grippe porcine...). L'abattage intensif des animaux a des répercussions psychologiques chez les éleveurs mais également chez les personnes chargées de leur encadrement, les vétérinaires notamment qui doivent assumer ce travail d'élimination en essayant de lui donner du sens (Gaignard & Charon, 2005; Hartnack et al., 2009; Winter & Ward, 2002).

1.1.2.3. Relation entre travailleurs et animaux, contagion du stress et management

La santé mentale au travail est essentiellement abordée par la recherche ou par la médecine du travail sous l'angle du stress, comme c'est le cas pour la souffrance animale. Les études sur le stress chez les éleveurs ont surtout été réalisées auprès d'éleveurs laitiers et l'on constate dans le temps une aggravation de l'état des éleveurs qui peut aller aujourd'hui jusqu'à la dépression et au suicide. Le stress décrit est lié au contexte bureaucratique du travail, à l'absence de reconnaissance sociale, à la crise de la « vache folle » et touche davantage les femmes (Belt, 1984; Booth & Lloyd, 2000; Deary et al., 1997; James L. Walker, 1988; Raine, 1999).

Après avoir été très longtemps ignorée, la relation entre travailleurs et animaux dans les productions animales est aujourd'hui prise en compte - dans le champ du « bien-être animal » - non en tant que relation intersubjective, pathique, mais en tant qu' « interaction » (Hanna et al., 2006; Verga & Carenzi, 1998). Le contexte envisagé est notamment celui du stress partagé entre humains et animaux. Le stress des travailleurs a une influence négative sur les animaux. Il perturbe les manipulations, diminue l'efficacité du travail et *in fine* dégrade le niveau de production ou les qualités des viandes. Le management est donc au premier chef concerné par cette question. Il s'agit de former les travailleurs à des conduites *ad hoc* et de dessiner le profil psychologique du travailleur idéal pour les productions animales. Hemsworth et Coleman sont pionniers dans cette démarche (Coleman & Hemsworth, 2001; Coleman et al., 2000; Hemsworth, 2005; Hemsworth et al., 2000). Les recherches d'Hemsworth l'ont conduit à diriger le « Animal Welfare Science Center » en Australie qui lui permet, en lien avec l'industrie, de relier recherches et fournitures de formation. En France, il est notamment imité par l'ISPAIA[3]. Ces démarches toutefois ne tiennent pas compte du rapport subjectif des personnes au travail ni du lien intersubjectif entre travailleurs et animaux pas plus que du contexte industriel du travail et de ses conséquences sur la subjectivité des travailleurs (Porcher, 2003). L'offre de formation tient lieu de remède à la violence, alors même que nombre de travailleurs savent fort bien ce qu'il *faudrait* faire pour améliorer la situation. Ils n'ont tout simplement pas la possibilité de le faire.

1.1.2.4. Déficit de reconnaissance en chaîne

Pour participer de façon positive à la construction identitaire de chacun, le travail doit être reconnu (Caillé, 2007). Or, on assiste dans les productions animales à un déficit de reconnaissance en chaîne. En production porcine, celui-ci part de l'animal, non reconnu, par définition, en tant que tel par l'organisation industrielle du travail. Pour celle-ci, les animaux sont des ressources (de la matière animale, comme le minerai) à transformer et sont traités en tant que tels. En production porcine, et ainsi qu'ils l'expriment, les travailleurs ne peuvent pas « avoir de considération » pour les animaux. Les travailleurs eux-mêmes ne sont pas reconnus, ni par leurs animaux, ni par leurs pairs, ni par les consommateurs. Un salarié l'exprime ainsi : « je ne fais pas de sentiment, personne n'en fait pour moi ». La seule voie de reconnaissance possible est l'encadrement de la filière via la course à la productivité – y compris en lien avec le « bien-être animal »- et aux performances quantitatives (les « Cochons d'or » en production porcine). Ce déficit de reconnaissance est une cause de souffrance profonde pour les travailleurs (Porcher, 2008a), notamment pour les femmes qui semblent avoir une relation plus affective avec les animaux (Herzog Jr et al., 1991; Kashdan et al., 2009; Porcher et al., 2004).

1.1.2.5. Contagion des pathologies

« Une maladie professionnelle est une maladie due au travail (elle ne serait pas apparue si le travail n'avait pas été exercé). Elle se développe dans les conditions habituelles de ce dernier, exposant à des risques professionnels physiques, chimiques ou biologiques »[4].

---

[3] Institut Supérieur des Productions Animales et des Industries Agroalimentaires

[4] Source : Institut National de Médecine Agricole.

Les maladies générées par les productions animales chez les humains comme chez les animaux ont des causes communes liées aux conditions de vie au travail dans les systèmes industriels et intensifiés. Les conditions de vie au travail sont en effet partagées par les animaux et par les travailleurs (enfermement dans les bâtiments, air vicié par les poussières et par les gaz, stress, maladies). Les pathologies respiratoires qui touchent les animaux touchent également les travailleurs (éleveurs et salariés mais aussi vétérinaires) : asthme, bronchite chronique, notamment répertoriés en systèmes porcins et avicoles (Borghetti et al., 2002; Buczaj, 2008; Dalphin, 1996; Dalphin et al., 1998; Donham, 2000; Dosman et al., 2004; Kim et al., 2008; Kimbell-Dunn et al., 2001; Magarolas et al., 2000; Mantovani et al., 1998; McDonnell et al., 2008; Mustajbegovic et al., 2001; Poole et al., 2007; Radon et al., 2001a; Radon et al., 2001b; Vogelzang et al., 1999). Les études sur le sujet sont plus nombreuses que celles qui portent sur la souffrance au travail, lesquelles sont quasi inexistantes, mais restent relativement peu nombreuses (une centaine) comparées à ce qui concerne le « bien-être animal ».

La production porcine représente d'autre part un terreau particulièrement favorable pour les agents pathogènes, lesquels touchent également les travailleurs et les animaux : brucella, streptocoques, virus influenza, hépatite E (Caprioli et al., 2007; Chandler et al., 1998; de Deus et al., 2008; Galiana et al., 2008; Ki et al., 2008; Leblanc et al., 2007; Meng et al., 1997; Olsen et al., 2006; Renou et al., 2008; Zhu et al., 2007). Dans les études portant sur des élevages français, la séroprévalence du virus de l'hépatite E est avérée (Pavio, 2008).

Potentiellement, les nombreux virus qui se développent en systèmes industriels, et contre lesquels les travailleurs se sentent impuissants tant la pression virale est constante, sont susceptibles de porter atteinte à la santé publique dès lors qu'ils se recombinent et sortent des unités de production. Les premières victimes des virus grippaux liés à des zoonoses* (grippe aviaire A/H7N7, AH5N1, grippe porcine, AH1N1) sont les travailleurs des industries porcines et avicoles, qui ne bénéficient à l'heure actuelle d'aucune protection particulière (Gray et al., 2007), alors que le risque de pandémie est souligné par plusieurs auteurs (Galwankar & Clem, 2009; Wuethrich, 2003).

1.1.2.6. Usage massif des antibiotiques dans les productions industrielles et antibio-résistances

Les conditions de production et l'usage massif d'antibiotiques dans les productions animales constituent un terreau de développement des bactéries résistantes et, par modification de l'environnement sanitaire, des virus auxquels les animaux et les travailleurs sont quotidiennement exposés. On constate des résistances aux antibiotiques dangereuses pour la santé humaine, des travailleurs (éleveurs, vétérinaires,…) en premier lieu, mais également potentiellement pour la santé publique (Aarestrup et al., 2002; Aubry-Damon et al., 2004; Emborg et al., 2008; Emborg et al., 2007; Goldman, 2002; Hendriksen et al., 2008; Wulf & Voss, 2008; Wulf et al., 2008). Dans de nombreux pays, les travailleurs en production porcine, sont ainsi plus souvent colonisés par le staphylocoque doré que la population générale, notamment par les souches ST 398 souvent multirésistantes aux antibiotiques (Lewis et al., 2008; van Belkum et al., 2008; Wulf et al., 2006). En Hollande, une étude montre que le risque de portage des porchers est 760 fois plus élevé que dans la population générale, avec une augmentation de la prévalence dans les gros élevages (Voss et al., 2005). La colonisation humaine est rare par contre en dehors des contacts directs avec les animaux.

La quantité annuelle d'antibiotiques (principes actifs) consommée par la filière porcine française est de 699 tonnes, soit plus de 55 % de la quantité consommée par l'ensemble des productions animales (1261 tonnes en 2007), soit 237 mg/kg de poids vif produit. Les familles des tétracyclines, sulfamides, β-lactamines et macrolides représentent plus de 80% du tonnage d'antibiotiques vendus, les tétracyclines représentant, à elles seules, la moitié des ventes. Plus de 93 % du tonnage d'antibiotiques vendus pour usage vétérinaire est distribué à des animaux d'élevage, *i.e.* dont les produits sont destinés à la consommation humaine (Chevance & Moulin, 2009).

En conclusion, la bibliographie témoigne que la souffrance humaine en élevage donne lieu à beaucoup moins de recherches que la douleur animale, et que très peu de liens sont faits entre souffrance des animaux et souffrance des travailleurs. Ceci est un résultat en soi, et l'on peut s'interroger sur les causes d'une telle absence alors que les filières industrielles font face à un déficit structurel de salariés, notamment expliqué par la violence envers les animaux et le contenu mortifère du travail. La souffrance humaine est essentiellement appréhendée en termes de pathologies professionnelles et de stress. L'aspect « maladies professionnelles » est néanmoins intéressant car il permet de mettre en évidence la proximité entre travailleurs et animaux du point de vue de la santé et les risques que font potentiellement encourir les systèmes industriels et intensifiés pour la santé publique.

1.2. Les relations homme/animaux : représentations, évolutions et attitudes.

1.2.1. Dimension anthropologique

La douleur des animaux ne fait question que pour les humains et tant qu'ils sont en situation de la réduire ou de l'aggraver : les maladies, la prédation et les combats entre animaux tels qu'ils adviennent en contexte naturel ne sont pas ici pris en compte, tant qu'ils ne relèvent pas directement de l'action humaine.

D'autre part, la « douleur animale » est fort loin d'être uniforme, tant dans ses causes que dans ses manifestations, comme le montrent les expertises en sciences du vivant, pour lesquelles l'appréciation de la diversité de la douleur (selon les espèces, les contextes et les atteintes) est précisément la principale difficulté (Rey, 2000), voir aussi Chapitre 2, paragraphe 2.4. Il ne pourra donc être question ici que de la douleur *des animaux*, comme le propose D. Baldin, et plus précisément des animaux d'élevage, qui se trouvent directement dépendants des humains, dont les comportements et les choix techniques ont des effets sur leur bien-être, mais aussi sur le bien-être des humains eux-mêmes, au point que l'on peut considérer que la notion même de bien-être animal est « une fausse question » (Porcher, 2004), une question mal posée, en ce qu'elle sépare le bien-être des deux ensembles de vivants qui ont à travailler ensemble et, par conséquence, à pâtir (ou non) ensemble.

1.2.1.1. Contextualisation socio-anthropologique

Généralités

Le tout premier enseignement de l'anthropologie quant aux relations entre humains et animaux est leur très grande diversité, tant dans les contextes que dans les modalités. Il n'existe pas de société qui n'entretienne des relations avec les animaux. Mais ces relations sont très différentes, selon les milieux naturels, certes, mais aussi – et surtout, puisque c'est précisément ce qui peut faire question – selon les sociétés, dont les mœurs et usages pèsent au moins autant que le milieu naturel sur les relations entre humains et animaux. On observe ainsi que, dans des contextes naturels semblables, et avec des animaux semblables, des sociétés différentes entretiennent des relations fort différentes avec « leurs » animaux (Descola, 1994; Descola, 1999).

La protection contre les animaux dangereux, la chasse et la pêche, le prélèvement de divers produits animaux, la domestication, le compagnonnage de travail ou la compagnie d'agrément, etc. : toutes ces situations *instituent* entre humains et animaux des *relations* très diverses, différenciées selon les espèces et, dans bien des cas, selon les individus d'une même espèce. Choisies ou contraintes (y compris pour les humains : choisit-on vraiment de se protéger du lion affamé ou, plus banalement, de la puce également affamée ?) en fonction des circonstances et des aptitudes des uns *et* des autres, pour le meilleur et pour le pire, il n'y a guère de circonstance qui n'enveloppe des relations avec les animaux, y compris ceux qui vivent à l'état sauvage, la « nature » étant presque universellement anthropisée (Descola, 1999).

Aucune de ces relations n'est, *en elle-même*, garante ou ennemie du bien-être des animaux, pas plus que de celui des humains. Si toutes sont susceptibles d'induire douleur ou bien-être pour les uns et les autres, les travaux ethnologiques montrent surtout que les animaux, pris dans la sociabilité des humains, y sont traités comme composantes à part entière de la société humaine, ce qui donne toute sa portée à la notion de « sociabilité hybride » proposée par D. Lestel (1996) ou à celle d'« asociale sociabilité » (Vialles, 2004) si l'on préfère souligner la spécificité de cette relation. Quelque nom qu'on lui donne, cette sociabilité interspécifique mobilise de solides compétences, acquises dans l'expérience ordinaire et silencieuse, et dont l'absence conduit aussi bien aux déboires pratiques qu'aux errements théoriques (exemples In Franklin, 1999) ; voir aussi (Audoin-Rouzeau, 2003; Baroin, 2003; Barrau, 1983; Benveniste, 1969a; Benveniste, 1969b; Bernus & Durou, 2002; Blancou, 2000; Brisebarre, 1996; Cartry, 1987; Cassin & Labarrière, 1987; Centola, 1999; Collet, 1987a; Collet, 1987b; Collet, 1993; Consolo, 1986; Conti, 1999; Cyrulnik, 1998; de Heusch, 1986; Delort, 1984; Descola, 1993; Descola, 1994; Descola, 2005; Detienne & Vernant, 1979; Digard, 1988; Dumont, 2001; Dupire, 1962; Durand, 1986; Erikson, 1987; Evans-Pritchard, 1968; Fabre-Vassas, 1994; Faye, 1990; Fodera, 1961; Goossaert, 2005; Hainard & Kaehr, 1987; Hamayon, 1990; Haudricourt, 1962; Hell, 1994; Hubscher, 1986; Ingold, 1980; Ingold, 1986; Ingold, 1988; Leroi-Gourhan, 1971; Leroi-Gourhan, 1973; Lévi-Strauss, 1964; Lizet, 1989; Lizet & Ravis-Giordani, 1995; Lot-Falck, 1953; Malamoud, 1989; Mollat, 1987; Moriceau, 2001) (Moriceau, 2002; Moriceau, 2005; Moriceau, 2007; Moriceau, 2008; Moutou, 2007; Recher, 1977; Ritvo, 1987; Ritvo, 1994; Roux, 1966; Sara, 1983; Schroten, 1995; Schwartz, 2001; Serpell, 1986; Sperber, 1975; Testart, 1987; Vigne, 1993; Vigne, 2004; Viveiros de Castro, 1992; Voisenet, 1994; Wolloch, 2006; Zimmerman, 1982) (Digard, 1990; Digard, 1999; Lévi-Strauss, 1962a; Lévi-Strauss, 1962b; Lizet, 1982; Pierre, 2003; Thomas, 1985; Vanhonacker et al., 2007; Voisenet, 2000; Wolff, 2006) (Beffa & Hamayon, 1984; Brisebarre, 1998b; coll., 1985; Delaby, 1980).

La comparaison entre les sociétés « traditionnelles » et les sociétés modernes, notamment occidentales, permet de rapporter la question des relations avec les animaux, et de la règlementation de ces relations en vue de leur bien-être, à quelques changements intervenus depuis un peu plus de deux siècles : la raréfaction des animaux dans la vie courante, par suite de la mécanisation et de la motorisation de nombreuses activités (Duby & Wallon, 1976; Mazoyer & Roudart, 2002; Mendras, 1970; Sigaut, 1980; Vanderpooten, 2005); la diminution corrélative de la connaissance empirique des animaux (Digard, 1999; Franklin, 1999); le développement d'un anthropomorphisme imputant aux animaux les états mentaux et affectifs des humains, et donc d'une sensibilité nouvelle (Arluke & Sanders, 1996; Burgat, 1997; Chapouthier, 1992; Despret, 2002; Digard, 1999; Ellen & Fukui, 1996; Ferry, 1992; Franklin, 1999; Gaille, 2009; Hubscher, 1999; Larrère, 1997; LFDA, 1984; Ouedraogo & Le Neindre, 1999; Pierre, 1998b; Ritvo, 1994; Schroten, 1995; Singer, 1993; Sorabji, 1993; Testart, 1987; Thomas, 1985; Vialles, 2004; Wolloch, 2006), que les progrès de l'analgésie ont contribué à aiguiser (cf. paragraphe 1.2.2.2.), en rendant intolérables pour tous les vivants enrôlés dans leur sociabilité, des douleurs que les hommes parvenaient enfin à éviter pour eux-mêmes. C'est dans ce contexte que se sont développés le rejet des douleurs et souffrances évitables et, avec la condamnation des pratiques qui les causeraient, les revendications éthiques ou juridiques concernant le traitement des animaux.

La spécificité contemporaine

Tandis que la mécanisation des travaux et des transports raréfiait les relations avec les animaux, l'industrialisation en venait à atteindre progressivement les productions animales, notamment alimentaires, telles que le lait, les œufs et les viandes, et à supplanter leur séculaire production domestique ou artisanale (Barrau, 1983; Digard, 1990; Ferrières, 2002; Gaudillière, 2001; Hall, 1998; Mazoyer & Roudart, 2002; Moutou, 2007; Otter, 2006; Raymond, 2006; Schwartz, 2001; Sinclair, 1974; Vialles, 1988). En ce qui concerne la production des viandes, le 18ème siècle avait vu paraître quelques écrits réprobateurs, voire indignés, concernant les conditions dans lesquelles s'effectuait la mise à mort des animaux ; ils déploraient la saleté, les ruisseaux de sang dans les rues, et les risques d'accidents (Mercier, 1982). Au cours du 19ème siècle, les mêmes griefs perdurent, mais s'y ajoutent des préoccupations de morale, et de

compassion pour les animaux : la familiarité avec la vue du sang est jugée dangereuse pour la moralité des classes populaires (« classes laborieuses, classes dangereuses », dira Louis Chevalier (1958) pour la première moitié du siècle suivant) ; tout comme le spectacle d'animaux brutalisés, que la sensibilité « animaliste »[5] montante condamne vivement, autant pour le mal qui est fait aux bêtes que pour le navrant exemple qu'il donne aux témoins (Agulhon, 1981; Pelosse, 1982a; Pelosse, 1982b).

Cette sensibilité moralisante se développe continûment au 19ème siècle, au fur et à mesure de la dégradation des conditions faites aux animaux que l'on dit « de rente » dans les conditions de productivité industrielle. Le mouvement de diffusion de cette sensibilité suit celui de l'industrialisation des productions animales, de l'Angleterre aux États-Unis, d'où il revient vers l'Angleterre et l'Europe occidentale.

C'est en effet aux États-Unis, qui offraient de vastes espaces aux troupeaux et à la mécanisation, que le productivisme a pu s'étendre au secteur agro-alimentaire (Cronon, 1991). C'est là que, au cours du 19ème siècle, la production alimentaire, notamment celle des viandes, devient industrielle, avec la création des premiers abattoirs à Cincinnati puis à Chicago, dans un vide réglementaire total, tant en matière d'hygiène que de sécurité et de manutention des animaux (Lee Young, 2008). Au moins à partir de 1906, avec le scandale déclenché aux États-Unis par la publication du livre de Sinclair sur les abattoirs de Chicago, on peut parler d'une « industrialisation anxiogène » (Ferrières, 2002), autant en ce qui concerne le traitement des animaux que la qualité des produits. Depuis, la diffusion d'informations, concernant également les productions laitières et avicoles massives n'a pas cessé et s'est étendue, avec des échos et des effets variables (Stanziani, 2005). Régulièrement dénoncé par des associations de protection et de défense des animaux relayées par les médias, le sort des animaux d'élevage est devenu une question d'actualité pour les professionnels, sinon véritablement une « demande sociale » (Bourdon, 2003), dont la réalisation en actes reste étroitement bornée par les choix ou les contraintes économiques (voire paragraphe 1.3.3). Réciproquement, et comme le suggère discrètement un sociologue (Bourdon, 2003), la prise en charge par les pouvoirs publics de dispositions protectrices des animaux peut aussi être instrumentalisée dans une économie concurrentielle.

En résumé, le souci du bien-être des animaux (et donc, en tout premier lieu, le souci de leur éviter la douleur) rencontre une audience d'autant plus réceptive que les conditions de production industrielle sont, ou semblent, peu compatissantes pour les animaux, et paraissent les traiter comme pure matière à exploiter, et non comme des vivants avec lesquels les humains entretiennent des relations, réelles et idéelles, et envers lesquels ils éprouvent très généralement une empathie spontanée. C'est sans doute au contraste entre ce mouvement spontané et une industrialisation réifiante qu'il faut imputer le succès rencontré par la stigmatisation sans cesse répétée de la théorie de l'« animal-machine » – machine insensible, donc exploitable à merci. Cette interprétation de Descartes, quoique inexacte (voir entre autres : Cottingham, 1978; Cottingham, 1992; Cottingham, 1994; Cottingham, 2000; Guéroult, 1968; Kambouchner, 1995) [6] est néanmoins reçue et colportée comme vérité première ; ce qui

[5]« animaliste » : parce que « animalier » signifie autre chose ; et parce que « zoophile », qui serait exactement approprié, a perdu son sens premier, en devenant un synonyme de bestialité.

[6]Trois extraits très brefs, pris entre mille, pour permettre au lecteur de mesurer l'écart entre les textes mêmes de Descartes et les thèses qu'on lui attribue (et qui ne sont que celles de Malebranche) :

Sixièmes réponses aux objections : « je ne leur [= aux bêtes] ai jamais dénié ce que vulgairement on appelle vie, âme corporelle et sens organique » (Pléiade, p. 530) ; « c'est en ce mouvement du cerveau, qui nous est commun avec les bêtes, que consiste le premier degré du sentiment » (p. 539).

Lettre à Morus du 5 février 1649 : « je ne leur ai jamais dénié ce que vulgairement on appelle vie, âme corporelle et sens organique ; je ne refuse la vie à aucun animal, car je crois qu'elle consiste dans la seule chaleur du cœur ; je ne lui refuse même pas la sensibilité, dans la mesure où elle dépend d'un organe corporel. Si bien que mon opinion est moins cruelle envers les bêtes qu'elle n'est pieuse envers les hommes, qui ne sont plus asservis à la superstition des Pythagoriciens et qui sont délivrés du soupçon de crime toutes les fois qu'ils mangent ou tuent les animaux. » (Pléiade, p. 1320). Rappelons que jusqu'au 18ème siècle inclus (chez Rousseau encore, par exemple ; ainsi que dans

témoigne sans doute de la puissance inaltérée de la répétition, mais plus encore de l'affinité intime entre cette interprétation, toute fausse qu'elle soit, et le sentiment commun *actuellement* suscité par l'industrialisation/'mécanisation' brutale des productions animales, et la dégradation corrélative du sort fait aux animaux, réduits à des *machines* à produire.

1.2.1.2. Abattages rituels : judaïsme et islam

L'expression « abattage rituel » est ici préférée à celle de « sacrifice », pour trois raisons :

- D'abord, parce que la notion même de sacrifice reste, en anthropologie, sujette à discussions, dans lesquelles il n'y a pas lieu d'entrer ici ; en revanche, la notion de rituel, entendue en son sens descriptif de conformité à une norme pratique fixée par une religion, ne soulève aucune difficulté.
- Ensuite parce que, dans le cas du judaïsme, il n'y a pas de sacrifice hors du Temple de Jérusalem, mais seulement des prescriptions rituelles, qui n'ont pas valeur sacrificielle (Deutéronome 12, 4-22 ; Nizard-Benchimol, 2001). Depuis la destruction du Temple, il y a donc dans le judaïsme un rituel d'abattage des animaux (c'est la *shechita*, effectuée par un *shohet*), mais pas de sacrifice.
- Enfin, parce que les textes professionnels, officiels ou techniques, utilisent fréquemment le terme de « sacrifice » en manière d'euphémisme pour « abattage », manifestement parce qu'il investit d'une dignité religieuse une activité sans cela jugée brutale et dégoûtante.

Le judaïsme et l'islam prescrivent explicitement des règles précises, énoncées respectivement dans la Bible (Lévitique, 1-7 ; Deutéronome, 14, 3-21) et dans le Coran (sourate V, *La table dressée*), définissant les règles et conditions d'une nourriture « permise », « pure » : *cacher* dans le judaïsme (Bauer, 1996; Douglas, 1971; Soler, 2006), *halal* dans l'islam (Benkheira, 1996; Benkheira, 1997; Benkheira, 2000; Bonte et al., 1999; Brisebarre, 1998a; Brisebarre, 1998b). Ces deux codes alimentaires ont en commun de nombreux traits : les catégories d'animaux permis ou interdits ; l'exigence que l'animal soit parfait en son genre ; la compassion soucieuse d'éviter le stress et de provoquer une mort rapide par une saignée sûre et complète ; et enfin l'obligation de prononcer la formule rituelle d'invocation, qui légitime la mise à mort sous la permission et la bénédiction divines. Le judaïsme est particulièrement pointilleux sur tous ces aspects (minutieusement détaillés in Ganzfried, 1987), fixant avec précision l'outil et le geste même de la saignée, et ne confiant cette tâche qu'à des *shohets* (terme que l'on traduit usuellement, mais improprement, par 'sacrificateurs'), agréés au terme d'une formation religieuse et technique très rigoureuse. En France, depuis le décret n°64-334 du 16 avril 1964 et, en dernier lieu, l'article R.214-75 du code rural, cette habilitation est délivrée conjointement par le Ministère de l'Agriculture et par l'un des quatre organismes confessionnels agréés. Enfin, à la différence de l'islam, le judaïsme impose une inspection extrêmement méticuleuse de la carcasse, et interdit la consommation des parties voisines du nerf sciatique (Genèse, 32, 33), ce qui a maintenant pour conséquence la dérivation des quartiers arrière vers le marché non cacher, plus simple et plus rentable que la traditionnelle dilacération des quartiers arrière pour en extraire le nerf sciatique.

Ces abattages rituels sont autorisés en France, comme dans bien d'autres pays, par dérogation explicite à l'obligation, imposée depuis 1964, d'insensibiliser les animaux avant de les saigner (Delomez, 2004). Cette dérogation résulte de la protection de la liberté de culte : ces deux religions ont en effet en commun de n'autoriser la mise à mort que d'animaux dans toute la perfection de leur être et donc, en premier lieu, pleinement vivants – état sur lequel l'insensibilisation jette nécessairement un doute. Jusqu'en 1964, ces abattages ne se distinguaient donc pas, sur ce point précis, des abattages non religieux : l'usage ordinaire immémorial était de saigner directement les animaux destinés à la table ; seuls les bovins et équidés adultes étaient préalablement assommés, pour des raisons de sécurité des hommes et non de compassion pour les animaux : aussi bien parle-t-on encore couramment

---

l'Encyclopédie), « animal » signifie « vivant (non végétal)», et s'applique donc à tous les vivants, hommes inclus ; « bête » désigne ce vivant que le jargon contemporain appelle « animal non humain ».

d'« assommage », tandis que les textes officiels s'efforcent de privilégier les termes d'« insensibilisation » ou d'« anesthésie » (Vialles, 1987; Vialles, 1999).

Dès les premiers mouvements préconisant une « insensibilisation » préalable apparemment (Pouillaude-Bardon, 1992; Vialles, 1999) plus compatissante que la saignée directe, l'abattage cacher a fait l'objet de débats extrêmement vifs. Selon les conjonctures politiques et idéologiques (antisémitisme, xénophobie) autant que professionnelles, il en est résulté soit l'interdiction pure et simple, soit l'autorisation par dérogation (Welty, 2007). À ce jour, il semble qu'il n'existe encore aucune certitude parfaite quant au procédé d'abattage le moins douloureux ; les convictions s'affrontent donc toujours, éventuellement par des voies détournées, telles que le recours à un étiquetage informatif qui, même si tel n'est pas son objectif, est susceptible de fonctionner à de multiples fins (Vialles, 2007).

1.2.2. Histoire de la douleur animale

L'attention que portent les sociétés occidentales (et notamment anglo-saxonne, allemande et française) aux animaux à partir du 18ème siècle (Robbins, 2002; Thomas, 1985) n'est pas en soi une nouveauté historique (Delort, 1984; Pastoureau, 2007; Voisenet, 2000) et ethnographique (Descola, 2005; Digard, 1990; Lévi-Strauss, 1962a; Lévi-Strauss, 1962b). Ce qui est nouveau c'est son ampleur sociale, idéologique et politique qui se traduit pleinement au XIXe siècle par la multiplication des législations et des associations protégeant les animaux (Pierre, 1998a; Pierre, 2007; Ritvo, 1987). Cette sensibilité accrue doit se comprendre dans un contexte historique qui renforce la proximité des hommes et des animaux. Les nombreux débats qui agitent les sciences naturelles dont la question de l'évolution et de la phylogénie bouleversent les représentations des animaux (Jacob, 1970; Tort, 1996). L'augmentation de l'élevage (Madeline & Moriceau, 2006; Risse, 1994) et des transports (c'est le cas de la traction hippomobile jusqu'au début du 20ème siècle) entraîne de nouveaux usages zootechniques (Lizet, 1982). Enfin la généralisation des animaux de compagnie (Digard, 1999; Kete, 1994) et le développement de la médecine vétérinaire (Bressou, 1970; Hubscher, 1999) multiplient l'attention portée à leur santé. Parallèlement à ce phénomène, et durant cette même période, les sociétés occidentales manifestent une sensibilité accrue à la violence humaine : leurs formes les plus visibles sont de moins en moins tolérées (Corbin, 1995; Corbin et al., 2005). Il en est de même face à la douleur. À partir du 18ème siècle, les hommes s'intéressent de plus en plus aux récits de leurs propres douleurs dans un contexte de valorisation de l'individu et de son intimité corporelle (Corbin et al., 2005; Rey, 1993). Faire l'histoire de la douleur animale dans les sociétés occidentales et principalement ici en France, c'est donc faire avant tout une histoire des sensibilités humaines.

Pour suivre l'évolution historique de la question de la douleur animale de la fin du 18ème siècle au milieu du 20ème siècle, il nous faut l'insérer dans cette double histoire : celle de l'histoire des relations que les hommes entretiennent avec les animaux et celle de leur propre douleur. La première se caractérise par un double mouvement : l'enfermement et l'élimination progressifs des animaux domestiques de l'espace public, la privatisation affective des animaux de compagnie. La seconde se résume à une intolérance toujours plus forte à sa douleur et à la vision de celle des autres.

L'objet de l'historien concerne les discours et les pratiques liées à la douleur animale et non la douleur animale elle-même ; il s'agit de comprendre l'attention que les hommes veulent bien lui prêter, le sens qui lui est conféré, les pratiques instaurées pour la limiter, la diminuer, l'éliminer. Nous verrons ainsi que l'expression « douleur animale » n'est pas toujours celle retrouvée dans les sources et qu'elle est souvent concurrencée, dans un flou que toutes les sources entretiennent, par celle de « souffrance ». De plus, il semble plus juste historiquement de parler de « douleur des animaux », le singulier ayant peu de pertinence dans des sociétés qui classent plus qu'elles n'unifient le monde des animaux.

1.2.2.1. La protection des animaux : amour et souffrance

En France, la question de la protection des animaux prend réellement forme avec la création de la Société protectrice des animaux (SPA) en 1845 et le vote par l'Assemblée législative, le 2 juillet 1850, de la loi Grammont. Celle-ci érige en contravention punissable d'une amende et d'une peine de prison les mauvais traitements infligés en public et abusivement à des animaux domestiques. Proposée par le général de Grammont, plutôt antidémocrate et proche des bonapartistes, elle est votée par la gauche républicaine tandis que beaucoup de députés de droite se montrent réticents. Les républicains ne cessent pas d'être animés par une zoophilie portée par la philosophie panthéïste de Michelet ou d'Hugo et que des figures comme Georges Clemenceau ou Aristide Briand revendiquent encore dans la première moitié du 20ème siècle. Cependant, jamais durant toute la IIIe République la loi Grammont ne fut améliorée car le jacobinisme républicain hésite toujours à contrarier au nom d'une cause qu'il estime sincèrement juste, les coutumes de certaines régions : le Midi et ses courses de taureaux, le Nord et ses combats de coqs (Agulhon, 1981; Pierre, 1998a).

Les objections portées à la pénalisation des mauvais traitements envers les animaux viennent plutôt de la droite. Les notables libéraux y voient une atteinte à la liberté du propriétaire et les catholiques objectent que la loi est trop séculière. L'objection catholique est de taille : le modèle de la souffrance chrétienne reste très présent dans la société française du 19ème et 20ème siècle et la question de la souffrance des animaux est loin d'être rapidement et totalement laïcisée. Au 19ème siècle, le discours catholique est bien plus dominé par la pensée mécaniste et dévalorisante de l'animal que par la tradition franciscaine : la souffrance des animaux ne doit pas faire l'objet de la compassion chrétienne et y être sensible risque de détourner l'attention du chrétien de la seule et véritable souffrance, celle de l'homme. De plus, la souffrance des animaux fait partie de l'ordre naturel de la vie : résultat du péché originel de l'homme aussi bien qu'aspect naturel de l'animalité avant l'apparition de l'homme (Baratay, 1996).

Pour toutes ces raisons, la loi Grammont est brève et plutôt vague : « Article unique. Seront punis d'une amende de 5 à 15 francs, et pourront l'être d'un à cinq jours de prison, ceux qui auront exercé publiquement et abusivement des mauvais traitements envers les animaux domestiques. La peine de prison sera toujours appliquée en cas de récidive. » La nécessaire publicité de l'infraction est surtout révélatrice de l'extrême attention des élites et des pouvoirs publics aux violences populaires et de leur sensibilité croissante à celles-ci. En effet, c'est la publicité de la violence qui est ici sanctionnée. Cette loi est davantage le résultat d'une peur sociale, d'un certain humanisme que d'une attention à la souffrance des animaux. En effet, la loi est motivée par l'image obsédante de la violence d'un sous-prolétariat représenté par le charretier parisien brutalisant son cheval, et celle d'une paysannerie aux jeux rituels barbares. Si la question est donc bien d'améliorer le sort des animaux et d'éviter leur souffrance inutile, l'enjeu reste moral, celui de protéger les hommes du spectacle de la violence (Agulhon, 1981; Pierre, 1998b).

C'est d'ailleurs cette idéologie qui structure majoritairement le mouvement de protection des animaux, au moins jusqu'au début du 20ème siècle. Si la souffrance des animaux est clairement reconnue, elle doit être évitée pour des raisons économiques et morales. Dans cette perspective, les animaux restent largement subordonnés aux hommes et à leurs besoins. Leur mort reste nécessaire et elle est acceptée. Ce qui caractérise l'horreur de la souffrance des animaux c'est avant tout sa visibilité et le plaisir que peuvent en ressentir leurs auteurs. C'est la raison pour laquelle les principaux buts de la SPA et des associations de protection ne cherchent pas à lutter contre l'utilisation des animaux pour les transports et la boucherie mais à encadrer au mieux ces pratiques pour éviter plus de souffrance et de visibilité publique à cette violence (Agulhon, 1981; Pierre, 1998a; Pierre, 1998b). La boucherie hippophagique et la mise à mort des animaux à la fourrière en sont des exemples parfaits. La boucherie hippophagique qui révolte tant aujourd'hui les associations de protection des animaux est le résultat de l'encouragement des milieux protecteurs à sa diffusion dans la seconde moitié du 19ème siècle : elle permet d'abréger les souffrances des chevaux chez l'équarrisseur et apporte une nouvelle plus-value économique au cheval (Leteux, 2005; Pierre, 2003). De même, lorsque dans les années 1890, les sociétés de protection encouragent le gazage des chiens de la fourrière, il ne

s'agit pas de demander l'arrêt de cette mise à mort massive mais d'améliorer le sort des animaux condamnés : le gazage assurait une mort plus rapide (et donc moins douloureuse) que la pendaison pratiquée généralement jusqu'alors.

Dans les années 1880, émerge un nouveau courant de protection des animaux aux sensibilités bien différentes. Illustré par le mouvement anti-vivisectionniste, son idéologie est beaucoup plus zoocentrée : il refuse la souffrance et la mort des animaux pour les besoins humains. L'animal est valorisé en tant qu'être sensible dont la souffrance ne peut être tolérée ni justifiée. À partir du milieu du 20ème siècle, ce courant commence à s'imposer au sein des milieux protecteurs et contribue à l'évolution d'un discours où l'argument du bien-être de l'animal l'emporte peu à peu sur la justification morale et l'hygiène publique (Pierre, 2007). Cette évolution se lit très bien dans le discours catholique. La zoophilie chrétienne reste timide et fluctuante dans ses engagements protecteurs jusque dans la première moitié du 20ème siècle. Elle prend alors un tournant plus zoocentré : la souffrance des animaux se dégage de ses aspects économiques pour s'autonomiser. Les animaux sont de plus en plus appréciés comme des créatures de Dieu appartenant à la même communauté physiologique et psychologique que les hommes : leur souffrance s'en trouve valorisée. Le contexte d'une Église qui lutte contre le matérialisme scientifique de l'époque explique également cette revalorisation de la vie animale. À partir des années 1950, va s'imposer progressivement chez les clercs comme chez les laïcs une zoophilie basée sur la simple affection portée à l'animal. Sa souffrance devient alors centrale dans le discours protecteur catholique : l'utilité économique, le respect de Dieu et la moralité des hommes ne sont plus les arguments phares, c'est la souffrance qui justifie à elle seule la nécessaire protection des chrétiens (Baratay, 1996).

La diffusion généralisée de ce nouveau sentiment d'amour des animaux s'incarne dans l'évolution législative de la protection des animaux. En 1959, un décret abroge la loi Grammont de 1850 en faisant disparaître de la loi la publicité des mauvais traitements et en prévoyant la remise de l'animal maltraité à une œuvre de protection. Ce décret entérine un changement historique de la protection des animaux, en mettant fin à la conception « humanitaire » et en y substituant une conception plus « animalière ». Le placement de l'animal dans une œuvre de protection montre clairement que la loi prend désormais en compte l'intérêt propre de l'animal. De plus, la suppression du caractère public révèle l'intolérance grandissante de la société pour ces violences. La sphère privée ne protège plus son auteur, les mauvais traitements infligés à son chien ne sont plus l'affaire de son propriétaire mais de tous les citoyens. C'est la première fondation de la construction juridique de l'animal comme véritable sujet, elle-même reflet d'une évolution idéologique et philosophique du statut de l'animal. Cette évolution est entièrement reprise par la loi du 19 novembre 1963 qui prévoit des peines de deux à six mois d'emprisonnement pour tout acte de cruauté sur des animaux domestiques (Burgat, 1997).

1.2.2.2. Soins vétérinaires et douleur des animaux

La question de la douleur intéresse moins rapidement les vétérinaires que les médecins. Dans la seconde moitié du 19ème siècle, les progrès de la médecine physiologique ont permis – paradoxalement grâce à la vivisection – une meilleure connaissance vétérinaire du système nerveux et donc de la douleur animale. Celle-ci est donc parfaitement connue et reconnue comme telle dans les discours vétérinaires mais on la reconnaît variable selon les espèces. Les bœufs – symbole de stoïcisme – manifestent peu leur douleur, les chevaux –symbole de courage – souffrent plus mais ce sont les chiens qui apparaissent comme les plus sensibles : plus l'animal est anthropomorphisé, plus sa sensibilité à la douleur augmente. Son traitement jusqu'au milieu du 20ème siècle reste cependant très marginal et ne concerne vraiment que les équidés, les bovins et les chiens. Deux raisons viennent l'expliquer. Le médecin vétérinaire est moins intéressé par la douleur animale, qui lui paraît très peu utile dans l'examen clinique et l'établissement du diagnostic. Enfin le coût financier de l'anesthésie et de l'analgésie vétérinaires rend ses pratiques souvent impossibles pour les propriétaires des bêtes (Goudeau, 1932; Pineteau, 1933).

Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, la douleur des animaux reste essentiellement définie comme phénomène physiologique et il faut attendre les décennies suivantes pour voir intégrer

la question de la douleur psychologique des animaux dans un discours scientifique vétérinaire qui la distingue de la douleur physiologique. D'ailleurs jusque dans la première moitié du 20ème siècle, le traitement vétérinaire de la douleur est avant tout justifié par des raisons économiques et pratiques : la douleur d'un animal nuit à sa rentabilité et elle peut provoquer une agitation dangereuse pour les hommes qui l'entourent. Les méthodes pour atténuer les douleurs animales restent longtemps dominées encore au 20ème siècle par les antiphlogistiques : le froid, le massage, la compression, la saignée. La cocaïne et ses dérivés – utilisés en même temps que la médecine depuis le 19ème siècle – sont bien évidemment moins employés sauf pour les boiteries et les coliques chez le cheval (Avril, 1967; Pignard, 1967).

Le retard de la médecine vétérinaire vis-à-vis de la douleur se lit aussi dans la pratique de l'anesthésie. L'usage de l'éther et du chloroforme – utilisés depuis le milieu du 19ème siècle en médecine humaine – est encore rare en chirurgie vétérinaire au tout début du 20ème siècle. La présence de résidus des produits anesthésiants altérant la viande est rapidement observée et contribue fortement à limiter l'anesthésie pour les bovins (voir Chapitre 5). Les instruments classiques comme le tord-nez, les morailles et l'alcool (notamment pour les bovins) restent alors longtemps en usage. Le but ici encore est plus de permettre un meilleur assujettissement de l'animal pour améliorer le confort du chirurgien et de ses aides que d'éviter la souffrance de l'opération à l'animal. À partir de l'entre-deux-guerres, l'emploi du chloroforme, de l'éther sulfurique et de l'hydrate de chloral semble se diffuser pour les opérations générales tandis que la rachi-anesthésie est encore très marginale. Pour les opérations locales, des solutions de cocaïne sont employées dès la fin du 19ème siècle. Mais jusqu'au milieu du 20ème siècle, les vétérinaires se plaignent régulièrement de l'usage encore limité de l'anesthésie. Ce traitement encore rare de la douleur animale durant la première grande moitié du 20ème siècle n'empêche cependant pas les classes aisées de bénéficier, à partir du milieu du siècle, pour leurs animaux de compagnie de la plus grande modernité médicale : les traitements de tumeurs par rayons X sont ainsi adaptés à la médecine vétérinaire (Bon, 1925; Delaunay, 1930; Fontaine & Huguier, 1921-1924).

1.2.2.3. Abattage et douleur

Jusqu'au 20ème siècle, la souffrance des animaux de boucherie n'est pas au cœur de l'attention des mouvements de protection. La consommation de viande n'est jamais remise en cause et elle est même encouragée pour des raisons de santé publique. Le végétarisme reste d'ailleurs jusqu'à la moitié du 20ème siècle une idéologie très marginale.

Cependant la question des modalités de l'abattage est un réel enjeu social. Dès le 18ème siècle, les sensibilités bourgeoises se plaignent de plus en plus de l'exhibition non seulement des cadavres d'animaux sanguinolents, mais surtout de la visibilité publique de l'abattage. En effet, celui-ci est effectué par chaque boucher dans des tueries particulières au centre de la ville. En 1810, Napoléon décide de les interdire, au moins pour les bovins, dans le centre de Paris. L'abattage est alors peu à peu enfermé dans des abattoirs municipaux situés dans les faubourgs des villes. La France se couvre donc, progressivement tout au long du 19ème siècle, d'abattoirs qui cachent de plus en plus la mort des animaux de boucherie même si les tueries particulières de porc continuent dans les campagnes françaises tout au long du 20ème siècle (Baratay, 2008).

L'enfermement de la mort de ces animaux et de leurs souffrances permet une surveillance accrue des autorités vétérinaires et de l'hygiène publique qui cherchent à partir de la seconde moitié du 19ème siècle à mieux contrôler les pratiques d'abattage. Les deux procédés alors employés sont l'assommage (essentiellement pour les grands bovins, les chevaux et les porcs) puis l'égorgement. L'énervation (sauf dans les régions méditerranées où on peut pratiquer l'énucage) ou la section de la moelle épinière est très rarement pratiquée (Baillet, 1880).

C'est l'assommage qui est principalement visé par les premières critiques car les vétérinaires des abattoirs lui reprochent de ne pas provoquer un étourdissement complet au premier coup de masse et donc de prolonger la douleur de l'animal. L'argument de la douleur n'est cependant pas le seul : l'assommage endommage la cervelle devenue ainsi invendable et elle peut provoquer une agitation de l'animal dangereuse pour les ouvriers. En cette fin du 19ème siècle,

certains abattoirs utilisent des merlins* ou encore l'appareil d'abattage de M. Bruneau vanté par les sociétés de protection qui permettent de sectionner plus rapidement la moelle épinière. La masse reste cependant largement utilisée et la question de la douleur des animaux de boucherie est loin d'être entendue (Baillet, 1880). L'abattage reste un métier dont les gestes sont d'abord pensés en fonction de leur efficacité et surtout de leur transmission séculaire entre ouvriers (Philipp, 1989). Le nombre encore très important de petits abattoirs de campagne où les bouchers viennent eux-mêmes abattre leurs bêtes explique aussi la difficulté des autorités à imposer des normes précises d'abattage.

Il semble que leur évolution soit plus le fait des vétérinaires que des sociétés de protection des animaux. En charge du contrôle de l'hygiène des abattoirs, leur priorité a longtemps été la qualité de la viande. Mais peu à peu et notamment à partir de l'entre-deux-guerres la question de la souffrance des animaux est plus souvent discutée. Symbole d'un passage d'une surveillance anthropocentrée (la viande et sa future consommation) à une surveillance plus zoocentrée, le discours vétérinaire sur la nécessité d'humaniser l'abattage, de soulager la souffrance des animaux se fait plus fréquent. Assimilant complètement la réalité de la souffrance des animaux, il cherche à obtenir une mort plus instantanée ou du moins une insensibilité très rapide. L'usage de la masse est de plus en plus critiqué, tout autant parce qu'il n'assure pas une perte de conscience rapide pour l'animal que parce qu'il représente le geste sauvage et brutal de l'ouvrier. La masse est pour la première fois interdite à Lyon en 1928. Dans le même temps le pistolet dit « tueur humanitaire » à tige percutante venu de Grande-Bretagne et qui permet une insensibilisation immédiate intéresse de plus en plus les vétérinaires et commence à être utilisé. Il en est de même de l'électricité et des pièges à électrodes fixes venus des Etats-Unis. Les pinces électriques sont utilisées à Paris pour l'abattage des porcs avant la Seconde Guerre mondiale (Fourniès, 1942).

L'insensibilisation des animaux de boucherie avant le saignement progresse donc assurément dès l'entre-deux-guerres, au moins dans les plus grands abattoirs et en 1942, elle est officiellement rendue obligatoire à Paris. L'attention à la douleur des animaux de boucherie prend alors une place plus importante dans le milieu protecteur avec la création en 1961 de l'OABA (Œuvre d'assistance aux bêtes des abattoirs). Il faut cependant attendre un décret de 1964 pour imposer sur tout le territoire national cette obligation pour tous les animaux de boucherie. La percussion de la boîte crânienne par pistolet (principalement pour les bovins et les chevaux), l'électroanesthésie (principalement pour les ovins) et l'anesthésie gazeuse par l'emploi de chambres à gaz pour les porcs se généralisent même si les vétérinaires se plaignent encore jusque dans les années 1970 de l'usage trop souvent rencontré de la masse ou de merlin (Pignard, 1967).

1.2.3. La question de la douleur animale dans la littérature philosophique

1.2.3.1. Les traditions philosophiques jusqu'à aujourd'hui

La bibliographie philosophique relative à l'animal – dont il faut noter l'importance croissante depuis une quinzaine d'années – n'est pas spécifiquement centrée sur la question de la douleur mais plutôt sur la question générale des rapports de l'homme et de l'animal qui englobe entre autres aspects celui de la douleur, même, si comme on le verra, cet aspect joue un rôle en fait tout à fait central. L'approche philosophique se caractérise donc par son caractère éminemment synthétique. De surcroît, sur cette question, la réflexion philosophique prend plus que jamais en compte d'autres disciplines : l'éthologie et la psychologie animale, la biologie et la neurologie, la sociologie, l'ethnologie, l'histoire, voire l'histoire des religions, de façon parfois très fortement engagée dans leur contenu. C'est dire qu'il est malaisé de produire une analyse satisfaisante de l'état précis de cette question dans le champ philosophique et qu'il faut également prendre en compte beaucoup d'auteurs qui travaillent à l'interface avec d'autres disciplines. Par ailleurs, il convient aussi de consulter d'autres domaines philosophiques qui, bien que n'abordant pas directement ce sujet de la douleur, la croisent suffisamment pour être pris en compte : outre la réflexion sur les sciences qui traitent ce problème presque exclusivement sous un angle

épistémologique, il s'agit d'une part de la question du fondement de la morale et du droit (cf. notamment les projets d'une « morale évolutionniste » ou « évolutionnaire », c'est à dire fondée sur les théories darwinienne et néo-darwinienne) et, de l'autre, des spéculations sur le matérialisme, qui, envisageant la formation de l'« esprit » sur des bases purement matérielles, conduisent (en corrélation avec l'éthologie et les sciences cognitives) à une réévaluation des capacités animales, deux courants de surcroît généralement très critiques à l'égard d'une certaine tradition « humaniste ». Enfin, la réflexion philosophique sur la douleur en général est également à considérer, mais, cette littérature n'abordant que très rarement le problème chez l'animal, cette ressource est finalement assez limitée.

Pour la bibliographie philosophique générale relative à l'animal, on peut distinguer, de façon assez approximative, plusieurs types d'approches :

- la tradition philosophique « classique » qui se réfère globalement à un certain « humanisme » : de Descartes à L. Ferry (Ferry & Germé, 1994), voire E. de Fontenay dans son dernier ouvrage (de Fontenay, 2008) ;
- celle phénoménologique qui s'essaye à ressaisir l'expérience de la douleur chez l'animal lui-même : on peut penser à des auteurs comme F. Dastur et F. Burgat (2006) ;
- celle anglo-saxonne - dont les ouvrages de J.-Y. Goffi (1994) et J.-B. Jeangène Vilmer (2008) présentent une synthèse - qui se distingue elle-même en « utilitariste » ou « déontologique », cette approche anglo-saxonne commençant à pénétrer le champ de la réflexion en France ;
- celle enfin de juristes ou de philosophes du droit sur la question d'un statut juridique des animaux tels par exemple M. A. Hermitte, S. Antoine, J. P. Marguénaud et S. Desmoulin (2006).

Les champs d'application sont rarement détaillés et pensés pour eux-mêmes. Quand ils le sont, ils concernent essentiellement l'élevage et l'expérimentation animale, secondairement la chasse (peu la pêche, excepté pour des considérations d'écologie et pour des espèces rares ou remarquables telles que les baleines et les dauphins), les dépenses de luxe (fourrures) et les pratiques culturelles (corrida – (Wolff, 2006), zoo, cirque, foie gras) ; à noter l'émergence de plus en plus insistante d'une réflexion, généralement très critique, sur l'utilisation d'animaux dans l'art contemporain (de Fontenay, 2008).

En examinant l'ensemble de cette production, il s'avère que la question de la douleur animale, loin de constituer un aspect comme les autres de la question animale, en est un enjeu central et décisif : les positions adoptées reposent en effet largement sur la signification donnée à l'expérience de la douleur chez l'animal. Croisant la question de la morale et du droit, la critique de l'anthropocentrisme, la réflexion sur l'« esprit » animal, cette question trace une ligne de partage très marquée, et à forte charge polémique.

La douleur chez l'animal est interrogée et évaluée de différentes manières selon les démarches, mais plusieurs questions transversales reviennent de manière insistante et semblent pouvoir être retenues comme pertinentes pour l'approche philosophique en général :

- la question de la définition de la douleur, des notions associées et d'une typologie : la douleur est-elle uniforme ou comporte-t-elle différentes formes plus ou moins irréductibles les unes aux autres ?
- la question concomitante de la distinction douleur/souffrance et du rapport de la douleur à la conscience (comme conscience réfléchie) : celle-ci augmente-t-elle ou diminue-t-elle la douleur ?
- la question de l'accès à l'expérience des autres êtres en général, donc de la possibilité de la comparaison des expériences humaine et animale de la douleur, ainsi que celles de la sémiologie de la douleur et du rapport au langage ;
- la question des contextes de sens et de motivation de cette administration de la douleur de l'homme à l'animal : contextes culturels et religieux, purement économiques et techniques etc. ; les études convergeant pour montrer que la douleur animale est beaucoup plus difficile à supporter dans des contextes où les facteurs économiques et techniques

prennent le pas sur toute autre considération comme c'est le cas dans les sociétés occidentales ;

- la question du fondement du droit que l'homme s'attribue à l'égard de l'animal et la limite de ce droit et d'un éventuel « droit des animaux ». Certains préférant au terme de droit, jugé porteur de trop d'implications, celui - du côté de l'animal - d'intérêt ou – du côté de l'homme – de devoir.

Des ouvrages collectifs et interdisciplinaires récents illustrent ces différentes démarches ; entre autres (Auffret van der Kemp & Nouët, 2008; Guichet, 2009 sous presse).

Trois questions nous paraissent particulièrement stratégiques, sinon fondamentales :

- celle très philosophique du statut moral de la sensibilité : longtemps très fortement rationaliste, la tradition philosophique s'est nettement ouverte à la reconnaissance d'une pertinence de la sensibilité comme fondement et critère éthiques, ce qui amène à reconsidérer le problème de la douleur animale ;

- celle de la prise en compte des contextes culturels (et des significations symboliques qui y sont liées) : c'est par exemple le cas avec la « polémique » actuelle autour de la corrida ;

- celle du couple de notions douleur/souffrance (souvent ramenées au problème du rapport à la mort, ce qui n'est pourtant pas tout à fait la même chose).

En dernière analyse, l'essentiel semble pouvoir se ramener à l'appréciation du 3ème point, celui du rapport douleur-souffrance. Sans mettre fondamentalement en doute l'expérience de la douleur chez l'animal et affirmer une position véritablement cartésienne, certains auteurs prennent appui sur cette distinction douleur-souffrance pour estimer que la douleur chez l'animal, étant privé de la dimension de la conscience réfléchie et de la représentation, ne constitue pas un problème éthique véritablement pertinent. D'autres estiment au contraire cette distinction fallacieuse ou orientée : leur argumentation repose essentiellement sur l'idée que l'impossibilité ou la difficulté qu'on suppose aux animaux de se représenter leur douleur en toute conscience n'en diminue pas nécessairement l'importance mais tout au contraire peut l'aggraver en leur retirant les capacités de rationalisation, de justification et de détournement dont les hommes, eux, disposent. En outre, on peut estimer que l'ignorance où nous sommes de notre point de vue humain de la manière exacte dont les animaux, selon leurs espèces, ressentent et vivent les situations génératrices de douleur, devrait logiquement verser le bénéfice du doute en leur faveur.

Par ailleurs, l'idée d'un gradualisme à observer selon l'espèce considérée affleure régulièrement (par exemple Chapouthier, 1990, en France et M. Nussbaum aux Etats-Unis), sans que les différents degrés de la considération morale à accorder puissent être nettement fixés. La démarche de M. Nussbaum (2006) nous paraît particulièrement intéressante en ce qu'elle accepte le critère de l'espèce comme critère pertinent au plan non seulement scientifique mais également éthique, à la différence des autres approches anglo-saxonnes dites de l'éthique animale globalement « antispécistes » (c'est-à-dire considérant le critère de l'espèce comme une discrimination arbitraire et éthiquement injustifiable, analogue selon ces auteurs au racisme et au sexisme).

Cependant, malgré les clivages polémiques, certains points de convergence semblent pouvoir être dégagés :

- la réalité du problème moral que cette question représente (on insiste à tout le moins sur la nécessité d'« aménagements » et de progrès éthiquement nécessaires) ; la reconnaissance en effet de l'animal comme être sensible ne permet plus en effet de minimiser comme encore naguère la portée des traitements que lui fait subir l'homme ;
- le constat que la douleur animale apparaît s'être globalement aggravée en quantité et en nature du fait de la technicisation et de l'intensification de l'élevage, ce qu'on appelle souvent son « industrialisation », et de la contrainte de rentabilité maximale ; et cela d'autant plus si on prend en compte la « souffrance », moins évaluable que la « simple » douleur et produite par les conditions à la fois restrictives et appauvries à l'extrême des

environnements des animaux dans les systèmes d'élevage, ce qui les empêche d'exprimer les comportements propres à leurs espèces ;

- le déficit des justifications traditionnelles (religieuse, métaphysique, humaniste etc.) et la montée d'une inquiétude « sociale » à l'égard de la condition animale dans nos sociétés.

Cette prise en considération tout à la fois de l'animal comme être sensible, de la transformation radicale des conditions d'existence induite par les mutations techniques et économiques, et enfin de l'importance d'une douleur en quelque sorte « par défaut », amène à l'idée que la question de la condition de l'animal d'élevage dans nos sociétés pâtit sans doute de passer par la porte d'entrée très étroite de la douleur - saisie de surcroît dans une définition aussi restreinte et purement physiologique - et qu'elle pourrait gagner à être appréhendée à partir d'un horizon plus large telle la perspective du « bien-être animal » (pas forcément incompatible avec les exigences de l'élevage moderne et pouvant même être un gage de qualité), notion peut-être paradoxalement plus évaluable.

1.2.3.2. Les éthiques animales contemporaines

Les animaux peuvent-ils faire l'objet d'un souci moral ? Le peuvent-ils tous, ou seulement certains d'entre eux ? S'ils ne le peuvent pas, s'ils sont ainsi exclus de la communauté morale, le traitement qu'on leur fait subir est moralement neutre. Si l'on considère au contraire que les animaux (ou seulement certaines espèces animales) doivent faire l'objet d'un souci moral, s'il y a donc quelque chose à respecter en eux, alors le traitement qu'on leur fait subir est susceptible d'une évaluation morale. Toute une tradition philosophique fait de la sensibilité ce qui distingue les animaux des choses et des plantes. Cette capacité à ressentir (et exprimer) des états mentaux comme la souffrance et le plaisir est commune aux hommes et aux animaux. Elle précède chez les humains ce qui les distingue des animaux (la parole, la raison, la symbolisation, etc.). Il faut donc traiter l'animal et le respecter comme un être sensible.

On peut dire, *grosso modo,* que l'évolution des sciences tend à accorder aux animaux (et particulièrement aux mammifères) des capacités cognitives, un univers mental, et un registre d'états mentaux bien plus riches que la seule supposition de l'être sensible (Christen, 2009; Lestel, 2001; Lestel, 2007; Proust, 1997). Or, cette évolution des conceptions est contemporaine d'une autre évolution : dans les pratiques d'élevage intensif les animaux sont de plus en plus traités comme s'il s'agissait de machines à produire et, dans les pratiques scientifiques, ils sont très largement instrumentalisés comme des outils de laboratoire. C'est cette tension entre un *quelque chose à respecter* chez les animaux (qui tend à s'élargir) et un traitement pratique qui tend à respecter fort peu de chose, qui a favorisé l'émergence et le développement des éthiques animales.

Dans la déontologie kantienne, les animaux, qui ne sont pas des êtres de raison, ne peuvent pas faire partie de la communauté morale. Seuls des êtres capables de se considérer comme des « fins en soi » et de reconnaître à leurs semblables la même qualité peuvent avoir une « valeur intrinsèque » qui leur accorde des droits et impose de respecter leur vie, leur intégrité physique et morale et leur liberté. Les animaux qui ne sont pas plus capables de revendiquer leurs droits que d'exercer des devoirs, n'ont qu'une "valeur instrumentale". Mais, si les animaux n'ont pas de droits, et comme il s'agit d'êtres sensibles, nous avons le devoir (un devoir envers nous-mêmes) de ne pas faire preuve de cruauté à leur égard en les faisant souffrir inutilement (Chanteur, 1993; Kahn, 2001).

Mais cette argumentation ne spécifie pas quels sont les devoirs que nous avons envers les animaux : qu'est-ce qui distingue une attitude dégradante et cruelle d'un traitement empreint d'humanité ? C'est ce qui explique le développement d'éthiques animales, qui intègrent les animaux dans la communauté morale.

Une remarque générale s'impose : dans la littérature consacrée aux éthiques animales il est presque systématiquement question de souffrance (*suffering*) et peu de douleur (*pain*). C'est ainsi que, dans un florilège de 84 articles réunis par Susan J. Armstrong et Richard G. Botzler (2003), trois seulement traitent de douleur, dont l'un (Bermond, 2003) argumente que l'on ne devrait parler de souffrance que pour les animaux possédant un cortex préfrontal développé

(c'est à dire les primates anthropoïdes et les dauphins). Si l'on veut donc brosser un tableau des éthiques animales il faut prendre en considération ce qui est désigné par souffrance et ne pas s'en tenir à ce que l'on entend par douleur.

Diversité des éthiques animales

L'élargissement de la considération morale aux animaux – une considération morale qui inviterait à respecter quelque chose en eux – dérive de l'extension de théories morales qui ont été élaborées pour régler les affaires humaines et imposer des normes aux actions et décisions susceptibles d'affecter d'autres êtres humains.

Puisque l'on a à faire à des êtres capables de souffrir, le traitement qu'on leur fait subir n'est pas moralement neutre. Dès que l'on considère que le plaisir est un bien et la souffrance un mal, comme le fait l'utilitarisme, le champ de la considération morale doit être étendu à tous les êtres sensibles. Ce fut d'ailleurs le point de vue de Jeremy Bentham : dans une note, maintes fois citée par les défenseurs de la cause animale, il affirmait ainsi que « La question n'est pas peuvent-ils *raisonner* ? Ni peuvent-ils *parler* ? Mais bien peuvent-ils *souffrir* ? » (Bentham, 1789). Comme l'a fait remarquer Peter Singer (1993) : « si un être souffre, il n'y a aucune justification morale qui permette de refuser de prendre en considération cette souffrance. Quelle que soit la nature d'un être, le principe d'égalité exige que sa souffrance soit prise en compte de façon égale avec toute souffrance semblable - dans la mesure où des comparaisons approximatives sont possibles - de n'importe quel autre être. Si un être n'a pas la capacité de souffrir, ni de ressentir du plaisir ou du bonheur, alors il n'existe rien à prendre en compte ». C'est dire que tous les êtres sensibles - et eux seuls - doivent pouvoir entrer dans les calculs qui évaluent toute action selon le rapport entre son coût (en terme de souffrances) et ses avantages (en terme de désirs satisfaits). Les animaux (ou les hommes) concernés rentrent simplement dans le calcul du « plus grand bonheur pour le plus grand nombre », et chaque individu (homme ou animal) compte pour un dans la sommation des souffrances et des utilités.

Pour l'utilitariste, il en est de l'élevage comme du dressage ou de l'expérimentation scientifique : tout traitement des animaux est en principe légitime. Mais pour qu'il soit moralement défendable, il faut que l'augmentation totale de bien-être qui en résulte excède la quantité de souffrances qu'il inflige. Entre deux façons d'utiliser des animaux, sera retenue celle qui maximise le bien-être. On peut ainsi dire que les évaluations en termes de coûts-bénéfice (Mellor et al., 2008) sont une application de cette éthique utilitariste, ainsi que le développement des recherches inscrites sous la rubrique de l'*animal welfare,* et tout le questionnement concernant le bien-être animal (Larrère, 2007).

Mais on sait que l'utilitarisme justifie le sacrifice des intérêts, voire de la vie, d'un ou de plusieurs individus, s'il peut s'ensuivre une augmentation générale de bien-être. Il en est de même si on l'élargit aux animaux. L'utilitarisme n'accorde ainsi de protection, ni à l'homme ni à l'animal : tout individu a simplement l'assurance que ses tourments et ses satisfactions seront équitablement pris en compte dans un calcul dont le résultat peut lui être fatal.

Parfaitement conscient de cela, Peter Singer a cherché à renforcer la protection des animaux en radicalisant sa position, appelant à lutter contre l'*espécisme (ou le spécisme)*. Le principe utilitariste veut que nous accordions dans nos délibérations morales un poids égal aux intérêts de tous ceux qui sont affectés par nos actions. Seuls des préjugés ont ainsi pu conduire les sociétés à accorder plus de poids aux intérêts d'un être qu'à ceux d'un autre. Jadis, par préjugé raciste, les esclavagistes ont systématiquement négligé la souffrance et le bonheur des Noirs. Il a fallu qu'un mouvement social revendique d'inclure les Noirs dans la communauté morale, pour que l'esclavage soit aboli. C'est en raison d'un autre préjugé, « l'*espécisme* », que l'on accorde encore dans la communauté des êtres sensibles, plus de poids aux intérêts des hommes qu'à ceux des animaux et que l'on est choqué de voir un animal compter pour autant qu'un humain (Singer, 1977). L'heure serait donc venue, après la libération des esclaves au nom de l'antiracisme, celle des femmes au nom de l'antisexisme, de libérer les animaux au nom de l'antispécisme. Concrètement, cela conduit Peter Singer à condamner tout traitement des animaux que l'on estimerait inadmissible s'il était appliqué à des hommes.

Les limites de l'utilitarisme élargi expliquent l'élaboration de différentes théories qui accordent des droits aux animaux (du moins à certains d'entre eux). Si nombreuses que nous ne retiendrons que les plus significatives, ces théories associent des droits plus ou moins étendus aux espèces animales en fonction de la complexité de leur univers mental et/ou de leurs performances cognitives (Goffi, 1994). Tom Regan (1983) défend ainsi que tous les êtres qui sont les sujets d'une vie (*subjects-of-a-life*) ont une « valeur inhérente », qui interdit de leur infliger le moindre dommage. Joel Feinberg, pour sa part, avance qu'il suffit d'avoir une "vie conative", c'est à dire des désirs et des états mentaux, pour avoir des intérêts et qu'il suffit d'avoir des intérêts pour avoir des droits. Il ne s'agit pas de respecter un droit à la vie, mais l'animal qui est doté d'une vie conative a droit à la santé, à n'être pas excessivement entravé dans ses mouvements corporels ; il faut éviter de lui infliger des souffrances, de le mutiler ou de l'affubler de difformités. Pour Georges Chapouthier, un des rédacteurs de la *Déclaration universelle des droits de l'animal* (Chapouthier & Nouët, 1998), les droits des animaux « sont des droits reconnus par l'espèce humaine à des entités incapables de les revendiquer » (Chapouthier, 2001). Or les animaux ont des systèmes biologiques très divers et plus ou moins complexes, ce qui fait que chaque espèce a ses propres besoins vitaux, ses propres aptitudes mentales. Georges Chapouthier en déduit qu'il convient de distinguer de grandes catégories d'animaux selon leurs « aptitudes cognitives » et de leur accorder des droits spécifiques, de plus en plus étendus lorsque ces aptitudes augmentent.

Ces théories posent immédiatement la question de leurs limites. Quels animaux peuvent-ils prétendre ainsi être les sujets d'une vie ? A vrai dire, Tom Regan n'est pas très clair sur ce sujet et sa définition varie avec les besoins de la cause. Bien que sa définition de la "vie conative" soit constante, Feinberg se garde bien de dire quelles espèces en sont dotées et Chapouthier ne fournit guère de précisions non plus (sinon qu'il convient de distinguer les animaux à système nerveux central et, parmi eux, certaines espèces dont on sait qu'elles disposent d'un univers mental complexe et riche – comme les primates, les éléphants, les cétacés et certains oiseaux) (voir aussi Chapitre 2). Or il serait important de distinguer quels animaux peuvent bénéficier de ces droits moraux plus ou moins étendus et quels autres ne seraient protégés que par le devoir de n'être pas cruel.

Qu'il s'agisse de l'utilitarisme élargi ou des théories des droits, le propos est de protéger les animaux des souffrances qui leur sont infligées. On peut dire que ces éthiques, au-delà de leur diversité, sont « pathocentriques ». Or, parmi les théories morales qui accordent des droits aux animaux, l'une d'entre elle (Nussbaum, 2004) n'entend pas seulement les protéger, mais aussi leur permettre de mener la vie qui convient aux spécimens de leur espèce, et donc de pouvoir exprimer les comportements qui leur sont naturels. L'idée de départ est la suivante : Martha Nussbaum se réfère à l'approche de la justice développée par Amartya Sen (1993). Celle-ci pose que tout être humain, quels que soient ses handicaps (sociaux, physiques ou mentaux), doit avoir la liberté de choisir la vie qui lui convient et la possibilité de s'épanouir selon ses propres capacités. Etendue aux animaux, cette revendication revient à considérer que lorsqu'un animal possède certaines capacités d'action et de comportement qui lui assurent une vie satisfaisante (de son point de vue), il est injuste de lui interdire de réaliser ces capacités et d'exprimer ces comportements. C'est un point de vue qui rejoint l'une des définitions du bien-être animal comme l'état dans lequel se trouve un animal quand il peut « exprimer les comportements naturels de son espèce », ou bien quand il réalise ses aspirations (Burgat, 2001; Dantzer, 2002; Larrère, 2007). Avec Martha Nussbaum, on passe ainsi d'une exigence de non malfaisance à celle de bienfaisance et l'on s'éloigne encore plus du questionnement réduit à la seule douleur.

L'éthique des mouvements de défense des animaux

Les théories morales précédentes relèvent de productions académiques. Mais leurs arguments ont été appropriés et assimilés par une nébuleuse d'associations de défense de la cause des animaux. Chacune les ayant retraduites dans ses préoccupations et toutes ayant fait preuve d'un certain éclectisme dans leurs emprunts.

La seule éthique animale n'ayant guère eu d'adeptes (pour l'instant) est celle de Martha Nussbaum, sans doute parce qu'il est plus facile d'émouvoir les gens par compassion pour le lot

de souffrances que les humains infligent aux animaux que de les mobiliser pour revendiquer un monde où les animaux dont nous nous entourons auraient une vie épanouie.

Les mouvements de *Libération animale,* très actifs dans les pays anglo-saxons, et les militants *antispécistes* se réfèrent explicitement à la théorie de Singer (voir la collection des *Cahiers Antispécistes*). Mais les Antispécistes français en font une interprétation anarchisante, ajoutant à leur action en faveur de "l'égalité animale" une opposition à toute forme d'exploitation et d'oppression (des hommes comme des animaux), qui les conduit à un végétalisme radical. (Dubreuil, 2003).

Et l'on retrouve les mêmes arguments dans diverses associations de protection, avec souvent un glissement de la prise en compte de la souffrance (ce qui est fidèle à l'utilitarisme) au droit de ne pas souffrir (ce qui fait de leur éthique un bricolage entre l'utilitarisme et les théories des droits des animaux). Selon la Fédération anglaise des Associations de protection animale, cinq principes doivent servir de règles pour l'évaluation morale du traitement des animaux : 1) l'absence de maladie ; 2) l'absence de faim et de soif ; 3) l'absence de stress, 4) l'absence de peur et 5) la possibilité d'exprimer les comportements naturels de l'espèce. Où l'on retrouve les principes de l'*Animal Welfare* (issu de l'utilitarisme, mais ici transformé en droits) et même la définition du bien-être animal la plus proche de la théorie de Martha Nussbaum (la référence aux comportements naturels de l'espèce).

Entre l'acceptation de la consommation d'animaux, mais soucieuse d'éviter la souffrance (comme la Fédération anglaise), et le refus de tout produit de l'élevage, les militants et sympathisants de la protection des animaux de ferme expriment leur malaise vis-à-vis des conditions d'élevage, de transport et d'abattage par des revendications précises. Cela peut aller de la volonté de ne consommer que des animaux élevés en plein air, au refus de la viande (mais pas du poisson), en passant par le boycott de certains produits (foie gras, magret, chapons). D'autres critiquent cette attitude jugée trop conciliante. Les animaux n'ont-ils que le droit d'être bien traités durant le temps nécessaire à leur engraissement ? Ont-ils droit à la vie ? Le végétarisme, mode d'alimentation fondé sur le refus de consommer des produits issus de la mort animale (viande et poisson), répond par la négative. Du moins le fait-il partiellement, du point de vue plus radical encore, des végétaliens : ceux-ci font valoir que la production d'œufs, de lait et de laitages suppose la mise à mort de poussins mâles, de veaux et d'animaux de réforme, si bien que l'innocence de ces méthodes de production (dont la finalité n'est pas la consommation carnée) n'est qu'apparente. Fondé sur le refus de toute exploitation animale, le végétalisme exclut donc la consommation de lait, d'œufs et de miel, de même qu'il réprouve l'utilisation du cuir, de la laine et de la soie. D'un point de vue moral, végétarisme et végétalisme soutiennent (avec plus ou moins de rigueur) que les animaux ont non seulement le droit de ne pas souffrir, mais que leur vie leur appartient, quels que soient les soins qu'ils reçoivent de l'homme. L'idée d'un échange — vie contre bons soins —, qui caractérise la position protectrice (à condition qu'il s'agisse effectivement de *bons* soins), est ici rejetée : marché de dupes, contrat inégalitaire, bref, rien ne donne le droit de « voler à des êtres sensibles le seul bien qu'ils possèdent, leur propre vie ».

Tout aussi éclectique, la Fondation *Ligue Française des Droits de l'Animal* se réfère elle-même à Singer en affirmant son refus du *spécisme*, alors qu'elle reprend et spécifie la *Déclaration universelle des droits de l'animal* dont l'inspiration est plus proche de Chapouthier (Antoine & Nouët, 2003). Si elle pose en principe que « toute vie animale a droit au respect », elle n'exclut que la mise à mort d'animaux « sans nécessité » : pour les besoins nutritionnels des humains le « respect » signifie que cette mise à mort doit être « instantanée, indolore et non génératrice d'angoisse ». D'autre part, elle accorde aux animaux le droit d'être reconnus comme des êtres sensibles, celui de ne pas souffrir de « souffrances évitables par la faute des hommes », le droit au bien-être (par référence à *l'Animal welfare*), et le droit à la personnalité juridique.

Il s'ensuit une certaine confusion, sur l'étendue des droits revendiqués et même sur leur nature (s'agit-il seulement de droits moraux ou aussi de droits juridiques ?).

1.2.3.3. La bête en l'homme - Douleur, souffrances des bêtes dans le végétarisme

Doit-on nécessairement voir un paradoxe dans le fait que des végétariens n'articulent pas explicitement leur régime à la considération des traitements que subissent les animaux ? Ce serait confondre la lettre et l'esprit de leur doctrine, qui peuvent en plusieurs moments diverger sans pour autant se neutraliser. La relation aux animaux vivants est, en soi, un thème parmi d'autres de la pédagogie du végétarisme, à ses origines. Décrire les étapes du recours à ce thème, en identifier les principales médiations, les promoteurs et les récepteurs, sont l'objet de la sociologie, soucieuse de connaître les fonctions sociales du recours à la problématique des animaux vivants dans les pratiques et/ou tactiques du végétarisme.

Le végétarisme offre l'exemple d'une institution qui a connu de rapides changements depuis la fin du 19ème siècle : élévation constante des taux de fréquentation, transformations des méthodes pédagogiques. Peut on lier le premier aspect, la diffusion du recours au régime sans viande, au second, la transformation des objectifs et du style pédagogique ; et dans quel sens va la détermination : du changement du public aux effets sur la pédagogie ou du changement pédagogique, de la modification de l'offre pour ainsi dire, aux transformations des publics qui sollicitent le régime ?

Les souffrances des animaux, intérêt de classes favorisées

C'est en 1891, avec la fondation de la Humanitarian League, créée par Henry S. Salt, suivie de la large diffusion de son *Animals' Rights Considered in Relation to Social Progress* (1892), que les végétariens redécouvrent l'importance des animaux dans la formation de leur doctrine. Le thème avait pourtant été central à la fin du 18è siècle dans le discours des promoteurs à l'origine du mouvement végétarien. Ces derniers pouvaient trouver dans l'ouvrage la *Dissertation* du révérend Primatt, l'essentiel des arguments sur l'altérité humaine avec les bêtes, pour fonder leur doctrine. Dans ce livre, Primatt (1776) se livre à un tour de force d'exégèse biblique où, plaidant « la cause des bêtes sur les Principes de la Religion Naturelle, de la Justice, de l'Honneur, et de l'Humanité », il cherche à montrer les fondations scripturales de notre devoir envers les animaux. La bienveillance devrait briller sur l'homme et la bête à la fois, car, bien que nos facultés mentales nous placent au-dessus de tous les autres « animaux terrestres » dans la « grande Echelle de l'Etre », toutes les créatures sont des rouages nécessaires dans la machinerie divine de la Nature. En outre, « des nerfs et organes de sensation semblables » chez les humains et les bêtes, de même que des cris et gémissements, prouvent qu'une brute « n'est pas moins sensible à la douleur qu'un Homme ». Le sectarisme religieux et les procédures théologiques ne devraient pas obscurcir ce grand devoir moral de tendresse à l'égard de tous les êtres sensibles (Primatt, 1776).

Au début du 18ème siècle, la doctrine de la bienveillance, sous les auspices de laquelle écrit Primatt, mettait essentiellement l'accent sur la compassion à l'égard des souffrances d'autrui. En proposant de transporter le regard du sujet s'apitoyant à l'objet de la pitié, d'accorder en conséquence moins d'importance aux émotions de sympathie et plus à la douleur et à la misère, Primatt confortait le rationalisme de dissidents religieux, de médecins séculiers, d'écrivains et d'intellectuels libéraux, qui composent le prosélytisme végétarien et qui sont plutôt favorables à la science, à l'agriculture et à l'élevage : « La supériorité de rang ou de position sociale (*rank or station*) n'exempte aucune créature de la sensibilité à la douleur ».[7] Si la douleur est si épouvantable, alors son infliction, sous quelque motif que ce soit, est une erreur terrible. Primatt se détourne alors des exhortations traditionnelles et positives de la bienveillance et lance à la place une furieuse dénonciation de son opposé : « Nous pouvons prétendre à quelque Religion qui nous plaise ; mais la Cruauté est Athéisme. Nous pouvons nous vanter de notre Chrétienté ; mais la Cruauté est Infidélité. Nous pouvons croire à notre Orthodoxie ; mais la Cruauté est la pire des Hérésies »[8]

[7] Ibid., pp. 7-8
[8] Ibid., pp. 321-322.

Sur un autre point, la proche parenté humains-animaux, Primatt inspire les promoteurs rationalistes du végétarisme du début du 19ème siècle : alors que la similitude physique humains-animaux, exaltée par l'histoire naturelle s'implantait comme matière de connaissance et principe d'action et de conduite dans les milieux cultivés, Primatt s'empresse de rejeter la croyance qui commençait à se répandre que les animaux possèdent quelque chose qui ressemble à la raison humaine : la rationalité est la ligne qui nous sépare des « brutes »[9] ; il s'ensuit que les bêtes doivent rester « soumises » aux gens.

Jusqu'à la fondation de la Société végétarienne britannique (en 1847), le recours aux écrits de Primatt et à d'autres plus ou moins similaires (on pense à la note de Bentham sur l'extension de la moralité aux êtres inférieurs, sur la base de leur capacité à éprouver du plaisir et à endurer la peine), est destiné principalement aux classes moyennes, disposées éthiquement à la compassion, à l'indignation morale. La dénonciation des cruautés à l'encontre des animaux fait écho à celle de la RSPCA (Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals), connue pour son caractère répressif à l'encontre des classes populaires, qu'elle veut éduquer au travers du traitement respectueux des animaux : le goût de l'ordre, le respect rigoureux de la règle, l'indignation vertueuse, sont les traits distinctifs habituels de la petite bourgeoisie dans son opposition aux classes populaires (Gusfiel, 1986; Ranulf, 1964). L'Eglise biblique chrétienne de Salford (Manchester), cadre fondamental de la propagation pratique du végétarisme, recrute principalement des ouvriers, pour lesquels l'évangile de la régénération s'en tient aux aspects positifs de la prière, de l'alimentation végétale (pour l'économie domestique, pour la santé), de l'eau, du lait, du miel, de la continence sexuelle, de la maîtrise de soi en toutes circonstances, de la disposition à l'apprentissage (de la lecture, de la sténographie, de la mécanique, notamment). L'ambition de l'Eglise biblique chrétienne est de contribuer à l'édification morale et sociale, par l'implantation d'habitudes alimentaires saines et spirituellement conformes dans les classes populaires.

Autour de 1809, les membres de l'Eglise et ses recrues potentielles, sont trop pauvres et peu réceptifs aux analyses et autres ratiocinations préromantiques que véhicule la littérature des devoirs et obligations envers les animaux. Ce n'est pas ici le lieu de discuter des effets du recours au végétarisme sur les conditions ultérieures de la vie sociale des adeptes, mais on peut se demander s'il n'y a pas des pédagogies plus efficientes sur certains groupes. Jusqu'en 1847, la vocation populaire du végétarisme peut être affirmée.

Les choses changent en 1847 : les pratiques d'abstention se donnent un nom – végétarisme – et une ligne de conduite (abstention de tout aliment provenant de la mise à mort d'un être vivant) : la chimie agricole, avec ses tables d'aliments, la nutrition balbutiante sont les médiations de cette ambition rationaliste du mouvement végétarien à sa naissance. La situation change encore plus à partir de 1859, la relation entre l'importance des ouvriers dans la population active du Nord et l'importance du recours au végétarisme n'étant plus aussi étroite, impression confirmée par les statistiques de la Société végétarienne elle-même ; et en particulier par les tentatives réussies de regroupement des différentes organisations végétariennes de Londres, qui font apparaître une forte implantation du régime parmi les cols blancs de cette capitale financière, cols blancs qui ne tarderont pas à revendiquer la direction du mouvement. A Londres, le végétarisme s'était développé sous les auspices de l'anti-vaccination, de l'anti-vivisection, des luttes contre les lois sur les maladies contagieuses, pour la prévention de la cruauté à l'encontre des animaux, tous thèmes quasiment absents dans la première phase du mouvement, et qui ont en ligne de mire les usages des animaux vivants.

Réformer la société, non former une secte

L'exemple de la mobilisation, dans les années 1870 contre la vivisection suffira pour relever les traits distinctifs du végétarisme quant à la question du rapport aux bêtes, encore remarquables de nos jours. Alors que certains leaders végétariens - Anna Kingsford, Edward Maitland, et F. W. Newman, G. Bernard Shaw, E. Carpenter, notamment (Westacott, 1949) – occupaient des positions importantes dans la hiérarchie du mouvement antivivisectionniste par

[9] Il préférait le mot « brute », avec ses connotations de débile au physique insensible, au plus neutre « animal » dans la description des objets de la compassion.

exemple, et alors que l'antivivisection est implicite dans l'idée du végétarisme, au-delà de la thématique de la souffrance des animaux, les deux mouvements ne se rapprochèrent jamais.

Le végétarisme est un mouvement explicitement dévoué à une reconstitution de la société et des styles de vie, et l'antivivisection était d'abord et avant tout une agitation ayant un agenda législatif pratique et limité. Ainsi, les modes d'opération du végétarisme et de l'antivivisection étaient différents : le premier est moins absorbé que le dernier dans le lobbying et l'engagement électoral. Certains antivivisectionnistes, telle que Frances Power Cobbe, étaient catégoriquement hostile au végétarisme (Maitland, 1896, vol 1 p. 48). Cette hostilité serait due à la crainte que l'identification publique des deux mouvements ne confère un crédit aux porte-paroles de la médecine expérimentale qui affirmaient qu'on ne pouvait avec rigueur s'opposer à l'usage des animaux vivants pour l'expérimentation qu'à la condition aussi de s'opposer à leur abattage en vue de la consommation[10]. Mais la principale différence tient à ce que Roger French interprète comme la traditionnelle et conservative origine sociale de l'anti-vivisection, proche des anciennes valeurs Tories d'une élite littéraire et religieuse, hostile aux propensions des groupes scientifiques et médicaux à diriger l'opinion publique. Un tel courant n'est pas complètement absent du mouvement végétarien, mais les liens ici avec la réforme libérale, avec les versions hétérodoxes de la religion (l'anti-vivisection avait comme base sociale le clergé anglican) et avec le socialisme des classes moyennes et des classes populaires, sont prépondérants, rendant nécessairement divergents les points de critiques des deux mouvements.

Sous les auspices du darwinisme, la notion de douleur tombe en désuétude dans le langage courant, refoulée à ses origines religieuses, ou reprise par ses nouveaux spécialistes, les biologistes. Les végétariens se montrent aversifs aux souffrances des animaux et dans les années 1870, les promoteurs se rappellent au souvenir de Primatt ; Anna Kingsford s'engage dans des études de médecine à Paris (1880), dans l'espoir de faire quelque chose pour les animaux. Elle admet détester les hommes et les femmes, ne pas vouloir soigner leurs maux, mais plutôt ceux des animaux (Maitland, 1896). Mais les différents courants du végétarisme sont moins extrêmes et, dans l'ensemble, voient, à l'instar de Henry Salt, les causes des humains et des animaux comme unies : « l'émancipation des animaux peut seulement survenir à travers et avec l'émancipation des hommes (Salt, 1896).

Henry Salt est, pour le problème des animaux, ce qu'est Francis W. Newman pour le problème de la nourriture dans le mouvement végétarien : des contributeurs visionnaires. Ainsi par exemple, dans sa préface à la réédition de l'*Animals' Rights* de Salt (1980), Peter Singer, auteur largement célébré de *Animal Liberation* (1975), remarque à juste titre que les défenseurs modernes des animaux, lui compris, n'ont que peu ajouté au traitement réalisé 90 ans auparavant par cet auteur à moitié oublié. La religion de Salt était ce qu'il appelait le « Credo de la Parenté » : la croyance qu'un jour viendra où les hommes reconnaîtront leur fraternité les uns avec les autres, ainsi que leur proche affinité avec les autres espèces sensibles. En fondant la Humanitarian League en 1891 pour défendre cette nouvelle religion, Salt rejoignait Francis W. Newman : le projet du végétarisme est de réformer la nation, non de créer une secte. Dès lors, on peut comprendre que dans le végétarisme, les nombreux héritiers d'une tradition libérale et progressiste aspirent à être toujours de leur temps, à former librement leur opinion. Leur diversité est la définition même du végétarisme : divers. Il faudrait sans doute invoquer Norbert Elias (*La civilisation des mœurs*) pour interpréter plus généralement le recul du seuil de tolérance à l'échelle des cultures : peut-être n'est-il plus simplement, socialement acceptable et supportable d'infliger une peine à un être sensible, sous quelque motif que ce soit, sans contrôle. Il restera encore à connaître les variations sociales de cette opinion.

[10] Home Chronicler (1878), 330, 396.

1.3. Enjeux et acteurs

1.3.1. Les mouvements de protection et de défense des animaux

En France (et plus généralement, en Europe latine), les mouvements de réflexion et d'action concernant les animaux se sont formés et développés plus tardivement que dans le monde germanique et anglo-saxon. La SPCA (*Society for the Prevention of Cruelty to Animals*) britannique, née en 1824, devenue "*Royal*" (RSPCA) en 1840 par décision de la reine Victoria, tient le rôle de précurseur. Elle eut un écho immédiat outre-Atlantique et c'est sur son modèle que *l'American Society for the Prevention of Cruelty to Animals (ASPCA)* prit forme, mais seulement en 1879, après la défaite des Sudistes et l'abolition de l'esclavage – qui enracina pour longtemps l'analogie constamment répétée entre la libération des animaux et celle des esclaves. En France, la Société pour la Protection des Animaux fut créée en 1845, suivie de peu par l'adoption de la loi Grammont (1850), qui réprimait les mauvais traitements publics et abusifs infligés à des animaux domestiques, et que la toute jeune SPA s'employa à faire appliquer.

1.3.1.1. Composition sociale et focalisation militante

Depuis le 19ème siècle, les associations d'inspiration semblable se sont multipliées, tout en conservant, à travers leur diversité croissante, un trait constant, qui est leur composition sociale. Leurs adhérents restent majoritairement issus des classes sociales moyennes et supérieures, aisées, lettrées, et urbaines (Beers, 2006; Jamison & Lunch, 1992; Jerolmack, 2003). Ce qui explique sans doute leur intérêt tardif pour les animaux d'élevage, chevaux exceptés. Les animaux de compagnie, ou au contraire les animaux sauvages (naturels), retenaient plus spontanément leur attention : la SPA créa rapidement le premier asile pour chiens et chats, et la première association protectrice créée après elle fut, en 1912, la Ligue pour la Protection des Oiseaux (sauvages). Les animaux d'élevage durent, quant à eux, attendre 1961 et la création de l'Œuvre d'Assistance aux Bêtes d'Abattoir (OABA) pour susciter une attention bienveillante, en même temps que se préparait la première grande réorganisation de l'abattage et de la production des viandes.

1.3.1.2. Diversité des doctrines et des objectifs

Une vue panoramique des associations montre une grande diversité dans leurs conceptions de la condition animale et des relations souhaitables entre humains et animaux. Très schématiquement, on peut néanmoins distinguer, comme souvent dans les mouvances militantes, deux types de postures, deux stéréotypes, opposés dans leurs doctrines, leurs objectifs et leurs activités, et entre lesquels se déclinent les nombreuses variantes réelles :

- des modérés, réformistes, prioritairement désireux de procurer aux animaux des conditions de vie décentes, ou du moins d'améliorer les conditions dans lesquelles ils se trouvent ; peu enclins aux spéculations ambitieuses, mais dotés d'une solide connaissance des animaux, ils savent identifier ce qui leur convient ou non. En termes d'éleveurs : 'ils ont l'œil'. En termes médicaux : 'l'œil clinique'. Si une connaissance scientifique s'y ajoute, ils se trouveront être d'excellents guides vers les animaux, dans une sociabilité accueillante aux animaux et aux humains (Fraser, 2008; Paul, 1995).
- des radicaux, qui se nomment eux-mêmes 'abolitionnistes', l'abolition étant celle de toute exploitation des animaux et donc, par précaution, de toute relation avec eux, pour les rendre à une naturalité supposée heureuse, délivrée de l'exploitation par les humains esclavagistes. Nourris de spéculations, scrupuleusement abstinents de tout produit d'origine animale, ils semblent s'identifier aux animaux qu'ils veulent délivrer, et rester comme en suspens entre une impossible animalité et une humanité refusée – au point de souhaiter sa disparition pour enfin restaurer la pure nature (Hawthorne, 2008; Pivetti, 2005).

C'est dans le champ balisé par ces deux figures schématiques que se déploient les diverses tendances et options de la mouvance animaliste, offrant toutes les nuances possibles entre le réformisme avisé et l'extrémisme visionnaire.

1.3.1.3. Les registres d'action

Si les objectifs, les modes d'action et les champs d'influence des nombreuses associations sont très variés, elles ont néanmoins en commun de déployer toujours leurs activités sur trois registres, occupant chacun des degrés variés selon leurs présupposés et leurs moyens :

- celui des actions visant à améliorer très concrètement le sort des animaux, en les protégeant, les recueillant, les soignant, etc. (type SPA) ;
- celui de la sensibilisation de l'opinion, par les moyens habituels du militantisme (campagnes d'informations, diffusion de tracts, pétitions, manifestations, déclarations[11], etc.), ou par la pédagogie (certaines associations sont autorisées dans les établissements scolaires) (Hawthorne, 2008) ;
- celui enfin du groupe de pression, le plus souvent par le lobbying auprès des pouvoirs publics, nationaux et européens, par l'activité des réseaux professionnels et relationnels, ou par le recours aux procédures et outils juridiques (Marguénaud, 2009; Pivetti, 2005).

Certains groupes se livrent aussi à des actions violentes visant, selon leurs propres termes (cf. site de l'*Animal Liberation Front* : http://www.animalliberationfront.com/), à 'frapper là où ça fait mal', c'est-à-dire à atteindre les intérêts économiques (notamment ceux des animaleries, des laboratoires pharmaceutiques ou cosmétiques, des producteurs ou vendeurs de fourrures) , voire – comme cela s'est produit en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis -, les personnes elles-mêmes, selon une logique pouvant évoquer celle des mouvements terroristes.

1.3.2. Aspects réglementaires de la protection animale

1.3.2.1. Implications juridiques de la reconnaissance de la sensibilité animale

L'histoire juridique de la protection animale en France est celle d'une progression constante de la protection accordée. Parmi les nombreux jalons de cette évolution, on relèvera notamment la loi Grammont du 2 juillet 1850 protégeant les seuls animaux domestiques uniquement contre les mauvais traitements infligés en public (Burgat, 1997; Pierre, 2007), le décret du 7 septembre 1959 marquant l'abandon de la condition de publicité pour la sanction des mauvais traitements à animaux domestiques, la loi n° 63-1143 du 19 novembre 1963 élargissant le champ de la protection aux animaux « apprivoisés ou tenus en captivité » et créant un nouveau délit d'actes de cruauté, la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 accordant les droits de la partie civile à certaines associations de protection animale pour agir en justice sur le fondement de certains textes pénaux [Code de procédure pénale, article 2-13], la loi n° 99-5 du 6 janvier 1999 créant de nouvelles infractions de blessures ou mort causées involontairement par négligence ou imprudence [Code pénal, article R. 653-1] et d'atteinte volontaire à la vie d'un animal domestique, apprivoisé ou tenu en captivité sans nécessité [Code pénal, article R. 655-1] et modifiant la rédaction des articles 524 et 528 du Code civil de façon à distinguer les animaux des « objets » placés sur un fonds immobilier ou des « corps qui peuvent se transporter par eux-mêmes ». Le droit communautaire constitue également, depuis une trentaine d'années, une

[11] La plus connue est la Déclaration universelle des Droits de l'Animal, « adoptée dès 1977 lors d'une réunion internationale de protection animale à Londres, mais proclamée en 1978 à la maison de l'Unesco à Paris », par quelques militants animalistes, notamment de la Ligue Française des Droits de l'Animal (Chapouthier 1992 : 28). Faut-il souligner que cette question n'a jamais figuré parmi les attributions et compétences de l'Unesco, et qu'il s'agit bien d'une déclaration faite ***à*** l'Unesco, mais non ***de*** l'Unesco ? La confusion possible, et de fait très fréquente, a pour effet de donner faussement à cette initiative de mouvements animalistes l'autorité morale d'une institution internationale.

source primordiale de textes relatifs à la protection des animaux (Antoine, 2007; Bergeaud-Blackler, 2008; Desmoulin, 2006; Desmoulin, 2008; Le Bot, 2007; Wilkins, 1997). Au contraire d'autres Etats (notamment l'Allemagne, la Suisse, le Luxembourg, le Brésil, l'Inde, la Floride) (Le Bot, 2007), la France n'a pas adopté de disposition de nature constitutionnelle en la matière (Gassiot, 2002) : seules les sources communautaires (supra-légales), d'une part, les lois et les règlements, d'autre part, sont sollicitées.

Depuis la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976, le droit français affirme textuellement que « tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce » [Code rural, article L. 214-1].

Les commentateurs s'accordent sur l'idée que cette affirmation – qui fait de la sensibilité animale le fondement de la législation protectrice des animaux – joue aujourd'hui un rôle important dans l'élaboration et l'évolution d'un régime juridique particulier pour les animaux (Antoine, 1994; Antoine, 1996; Antoine, 2005; Antoine, 2007; Chapouthier, 1992; Desmoulin, 2006; Gassiot, 2002; Le Bot, 2007; Leroux & Létourneau, 1996; Marguénaud, 1992; Moine, 1997; Ost, 1995; Piatti, 1995; Ringel & Putman, 1995).

Il y a, en revanche, controverse sur les implications de ce constat. Selon certains auteurs, ce fondement n'impliquerait pas autre chose que la reconnaissance de la spécificité de l'animal parmi les choses juridiques (la catégorie des « choses » s'opposant à celle des « personnes »), spécificité justifiant l'existence de règles spéciales notamment en droit des biens (limitations des droits du propriétaire) et en droit pénal (2006; Alauze, 1976; Bruguière, 2007; Carbonnier, 2002; Danti-Juan, 1989; Desmoulin, 2006; Libchaber, 2001; Loiseau, 2006). Pour d'autres commentateurs, cette affirmation alliée aux règles spéciales relative aux animaux en droit pénal et en droit civil (notamment la limitation des droits découlant de la propriété) démontrerait l'existence d'une troisième catégorie juridique, entre les personnes et les choses, à laquelle appartiendraient les animaux (Burgat et al., 2001; Chareix, 1999; Farjat, 2002; Iacub, 2005; Piatti, 1995; Ringel & Putman, 1995). Un troisième courant doctrinal voit dans l'affirmation légale de la sensibilité animale, alliée à l'attribution de la qualité pour agir aux associations de protection animale pour certaines infractions, le fondement de l'extraction des animaux de la catégorie des choses juridiques ou des objets de droit. Selon ces auteurs, les animaux seraient déjà des sujets de droit (ils réuniraient les qualités requises : posséder en droit positif un intérêt propre juridiquement protégé consistant en la protection contre les souffrances ou une mort prématurée) auxquels une personnalité juridique pourrait ou devrait être attribuée (Antoine, 1996; Antoine, 2005; Daigueperse, 1981; Hermitte, 2000; Marguénaud, 1992; Marguénaud, 2003; Marguénaud, 2004b). Des nuances sont toutefois notables entre les auteurs tenants de cette position, et il faut notamment faire le *distinguo* entre les partisans d'une incorporation dans la catégorie des personnes physiques (auxquelles sont rattachées les personnes humaines) (Castignone, 1988; Cavalieri, 2000; Cavalieri & Dauzat, 2000; Cavalieri & Singer, 1993; Chapouthier, 1992) et les tenants d'une création *ad hoc* c'est-à-dire d'une personnalité juridique animale (Antoine, 2005; Daigueperse, 1981; Marguénaud, 1992; Marguénaud, 2003; Marguénaud, 2004a).

La spécificité du statut juridique de l'animal découle de l'articulation entre des solutions de droit civil (limitations et aménagements du droit de propriété), de droit pénal (incriminations spécifiques), de droit rural (textes de protection des animaux dans les activités d'élevage ou d'utilisation des animaux) et de procédure pénale (attribution de la qualité pour agir à certaines associations de protection animale pour demander la sanction de certaines infractions protectrices des animaux). S'agissant des infractions pénales édictées pour sanctionner les comportements néfastes aux animaux, la jurisprudence judiciaire distingue nettement deux cas de figure sur le registre probatoire : pour les contraventions de mauvais traitements [article R 654-1 du code pénal] ou de défaut de soins [Code rural, articles R. 214-17 et R. 215-17], la condamnation découle du constat des blessures, douleurs, souffrances, de l'absence de nourriture ou d'abreuvement, du manque de soins et/ou du mauvais état de santé des animaux ; pour le délit de sévices graves ou actes de cruauté [article 521-1 du code pénal], une condamnation impose d'établir que la personne poursuivie a « accompli intentionnellement dans le dessein de provoquer la souffrance ou la mort » les actes incriminés [Cour de cassation,

chambre criminelle, 13 janvier 2004 (pourvoi n° 03-82.045) ; Cour de cassation, chambre criminelle, 30 mai 2006 (pourvoi n° 05-81.525) et déjà Cour de cassation, chambre criminelle 23 janvier 1989, Bulletin de la Cour de cassation 1989, V, n° 23] (Monnet, 2004; Veron, 2006). Quant à l'infraction des sévices de nature sexuelle, bien que figurant dans le même texte que le délit de sévices graves ou actes de cruauté [article 521-1'alinéa du code pénal], elle semble bien davantage sanctionner un comportement déviant [Cour de cassation, chambre criminelle, 4 septembre 2007] (Segura, 2008).

1.3.2.2. Evolutions textuelles et lexicales dans le champ juridique

Les définitions retenues dans les champs scientifique et médical semblent mettre l'accent sur les différences entre douleur et souffrance, le premier terme faisant d'abord référence à une lésion corporelle ou une atteinte physique, le second renvoyant à une expérience physique et morale pénible (voire Chapitre 2). Cette distinction ne se retrouve pas aisément dans le champ juridique.

S'agissant des textes législatifs et réglementaires, les deux notions apparaissent expressément dans des dispositions relatives aux animaux ou à leurs soins (textes relatifs à l'abattage, à l'élevage, au parcage, au transport et à la garde des animaux de rente, de compagnie ou d'expérience ainsi qu'aux soins vétérinaires). Aucune définition légale ou réglementaire n'est fournie. La référence explicite à la « souffrance » est plus fréquente et l'on peut constater son utilisation isolée [Code rural, articles L. 214-3, R. 214-18, R. 214-27, R. 214-58, R. 214-61 + Code de la santé publique, art. R. 5141-122]. La référence à la « douleur », quant à elle, apparaît le plus souvent associée à celle de « souffrances », soit que les deux notions figurent dans le même texte [Code rural, R. 214-88 : expérimentation animale], soit qu'elles soient utilisées dans une alternative (« douleur ou souffrance évitables » : Code rural, articles R. 214-65 et R. 214-67, Directive 93/119/CE : abattage et mise à mort]. Parfois, le terme « souffrance » est associé à celui de « blessures » dans une alternative [« de nature à provoquer/infliger des blessures ou des souffrances » : Code rural, articles R. 214-17, R. 214-24 + « pour que soient éliminés les risques de blessures et les souffrances » : art. R. 214-53]. Enfin, la référence à la « souffrance » des animaux figure dans le droit de la propriété industrielle [article L. 611-19 du Code de la propriété intellectuelle, issu de l'article 6 -2, d) de la directive n° 98/44/CE du 6 juillet 1998 : exclusion de la brevetabilité des inventions portant sur les « procédés de modification de l'identité génétique des animaux de nature à provoquer chez eux des souffrances sans utilité médicale substantielle pour l'homme ou l'animal, ainsi que les animaux issus de tels procédés »] (Desmoulin, 2006; Desmoulin, 2007; Hermitte, 1993).

La jurisprudence, de son côté, utilise parfois le terme « souffrance », parfois celui de « douleur » sans qu'une systématisation semble possible. Pour constater la réunion des éléments constitutifs de l'infraction de mauvais traitement, les magistrats utilisent des expressions telles que « mauvais état », « état lamentable », « état de cachexie* avancée et de misère physiologique », « animaux privés de soins ou de nourriture », « animaux blessés, décharnés », *etc*. Pour confirmer les condamnations pour délit de sévices graves ou actes de cruauté, la Cour de cassation exige en revanche la constatation que les actes ont été « accomplis intentionnellement dans le dessein de provoquer la souffrance ou la mort » [Cour de cassation, chambre criminelle, références déjà citées] (Antoine, 2007).

Diversification des termes utilisés dans les textes légaux et réglementaires.

On peut constater une diversification du lexique juridique relatif à la protection des animaux exposés aux expériences négatives. Aux côtés ou à la place du terme « douleur », on trouve non seulement la « souffrance », mais aussi le « bien-être » [Convention européenne sur la protection des animaux en transport international ; Protocole sur la protection et le bien-être des animaux annexé au traité instituant la Communauté européenne, déclaration n° 24, relative à la protection des animaux annexée à l'acte final du traité sur l'Union européenne, directives communautaires relatives à la protection des animaux durant le transport, à la protection des porcs, à la protection des veaux, à la protection des poules pondeuses, à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques ou expérimentales ; Code rural, art R. 214-1, R. 214-34, R. 214-55, R. 214-89 et R. 214-122], les « besoins comportementaux » [normes réglementaires

minimales relatives à la protection des veaux et des porcs], la « crainte » [Convention européenne sur la protection des animaux d'abattage adoptée à Strasbourg de 1979], l'« angoisse » [Convention européenne sur la protection des animaux d'abattage adoptée à Strasbourg de 1979, Convention européenne pour la protection des animaux de compagnie de 1987, directive relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques ou expérimentales ; Code rural art. R. 214-88], l'« aptitude à souffrir et à se souvenir » [Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques de 1986].

Cette évolution lexicale reflète-t-elle une prise en compte de la complexité animale et d'une forme de souffrance psychique ?

Des auteurs se sont interrogés sur ce point (Desmoulin, 2006; Marguénaud, 2004a; Marguénaud, 2004b). L'utilisation du terme « souffrance » des animaux, seule ou aux côtés de la « douleur », pourrait constituer un premier indice en raison du caractère polysémique de la notion : cela indiquerait une volonté de prendre en considération d'autres éléments que la réaction physique à la blessure. Il en va de même de l'utilisation des concepts de « bien-être animal » ou de « besoins comportementaux », et surtout de ceux de « crainte » et d' « angoisse ».

S'agissant de l'apparition du concept de « bien-être animal », l'interprétation jurisprudentielle des textes communautaires par la Cour de Justice va plutôt dans le sens d'une assimilation du bien-être animal à la santé ou à l'absence de douleur physique signalée par une lésion ou un mauvais état de santé [CJCE (troisième chambre), 17 janvier 2008, affaires C-37/06 et C-58/06, *Viamex Agrar Handels GmbH* (C-37/06), *Zuchtvieh-Kontor GmbH* (ZVK) (C-58/06) contre *Hauptzollamt Hamburg-Jonas*] (Croney & Millman, 2007; Desmoulin, 2006; Desmoulin, 2008; Stafleu et al., 1996).

S'agissant de « l'angoisse », l'évolution paraît plus symbolique que réelle. Elle ne trouverait de véritable consistance juridique que s'il était véritablement possible de relever en jurisprudence des hypothèses de condamnation pour comportement fautif consistant uniquement dans l'administration de souffrances psychiques, sans conséquences physiques ou détachables de ces dernières. Or, si sur le papier un comportement fautif de ce type pourrait en principe être sanctionné, l'absence de trace physique risque fort de coïncider avec l'absence de preuve, donc de condamnation. La seule nuance réside peut-être dans l'interdiction (pénalement sanctionnée) d'introduire un animal vivant dans un établissement chargé du service public de l'équarrissage [Code rural, art. R. 214-79] qui a pu être interprétée comme une prise en compte d'une forme d'angoisse anticipatrice de la mort chez les animaux (Marguénaud, 1992).

Quelle comparaison avec les textes relatifs à la douleur ou à la souffrance humaine ?

Il n'est pas aisé de tirer des conclusions d'une comparaison avec les textes relatifs aux personnes humaines. La loi n° 99-477 du 9 juin 1999 (article L. 1er B, devenu article L. 1110-10 du Code de la santé publique), dans sa définition des soins palliatifs, distingue entre la « douleur » et la « souffrance psychique ». Cependant, cette distinction est loin d'être systématisée dans le droit français relatif à la protection des personnes humaines. L'analyse des occurrences textuelles expresses des termes de « douleur » et « souffrance » dans les dispositions nationales révèle qu'ils sont utilisés dans des domaines voisins :

- la référence à la « douleur » est présente dans des textes concernant la protection des patients et des usagers du système de santé [Code de la santé publique, articles L. 1110-5, L. 1110-10, L. 6144-1, L. 1112-4 : droits des personnes malades et des usagers du système de santé ; Code de la santé publique, article R. 4311-2, R. 4311-5, R. 4321-9 ; Code de l'éducation, article L. 632-11 : formation des professionnels de santé et définition de leurs attributions], la protection des personnes en fin de vie [Code de la Santé publique, article R. 1421-1 : politique de lutte contre la douleur et d'accompagnement en fin de vie] (Bolot, 2003; Callu, 2004; Coelho, 2006), la protection des personnes participant à une recherche biomédicale [Code de la santé publique,

- la référence à la « souffrance » est également utilisée dans les textes relatifs aux droits des personnes malades et des usagers du système de santé [Code de la santé publique, articles L. 1110-5, L. 1110-10], ainsi que dans des textes concernant la déontologie des professionnels de la santé [Code de la santé publique, articles R.4127-37, R4321-85].

Les occurrences du terme « souffrance » sont cependant plus diversifiées puisqu'on le trouve également dans le droit de la responsabilité et de l'indemnisation [Article L. 752-23 du Code rural (accident du travail) ; Loi du 5 juillet 1985 sur l'indemnisation des victimes d'accidents impliquant des véhicules terrestres à moteur (Annexe article A 211-11 du Code des assurances) ; Code de la sécurité sociale, article L. 454-1], dans les réflexions juridiques sur la souffrance au travail [Niel 2006 ; Verkindt 2008] ou sur l'absence de condamnation des personnes malades en situation de commettre une infraction pénale [consommation de cannabis : Cour d'appel de Papeete, 27 juin 2002 (Gourdon, 2003)].

La jurisprudence en matière de responsabilité civile admet l'indemnisation du « pretium doloris » (prix de la douleur) : cette indemnisation n'est accordée que dans les hypothèses d'atteinte à l'intégrité physique de la victime mais prend en considération à la fois la douleur (ou souffrance) éprouvée du fait des blessures et les « douleurs ou souffrances morales » [Cour de cassation, deuxième chambre civile, 5 janvier 1994 (Responsabilité civile et assurance 1994, commentaire n° 117) ; Cour de cassation, deuxième chambre civile, 9 décembre 2004 (Responsabilité civile et assurance 2005, commentaire n° 50)] (Bolot, 2003; Le Tourneau, 2006).

La plupart des auteurs n'opposent pas douleur et souffrance, même si certains tentent de distinguer la dimension psychique des éléments proprement corporels (Bolot, 2003). Dans la très grande majorité des publications, les termes sont d'ailleurs employés alternativement, comme des synonymes (Aouij-Mrad, 2002; Douchez, 2002; Durand et al., 1997). Un auteur oppose la douleur animale à la douleur humaine en niant l'hypothèse d'une anticipation de la douleur chez l'animal [Poirier *in* Durand, Poirier et Royer 1997] mais il n'articule pas cette supposée différence avec une opposition entre « douleur » et « souffrance ».

Quelle explication ou fondement retenir pour la prise en considération explicite de la douleur et de la souffrance dans les textes français ?

S'agissant de la douleur animale, des auteurs estiment que le fondement implicite de ces dispositions réside, outre dans les capacités sensibles animales, dans la situation de dépendance et de vulnérabilité des animaux concernés vis-à-vis des personnes humaines (Debru, 2001; Desmoulin, 2006; Moine, 1997).

Concernant la douleur humaine, une analyse comparable est également développée par certains auteurs (Debru, 2001; Douchez, 2002). D'autres insistent sur la prise de conscience récente de la nécessité de combattre la douleur. Cette prise de conscience est mise en lien tantôt avec l'abaissement du seuil de tolérance à la souffrance ou au spectacle de la fin de vie, tantôt avec la fin du dolorisme chrétien, tantôt avec l'émergence de nouveaux outils de lutte, de manière alternative ou cumulative selon les auteurs (Aouij-Mrad, 2002; Beignier, 2008; Coelho, 2006; Douchez, 2002).

1.3.3. Prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages : incitations, demande(s) et perspectives internationales

La littérature en économie sur la prise en compte du bien-être des animaux dans les élevages est large et bien connue. La question plus précise de la prise en compte de la douleur animale est beaucoup plus récente ; la littérature associée est donc beaucoup plus réduite. Cette section vise à répondre à un certain nombre de questions qui se sont déjà posées lors de la prise en compte du bien-être des animaux et dont certaines réponses peuvent être étendues

à la prise en compte plus spécifique de la douleur des animaux dans les élevages. Mais dans certains cas, cette extension n'est pas possible et demande des études supplémentaires. Les questions traitées sont : Comment imposer la prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages ? Est-ce aux pouvoirs publics d'imposer par le biais de la réglementation cette prise en compte ou est-ce que cette prise en compte découlera de démarches volontaires valorisables sur le marché ? La demande pour la prise en compte de la douleur animale dans les élevages est-elle clairement identifiée, et quantifiée ? Peut-on transposer les résultats concernant la demande pour le bien-être animal à la question de la douleur ? S'il y a prise en compte de la douleur dans les élevages français et/ou européen, quelles peuvent être les conséquences économiques à l'échelle des filières animales dans un contexte internationalisé ?

Certaines réponses à ces questions sont déjà connues, d'autres n'ont pas encore été traitées.

1.3.3.1. Les deux voies possibles pour imposer/assurer la diminution de la douleur animale en élevage

Selon que l'on considère l'attribut « absence de douleur des animaux d'élevage » comme bien public ou privé, les voies d'action pour sa prise en compte varient et on distingue la voie réglementaire et la voie marchande.

La voie réglementaire.

Le choix de la voie réglementaire pour imposer la prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages implique que l'attribut recherché (absence de douleur des animaux) est un bien public. Cette voie est celle qui a déjà été choisie par l'Union Européenne pour assurer la prise en compte du bien-être animal dans les élevages. Certains pays européens comme la Norvège, le Royaume-Uni ou la Suède par exemple ont poursuivi cette voie et adopté des réglementations plus exigeantes en matière de bien-être animal (Veissier et al., 2008). D'autres pays comme la France ou l'Italie ne vont pas au-delà des directives européennes. Il est important de rappeler que depuis juin 2003, la réforme de la PAC, outre le régime de paiement unique, impose l'écoconditionnalité. Celle-ci subordonne les paiements directs aux agriculteurs au respect des normes en matière d'environnement notamment. Depuis 2007, les aspects de bien-être animal (références à certains articles des directives européennes bien-être site internet du ministère de l'agriculture et de la pêche) y sont également intégrés.

Concernant le niveau de bien-être animal dans les élevages, certains auteurs (Bennett, 1995) sont convaincus qu'il s'agit d'un bien public puisqu'il intéresse aussi bien les consommateurs des produits animaux issus des élevages que les non consommateurs (comme certains végétariens par exemple). Dans le même ordre d'idée, d'autres auteurs considèrent que toute externalité (c'est à dire toute conséquence positive ou négative d'une transaction marchande qui n'est pas incluse dans le prix) doit être internalisée. Cette internalisation incombe à l'Etat (Musso, 1998 ; Hyman, 2002 cités dans Mann, 2005). Si le bien-être animal est considéré comme une externalité de l'élevage alors les pouvoirs publics doivent se saisir de la question.

Les arguments de ces auteurs peuvent être étendus à la prise en compte de la douleur des animaux qui devient alors bien public ou externalité à internaliser à la production et doit être gérée par les pouvoirs publics.

Une réglementation plus stricte sur la question de la douleur animale, avec prise en compte obligatoire dans les élevages ne serait pas sans conséquences immédiates. Certains auteurs ont déjà noté l'impact paradoxal de certaines réglementations plus strictes concernant le bien-être des animaux dans un pays donné. Le cas de la réglementation concernant le bien-être des veaux de boucherie adoptée au Royaume-Uni dans les années 1990 est particulièrement intéressant. McArthur Clark (2007), également cité dans le rapport de l'OIE[12] (coll. 2008), signale que suite à l'adoption de cette réglementation, l'industrie du veau britannique s'est effondré et le bien-être des veaux (pourtant l'objectif de la réglementation) a globalement

[12] Organisation Mondiale de la Santé Animale.

diminué. En effet, les producteurs britanniques ont transporté leurs animaux vivants dans des unités de production situées dans des zones géographiques où l'élevage des veaux en cases était toujours autorisé.

Les possibilités de délocalisation des productions vers des zones soumises à des réglementations moins sévères sur certains aspects ont également été soulignées par Grethe (2007). Il précise que les réglementations plus strictes à l'égard du bien-être animal dans un pays ou une zone géographique donnée doivent être accompagnées d'autres mesures évitant les délocalisations de production très néfastes à l'objectif initial de ces réglementations. Les mesures complémentaires deviennent à son avis inutiles si les producteurs ont la garantie d'une rémunération adaptée de leur production sur le marché national ou international.

La voie marchande.

Certains auteurs comme Mann (2005) contestent le fait que le bien-être animal soit considéré comme un bien public traditionnel. De leur point de vue, le niveau bien-être des animaux d'élevage est une externalité « psychologique » (qui affecte psychologiquement certaines personnes), donc particulière, qui n'a pas à être prise en compte par les pouvoirs publics comme les externalités plus classique (externalités technologiques de l'élevage par exemple). D'autres considèrent le bien-être animal comme un bien privé : la production d'un tel attribut donne ainsi la possibilité de créer des marchés de niche et/ou de segmenter le marché pour satisfaire les consommateurs intéressés (Grethe, 2007).

Le jeu du marché doit alors permettre aux consommateurs intéressés par cet attribut de le valoriser. Ceci implique une identification possible sur le marché. Un étiquetage adapté doit alors être mis en place. Cet étiquetage peut être issu de démarches volontaires initiées par des acteurs privés, ou recevoir l'appui des pouvoirs publics dans le but de prémunir les consommateurs du risque de fraude du fait d'une grande asymétrie d'information en leur défaveur (Fulponi, 2006; Hobbs & Kerr, 2006). En effet, la diminution de la douleur des animaux en élevage (tout comme le niveau de bien-être animal ou dans un autre registre le travail des enfants) ne peut être constaté directement sur le marché lors de l'achat du produit et est dans ce sens un attribut de croyance, qui n'est observable que sur le lieu de production. Pour limiter cette asymétrie d'information entre le consommateur et le producteur, la solution de l'étiquetage est la plus couramment utilisée (Blandford et al., 2003; Hobbs & Kerr, 2006).

Il est important de noter ici que l'attribut « bien-être animal » (en complément ou non d'autres attributs) apparait dans de nombreuses démarches marchandes dans différents pays européens. Veissier et al. (2008) proposent un recensement de ces démarches issues du secteur privé. Mais la prolifération de ces démarches, la diversité de leur signification dans la réalité des élevages apparait confuse du point de vue du consommateur. Il s'avère ainsi délicat d'envisager une mesure directe sur le marché de la valeur d'un tel attribut souvent associé à d'autres attributs comme la sécurité sanitaire. Une clarification de ce type de démarche et de leur signification auprès des consommateurs apparait indispensable. La valorisation de l'attribut « prise en compte de la douleur animale » peut potentiellement passer par le même type de démarche mais nécessite une « rationalisation » de ces démarches pour éviter une prolifération des démarches, dommageable pour les consommateurs (Thiermann & Babcock, 2005). Une telle rationalisation est possible dès lors par exemple que l'OIE adopte des standards précis (voir paragraphe 1.3.3.3).

Dans le développement de telles démarches, la grande distribution apparaît aujourd'hui comme un facteur clé d'une solution marchande. Le lancement de démarches volontaires de producteurs en accord avec la grande distribution permettrait de fournir aux consommateurs le produit recherché (Anil et al., 2005). La grande distribution s'est déjà emparée de certaines préoccupations des consommateurs pour valoriser des démarches volontaires dans le domaine alimentaire. Fulponi (2006) a interrogé les principaux distributeurs des pays de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) et montrent l'importance des démarches volontaires valorisables visant la sécurité sanitaire (principal attribut du secteur alimentaire), la qualité, les normes de travail, l'environnement ou le bien-être animal (attributs

les moins importants, avec forte variabilité selon le pays) plus élevées que les standards nationaux.

Du fait du pouvoir de marché de la grande distribution, ainsi que de son large territoire d'approvisionnement, les éleveurs intégrant la gestion de la douleur animale dans leurs pratiques d'élevage seraient alors de plus en plus nombreux. Les chaînes d'approvisionnement de ces grandes enseignes sont très étendues et vont souvent au delà des frontières nationales. La rémunération induite par ce nouveau type de chaîne de valorisation pourrait alors garantir l'extension de la gestion de la douleur animale en élevage. Des impacts positifs potentiels d'une telle solution ont déjà été soulignés par Fraser (2008).

Au Royaume-Uni, par exemple, suite aux délocalisations constatées pour la production de veaux (voir section précédente), la grande distribution a réagi. Une collaboration entre producteurs, grande distribution, pouvoirs publics, vétérinaires et militants de la cause animale a permis de stimuler la consommation de veau auprès des consommateurs britanniques en travaillant sur les standards de bien-être. Le cahier des charges ainsi élaboré évite aux veaux d'être abattus à la naissance ou transportés vers des lieux de production délocalisés. Ceci permet une amélioration du bien-être et une meilleure valorisation pour les producteurs (McArthur Clark, 2007), cité dans OIE (2008).

Concernant la douleur des animaux, certaines entreprises multinationales imposent à leurs établissements des référentiels exigeants. Par exemple, McDonald's (GAIA, 13/01/2008, article en ligne sur le site http://www.protection-des-animaux.org/actualites/archives-1030.html) et Center parcs (GAIA, 22/11/2008, article en ligne sur le site http://www.protection-des-animaux.org/actualites/archives-1198.html) ont récemment décidé de n'utiliser que de la viande de porc issue de porcs entiers. La nature des motivations de telles exigences n'est pas précisée (éthique, marketing,…) mais de telles démarches montrent qu'une demande précise exprimée par des consommateurs ou citoyens (et consommateurs potentiels) peut induire par le biais du marché une prise en compte généralisée de la douleur animale dans les élevages fournisseurs de ces grandes multinationales.

Ainsi, il existe deux voies possibles (qui peuvent être complémentaires) pour assurer la prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages : la voie réglementaire et la voie marchande. Si le jeu du marché est suffisant pour assurer la rémunération des efforts de production, alors les démarches volontaires et politiques d'étiquetage adaptées permettront aux consommateurs intéressés de valoriser l'attribut qu'ils recherchent. Si cette voie n'est pas suffisamment valorisante pour l'attribut en question dans le court terme, la voie réglementaire peut être nécessaire. Cette dernière voie pose cependant la question de la viabilité économique des filières, et de leur compétitivité sur les marchés internationaux. En effet dans ce cas, des mesures d'accompagnement de ce dispositif réglementaire apparaissent nécessaires pour éviter des effets indésirables comme les délocalisations de production qui peuvent avoir des effets opposés à l'objectif du dispositif initial.

1.3.2.2. Quelle évaluation de la demande pour la prise en compte de la douleur en élevage ?

La demande pour une prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages peut concerner différents maillons des filières animales : depuis les éleveurs et animaliers jusqu'aux consommateurs, en passant par les distributeurs. Une telle demande peut également émaner d'acteurs n'intervenant pas directement dans les filières animales, mais concernés par les aspects éthiques ou moraux de cette question, qu'ils soient consommateurs ou non de produits animaux. Ces acteurs, fréquemment qualifiés de « citoyens » dans la littérature (Bennett, 1995; Schröder & McEachern, 2004), ont des préférences précises en matière de modèle d'élevage qu'ils peuvent faire connaître par le biais des médias ou lors de choix politiques.

La diversité des acteurs à intégrer pour qualifier et quantifier précisément la demande concernant la prise en compte de la douleur animale est donc importante. Ces mêmes acteurs ont également d'autres attentes ou demandes pour les autres attributs des produits animaux. En effet, à l'attribut « douleur des animaux » viennent s'ajouter d'autres attributs concernant les

méthodes de production (respect de l'environnement, viabilité économique de l'exploitation/de la filière,…) ou les attributs du produit final en tant que tel (sécurité sanitaire, qualité organoleptique…).

Selon les acteurs économiques que l'on considère, l'arbitrage qui est fait entre tous ces attributs n'est évidemment pas le même. Il est évident que les distributeurs privilégient la qualité sanitaire des produits qu'ils mettent sur le marché, du fait que leur responsabilité pénale est engagée, plutôt que la prise en compte de la douleur des animaux. Au contraire, les végétariens ayant renoncé à la consommation de viande du fait des traitements infligés aux animaux n'auront pas le même arbitrage.

Il est donc important de déterminer l'impact de l'amélioration du niveau d'un attribut particulier sur l'ensemble des autres attributs. Vouloir privilégier un de ces attributs, sous la pression d'un groupe d'acteurs peut, dans certains cas, conduire à la détérioration d'un autre attribut, essentiel pour d'autres acteurs. Tous ces éléments, ainsi que les attentes/demandes des différents acteurs sont donc à prendre en compte par les distributeurs (acteurs clé de la valorisation marchande du produit final), par les pouvoirs publics (Blokhuis et al., 2008) ou les institutions internationales lorsqu'ils abordent la question de la prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages (Philips dans OIE(2008)).

Qu'en est-il de la demande précise de chaque type d'acteur pour une prise en compte de la douleur animale ? Plusieurs études apportent les premiers éléments de réponse à cette question. Coleman (2007) montre à partir d'une enquête australienne, que la perception par le grand public de la douleur animale par rapport au ressenti humain de la douleur reste incertaine. Le même auteur dans le rapport de l'OIE (2008) propose une revue de la littérature existant sur la question (littérature principalement anglo-saxonne à l'heure actuelle, la question de la douleur étant apparue principalement en Australie et Nouvelle Zélande) et montre par exemple que les personnes travaillant avec les animaux s'accordent pour dire que les animaux ressentent la douleur, mais un nombre significatif semble penser que la sensation de douleur n'est pas aussi forte qu'elle ne l'est chez l'humain. Dans ce contexte, il est donc difficile d'évaluer la demande précise pour cet attribut.

Blokhuis et al. (2008) regrettent l'absence de travaux sur le consentement des producteurs à changer leurs pratiques pour les pratiques plus respectueuses du bien-être animal en fonction des coûts de ces changements. Une telle étude sur la question de la douleur animale et des pratiques qui sont sources de douleur pour les animaux serait tout aussi intéressante. Face à une telle volonté des éleveurs, la possibilité d'adopter des pratiques moins douloureuses pour les animaux dans le cadre de démarches volontaires du deuxième pilier de la PAC (Politique Agricole Commune) par exemple devrait être possible (INRA ISS, 2007 pour plus d'informations sur le 2nd pilier de la PAC). De telles possibilités sont offertes aux éleveurs bovins Irlandais, et ont été validées par l'Union Européenne[13].

Sur la notion de bien-être animal, Vanhonacker *et al.* (2008) montrent les différences de perception existant entre les citoyens et producteurs en Belgique. Citoyens et producteurs associent à la notion de bien-être animal des aspects de santé physique, de fourniture adaptée de nourriture et d'eau, de chaleur et protection. Les citoyens y ajoutent la notion de liberté de mouvements (jugé comme insuffisante à l'heure actuelle dans les élevages) alors que les producteurs ont plus à l'esprit l'intérêt économique de leurs élevages et l'impact que pourrait avoir l'amélioration du bien-être des animaux sur l'image de leur métier pour le grand public. Les auteurs soulignent également l'influence que peut avoir la couverture médiatique de la question sur la construction des perceptions et opinions des citoyens qui confirment des résultats déjà obtenus par d'autres (Swinnen et al., 2005; Verbeke & Ward, 2000).

[13]HHttp://www.agriculture.ie/media/migration/farmingsectors/livestockandanimals/beef/sucklerherdschemes2008-2012/DAFFPublicMeetingSuckler2.pptH pour la description des mesures, et HHttp://ec.europa.eu/community_law/state_aids/agriculture-2007/n140-07.pdfH pour la validation par l'union européenne.

Concernant la quantification de la demande des consommateurs par le biais du marché, cette question a été largement étudiée dans le cas du bien-être animal mais très peu pour la douleur animale en particulier.

L'attribut bien-être des animaux d'élevage est un attribut de non-usage dit de croyance, qui ne peut pas être vérifié par le consommateur à l'achat (Blandford et al., 2003). Plusieurs études ont tenté de mesurer la valeur qu'attribuent les consommateurs au respect du bien-être animal. Une méthode couramment employée en économie de l'environnement pour mesurer la valeur d'un bien non marchand (pour lequel aucun marché n'existe[14]) est la méthode d'évaluation contingente. Cette méthode consiste à proposer aux personnes interrogées un scénario hypothétique et à leur demander un consentement à payer pour une amélioration particulière d'un bien ou attribut non marchand (comme la qualité de l'air par exemple). Les modalités de mise en œuvre d'une telle méthode ont été largement étudiées et des préconisations précises existent (cf. Bonnieux (1998) pour plus de détails). Cette méthode a été utilisée pour l'évaluation du consentement à payer des citoyens ou consommateurs pour le bien-être animal (Bennett, 1995; Bennett & Blaney, 2002). Plus récemment, des auteurs ont utilisé la méthode d'analyse conjointe (Carlsson et al., 2007a; Carlsson et al., 2007b; Liljenstolpe, 2008). Cette méthode permet de comprendre comment les consommateurs évaluent les attributs d'un produit en déterminant l'arbitrage qu'ils font entre différents niveaux de ces attributs (Theuvsen et al., 2005). D'autres méthodes provenant de l'économie de la santé et se basant sur le principe d'arbitrage entre différents programmes ont également été menées (Chilton et al., 2006).

Globalement, ces enquêtes révèlent un fort intérêt des consommateurs pour le bien-être animal avec dans certains cas des consentements à payer non négligeables pour le bien-être des animaux d'élevage. Certains auteurs comme Vanhonacker et al. (2007) montrent qu'il existe une segmentation forte des consommateurs flamands par rapport à l'attribut bien-être animal. Ils identifient 6 profils de consommateurs dont deux ayant des structures de préférences radicalement opposées. Ils identifient 36% de leur échantillon comme offrant un potentiel marketing intéressant pour des produits animaux issus d'élevages affichant un niveau de bien-être supérieur. Les autres profils n'offrent pas de telles opportunités (faible consentement à payer pour l'attribut bien-être ou végétariens non consommateurs).

Cependant de nombreuses critiques apparaissent face à de telles évaluations et sont présentées ici avant d'aborder la question de la mesure de la demande pour la prise en compte de la douleur des animaux.

D'abord certains auteurs mettent en évidence la difficulté d'un tel exercice pour les personnes interrogées, limitant ainsi la portée des résultats obtenus. Schröder et McEachern (2004) mettent en évidence des conflits de valeur pour les consommateurs. Ils soulignent la difficulté d'envisager l'idée d'une vie agréable pour l'animal (et de révéler un consentement à payer pour cela) sachant que l'animal sera abattu puis consommé ensuite. De tels conflits de valeurs peuvent conduire le consommateur à un évitement de la connexion cognitive. En d'autres termes, le consommateur ne peut valoriser l'attribut bien-être lors de son acte d'achat. Schnettler *et al.* (2009) insistent sur le fait que, malgré l'importance que les consommateurs interrogés révèlent attribuer au bien-être animal, aucune étude n'a pu conclure sur l'importance de cet attribut sur le comportement réel d'achat de la viande.

Vanhonacker *et al.* (2008) soulignent cet écart entre déclaration et comportement d'achat. Dans leur analyse, cet écart peut signifier soit un manque d'information du consommateur, (comme souligné dans une enquête européenne par 89,3 % des européens enquêtés-étude Euro-baromètre, 2005) qui doit être comblé par un étiquetage adapté, soit une dualité entre le citoyen qui se veut porteur d'un certain nombre de valeurs et le consommateur qui recherche souvent les produits les moins chers, indépendamment des méthodes de productions utilisées.

[14]On a vu dans la section précédente que parmi les démarches existant déjà peu s'intéresse exclusivement à l'attribut bien-être (Veissier et al., 2008) mais lui associe d'autres attributs, ce qui fausserait une mesure directe de sa valeur sur le marché.

Ensuite, Mann (2005) discutant la nature même de l'attribut bien-être animal (bien public ou privé) remet en cause l'utilisation de la méthode d'évaluation contingente pour l'évaluation du bien-être animal. Cette méthode implique de proposer aux personnes interrogées un véhicule de paiement. Selon la nature du bien retenue ce véhicule de paiement changera : ce sera soit une taxe (impôt par les pouvoirs publics) ou un surcoût du produit final sur le marché ou les deux à la fois, ce qui complique encore l'exercice d'évaluation pour le consommateur.

Enfin, et ceci constitue peut être la principale critique, d'autres auteurs s'interrogent sur la définition du bien-être animal retenue par les personnes interrogées dans de telles enquêtes. Harper et Henson (2001) montrent à partir d'entretiens menés avec différents groupes de consommateurs que le bien-être des animaux est largement associé à une qualité accrue du produit final, en terme notamment de qualité sanitaire et gustative, ce qui est d'ailleurs souvent constaté dans les démarches existant déjà. Le terme bien-être animal devient alors un indicateur de qualité (au sens large) des produits animaux. L'existence d'un tel lien dans l'esprit des consommateurs (qui n'existe pas forcément dans la réalité de l'élevage et dépend du niveau de bien-être) explique ainsi les évaluations élevées du bien–être animal obtenues. Bernués et al. (2003) confirment ces résultats. Ils montrent qu'un étiquetage, faisant apparaître des informations concernant les méthodes de production des animaux, pourrait être important pour les consommateurs européens. Mais ils montrent également que les informations les plus importantes pour les consommateurs restent l'origine de production et la date limite de consommation. Les personnes interrogées pour lesquelles les méthodes de production sont essentielles, sont celles pour lesquelles les questions de sécurité alimentaire, nutrition ou santé sont importantes. Les méthodes de production apparaissent là encore comme un indicateur global de qualité.

Dans le même ordre d'idée, Dickinson *et al.* (2003) montrent la complémentarité existant pour les consommateurs aux Etats-Unis et au Canada entre traçabilité, sécurité sanitaire et bien-être animal. Seule la complémentarité de ces trois attributs pour un produit donné assure une rémunération sur le marché.

Quelle serait la valorisation économique sur le marché de la gestion de la douleur animale en élevage ? Aucune étude n'aborde cette question. Il est logique de penser que les consommateurs continueraient à associer gestion de la douleur animale et meilleure qualité du produit. Or certaines solutions de gestion de la douleur animale peuvent dans certains cas contrarier cette association. En effet, dans certaines situations d'élevage des solutions faisant appel aux biotechnologies - comme l'utilisation de l'immunocastration pour remplacer la castration chirurgicale sans anesthésie des porcelets (voir Chapitre 5) - posent la question de leur acceptabilité par les consommateurs. La demande de prise en compte de la douleur en élevage est-elle suffisante pour vaincre les réticences des consommateurs face aux biotechnologies ? Les mêmes questions se posent face à des solutions de traitements antalgiques systématiques des animaux en élevage et des résidus potentiels dans les produits animaux. Des études de cas précis seront donc nécessaires. Les quelques études qui existent seront présentées dans le Chapitre 5 qui décrit les solutions envisageables pour la gestion de la douleur des animaux en élevage.

Ainsi, quantifier une ou plusieurs demandes pour la prise en compte de la douleur des animaux en élevage n'est pas évident. Les évaluations de la demande (par enquête) qui ont été menées sur le bien-être des animaux sont très critiquées de par la nature même de la méthode utilisée (préférences révélées dans un contexte hypothétique) ou du fait de la nature de l'attribut concerné. Concernant la demande précise des consommateurs, les associations réalisées par les consommateurs entre attributs (entre bien-être des animaux et qualité sanitaire ou organoleptique) restent problématiques. Des telles associations sont parfois loin de la réalité de l'élevage et ne permettent pas d'étendre les résultats précédemment obtenus à l'attribut douleur des animaux.

1.3.3.3. Quelles conséquences économiques internationales de la prise en compte réglementaire de la douleur animale ?

Quelles seraient les conséquences pour une filière de la prise en compte de la douleur des animaux en élevage ? Aucune publication visant à chiffrer un exemple précis de prise en charge de la douleur dans un type d'élevage particulier concernant une pratique douloureuse pour les animaux dans une zone géographique particulière n'est disponible à ce jour. Mais il est raisonnable de penser que la gestion de la douleur en élevage est potentiellement source de surcoûts de production. Si de tels surcoûts existent, et en cas d'absence de rémunération directe sur le marché (domestique et/ou international) des produits respectant les nouvelles réglementations, les filières animales vont se trouver mises en difficulté du fait d'une perte de compétitivité sur les marchés internationaux. Face à ces difficultés, des délocalisations de production par exemple seraient à craindre. Quels seraient alors les recours possibles pour les pouvoirs publics pour éviter de tels comportements ?

Devant ces difficultés, et comme cela avait été envisagé par l'Union Européenne en 2006 (Commission européenne, 2006), les Etats imposant une réglementation plus stricte concernant la prise en compte de la douleur des animaux en élevage peuvent envisager différentes stratégies : i) interdire l'importation de produits ne respectant pas la législation imposée ou les taxer à l'entrée du marché ; ii) mettre en place un étiquetage des produits (qu'il soit positif pour les produits respectant la réglementation ou négatif pour les produits ne la respectant pas).

Un bref rappel des principales règles de l'OMC qui nous seront utiles est nécessaire pour pouvoir analyser rapidement ces stratégies. Le principe de base de l'accord du GATT (*General Agreement on Tarifs and Trade*) est la non discrimination des produits sur un marché donné. Plusieurs articles assurent ce point :

- L'article I prévoit le traitement général de la nation la plus favorisée. Ainsi il n'est pas possible de traiter différemment des produits identiques issus d'origines différentes.
- L'article III.4 spécifie que les produits importés doivent être soumis aux mêmes traitements que les produits semblables d'origine nationale.

Dans ces deux articles la notion de produits semblables (« *like products* ») est essentielle. Il apparaît que les différences dans les méthodes de production qui conduisent à des produits finaux identiques ne sont pas différentiables à l'OMC. Seules des différences de méthodes de production permettant d'éviter la mort d'espèces menacées ont été récemment reconnues comme recevables et ont permis de différencier des produits considérés jusque là comme identiques (Archibald, 2008). Par contre, des méthodes de production plus respectueuses du bien-être des animaux ne sont pas considérées comme produisant des produits différents (Grethe, 2007; Hobbs et al., 2002). Qu'en est-il pour la prise en compte de la douleur des animaux ? Il est raisonnable de penser qu'une prise en compte de la douleur des animaux dans les élevages n'aura pas d'incidence sur le produit final qui restera semblable (ce point sera discuté dans le Chapitre 5 de ce rapport, puisque selon les solutions de gestion de la douleur proposée des nuances seront apportées). Dans tous les cas, il semble est difficile de justifier une interdiction d'importation ou une taxation à l'import du fait de cette notion de produits semblables.

- L'article XX du GATT prévoit que les restrictions au commerce « ne doivent pas constituer un moyen de discrimination arbitraire ou injustifiée entre les pays ».

Seules quelques exceptions sont permises pour certaines mesures : les mesures nécessaires à la protection de la morale publique (article XXa), les mesures nécessaires à la protection de la santé humaine, animale, ou végétale (article XXb), les mesures relatives à la conservation des ressources naturelles menacées (XXg)(Hobbs et al., 2002). Le respect du bien-être animal pourrait être concerné par la notion de santé animale de l'article XXb, et par extension la question de la douleur des animaux. Mais le cas crevette/tortue traité par l'OMC (Archibald, 2008) montre qu'une telle exception n'est défendable à l'OMC que s'il existe au préalable un standard international reconnu en matière de bien-être des animaux ou de douleur des animaux.

Plus récemment, les accords SPS (Sanitaire et phytosanitaire) et OTC (Obstacles techniques au commerce) permettent aux Etats d'adopter des mesures restrictives au commerce sous certaines conditions. L'adoption d'une telle mesure par un Etat donne lieu à une notification officielle à l'OMC.

Les accords SPS concernent les mesures « nécessaires pour protéger la santé humaine, animale ou des plantes dans le pays ». De telles mesures doivent se baser sur une justification scientifique du risque concerné ou sur les standards internationaux reconnus par les institutions internationales. Il est peu probable que les produits provenant de pays dans lesquels les méthodes de production sont peu respectueuses du bien-être animal ou de la douleur des animaux soient une menace pour la santé humaine ou celle d'espèces animales.

Dans le cas de méthodes d'élevage respectueux du bien-être animal ou plus spécifiquement de la douleur animale, les standards reconnus par l'OIE sont donc essentiels pour la stratégie internationale (Fraser, 2008). A l'heure actuelle, certains standards de l'OIE portant sur le bien-être animal et intégrant quelques éléments relatifs à la douleur des animaux existent. Ces standards sont au nombre de 6 aujourd'hui et concernent le transport des animaux par voie terrestre, par voie maritime, par voie aérienne, l'abattage des animaux destinés à la consommation humaine, la mise à mort d'animaux à des fins de contrôle sanitaire et le contrôle des populations de chiens errants. Concernant les aspects de prise en compte du bien–être animal ou plus précisément de la douleur pendant la période d'élevage, touchant ainsi aux méthodes de production, seuls des rapports techniques montrant l'intérêt de l'OIE pour cette question sont disponibles à l'heure actuelle. Aucun standard international dans ce domaine n'a été adopté.

Dans le cadre de l'accord OTC, un étiquetage des méthodes de production pourrait être envisagé mais il nécessite également un accord international préalable ou l'adoption d'un standard par l'OIE (Hobbs et al., 2002). De tels standards pourraient permettre aux Etats de disposer d'un cadre international précis pour la mise en œuvre d'une politique d'étiquetage pertinente et adaptée sur la question de la prise en compte de la douleur des animaux (Thiermann & Babcock, 2005). Un tel cadre international permettrait et simplifierait ainsi les choix informés des consommateurs.

En attendant une position officielle de l'OIE pour justifier une stratégie internationale, il demeure la possibilité de négocier des accords multilatéraux entre pays pour harmoniser les méthodes d'élevage qui seraient reconnues comme standards internationaux. Sur la question du bien-être des animaux, les pays en développement ont déjà fait savoir que cette question n'était pas leur priorité à l'heure actuelle et qu'ils travaillaient davantage sur la question de la réduction de la pauvreté dans leurs pays (Grethe, 2007).

L'existence d'un standard international pourrait alors justifier une stratégie d'étiquetage sur le marché, qu'elle soit volontaire ou obligatoire (Grethe, 2007). Un étiquetage volontaire positif, signalant par exemple le respect du bien-être animal ou par extension la prise en compte de la douleur des animaux serait alors envisageable. L'union européenne envisage de mettre en place un tel étiquetage, harmonisé à l'échelle européenne, pour informer les consommateurs du respect du bien-être animal au-delà du niveau règlementaire. Une telle démarche pourrait également être initiée par des acteurs privés comme la grande distribution et ne serait pas concerné par les règles de l'OMC. Cette solution est envisageable si une demande précise émanent d'une partie des consommateurs existe. Si cette demande émane des citoyens et devient un choix de société, elle devra être prise en compte par les pouvoirs publics avec mise en place d'un étiquetage négatif *(i.e.* produit ne respectant pas le réglementation sur la douleur animale) obligatoire (Swinbank, 2006). Dans ce cas, la nouveauté (ou la spécificité) du produit ainsi mis en évidence devra être prouvée. Or si la seule différence réside dans les méthodes de production, elle ne sera pas recevable à l'OMC.

De cette analyse il apparaît donc qu'il semble difficile de prendre en compte les attentes des consommateurs ou citoyens en matière de bien-être des animaux et par extension de la douleur des animaux à l'échelle d'un pays du fait du contexte international. Les règles de l'OMC visant à éviter les comportements protectionnistes des pays, laissent peu de place aux attentes éthiques

sociales appliquées aux méthodes d'élevage des animaux. Seules les réouvertures des négociations de l'article XX, des accords SPS et/ou TBT pourraient permettre de redéfinir les notions de produits semblables (*like products*) et de méthodes de production, peu compatibles à l'heure actuelle avec les préoccupations éthiques des consommateurs en général, qu'elles soient ou non appliquées à l'élevage.

1.4. Conclusion

Que dégager de cette première partie du rapport qui implique une grande diversité des disciplines (philosophie, droit, éthique, économie, histoire, anthropologie, zootechnie) et de références bibliographiques ?

Un certain nombre de points sont à retenir :

- La douleur des animaux est une préoccupation ancienne mais l'acuité de cette question aujourd'hui est liée à l'intérêt croissant pour la douleur humaine et aux pratiques de l'élevage intensif ou industriel ;
- La question des frontières entre douleur, souffrance et bien-être, se pose mais ne doit pas servir à masquer un problème de plus en plus insistant dans la sensibilité collective ;
- La douleur des animaux de ferme aujourd'hui n'est plus seulement une question de professionnels de l'élevage mais implique de nombreux porteurs d'enjeux, et nécessite une prise en compte des éthiques animales ;
- L'animal est reconnu par le droit comme un être sensible : cette reconnaissance devrait logiquement avoir de plus en plus d'incidence en termes juridiques sur la limitation de la douleur ;
- L'acceptation du coût de prise en compte de la douleur des animaux par les consommateurs et le marché apparaît peu claire.

La conclusion essentielle est qu'il semble y avoir un faisceau convergent d'arguments permettant d'estimer que la douleur des animaux est devenue pour la sensibilité collective bien plus difficilement acceptable que dans un passé encore assez récent.

Il existe cependant une incertitude concernant les modalités effectives de traduction de cette préoccupation au plan juridique et surtout économique.

1.5. Références bibliographiques

Aarestrup F.M., Hasman H., Jensen L.B., Moreno M., Herrero I.A., Dominguez L., Finn M., Franklin A. (2002). Antimicrobial resistance among enterococci from pigs in three European countries. *Applied & Environmental Microbiology* 68(8): 4127-4129.

Agulhon M. (1981). Le sang des bêtes. Le problème de la protection des animaux en France au XIXe siècle. *Romantisme* 31: 81-109.

Alauze E. (1976). La loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature *Gazette du Palais* 2° sem.(doctrine): 686.

Anil L., Anil S.S., Deen J. (2005). Pain detection and amelioration in animals on the farm: issues and options. *Journal of applied animal welfare science* 8(4): 261-278.

Antoine S. (1994). Un animal est-il une chose ? *Gazette du Palais* 1° sem.(doctrine): 594.

Antoine S. (1996). Le droit de l'animal: évolution et perspectives *Recueil Dalloz* 15(11): 126-130.

Antoine S. (2005). Rapport sur le régime juridique de l'animal, Ministère de la Justice: 50 p.

Antoine S. (2007). Le droit de l'animal, coll. Bibliothèque de droit, Legis-France, Paris, 380 p.

Antoine S., Nouët J.C. (2003). La fondation Ligue française des droits de l'animal: son histoire, son oeuvre, Ligue Française des Droite de l'Animal, Paris, 94 p.

Aouij-Mrad A. (2002). La perception sociale de la mort et de la douleur. *Journal International de Bioéthique* 13(1): 16-31.

Archibald C.J. (2008). Forbidden by the WTO? Discrimination against a product when its creation causes harm to the environment or animal welfare. *Natural Resources Journal* 48(1): 15-51.

Arluke A. (1991). The ethical thinking of animal researchers: problems and prospects. *New Biologist* 3(1): 1-2.

Arluke A. (1999). Uneasiness among laboratory technicians. *Occupational Medicine* 14(2): 305-316.

Arluke A., Sanders C. (1996). Regarding animals, Temple University Press, Philadelphia, 218 p.

Armstrong S.J., Botzler R.G. (2003). The animal ethics reader, Routledge, 588 p.

Aubry-Damon H., Grenet K., Sall-Ndiaye P., Che D., Cordeiro E., Bougnoux M.E., Rigaud E., Le Strat Y., Lemanissier V., Armand-Lefevre L., Delzescaux D., Desenclos J.C., Lienard M., Andremont A. (2004). Antimicrobial resistance in commensal flora of pig farmers. *Emerging Infectious Diseases* 10(5): 873-879.

Audoin-Rouzeau F. (2003). Les chemins de la peste : le rat, la puce et l'homme, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 371 p.

Auffret van der Kemp T., Nouët J.C. (2008). Homme et animal : de la douleur à la cruauté L'Harmattan, 176 p.

Augé-Laribé M. (1950). La politique agricole de la France de 1880 à 1940, PUF, Paris, 483 p.

Avril F. (1967). L'abattage humanitaire des animaux de boucherie, Service Vétérinaire, Romantisme: 133 p.

Baillet I. (1880). Traité de l'inspection des viandes de boucherie considéré dans ses rapports avec la zootechnie, la médecine vétérinaire et l'hygiène publique, Asselin et Cie, Paris.

Baratay E. (1996). L'église et l'animal (France, XVIIe-XXe siècle), Le Cerf, Paris, 382 p.

Baratay E. (2008). La société des animaux. De la révolution à la libération, La Martinière, Paris.

Baroin C. (2003). Les Toubou du Sahara central, Vents de sable, Paris, 171 p.

Barrau J. (1983). Les Hommes et leurs aliments. Esquisse d'une histoire écologique et ethnologique de l'alimentation humaine, Temps actuels, Paris, 378 p.

Bauer J. (1996). La nourriture cacher, coll. Que sais-je ?, vol 3098, Presses Universitaires de France, Paris, 127 p.

Beers D.L. (2006). For the Prevention of cruelty. The history and legacy of animal rights activism in the United States, Swallow Press, Ohio University Press, Athens, Ohio, 312 p.

Beffa M.L., Hamayon R. (1984). Le renard : tours, détours et retours, coll. Etudes mongoles et sibériennes, vol Cahier 15, Université de Paris X, Nanterre, 230 p.

Beignier B. (2008). Accompagner dans la mort *Droit de la famille* 12: 1.

Belt A.H.M. (1984). A survey of mental stress in dairy farming, coll. Publikatie, Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, 42 p.

Benkheira M.H. (1996). Chairs illicites en islâm. Essai d'interprétation anthropologique de la notion de *mayta Studia islamica* 84: 5-33.

Benkheira M.H. (1997). Alimentation, altérité et socialité. Remarques sur les tabous alimentaires coraniques *Archives européennes de sociologie* 38(2): 237-287.

Benkheira M.H. (2000). Islam et interdits alimentaires: juguler l'animalité, Presses Universitaires de France, Paris, 219 p.

Bennett R. (1995). The value of farm animal welfare. *Journal of Agricultural Economics* 46(1): 46-60.

Bennett R., Blaney R. (2002). Social consensus, moral intensity and willingness to pay to address a farm animal welfare issue. *Journal of Economic Psychology* 23(4): 501-520.

Bentham J. (1789). An introduction to the principles of morals and legislation, vol Chapter VII, section 1, note 2, Legal Classics Library, 9 p.

Benveniste E. (1969a). Le vocabulaire des institutions indo-européennes, tome 1. Economie, parenté, société, coll. Le sens commun, Editions de Minuit, Paris, 380 p.

Benveniste E. (1969b). Le vocabulaire des institutions indo-européennes, tome 2. Pouvoir, droit, religion, coll. Le sens commun, Editions de Minuit, Paris, 344 p.

Bergeaud-Blackler F. (2008). L'encadrement de l'abattage rituel industriel dans l'union européenne : limites et perspectives. *Politique européenne* 24(1): 103-122.

Bermond B. (2003). The myth of animal suffering. *In* The animal ethics reader, (Armstrong S.J., Botzler R.G., eds.), Routledge: 79-85.

Bernués A., Olaizola A., Corcoran K. (2003). Labelling information demanded by European consumers and relationships with purchasing motives, quality and safety of meat. *Meat Science* 65(3): 1095-1106.

Bernus E., Durou J.M. (2002). Les Touaregs, coll. Initiation cultures nomades, Vents de sable, Paris, 171 p.

Blancou J. (2000). Histoire de la surveillance et du contrôle des maladies animales transmissibles, coll. Le sens commun, OIE, Paris, 384 p.

Blandford D., Boisvert R.N., Fulponi L. (2003). Nontrade concerns: Reconciling domestic policy objectives with freer trade in agricultural products. *American Journal of Agricultural Economics* 85(3): 668-673.

Blokhuis H.J., Keeling L.J., Gavinelli A., Serratosa J. (2008). Animal welfare's impact on the food chain. *Trends in Food Science and Technology* 19(Suppl 1): S79-S87

Bolot F. (2003). La prise en charge de la douleur, des souffrances en fin de vie. *Gazette du Palais* 78(19 mars 2003): 7.

Bon J. (1925). De l'anesthésie locale et régionale chez les animaux domestiques, s.e., Villefranche.

Bonnemaire J. (2000). Enjeux sur les savoirs et les objects de la zootechnie : l'élevage entre science, technologie, nature et société. *C.R. Acac. Agric. Fr.* 87(4): 237-260.

Bonnieux F. (1998). Principes, mise en oeuvre et limites de la méthode d'évaluation contingente. *In* Méthodes d'évaluation économique des biens environnementaux, (ScientifiqueMarseille I.D.d.E.P.d.I., ed.), De Boeck University, Bruxelles (BEL): 47-90.

Bonte P., Brisebarre A.M., Gokalp A. (1999). Sacrifices en islam. Espaces et temps d'un rituel, CNRS, Paris, 465 p.

Booth N.J., Lloyd K. (2000). Stress in Farmers. *International Journal of Social Psychiatry* 46(1): 67-73.

Borghetti C., Magarolas R., Badorrey I., Radon K., Morera J., Monso E. (2002). Sensitization and occupational asthma in poultry workers. *Medicina Clinica* 118(7): 251-255.

Bourdon J.P. (2003). Recherche agronomique et bien-être des animaux d'élevage : histoire d'une demande sociale *Histoire et sociétés rurales* 19: 221-239.

Bressou C. (1970). Histoire de la médecine vétérinaire, PUF, Paris.

Brisebarre A.M. (1996). Bergers des Cévennes : histoire et ethnographie du monde pastoral et de la transhumance en Cévennes, Espace Sud, Presses des Baronnies, Montpellier, 192 p.

Brisebarre A.M. (1998a). La Fête du mouton. Un sacrifice musulman dans l'espace urbain, CNRS éditions, Paris, 351 p.

Brisebarre A.M. (1998b). Mort et mise à mort des animaux. *Etudes rurales* 147-148.

Bruguière J.M. (2007). Petite promenade, entre droit des biens et contrats spéciaux, en compagnie du meilleur ami de l'homme, note sous TGI Avignon, 26 sept. 2007 *Recueil Dalloz* 42: 2989-2991.

Buczaj A. (2008). Studies of the level of farmers' exposure to dust on private farms - Based on fraction analyses. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 15(1): 79-84.

Burgat F. (1997). La protection de l'animal, coll. Que sais-je ?, 3147, Presse Universitaire de France, 127 p.

Burgat F. (2001). Bien-être animal : la réponse des scientifiques. *In* Les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être ? , (Burgat F., Dantzer R., eds.), Un point sur... , INRA Éditions, Paris: 105-133.

Burgat F. (2006). Liberté et inquiétude de la vie animale, Editions Kimé, Paris, 311 p.

Burgat F., Garapon A., Hermitte M.A. (2001). L'animal sujet de droit. *In* Les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être ? , (Burgat F., Dantzer R., eds.), Un point sur... , INRA Éditions, Paris: 135-147.

Caillé A. (2007). La quête de reconnaissance : nouveau phénomène social total, coll. Textes à l'appui, La Découverte, Paris, 302 p.

Callu M.F. (2004). Les mots de la fin de vie : cessation de traitement, sédation, euthanasie active ou passive, en quoi ces mots heurtent-ils notre droit français ? *Gérontologie et société* 108: 89.

Canevet C. (1992). Le modèle agricole breton, Presses Universitaires de Rennes.

Caprioli A., Martelli F., Ostanello F., Di Bartolo I., Ruggeri F.M., Del Chiaro L., Tolari F. (2007). Detection of hepatitis E virus in Italian pig herds. *Veterinary Record* 161(12): 422-423.

Carbonnier J. (2002). Droit civil. Tome 2 : les biens, les obligations, coll. Quadrige Manuels, Presses universitaires de France, Paris.

Carlsson F., Frykblom P., Lagerkvist C.J. (2007a). Consumer willingness to pay for farm animal welfare: mobile abattoirs versus transportation to slaughter. *European Review of Agricultural Economics* 34(3): 321-344

Carlsson F., Frykblom P., Lagerkvist C.J. (2007b). Farm Animal Welfare - testing for market failure. *Journal of Agricultural & Applied Economics* 39(1): 61-73.

Cartry M. (1987). Sous le masque de l'animal: essais sur le sacrifice en Afrique noire, Presses Universitaires de France, Paris, 380 p.

Cassin B., Labarrière J.L. (1987). L'Animal dans l'Antiquité, coll. Histoire de la Philosophie, (Romeyer Dherbey G., ed.), Librairie Philosophique J. Vrin, Paris, 618 p.

Castignone S. (1988). Concept de personne et droits des animaux *In* Homme, Animal, Société. Tome 2 : Droit et animal, IEP Toulouse: 325-.

Cavalieri P. (2000). Les droits de l'homme pour les grands singes non humains ? *Le Débat* 108: 156-.

Cavalieri P., Dauzat P.E. (2000). Humanité et égalité. *Le Débat* 109: 100-136.

Cavalieri P., Singer P. (1993). The Great ape project: equality beyond humanity, St. Martin's Griffin, New York, 312 p.

Centola B. (1999). Le città del mare. La pesca con le tonnare in Italia, coll. I velieri, Avagliano, 168 p.

Chandler J.D., Riddell M.A., Li F., Love R.J., Anderson D.A. (1998). Serological evidence for swine hepatitis E virus infection in Australian pig herds, Parkville, Australia, Sep 24-26: 95-105.

Chanteur J. (1993). Du droit des bêtes à disposer d'elles-mêmes, Le Seuil, 182 p.

Chapouthier G. (1990). Au bon vouloir de l'homme, l'animal, coll. Médiations, Denoël, 314 p.

Chapouthier G. (1992). Les droits de l'animal, coll. Que sais-je ?, vol 2670, PUF, Paris, 127 p.

Chapouthier G. (2001). L'homme, ce singe en mosaïque, coll. Sciences, Editions Odile Jacob, 208 p.

Chapouthier G., Nouët J.C. (1998). The universal declaration of animal rights, comments and intention, Editions Ligue Française des Droits de l'Animal, 96 p.

Chareix F. (1999). L'animal, entre personne et chose? . *Revue de synthèse* 120(4): 511-544.

Chevalier L. (1958). Classes laborieuses, classes dangereuses à Paris pendant la première moitié du XXe siècle, Plon, 566 p.

Chevance A., Moulin G. (2009). Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2007, AFSSA, MAAP: 38 p. http://www.anmv.afssa.fr/Documents%202009/RapportATB2007Final.pdf

Chevillon P., Mircovich M., Dubroc S., Fleho J.Y. (2004). Euthanasie en élevage de porcs. *Techni Porc* 27(4): 21-27.

Chilton S., Burgess D., Hutchinson W.G. (2006). The relative value of farm animal welfare. *Ecological Economics* 59(3): 353-363.

Christen Y. (2009). L'animal est-il une personne ?, Flammarion, Paris, 537 p.

Coelho J. (2006). Droits des malades et fin de vie : une passerelle législative vers l'euthanasie indirecte à la morphine *Gazette du Palais* 81(22 mars 2008): 13.

Coleman G. (2007). Public perceptions of animal pain and animal welfare, *Animal Welfare Science Summit on Pain and Pain Management*, Melbourne, 2007/05/18, Australian Veterinary Association

Coleman G.J., Hemsworth P.H. (2001). Selection of stockpeople to improve productivity, Adelaide, Australia, Nov 25-28, Cranwell P.D., ed., Australasian Pig Science Assoc: 46-46.

Coleman G.J., Hemsworth P.H., Hay M., Cox M. (2000). Modifying stockperson attitudes and behaviour towards pigs at a large commercial farm. *Applied Animal Behaviour Science* 66(1-2): 11-20.

coll. (1985). Le monde animal et ses représentations au Moyen-Age (XIe-XVe siècles), *15. Congrès de la Société des historiens médiévistes de l'enseignement supérieur public*, Toulouse, 1984/05/25-26, Université de Toulouse - Le Mirail, Services des Publications.

coll. (2006). Etude "expérimentation animale", coll. Dictionnaire permanent bioéthique et biotechnologies, Editions législatives, 899 p.

coll. (2008). Pain and pain management - Overview - Chapter 1. *In* Scientific assessment and management of animal pain, (Mellor D.J. *et al.*, eds.), 10, OIE (World Organisation for Animal Health), Paris: 11-78.

Collet S. (1987a). « Faire de la parenté, faire du sang » : Logique et représentations de la chasse à l'espadon. *Etudes rurales* 115-116: 223-250.

Collet S. (1987b). La croix et la part : rituel de mort et rituel de partition dans la chasse à l'espadon. *Anthropozoologica* n° spécial : La découpe et le partage du corps à travers le temps et l'espace: 39-44.

Collet S. (1993). Uomini e pesce. La caccia al pesce spada tra Scilla e Cariddi Maimone Editore, Catane, 184 p.

Consolo V. (1986). La Pesca del tonno in Sicilia, Sellerio, Palerme, 200 p.

Conti A. (1999). L'Océan, les bêtes et l'homme, ou l'ivresse du risque, Payot & Rivages, Paris, 369 p.

Corbin A. (1995). Le village des cannibales, coll. Champs Histoire, Flammarion, Paris, 208 p.

Corbin A., Courtine J.-F., Vigarello G. (2005). Histoire du corps, coll. L'univers historique, 3 vols., Seuil, Paris, 1537.

Cottingham J. (1978). "A brute to the brutes ?" : Descartes' treatment of animals. *Phylosophie* 53(206): 551-559.

Cottingham J. (1992). The Cambridge companion to Descartes, Cambridge University Press, 456 p.

Cottingham J. (1994). Reason, will, and sensation: studies in Descartes's metaphysics Oxford University Press, 352 p.

Cottingham J. (2000). Descartes: la philosophie cartésienne de l'esprit, Edition du Seuil, 84 p.

Croney C.C., Millman S.T. (2007). The ethical and behavioral bases for farm animal welfare legislation. *Journal of Animal Science* 85(2): 556-565.

Cronon W. (1991). Nature's Metropolis: Chicago and the Great West W.W. Norton & Co, New York, 592 p.

Cyrulnik B. (1998). Si les lions pouvaient parler. Essais sur la condition animale, coll. Quarto, Gallimard, Paris, 1540 p.

Daigueperse C. (1981). L'animal, sujet de droit, réalité de demain *Gazette du Palais* 1(doctrine): 160.

Dalphin J.C. (1996). Obstructive chronic bronchitis in dairy farmers. *Revue Des Maladies Respiratoires* 13(6): 575-581.

Dalphin J.C., Dubiez A., Monnet E., Gora D., Westeel V., Pernet D., Polio J.C., Gibey R., Laplante J.J., Depierre A. (1998). Prevalence of asthma and respiratory symptoms in dairy farmers in the French province of the Doubs. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 158(5): 1493-1498.

Danti-Juan M. (1989). Les infractions se rapportant à l'animal en tant qu'être sensible. *Revue de droit rural* 177: 449-456.

Dantzer R. (2001). Comment les recherches sur la biologie du bien-être animal se sont-elles construites ? . *In* Les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être ?, (Burgat F., Dantzer R., eds.), Quae, Paris: 85-103.

Dantzer R. (2002). Can farm animal welfare be understood without taking into account the issues of emotion and cognition? *Journal of Animal Science* 80(E-Suppl_1): E1-9.

Davis H. (1992). The inevitable bond : examining scientist-animal interactions Cambridge University Press, United Kingdom, 413 p.

de Deus N., Casas M., Peralta B., Nofrarias M., Pina S., Martin M., Segales J. (2008). Hepatitis E virus infection dynamics and organic distribution in naturally infected pigs in a farrow-to-finish farm. *Veterinary Microbiology* 132(1-2): 19-28.

de Fontenay E. (2008). Sans offenser le genre humain : Réflexions sur la cause animale, Albin Michel, 213 p.

de Heusch L. (1986). Le Sacrifice dans les religions africaines, coll. Bibliothèque des sciences humaines, Gallimard, Paris, 354 p.

Deary I.J., Willock J., McGregor M. (1997). Stress in farming. *Stress Medicine* 13(2): 131-136.

Debatisse M. (1963). La révolution silencieuse, Calmann Levy, 277 p.

Debru A. (2001). Les éléments de la compassion : analyse de l'euthanasie animale et humaine. *Etudes sur la mort* 120(2): 27-33.

Dechambre P. (1928). Zootechnie générale, 4 ed., La Maison rustique.

Dejours C. (1993). Travail, usure mentale: de la psychopathologie à la psychodynamique du travail, Bayard, Paris, 263 p.

Dejours C. (1995). Comment formuler une problématique de la santé en ergonomie et en médecine du travail ? . *Travail Humain* 58(1): 1-16.

Dejours C. (2001). Subjectivity, labour and action. *Pensee*(328): 7-+.

Dejours C. (2005). Nouvelles formes de servitude et suicide. *Travailler* 13: 53-73.

Delaby L. (1980). L'Ours, l'Autre de l'Homme, coll. Etudes mongoles et sibériennes, vol Cahier 11, Université de Paris X, Nanterre, 242 p.

Delaunay J. (1930). L'élément douleur en medecine vétérinaire. Importance et avantages de l'anesthésie, emploi de quelques anesthésiques en médecine vétérinaire, imprimerie toulousaine Lion et fils, Toulouse.

Delomez X. (2004). Les pouvoirs de police en santé publique vétérinaire École nationale des services vétérinaires Marcy l'étoile, 338 p.

Delort R. (1984). Les Animaux ont une histoire, coll. Univers historique, Edition du Seuil, Paris, 391 p.

Descola P. (1993). Les affinités sélectives: alliance, guerre et prédation dans l'ensemble jivaro. *L'Homme* 126-128: 171-190.

Descola P. (1994). Pourquoi les Indiens d'Amazonie n'ont-ils pas domestiqué le pécari ? Généalogie des objets et anthropologie de l'objectivation *In* De la Préhistoire aux missiles balistiques. L'intelligence sociale des techniques, (Latour B., Lemonnier P., eds.), Collection "Recherches", La Découverte, Paris: 329-344.

Descola P. (1999). Diversité biologique, diversité culturelle *In* Nature sauvage nature sauvée ? Ecologie et peuples autochtones, Ethnies, 24-25: 213-235.

Descola P. (2005). Par-delà nature et culture, coll. Bibliothèque des Sciences Humaines, Gallimard, Paris, 623 p.

Desmoulin S. (2006). L'animal, entre science et droit, Presses Universitaires d'Aix-Marseille, 393 p.

Desmoulin S. (2007). L'animal, objet d'invention brevetable. *In* L'être humain, l'animal et la technique, (Chapouthier G., Parizeau M.H., eds.), Collection Bioéthique Critique, Presse Universitaire Laval, Quebec: 135-162.

Desmoulin S. (2008). Le droit de la santé animale et la politique communautaire : état des lieux et prospective *Gazette du Palais* 1: 57-59.

Despret V. (2002). Quand le loup habitera avec l'agneau, Les empêcheurs de penser en rond, Paris, 284 p.

Detienne M., Vernant J.P. (1979). La cuisine du sacrifice en pays grec, coll. Bibliothèque des histoires, Gallimard, Paris, 336 p.

Dickinson D., Hobbs J., Bailey D. (2003). A Comparison of US and Canadian Consumers' Willingness To Pay for Red-Meat Traceability, Utah State University, Department of Economics, 2003-06, 2003-06, Working Papers: 16 p. ftp://repec.bus.usu.edu/RePEc/usu/pdf/ERI2003-06.pdf

Diffloth P. (1914). Zootechnie spéciale, Librairie J.B. Baillère et fils.

Digard J.-P. (1988). Jalons pour une anthropologie de la domestication animale. *L'Homme* 28(108): 27-58.

Digard J.-P. (1990). L'homme et les animaux domestiques. Anthropologie d'une passion, coll. le temps des sciences, Fayard, Paris, 325 p.

Digard J.-P. (1999). Les français et leurs animaux, Fayard, Paris, 281 p.

Diry J.P. (1985). L'industrialisation de l'élevage en France, Editions Ophrys.

Donham K.J. (2000). The concentration of swine production. Effects on swine health, productivity, human health, and the environment. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 16(3): 559-597.

Dosman J.A., Lawson J.A., Kirychuk S.P., Cormier Y., Biem J., Koehncke N. (2004). Occupational asthma in newly employed workers in intensive swine confinement facilities. *European Respiratory Journal* 24(4): 698-702.

Douchez M.H. (2002). La perception sociale de la mort et de la douleur. *Journal International de Bioéthique* 13(1): 33-41.

Douglas M. (1971). De la Souillure : essai sur les notions de pollution et de tabou, Maspéro, Paris, 194 p.

Dubreuil C.M. (2003). Pour la Pacification des rapports entre tous les vivants: l'antispécisme. *La ricerca folklorica* 48: 119-134.

Duby G., Wallon A. (1976). Histoire de la France rurale : vol. 4. La fin de la France paysanne de 1914 à nos jours, Le Seuil, Paris, 666 p.

Dumont P. (2001). Les animaux dans l'Antiquité grecque, L'Harmattan, Paris, 473 p.

Dupire M. (1962). Peuls nomades: Étude descriptive des Wodaabe du Sahel Nigérien, Institut d'ethnologie, Paris, 336 p.

Durand B., Poirier J., Royer J.P. (1997). La douleur et le droit, PUF, Paris, 514 p.

Durand J.L. (1986). Sacrifice et labour en Grèce ancienne: essai d'anthropologie religieuse, La Découverte, Ecole française de Rome, Paris, 212 p.

Durand J.P., Baszanger I., Dejours C. (2000). Suffering in France - Trivialization of social injustice. *Sociologie Du Travail* 42(2): 313-340.

Ellen R.F., Fukui K. (1996). Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestication, Berg Publishers, Oxford, 664 p.

Emborg H.D., Baggesen D.L., Aarestrup F.M. (2008). Ten years of antimicrobial susceptibility testing of Salmonella from Danish pig farms. *J Antimicrob Chemother* 62(2): 360-363.

Emborg H.D., Vigre H., Jensen V.F., Vieira A.R., Baggesen D.L., Aarestrup F.M. (2007). Tetracycline consumption and occurrence of tetracycline resistance in Salmonella typhimurium phage types from Danish pigs. *Microb Drug Resist* 13(4): 289-294.

Erikson P. (1987). De l'apprivoisement à l'approvisionnement : chasse, alliance et familiarisation en Amazonie amérindienne. *Techniques & culture* 9: 106-140.

Evans-Pritchard E.E. (1968). Les Nuer. Description des modes de vie et des institutions politiques d'un peuple nilote, Gallimard, Paris, 312 p.

Fabre-Vassas C. (1994). La Bête singulière. Les juifs, les chrétiens, et le cochon, coll. Bibliothèque des sciences humaines, Gallimard, Paris, 418 p.

Farjat G. (2002). Entre les personnes et les choses, les centres d'interêts (prolegomenes pour une recherche). *Revue trimestrielle de droit civil* 221.

Faure M. (1966). Les paysans dans la société française, coll. U, Armand Collin, Paris, 344 p.

Faye B. (1990). Eleveurs d'Ethiopie, coll. Economie et Développement, Karthala, Paris, 194 p.

Ferrières M. (2002). Histoire des peurs alimentaires. Du Moyen Âge à l'aube du XX^{è} siècle, coll. L'Univers historique, Editions du Seuil, Paris, 472 p.

Ferry L. (1992). Le nouvel ordre écologique: l'arbre, l'animal et l'homme, Grasset, Paris, 274 p.

Ferry L., Germé C. (1994). Des animaux et des hommes , anthologie des textes remarquables écrits sur le sujet du XVe siècle à nos jours, coll. Le Livre de Poche, 4164, LGF, Paris, 522 p.

Fodera V. (1961). La Madrague sicilienne de course. *Etudes et revues, FAO* 15.

Fontaine A., Huguier A. (1921-1924). Nouveau dictionnaire vétérinaire, médecine, chirurgie, thérapeutique, législation sanitaire et sciences qui s'y rapportent, JB Baillière, Paris.

Fourniès A. (1942). L'abattage moderne des animaux de boucherie et des animaux de basse-cour, imprimerie toulousaine, Toulouse.

Franklin A. (1999). Animals and modern cultures. A sociology of human-animal relations in modernity, Sage Publications Ltd, London, 224 p.

Fraser D. (2008). Toward a global perspective on farm animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 113(4): 330-339.

Fulponi L. (2006). Private voluntary standards in the food system: The perspective of major food retailers in OECD countries *Food Policy* 31(1): 1-13.

Gaignard L., Charon A. (2005). Gestion de crise et traumatisme : les effets collatéraux de la "vache folle". De l'angoisse singulière à l'embarras collectif. *Travailler* 14: 57-71.

Gaille M. (2009). Inquiétude animale et inquiétude humaine. Enjeux ontologiques et éthiques de la différence entre les espèces. *Critique* 747-748(Libérer les animaux ?): 758-770.

Galiana C., Fernandez-Barredo S., Garcia A., Gomez M.T., Peerez-Gracia M.T. (2008). Short report: Occupational exposure to hepatitis E virus (HEV) in swine workers. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 78(6): 1012-1015.

Galwankar S., Clem A. (2009). Swine influenza A (H1N1) strikes a potenial for global disaster. *Journal of Emerging, Trauma & Shock* 2(2): 99-105.

Ganzfried C. (1987). Abrégé du Choul'hane Aroukh, 2 vols., Editions Colbo, Paris, 1134 p.

Gasparin A. (1843). Cours d'agriculture. Tome 1, La Maison rustique.

Gassiot O. (2002). L'animal, nouvel objet du droit constitutionnel *Revue Française de Droit Constitutionnel* 64: 703.

Gaudillière J.P. (2001). Echos d'une crise centenaire. *La Recherche* 339: 14-18.

Goffi J.Y. (1994). Le philosophe et ses animaux, du statut éthique de l'animal, Ed. Jacqueline Chambon, 335 p.

Goldman E. (2002). Antibiotic abuse in animal agriculture: Exacerbating drug resistance in human pathogens, *6th Annual Meeting on Chemical-Specific Adjustment Factors in Health Risk Assessment*, Newark, NJ, Nov 14-15: 121-134.

Goossaert V. (2005). L'interdit du boeuf en Chine : Agriculture, éthique et sacrifice, coll. Bibliothèque de l'Institut des hautes études chinoises, Inst. Hautes Etudes Chinoises, Paris, 319 p.

Goudeau J. (1932). De la douleur en pathologie vétérinaire, imprimerie toulousaine Lion et fils, Toulouse.

Gourdon P. (2003). Substance vénéneuse : la consommation de cannabis nécessaire à la sauvegarde de la santé : une application contestable de l'article 122-7 du code pénal. *Recueil Dalloz* 9: 584-586.

Gray G.C., Trampel D.W., Roth J.A. (2007). Pandemic influenza planning: Shouldn't swine and poultry workers be included? *Vaccine* 25(22): 4376-4381.

Grethe H. (2007). High animal welfare standards in the EU and international trade – How to prevent potential 'low animal welfare havens'? . *Food Policy* 32(3): 315-333.

Guéroult M. (1968). Descartes selon l'ordre des raisons, coll. Analyse et raison, 2 vols., Aubier-Montaigne, Paris.

Guichet J.L. (2009 sous presse). Douleur animale, douleur humaine : données scientifiques, perspectives anthropologiques, questions éthiques, Quae, Paris.

Gusfiel J. (1986). Symbolic Crusade: Status Politics and the American Temperance Movement, University of Illinois Press, 240 p.

Hainard J., Kaehr R. (1987). Des animaux et des hommes, coll. Analyse et raison, Musée d'ethnographie, Neufchatel, 221 p.

Hall M. (1998). Ecosystem research and tuna fisheries management : some key questions. *Col. Vol. Sci. pap. ICCAT* 50(2): 671-672.

Hamayon R. (1990). La chasse à l'âme : esquisse d'une théorie du chamanisme sibérien, Publications de la Société d'ethnologie, Paris, 880 p.

Hanna D., Sneddon I.A., Beattie V.E., Breuer K. (2006). Effects of the stockperson on dairy cow behaviour and milk yield. *Animal Science* 82: 791-797.

Harper G., Henson S. (2001). Consumer Concerns about Animal Welfare and the Impact on Food Choice, European Commission's FAIR programme, EU FAIR CT98-3678: 38 p. http://www.ec.europa.eu/food/animal/welfare/eu_fair_project_en.pdf

Hartnack S., Doherr M.G., Grimm H., Kunzmann P. (2009). Mass culling in the context of animal disease outbreaks - veterinarians caught between ethical issues and control policies. *Deutsche Tierarztliche Wochenschrift* 116(4): 152-157.

Haudricourt A.G. (1962). Domestication des animaux, culture des plantes et traitement d'autrui *L'Homme* 2(1): 40-50.

Hawthorne M. (2008). Striking at the roots: a practical guide to animal activism, O Books, 304 p.

Hell B. (1994). Le sang noir - chasse et mythe du sauvage en Europe, coll. Champs Flammarion Sciences, Flammarion, Paris, 381 p.

Hemsworth P. (2005). Human and animal interaction and welfare issues at the farm level. *Journal of Dairy Science* 88(suppl): 376.

Hemsworth P.H., Coleman G.J., Barnett J.L., Borg S. (2000). Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. *Journal of Animal Science* 78(11): 2821-2831.

Hendriksen R.S., Mevius D.J., Schroeter A., Teale C., Jouy E., Butaye P., Franco A., Utinane A., Amado A., Moreno M., Greko C., Stark K.D., Berghold C., Myllyniemi A.L., Hoszowski A., Sunde M., Aarestrup F.M. (2008). Occurrence of antimicrobial resistance among bacterial pathogens and indicator bacteria in pigs in different European countries from year 2002 - 2004: the ARBAO-II study. *Acta Vet Scand* 50: 19.

Hermitte M.A. (1993). L'animal à l'épreuve du droit et des brevets. *Natures Sciences Sociétés* 1(1): 47.

Hermitte M.A. (2000). Les droits de l'homme pour les humains, les droits du singe pour les grands singes ! *Le Débat* 108(janv-fév.): 168.

Herzog Jr H.A., Betchart N.S., Pittman R.B. (1991). Gender, sex role orientation and attitudes toward animals. *Anthrozoos* 4(3): 184-191.

Hobbs A.L., Hobbs J.E., Isaac G.E., Kerr W.A. (2002). Ethics, domestic food policy and trade law: assessing the EU animal welfare proposal to the WTO. *Food Policy* 27(5-6): 437-454.

Hobbs J.E., Kerr W.A. (2006). Consumer information, labelling and international trade in agri-food products *Food Policy* 31(1): 78-89.

Hubscher R. (1986). Les Maîtres des bêtes. Les vétérinaires dans la société française, XVIIIe-XXe siècle, coll. Sciences, Odile Jacob, Paris, 441 p.

Hubscher R. (1999). Les maîtres des bêtes : les vétérinaires dans la société française, XVIIIe-XXe siècle, Odile Jacob, Paris.

Iacub M. (2005). Sont-ils des choses ou des personnes ? *In* Bêtes et victimes et autres chroniques de Libération (Iacub M., ed.), Les essais, Stock, Paris: 31-.

Ingold T. (1980). Hunters, pastoralists and ranchers: Reindeer economies and their transformations, coll. Study in Social Anthropology, Cambridge University Press, Cambridge, 335 p.

Ingold T. (1986). The Appropriation of nature. Essays on human ecology and social relations, coll. Themes in social anthropology vol 1, Cambridge University Press, Manchester, 287 p.

Ingold T. (1988). What is an Animal?, coll. One World Archaeology Series, vol 1, Routledge, London & New York, 216 p.

Jacob F. (1970). La logique du vivant : une histoire de l'hérédité, Gallimard, Paris.

James L. Walker L.J.S.W. (1988). Self-reported stress symptoms in farmers. *Journal of Clinical Psychology* 44(1): 10-16.

Jamison W.V., Lunch W.M. (1992). Rights of animals, perceptions of science, and political activism: profile of american animal rights activists. *Science Technology Human Values* 17(4): 438-458.

Jerolmack C. (2003). Tracing the Profile of Animal Rights Supporters: A Preliminary Investigation. *Society & Animals* 11(3): 245-263.

Kahn A. (2001). Société et révolution biologique. Pour une éthique de la responsabilité coll. Sciences en question, Inra, Versailles, 96 p.

Kambouchner D. (1995). L' Homme des passions, commentaires sur Descartes, tome 2 : Canonique coll. Bibliothèque du Collège international de philosophie, Albin Michel, Paris, 512 p.

Kashdan T.B., Mishra A., Breen W.E., Froh J.J. (2009). Gender Differences in Gratitude: Examining Appraisals, Narratives, the Willingness to Express Emotions, and Changes in Psychological Needs. *Journal of Personality* 77(3): 691-730.

Kete K. (1994). The beast in the boudoir : petkeeping in nineteenth-century, University of California Press, Berkeley.

Ki U.J.C., Manko S., Barli-Maganja D. (2008). Detection of Hepatitis E Virus in Slovenian Pig Herds. *International Journal of Infectious Diseases* 12: E138-E139.

Kim K., Ko H., Kim Y., Kim C. (2008). Assessment of Korean farmer's exposure level to dust in pig buildings. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 15(1): 51-58.

Kimbell-Dunn M.R., Fishwick R.D., Bradshaw L., Erkinjuntti-Pekkanen R., Pearce N. (2001). Work-related respiratory symptoms in New Zealand farmers. *American Journal of Industrial Medicine* 39(3): 292-300.

Landais E., Bonnemaire J. (1996). La zootechnie, art ou science ? entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée. *Courrier de l'environnement de l'INRA* 27: 23-44.

Laplaud (1940). Cours de zootechnie générale, Librairie scientifique Claude Hermant.

Larrère C. (1997). Les Philosophies de l'environnement, coll. Philosophies Presses Universitaires de France, Paris, 128 p.

Larrère C., Larrère R. (2000). Animal rearing as a contract? *Journal of Agricultural & Environmental Ethics* 12(1): 51-58.

Larrère R. (2007). Justifications éthiques des préoccupations concernant le bien-être animal. *INRA Productions Animales* 20(1): 11-16.

Le Bot O. (2007). La protection de l'animal en droit constitutionnel. Etude de droit comparé. *Revue de la recherche juridique - Droit prospectif* 2007(4): 1823.

Le Tourneau P. (2006). Droit de la responsabilité et des contrats 6ed., coll. Dalloz Action, Dalloz, 1571 p.

Leblanc D., Ward P., Gagne M.J., Poitras E., Muller P., Trottier Y.L., Simard C., Houde A. (2007). Presence of hepatitis E virus in a naturally infected swine herd from nursery to slaughter. *International Journal of Food Microbiology* 117(2): 160-166.

Lee Young P. (2008). Meat, modernity, and the rise of the slaughterhouse, University of New Hampshire Press, Durham, 320 p.

Leroi-Gourhan A. (1971). Evolution et techniques. Tome 1 : l'homme et la matière, coll. Sciences d'aujourd'hui, Albin Michel, Paris, 352 p.

Leroi-Gourhan A. (1973). Evolution et techniques. Tome 2 : Milieu et techniques, coll. Sciences d'aujourd'hui, Albin Michel, Paris, 380 p.

Leroux T., Létourneau L. (1996). L'être humain, l'animal et l'environnement : dimensions éthiques et juridiques, *Session internationale d' été 1994* Canada, Editions Thémis: 595 p.

Lestel D. (1996). L'Animalité. Essai sur le statut de l'humain, coll. Carnets, L'Herne, Paris, 125 p.

Lestel D. (2001). Les origines animales de la culture, coll. Champs, Flammarion, Paris, 320 p.

Lestel D. (2007). Les amis de mes amis, Le Seuil, Paris, 222 p.

Leteux S. (2005). L'hippophagie en France. La difficile acceptation d'une viande honteuse (archives). *Terrains et Travaux* 9: 143-159.

Lévi-Strauss C. (1962a). La pensée sauvage, Plon, Paris.

Lévi-Strauss C. (1962b). Le totémisme aujourd'hui, Presses Universitaires de France, Paris, 155 p.

Lévi-Strauss C. (1964). Mythologiques - Le Cru et le Cuit, Plon, Paris, 403 p.

Lewis H.C., Molbak K., Reese C., Aarestrup F.M., Selchau M., Sorum M., Skov R.L. (2008). Pigs as source of methicillin-resistant Staphylococcus aureus CC398 infections in humans, Denmark. *Emerging Infectious Diseases* 14(9): 1383-1389.

LFDA (1984). Droits de l'animal et pensée contemporaine, Actes du colloque du 12 octobre 1984 à l'Institut de France, Paris, Ed. Ligue Française des Droits de l'Animal.

Libchaber R. (2001). Perspectives sur la situation juridique de l'animal. *Revue trimestrielle de droit civil*: 239.

Liljenstolpe C. (2008). Evaluating animal welfare with choice experiments: an application to swedish pig production. *Agribusiness* 24(1): 67-84.

Lizet B. (1982). Le cheval dans la vie quotidienne : techniques et représentations du cheval de travail dans l'Europe industrielle, Berger-Levrault, Paris, 215 p.

Lizet B. (1989). La bête noire. A la recherche du cheval parfait, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, 344 p.

Lizet B., Ravis-Giordani G. (1995). Des bêtes et des hommes. Le rapport à l'animal: un jeu sur la distance, *118. congrès des sociétés historiques et scientifiques*, Pau, 1993/10/25-29, Editions du C.T.H.S.: 371 p.

Loiseau G. (2006). Pour un droit des choses *Recueil Dalloz* 44: 3015-3020.

Lot-Falck E. (1953). Les rites de chasse chez les peuples sibériens, Gallimard, Paris, 235 p.

Madeline P., Moriceau J.-M. (2006). Acteurs et espaces de l'élevage, XVIIe-XXIe siècles : évolution, structuration, spécialisation, Association d'histoire des sociétés rurales, Rennes.

Magarolas R., Monso E., Aguilar X., Radon K., Nowak D., Martinez C., Morera J. (2000). Prevalence and risk factors of respiratory symptoms in farmers. *Medicina Clinica* 114(18): 685-689.

Maitland E. (1896). Anna Kingsford : her life, letters, diary and work, 2 vols., G. Redway, London, vii, 460; 419 p.

Malamoud C. (1989). Cuire le Monde. Rite et pensée dans l'Inde ancienne coll. Textes à l'appui, La Découverte, Paris, 335 p.

Mann S. (2005). Ethological farm programs and the "market" for animal welfare. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics* 18(4): 369-382.

Mantovani A., Baldelli R., Battelli G., Benvenuti F., Cancellotti F.M., Catalano A., Ghinzelli M., Piccolomini L.L., Marabelli R., Musti M., Seimenis A. (1998). A historical overview of occupational diseases connected with animals, *1st International Conference on the*

History of Occupational and Environmental Prevention, Rome, Italy, Oct 04-06, Grieco A. *et al.*, eds., Elsevier Science Bv: 239-246.

Marguénaud J.P. (1992). L'animal en droit privé, coll. Publications de la Faculté de droit et des sciences économiques de Limoges, vol 19, PUF, 577 p.

Marguénaud J.P. (2003). V° Animal. *In* Dictionnaire de la culture juridique, (Alland D., Rials S., eds.), Quadrige, Dicos Poche, PUF: 3009.

Marguénaud J.P. (2004a). La protection juridique du lien d'affection envers un animal *Recueil Dalloz* chronique: 3009.

Marguénaud J.P. (2004b). V° Animal. *In* Dictionnaire de la justice, (Cadiet L., ed.), PUF.

Marguénaud J.P. (2009). Une victoire historique pour la liberté d'expression des défenseurs des animaux : l'arrêt de la Grande Chambre de la Cour européenne des Droits de l'Homme Verein Gegen Tierfabriken Schweiz c/ Suisse du 30 juin 2009 *Revue Semestrielle de Droit Animalier* 1: 21-27.

Mason J., Finelli M. (2006). Brave new farm. *In* Defense of animals: the second wave, (Singer, ed.), Blackwell Publishing: 104-122.

Mayaud J.L. (2002). Gens de la terre. La France rurale 1880-1940, Editions du Chêne, 312 p.

Mazoyer M., Roudart L. (2002). Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine, coll. Points Histoire, Le Seuil, Paris, 705 p.

McArthur Clark J. (2007). Pain Management – An International Perspective, *Animal Welfare Science Summit on Pain and Pain Management*, Melbourne, 2007/05/18, Australian Veterinary Association 9 p.

McDonnell P.E., Coggins M.A., Hogan V.J., Fleming G.T. (2008). Exposure assessment of airborne contaminants in the indoor environment of Irish swine farms. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 15(2): 323-326.

Mellor D.J., Fisher M.W., Stafford K.J. (2008). Cost/benefit analysis of pain relief for farm animals. *In* Scientific assessment and management of animal pain, (Mellor D.J. *et al.*, eds.), 10, OIE (World Organisation for Animal Health), Paris: 47-55.

Mendras H. (1970). La fin des paysans. Changements et innovations dans les sociétés rurales françaises, A. Colin, Paris, 307 p.

Mendras H. (1984). La fin des paysans, coll. Babel, Actes Sud.

Meng X.J., Purcell R.H., Halbur P.G., Lehman J.R., Webb D.M., Tsareva T.S., Haynes J.S., Thacker B.J., Emerson S.U. (1997). A novel virus in swine is closely related to the human hepatitis E virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94(18): 9860-9865.

Mercier L.S. (1982). Le tableau de Paris, Maspero, Paris.

Midgley M. (1998). Animals and why they matter, University of Georgia Press, 160 p.

Moine I. (1997). La protection de l'animal contre la souffrance : quel fondement juridique ? *Bulletin Juridique de la protection animale* 117: 53.

Mollat M. (1987). Histoire des pêches maritimes en France, Privat, Toulouse, 407 p.

Monnet Y. (2004). Note (commentaire) sous Cour de cassation, chambre criminelle 13 janvier 2004. *Gazette du Palais* 265(21 septembre 2004): 9.

Moriceau J.-M. (2001). La grande épidémie de peste bovine *L'Histoire* 254(mai): 58-63.

Moriceau J.-M. (2002). Terres mouvantes. Les campagnes françaises du féodalisme à la mondialisation XII°-XIX° siècle, coll. Nouvelles Etudes Historiques, Fayard, Paris, 445 p.

Moriceau J.-M. (2005). Histoire et géographie de l'élevage français : XVe-XVIIIe siècles, coll. Nouvelles Etudes Historiques, Fayard, Paris, 477 p.

Moriceau J.-M. (2007). Histoire du méchant loup : 3 000 attaques sur l'homme en France (XVe-XXe siècle), Fayard, Paris, 623 p.

Moriceau J.-M. (2008). La Bête du Gévaudan : 1764-1767, coll. L'Histoire comme un roman, Larousse, Paris, 284 p.

Mouret S., Porcher J. (2007). Industrial pig production: death as routine work. *Natures Sciences SociÈtÈs* 15(3): 245-252.

Moutou F. (2007). La Vengeance de la civette masquée, coll. Essais, Editions Le Pommier, Paris, 332 p.

Mustajbegovic J., Zuskin E., Schachter E.N., Kern J., Vrcic-Keglevic M., Vitale K., Ebling Z. (2001). Respiratory findings in livestock farmworkers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 43(6): 576-584.

Nizard-Benchimol S. (2001). L'abattage dans la tradition juive. Symbolique et textualisation. *Etudes rurales* 147-148(Mort et mise à mort des animaux): 49-64.

Nussbaum M.C. (2004). Beyond "compassion and humanity": justice for nonhuman animals. *In* Animal rights: current debates and new directions, (Sunstein C.R., Nussbaum M.C., eds.), Oxford University Press, New York: 299-320.

Nussbaum M.C. (2006). Frontiers of justice : disability, nationality, species membership, Harvard University Press, 487 p.

Olsen B.R., Axelsson-Olsson D., Thelin A., Weiland O. (2006). Unexpected high prevalence of IgG-antibodies to hepatitis E virus in Swedish pig farmers and controls. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases* 38(1): 55-58.

Ost F. (1995). La nature hors la loi coll. Textes à l'appui, La découverte, 346 p.

Otter C. (2006). The vital city : public analysis, dairies and slaughterhouses in nineteenth century Britain. *Cultural Geographies* 13(4): 517-537.

Ouedraogo A.P., Le Neindre P. (1999). L'homme et l'animal : débat de société, coll. Un point sur ... INRA Editions, Paris, 218 p.

Pastoureau M. (2007). L’ours, histoire d’un roi déchu, Seuil, Paris.

Paul E.S. (1995). Us and Them: Scientists' and Animal Rights Campaigners' Views of the Animal Experimentation Debate. *Society & Animals* 3(1): 1-21.

Pavio N. (2008). Epidémiologie du virus de l'hépatite E dans le réservoir porcin français et lien avec les cas humains. *Journées recherche porcine* 40: 25-32.

Pelosse V. (1982a). Imaginaire social et protection de l'animal. Des amis des bêtes de l'an X au législateur de 1850 (1° partie). *L'Homme* 21(4): 5-33.

Pelosse V. (1982b). Imaginaire social et protection de l'animal. Des amis des bêtes de l'an X au législateur de 1850 (2° partie). *L'Homme* 22(1): 33-51.

Philipp E. (1989). La Villette, un milieu d’artistes : les bêtes métiers d’hommes *In* Histoire et Animal - homme, animal et société, Presses de l’Institut d’Etudes Politiques, Toulouse: 339-353.

Piatti M.C. (1995). Droit, éthique et condition animale. Réflexions sur la nature des choses. *Les Petites affiches* 60(19 mai 1995): 4.

Pierre E. (1998a). Amour des hommes - amour des bêtes. Discours et pratiques protectrices dans la France du XIXe siècle, Thèse de doctorat, Université d'Angers.

Pierre E. (1998b). La souffrance des animaux dans les discours des protecteurs français au XIXe siècle. *Etudes rurales* 147-148.

Pierre E. (2003). L'hippophagie au secours des classes laborieuses *Communications* 74(1): 177-200.

Pierre E. (2007). Réformer les relations entre les hommes et les animaux : fonction et usages de la loi Grammont en France (1850-1914). *Déviance et Société* 31(1): 65-76.

Pignard R. (1967). Contribution à l'étude du concept de douleur chez l'animal, Bosc Frères, Lyon.

Pineteau M. (1933). Comment les bovidés extériorisent la douleur, Vigot Frères, Paris.

Pisani E. (1994). Pour une agriculture marchande et ménagère, Editions de l'Aube.

Pivetti M. (2005). Animal rights activists' representations of animals and animal rights: An exploratory study *Anthrozoos* 18(2): 140-159.

Poole J.A., LeVan T.D., Slager R.E., Qiu F., Severa L., Yelinek J., Carlson M.L., Bush J., Bolin N., Wyatt T.A., Romberger D., Von Essen S.G. (2007). Bronchodilator responsiveness in swine veterinarians. *J Agromedicine* 12(2): 49-54.

Porcher (2003). La mort n'est pas notre métier, Editions de l'Aube.

Porcher J. (2002a). Eleveurs et animaux, réinventer le lien, Presses Universitaires de France, 352 p.

Porcher J. (2002b). L'esprit du don, archaïsme ou modernité de l'élevage. *Revue du Mauss* 20(2): 245-262.

Porcher J. (2002c). L'occultation de l'affectivité dans l'expérimentation animale : le paradoxe des protocoles. *Natures, Sciences, Sociétés* 10(1): 33-36.

Porcher J. (2004). Bien-être animal et travail en élevage : Textes à l'appui, Educagri, Quae, 263 p.

Porcher J. (2006). Well-being and suffering in livestock farming: living conditions at work for people and animals. *Sociologie Du Travail* 48(Supplement 1): e56-e70.

Porcher J. (2008a). Ouvrières en production porcine industrielle : le prix de la reconnaissance. *Ethnographiques.org* 15: en ligne.

Porcher J. (2008b). Travail en élevage et durabilité des productions animales. Rapport ACI Ministère de la Recherche. Sociétés et cultures dans le développement durable., INRA-CNAM. Laboratoire de Psychologie du Travail et de l'Action.

Porcher J. (2008c). Une vie de cochon, Editions La Découverte, 92 p.

Porcher J., Cousson-Gelie F., Dantzer R. (2004). Affective components of the human-animal relationship in animal husbandry: development and validation of a questionnaire. *Psychol Rep* 95(1): 275-90.

Pouillaude-Bardon S. (1992). L'Abattage rituel en France, Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole Vétérinaire de Toulouse, 96 p.

Primatt H. (1776). A dissertation on the duty of mercy and sin of cruelty to brute animals, London, ii-iv, 1-14.

Proust J. (1997). Comment l'esprit vient aux betes (essai sur la représentation), coll. Nrf Essais, Gallimard, Paris, 391 p.

Radon K., Danuser B., Iversen M., Jorres R., Monso E., Opravil U., Weber C., Donham K.J., Nowak D. (2001a). Respiratory symptoms in European animal farmers. *Eur Respir J* 17(4): 747-754.

Radon K., Weber C., Iversen M., Danuser B., Pedersen S., Nowak D. (2001b). Exposure assessment and lung function in pig and poultry farmers. *Occupational and Environmental Medicine* 58(6): 405-410.

Raine G. (1999). Causes and effects of stress on farmers: a qualitative study. *Health Education Journal* 58(3): 259-270.

Ranulf S. (1964). Moral indignation and Middle-Class Psychology, Shockens Books, New York, 204 p.

Raymond J. (2006). Comprendre les crises alimentaires, coll. Questions contemporaines, L'Harmattan, Paris, 188 p.

Recher J. (1977). Le grand métier, journal d'un capitaine de pêche de Fécamp, coll. Terre humaine, Plon, Paris, 479 p.

Regan T. (1983). The Case for Animal Rights Routledge & Kegan, Londres, 425 p.

Renou C., Moreau X., Pariente A., Cadranel J.F., Maringe E., Morin T., Causse X., Payen J.L., Izopet J., Nicand E., Bourliere M., Penaranda G., Hardwigsen J., Gerolami R., Peron J.M., Pavio N., Angh (2008). A national survey of acute hepatitis E in France. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics* 27(11): 1086-1093.

Rey R. (1993). Histoire de la douleur, La Découverte, Paris.

Rey R. (2000). Histoire de la douleur, coll. Sciences humaines et sociales, vol 84, La Découverte, Paris, 420 p.

Ringel F., Putman E. (1995). L'animal aimé par le droit *Revue de la recherche juridique - Droit prospectif* 1: 45.

Risse J. (1994). Histoire de l'élevage français, l'Harmattan, Paris.

Ritvo H. (1987). The animal estate: the english and other creatures in the victorian age Harvard University Press, Cambridge, 347 p.

Ritvo H. (1994). Animals in nineteenth-century Britain. Complicated attitudes and competing categories. *In* Animals and human society. Changing perspectives, (Manning A., Serpell J., eds.), Routledge, New York: 106-126.

Robbins L.E. (2002). Exotic animals in eighteenth-century the John Hopkins University Press, Baltimore.

Roux J.P. (1966). Faune et Flore sacrées dans les sociétés altaïques, Adrien Maisonneuve, Paris, 347 p.

Salt H.S. (1896). *In* Vegetarian Reformer: 73.

Salt H.S. (1980). Animals' Rights : considered in Relation to Social Progress Society for Animal Rights, London, 240 p.

Sanson A. (1858). Les missionnaires du progrès agricole, Librairie de L. Hachette et cie.

Sanson A. (1907). Traité de zootechnie. Tome 1, 5 ed., La Maison rustique.

Sara R. (1983). Tonni e tonnare : una civilta una cultura, Libera universita di Trapani, Trapani, 128 p.

Schnettler B., Vidal R., Silva R., Vallejos L., Sepúlveda N. (2009). Consumer willingness to pay for beef meat in a developing country: The effect of information regarding country of origin, price and animal handling prior to slaughter. *Food Quality and Preference* 20(2): 156-165.

Schröder M.J.A., McEachern M.G. (2004). Consumer value conflicts surrounding ethical food purchase decisions: a focus on animal welfare. *International Journal of Consumer Studies* 28(2): 168-177.

Schroten E. (1995). Biotechnology and the moral status of animals : public debate and public policy in the Netherlands *Le statut éthique de l'animal : conceptions anciennes et nouvelles*, Université de Liège, 1995/03/18, Colloques d'histoire des connaissances zoologiques, 7, Bodson L., ed.: 15-25.

Schwartz M. (2001). Comment les vaches sont devenues folles Odile Jacob, Paris, 281 p.

Segura J. (2008). La Cour définit les sévices de nature sexuelle sur un animal (à propos de Cour de cassation, chambre criminelle, 4 septembre 2007). *La Semaine juridique (JCP)* édition générale: 10054.

Sen A. (1993). Ethique et économie (et autres essais), Presse Universitaire de France, Paris, 364 p.

Serpell J. (1986). In the company of animals: a study of human-animal relationships, Blackwell Publishers, Oxford, 224 p.

Sigaut F. (1980). Un tableau des produits animaux et deux hypothèses qui en découlent. *Production pastorale et sociétés* 7: 20-36.

Sinclair U. (1974). The Jungle, Harmondsworth, Penguin Books, 412 p.

Singer P. (1977). Animal liberation : a new ethics for our treatment of animals, Avon Books, New York, 297 p.

Singer P. (1993). La libération animale, Grasset, Paris, 382 p.

Soler J. (2006). Sacrifices et interdits alimentaires dans la Bible, coll. Pluriel, Hachette, Paris, 240 p.

Sorabji R. (1993). Animal minds and human morals. The origin of the western debate, coll. Cornell studies in classical philology, vol 54, Cornell University Press, Ithaca, New York, 302 p.

Sperber D. (1975). Pourquoi les animaux parfaits, les hybrides et les monstres sont-ils bons à penser symboliquement ? *L'Homme* 15(2): 5-33.

Stafleu F.R., Grommers F.J., Vorstenbosch J. (1996). Animal Welfare: evolution and erosion of a moral concept. *Animal Welfare* 5(3): 225-234.

Stanziani A. (2005). Histoire de la qualité alimentaire : (XIXe-XXe siècles), coll. Liber, Edition du Seuil, Paris, 440 p.

Swinbank A. (2006). Like Products, Animal Welfare and the World Trade Organization. *Journal of World Trade* 40(4): 687-711.

Swinnen J.F.M., McCluskey J., Francken N. (2005). Food safety, the media, and the information market. *Agricultural Economics* 32: 175-188.

Testart A. (1987). Deux modèles du rapport entre l'homme et l'animal dans les systèmes de représentations. *Etudes rurales* 107-108(Paysages et divinités en Himalaya): 171-193.

Theuvsen L., Essmann S., Brand-Sassen H. (2005). Livestock husbandry between ethics and economics: finding a feasible way out by target costing?, *2005 International Congress*, Copenhagen, Denmark, 2005/08/23-27.

Thiermann A.B., Babcock S. (2005). Animal welfare and international trade. *Rev Sci Tech* 24(2): 747-755.

Thomas K. (1983). Man and the Natural World: Changing Attitudes in England 1500–1800 Oxford University Press, 332 p.

Thomas K. (1985). Dans le jardin de la nature : la mutation des sensibilités en Angleterre à l'époque moderne, 1500-1800, Gallimard, Paris, 408 p.

Tort P. (1996). Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution, coll. Grands dictionnaires, PUF, Paris 4862 p.

van Belkum A., Melles D.C., Peeters J.K., van Leeuwen W.B., van Duijkeren E., Huijsdens X.W., Spalburg E., de Neeling A.J., Verbrugh H.A., Dutch Working Party S. (2008). Methicillin-resistant and -susceptible Staphylococcus aureus sequence type 398 in pigs and humans. *Emerging Infectious Diseases* 14(3): 479-483.

Vanderpooten M. (2005). Les campagnes françaises au XIXe siècle : Economie, société, politique, coll. Synthèse d'histoire, Editions du Temps, Nantes, 382 p.

Vanhonacker F., Verbeke W., van Poucke E., Frank A.M. (2007). Segmentation based on consumers' perceived importance and attitude toward farm animal welfare. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food* 15(3): 91-107.

Vanhonacker F., Verbeke W., Van Poucke E., Tuyttens F.M. (2008). Do citizens and farmers interpret the concept of farm animal welfare differently? *Livestock Science* 116(1-3): 126-136.

Veissier I., Butterworth A., Bock B., Roe E. (2008). European approaches to ensure good animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 113(4): 279-297.

Verbeke W., Ward R.W. (2000). A fresh meat almost ideal demand system incorporating negative TV press and advertising impact, Berlin, Germany, Aug 13-18: 359-374.

Verga M., Carenzi C. (1998). Interactions with man, reactions of "fear" and effects on farm animals. *Large Animals Review* 4(4): 5-10.

Veron M. (2006). Le dessein de provoquer la souffrance ou la mort (note sous Cour de cassation, chambre criminelle 30 mai 2006). *Droit pénal* 10(octobre): 119.

Vialles N. (1987). Le sang et la chair: les abattoirs des pays de l'Adour, Editions MSH, Paris, 160 p.

Vialles N. (1988). La viande ou la bête. *Terrain* 10(Des hommes et des bêtes): 86-96.

Vialles N. (1999). Une mort indolore ? Remarques et questions autour des procédés d'abattage des animaux de boucherie *In* L'homme et l'animal : débat de société, (Ouedraogo A.P., Le Neindre P., eds.), Un point sur... INRA Editions, Paris: 207-216.

Vialles N. (2004). La nostalgie des corps perdus *In* Corps et affects, (Héritier F., Xanthakou M., eds.), Sciences humaines, Odile Jacob, Paris: 277-291.

Vialles N. (2007). Légitimités et légalités. A propos des viandes rituelles *In* A croire et à manger. Religions et alimentation, (Kanafani-Zahar A. *et al.*, eds.), Religions en question, L'Harmattan, Paris: 209-231.

Vigne J.D. (1993). Domestication ou appropriation pour la chasse : histoire d'un choix socio-culturel depuis le Néolithique. L'exemple des cerfs *13. Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 4. Colloque international de l'Homme et l'Animal*, Juan-les-Pins, 1993, Desse J., Audoin-Rouzeau F., eds., Editions APDCA: 201-220.

Vigne J.D. (2004). Les débuts de l'élevage - Les origines de la culture, coll. Le collège de la cité, Le Pommier, Paris, 186 p.

Vilmer J.B.J. (2008). Ethique animale, coll. Éthique et philosophie morale, Presse Universitaire de France, 314 p.

Vissac B., Leclerc B. (2002). Les vaches de la République. Saisons et raisons d'un chercheur citoyen, coll. Espaces ruraux, Editions Quae, Paris, 505 p.

Viveiros de Castro E. (1992). From the Enemy's point of view. Humanity and divinity in an Amazonian society, University of Chicago Press, Chicago, 428 p.

Vogelzang P.F.J., van der Gulden J.W.J., Folgering H., van Schayck C.P. (1999). Organic dust toxic syndrome in swine confinement farming. *American Journal of Industrial Medicine* 35(4): 332-334.

Voisenet J. (1994). Bestiaire chrétien. L'imagerie animale des auteurs du Haut Moyen Âge (V^{e}-XIe s.), Presse Universitaire du Mirail, Toulouse, 386 p.

Voisenet J. (2000). Bêtes et hommes dans le monde médieval : le bestiaire des clercs du Ve au XII ^{e} siècle, coll. Albums Culturels, Brepols, Turnhout, 552 p.

von Holten S.W. (2003). Psycho-social stress in humans at mass slaughter of farm animals. *Deutsche Tierarztliche Wochenschrift* 110(5): 196-199.

Voss A., Loeffen F., Bakker J., Klaassen C., Wulf M. (2005). Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in pig farming. *Emerging Infectious Diseases* 11(12): 1965-1966.

Weber E. (1983). La fin des terroirs. La modernisation de la France rurale 1870-1914, Fayard, 839 p.

Welty J. (2007). Humane slaughter laws *Law and Contemporary Problems* 70(1): 175-206.

Westacott E. (1949). A century of vivisection and anti-vivisection : a study of their effect upon science, medicine and human life during the past hundred years, C.W. Daniel Co, Rochford, 204 p.

Wilkins D.B. (1997). Animal welfare in Europe: european legislation and concerns 6ed., coll. International Environmental Law & Policy Kluwer Law International, 448 p.

Winter A.C., Ward W.R. (2002). Experiences of University of Liverpool veterinary students during the 2001 epidemic of foot-and-mouth disease. *Vet Rec.* 151(15): 437-442.

Wolff F. (2006). Philosophie de la corrida, Fayard, 330 p.

Wolloch N. (2006). Subjugated animals. Animals and anthropocentrism in early modern european culture, Humanity Books, New York, 265 p.

Wuethrich B. (2003). Chasing the fickle swine flu. *Science* 299(5612): 1502-1505.

Wulf M., van Nes A., Eikelenboom-Boskamp A., de Vries J., Melchers W., Klaassen C., Voss A. (2006). Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in veterinary doctors and students, the Netherlands. *Emerging Infectious Diseases* 12(12): 1939-1941.

Wulf M., Voss A. (2008). MRSA in livestock animals - an epidemic waiting to happen? *Clinical Microbiology and Infection* 14(6): 519-521.

Wulf M.W.H., Tiemersma E., Kluytmans J., Bogaers D., Leenders A., Jansen M.W.H., Berkhout J., Ruijters E., Haverkate D., Isken M., Voss A. (2008). MRSA carriage in healthcare personnel in contact with farm animals. *Journal of Hospital Infection* 70(2): 186-190.

Zhu J., Zheng Y., Wang F., Lu Y., Gao M., Jiang Q. (2007). One-year follow-up study on the prevalence of anti-hepatitis E virus antibody among persons who work with swine. *Chinese Journal of Zoonoses* 23(10): 1059-1062.

Zimmerman F. (1982). La jungle et le fumet des viandes. Un thème écologique dans la médecine hindoue coll. Hautes Etudes, Gallimard, Editions Le Seuil, Paris, 256 p.

Archives de la prefecture de police serie d/b: carton n°226

ESCo "Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage."

Chapitre 2.
La douleur : définitions, concepts, mécanismes chez l'homme et les animaux d'élevage.

Coordinateurs :
Jacques Servière
Alain Serrie

Autres auteurs :
Alain Boissy
Xavier Boivin
Patrick Prunet

*NB1 : les premières occurrences des termes définis dans le glossaire sont annotés d'un *.*

NB2 : ce chapitre fait partie du rapport d'expertise « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage ».
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

Sommaire

2.1. UN INTERET SCIENTIFIQUE CROISSANT 72

2.2. APPORTS DE LA CLINIQUE HUMAINE A LA CONNAISSANCE DE LA DOULEUR 74

2.2.1. LES CONCEPTIONS DE LA NOTION DE DOULEUR POUR L'HUMAIN 75
2.2.1.1. EVOLUTION DES CONCEPTIONS 75
2.1.2.3. EVOLUTION DES DEFINITIONS 76
2.2.1.3. LA DEFINITION ACTUELLE POUR L'HOMME 77
2.2.2. ELARGISSEMENT DU CHAMP D'APPLICATION DE LA DOULEUR AUX HUMAINS NON PARLANT 78
2.2.2.1. LE CAS DE LA DOULEUR CHEZ LE JEUNE ENFANT DYSCOMMUNICANT ET CHEZ L'ENFANT PSYCHIQUEMENT OU SENSORIELLEMENT HANDICAPE. 78
2.2.2.2. EVALUATION DE LA DOULEUR CHEZ L'ENFANT NON DEFICIENT 79
2.2.3. CONCEPTS ET NOTIONS ASSOCIES A LA DOULEUR : LES FRONTIERES DE LA DOULEUR 81
2.2.3.1. LE STRESS 81
2.2.3.2. LA SOUFFRANCE 83
2.2.3.3. LA SANTE 83

2.3. LA DOULEUR : MECANISMES ET STRUCTURES IMPLIQUEES 84

2.3.1. LA NOCICEPTION 84
2.3.2. LES COMPOSANTES DE LA DOULEUR 85
2.3.2.1. LA COMPOSANTE TEMPORELLE 85
2.3.2.2. DIMENSIONS SENSORIELLE, COGNITIVE ET EMOTIONNELLE DE LA DOULEUR 86
2.3.3. LA « CONSCIENCE SENSORIELLE » DE LA DOULEUR 88
2.3.3.1. LA DOULEUR EN TANT QU'EXPERIENCE SENSORIELLE CONSCIENTE 88
2.3.3.2. CONSCIENCE ET DOULEUR 89
2.3.4. MECANISMES NEURONAUX DE LA NOCICEPTION ET DE LA DOULEUR 90
2.3.4.1. RAPPEL DES NOTIONS DE BASE IMPLIQUEES DANS LA DOULEUR 90
2.3.4.2. MECANISMES PERIPHERIQUES 92
2.3.4.3. DISTRIBUTION DE L'INFORMATION NOCICEPTIVE 96
2.3.4.4. LES DOULEURS PAR EXCES DE NOCICEPTION 98
2.3.4.5. MODIFICATIONS INTERVENANT AU NIVEAU DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL 101
2.3.4.6. DOULEURS APRES LESION DU SYSTEME NERVEUX : LES DOULEURS PAR DESAFFERENTATION 102
2.3.5. DIMENSION ONTOGENETIQUE DE LA DOULEUR : L'APPARITION DE LA DOULEUR CHEZ LE FŒTUS OU LE JEUNE 104

2.4. TRANSPOSITION AUX ANIMAUX 106

2.4.1. LA TRANSPOSITION AUX ANIMAUX DE LA DEFINITION DE LA DOULEUR ET DES CONCEPTS ASSOCIES 107
2.4.2. LA COMPOSANTE EMOTIONNELLE DE LA DOULEUR CHEZ LES ANIMAUX 110
2.4.3. MODULATION DES SEUILS DE PERCEPTION DE LA DOULEUR PAR LES SIGNAUX ISSUS DU MILIEU SOCIAL 112
2.4.3.1. MODULATIONS PAR LA RELATION ENTRE CONGENERES D'UNE MEME ESPECE 112
2.4.3.2. MODULATIONS PAR LES RELATIONS INTER-ESPECES : LE CAS PARTICULIER DE LA RELATION HOMME ANIMAL SUR LES MANIFESTATIONS DE DOULEUR CHEZ L'ANIMAL 114
2.4.3.3. ONTOGENESE DE LA DOULEUR CHEZ L'ANIMAL : LE CAS DU FŒTUS OVIN 115
2.4.4. APPROCHE PHYLOGENETIQUE DE LA DOULEUR 117
2.4.4.1. ANALYSE PHYLOGENETIQUE DE LA DOULEUR CHEZ LES ANIMAUX : DE LA NOCICEPTION A LA DOULEUR ? 118
2.4.4.2. LES OISEAUX 120
2.4.4.3. LES REPTILES ET BATRACIENS 122

2.4.4.4. LES POISSONS 123
2.4.4.5. LA NOCICEPTION CHEZ LES CEPHALOPODES 125
2.4.4.6. CONCLUSION 126

2.5. CONCLUSION GENERALE 127

2.6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 129

La douleur est une expérience aversive, commune aux humains et à de nombreuses espèces d'animaux. Elle comporte plusieurs composantes : sensorielle, cognitive, et émotionnelle ; ce constat concerne tous les êtres vivants animaux, humains inclus. Le chapitre évoquera donc aussi bien les mécanismes neurobiologiques assurant les aspects sensoriels analytiques (seuil, évaluation de l'intensité) ou cognitifs (nature du stimulus nocif, repérage de la zone corporelle concernée, reconnaissance d'une situation déjà vécue ou non) que la composante émotionnelle inhérente à toute sensation douloureuse. Afin de s'assurer d'une utilisation adaptée du vocabulaire propre au domaine de la douleur, nous présentons initialement les définitions des termes et concepts employés pour décrire les mécanismes et sensations associées. La douleur de l'humain présente des spécificités par rapport à celle qui est évaluée par l'homme chez les animaux, il est toutefois manifeste que les mécanismes neurobiologiques sous jacents s'inscrivent dans une continuité évolutive. Aussi, la présentation des mécanismes neurobiologiques sera étayée aussi bien sur des données obtenues sur diverses espèces animales que sur des données issues de la clinique humaine. Ce point justifiera d'aborder, même brièvement, les aspects comparatifs du phénomène douloureux d'un point de vue phylogénétique. Quelques repères seront fournis pour estimer chez quelles espèces la douleur, telle qu'elle est conçue avec son tableau clinique complet chez les mammifères supérieurs, émerge progressivement à partir des réactions de protection ou d'évitement déjà présentes chez des invertébrés. Cette perspective sera complétée par un bref tableau du phénomène douloureux tel qu'il peut être repéré aux premiers stades du développement (fœtus et nouveau né).

2.1. Un intérêt scientifique croissant

Au cours des trente dernières années on enregistre une croissance continue des publications scientifiques sur la douleur. Le nombre total des publications tend à indiquer que cette production concerne aussi bien l'homme que les espèces animales ; les connaissances spécifiques aux animaux ne se multiplient véritablement qu'à la fin des années 1970 au plan mondial, et dans les années 1990 au niveau européen (Figure 1A).

Le nombre de publications sur la douleur reste dans un rapport de 1 à 45 en faveur des finalités cliniques humaines ou des connaissances génériques des mécanismes, et en particulier pour ce qui concerne l'étude de douleurs chroniques. Cette proportion est globalement identique au niveau mondial ou européen (Figure 1A), ce qui étaye l'hypothèse d'un intérêt fondamental et croissant pour la douleur humaine ainsi qu'une volonté collective d'en maîtriser les manifestations. Si cet intérêt a pu jouer un rôle marginal d'entraînement vis-à-vis du nombre total d'études sur la douleur animale, le suivi de l'index « part de publications » (Figure 1B) présentant la part des publications spécialisées sur la douleur par rapport à l'ensemble des publications du domaine biomédical, confirme la progression de production des données pour le secteur douleur humaine mais n'indique pas de croissance continue. Il y a même une légère baisse de la cadence de production, en ce qui concerne la « part des publications » du secteur douleur animale.

L'amélioration de la connaissance des mécanismes et du contrôle de la douleur provient de disciplines différentes. La démarche générale consiste à combiner des approches utilisant des outils d'investigation récents (imagerie cérébrale, génomique) avec des études comportementales, de neurosciences cognitives, de neurophysiologie, de neurobiochimie ou de neuropharmacologie. Aucune discipline particulière ne s'avère plus fructueuse qu'une autre en termes de production de connaissances ; on assiste plutôt à une multiplication de spécialités parallèles, en particulier celles de la clinique humaine. Cette répartition entre les diverses disciplines reste stable sur la période interrogée, qui s'étend de 1975 à 2009. Lorsque les objectifs de recherche concernent les animaux eux-mêmes, les travaux finalisés s'attachent avant tout aux conséquences des pathologies répertoriées comme étant associées à des manifestations douloureuses, mais aussi dans certains cas à préciser et réduire les conséquences négatives de pratiques d'élevage ou d'expérimentation. Dans le cas d'études ciblées sur la connaissance des mécanismes de la douleur, l'évolution des dix dernières années montre que les études s'attachent soit aux caractéristiques génétiques

élémentaires des récepteurs des stimulations nociceptives (nocicepteurs), soit à évaluer les capacités perceptives, les manifestations émotionnelles et les formes de conscience associées à la douleur chez une espèce donnée.

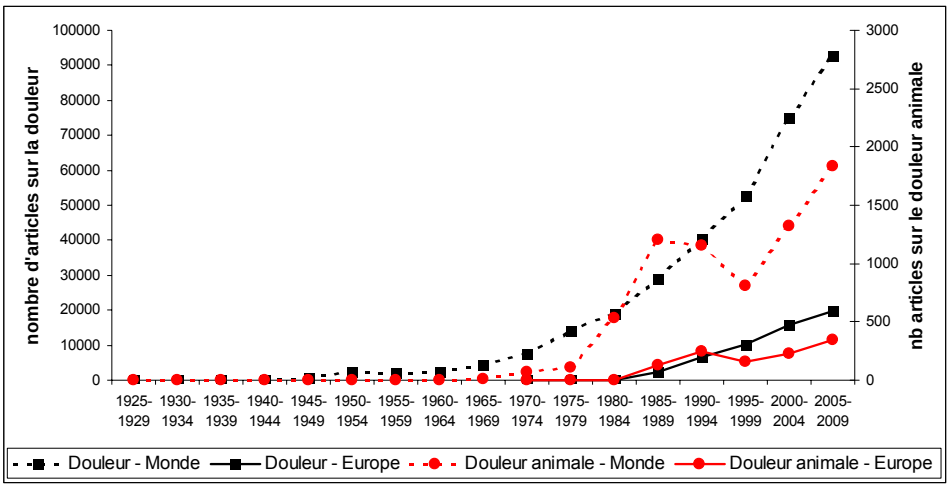


Figure 1A. Evolutions du nombre de publications sur le thème global douleur, au niveau mondial et au niveau européen ; évolution comparée des publications sans distinction d'espèce (courbes noires) ou spécifiquement ciblées sur « animal » (courbes rouges). *Les éléments quantitatifs d'interrogation utilisent la base de données Medline (1950-2009). Le nombre d'articles sur la douleur est totalisé sur les périodes de 5 ans indiquées en abscisse. Les termes couverts par l'interrogation sont : douleur, nociception ou nocicepteurs, souffrance, alerte ou conscience. L'interrogation spécifique sur "animal" couvre les termes anglais suivants : animals, domestic or animals, laboratory or animals, newborn or animals, poisonous or animals, suckling or animals, wild or animals, zoo or cattle or swine or fishes or sheep or ruminants or birds or poultry or swine. Les principales disciplines impliquées dans les études de la douleur sont identiques en France, en Europe et au plan mondial : Neurosciences & neurology, Biochemistry & molecular biology, Pharmacology & pharmacy, Behavioral sciences, Psychology.*

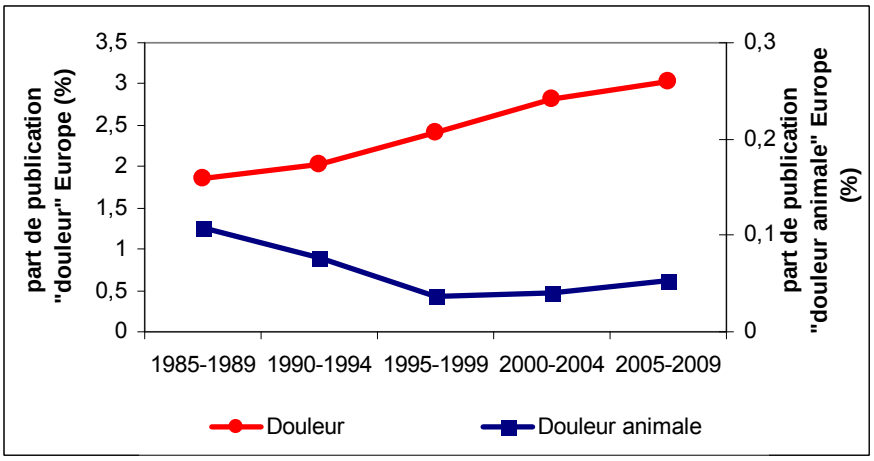


Figure 1B. Evolutions de la « part de publications » européennes (exprimée en %) sur la période 1985-2009, sur le thème de la douleur par rapport au total des publications européennes répertoriées dans le domaine biomédical. *La courbe croissante (cercles et traits en rouge) correspond à la « part de publications » douleur du domaine biomédical. La courbe*

inférieure (carrés et traits en bleu) correspond à la part « part de publications » spécifiques du domaine douleur animale. Défini par l'OST (Observatoire des Sciences et Techniques : www.obs-ost.fr), l'indicateur « part de publications » (exprimé en %) correspond au nombre de publications d'un acteur considéré (une institution, un pays, une thématique,…), rapporté au nombre de publications dans une référence donnée (par exemple, le pays de l'institution, le monde ou le domaine biomédical) et multiplié par 100. Source : base de données MEDLINE spécialisée dans le domaine biomédical.

2.2. Apports de la clinique humaine à la connaissance de la douleur

Le développement des connaissances sur la douleur a été marqué par des travaux qui ont abordé les mécanismes élémentaires de la nociception ; il s'agissait tout d'abord de démontrer l'existence de récepteurs spécifiques (nocicepteurs). Par la suite, chercheurs et médecins se sont attachés à analyser les processus intégratifs conduisant à l'émergence de cette perception complexe qu'est la douleur. Ces travaux, menés dans la perspective de soulager l'homme, ont souvent été réalisés sur des modèles animaux, majoritairement rongeurs et primates, mais également via la clinique humaine.

La combinaison de l'utilisation d'outils d'investigation puissants et globaux (imagerie cérébrale), d'études comportementales et d'approches menées selon les concepts des neurosciences cognitives a permis de renouveler la connaissance du monde sensoriel et émotionnel des animaux. Ces données sont également utilisées pour appuyer sur des bases expérimentales certaines préoccupations relevant de l'éthique animale.

Si au stade actuel des connaissances l'assemblage des savoirs peut donner l'impression d'une cohabitation sans réelle intégration, il nous est néanmoins apparu que l'objectif principal de ce rapport d'expertise collectif était d'ouvrir des ponts entre des champs d'investigation jusqu'alors parallèles. Pour ce qui concerne ce second chapitre du rapport, consacré aux définitions et aux mécanismes de la douleur la perspective évolutionniste nous a guidés. Ce point de vue rend compte de l'organisation des différentes sections : définitions du lexique autour de la douleur, relations de la douleur avec les capacités émotionnelles et cognitives en développant l'exemple particulièrement complexe des modulations de la douleur associées aux relations inter-espèces (homme-animal) ou intra-spécifiques. L'évolution de l'organisation des structures nerveuses impliquées dans le traitement des informations douloureuses, avec des exemples pris chez quelques espèces, accompagne la description proprement dite des mécanismes nerveux qui sous-tendent le traitement des informations d'origine nociceptive.

Des termes à préciser

Les associations, voire même les confusions entre les termes douleur et nociception, douleur et souffrance, douleur et détresse sont courantes ; pour s'en convaincre, il suffit de lire les textes officiels, comme celui de la Directive Européenne sur l'utilisation des animaux à des fins scientifiques (Directive 86/609/EEC sur la Protection des animaux utilisés pour l'expérimentation et autres buts scientifiques, actuellement en révision[1]).

Dans le texte fondateur de 1986, l'association des termes « douleur, souffrance, détresse » au sein d'une même phrase revient répétitivement avec le sens de capacité à ressentir (de la douleur, de la souffrance ou de la détresse). Cependant, un examen attentif des données acquises par les neurosciences ou les études comportementales, indique que ces trois concepts ne recouvrent pas exactement ni les mêmes mécanismes, ni les mêmes sensations ; l'association systématique de ces trois mots semble plus correspondre au souci de précaution du législateur européen, désireux de ne pas ignorer l'une des composantes du « vécu » de la douleur. Ces termes semblent ainsi utilisés indistinctement sans tenir compte du fait que les contenus sémantiques correspondent à des mécanismes différents, et ceci même si les connaissances scientifiques et cliniques établissent maintenant sans ambigüité ces différences.

[1] Voir le site http://www.europarl.europa.eu/news/expert/infopress_page/032-52907-089-03-14-904-20090330IPR52906-30-03-2009-2009-false/default_fr.htm

2.2.1. Les conceptions de la notion de douleur pour l'humain

Au delà des usages dans les textes officiels, ou même des définitions proposées dans les dictionnaires, il existe des définitions techniques, s'appliquant soit au cas particulier de la clinique humaine soit à celui de la recherche biomédicale ; selon les situations, ces définitions sont modifiées en sorte d'être adaptées soit à l'homme soit aux animaux.

2.2.1.1. Evolution des conceptions

Pendant très longtemps, cliniciens et chercheurs ont considéré la douleur comme une sensation particulière qui témoigne d'un traumatisme ou d'une agression tissulaire, ou qui apparaît au cours du développement d'un processus pathologique. Cette ébauche de définition ne rend pas compte ni des implications, ni du cortège émotionnel inhérent à toute douleur qui se prolonge dans la durée, ni des situations de chronicité qui font que, sans aucune cause organique, une douleur dite psychique peut être aussi invalidante qu'une douleur dont l'origine corporelle est identifiée.

L'hypothèse selon laquelle l'intensité de l'expérience douloureuse est proportionnelle à la sévérité du dommage (Beecher, 1959; Melzack & Wall, 1988) a permis aux travaux réalisés en laboratoire d'exprimer l'intensité douloureuse en termes d'énergie ou d'amplitude de la stimulation.

Il s'agit donc d'une théorie unidimensionnelle établie sur une relation mathématique entre l'intensité du stimulus et l'importance de la douleur. Cependant, les observations cliniques et expérimentales montrent bien qu'il n'y a pas toujours, non seulement perception mais expression (verbale ou comportementale) de la douleur, que ce soit après un traumatisme ou après un acte chirurgical.

A la différence de la vision et de l'audition, la perception de la sensation algique dépasse largement le problème de la lésion et de la simple étude des signaux sensoriels. En effet, plusieurs facteurs semblent intervenir pour expliquer que l'intensité d'un stimulus puisse provoquer des douleurs décrites comme intolérables chez un individu, alors qu'un autre les supportera sans aucune manifestation. De même, un acte chirurgical ou un traumatisme peut être ressenti comme légèrement douloureux par un malade, alors qu'il entraîne une douleur insupportable et une grande consommation d'analgésiques chez d'autres.

Melzack et Wall (1988) ont identifié plusieurs facteurs expliquant le caractère très polymorphe de toute douleur :

- *Les facteurs culturels* : leurs rôles semblent prépondérants. En effet, les habitudes culturelles, les rites religieux et ethniques de diverses sociétés (rite de suspension aux crochets en Inde, trépanation en Afrique Orientale), ne semblent pas avoir de connotation algique et n'entraînent que très rarement l'extériorisation d'une douleur. Les seuils de perception la douleur sont aussi influencés par les facteurs culturels. Seule la mesure du seuil de sensation (valeur minimale du stimulus pour produire une sensation) dans différents groupes ethniques est identique (Melzack & Wall, 1988). Par contre, le seuil de perception (valeur minimale du stimulus pour que la sensation soit ressentie comme douloureuse) est modulé par les facteurs culturels qui exercent une influence considérable. Clark (1980) a montré que des individus de populations différentes (occidentaux et népalais) avaient des seuils de sensation identiques mais des seuils de perception différents.

- *Les expériences antérieures* : les expériences douloureuses sont mémorisées et peuvent servir de référence à un stimulus (Sternbach & Tusky, 1965). Ce phénomène est couramment employé en médecine, permettant de comparer une sensation algique récente à une douleur connue.

- *Comportement et situation* : en fonction des situations qui les génèrent, les sensations douloureuses sont interprétées de façons très différentes. L'étude classique de Beecher (1959) montre que le traumatisme peut avoir une signification très différente selon son contexte qui peut donc interférer de façon majeure sur l'expression d'une douleur. Une comparaison de la demande d'analgésiques morphiniques a été effectuée dans deux

groupes de personnes : un groupe de civils et un groupe de militaires qui présentaient des lésions semblables. Dans le premier groupe la blessure compromettait leur vie socioprofessionnelle et 80% des blessés ont sollicité un antalgique, dans le deuxième groupe elle constituait un gage de retrait du théâtre des opérations et la demande d'antalgiques a été plus faible (33%).

On conçoit clairement que la douleur ne peut être appréhendée comme une réaction simple et univoque. Elle occupe une place particulière dans la diversité des sensations que les êtres vivants peuvent éprouver et doit être comprise comme une sensation associée à une dimension émotionnelle et donc multidimensionnelle.

2.1.2.3. Evolution des définitions

En dépit des progrès importants réalisés ces dernières années dans les domaines de la neurophysiologie, de la neurobiochimie et de la neuro-pharmacologie, la grande diversité des expériences douloureuses explique la difficulté de trouver une définition reconnue par l'ensemble des communautés scientifiques et des médecins.

A l'heure actuelle, on ne connaît ni la qualité que le message sensoriel doit avoir, ni la quantité des influx véhiculés jusqu'au système nerveux supra-spinal pour que ce message soit intégré comme une sensation douloureuse. De plus, la meilleure compréhension des mécanismes physiopathologiques a été acquise à partir des données de laboratoire chez l'animal sain ou dans des modèles de douleur expérimentale ; il faut se garder d'extrapoler ces données avec une trop grande rigidité à d'autres contextes car le risque d'aboutir à des conclusions erronées serait important. De plus, les conditions expérimentales chez le petit animal restent souvent éloignées de celles rencontrées chez les patients.

Une définition appropriée doit pouvoir prendre en compte les douleurs générées par des facteurs périphériques, centraux ou psychologiques ; les douleurs aiguës ou chroniques ; les douleurs par excès de nociception et les douleurs survenant après lésion du système nerveux ; les douleurs entraînées par des stimuli non-nociceptifs ; et enfin les douleurs survenant à distance de la lésion causale alors même que celle-ci est guérie mais aussi la douleur expérimentale chez l'animal.

Plusieurs définitions ont été proposées :

- "La douleur est une sensation personnelle et intime de mal, un stimulus nociceptif qui signale une lésion tissulaire actuelle ou imminente un schéma de réactions destiné à préserver l'organisme du mal" (Sternbach & Tusky, 1965).
- "La douleur est une expérience sensorielle provoquée par des stimuli qui lèsent les tissus ou menacent de les détruire, expérience définie introspectivement par chacun comme ce qui fait mal" (Mountcastle, 1980) .

Ces essais de définition ne prennent pas en compte les douleurs organiques qui ne sont pas secondaires à une lésion tissulaire. C'est le cas, par exemple, de la douleur d'une colique néphrétique, considérée comme une des douleurs aiguës les plus intenses. Dans cette pathologie, la douleur est en rapport avec une dilatation, une distension de l'uretère en amont de la lithiase*. De même, parfois une douleur intolérable peut être causée par le frôlement d'un morceau de coton sur la peau. Ce type de douleur, tout à fait paradoxal,. s'explique par des différents mécanismes neurologiques complexes : perte des inhibitions d'origine nerveuse centrale, sommation des influx mécaniques consécutive à l'absence d'inhibition des afférences nociceptives véhiculées par les fibres nerveuses amyéliniques C, baisse du seuil des nocicepteurs périphériques qui permet alors la stimulation des neurones convergents de la corne dorsale de la moelle épinière par les fibres myélinisées non-nociceptives. Ces stimulations habituellement perçues comme non-nociceptives vont entraîner une sensation douloureuse. Ainsi associer "douleur et lésion" ou "douleur et stimulus nociceptif" ne permet pas d'expliquer l'ensemble des manifestations douloureuses.

Il est établi que la relation « lésion-douleur » n'est pas toujours systématique, il existe des douleurs sans lésion et des lésions sans douleur. De plus la douleur n'est pas seulement fonction de l'importance du dommage corporel. L'intensité et l'expression de la douleur

dépendent de nos expériences antérieures, du souvenir et donc de la mémorisation que nous en avons ; elles seront également déterminées par notre capacité à en comprendre non seulement la cause, mais aussi les conséquences. Le milieu culturel, religieux et ethnique, dans lequel nous avons été élevés, a un rôle essentiel dans notre façon de ressentir la douleur, de l'appréhender et d'en donner une signification. Cette deuxième douleur va entraîner des répercussions sociales, familiales et professionnelles, constituant le modèle « bio-psycho-social » de la douleur. Peu à peu se constitue un syndrome chronique, qui va évoluer pour son propre compte, sans aucune fonction ni objectif biologiques et qui devient une pathologie en tant que telle.

2.2.1.3. La définition actuelle pour l'homme

La définition qui a été adoptée mondialement fut initialement proposée en 1979 par l'Association Internationale pour l'Etude de la Douleur (IASP) : « ***la douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire, réelle ou potentielle ou décrite en termes évoquant une telle lésion*** » (IASP, 1979; Merskey & Bogduk, 1994).

On pourra ici se demander pourquoi les auteurs ont risqué de compliquer cette définition en prenant soin de préciser « ou décrite en termes évoquant une telle lésion» ? La réponse tient au fait qu'il existe des douleurs sans stimulus d'origine externe, ce qui démontre bien l'existence de douleurs d'origine centrale, c'est-à-dire littéralement construites par le cerveau. Il en est ainsi d'une douleur crée expérimentalement et dénommée « illusion douloureuse de la grille thermique » (Le Bars & Willer, 2004) Cette situation artificielle est construite en trois temps : i) le sujet pose sa main sur une grille froide non glacée, il éprouve une sensation de froid ; ii) le sujet pose sa main sur une grille géométriquement identique et tiède, il ressent une sensation de chaleur ; iii) le sujet pose sa main sur les deux grilles entremêlées en quinconce, il retire sa main rapidement car il éprouve une douleur insupportable. Cette expérience qui s'inscrit dans la longue liste des illusions perceptives qui peuvent concerner différentes modalités sensorielles, démontre que, comme toute perception, une douleur est aussi le résultat d'une construction active par le cerveau. On notera qu'en pathologie, il existe également des douleurs d'origine cérébrale comme celles consécutives à une ischémie*.

Dans la dernière mise à jour des terminologies de la douleur (Merskey & Bogduk, 1994), les auteurs de l'IASP ont jugé nécessaire d'inclure une remarque importante qui concerne le cas de sujets humains dépourvus d'expression verbale. Cette mise à jour est rapportée ici car elle illustre avec force les problèmes particuliers associés aux situations dans lesquelles toute communication verbale est exclue. Ce passage met en évidence les précautions qui doivent être prises lorsqu'il s'agit de témoigner d'une expérience aussi complexe que celle de la douleur quand elle est éprouvée par des sujets humains. Il est intéressant de lire cette réflexion en gardant à l'esprit les situations dans lesquelles des espèces animales « non-humaines » sont impliquées. A cet égard, la dernière phrase du paragraphe cité est soulignée pour mettre l'accent sur la distinction entre douleur et nociception.

Note des rédacteurs du lexique de l'IASP : « L'incapacité de communiquer oralement ne signifie pas qu'un individu ne ressent pas de douleur et ne nécessite pas de traitement de soulagement de la douleur. »

Ainsi, la douleur est, par nature, subjective. Chaque personne apprend à utiliser le terme douleur dès le plus jeune âge en fonction d'expériences associées à des lésions. Les biologistes reconnaissent que les stimuli qui provoquent de la douleur peuvent endommager les tissus. La douleur est sans hésitation une sensation dans une ou plusieurs partie(s) du corps, mais c'est aussi toujours une sensation désagréable et pour cette raison également une expérience émotionnelle. Les expériences qui ressemblent à de la douleur mais qui ne sont pas désagréables, par ex. le picotement, ne devraient pas être appelées *douleur*. Les expériences anormales et désagréables (dysesthésies) peuvent également être considérées comme douleur mais pas nécessairement, étant donné que, subjectivement, elles pourraient ne pas posséder les caractéristiques sensorielles réelles de la douleur.

Nombre de personnes font état de douleurs sans lésion tissulaire ou cause physiopathologique probable ; ceci survient en général pour des raisons psychologiques. De manière générale, il n'est pas possible de distinguer leur expérience de la douleur de celle d'une lésion tissulaire, si nous devons nous en tenir au compte-rendu subjectif. Si les individus considèrent leur expérience en tant que douleur et s'ils en font état de la même manière qu'ils le feraient pour des douleurs provoquées par des lésions tissulaires, cette expérience doit alors être acceptée en tant que douleur. Cette définition évite d'associer la douleur uniquement au stimulus.

L'activité provoquée par un stimulus nuisible dans un nocicepteur et dans les voies et centres intégrateurs de ces messages nociceptifs ne constitue pas la douleur proprement dite, laquelle est toujours un état psychologique et ce, même si nous pouvons la plupart du temps nous rendre compte que cette douleur possède une cause physique proximale.

C'est ainsi que la douleur est reconnue comme une sensation aux composantes multiples dont il est possible de proposer un schéma opératoire simplifié qui rend compte de cette dimension composite.

A cette étape, il convient de noter que la définition officielle, censée saisir les caractéristiques essentielles de l'expérience de la douleur chez l'homme, n'a pas tenté de prendre en compte la dimension évolutive ni abordé la question de ses fonctions biologiques. Face à ce positionnement anthropocentré, d'autres chercheurs, plus concernés par la médecine vétérinaire, ont éprouvé le besoin d'élaborer des définitions plus adaptées aux animaux (cf. § 2.4 : transposition aux animaux).

2.2.2. Elargissement du champ d'application de la douleur aux humains non parlant

L'attention portée au phénomène douloureux est relativement récente (Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins, 2002)[2]. Cette évolution est manifeste lorsque l'on considère le cas des êtres humains qui ne disposent pas du tout ou pas aisément du langage pour témoigner de leur vécu. La section qui suit présente des cas d'évolution de la démarche entreprise par des cliniciens et des psychologues vis-à-vis de situations difficiles pour lesquelles la caractérisation de la douleur n'est pas aisée.

Dans le cadre de la présente expertise centrée sur la douleur des animaux, il s'est avéré utile de connaître les démarches qui ont été employées pour prendre en compte le phénomène douloureux chez les humains dépourvus de langage et ainsi d'établir un parallèle méthodologique susceptible de servir de guide quand on aborde la question de la douleur des animaux d'élevage.

2.2.2.1. Le cas de la douleur chez le jeune enfant dyscommunicant et chez l'enfant psychiquement ou sensoriellement handicapé.

La méconnaissance de la douleur de l'enfant est un fait historique, un fait de société : on pensait encore récemment que le nouveau-né n'était pas capable de ressentir la douleur du fait de l'immaturité du système nerveux ; que l'enfant était incapable d'évaluer sa douleur ; qu'il exagérait et de toute façon guérirait rapidement et oublierait (Fournier-Charrière, 2002; Gauvain-Piquard & Meignier, 1993).

La douleur est très fréquente chez l'enfant. Dans une étude portant sur 5336 enfants ne présentant aucun handicap, 53,7% d'entre eux disent avoir eu un épisode douloureux dans les 3 mois précédents et 25% présentent une douleur chronique (Perquin et al., 2000). On peut donc s'attendre à une incidence de la douleur au moins égale, si ce n'est plus élevée, dans la population des enfants handicapés.

[2] Hhttp://www.sante.gouv.fr/adm/dagpb/bo/2002/02-21/a0212062.htm

Le handicap est fréquent chez l'enfant. Selon l'OMS, il intéresse, toutes les étiologies et tous les degrés de gravité confondus, 15 à 20% de l'ensemble de la population pédiatrique (0 à 19 ans). Les déficiences graves atteignent 0,5 à 1% de la population pédiatrique et, dans deux tiers des cas, il s'agit de déficiences intellectuelles (source RHEOP : Registre du Handicap Et Observatoire Périnatal).

Ces enfants sont rarement inclus dans des études de population sur la douleur. La recherche est rare dans ce domaine, par conséquent la littérature est pauvre sur le sujet.

L'idée que leur expérience personnelle de la douleur est différente de celle des enfants non déficients intellectuels a très longtemps prévalu chez les soignants.

Malgré le problème majeur que constitue la douleur dans cette population, il persiste une controverse quant au fait que leur expérience douloureuse diffère de celle des enfants non déficients. Ces enfants sont parfois même considérés comme insensibles, ou indifférents (n'interprétant pas ce qu'ils ressentent comme négatif) à la douleur, particulièrement lorsqu'ils montrent des comportements d'automutilation (Perquin et al., 2000; Tordjman et al., 1999; Vincent et al., 2009b).

2.2.2.2. Evaluation de la douleur chez l'enfant non déficient

(Fournier-Charrière, 2002).

L'évaluation de la douleur doit être régulière et systématique ; elle est réalisée au moyen d'une échelle validée, adaptée à l'âge de l'enfant. Le support écrit est un élément déterminant pour les transmissions et l'adaptation secondaire du traitement.

- **Au-delà de 6 ans**, l'enfant peut s'évaluer lui-même (auto-évaluation) avec :

  - une Echelle Visuelle Analogique (EVA) avec une réglette verticale,

  - une Echelle Verbale Simple (douleur « absente », « modérée », « intense », « très intense »),

  - une Echelle Numérique Simple (*quelle note entre 0 et 10 à l'intensité de la douleur ?*),

  - une Echelle des visages : 6 visages sont proposés à l'enfant.
- **Entre 4 et 6 ans**, l'auto-évaluation à l'aide de l'Echelle de Visages ou de l'Echelle Verbale Simple (EVS) peut être proposée mais elle doit aussi être appuyée par l'hétéro-évaluation. A partir de 4 ans, on peut aider l'enfant à quantifier la douleur. L'évaluateur en s'aidant de ses mains montre trois niveaux de douleur croissants : « un peu », « beaucoup », « très fort ».
- **Entre 0 et 4 ans**, on doit utiliser les échelles d'observation comportementales : DAN, OPS, EDIN, DEGR ou HEDEN (DEGR simplifiée), EVENDOL (Tableau 1).

Age	**Douleur aiguë**		**Douleur prolongée**	
	Echelle	**Seuil de traitement**	**Echelle**	**Seuil de traitement**
Prématuré et nouveau-né	DAN	3/10	EDIN	4/15
0 à 2 ans	OPS à partir de 2 mois EVENDOL aux urgences	2/8	EDIN (validée pour le nouveau-né, utilisable à défaut dans cette tranche d'âge)	
2 à 7 ans			DEGR HEDEN	10/40 3/10
4 à 6 ans	Visages	4/10	Visages	4/10

A partir de 6 ans **Auto-évaluation**	EVA ENS Visages	3/10 3/10 4/10	EVA ; ENS Visages Schéma du bonhomme DEGR (validée jusqu'à 6 ans mais utilisable au-delà en cas d'inertie psychomotrice) HEDEN EVENDOL	3/10 4/10 10/40 4/15

Tableau 1. Récapitulatif des différentes échelles d'évaluation chiffrée des douleurs aiguë et prolongée chez l'enfant. (Fournier-Charrière, 2002)

2.2.2.3. Evaluation de la douleur chez l'enfant handicapé

(Breau & Zabalia, 2006; Nader et al., 2004; Vincent et al., 2009a; Vincent et al., 2009b).

Un certain nombre d'études récentes, utilisant des mesures validées, démontrent que les personnes intellectuellement déficientes manifestent des réactions spécifiques en réponse à la douleur (Nader et al., 2004), même si elles ont plus de difficultés pour la localiser (Hennequin et al., 2000) ou si elles y répondent plus lentement (Defrin et al., 2004).

Elles ont de multiples raisons pour avoir des difficultés à évaluer la douleur : modification des perceptions sensorielles (surdité, cécité ou amblyopie*), manque de mots, d'expressions communicantes, variabilité de l'état de base. Tous ces facteurs engendrent souvent des difficultés d'interprétation de l'examen clinique classique.

Ces enfants ont de multiples raisons de ressentir des douleurs, qu'elles soient :

- des douleurs durables : neuropathiques (accident neurologique, maladie dégénérative, post-opératoire), nociceptives (articulaires, musculaires, osseuses),
- des douleurs viscérales : reflux oesophagien ou reflux vésico-uréthéral, organomégalie,
- des douleurs aiguës provoquées : positionnement (bain, habillage, déshabillage, corset, fauteuil), kinésithérapie respiratoire, aspiration trachéo-bronchique, sonde naso-gastrique, injection intra-musculaire, vaccins, injection de toxine botulinique,
- mais aussi des conséquences de percées dentaires, otites, constipation, spasmes viscéraux, etc.

L'examen clinique est entravé par les troubles de la communication verbale et par les troubles neurologiques préexistants, d'où la nécessité de savoir comment le patient exprime le oui et le non, d'utiliser tous les partenaires du patient (soignants habituels, parents, éducateurs, kinésithérapeutes, etc.) pour interpréter les manifestations (plaisir / déplaisir, confort / inconfort) et enfin d'avoir recours à tous les moyens de communication possibles : pictogramme, ordinateur…

Devant de telles constatations, on conçoit l'importance de disposer d'outils spécifiques permettant d'évaluer la douleur dans cette catégorie de patients.

Les parents de ces enfants s'intéressent particulièrement aux problèmes posés par la douleur. Ils rapportent une sous-évaluation liée à un défaut d'identification des signes de douleur par les soignants et corrélativement un défaut de traitement (Fanurik et al., 1999). Ils considèrent, pour cette raison, qu'il est nécessaire d'être proche de l'enfant pour être capable d'évaluer sa douleur (Hunt et al., 2003). C'est sur ce postulat qu'a été développée et validée la grille Douleur Enfant San Salvadour (DESS) (Collignon & Giusiano, 2001), seule grille d'évaluation de la douleur de l'enfant polyhandicapé disponible en langue française jusqu'à un passé récent.

A contrario, certains membres de l'entourage de ces enfants, de même que certains de leurs soignants, continuent d'exprimer leurs doutes quant à la réelle perception de la douleur par les personnes présentant des déficiences intellectuelles (Breau et al., 2006; Breau et al., 2004). Les personnes déficientes intellectuellement peuvent avoir des réactions altérées à

de nombreux stimuli externes ; cela témoigne de différences dans la réponse physiologique, mais pas nécessairement dans la perception de la douleur.

Les recherches entreprises depuis une dizaine d'années par Lynn Breau et ses collaborateurs suggèrent qu'un observateur non familier de l'enfant peut fournir de bonnes indications sur son état de douleur et d'inconfort à condition d'utiliser un outil validé. Dans ces conditions, la concordance entre l'évaluation des parents et celle de l'observateur non familier peut être forte (Breau et al., 2002).

Il n'y pas d'expression unique, univoque, graduée de la douleur aiguë : pleurs exprimés en durée, intensité, modulabilité, modifications du comportement habituel, modifications du regard (plafonnement), hypertonie, changement du visage (mimique signifiante, vocalise plus ciblée), mouvements répétitifs stéréotypés auto-vulnérants dans la zone douloureuse ou même à distance. De plus, le temps de récupération est plus long de 1 à 2 minutes.

L'échelle Douleur Enfant San Salvadour (ou DESS) est utilisable pour les plus de 5 ans devant une douleur prolongée. Elle définit 10 items d'état, dits de base, des signes d'appel qui doivent faire utiliser la grille d'évaluation, 10 items d'une grille évaluative, des critères décisionnels thérapeutiques en fonction de la cotation et l'examen clinique.

Par contre, pour les plus petits de 0 à 5 ans et pour une douleur supposée durable, il faut penser à la douleur en recherchant des signes d'appel et en les distinguant entre eux. Il faut obtenir des témoignages de tous les interlocuteurs (infirmière, puéricultrice, kinésithérapeute, psychologue, psychomotricien, auxiliaire, médecin…) et essayer d'identifier les schémas expressifs du mécontentement, de la quête affective, de la « douleur physique», de la souffrance psychique. C'est une véritable enquête. Puis il faut examiner l'enfant en utilisant les moyens de communication identifiés, dans un univers paisible et empathique, avec sérieux, rigueur, calme et progressivité.

2.2.3. Concepts et notions associés à la douleur : les frontières de la douleur

2.2.3.1. Le stress

(Coghill et al., 1999; Price, 2000; Yarushkina, 2008)

L'idée de stress évoque une réaction standardisée, non spécifique de l'organisme à différents agents d'agression, ceux-ci pouvant être d'ordre physique (modification brusque du milieu), d'ordre immunitaire (agent pathogène) ou d'ordre psychologique (perception d'une menace). Le stress a été initialement défini comme le « syndrome général d'adaptation » avec mise en jeu du système nerveux sympathique* et de la fonction cortico-surrénalienne. Ce concept évoque l'unicité de la réponse physiologique à l'égard de la diversité des agents agressifs pour l'organisme. Si l'utilisation courante confond souvent l'agent responsable et la réaction à cet agent, seule la réponse mérite le nom de stress qui peut être défini par l'ensemble des réactions qui le caractérise. Parmi ces réactions, les réponses neuroendocriniennes ont été largement décrites. Elles consistent en une mobilisation des structures hypothalamiques qui recrutent l'activité de synthèse-libération des cellules de l'hypophyse, ce qui conduit à la libération d'hormones (cortisol*, cortisone) par les corticosurrénales et simultanément à la libération de catécholamines (adrénaline), en particulier par les médullosurrénales.

Il faut remarquer que ces hormones corticoïdes sont également mobilisées dans la réaction inflammatoire qui accompagne souvent une atteinte lésionnelle ayant engendrée de la douleur. Au cours de la réaction inflammatoire locale autour de la zone lésée, corticoïdes et catécholamines vont interagir avec les agents chimiques libérés localement par les terminaisons nerveuses et certaines cellules du système immunitaire (leucocytes) afin de moduler le développement de ce type d'inflammation.

Le stress a également été défini comme l'effet que produit sur l'organisme toute action physiologique ou pathologique d'origine purement physique ou comportementale : « *le stress*

est le processus par lequel les facteurs d'origine physique et/ou comportementale surchargent les systèmes de régulation d'un individu et perturbent son état d'adaptation » (Broom, 1991; Brugère et al., 1992).

Le stress peut donc être induit par des altérations tissulaires, des enjeux psychologiques ou encore des agents infectieux. Cette réponse globale est non spécifique ; aussi la connaissance précise du contexte dans lequel les réponses neuro-endocrines, immunitaires et comportementales apparaissent est nécessaire, ce qui rend toute interprétation sur son apparition délicate. Le stress dépend essentiellement du contexte de son déclenchement et peut être la conséquence d'une perception. C'est ainsi que progressivement l'interprétation de la réponse de stress a été élargie pour être conçue comme l'expression physiologique d'une remise en cause globale de l'équilibre d'un être vivant avec son milieu, y compris son milieu social (Broom, 1998; Dantzer, 1993; Mason, 1971).

Les structures du cerveau participant à l'élaboration de la perception de la douleur incluent des régions cérébrales dites « archaïques » localisées au niveau du tronc cérébral et de l'hypothalamus. L'activation de ces structures donne lieu à une série de réactions et de contrôles en retour vers la moelle dont le résultat se traduit schématiquement en réactions végétatives dites de « stress ». L'intrication fonctionnelle du « système de la douleur » avec le système végétatif existe depuis les niveaux périphériques jusqu'aux niveaux les plus centraux. C'est par exemple ce qui est observé dans le cas d'une douleur aiguë, toujours associée à l'augmentation du rythme cardiaque, de la pression artérielle et à une vasoconstriction périphérique (pâleur).

Les réactions à un stimulus nociceptif sont constituées de :

- réponses réflexes élémentaires : retraits, sauts, spasmes,…
- réponses neuro-végétatives d'alarme : élévation du tonus sympathique, tachycardie, élévation de la pression artérielle, apnée et/ou accélération du rythme respiratoire…

Il est courant de distinguer deux types de composantes dans ces réactions, la réponse de défense qui a une signification de survie et la réponse émotionnelle qui comprend à la fois des réponses neuro-végétatives d'alarme ou de stress et conditionne d'autre part la mémorisation permanente d'un évènement à signification vitale.

Ainsi, stress et douleur partagent des réactions communes ; au-delà de la composante émotionnelle associée à la douleur, il y a induction d'un stress (alerte, peur,…) dont les manifestations fonctionnelles sont ne peuvent être distinguées d'un stress purement psychologique.

Au-delà de réactions comportementales spécifiques (évitement, repli,…), nociception et douleur génèrent des réponses non spécifiques, comme celle du stress. Il est difficile de distinguer la réponse causée par un agent stressant, de nature exclusivement psychologique, de celle déclenchée par un agent infectieux.

Ainsi, l'**inflammation neurogène** peut être causée :

- par effraction somatique directe *(nociception)*,
- par peur, colère, anxiété *(stress psychologique),*
- par attaque pathogène *(stress immunitaire).*

La multiplicité des composantes de la réaction de stress (comportementale, émotionnelle, nerveuse, immunitaire) souligne son caractère non spécifique. Au-delà des critères neuro-endocriniens classiques du stress, il convient de considérer :

- les réponses inflammatoires, contrôlées par le système immunitaire ;
- la dimension émotionnelle, contrôlée par le système nerveux central ;
- les données comportementales, qui permettent d'aborder les modes de représentation de l'environnement par l'animal ;
- les données des neurosciences cognitives qui pointent ce qu'il y a de commun entre l'animal et l'homme, sans tomber dans les travers de l'anthropocentrisme.

Il existe des associations entre la réponse de stress et l'inflammation. La réponse inflammatoire constitue le mécanisme de protection le plus primitif. Cependant, au cours de la phylogenèse, la réponse de stress a évolué à partir de la réponse inflammatoire et est intriquée à elle (Kohm & Sanders, 2000; Le Bars et al., 2001; Seematter & Tappy, 2004). Ainsi, un puissant stimulus inflammatoire constitué de lipo-polysaccharides (extraits de coques bactériennes), stimule l'axe corticotrope* en initiant la libération d'un facteur de libération des corticoïdes (CRF ou facteur de libération de la corticotropine). Enfin, les corticoïdes et catécholamines (considérées comme des hormones du stress), déclenchent une réponse (production de cytokines et de réactifs de la phase précoce), tout comme dans le cas d'une attaque infectieuse : **la réponse inflammatoire est similaire à une réponse de stress déclenchée soit par un stimulus psychologique soit par un stimulus nociceptif agressif.**

Dans les descriptions courantes et même dans certains textes qui occasionnellement traitent de la douleur chez les vertébrés inférieurs, ces deux situations (douleur et stress) sont souvent confondues, car elles présentent des signes physiologiques et comportementaux qui peuvent se superposer.

2.2.3.2. La souffrance

Le terme souffrance est fréquemment employé comme synonyme de douleur, avec les sens additionnels de chagrin, affliction, désorientation, peur ou anxiété, détresse, dépression, termes qui relèvent essentiellement du domaine psychologique.

La définition officielle de l'IASP, conçue pour la clinique humaine, énonce que la souffrance est **un état émotionnel de détresse associé aux évènements qui menacent l'intégrité biologique ou psychologique de l'individu**.

Indépendamment de cette définition, conçue par des médecins et neurologues pour les humains, certains philosophes ont tenté de distinguer douleur et souffrance chez l'homme. Partant de la constatation qu'un état de souffrance accompagne souvent une douleur sévère et durable qui, par son caractère envahissant, atteint l'image du corps et par là même l'intégrité psychique mais qu'alternativement un état de souffrance peut tout aussi bien intervenir en l'absence de douleur d'origine physique, il a été souligné que **douleur et souffrance sont phénoménologiquement distincts**. C'est par exemple ce qu'a précisé le philosophe Paul Ricoeur (1994) en énonçant : « par delà l'emploi des termes l'une *(la douleur)* et l'autre *(la souffrance)* ont leurs signes. Du côté de la souffrance, on réservera des *affects* ouverts sur la réflexivité, le langage, l'altération du rapport à soi et à autrui, le rapport au sens et la diminution de la puissance d'agir…».

Dans la littérature scientifique centrée sur la question du bien-être animal, la notion de souffrance (psychologique) est utilisée pour caractériser et mettre l'accent sur la dimension émotionnelle qui paraît à même de traduite de manière adéquate un comportement ou des postures de retrait, prostration, perte d'appétit ou de prise de boisson (Bateson, 2004; Dawkins, 2008). Dans ce contexte le terme souffrance est plus fréquemment employé que celui de stress car il met l'accent sur la dimension de durée temporelle.

En conclusion, les expressions fonctionnelles de la douleur ou du stress sont le plus souvent difficiles à différencier sans en connaître leur cause, qu'il s'agisse d'un stress purement émotionnel (psychologique) ou d'une agression physique ayant entraîné de la douleur ; en effet dans les deux cas les réactions fonctionnelles sont souvent associés à des attitudes similaires.

2.2.3.3. La santé

Un autre cas illustratif de la démarche aboutissant à l'utilisation d'un mot particulier, et des effets de contexte dans lequel il peut être employé, est apporté avec la notion de « **santé** ». Ce terme, apparemment simple, avait initialement été défini par l'OMS en 1946 :

Définition de la Santé (pour l'homme) : La santé est un état de bien être total physique, social et mental de la personne (image POSITIVE de la santé). Ce n'est pas la simple absence de maladie ou d'infirmité.

Avant 1946, la santé était considérée comme étant l'état contraire de la maladie. S'occuper de l'accès à la santé revenait donc à lutter contre les maladies. Avec la définition de l'OMS, la prévention et les soins ne sont pas les seuls moyens au service de la santé ; les lois, règlements, orientations politiques en environnement, aménagement du territoire y sont désormais inclus. La santé de la population devient une responsabilité collective (Charte d'Ottawa, 1986).

Les politiques pour la santé sont définies dans les recommandations d'Adelaïde (recommandations d'Adélaïde, 1988). La santé est un droit fondamental de l'homme et un investissement social. Les gouvernements doivent investir dans les politiques pour la santé et dans la promotion de la santé afin d'améliorer l'état de santé de tous les citoyens. Leurs buts principaux sont d'instaurer un environnement physique et social propice, de faciliter les choix des citoyens en faveur de la santé, de combler l'écart de santé entre les personnes défavorisées et les autres.

Dans la section spécifiquement consacrée à la douleur des animaux et aux concepts associés (§ 4), nous verrons qu'une démarche similaire a été menée pour les animaux, mais qu'elle a été conduite plus tardivement. L'évolution du concept de « bien-être » des espèces élevées par l'homme est passée de l'absence de maladie, faim, soif, peur et douleur à une conception plus proactive et responsable d'une organisation du milieu réservé aux animaux, leur permettant par exemple d'exprimer le comportement naturel de l'espèce afin d'éviter tout stress chronique ou frustration.

2.3. La douleur : mécanismes et structures impliquées

2.3.1. La nociception

Ce terme a été crée en 1908 par le neurobiologiste anglais Sherrington (prix Nobel de Médecine en 1932 pour ses travaux en neurophysiologie) à partir de la racine latine *nocere* = nuire et du mot ré-ception.

Définition : la nociception est une modalité sensorielle mise en jeu par tout stimulus capable de produire une lésion tissulaire.

Le concept de nociception se réfère à une approche pragmatique et expérimentale qui permet avant tout de caractériser le stimulus, qui est nocif, qui nuit à l'intégrité des tissus.

Un nocicepteur est le type de récepteur préférentiellement sensible à un stimulus nuisible ou qui pourrait devenir nuisible si prolongé.

Dans la définition de la douleur proposée en anglais pour les animaux (*pain*), figurent les mots *awareness* que l'on peut ici traduire par l'idée « d'alerte », « d'avertissement », voir de « conscience » et *aversive* dont le sens est plus évident ("*aversive sensory and emotional experience representing an awareness of damage or threat to the integrity of its tissues*", (Molony & Kent, 1997)).

Les deux termes, nociception et douleur permettent de distinguer :

- l'expérience sensorielle élémentaire (nociception),
- de l'expérience émotionnelle qui s'ajoute à l'expérience sensorielle élémentaire apportant ainsi une dimension de plus grande complexité à cette sensation.

Le terme « aversif » a été introduit pour insister sur la dimension comportementale et physiologique qui, chez l'animal, est la seule réponse activement produite et éventuellement identifiable par un observateur humain. D'autre part, l'IASP recommande pour des raisons de précision et d'exactitude dans la référence implicite aux mécanismes impliqués, d'éviter d'utiliser des termes comme « récepteur de la douleur », « voie de la douleur », etc. (cf.

recommandation IASP in « version française » à partir de la terminologie IASP 1994 (Merskey & Bogduk, 1994))

La nociception est donc considérée comme le **système sensoriel primaire d'alarme** permettant la protection de l'organisme en assurant le déclenchement de réponses réflexes (somatiques et végétatives) et comportementales simples dont la finalité est de faire cesser et de limiter les conséquences négatives de l'agression tissulaire.

2.3.2. Les composantes de la douleur

Les descriptions proposées dans cette section correspondent avant tout à des catégorisations utilisées en clinique humaine ; nous mentionnerons les points vis-à-vis desquels la transposition aux animaux ne peut s'appliquer directement.

2.3.2.1. La composante temporelle

La douleur est une sensation physiologique normale qui participe à la survie et à la protection de l'individu. En effet, dès les premiers jours de la vie, le jeune enfant apprend que la douleur est un système des plus efficaces pour prévenir les atteintes lésionnelles de l'organisme. La douleur entraînée par une lésion ou un stimulus va induire un comportement qui a pour but, dans un premier temps, de protéger les tissus non lésés et de limiter l'importance et les conséquences de l'agression en elle-même. Ceci se manifeste par un mouvement de retrait, de fuite ou tout autre comportement de protection, qui vise à empêcher l'aggravation de la blessure, ou à provoquer l'immobilisation ou l'enlèvement de l'agent responsable. Dans un deuxième temps, c'est par l'apprentissage que l'individu évitera les situations ou les agents nocifs : les expériences douloureuses antérieures mémorisées préviennent une lésion potentielle ou future. Cette fonction protectrice est bien mise en évidence dans :

- les douleurs accompagnant les lésions articulaires majeures ou les affections importantes de l'organisme qui imposent l'inactivité et le repos permettant aux mécanismes récupérateurs de favoriser la guérison ;

- l'insensibilité congénitale à la douleur, une affection rarissime caractérisée par l'impossibilité de ressentir la douleur (Danziger et al., 2009; Danziger & Willer, 2009). Cette particularité semble associée à au moins une modification génétique particulière qui a été identifiée récemment (Ahmad et al., 2007). Les jeunes enfants atteints par cette pathologie se blessent, se brûlent, se mordent, présentent des fractures multiples, des lésions articulaires en rapport avec des micro-traumatismes répétés dus à des hyperpressions prolongées et à l'absence de mise en repos des articulations. Il n'y a pas dans ce cas perception des douleurs qui localisent une inflammation comme la douleur de la fosse iliaque droite de l'appendicite.

La douleur aiguë, douleur signal d'alarme, a comme principale caractéristique, inhérente à sa définition, la place qu'elle occupe dans le temps : elle s'inscrit dans le présent, elle est transitoire et disparaît rapidement. Elle est provoquée par des évènements tels que la brûlure, la piqûre, les pincements, et persiste jusqu'à la fin du processus de cicatrisation. Des traitements existent pour la faire disparaître. Bien plus importante que sa séquence dans le temps est sa signification, elle est une « sentinelle rapprochée qui protège notre corps » (Bergson, 1896). Cette sensation douloureuse est un signal d'alarme, elle va participer au diagnostic, témoigner de la présence d'une lésion, et c'est elle qui va amener le patient à consulter. Cependant, cette fonction d'alarme est imparfaite ; en effet, les lésions cancéreuses par exemple, n'induisent une douleur que lorsqu'elles ont évolué localement, et, dans ce cas, la destruction tissulaire est permanente, ou lorsqu'elles ont métastasé. Lorsque cette douleur se prolonge et qu'elle n'est pas rapidement traitée, elle perd sa fonction utile et devient préjudiciable, donnant naissance à une douleur chronique.

La douleur chronique, douleur maladie. Cette douleur induit différents retentissements sur les plans physique et psychologique, qui peu à peu constituent un véritable syndrome douloureux chronique, qui va évoluer pour son propre compte. Elle peut être symptomatique

d'une maladie évolutive (cancer, pathologie rhumatismale) ou résulter de séquelles traumatiques ou chirurgicales (avulsion plexique, c'est à dire arrachement d'un plexus nerveux, ou amputation de membre), ou d'une maladie guérie (post-zostérienne, pour une douleur survenant après une infection par le virus herpès *zoster*). La douleur chronique n'a plus aucune fonction, ni aucun objectif biologique : elle est devenue « maladie ». Elle va conditionner la vie de l'individu, entraîner des troubles de l'appétit, une perte du sommeil, envahir son univers affectif, retentir sur le vécu quotidien avec des répercussions sociales, professionnelles et familiales. Elle va devenir la préoccupation dominante. On admet, de façon arbitraire qu'une douleur devient chronique lorsqu'elle dure au-delà de trois à six mois.

Cette définition temporelle s'applique difficilement à la plupart des animaux d'élevage dont l'espérance de vie est parfois plus courte que le délai de trois à six mois adopté pour caractériser la chronicité chez l'homme. Ainsi, on parlera de boiteries chroniques chez des poulets de chair dont la durée de vie moyenne n'est en moyenne que de deux mois. Toutefois il faut dès ce niveau préciser d'une part, que les douleurs chroniques sont très rarement décrites en tant que telles en médecine vétérinaire (O'Hagan, 2006) et d'autre part, que leur caractérisation en tant que « modèle validé de douleur chronique chez les animaux » fait toujours l'objet de débats scientifiques dans le domaine de l'expérimentation (Le Bars et al., 2009). Toutefois ce point ne relève pas du champ de la présente expertise.

On peut distinguer les douleurs dont on connaît la cause et les douleurs pour lesquelles les mécanismes physio-pathologiques ne sont pas encore élucidés. De façon paradoxale, celles qui sont parmi les mieux appréhendées sur le plan diagnostic et dont on identifie la cause, telles que les douleurs post-zostériennes, d'amputation, d'avulsion plexique et les lombo-sciatalgies ne sont pas celles qui répondent à un traitement parfaitement bien codifié. Il est vrai que l'on retrouve préférentiellement dans ce groupe des douleurs dont la cause est identifiée des lésions tenant à la désafférentation liée à une amputation. Dans l'autre groupe (par exemple : algie vasculaire de la face, migraine, névralgie du trijumeau...), les données physio-pathologiques ne sont pas encore claires, alors que les thérapeutiques apportent des réponses.

2.3.2.2. Dimensions sensorielle, cognitive et émotionnelle de la douleur

Ces trois composantes ont été distinguées sur la base d'une catégorisation initialement établie chez le sujet humain, leur identification permet d'analyser et de schématiser la complexité dynamique de la sensation douloureuse (Figure 2).

La composante sensori-discriminative correspond au décodage du message sensoriel dans ses caractéristiques de qualité (décharge électrique, piqûre, brûlure, fourmillement...), d'intensité, de durée (permanente, brève, paroxystique, répétée...) et de localisation. Bien qu'importante et indispensable, car c'est en utilisant ces données que la plupart des patients vont décrire leur douleur, cette composante reste dans le registre d'un vécu difficile à partager. De plus certaines données seront erronées, c'est le cas de la localisation d'une « douleur projetée » qui est ressentie chez l'homme non pas à sa source réelle mais au niveau d'un territoire cutané. Un exemple devenu classique est celui d'une oesophagite qui se manifeste cliniquement par des douleurs ou des hyperalgies* dans un territoire cutané dorsal, sternal ou thoracique gauche avec douleur associée de la face interne du bras gauche, ce qui peut faire penser de manière erronée à une atteinte cardiaque.

Les composantes cognitive et émotionnelle sont essentielles. Selon les théories de l'évaluation développées en psychologie cognitive humaine, l'émotion ressentie par un individu est déterminée par la manière dont il évalue la situation. Cette évaluation est basée sur un nombre limité de caractéristiques destinées à apprécier à la fois les caractéristiques de la situation au regard du bien-être de l'individu, et les moyens dont ce dernier dispose pour contrôler la situation (Scherer, 1999). Certains des processus mentaux induits par la douleur sont décrits en termes d'émotions qui entrent dans le champ des processus d'évaluation et d'attribution d'une signification. C'est en fonction de la signification attribuée à la sensation douloureuse que se construit la caractéristique de l'émotion associée. Cette signification dépend donc de facteurs socio-culturels et de l'histoire personnelle du patient.

La signification d'une douleur est différente selon qu'il s'agit d'une affection curable ou non, d'une affection aiguë ou chronique, qu'il est possible de s'y soustraire ou non. Les circonstances de survenue sont également importantes à considérer : d'éventuels bénéfices secondaires (compensation financière, reclassement professionnel ou autre….) ou primaires (exemption de taches pénibles, changement de poste, attention plus marquée…) peuvent également marquer de façon particulière la survenue d'une douleur.

Ces composantes concernent des processus mentaux impliqués dans le traitement des multiples informations participant à l'expérience algique :

- l'attention ou la distraction vis-à-vis des phénomènes sensoriels : selon que le sujet est centré sur son corps ou occupé à une activité externe, sa perception des phénomènes sensoriels sera plus ou moins grande ;
- la signification de la douleur perçue : l'attribution de la douleur à une cause grave ou bénigne influence l'état émotionnel, notamment l'état d'anxiété, et facilite ou non une amplification des phénomènes sensoriels ;
- le contexte situationnel : selon les circonstances de la vie du sujet, les conséquences peuvent être jugées favorables ou défavorables et influencer la manière dont le sujet va vivre sa douleur ;
- les références aux expériences passées : si le sujet a déjà vécu ou observé chez des proches des expériences douloureuses traumatiques sur le plan psychologique, il pourra anticiper de telles conséquences vis-à-vis de son état pathologique et, par le biais de troubles émotionnels, faciliter la survenue ou amplifier l'intensité de ses douleurs ;
- et enfin, l'attitude de l'environnement : le patient analyse l'attitude du milieu soignant ou de son entourage familial. Cette attitude compréhensive et rassurante ou au contraire distante, inquiétante voire agressive, influence positivement ou négativement l'état émotionnel du patient et par là même la tonalité de l'intégration des phénomènes sensoriels.

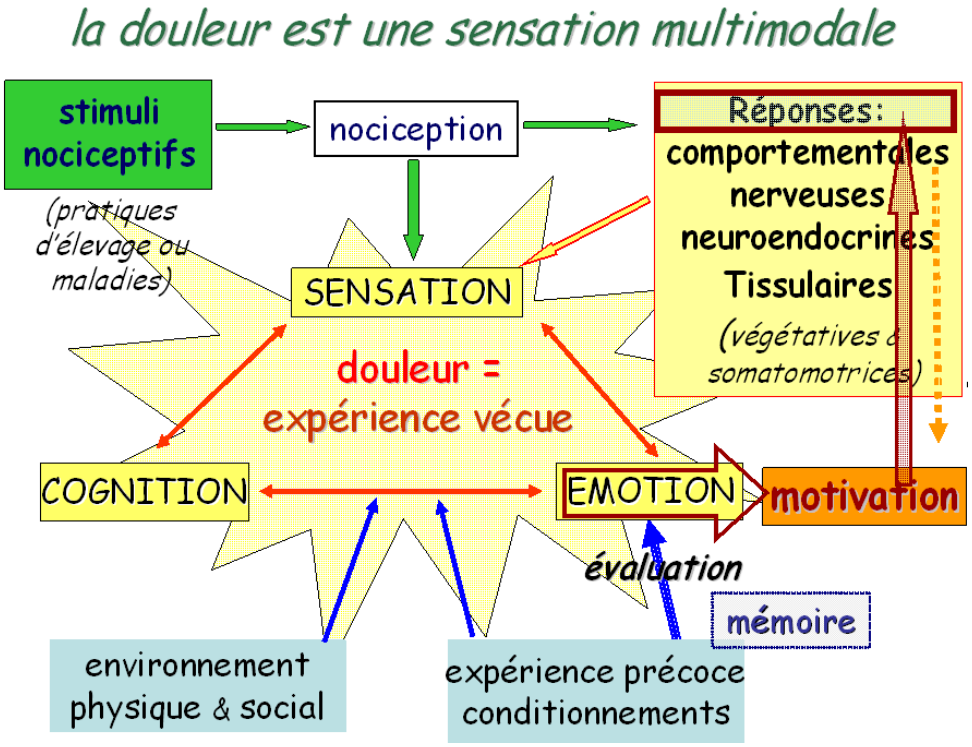


Figure 2. Les composantes de la sensation douloureuse. *L'expérience sensorielle de la douleur s'analyse en terme de sensation, de cognition et d'émotion ; elle implique également la participation de populations neuronales qui sous tendent des processus mnésiques. La dimension émotionnelle est ici à l'origine de la motivation impérieuse incitant à réaliser des actes moteurs de protection et d'échappement ; parallèlement elle est à l'origine des réponses d'alerte et des manifestations neuroendocriniennes qui se superposent à la réponse de stress. (J. Servière, communication personnelle).*

Les comportements exprimés en réponse à l'application de stimuli nociceptifs correspondent aux manifestations de la douleur, que celles-ci soient conscientes ou inconscientes. Il s'agit des manifestations verbales (paroles, mots), d'attitudes posturales, de manifestations motrices (cris, pleurs, jurons), de réactions neuro-endocriniennes ou neuro-végétatives. L'analyse de ces différentes composantes permet de comprendre pourquoi l'expression d'un stimulus de même intensité peut être ressenti comme intolérable ou légère dans deux groupes différents.

Ainsi, toute douleur s'accompagne d'un retentissement touchant l'affectivité et l'émotion. Cette dimension est plus ou moins importante, en fonction de l'état antérieur, de l'intensité, de la durée d'une douleur, allant d'un état d'angoisse ou d'anxiété à un état dépressif.

Des travaux combinés d'analyse sensorielle des composantes de la douloureuse (tests perceptifs et rapport verbaux) et de repérage des zones cérébrales activées (imagerie cérébrale en tomographie par émission de positons) ont montré que la double composante de la douleur (composante sensori-discriminative et composante émotionnelle désagréable) est sous-tendue par des voies et relais nerveux parallèles. Ces voies et relais sont activés simultanément et peuvent, dans certaines conditions expérimentales, être sollicités de manières indépendantes (Kulkarni et al., 2005) (voir également Figure 4 et § 2.3.4.3.).

2.3.3. La « conscience sensorielle » de la douleur

2.3.3.1. La douleur en tant qu'expérience sensorielle consciente

Nous ne nous réfèrerons dans ce paragraphe qu'à l'expérience consciente *(« conscious awareness »)* avec les distinctions opérées en sciences cognitives entre :

- Conscience, conçue en tant qu'expérience phénoménale ou encore conscience primaire, souvent confondue avec conscience sensorielle,
- Conscience réflexive, qui désigne la conscience de faire l'expérience phénoménale en question et la possibilité de s'en faire une représentation et d'en parler (également nommée : conscience d'accès).

Un consensus a progressivement émergé parmi les chercheurs cognitivistes pour penser que toutes les formes de conscience supposent comme point de départ une expérience sensorielle de type phénoménale (Buser, 1998; Denton, 2005; Panksepp, 2008).

Même dans des écrits en français le mot conscience est occasionnellement repris de textes anglais dans lesquels il apparaît sous la forme « *awareness* » qui prend le sens d'alerte vis-à-vis d'un évènement du monde extérieur. Mais le mot « *consciousness* » fait également référence à la conscience réflexive qui, chez l'homme prend la signification de conscience de soi.

Enfin le mot conscience est également employé dans le sens élémentaire pour qualifier l'état d'éveil et s'oppose à l'inconscience observée dans le sommeil.

Les états de vigilance dépendent de structures du système nerveux central qui régulent l'alternance veille/sommeil (formations réticulées bulbaires et intra-thalamiques) ; ces structures sont phylogénétiquement anciennes et se retrouvent avec des degrés d'homologies anatomiques variables chez toutes les espèces animales de vertébrés. Ceci ne signifie pas pour autant que les structures nécessaires à l'émergence d'une activité consciente, au sens d'éveil, constituent pour autant le substrat d'une activité consciente au

sens de conscience réflexive. Toutefois sans activation de ces structures, toute forme de conscience supérieure reste impossible (Buser, 1998; Mountcastle, 1980).

2.3.3.2. Conscience et douleur

La situation sensorielle de la douleur est certainement plus complexe que pour les modalités sensorielles extéroceptives classiquement prises en compte (« les cinq sens » : vision, audition, gustation, odorat, toucher) puisque la sensibilité corporelle, encore nommée somesthésique, peut être elle-même être décomposée en une série de fonctions élémentaires. On distinguera :

- **la fonction extéroceptive** (sensibilité cutanée à laquelle on adjoint parfois la sensibilité musculo-squelettique), qui comprend : la sensibilité mécanique (tact à la pression, aux vibrations), la sensibilité thermique (chaud, froid), la sensibilité chimique (acide, hyper ou hypotonicité) et enfin la sensibilité aux stimulations nocives (la nociception). Les sensibilités associées donnent le plus souvent naissance à des sensations conscientes.
- **la fonction intéroceptive** qui elle est souvent assimilée à un « contrôle ou à une auscultation permanente non consciente » des viscères et de leur état de fonctionnement. L'intéroception est ordinairement inconsciente tout en étant considérée comme substrat de la perception globale (diffuse) de l'état général de l'organisme (Craig, 2002; Craig, 2009). Ponctuellement, lorsque l'homéostasie* des grandes fonctions est perturbée (par exemple dans une pathologie), elle peut déboucher sur des formes d'alerte, de conscience sensorielle, ou encore d'expérience phénoménale amenant le sujet humain à évaluer « comment il se sent ». Dans ce cas, l'évaluation peut être associée à une sensation de douleur viscérale.
- **la fonction proprioceptive** qui elle renseigne le système nerveux central sur la position et le mouvement des segments du corps. Elle s'exerce le plus souvent de manière « inconsciente » permettant les ajustements automatiques de posture ou de séquences motrices, tout en restant facilement accessible (« commutable ») à la perception consciente, en particulier lorsque les positions relatives des segments corporels deviennent inconfortables ou génératrices de douleurs (de l'ankylose aux véritables pathologies arthritiques ou osseuses).

C'est dans ces dernières situations citées que, chez l'humain, émerge une conscience de la présence de ces sensations. L'individu qui les perçoit sait qu'elles sont présentes. Il .les identifie en tant que telles, il reconnaît leur nature, leur intensité et il repère le(les) segment(s) corporel(s) d'où elles proviennent. Ces sensations possèdent une dimension d'évaluation analytique cognitive et une dimension émotionnelle.

Combinées entre elles, ces diverses facettes de la sensation douloureuse relèvent vraisemblablement de ce qui a été baptisé par Craig (2002; 2009) « fonction homéostasique » et que l'auteur associe à une « émotion homéostatique » (voir également § 2.3.2- composante émotionnelle de la douleur). Cette fonction d'interrogation de l'état du corps correspond à une forme de vigilance ciblée sur la maintenance de l'intégrité corporelle. Elle est elle même assurée par des réponses neurovégétatives et des réactions motrices adaptées d'évitement et de protection vis-à-vis des stimulations aversives issues soit de l'environnement extérieur, soit du milieu intérieur. Tous les vertébrés répondent de manière similaire aux stimuli nociceptifs qui, chez les humains, déclenchent une sensation douloureuse ; ceci suggère que les bases neuronales nécessaires à l'expression des comportements homéostatiques doivent être phylogénétiquement anciennes. Des observations anatomiques sur le chat et le singe étayent cette hypothèse (Craig, 2002; Craig, 2003a) : les afférentes nerveuses primaires de petit diamètre (Aδ et C), qui transportent les informations codant l'état physiologique des tissus et des organes, se terminent majoritairement par voie monosynaptique sur les neurones de projection centrale de la couche I des cornes dorsales de la moelle épinière. Le développement de ces afférences sensorielles est ontogénétiquement couplé à celui des neurones de la couche I,

ce qui indique la formation d'un système cohérent de support/traitement des informations homéostatiques dirigées, après une seule synapse, vers les structures centrales. Ce système spinal ascendant de la couche I qui projette vers les structures du tronc cérébral constitue la voie afférente centrale du système homéostatique de la douleur chez l'homme. Chez les mammifères non-primates, les informations transmises par les neurones de la couche I sont intégrées dans des structures phylogénétiquement plus anciennes du tronc cérébral (par exemple : le noyau parabrachial, le nerf vague, les noyaux vestibulaires).

2.3.4. Mécanismes neuronaux de la nociception et de la douleur

2.3.4.1. Rappel des notions de base impliquées dans la douleur

(McMahon & Koltzenburg, 2005; Melzack & Wall, 1988; Melzack & Wall, 1982; Zimmerman, 1979)

La douleur constitue plus qu'une expérience sensorielle discriminative permettant de connaître les caractéristiques (intensité, durée, localisation) d'un stimulus nociceptif. Elle est associée à une émotion qui est provoquée par la confrontation à une situation impliquant une interprétation de la réalité. L'état émotionnel aversif associé à la sensation douloureuse constitue une puissante motivation à accomplir un acte de protection. Cette émotion « désagréable » (composante perceptive) ou « aversive » (composante comportementale) constitue une composante intrinsèque de l'expérience douloureuse, elle en est indissociable, c'est ce qui fait de la douleur une sensation complexe. Le caractère profondément aversif de la douleur fait que cette modalité sensorielle possède d'énormes capacités à capter l'attention du sujet, à interférer avec toute autre activité et à mobiliser les ressources et les stratégies de défense.

De par sa dimension aversive la douleur est très souvent associée à un stress. Il est difficile de les différencier dans leurs conséquences physiologiques et comportementales. (voir paragraphe 2.3.1).

Le système nociception-douleur qui analyse les informations nociceptives et commande les réactions de protection se distingue par ses caractéristiques des autres systèmes sensoriels (vision, audition). Ainsi l'architecture nerveuse des voies et des centres de la douleur concerne des structures plus étendues que celles directement impliquées dans le traitement sensoriel des informations nociceptives. La notion de « réseau de la douleur », parfois nommé en langue anglaise « pain matrix », traduit mieux l'idée d'une telle architecture neuronale. Les réseaux de la douleur sont à l'interface du domaine de la physiologie et de la psychologie car ils peuvent aussi bien mobiliser des réponses végétatives simples (rythme cardiaque, taux d'adrénaline,…), qu'orienter des stratégies comportementales.

On distingue trois grands types de douleurs sur la base de leurs mécanismes physiopathologiques : la douleur aiguë ou « physiologique », la douleur « inflammatoire » et la douleur « neuropathique ». Ces différents modes de fonctionnement du système somesthésique (*i.e.* sensibilité du corps) sont à l'origine des différents types de douleurs. Douleur aigüe et douleur inflammatoire sont souvent associées, par exemple après une effraction des tissus ou un acte chirurgical ; ce sont des « douleurs par excès de nociception ». Ces douleurs différentes peuvent coexister, générant des douleurs « mixtes » souvent difficiles à diagnostiquer et à traiter.

Pendant un épisode inflammatoire, le seuil d'apparition de la douleur est abaissé en sorte qu'un simple effleurement peut devenir douloureux (allodynie*) et qu'un stimulus nociceptif est perçu plus intensément (hyperalgésie*) (La Motte, 1984; La Motte et al., 1983) (*voir encadré* douleur : phénomènes perceptifs associés). Dans cette même situation, la douleur peut se prolonger au-delà de la durée de stimulation ou même survenir spontanément. La finalité biologique de telles transformations est de favoriser la guérison en ajustant les réactions et les comportements, par exemple de mettre la région lésée au repos et de la protéger grâce à une position « antalgique ».

Les douleurs « neuropathiques » peuvent être la conséquence à plus long terme d'une lésion (amputation) ou d'une transformation fonctionnelle des systèmes somesthésiques qui évoluent alors vers un mode anormal et inadapté. Ces douleurs persistantes sans finalité biologique, parfois qualifiées « d'inutiles », ont un caractère pathologique qui se développe indépendamment du maintien de la lésion initiale et selon des mécanismes propres relevant d'une propriété générale du tissu nerveux : la plasticité neuronale (Byers & Bonica, 2001). Dans le cas des douleurs neuropathiques c'est le système physiologique qui génère la douleur qui est lui même atteint par une forme de maladie.

En suivant la succession des évènements au sein du système nerveux, depuis la stimulation nociceptive d'un tissu jusqu'aux réponses déclenchées dans les centres supérieurs responsables de l'émergence de la sensation douloureuse, on rencontre successivement des récepteurs spécifiques ou nocicepteurs, des relais nerveux médullaires (premières synapses à l'entrée de la moelle épinière) jusqu'aux structures cérébrales (relais du tronc cérébral, thalamus, différents cortex du télencéphale en incluant parallèlement les structures impliquées dans les émotions, la mémoire et les commandes motrices).

Douleur : phénomènes perceptifs associés (*cf Terminologie IASP*)

Allodynie : douleur provoquée par un stimulus qui ne cause habituellement pas de douleur. L'allodynie est souvent associée à un processus de nature inflammatoire. A l'origine, le terme *allodynie* a été introduit pour établir une distinction entre l'hyperalgésie (voir infra) et l'hyperesthésie (voir infra) et les conditions observées chez des patients présentant des lésions du système nerveux où le toucher, une pression légère, les applications de froid ou de chaleur modérés provoquent de la douleur lorsqu'ils sont appliqués à une peau apparemment normale. '*Allo*-' signifie 'autre' en grec ; c'est un préfixe courant dans la définition de conditions médicales divergeant de ce qui est attendu. '-Odynie' provient du terme grec '*odune*' ou '*odyne*', tel qu'utilisé dans les mots *pleurodynie* et *coccycodynie*. Sa signification est similaire à celle de mots provenant de la racine qui donne des termes en –algie et –algésie. Le terme *d'allodynie* a été suggéré à la suite de discussions avec le professeur P. Potter du Département d'histoire de la médecine et des sciences de l'Université de l'Ontario de l'ouest. En outre, le stimulus provoquant la douleur était à l'origine décrit comme « non nuisible ». Cependant, un stimulus peut être nuisible à certains moments et non à d'autres, par exemple, appliqué à une peau intacte ou une peau brûlée par le soleil ; de plus, les limites de la stimulation nuisible pourraient être difficiles à délimiter. Le comité s'étant fixé comme but de procurer une terminologie pour un usage clinique, il a préféré ne pas définir les termes par référence aux caractéristiques physiques spécifiques de la stimulation, par exemple, la pression en kilopascal par centimètre carré. De plus, même dans le cas de peau intacte, nous ne savons pas si un pincement fort et douloureux subi par une personne en état normal endommage ou non le tissu. Dès lors, il a préféré définir l'allodynie en termes de réaction aux stimuli cliniques et souligner que la réaction usuelle au stimulus choisi pouvait, la plupart du temps, être testée ailleurs sur le corps, habituellement sur une partie du corps correspondante. Enfin, le terme d'allodynie est également utilisé dans le cas de conditions qui peuvent provoquer une sensibilisation de la peau, comme par exemple les coups de soleil, inflammations et traumatismes. Il est important de noter que l'allodynie implique un changement dans la qualité d'une sensation, qu'elle soit tactile, thermique ou autre. La modalité originelle est normalement non douloureuse, mais la réaction est douloureuse. Ainsi, il y a perte de spécificité de la modalité sensorielle. En revanche, l'hyperalgésie (voir ci-après) représente une réaction accrue à une modalité spécifique, nommément la douleur.

Douleur projetée : douleur perçue dans un territoire éloigné de la zone tissulaire à l'origine des informations douloureuses, comme dans le cas d'une douleur ressentie sur le tronc mais issue d'une inflammation de l'œsophage ou d'une douleur faciale issue d'une lésion du nerf vague. On différencie parfois douleur rapportée et référée. La douleur référée est le plus souvent de type « brûlure ». Les douleurs référées correspondent à l'irradiation, au sein d'un même segment anatomique de la moelle épinière (métamère), sur lequel convergent des influx nociceptifs d'origines différentes (cutanée, musculaire, tendineuse, ligamentaire ou viscérale) sans atteinte de la structure nerveuse conductrice. L'origine de ces influx est mal interprétée par le cortex pariétal qui est bien organisé pour reconnaître l'origine topographique précise d'une stimulation portée sur la peau

(somatotopie) mais imparfaitement construit pour reconnaître l'origine topographique d'influx d'origine musculaire et presque dans l'impossibilité d'identifier l'origine des influx provenant des viscères.

Hyperalgésie : réaction accrue à un stimulus qui est habituellement douloureux. Elle est souvent associée à un processus de nature inflammatoire.

Remarque : Le terme d'hyperalgésie définit une douleur accrue due à une stimulation supraliminaire (*i.e.* au dessus d'un seuil de perception). Dans le cas de douleur provoquée par des stimuli qui ne provoquent habituellement pas de douleur, le terme d'allodynie sera préféré ; le terme d'hyperalgésie est plus approprié dans le cas de réactions accrues à un seuil normal, ou à un seuil plus élevé, par exemple chez des patients souffrant de neuropathie. Il faut aussi garder à l'esprit que dans le cas de l'allodynie, le stimulus et la réaction se manifestent dans des modes différents : par exemple, un effleurement provoque une sensation de brûlure ou de décharge électrique alors que dans l'hyperalgésie, une brûlure ou un pincement sont simplement ressentis plus intensément. Les données probantes actuelles suggèrent que l'hyperalgésie serait la conséquence d'une perturbation du système nociceptif accompagnée d'une sensibilisation périphérique ou centrale, ou des deux, mais il faut distinguer les phénomènes cliniques, qui sont soulignés dans cette définition, et l'interprétation, qui pourrait se modifier au fil des progrès apportés à nos connaissances du phénomène.

Hyperpathie : syndrome douloureux caractérisé par une réaction anormalement douloureuse à un stimulus, particulièrement à un stimulus répétitif, ainsi qu'à un seuil accru.

Remarque : L'hyperpathie peut survenir avec l'allodynie, l'hyperesthésie, l'hyperalgésie ou avec la dysesthésie ou la paresthésie. L'identification erronée et la localisation du stimulus, un retard, une sensation irradiante et une sensation consécutive peuvent apparaître, et la douleur est souvent de caractère explosif. Tout changement dans ces caractéristiques permettent de spécifier l'allodynie et d'inclusion explicitement l'hyperalgésie. Auparavant, l'hyperalgésie était implicite, étant donné que l'hyperesthésie était mentionnée dans la remarque précédente et que l'hyperalgésie est un cas spécial d'hyperesthésie.

Hyperesthésie : sensibilité accrue à une stimulation

Remarque : le stimulus et le lieu doivent être spécifiés. Le terme d'hyperesthésie peut faire référence à divers modes de sensibilité cutanée, y compris le toucher et les sensations thermiques sans douleur, ainsi qu'à la douleur. Le terme est utilisé pour désigner à la fois un seuil réduit de réaction à tout stimulus et une réaction accrue aux stimuli habituellement reconnus.

Le terme d'allodynie est suggéré pour décrire une douleur après stimulation qui n'est habituellement pas douloureuse. Le terme d'hyperesthésie inclut à la fois l'allodynie et l'hyperalgésie, mais les termes plus spécifiques devraient être préférés autant que possible.

2.3.4.2. Mécanismes périphériques

(Calvino, 2004; Fields, 1989; Le Bars & Willer, 2004)

Dans le cas du système véhiculant les informations nociceptives, l'architecture des voies et des centres est plus complexe que celle des voies et centres impliqués dans le traitement des informations tactiles (fibres myélinées rapides de gros diamètre). Après un premier niveau d'intégration par les neurones de la moelle, les messages nociceptifs sont simultanément orientés dans deux directions différentes, vers des motoneurones responsables d'activités réflexes et/ou vers le cerveau. Les réflexes de protection, souvent d'origine extéroceptive, correspondent aux activités motrices déclenchées par des messages afférents issus de la peau ou des tissus sous-cutanés. Certains réflexes végétatifs déclenchés par les stimuli nociceptifs sont également organisés au niveau spinal.

Au-delà des neurones de la corne postérieure, la majeure partie des messages nociceptifs (et thermiques) emprunte les voies ascendantes antéro-latérales de la moelle. Schématiquement, les neurones nociceptifs projettent vers la formation réticulée, le mésencéphale, le thalamus et plusieurs aires corticales, mais également vers le noyau du faisceau solitaire et le bulbe ventrolatéral. Ces dernières structures ne participent pas directement à la perception douloureuse mais interviennent dans les réactions neurovégétatives qui accompagnent toute douleur et qui se superposent à la réponse de stress. Les techniques d'imagerie fonctionnelle (résonance magnétique nucléaire,

tomographie par émission de positons) ont permis de montrer chez l'homme que les cortex somesthésiques primaire et secondaire étaient bien activés par des stimulations nociceptives, mais dans une moindre mesure que les cortex cingulaire et insulaire qui appartiennent au système limbique, et dont le rôle est primordial dans la genèse des émotions (revues par Borsook & Becerra, 2009; Tracey & Bushnell, 2009, voir également § 3.4.3). C'est bien un ensemble de zones cérébrales qui participe à l'élaboration de la perception de la douleur. Les structures centrales participant à l'élaboration de la perception de la douleur incluent des régions cérébrales plus « archaïques » au niveau du tronc cérébral et de l'hypothalamus. L'activation de ces zones donne lieu à une série de réactions et de contrôles en retour vers la moelle dont le résultat peut se schématiser en réactions végétatives liées au stress. L'intrication fonctionnelle du « système de la douleur », plus ou moins spécifique et spécialisé avec le système végétatif est manifeste au niveau le plus central. C'est ce qui apparaît dans le cas d'une douleur aiguë, toujours associée à l'augmentation du rythme cardiaque, de la pression artérielle, à une vasoconstriction périphérique (pâleur), etc. Il est important de rappeler que ces mécanismes sont très fortement contrôlés par l'amygdale, structure appartenant au « cerveau dit émotionnel ». Les manifestations neurovégétatives sont également sous l'influence des émotions et des fonctions les plus élevées du cerveau. Au travers de ces interactions on constate que l'existence de connections anatomiques précises entre le niveau cortical et les niveaux plus archaïques permet de moduler les réponses végétatives corrélées à la douleur, voire de moduler la douleur elle-même sous l'effet de « composantes émotionnelles » dont on sait par ailleurs qu'elles résultent d'une forme d'évaluation du stimulus et du contexte global dans lequel il est appliqué. On perçoit ici que les « marqueurs de l'émotion » reflètent l'analyse préalable opérée à différents étages du système nerveux central.

Genèse de l'information nociceptive

(Besson, 1988; Besson & Chaouch, 1987; Le Bars & Willer, 2004)

Les messages nociceptifs sont générés au niveau des terminaisons libres amyéliniques, constituant des plexus au sein des tissus cutanés, musculaires et articulaires. Ces messages sont transmis par des fibres nerveuses (Aδ-faiblement myélinisées et C-amyéliniques) qui, rassemblées au sein des nerfs, envoient leurs messages vers la moelle épinière où se trouve le premier relais (la première synapse) et où s'effectue un premier traitement de l'information. Ces afférences sensorielles sont les prolongements de neurones dont le corps cellulaire est situé dans les ganglions rachidiens. Ces fibres nerveuses dites « primaires » sont classées selon leur diamètre, la présence d'une gaine isolante de myéline et la vitesse de conduction des influx nerveux ; elles sont classées en trois groupes de fibres. Ce sont les fibres de plus petit diamètre, faiblement myélinisée et amyéliniques (Aδ et C) qui véhiculent les informations thermiques et nociceptives.

La stimulation sélective des fibres fines déclenche, chez l'homme, une perception de douleur alors que la stimulation sélective des fibres de plus gros diamètre ne provoque qu'une sensation tactile. L'existence de deux catégories de fibres permet d'expliquer le phénomène de double douleur déclenché par l'application d'un stimulus intense et bref. La première douleur (type piqûre) est bien localisée, apparaît rapidement après le stimulus et correspond à l'activation de nocicepteurs Aδ. La seconde, souvent de type brûlure, survient plus tardivement, est diffuse, mal localisée et correspond à l'activation des nocicepteurs C. Comme le seuil d'activation des fibres Aδ est plus élevé que celui des fibres C, ces deux groupes de fibres constituent un système d'alarme à « double seuil » : quand le premier est atteint, le cerveau n'en est averti qu'assez tardivement, alors que le dépassement du second se traduit par la mise en route d'un système d'avertissement plus rapide. Les fibres C constituent 60 à 90 % de l'ensemble des fibres afférentes cutanées et la quasi-totalité des fibres afférentes viscérales (Cervero, 1994). Le groupe le plus important, en leur sein, est celui des nocicepteurs polymodaux, qui répondent à des stimuli nociceptifs de différentes natures (thermique, mécanique et chimique). Ils sont susceptibles d'être sensibilisés, c'est-à-dire que leur seuil est abaissé et leur réponse amplifiée en particulier en cas de stimulus nociceptif répété ou au cours de l'inflammation.

En plus de leurs capacités à réagir à certaines variations mécaniques et thermiques, les nocicepteurs sont également des chémorécepteurs. Cette fonction chémoréceptrice est déterminante pour provoquer les douleurs inflammatoires. L'inflammation prolonge l'activation des nocicepteurs et, surtout, les transforme pour les rendre plus sensibles. Cette propriété est illustrée dans le fait qu'après une lésion tissulaire, une série d'événements se manifeste localement (libération de neuropeptides, modification de perméabilité vasculaire, libérations de cytokines pro-inflammatoires, dégranulation de mastocytes, etc). Ces évènements caractérisent les processus inflammatoires. Ils prolongent l'activation des nocicepteurs et les sensibilisent en activant cette fois leur volet chémorécepteur. On évoque un système d'alarme secondaire qui informe de l'état de dégradation d'une partie du corps en la rendant plus sensible (hyperalgésie). Les comportements induits contribuent à faciliter des fonctions biologiques fondamentales, tels que le maintien de la « trophicité » et la « régénération » des tissus qui aboutissent à la guérison et à la cicatrisation.

Enfin, il est difficile de transférer le concept de stimulus nociceptif au domaine viscéral car une agression tissulaire, même grave, peut rester totalement indolore (infarctus du myocarde « silencieux », perforation d'organes creux, processus néoplasiques[3]...) alors que la simple distension d'un organe creux déclenche une douleur violente (colique néphrétique) et que la stimulation mécanique modérée d'un viscère en état inflammatoire sera également à l'origine d'une douleur perçue.

Les mécanismes spinaux de la nociception

Le message élaboré par les récepteurs sensoriels est acheminé au système nerveux central où il subit des transformations importantes récurrentes sous l'action d'une série de relais neuronaux hiérarchiquement interconnectés. La notion d'intégration désigne ce double processus de transmission et de modulation des messages dans les réseaux de neurones. Ceux-ci extraient des attributs physiques du stimulus - qualité, localisation, intensité, durée – élaborant ainsi une sensation. Cette sensation est traduite en perception dont la complexité est d'un ordre supérieur à la sensation car elle intègre le contexte cognitif dans lequel se trouve l'être (humain ou animal) concerné.

Le système lemniscal est le système du « toucher ». Lorsqu'un stimulus mécanique est appliqué sur une partie de la peau, il déclenche un certain nombre d'influx nerveux dans des fibres myélinisées très rapides (fibres Aα). Ces influx cheminent dans un nerf, entrent dans la moelle par une racine postérieure pour se diriger vers les noyaux des cordons postérieurs (noyaux de Goll et Burdach), puis atteignent le thalamus et enfin le cortex somesthésique pour déclencher la sensation. Au niveau du cortex primaire, il est possible de représenter un « homonculus », qui représente une projection imaginaire de notre surface corporelle au prorata de son innervation : énormes mains, énorme tête avec de grosses lèvres, corps minuscule, etc. C'est un système extrêmement rapide et direct : deux synapses seulement entre la peau et le cortex. Il permet au virtuose de jouer du violon avec dextérité. La perception qu'il entraîne est colorée par le contexte dans lequel elle se produit.

Le système à l'origine de la douleur est moins simple et plus divergent. Dans les nerfs périphériques, le message est acheminé plus lentement que les messages correspondant à la sensation du toucher. Les messages nociceptifs sont acheminés dans la moelle épinière parfois après plusieurs relais (corne postérieure et couches profondes de la moelle) avant d'être distribués à de nombreuses structures cérébrales, notamment la formation réticulée, le thalamus et plusieurs aires corticales. Les techniques d'imagerie cérébrale ont clarifié certains points. En couplant les techniques d'imagerie fonctionnelle par résonance magnétique nucléaire et de tomographie par émission de positons (Peyron et al., 2000), on a pu montrer chez l'homme que les cortex somesthésiques primaire et secondaire étaient bien activés par des stimulations nociceptives mais dans une moindre mesure que les cortex cingulaire et insulaire qui appartiennent au système limbique, dont le rôle est primordial dans la genèse des émotions. C'est en fin de compte un ensemble d'aires cérébrales qui concourent probablement à l'élaboration de la perception de la douleur. Le « cerveau

[3]prolifération tissulaire récente, bénigne ou maligne, qui peut comprimer des filets nerveux.

douloureux », reflet du « corps douloureux », tend de plus en plus à envahir des zones qui, bien que circonscrites, sont disséminées dans le cerveau tout entier.

Elles incluent également des régions cérébrales plus archaïques au niveau du tronc cérébral et de l'hypothalamus. Leur activation donne lieu à une série de réactions et de contrôles en retour vers la moelle, dont le résultat peut se schématiser en réactions végétatives liées au stress. Le message à retenir ici est la forte intrication entre le « système de la douleur » et le système végétatif. Il est important de rappeler ici que ces mécanismes sont très fortement contrôlés par l'amygdale, qui appartient au « cerveau émotionnel ». Ils sont donc aussi sous l'influence des émotions et des fonctions les plus élevées du cerveau. Au travers de ces voies, il existe des connections anatomiques précises pour que « le mental » influence les fonctions végétatives liées à la douleur, voire la douleur elle-même. Au total, sensation et émotion sont intimement liées l'une à l'autre ainsi qu'aux processus végétatifs, même s'il est des cas particuliers pour lesquels on peut les dissocier.

La très grande majorité des fibres afférentes primaires atteignent le système nerveux central par les racines rachidiennes postérieures ou leurs équivalents au niveau des nerfs crâniens. A l'entrée dans la moelle, les fibres qui véhiculent les informations nociceptives (Aδ et C) se divisent en une branche ascendante et une branche descendante étalées sur plusieurs segments médullaires adjacents, restant uniquement dans la corne postérieure de la moelle. Au niveau de la couche superficielle (I) et la couche plus profonde (V) des cornes postérieures de la moelle (Figure 3), il y a convergence anatomique des afférences nociceptives cutanées, musculaires et viscérales ce qui permet l'émergence de réponses issues de zones du corps plus larges et moins précisément localisées que dans le cas des informations tactiles et proprioceptives acheminées par les fibres de plus gros diamètre. Ces fibres Aδ envoient leurs axones, en partie vers la substance grise médullaire de la corne dorsale (couches III à V) où leurs terminaisons s'étalent sur plusieurs segments et, en partie directement jusqu'aux noyaux de la partie caudale du bulbe où se trouve le premier relais synaptique (Figure 4).

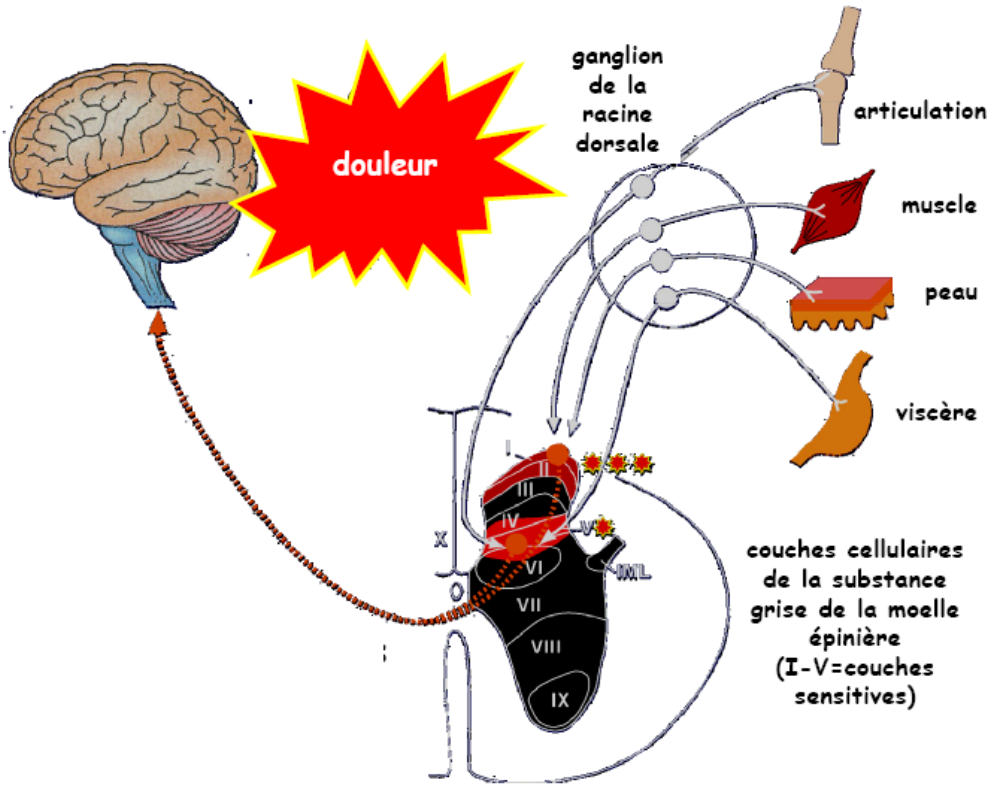


Figure 3 : Schéma des afférences sensitives périphériques de la nociception chez l'humain. *Les nocicepteurs localisés dans les tissus périphériques (articulation, muscle, peau, viscère) et les*

fibres nerveuses associées envoient leurs informations via des nerfs sensitifs à la moelle épinière (entrée par les cornes dorsales de la substance grise). Les corps cellulaires des neurones sensoriels sont situés de part et d'autre de la moelle épinière dans les ganglions de la racine dorsale. Le premier relais (synapse) est situé anatomiquement dans différentes couches cellulaires des cornes dorsales en fonction de l'origine tissulaire. Les couches superficielles (I & II) reçoivent les signaux des tissus cutanés alors que les signaux issus des organes viscéraux arrivent dans une couche cellulaire plus profonde (V). (J. Servière, communication personnelle).

Deux groupes principaux de substances sont responsables de la transmission des messages nociceptifs périphériques aux neurones spinaux : les acides aminés excitateurs (glutamate et aspartate) qui sont des neurotransmetteurs à proprement parler et des neuropeptides qui modulent les effets des premiers. La connaissance des transmetteurs chimiques du premier relais a permis de mettre au point des stratégies antalgiques ciblées en périphérie.

Les neurones de relais de la moelle épinière

Dans les cornes postérieures de la moelle épinière deux types de neurones répondent aux stimuli nociceptifs : les premiers sont « spécifiquement nociceptifs » alors que les seconds y répondent de façon préférentielle mais non-exclusive (« neurones à convergence »). De nombreux neurones nociceptifs peuvent être aussi activés par des stimuli nociceptifs d'origines viscérale et cutanée (convergence viscéro-somatique) ; certains d'entre eux sont également activés par des stimuli nociceptifs d'origine musculaire. Ces convergences permettent d'expliquer la douleur projetée (irradiation douloureuse vers le membre supérieur gauche observée dans l'angine de poitrine, douleur testiculaire de la colique néphrétique, etc.) et sont souvent essentielles pour effectuer le diagnostic clinique. Les neurones à convergence ont la capacité de saisir la globalité des informations issues tant de l'interface avec le milieu extérieur (la peau) que du milieu intérieur (les viscères, les muscles). Il a été suggéré que ces neurones jouent un rôle important dans l'élaboration du schéma corporel.

La transmission spinale des messages nociceptifs est soumise à divers contrôles. L'activité des neurones à convergence dépend d'influences excitatrices, essentiellement d'origine périphérique, et inhibitrices dont l'origine est périphérique (segmentaires) ou cérébrale. Dans la théorie du portillon (« Gate control theory ») (Melzack & Wall, 1988; Melzack & Wall, 1965), la transmission des messages nociceptifs est réglée par un effet de balance entre ces diverses influences. La douleur ne survient qu'en cas de rupture d'équilibre en faveur des messages excitateurs (« excès de nociception » ou déficit des contrôles inhibiteurs).

2.3.4.3. Distribution de l'information nociceptive

(McMahon & Koltzenburg, 2005)

Le système lemniscal, encore décrit comme système du « toucher », paraît organisé selon une architecture moins complexe que celle du système nociception-douleur : lorsqu'un stimulus mécanique est appliqué sur une partie de la peau, il déclenche un certain nombre d'influx nerveux dans les fibres myélinisées très rapides (fibres Aα). Ces influx entrent dans la moelle par les racines postérieures pour se diriger vers les noyaux des cordons postérieurs (noyaux de Goll et Burdach), atteignent le thalamus puis le cortex somesthésique pour déclencher la sensation. Les réponses des neurones du cortex somesthésique montrent l'existence d'une représentation ordonnée et déformée de la surface du corps, cette déformation correspondant à la densité d'innervation. Le système lemniscal est extrêmement rapide et direct : deux synapses seulement sont présentes entre la peau et le cortex.

Dans le cas du système véhiculant les informations nociceptives, l'architecture des voies et des centres est plus complexe (Figure 4). Après intégration par les neurones de la moelle, les messages nociceptifs sont simultanément orientés dans deux directions différentes :

- vers des motoneurones responsables d'activités réflexes. Les réflexes de protection, souvent d'origine extéroceptive, correspondent aux activités motrices déclenchées par des messages afférents issus de la peau ou des tissus sous-cutanés. Certains réflexes végétatifs déclenchés par les stimuli nociceptifs sont également organisés au niveau spinal.

- vers le cerveau : au-delà des neurones de la corne postérieure, la majeure partie des messages nociceptifs (et thermiques) emprunte les voies ascendantes antéro-latérales de la moelle. Schématiquement, les neurones nociceptifs projettent vers la formation réticulée, le mésencéphale, le thalamus et plusieurs aires corticales, mais également vers le noyau du faisceau solitaire et le bulbe ventrolatéral.

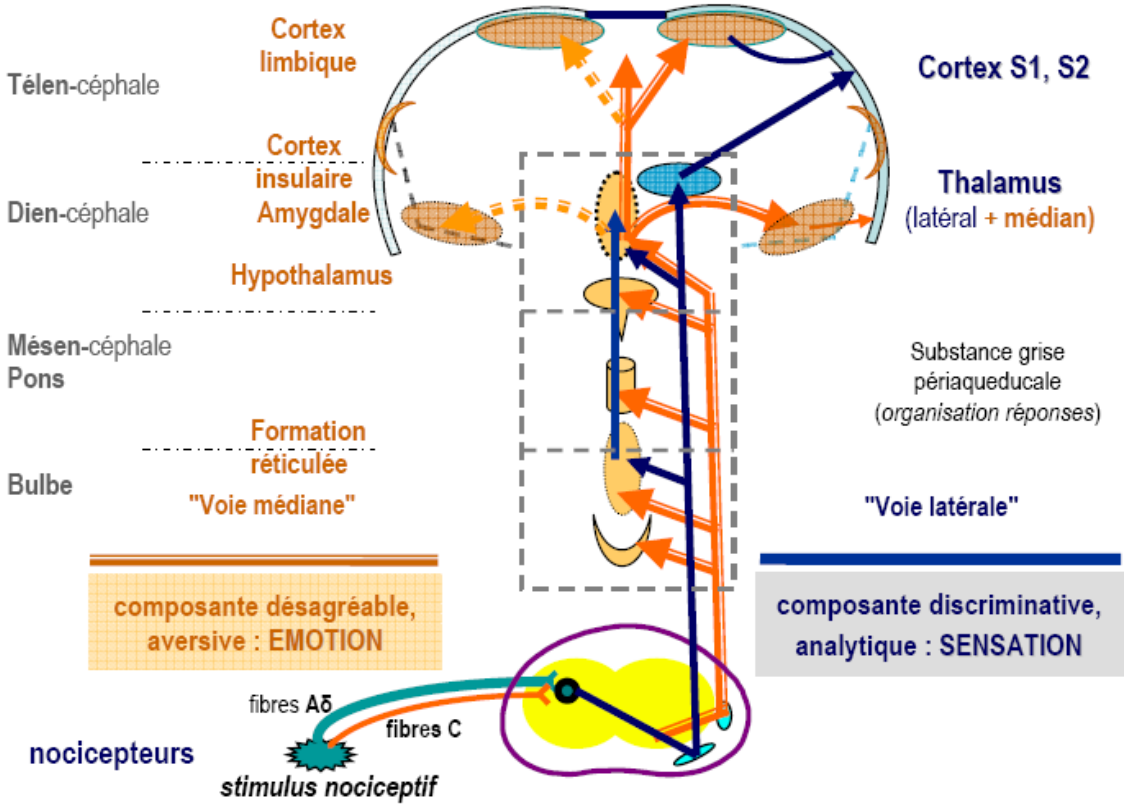


Figure 4. Représentation schématique de l'organisation des voies et des centres de traitement des signaux de la douleur (*chez les primates*). (J. Servière, communication personnelle).

Après un premier relais au niveau de la moelle épinière, les signaux nerveux sont distribués en parallèle aux centres supérieurs selon deux grandes caractéristiques fonctionnelles (2 types de « voies ») qui acheminent : ***1.- Les composantes sensorielles d'alerte et de discrimination.*** *Les caractéristiques de la stimulation (position sur le corps, intensité, durée, répétition,…) sont véhiculées dans la moelle épinière par les fibres nerveuses de la « voie latérale » rapide qui font un seul relais dans le thalamus ventro-postéro latéral et atteignent les cortex somesthésiques sensitifs S1 &* ***2. - La composante « désagréable » de la sensation*** *est acheminée par la « voie médiane » lente qui distribue ses fibres à un ensemble de centres nerveux étagés selon l'axe postéro-antérieur du cerveau.*

L'intrication fonctionnelle du « système de la douleur » avec le système végétatif (ou encore « autonome ») est manifeste. Les manifestations neurovégétatives sont donc également sous l'influence des émotions et des fonctions les plus élevées du cerveau. Au travers de ces voies, il existe des connections anatomiques précises pour que « les composantes psychologiques » influent sur les fonctions végétatives liées à la douleur, voire

sur la douleur elle-même. On retrouve ici un exemple de l'organisation contrôlant l'expression des « marqueurs somatiques de l'émotion » (Damasio, 2001).

Des études utilisant l'imagerie cérébrale fonctionnelle ont montré qu'un sujet humain qui concentre son attention sur la dimension analytique de la sensation (localisation de la zone corporelle atteinte par une stimulation thermique nociceptive) active des zones cérébrales distinctes de celles impliquées lorsqu'il concentre son attention sur la dimension aversive de la sensation (attribuer une note à la sensation désagréable sur une échelle de 0 à 10), et ceci après le même type de stimulation nociceptive thermique (Kulkarni et al., 2005).

Bien qu'une telle répartition fonctionnelle des zones cérébrales soit difficile à démontrer chez les espèces animales, les homologies anatomiques de structures cérébrales suggèrent que de telles spécialisations fonctionnelles existent également chez des espèces moins évoluées phylogénétiquement, comme c'est le cas par exemple pour les rongeurs. Ainsi des expériences de destruction très localisées (Gao et al., 2004) ou de stimulation électrique (Labuda & Fuchs, 2005) de petites zones du cortex cingulaire de rongeurs ont démontré le rôle particulier de la zone antérieure de ce cortex dans les réactions de protection, induites par la dimension émotionnelle aversive d'une stimulation nociceptive. De telles données n'existent pas encore pour d'autres espèces, ce qui ouvre un champ de perspectives de recherches pour déterminer à quel stade phylogénétique pourrait se situer l'apparition de la perception douloureuse.

2.3.4.4. Les douleurs par excès de nociception

Elles correspondent à l'activation du système de transmission de la nociception par stimulation excessive des nocicepteurs périphériques mis en jeu par des processus lésionnels (destruction tissulaire), inflammatoires, ischémiques (entraînant des perturbations métaboliques loco-régionales), ou par des stimulations mécaniques importantes (fracture, distension viscérale ou étirement musculo-ligamentaire).

Les douleurs d'origine somatique cutanée, articulaire, musculaire

Dans la plupart des cas, la genèse de ces douleurs chroniques est due à l'intrication de plusieurs mécanismes (Fields, 1989). La lésion tissulaire en elle-même possède une dimension évolutive caractérisée par une séquence d'évènements locaux : sécrétion de substances algogènes*, modifications au niveau des récepteurs entraînant une activité qui persiste (sensibilisation périphérique), modifications pouvant intervenir au niveau du système nerveux central (sensibilisation centrale).

La lésion tissulaire

Dans une lésion rhumatologique articulaire, un traumatisme ou une tumeur néoplasique, des phénomènes d'écrasement, d'augmentation de pression locale ou de torsion peuvent entraîner des stimulations mécaniques importantes (Iggo et al., 1984; Schaible & Schmidt, 1983) responsables de la mise en activité de nocicepteurs qui sont, en fait un point de contact entre le tissu et l'extrémité de la fibre nerveuse, à l'endroit où s'exercent les contraintes (Coggeshall et al., 1983). Ces stimuli vont dépolariser le nocicepteur qui va générer des potentiels d'action.

Les afférences primaires fortement myélinisées (Aα, β) ne répondent pas aux stimulations nociceptives de hautes intensités. Ces fibres ne répondent qu'aux stimulations mécaniques modérées, comme le tact ou le toucher. Elles ne sont donc pas capables de signaler une douleur. Par contre, quand l'intensité du stimulus augmente, le seuil de nombreuses fibres faiblement myélinisées de petit calibre (fibre A δ) est atteint. Le stimulus entraîne des picotements intenses, et quand celui-ci atteint le seuil d'activation des fibres amyéliniques (fibre C), une douleur intense et prolongée est ressentie. Pour la plupart, les nocicepteurs C sont dits polymodaux : ils répondent aux stimulations mécaniques, mais aussi thermiques (t°>42 °C) et chimiques (bradykinine, sérotonine, histamine,…) (Besson & Chaouch, 1987; Torebjork et al., 1984).

Quand les stimulations sont répétées, la fréquence des décharges augmente. Cette « sensibilisation » périphérique correspond à un abaissement du seuil de réponse et à une activité spontanée.

Au niveau des articulations, les deux types de nocicepteurs Aδ et C existent et ne répondent que pour des mouvements articulaires exagérés ou pour des augmentations de pression intra-articulaire importantes (Grigg et al., 1986). L'inflammation va entraîner une sensibilisation de ces fibres afférentes primaires, ce qui se traduira cliniquement par des douleurs lors de mouvements modérés, qui habituellement sont indolores.

Au niveau musculaire, la douleur est intense quand la contraction se fait en ischémie. Les terminaisons amyéliniques augmentent leur décharge dans ces conditions.

L'application de chaleur, dans des gammes de 43° à 45° va activer les fibres fines. Des travaux chez l'homme (Besson, 1988) ont montré qu'il existait un véritable codage des stimulations thermiques et que l'intensité subjective de la douleur exprimée par le sujet était en relation directe avec les activités enregistrées au niveau de ces fibres faiblement myélinisées ou amyéliniques. Ces notions permettent de mieux comprendre l'existence de deux phases successive : une douleur précoce à type de piqûre puis une douleur tardive ressentie comme une brûlure, après application d'une source de chaleur sur la peau (Campbell et al., 1979; Fitzgerald & Lynn, 1977). Pour la sensation précoce, les fibres A δ seraient incriminées, car la pression sur le nerf qui bloque leur conduction fait disparaître la douleur aigüe. Par contre, la sensation de douleur retardée serait véhiculée au niveau périphérique par les fibres C dans la mesure ou leur blocage par des anesthésiques locaux abolit les sensations algiques (Meyer et al., 1985).

Les nocicepteurs polymodaux C répondent également aux stimuli chimiques et interviennent dans le mécanisme d'action des douleurs inflammatoires soit directement par l'intermédiaire de ces agents chimiques, soit de façon indirecte par action de substances algogènes (Lynn, 1985).

Les substances algogènes

Une lésion tissulaire va être responsable d'une cascade d'événements sur le plan local. Les destructions cellulaires vont entraîner : la libération d'histamine, de sérotonine, de bradykinine, d'ATP et d'ions H, K+ , etc. (Beck & Handwerker, 1974; Lynn, 1985).

Ces substances sont regroupées sous la terminologie de « soupe inflammatoire ». Elles peuvent, non seulement, activer directement les nocicepteurs chémo-sensibles en modifiant la perméabilité aux ions des canaux membranaires, mais aussi abaisser les seuils d'activation des fibres de petit calibre, les sensibilisant aux stimulations mécaniques et thermiques (hyperalgésie primaire) (Zimmerman, 1979). De plus, il a été démontré que ces substances pouvaient avoir une action synergique (Besson & Chaouch, 1987; Lynn, 1985; Zimmerman, 1979). Parmi celles-ci, les bradykinines semblent avoir un rôle essentiel, elles sont responsables d'un ensemble de réactions : libération des autres médiateurs et des prostaglandines, vasodilatation et augmentation de la perméabilité vasculaire. Ces médiateurs peuvent être libérés à partir non seulement des tissus lésés mais aussi des plaquettes, des mastocytes, des fibres sympathiques et des terminaisons afférentes.

La synthèse de l'acide arachidonique, réalisée dans les foyers lésionnels tissulaires, est à l'origine de puissants médiateurs de l'inflammation : les prostaglandines et les leucotriènes qui vont augmenter la sensibilité des nocicepteurs aux substances algogènes (Heppelmann et al., 1985) et donc la réponse secondaire à une stimulation nociceptive. La cyclo-oxygénase (COX), responsable de la formation de thromboxane et de prostaglandines à partir de la dégradation de l'acide arachidonique, est inhibée par les anti-inflammatoires non stéroïdiens (ou AINS*) : il existe deux iso-enzymes, dénommés COX-1 et COX-2 dont le rôle fonctionnel est différent. La première COX-1 est une enzyme constitutive de la cellule et contribue à l'homéostasie cellulaire (son inhibition par les AINS est responsable de la plupart de leurs effets indésirables). Par contre, la deuxième COX-2 est une enzyme adaptative dont la synthèse est induite dans les cellules exposées à des agents pro-inflammatoires : son inhibition est responsable des effets anti-inflammatoires et probablement des effets

antalgiques des AINS. La synthèse récente d'AINS, sélectifs de la COX-2, permet de limiter les habituels effets indésirables.

Dans un processus inflammatoire, les neuromédiateurs qui interviennent sur la sensibilisation des nocicepteurs sont libérés dans un ordre précis : histamine et sérotonine d'abord, puis prostaglandine. Les travaux de laboratoire sur l'inflammation expérimentale chez le rat (carragénine) montrent que les anti-histaminiques ne sont efficaces que dans les premières minutes, alors que l'aspirine n'est efficace que 4 heures plus tard (Labuda & Fuchs, 2005).

Les cellules lésées ne sont pas les seules à produire ce type de substance, les nocicepteurs eux-mêmes peuvent libérer des substances algogènes, ainsi que la substance P. Ce peptide, composé de 11 acides aminés, est présent dans les fibres afférentes primaires et peut être libéré quand ces fibres sont stimulées. Ce polypeptide possède une action directe sur les vaisseaux sanguins, il est vasodilatateur (La Motte et al., 1983; Norregaard & Moskowitz, 1985) et produit une libération d'histamine à partir des mastocytes et de sérotonine à partir des plaquettes. L'augmentation de la concentration de ces deux substances va sensibiliser les nocicepteurs adjacents. Tout ceci se traduit cliniquement par une vasodilatation et un œdème; ce qui a pour conséquence la persistance des douleurs et l'apparition d'une hyperalgésie alors que le stimulus initial n'existe plus.

L'hyperalgésie

Ce phénomène a été décrit brièvement dans l'encadré du § 3.4.1 (Douleur : phénomènes perceptifs associés). Rappelons qu'il s'agit d'un phénomène que chacun a pu constater soi-même, une brûlure sur le revêtement cutané va entraîner une hypersensibilité à toute stimulation même légère qui va s'étendre progressivement, en quelques minutes, autour de la lésion initiale. Les stimuli qui dépassent le seuil à partir duquel on ressent une douleur seront perçus de façon plus intense s'ils sont appliqués sur la zone de la lésion : c'est la définition même de l'hyperalgésie. Il est logique que les stimuli lésionnels entraînent, par une action directe, une sensibilisation des nocicepteurs sur le siège de la stimulation (hyperalgésie primaire : La Motte, 1984). Mais comment expliquer que cette sensation puisse « déborder », exister à distance du site de l'agression et se prolonger dans le temps (hyperalgésie secondaire) ?

L'hyperalgésie primaire correspond à une sensibilisation des nocicepteurs et à une modification des réponses : seuil d'activation plus bas, latence diminuée, réponses exagérées aux stimuli non nociceptifs (allodynie). La stimulation d'une afférence primaire amyélinique sectionnée entraîne la conduction de potentiels d'action dans le sens antidromique (retour des influx nerveux de la moelle vers la périphérie où se trouve la zone lésée), ils peuvent entraîner des signes cliniques locaux tels qu'une vasodilatation et un oedème qui ne siègent plus au niveau de la lésion mais à son pourtour et aux tissus sains adjacents. Ce phénomène a été décrit par Lewis (1942) et met en jeu le réflexe d'axone, qui pourrait induire la libération de neuropeptides algogènes en périphérie : substance P, *calcitonin gene related peptide* (CGRP) qui sont responsable d' « inflammation neurogéne». L'élévation de la concentration de ces peptides en périphérie provoque vasodilatation, extravasation, dégranulation mastocytaire et libération de substances algogénes (kinines). La substance P, le CGRP et la neurokinine A peuvent être synthétisés dans le ganglion rachidien postérieur et être transportés vers la moelle et la périphérie. Les nerfs périphériques peuvent également synthétiser du *vasoactive intestinal peptide* (VIP) qui est un puissant vasodilatateur utilisé en thérapie. La sécrétion de cette dernière substance est bloquée par les anesthésiques locaux et la capsaïcine (substance algogène extraite du piment rouge, produisant des sensations de brûlure et de picotements après liaison avec des récepteurs de type vanilloïdes). Cet ensemble constitue un mécanisme de modulation des seuils de sensibilité en périphérie qui aboutit à créer un véritable mécanisme auto-entretenu.

L'hyperalgésie secondaire siège autour de la lésion, persiste après l'arrêt des décharges provenant de la périphérie et se prolonge dans le temps, pouvant être définitive. Ceci qui peut expliquer les phénomènes de mémorisation de la douleur. Au niveau

médullaire, plusieurs modifications neuronales sont constatées : amplitude de réponse augmentée pour un stimulus nociceptif ou non, élargissement du champ récepteur (Cook et al., 1987; Hylden et al., 1989) et allongement de la durée de dépolarisation. La sensation du toucher peut alors devenir douloureuse : c'est l'allodynie. Les travaux utilisant les modèles animaux expérimentaux de douleur comme l'arthrite chronique expérimentale (inflammatoire) et la ligature du sciatique (neuropathique) permettent de mettre en évidence une sensibilisation médullaire avec hyperexcitabilité des neurones de la corne dorsale de la moelle (Hylden et al., 1989). L'augmentation du Ca++ intra-cellulaire, consécutive aux interactions d'acides aminés excitateurs (glutamate) sur les récepteurs NMDA (N-méthyl-D-aspartate), associée à celles de neuropeptides, entraîne une synthèse post-synaptique de monoxyde d'azote (NO) et de prostaglandines, activant un proto-oncogène (le gène *C-fos*), dont l'action au niveau nucléaire aboutit à la synthèse des facteurs de transcription responsables de l'augmentation de la réponse des neurones de la corne postérieure de la moelle. Le NO stimule la libération de neuromédiateurs pré-synaptiques qui, à leur tour, sont responsables d'une réponse post-synaptique lente et prolongée (Dickenson, 1990; Dickenson et al., 2004; Noguchi et al., 1992).

2.3.4.5. Modifications intervenant au niveau du système nerveux central

Le contrôle médullaire

Plusieurs catégories de neurones, spécifiques et non spécifiques, reçoivent des influx véhiculant les informations nociceptives au niveau de la corne dorsale de la moelle :

- les neurones nociceptifs spécifiques sont activés exclusivement par des stimulations douloureuses mécaniques ou thermiques. Les réponses sont proportionnelles à l'intensité du stimulus. Ces neurones sont situés au niveau des couches superficielles de la corne postérieure de la moelle (couche I et II de Rexed) ;

- les neurones nociceptifs non spécifiques répondent à des stimuli mécaniques légers tactiles et à des stimuli mécaniques et thermiques qui peuvent atteindre des seuils élevés et donc répondent aussi à un stimulus nociceptif. Ils sont aussi appelés « *Wide Dynamic Range*» (ou WDR), car ils répondent à une large gamme d'intensité de stimulation. Ils reçoivent des messages conduits par des grosses fibres myélinisées A bêta et par des petites fibres faiblement myélinisées ou amyéliniques. Ils sont aussi appelés neurones convergents, car des afférences sensitives d'origine cutanée, musculo-squelettique et viscérale convergent sur eux. Ces neurones sont situés au niveau de la couche I, mais surtout au niveau de la couche V.

La moelle épinière n'est pas un simple lieu de passage, elle joue le rôle d'un système de contrôle capable de diminuer ou d'amplifier le message douloureux. Elle a un rôle important dans l'analgésie*. En 1965, P. Wall et R. Melzack proposent une nouvelle théorie sur les contrôles médullaires de la douleur : le « *gate control* » (Melzack & Wall, 1965). La stimulation des fibres myélinisées, qui conduisent rapidement le message et qui véhiculent l'information tactile, a un effet inhibiteur sur le neurone convergent : l'information conduite lentement par les fibres amyéliniques ou faiblement myélinisées est bloquée. La porte est fermée, la transmission du message est interrompue. Si un seuil critique est atteint par des entrées d'influx élevées, la porte est « forcée » et la douleur est ressentie. C'est sur ces notions que plusieurs propositions thérapeutiques se sont développées : la neurostimulation électrique transcutanée externe et la stimulation des cordons postérieurs de la moelle. Ces deux thérapeutiques sont basées sur un renforcement des mécanismes inhibiteurs, soit en stimulant orthodromiquement (c'est à dire dans le sens de propagation naturelle des influx nerveux au long des fibres nerveuses, du corps cellulaire vers l'extrémité de l'axone) les fibres fortement myélinisées dans leur trajet périphérique, soit en stimulant antidromiquement (c'est à dire dans le sens inverse de propagation des influx, de l'extrémité de l'axone vers le corps cellulaire neuronal) leurs axones dans leur trajet médullaire ascendant.

Dans les années 1970, de façon simultanée, trois équipes de chercheurs (Pert et al., 1976; Pert & Snyder, 1973; Terenius, 1978) mettent en évidence la présence de récepteurs spécifiques aux opiacés dans le système nerveux central. L'équipe de J.M. Besson (Lombard et al., 1995; Lombard & Besson, 1989) a montré que chez des animaux spinalisés (moelle déconnectée du cerveau, donc sans interférence supra-spinale), l'activité des neurones convergents de la couche V par stimulation nociceptive périphérique est déprimée après administration de morphine par voie systémique (intra-veineuse). Duggan et al (1977) mettent en évidence que l'action de la morphine s'exerce aussi dans les couches I et II de la moelle, là où le premier neurone sensoriel périphérique établit une synapse avec le neurone convergent. En 1975, Hughes et al. identifient un neuropeptide morphinomimétique : l'enképhaline (Hughes et al., 1975). En 1976, Guillemin découvre les endorphines (Ling et al., 1976). Rapidement, Jessel et Iversen (1977; 1978) proposent une version neuro-pharmacologique de la théorie neuro-physiologique de la « Gate Control ». Au niveau médullaire, l'enképhaline, libérée par les interneurones inhibiteurs de la substance gélatineuse de Rolando dans les cornes dorsales, va limiter la transmission des messages douloureux conduits par les fibres Aδ et C en bloquant la libération de la substance P issue de ces fibres. Les influx véhiculés par les fibres A vont stimuler cet interneurone enképhalinergique qui exerce son influence inhibitrice au niveau présynaptique. Cependant ces théories, probablement trop simplistes, ne peuvent rendre compte de l'ensemble des mécanismes complexes qui sont en jeu. Au niveau de la corne dorsale de la moelle, l'activation des fibres nociceptives libère dans l'espace inter synaptique plusieurs substances : des acide aminés excitateurs (glutamate, aspartate) et des tachykinines (neurokinines A, CGRP et substance P). Les acides aminés excitateurs se fixent sur les récepteurs post-synaptiques du neurone convergent : les récepteurs non NMDA et NMDA. La substance P se fixe sur les récepteurs NK1, la neurokinine A se fixe sur les récepteurs NK2. D'autres peptides interviennent comme la somatostatine, la cholécystokinine (CCK) et le VIP.

Les contrôles supra-spinaux

Les corps cellulaires à l'origine de ces contrôles descendants se trouvent localisés dans le tronc cérébral (bulbe, protubérance et mésencéphale). Les axones de ces neurones descendent dans la moelle par le cordon dorso-latéral et ont une action inhibitrice. Les travaux de Glazer et Basbaum (1980), Frenk et al. (1978) et Dickenson et al. (1979) montrent que l'activation des neurones de la substance grise périaqueducale entraîne une libération d'enképhalines. Ceci active les neurones sérotoninergiques de la partie inférieure du tronc cérébral, qui eux-mêmes vont exercer une action sérotoninergique inhibitrice sur les neurones médullaires, ce qui constitue le substrat de contrôles inhibiteurs descendants. Un autre système de contrôle est formé par le système des contrôles inhibiteurs diffus (CIDN) dont l'activité, qui peut être induite par stimulation nociceptive, s'exerce dès le niveau d'entrée dans les racines dorsales de la moelle (Le Bars & Willer, 2004). Les neurones de la corne dorsale sont puissamment inhibés par une stimulation nociceptive appliquée à distance du champ récepteur du neurone enregistré. Ceci a été mis en évidence chez le rat : l'activité d'un neurone convergent est enregistrée après stimulation de son champ récepteur. Cette activité est fortement déprimée, si une autre stimulation est appliquée sur un autre champ récepteur éloigné du premier. Tout se passe comme si une douleur peut en masquer une autre. La stimulation la plus forte s'exprime, les autres sont masquées par ce rétrocontrôle.

2.3.4.6. Douleurs après lésion du système nerveux : les douleurs par désafférentation

Dans certains cas, la douleur peut provenir d'un dysfonctionnement ou d'une interruption partielle ou totale des voies de la nociception suite à un accident ou à une amputation. Il ne s'agirait plus d'une stimulation excessive des récepteurs périphériques, mais au contraire d'une modification d'activité des afférences primaires qui entraînerait un fonctionnement non contrôlé du système de transmission. Ce concept de douleur parait paradoxal, car celle-ci

n'est pas entretenue par une lésion évolutive. Son mécanisme générateur provient d'un fonctionnement devenu anormal ou/et d'une interruption des voies de la transmission nociceptive qui peut avoir pour conséquence un déficit de la sensation douloureuse. En fait, chez certains patients cette perte de la sensibilité douloureuse s'accompagne de la présence d'une douleur qui est spontanée et qui provient de la région devenue insensible. Il s'agit d'une douleur, tout à fait spécifique, qui est ressentie en-dehors de toute stimulation ou qui s'exprime en présence d'un stimulus qui normalement ne produit aucune douleur.

- Sur le plan neurophysiologique, il s'agit de douleurs par dysfonctionnement du système nerveux, par désafférentation qui sont regroupées sous la terminologie de douleurs neurogènes en Europe et de douleurs neuropathiques aux Etats-Unis.
- Sous ces dénominations, sont regroupés plusieurs syndromes d'origine et de topographie différentes, mais qui ont en commun une lésion totale ou partielle des voies sensitives afférentes, soit au niveau radiculaire, soit enfin au niveau médullaire ou du tronc cérébral. D'une façon générale, il n'y a pas de parallélisme entre la lésion neurologique, son évolution et la douleur.

Mécanismes

La compréhension des mécanismes qui peuvent induire des douleurs par désafférentation n'est pas complète et ne tient pas exclusivement à la présence d'une lésion neurologique. En effet, sans aller plus loin dans l'analyse des événements qui peuvent générer ce type de douleurs, on constate que les lésions neurologiques n'entraînent pas systématiquement des douleurs de désafférentation (Tasker, 1985). Les lésions des voies périphériques afférentes ne sont en général pas sélectives, les fibres de petit et de gros calibre seront lésées. La perte des fibres afférentes myélinisées sera suivie d'une perte de l'effet inhibiteur de ces fibres sur certains neurones de la corne dorsale de la moelle. C'est cette possibilité de contrôle qui en disparaissant entraîne une élévation du seuil d'activité des neurones concernés et qui se traduit par la présence d'une douleur spontanée (Wynn Parry, 1980).

L'hyperactivité des neurones de la couche V a bien été démontrée chez l'animal après dénervation expérimentale. De plus, le délai d'apparition de la douleur semble bien corrélé avec celui que l'on observe en neurophysiologie animale. Chez les paraplégiques, l'enregistrement d'une hyperactivité, au niveau médullaire, a pu être réalisée, allant dans le sens selon lequel ces douleurs sont bien la conséquence d'activités électriques anormales au niveau des neurones désafférentés.

Cependant, tout ceci n'explique pas plusieurs constatations cliniques :

- Si l'hypothèse précédente est bonne, les lésions destructrices de la corne dorsale ou la section du faisceau spino-thalamique doivent être systématiquement suivies d'une disparition des douleurs antérieures, or ce n'est pas toujours le cas, les échecs des cordotomies (sections chirurgicales de filets nerveux afférents à la moelle épinière) restent à expliquer.

- Dans ce type de douleurs, les stimulations périphériques jouent un rôle (en dehors du cas de l'avulsion plexique). Comment expliquer l'hyperalgésie, l'allodynie et les phénomènes des sommations ?

- Comment un blocage périphérique aux anesthésiques locaux peut-il entraîner une inhibition temporaire de ces douleurs ? (Kibler & Nathan, 1960).

L'observation de ces faits cliniques, oblige à admettre que l'hyperactivité des neurones de la corne dorsale de la moelle ne peut pas expliquer entièrement les douleurs secondaires aux lésions nerveuses, que les stimulations périphériques jouent un rôle et que certaines structures du tronc cérébral peuvent être le siège d'une hyperactivité. La désafférentation peut être totale et aucune sensation périphérique, entrainée par une stimulation, ne peut être perçue. Mais la désafférentation peut être partielle, entraînant parfois une atteinte spécifique des afférences primaires myélinisées sans atteinte des fibres amyéliniques. Or si les afférences myélinisées vont renseigner sur la localisation et le type d'un stimulus, elles exercent un effet inhibiteur sur la transmission même du message. La perte de cette inhibition physiologique est responsable d'une augmentation de la réponse neuronale, après stimulation des nocicepteurs amyéliniques. C'est le cas des neuropathies par compression et

des syndromes canalaires, dans lesquelles on observe des lésions des fibres myélinisées alors que les afférences amyéliniques sont respectées (Fowler & Ochoa, 1975; Jefferson & Eames, 1979; Ochoa & Noordenbos, 1979). Pour rendre compte de l'allodynie, il est indispensable de postuler que certaines fibres afférentes de gros calibre ont été épargnées par la lésion. En effet, le blocage sélectif de ce type de fibres afférentes abolit l'allodynie. Ce contingent qui a échappé à la destruction va exciter les neurones convergents et permettre à des stimulations habituellement non nociceptives de produire une douleur. D'autres hypothèses physio-pathologiques ont été proposées :

- le développement de potentiels d'action « aberrants » dans les neurones désafférentés (névrome*) ;
- la génération ectopique de potentiels d'action dans les afférences lésées ;
- la transmission éphaptique (transmission électrique directe) entre afférences primaires et afférences sympathiques et motrices ;
- la mise en jeu réflexe du système nerveux sympathique (Syndromes Régionaux Douloureux Complexes : type I algo-neurodystrophie et type II causalgie).

Toutes ces hypothèses ne permettent cependant pas d'avoir une explication complète des douleurs par désafférentation. En effet, la plupart des patients ayant une lésion nerveuse ne présentent pas de douleurs comme celles qui viennent d'être décrites. Il est vraisemblable que l'apparition d'une douleur nécessite la combinaison de plusieurs facteurs qui ont été énoncés ci-dessus. On conçoit donc très clairement que les distinctions sémiologiques et physiologiques entre les douleurs par excès de nociception et les douleurs par désafférentation ne sont qu'artificielles, et que dans la plupart des cas ces deux mécanismes sont intriqués soit dès l'origine de la lésion tissulaire ou neurologique, soit principalement au décours de l'évolution. Et c'est cette notion d'évolutivité associant remaniement et plasticité qui permet de mieux comprendre l'évolution de la douleur dans le temps.

L'étude de ces mécanismes très différents permet de préciser que les traitements de ces deux grandes variétés de douleurs sont également différents (Serrie, 2002).

Ces mécanismes peuvent d'ailleurs être étudiés à l'aide de modèles expérimentaux d'amputation ou d'atteinte nerveuse périphérique pratiqués sur des espèces animales de laboratoire ; dans ce cas, l'existence de douleurs chroniques provenant du membre fantôme fait encore débat (Le Bars & Carrive, 2009).

2.3.5. Dimension ontogénétique de la douleur : l'apparition de la douleur chez le fœtus ou le jeune

La question de la douleur du fœtus s'est tout d'abord posée chez le fœtus humain, essentiellement en raison du développement de pratiques invasives qui permettaient de sauver la vie du fœtus à des stades de plus en plus précoces. Ce n'est que dans un second temps, en lien avec des interrogations sur les conséquences de certaines pratiques, que l'homme s'est interrogé sur les possibilités de douleur chez les fœtus de certaines espèces mammaliennes. Nous présenterons successivement les données concernant le fœtus humain, puis dans la partie 2.4. dédiée aux animaux, celles dont on dispose pour certains mammifères.

Ontogenèse de la douleur chez l'homme : le cas du fœtus humain

Dans une revue publiée en 1987 (Anand & Hickey, 1987, la douleur et ses effets chez le nouveau-né et le fœtus humain) K. Anand énonce l'affirmation suivante : « De nombreux éléments suggèrent que, même chez le fœtus humain, les voies de la douleur ainsi que les centres corticaux et sous-corticaux nécessaires à la perception de la douleur sont bien développés dans la phase tardive de la gestation, et les systèmes neurochimiques maintenant connus pour être associés à la transmission et à la modulation de la douleur sont intacts et fonctionnels. ». Aucune donnée dans cet article ne permet de dire si l'activation des structures intervenant dans la douleur est ressentie subjectivement par le nouveau-né comme une douleur semblable à celle que ressent un enfant ou un adulte. Par la suite, cet

auteur a pu confirmer cette affirmation par des travaux spécifiques (Anand, 1990). Les travaux de Giannakoulopoulos et al. (1994) ont porté sur les variations de concentration plasmatiques fœtales de β endorphines et de cortisol chez le fœtus après un prélèvement sanguin ou une transfusion. Ils concluent ainsi : « Ces données suggèrent que le fœtus développe une réaction de stress hormonal à cette procédure invasive ». Elles soulèvent l'hypothèse, comme le précise B. Calvino dans son livre « Apprivoiser la douleur » (Calvino, 2004) que « le fœtus humain pourrait ressentir de la douleur *in utéro* ». Mais ils précisent que « dans la mesure où les mécanismes mis en jeu dans la perception de la douleur ne sont pas bien compris, il n'est pas possible de conclure que le fœtus ressent une douleur. Une réponse hormonale ne peut être assimilée à la perception de la douleur ». De plus, l'utilisation du cortisol comme marqueur endocrinien de la douleur, même pour une douleur aigue n'est peut être pas approprié si ce paramètre est le seul pris en compte, car cette hormone ne peut être considérée comme spécifique de la douleur. (voir aussi Chapitre 3).

Sur le plan anatomique, J. Hamza conclu que, dès la 24ème semaine, le fœtus possède toutes les structures nécessaires à la perception d'un stimulus nociceptif : récepteurs, voies de la conduction et structures corticales (Hamza, 2004). B. Calvino (1998; 2004) souligne que ces données sont indirectes et ne fournissent aucun renseignement précis sur l'intégration du message au niveau du cortex. La douleur ne peut plus être considérée comme résultant de la seule mise en jeu d'un système câblé de neurones de la périphérie vers les centres supra-spinaux. « Elle est maintenant considérée comme résultant de processus adaptatifs, tant nerveux que chimiques au sein de réseaux de neurones situés à différents niveaux du système nerveux central, dont les composantes peuvent augmenter ou diminuer en fonction des caractéristiques du stimulus, de l'état affectif et émotionnel du sujet et du contexte dans lequel ce stimulus est appliqué. »

La question principale soulevée par ces auteurs est donc bien celle de la fonctionnalité. Chez le fœtus, l'axe corticotrope est en place au début du second trimestre de la gestation, ce qui ne signifie pas qu'il soit fonctionnel. Calvino précise que si les fibres C sont mises en place au cours de la première semaine postnatale chez le rat, elles ne peuvent produire une réponse inflammatoire neurogène qu'au cours de la deuxième semaine. Ce décalage serait expliqué par l'insuffisance de concentration des neuromédiateurs. Ainsi, la mise en évidence de l'activation de l'un des marqueurs communément associé à la perception douloureuse chez le jeune ou l'adulte, n'implique pas pour autant la fonctionnalité de la totalité du système de traitement des informations nociceptives, cortex télencéphalique inclus, chez le fœtus.

Il convient de souligner que l'ensemble des connaissances fondamentales des mécanismes neurobiologiques de la sensation douloureuse n'a pas été suivi d'innovations du point de vue pharmacologique, en effet, comme le soulignait D. Le Bars dans une communication à l'Académie des Sciences en 2003 : « *...les trois médicaments les plus employés encore aujourd'hui pour combattre la douleur, l'aspirine, le paracétamol et la morphine, ont été synthétisés au XIXe siècle, le dernier étant utilisé depuis des millénaires sous forme d'opium. La découverte des récepteurs des opioïdes et de leurs ligands endogènes s'est soldée par de grandes désillusions sur le plan thérapeutique. Les inhibiteurs sélectifs de la cyclo-oxygénase 2, mis sur le marché récemment, ont moins d'effets secondaires que les anti-inflammatoires « classiques », mais ne sont guères plus actifs. Enfin, les principaux traitements des douleurs neuropathiques (antidépresseurs, antiépileptiques, antiarythmiques) reposent sur des bases empiriques et, surtout, sont bien loin de donner entière satisfaction »* (Le Bars, 2003).

En conclusion, les différents éléments de définitions de la douleur traités dans l'expertise sont décrits dans la Figure 5 (champ de l'ESCo en pointillés rouges), de même que les notions associées qui ne seront pas directement prises en compte.

2.4. Transposition aux animaux

Il est très probable que la douleur chez l'animal possède les mêmes « finalités » adaptatives, les mêmes fonctions à finalité de protection que la douleur humaine et qu'elle soit tout aussi importante (vitale ou primordiale) pour l'animal qu'elle peut l'être pour l'homme. Il reste que, sur des bases d'observation et d'expérimentation, on peut envisager que la douleur des animaux ne soit pas rigoureusement identique à celle ressentie par l'homme. Ainsi, des douleurs chroniques telles que celles consécutives à une amputation ne sont pas systématiquement observées (O'Hagan, 2006)). Une autre différence tient aux caractéristiques de l'expérience sensorielle phénoménale, princeps qui conduit à une forme de « conscience » de la douleur. En pratique toutefois, les définitions de la douleur, que l'homme a créées pour lui-même, gardent leur valeur descriptive à condition d'élargir l'outil lexical de manière à intégrer les données neurobiologiques, comportementales et les hypothèses concernant les aptitudes émotionnelles et cognitives des animaux non humains. Cet effort conceptuel doit permettre de s'approcher des contenus émotionnels et cognitifs impliqués dans le concept de douleur, lorsqu'inévitablement, c'est un observateur humain qui l'applique à des animaux.

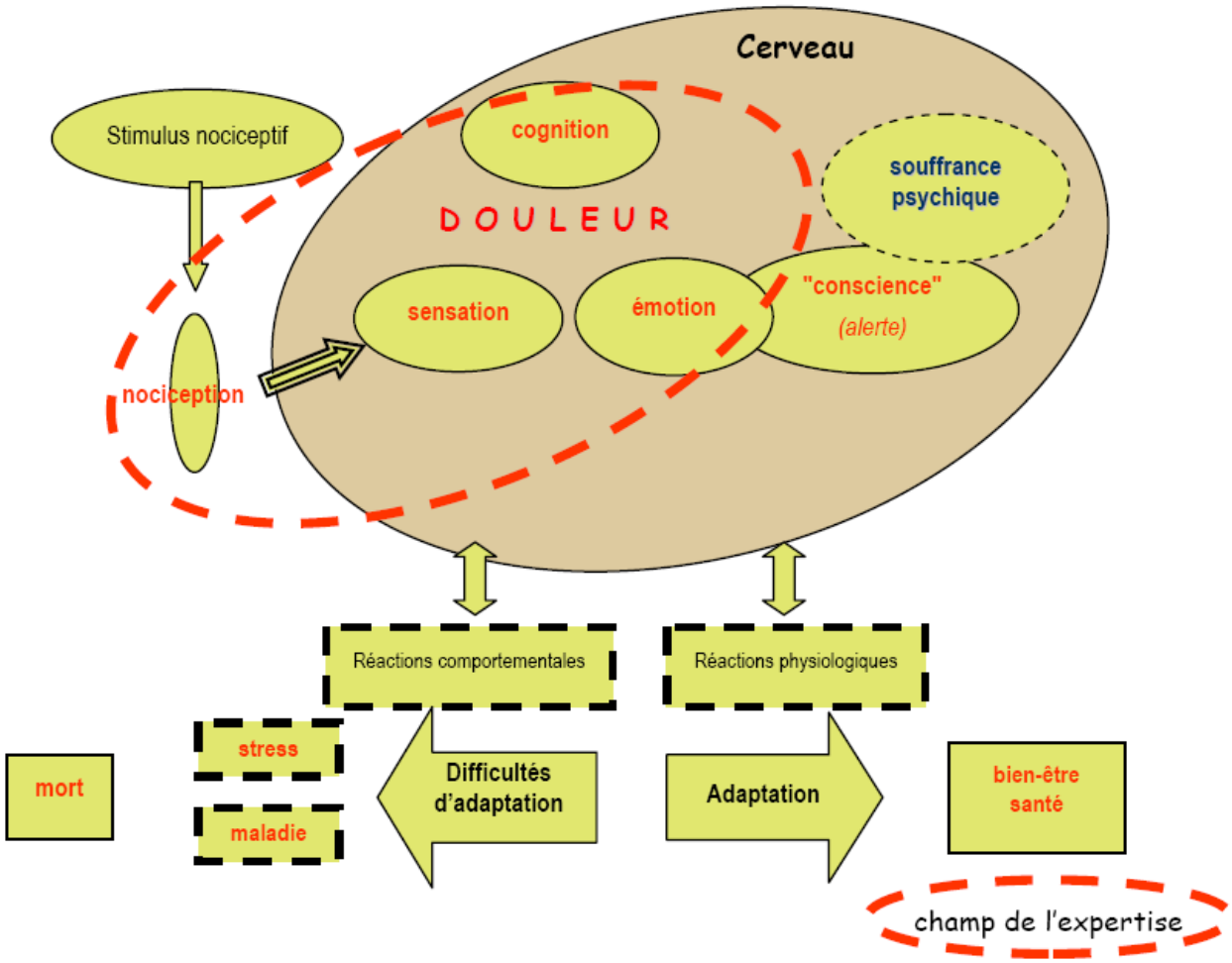


Figure 5. Schéma des principaux concepts définis relevant de l'expertise collective sur la douleur animale (P. Le Neindre, communication personnelle).

L'intérêt grandissant pour le statut des animaux est accompagné, et sans aucun doute aussi inspiré, par la multiplication des travaux décrivant les capacités cognitives et les manifestations émotionnelles des espèces animales. Les données comportementales acquises proviennent pour l'essentiel de travaux menés en conditions apparentées à celles du laboratoire, pour autant elles s'inscrivent dans la filiation des travaux pionniers de Darwin

(1872). Pour l'essentiel, il s'agit de montrer et de caractériser la diversité des états émotionnels des animaux et, désormais, de répondre aux préoccupations concernant le « bien-être » des animaux, particulièrement ceux d'élevage qui sont les plus massivement utilisés par l'homme (Burkhardt, 1997; Dawkins, 1990; Dawkins, 2008; Duncan, 1996; Fraser, 2009).

2.4.1. La transposition aux animaux de la définition de la douleur et des concepts associés

La complexité de la sensation douloureuse chez le sujet humain peut s'analyser selon trois grandes composantes : sensorielle, émotionnelle et cognitive (cf Paragraphe 3.2. et Figure 2). A partir de ces données il est possible de cerner le phénomène douloureux chez les espèces animales élevées par l'homme.

La transposition de la composante sensori-discriminative à certaines espèces animales ne semble pas poser de problème particulier car de nombreuses opérations d'analyse sensorielle sont partagées avec l'homme (localisation corporelle, intensité, durée, mémorisation contextuelle…). La transposition des concepts liés aux composantes émotionnelle, cognitive et comportementale n'est sans doute pas aussi. Encore aujourd'hui, les équivalents adaptés à la diversité des espèces animales n'ont pas encore été pleinement développés.

La douleur pour les animaux

Les termes même de la définition de la douleur par l'IASP, par exemple « désagréable », « émotion », « décrite en termes évoquant », ne sont pas applicables aux animaux qui, ne pouvant communiquer verbalement, sont dans l'incapacité de faire part par le langage à un « récepteur humain » des caractéristiques de leur expérience sensorielle.

C'est ainsi que la définition de l'IASP a été modifiée dans une formulation plus adaptée aux animaux : ***« la douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle aversive, représentée par la 'conscience' que l'animal a de la rupture ou de la menace de rupture de l'intégrité de ses tissus »*** (Molony & Kent, 1997).

Chez l'homme comme chez de nombreux animaux, essentiellement vertébrés, l'expérience sensorielle douloureuse déclenche (Molony & Kent, 1997; Zimmerman, 1986) :

- des réactions motrices de protection (*i.e*. retrait d'un membre) ;

- des réponses neuro-végétatives (*i.e.* accélération du rythme cardiaque, augmentation de la pression artérielle, vasoconstriction périphérique, modification transitoire du rythme respiratoire,…) ;

- des réponses d'évitement apprises (*i.e.* aversion durable vis-à-vis d'un congénère, d'un prédateur ou d'un lieu associé à l'expérience aversive, typologie comportementale modifiée : animal craintif, diminution de l'exploration d'un lieu nouveau,…).

Les connaissances concernant les mécanismes génériques de la douleur proviennent essentiellement d'études réalisées sur des modèles mammaliens (rongeurs, primates). Elles sont pour la plupart déjà décrites et relativement bien identifiées chez les animaux de ferme, pour l'essentiel également des mammifères. C'est l'extension de ces connaissances aux vertébrés non mammaliens (oiseaux, poissons) et à fortiori aux non vertébrés, qui s'avère délicate à réaliser, et qui sera traitée dans ce chapitre sous l'angle de la phylogénèse et de l'ontogénèse.

Dès 1979, les neurophysiologistes reconnaissaient que la douleur possède des attributs qui en font une modalité sensorielle particulière. Ainsi, le neurobiologiste Patrick D. Wall écrivait dans son ouvrage « De la relation entre blessure et douleur » ("*On the Relation of Injury to Pain*") (Wall, 1979) :

- *Pain is better classified as an* ***awareness of a need-state*** *rather than as a sensation (la douleur est mieux caractérisée comme un état d'attention à un besoin plutôt qu'une sensation) ;*

- *It has more in common with the phenomena of hunger and thirst than it has with seeing or hearing (elle a plus en commun avec le phénomène de faim ou de soif qu'avec la vision ou l'audition) ;*
- *It serves more to **promote healing** than to avoid injury (sa fonction consiste plus à promouvoir la cicatrisation que d'éviter des blessures ultérieures) ;*
- *The period after injury is divided into the immediate, acute and chronic stages. In each stage it is shown that pain has only a weak connection to injury, but a strong connection to the body state.(la période de temps après une blessure se divise en un état immédiat, aigü et chronique. Pour chacun de ces stades il est établi que la douleur a seulement des rapports ténus avec la blessure, mais possède d'étroites relations avec l'état général du corps).*

L'auteur insiste ici sur la notion selon laquelle la douleur diffère des autres modalités sensorielles en ce sens qu'elle avertit ou alerte avant tout sur un certain état du corps (une « auscultation »), et qu'elle s'accompagne donc nécessairement d'un « besoin », celui qui va permettre ou tendre d'assurer une forme de protection et de récupération.

La santé et la souffrance pour les animaux

Si l'on cherche à étendre les définitions de la santé à l'animal, on constate qu'à l'instar de la règle dite des « five freedoms » (Brambell, 1965), improprement traduite par « cinq libertés » (il serait préférable d'en rendre le sens par les « cinq principes » à respecter pour l'atteindre : l'absence de faim et de soif ; le confort physique ; la bonne santé et l'absence de blessure ou de douleur ; la possibilité d'exprimer le comportement normal de l'espèce.

En effet l'évolution des mentalités et des législations qui aboutit à la notion contemporaine de « bien-être animal » présente des analogies avec le processus qui a abouti à définir la santé pour l'homme ; comme si les concepts développés pour l'homme avaient ensuite été transposés aux animaux (voir également paragraphe 2.3.4).

Il est frappant de constater que les mêmes termes ont pu être employés lorsqu'il s'agit de la question du « bien-être des animaux », générant ainsi des situations dans lesquelles les débateurs se retrouvent comme « enfermés » par des mots utilisés le plus souvent dans leur sens courant car les mécanismes impliqués peuvent être de complexités différentes, selon que le discours concerne en première intention l'homme ou les animaux, ou que l'approche est celle d'un utilisateur ou d'un « défenseur » des animaux (Burgat, 1997; Fraser, 2008; Rollin, 1998; Vilmer, 2008).

Cette section met ainsi l'accent sur les liens entre douleur et souffrance, en effet :

i) de nombreux auteurs utilisent les deux termes de manière interchangeable, y compris dans des ouvrages dont le but est de traiter spécifiquement de la souffrance des animaux ; c'est le cas du spécialiste américain d'éthique animale, B. Rollin dans son livre « The Unheeded cry » (*Des pleurs non entendues)*, dont le sous titre est « conscience animale, douleur animale et science » (Rollin, 1998),

ii) les préoccupations concernant la question de savoir si la douleur est déclenchée ou non par une pratique donnée dominent les discussions relatives au bien être animal ; ces questions s'appliquant tout aussi bien au cas de l'élevage qu'à celui de l'expérimentation animale. Cependant, hormis des philosophes comme P. Ricœur (1994) qui s'est avant tout attaché à l'homme, assez peu d'auteurs venus des disciplines scientifiques se sont intéressés à la condition des animaux d'élevage tout en s'efforçant de cerner les différences pratiques entre douleur et souffrance (Fraser, 2008; Harrison, 1964).

Ceci souligne combien le sens des mots utilisés pour décrire ces deux ordres de sensations peut amener à des contresens si l'on ne prend pas précisément en compte le contexte dans lequel ils peuvent être utilisés.

S'inscrivant dans une perspective évolutionniste, G. Aitken (2008) a développé un argumentaire destiné à différencier douleur et souffrance. Après d'autres auteurs, Aitken constate que la souffrance est toujours associée à des états émotionnels hautement

déplaisants (Broom & Johnston, 1993; Dawkins, 1990; de Grazia, 1996), mais que cela ne renseigne pas sur la nature précise de la relation entre la globalité du vécu de souffrance et les sensations associées. En fait, les sensations et les émotions associées résultent d'une interprétation de la situation (Dantzer, 2002a; Dantzer, 2002b; Désiré et al., 2002; Scherer, 2001). Cette évaluation est fonction des capacités d'analyse et diffère en fonction du niveau de complexité du système nerveux de l'individu (la dimension phylogénétique) et de l'individu particulier qui perçoit la situation (la dimension individuelle résultant de l'humeur, du tempérament, des expériences sensorielles et des apprentissages antérieurs). Aussi le paramètre central qui détermine s'il y a souffrance ou non est lié à l'interprétation active d'une situation donnée, globalement vécue au présent (Mendl & Paul, 2008). Dans une perspective appliquée à l'homme, un tel énoncé peut être traduit par « ce que le sujet fait de cette situation là, s'il peut l'inscrire ou non dans une perspective d'action ayant un sens… » ; cette conception rejoint indirectement celle de la souffrance décrite par Ricoeur. Ayant posé comme préliminaire que pour un être humain, souffrir correspond au constat impuissant que « sa propre vie va mal », Aitken oriente le questionnement dans une perspective plus phylogénétique qui consiste à savoir si certaines espèces animales peuvent « faire l'expérience d'une vie qui va mal, instaurant un vécu global à tonalité dépressive avec la signification que l'axe central de vie est contrarié (*thwarted*) ». L'auteur répond que certaines espèces peuvent effectivement vivre une telle expérience ; il ajoute que le scepticisme vis-à-vis de la capacité de ces espèces à effectuer un tel constat tient à notre propre difficulté à identifier « ce qui importe fondamentalement à un animal », à décrire comment ils ressentent l'équivalent d'une « attente », d'une « crainte », plus qu'à une limitation d'élaboration de leurs systèmes nerveux. Ainsi, s'interroger sur la capacité des animaux à ressentir des émotions relevant d'une « souffrance » serait déplacé car propice à dresser d'inutiles obstacles vers la compréhension ce que peuvent être leurs représentations. Partant d'observations comportementales, il serait plus fructueux de prendre en compte ce qu'un animal donné est à même de ressentir, de tenter d'évaluer si son « projet d'expression comportementale primordiale est contrarié » en sachant que cela « lui importe ».

Ainsi la notion de « souffrance » prendrait un sens plus pertinent face à l'élaboration de conduites d'élevages plus respectueuses des besoins de l'animal. La souffrance, définie comme la perte de toute possibilité d'expression d'un projet comportemental primordial serait la conséquence d'une incapacité « à composer, à s'adapter, à faire avec » une situation imposée durablement ; ce type de situation peut également être décrit en termes de stress.

Aitken conclut son raisonnement sur des perspectives appliquées à la question du bien-être des animaux détenus par l'homme. Afin d'éviter leur souffrance, l'homme doit s'assurer que les animaux restent en lien avec leur « projet primordial » et « l'intention de l'exprimer ». Mais en captivité les comportements de survie ont perdu leur utilité, et lorsque le stimulus déclencheur d'une séquence motrice est absent, le comportement correspondant ne s'exprimera pas et il sera impossible de déterminer si cette absence est plus liée au stimulus déclencheur qu'à la perte d'importance du comportement lui même. Il est donc important de concevoir l'environnement des animaux de manière à favoriser l'expression du mode de vie propre à une espèce, et ceci implique d'apporter les stimulations qui ont pu modeler l'évolution comportementale d'une espèce et de connaître son histoire évolutive. Cette démarche, intéressante au plan de théorique, est parallèle à celle de l'éthologiste M. Dawkins qui propose une attitude très pragmatique pour développer les bases d'une « science de la souffrance animale » (Dawkins, 2008). Sa démarche, très comportementaliste, implique d'observer « ce que les animaux préfèrent », donc d'identifier les renforcements positifs ou négatifs associés à des situations précises, sans pour autant devoir connaître la tonalité des états émotionnels ni découvrir quelle forme d'expérience consciente accompagne ces émotions. Il semblerait plus efficace de déterminer si les conditions de vie d'un animal *i*) lui permettent d'améliorer sa santé et *ii*) lui apportent ce qu'il recherche au plan comportemental. Ce positionnement zoocentré ne prend pas en compte toutes les contraintes inhérentes à l'élevage et, tout comme pour Aitken, évacue le questionnement relatif aux capacités cognitives d'une espèce donnée.

Il reste que indépendamment du point de vue anthropo- ou zoo-centré, des recouvrements possibles existent indiscutablement entre la douleur, considérée comme une atteinte exclusivement physique ou fonctionnelle, et la souffrance, appréhendée exclusivement dans la dimension d'atteinte d'un « projet central de vie » et qui relèverait exclusivement du domaine émotionnel. Les superpositions de sens existantes sont telles qu'il importe toujours de préciser le sens et le contexte dans lequel ces deux termes sont utilisés.

2.4.2. La composante émotionnelle de la douleur chez les animaux

La douleur combine à la fois l'expérience d'une sensation physique et l'expérience d'une émotion désagréable liée à une lésion tissulaire existante ou potentielle. Cette double expérience associée à la douleur est nécessaire à l'équilibre homéostatique et à la survie de l'individu. La douleur permet en effet à l'individu de percevoir un danger et de l'inciter à le fuir ou à l'éviter. Ainsi Fiorito (1986) énonce : « lorsqu'elle est abordée sur un mode opérationnel, la douleur chez un animal peut être considérée comme la réponse physiologique induite par toute stimulation qui serait perçue comme douloureuse par un humain et qui aurait pour conséquence de déclencher une réaction de protection destinée à éviter le stimulus nociceptif; c'est ainsi que la douleur peut être testée chez des animaux non humains ». En 2003, A.D. Craig a proposé de considérer la douleur comme une « émotion homéostatique », qui relève de la régulation des grandes fonctions comme la faim et la soif (Craig, 2003b). Les techniques d'imagerie fonctionnelle cérébrale chez l'homme et l'analyse de situations cliniques consécutives à des lésions cérébrales s'avèrent précieuses pour comprendre les mécanismes qui sous-tendent l'intégration émotionnelle de l'expérience douloureuse. Elles révèlent des réseaux neuronaux qui ne sont pas seulement impliqués dans le traitement de stimuli nociceptifs mais plus généralement qui participent à la détection et à la réaction attentionnelle aux stimuli saillants négatifs. Chez l'homme, ces processus attentionnels sont à la base du vécu émotionnel (Danziger, 2006). Chez l'animal, plusieurs études montrent que la dimension émotionnelle de la douleur corporelle se définit par un substrat anatomique et fonctionnel commun à l'état affectif de détresse lié à la séparation. Le fait qu'une faible dose de morphine réduise nettement les vocalisations des nouveaux-nés séparés de leur mère suggère que la détresse de séparation et la douleur corporelle dépendent de mécanismes neurochimiques similaires (Panksepp, 2003). Selon cet auteur (Panksepp, 1998), le système d'attachement social des mammifères se serait ainsi greffé au cours de l'évolution sur le réseau neuronal de la douleur corporelle. En plus de contribuer à la survie de l'individu, l'expression de la douleur procurerait ainsi un autre avantage adaptatif : elle jouerait le rôle d'un signal social qui peut, dans certains contextes, et selon les relations interpersonnelles, motiver des comportements sociaux, favorisant ainsi la survie de l'espèce.

L'existence chez les animaux d'une composante émotionnelle de la douleur n'est cependant pas communément acceptée. Pour plusieurs auteurs, à l'instar de Bateson (1991), « les critères permettant de statuer sur le fait qu'un humain éprouve de la douleur peuvent être généralisés avec un degré certain de validité aux autres animaux ». Par contre, d'autres auteurs considèrent que l'existence d'états mentaux ne peut pas être démontrée chez les animaux car aucun lien ne peut être clairement établi entre leurs réponses et un éventuel état émotionnel (Volpato et al., 2007). Néanmoins, de plus en plus de travaux tendent à montrer que la composante émotionnelle n'est pas l'apanage de l'espèce humaine, notamment dans le cas de la perception d'une douleur corporelle. Le système cortico-limbique et son rôle dans la perception de la douleur et les réactions émotionnelles aux événements nociceptifs offrent de nombreux arguments anatomo-fonctionnels pour revendiquer l'existence d'expériences émotionnelles dans le cas de douleur corporelle chez les animaux infra-humains (Le Doux, 1995). En outre, le rapprochement avec la dimension sociale qui est à l'origine du succès de leur domestication (Boissy et al., 2001) et le lien étroit existant ainsi entre douleur et attachement social (Panksepp, 2003) renforcent l'intérêt de prendre en compte la dimension émotionnelle dans l'étude de la douleur chez les animaux

d'élevage. Il devient donc indispensable de mieux comprendre la nature même des émotions que l'animal peut ressentir.

S'il est habituel d'obtenir des rapports verbaux chez l'homme traduisant les émotions ressenties, les animaux sont démunis de langage verbal. Seules les modifications comportementales et physiologiques permettent d'inférer l'état émotionnel. Ces modifications ne permettent néanmoins pas de conclure sur la nature même des émotions que ressentent les animaux (Dantzer, 2002b; Désiré et al., 2002). Afin de faciliter l'étude objective des émotions chez les animaux, un cadre conceptuel a été élaboré à partir des théories de l'évaluation développées chez l'homme en psychologie cognitive. Selon ces théories, l'émotion ressentie par l'individu est déterminée par la manière dont il évalue la situation, et cette évaluation est basée sur un nombre limité de caractéristiques visant à apprécier à la fois les caractéristiques de la situation au regard du bien-être de l'individu et les moyens dont ce dernier dispose pour contrôler la situation (Scherer, 1999). Une approche expérimentale a été réalisée chez les ovins (Boissy et al., 2007b). Elle consiste : i) à identifier les caractéristiques élémentaires d'évaluation accessibles aux agneaux, et ii) à explorer leur répertoire émotionnel à partir de certaines combinaisons entre ces caractéristiques. La première étape montre sans ambiguïté que les moutons évaluent bien leur environnement selon son caractère soudain, familier et prévisible (Greiveldinger et al., 2007). Par exemple, la présentation soudaine d'un objet déclenche un sursaut associé à une tachycardie, et l'introduction d'un objet non-familier se traduit par une orientation de la tête et des oreilles de l'animal vers cet objet, et également par une augmentation de la variabilité de la fréquence cardiaque (Désiré et al., 2004). En plus des caractéristiques intrinsèques de l'environnement, les moutons sont également capables d'apprécier l'écart de correspondance entre leurs propres attentes et l'événement déclenchant : un contraste négatif entre la situation et les attentes de l'agneau se traduit par un ralentissement des déplacements et une bradycardie. En outre, l'absence ou la perte d'un contrôle préalablement acquis pour obtenir une récompense entraîne des réponses émotionnelles (Greiveldinger et al., 2009). L'amorce de la seconde étape de cette approche montre que la combinaison entre soudaineté et absence de familiarité a un effet synergique sur les réponses émotionnelles des moutons : la tachycardie liée à la soudaineté est accentuée si l'objet est inconnu ; de même, la posture d'orientation vers l'objet inconnu persiste plus longtemps lorsqu'il est apparu soudainement (Désiré et al., 2006). Ainsi, les caractéristiques élémentaires, auxquelles l'homme se réfère pour évaluer son environnement, sont également pertinentes chez les animaux d'élevage comme le mouton. Ce dernier évalue chaque événement auquel il est confronté, en fonction de son caractère soudain, connu et prévisible, de son adéquation à ses propres attentes, de la possibilité qu'il a de le contrôler ou tout du moins d'agir sur, et voire même du contexte social dans lequel l'événement déclenchant apparaît. Sur la base des travaux conduits chez l'homme (Scherer, 1999), l'exploration des combinaisons entre ces caractéristiques suggère que les moutons sont en mesure de ressentir des émotions tant négatives (peur, colère…) que positives (plaisir).

L'analyse des relations entre émotions et capacités cognitives ouvre de nouvelles perspectives pour mieux appréhender les conséquences affectives des événements nociceptifs auxquels l'animal est confronté, notamment l'animal en élevage ; certains corrélats neurobiologiques des manifestations émotionnelles ont été identifiés chez l'humain (Akitsuki & Decety, 2009; Decety & Michalska, 2009). Grâce à ce nouveau cadre conceptuel issu de la psychologie cognitive et basé sur les capacités cognitives et sociales des animaux, il est désormais permis d'envisager d'accéder de manière objective aux liens entre expériences émotionnelles et douleur, dans le but ultime d'améliorer la qualité de vie des animaux en élevage et en expérimentation. De par sa composante affective, la douleur devrait être facilement modulable par les émotions, comme c'est le cas chez l'homme. L'influence des émotions sur la douleur pourra être explorée chez l'animal en tenant compte du contexte psychosocial dans lequel l'événement nociceptif intervient. Des vaches exposées momentanément à la séparation d'avec leurs congénères, et par conséquent exprimant des réactions de détresse réagissent moins à une stimulation thermique par laser

que des vaches maintenues dans leur groupe (Rushen et al., 1999). Outre les émotions négatives (Forkman et al., 2007), les travaux récents conduits sur les moutons suggèrent que les animaux sont en mesure de ressentir également des émotions positives (Boissy et al., 2007a). L'induction d'émotions positives en élevage pourrait donc contribuer à améliorer la qualité de vie des animaux, notamment en réduisant la perception de la douleur, comme cela est montré chez l'homme exposé à des contextes agréables. De plus, au-delà des émotions, par définition éphémères, il sera également important de s'interroger sur les conséquences d'un état affectif persistant, appelé communément humeur ou état émotionnel d'arrière plan (Boissy et al., 2007b), consécutif à l'accumulation d'expériences émotionnelles, sur la perception douloureuse d'un événement nociceptif. Des travaux menés chez l'homme, sur la base du repérage des zones cérébrales activées dans des affects douloureux, montrent clairement qu'il existe, outre les réactions affectives immédiates liées à la douleur, une dimension plus persistante de souffrance liée à la signification de l'expérience douloureuse, appelée affect de second ordre (Price, 2000).

2.4.3. Modulation des seuils de perception de la douleur par les signaux issus du milieu social

2.4.3.1. Modulations par la relation entre congénères d'une même espèce

Le paragraphe précédent a exposé les conséquences induites au plan émotionnel par certaines stimulations nociceptives auxquelles des espèces d'élevage peuvent être soumises (voire paragraphe 4.2 : La composante émotionnelle de la douleur chez les animaux). Le cadre conceptuel qui a permis d'interpréter les observations comportementales en termes d'émotions est issu de la psychologie cognitive. Ce cadre théorique repose sur la connaissance des capacités cognitives et sociales des sujets étudiés à savoir initialement des sujets humains. C'est dans une seconde étape qu'un cadre conceptuel explicatif a été étendu aux primates non humains. Enfin, plus récemment, d'autres études se sont attachées à mettre en évidence les conséquences d'interactions sociales entre congénères d'espèces non primates, par exemple chez des rongeurs ; le plus souvent il s'agit de repérer l'influence d'une interaction sociale sur l'expression d'une émotion dont l'objectivation repose sur l'observation de manifestations comportementales.

Dans le cas précis de réactions aux stimulations nociceptives et à leur intégration sous forme de manifestation de douleur, les effets du contexte psychosocial peuvent se traduire par une modification du seuil de réponse à la douleur. Si les données sont étayées expérimentalement chez les rongeurs, il n'en est pas encore de même pour toutes les espèces d'élevage. L'étude de leurs capacités cognitives et de l'expression de leurs émotions ayant débuté plus tardivement, les connaissances sont pour ces animaux encore lacunaires.

Les possibilités de survie dépendent de la capacité d'intégration du contexte social, ce qui est fonction des possibilités d'interprétation des signaux émis par les congénères. En ce qui concerne la douleur des animaux, quelques données d'observation et d'expérimentation démontrent la réalité des effets du contexte social sur le seuil de réponse à la douleur, essentiellement chez des rongeurs. Cette capacité a été qualifiée « d'empathie » chez l'homme. Le terme, dérivé d'un concept psychologique conçu pour l'homme, a été crée au début du 20ème siècle à partir de *sympathie*, avec *em-* « dedans » et -pathie, du grec *pathos* : « ce qu'on éprouve ». Il a ensuite été repris par les primatologues, avec la signification de capacité de représentation de l'état mental d'un congénère, spécificité qui relève de la « théorie de l'esprit » (Premack & Woodruff, 1978). Cette forme « d'empathie » correspond plutôt à la capacité de comprendre ce que ressent un congénère, que ce soit une émotion ou une sensation. Mais ce n'est que dans la dernière décennie que l'approche de l'empathie par les neurosciences a complété les démarches des philosophes, des socio-anthropologues ou des éthologistes. Chez le sujet humain, l'imagerie cérébrale fonctionnelle a révélé que le substrat neuronal de l'empathie à la douleur implique le recrutement d'ensembles neuronaux codant la dimension émotionnelle de la douleur vécue (Singer et al., 2004). Seules deux

zones du cortex télencéphalique, connues pour être associées à la dimension affective de la douleur (l'Insula antérieure ou AI et la portion caudale du cortex cingulaire antérieur ou ACC), sont activées à la fois chez le sujet à qui est appliqué la stimulation génératrice de douleur et chez celui qui voit un autre sujet éprouver une douleur déclenchée par la même stimulation. Les ensembles neuronaux impliqués dans l'analyse des composantes sensorielles de la douleur (c'est à dire la « matrice neuronale de la douleur » avec l'aire corticale AI, le cortex sensorimoteur, SI/MI, la partie caudale du cortex cingulaire antérieur, ACC, les noyaux du tronc cérébral et le cervelet) ne sont activés que si le sujet reçoit effectivement une stimulation nociceptive. Ainsi, le Cortex Cingulaire rostral antérieur et le lobe antérieur bilatéral de l'Insula semblent refléter l'expérience émotionnelle de la douleur, ils constitueraient le substrat neuronal de la compréhension des émotions ressenties par un autre sujet (empathie).

En ce qui concerne la transposition du concept d'empathie aux animaux, ce sont des exemples de détection de situations d'inconfort ou d'alerte chez les congénères (Baack & Switzer, 2000; Mateo, 1996) ou de réaction aux appels de détresse des progénitures (D'Amato et al., 2005; Ehret & Bernecker, 1986) qui ont en partie validé une conception étendue de l'empathie dans laquelle la perception des états émotionnels entre congénères s'inscrit dans la perspective initiale d'un « ressentir chez l'autre » ("feeling into" : Lipps, 1903). Cette conception contemporaine de l'empathie, théorisée dans le modèle de perception-action, initialement appliquée aux primates (Preston & de Waal, 2002), met l'accent sur le rôle de la réactivité émotionnelle entre congénères. Elle a été utilisée pour interpréter les manifestations de perception de la douleur entre souris de la souche albinos CD-1. Une étude récente a montré que le niveau de sensibilité à des stimulations nociceptives chimiques (test de contraction abdominale après injection de solution d'acide acétique à 0,9%) ou thermiques est modulé par la présence d'un partenaire familier alors qu'aucun effet identique n'est relevé en présence d'un congénère neutre ou nouveau (Langford et al., 2006). Dans ces expériences, la détection des signaux de détresse émis par la souris après injection passait par la perception visuelle des mouvements ou de la posture du congénère et non par l'audition (indices sonores = cris) ou par l'olfaction (émission de phéromones). Cette capacité de détection est en partie modulée par des composantes génétiques (Chen et al., 2009).

Dans une étude récente utilisant la peur conditionnée à un stimulus prédictif d'un stress exprimé par des congénères (Gioiosa et al., 2009), il a été démontré que la réponse de stress chez la souris (modification du rythme cardiaque et signaux sonores de détresse) varie avec la souche génétique, la souche C57BL/6J (B6) ayant un comportement social très grégaire et des souches BALB/cJ l'étant beaucoup moins. Les auteurs concluent que certaines souris sont sensibles aux signaux de l'environnement prédictifs d'un stress social (vocalisations de détresse émis par des congénères) et que le fond génétique peut moduler l'évolution de ces réponses, selon des évolutions temporelles similaires à celles de sujets humains capables d'empathie.

Ces données peuvent être considérées comme indicatives des possibilités de contagion émotionnelle déclenchée par les signaux sonores de détresse émis par les rongeurs en situation de vécu douloureux. Une telle hypothèse se trouve indirectement étayée par une étude (Gioiosa et al., 2009) montrant que des souches DB1 de souris répondent différemment à une stimulation chimique nociceptive (injection de formol à 1% dans une sole plantaire) en fonction du contexte social (testé seul ou simultanément et en présence du congénère familier), ce qui est indicatif d'un effet du statut social (dominant ou dominé d'une dyade stable). Testées simultanément au sein d'une même cage, les souris présentent un score de léchage des pattes moitié moindre qu'en test individuel. Pendant la première phase du test au formol, le sujet dominé présente des signes d'hypoalgésie (*i.e.* moins sensible) par rapport au dominant, son comportement adaptatif est plus passif que celui du dominant. De plus, l'observation du congénère en situation douloureuse modifie significativement le comportement de l'observateur. Les dominants mis en situation d'observateurs (*i.e.* non injectés) sont plus fréquemment engagés dans un comportement de toilettage, alors que les

dominés mis en situation d'observation du dominant injecté au formol observent plus souvent leur partenaire.

Cet ensemble de données expérimentales démontre que les réponses à la douleur de quelques espèces mammaliennes peuvent varier avec le statut des individus en présence (connus, inconnus, relation de dominance,…) et sont modulés par leur composante génétique. En l'absence d'expérimentations systématisées reproduisant des pratiques génératrices de douleur, il est encore difficile d'étendre avec certitude aux espèces d'élevage des données obtenues essentiellement sur des rongeurs.

Le point important qui doit être gardé présent à l'esprit pour interpréter les travaux mettant en évidence les conséquences fonctionnelles des échanges de signaux de détresse entre congénères en situation douloureuse est que toute réaction émotionnelle s'accompagne de modifications de l'activité du système neurovégétatif autonome. L'état neuro-végétatif d'un organisme - lui-même déterminé par les états de vigilance, l'équilibre homéostatique, le stress, etc.- retentit à de multiples niveaux du traitement des informations sensorielles (Blessing, 1997; Foo & Mason, 2003; Lovick, 1997; Mason, 2001). Le système nerveux autonome module en particulier l'activité tonique des fibres musculaires lisses de la paroi des vaisseaux sanguins périphériques. Ces vasodilatations ou vasoconstrictions ont pour conséquence de changer localement la température périphérique des tissus, donc des fibres nerveuses et de leurs propriétés ; il peut en résulter des variations des seuils de réponse à des stimuli nociceptifs.

Les modifications de réponses comportementales à la douleur sont souvent interprétées de manière erronée, comme la conséquence d'un changement de seuil nociceptif sous l'effet d'échanges de signaux possédant un caractère d'empathie, alors qu'en fait il s'agit probablement de la conséquence physiologique d'une modification du tonus neurovégétatif périphérique en réponse à un signal d'alerte (Craig, 2003a). Un certain nombre d'auteurs se sont concentrés essentiellement chez des rongeurs sur ces effets de biais méthodologiques dans la détermination de seuils de réponse à la nociception (Benoist et al., 2008; Le Bars et al., 2001; Mason, 2005). Ce point rejoint le phénomène souvent décrit chez l'humain d'analgésie induite par un stress (en anglais « *stress induced analgesia* »), phénomène qui fait toujours l'objet de débats scientifiques (Ford & Finn, 2008; Le Bars & Carrive, 2009). L'une des composantes de ce débat rejoint la question des méthodes employées pour caractériser et analyser ce phénomène. Des travaux menés sur des espèces animales d'élevage pourraient parallèlement aboutir à une meilleure maîtrise des conditions susceptibles de faire émerger des sensations douloureuses.

Il est donc nécessaire de considérer avec prudence, non pas les données expérimentales de la littérature scientifique, mais les interprétations de données qui infèrent l'existence de « formes d'empathie » entre animaux d'une même espèce, sans avoir toujours pleinement prendre en compte la position phylogénétique de l'espèce étudiée. En rappelant que la notion d'empathie, étendue aux animaux, provient d'observations initialement réalisées chez des primates (Preston & de Waal, 2002), une démarche de précaution étayée sur des expériences réalisées sur chaque espèce d'intérêt s'impose. C'est en particulier le cas lorsque l'interrogation sur ce type de manifestation concerne des espèces d'élevage.

2.4.3.2. Modulations par les relations inter-espèces : le cas particulier de la relation homme animal sur les manifestations de douleur chez l'animal

Pour les animaux placés sous le contrôle de l'homme, celui-ci est évidement un élément très important de leur environnement. Plusieurs articles de synthèse montrent comment les animaux et les hommes développent des relations interindividuelles (Estep & Hetts, 1992) que ce soit chez les animaux d'élevage (Boivin et al., 2003; Hemsworth & Coleman, 1998; Waiblinger et al., 2006), les chevaux (Hausberger et al., 2008), ou les animaux de zoo (Hosey, 2008). Plus récemment, les capacités cognitives impliquées dans la communication homme-animal (chiens, chevaux) ont suscité un intérêt particulier, par exemple quant à l'existence d'attention conjointe entre l'homme et l'animal (Gacsi et al., 2005; Kubinyi et al.,

2009; Viranyi et al., 2008). Nous ne percevons plus maintenant nos partenaires animaux comme des êtres réagissant simplement par réflexes. Leurs réactions dépendent de la façon subjective dont ils interprètent leur situation. Cela conditionne leur état émotionnel et leur humeur (Désiré et al., 2002). C'est particulièrement vrai pour leur perception émotionnelle de l'homme. La peur de l'homme chez l'animal a été particulièrement étudiée pour ses conséquences sur le comportement animal, sa physiologie, et sa production (Hemsworth & Coleman, 1998; Rushen et al., 1999). La douleur comme perception d'une agression physique peut évidemment être influencée par cette relation homme-animal, en particulier si elle est mauvaise avec par exemple, des animaux qui ont peur de l'homme. Cette peur de l'homme a une composante génétique : une grande variabilité génétique a souvent été observée (Boissy et al., 2005; Phocas et al., 2006). Mais il a aussi clairement été démontré que la peur de l'homme est un phénomène appris (Hemsworth & Coleman, 1998). L'animal peut facilement associer la douleur d'une intervention d'élevage ou sanitaire avec la présence de l'homme (Davis, 2005). Par exemple, les ovins subissant la pratique du *mulesing* (scalp de la peau autour de l'anus pour que la peau reformée résiste aux pontes des mouches), se souviennent encore un an plus tard de la personne qui les a tenus (Fell & Shutt, 1989). Le comportement de l'homme envers l'animal lors des manipulations (coups, tapes, coups de pieds,…) peut lui aussi être générateur de douleurs et, quand il est répété, il peut créer un stress chronique chez l'animal (Hemsworth & Coleman, 1998; Waiblinger et al., 2006). La peur engendrée et le stress affectent tous les systèmes biologiques de l'animal, diminuant sa résistance immunitaire et sa santé, son bien-être, sa reproduction et sa production (Hemsworth, 2003; Rushen et al., 1999; Waiblinger et al., 2006).

La peur n'est pas le seul état émotionnel qui peut être évalué et affecter les réponses des animaux à l'homme et aux opérations douloureuses. Les animaux peuvent ressentir certaines situations de façon positive et avoir des émotions positives en présence de l'homme (Boivin et al., 2003; Waiblinger et al., 2006). Ces situations positives, telles la distribution alimentaire, peuvent être associée à la présence de l'homme et améliorer la relation homme-animal et les réponses d'approche vis-à-vis de l'homme (Hemsworth, 2003). Certains contacts humains peuvent aussi générer des émotions positives chez l'animal. Par exemple, des études ont montré que les contacts tactiles (contention dans les mains, caresses, brossage) appliqués de la même façon que les interactions positives entre animaux (par exemple sur les zones léchés entre eux par les bovins), diminuent la fréquence cardiaque et entraînent des postures de relaxation et l'approche des animaux (chez le chien (McMillan, 1999), le cheval (Feh & de Mazières, 1993; Ligout et al., 2008; McBride et al., 2004), les vaches (Schmied et al., 2008), les agneaux (Tallet et al., 2005; Tallet et al., 2006; Tallet et al., 2008)). Néanmoins, les études montrant que la présence de l'homme dans ces conditions peut réduire le stress ou la douleur de l'animal sont encore peu nombreuses. Cependant, il est démontré que des contacts positifs : (i) réduisent la fréquence cardiaque et le taux de cortisol salivaire à la suite de la suppression de la queue (Tosi & Hemsworth, 2002) ou lors de soins vétérinaires (Korff & Dyckhoff, 1997) et (ii) réduisent l'agitation et la fréquence cardiaque chez les vaches lors de palpations rectales (Waiblinger et al., 2004). Les études ont aussi montré que dans une situation stressante telle que l'isolement social, la présence du soigneur familier pour lequel les agneaux montrent une forte affinité, réduit la réponse de stress de l'animal (en terme d'agitation, fuites, vocalisations, fréquence cardiaque et sécrétion de cortisol) en particulier chez le chien (Palmer & Custance, 2008; Topal et al., 2005), la chèvre (Price & Thos, 1980) et l'agneau (Boivin et al., 1997; Boivin et al., 2000; Tallet et al., 2008). Cependant ce champ de recherche est encore largement inexploré (Waiblinger et al., 2006) et demande clairement davantage d'études sur ses conséquences en matière de bien-être animal.

2.4.3.3. Ontogenèse de la douleur chez l'animal : le cas du fœtus ovin

Ce sont essentiellement les travaux de « l'école néo-zélandaise » qui se sont attachés à mettre en évidence, chez le fœtus de brebis en particulier, les possibilités de ressentir ou non de la douleur. A partir des données expérimentales acquises sur les ovins, les auteurs

ont dégagé des principes généraux qu'ils pensent être à même d'être généralisés à d'autres espèces de mammifères utilisées en élevage. Les connaissances acquises ont été synthétisées dans une démarche s'articulant sur les préoccupations de bien-être animal (Mellor & Diesch, 2006; Mellor et al., 2005).

Pour ressentir une sensation telle que la douleur, tout animal doit : *i*) être équipé de structures neuronales suffisamment différenciées et fonctionnelles pour détecter les stimuli nociceptifs issus des milieux extérieur ou intérieur, les transmettre aux structures cérébrales et les traduire en sensations ; *ii*) avoir un cerveau dans un état fonctionnel qui permette des perceptions, c'est-à-dire dans un état dit de conscience, *iii*) pouvoir éprouver la douleur ou l'atteinte à son « bien-être », c'est-à-dire identifier les caractéristiques de nature, d'intensité et de durée de stimuli nuisibles ou stressant en sorte de les ressentir au plan cognitif et émotionnel comme une expérience aversive. Si les mammifères adultes et leurs jeunes autonomes sont globalement considérés comme des êtres « sensibles » (*sentients* en anglais), la question se pose pour les jeunes encore neurologiquement immatures et les fœtus.

Une revue technique détaillée des conditions physiologiques du fœtus permet d'avancer que les tracés électroencéphalographiques (EEG*) et les phases d'activité sont indicatifs d'un état de conscience relevant du sommeil et de l'inconscience. Les tracés EEG, initialement électriquement silencieux en continu, manifestent en seconde moitié de gestation des alternances d'activité basale peu différenciée avec toutefois des épisodes mixtes de tracés encore peu différenciées, relevant soit d'une forme de sommeil apparenté au sommeil de type REM pour *Rapid Eye Movement* (sommeil à ondes rapides avec mouvements rapides des yeux) soit au sommeil de type non REM (sommeil à ondes lentes sans mouvements oculaires). Pendant la mise bas, ces alternances de tracés REM-non REM disparaissent au profit d'un état dans lequel les tracés type sommeil profond (non REM) prédominent. Cet état résulte de l'effet combiné de facteurs qui concourent tous à inhiber l'activité du système nerveux. L'adénosine cérébrale, puissant neuro-inhibiteur inducteur de sommeil, est présente à forte concentration dans le tissu nerveux et sa concentration est inversement proportionnelle aux concentrations d'oxygène des tissus fœtaux. Deux neurostéroïdes anesthésiants, l'allopregnanolone et la pregnanolone, synthétisés par le tissu nerveux et le placenta à partir de la progestérone et du cholestérol agissent sur le système nerveux via un neuromédiateur inhibiteur spécifique du système nerveux, le GABA (acide Gamma-amino-butyrique). La prostaglandine D, également synthétisée par le système nerveux, est une hormone inductrice de sommeil. Il existe aussi un peptide synthétisé par le placenta qui est également inhibiteur de l'activité du système nerveux. Enfin, plusieurs facteurs physiques exercent des effets complémentaires tranquillisants (chaleur stable, faible gravité, amortissement des stimuli tactiles). Cet état persiste pendant la mise bas en dépit de la libération de deux facteurs activateurs de l'éveil (libération de noradrénaline induite par une structure cérébrale, le locus coeruleus, et stimulé par l'effet des fortes pressions subies par la tête et le tronc, et une concentration sanguine croissante de 17-β oestradiol).

En conclusion, l'environnement sensoriel *in utero* maintient le fœtus dans un état proche d'un sommeil presque permanent, c'est-à-dire inconscient ; l'éveil et les possibilités d'alerte ne se manifestent qu'après un bref délai après la naissance. C'est lors de la première minute de la respiration aérienne que le niveau d'oxygène sanguin circulant augmente rapidement bien au dessus des niveaux mesurés chez le fœtus (Mellor & Gregory, 2003) ce qui entraîne une baisse rapide de la concentration en adénosine cérébrale permettant une activation corticale générale. Parallèlement, les modifications marquées des entrées sensorielles auditives, visuelles, tactiles et thermiques interviennent pour précipiter le processus d'éveil et de mise en place d'un niveau de conscience élevé, faisant basculer le jeune dans son état d'être sensible. Ces processus activateurs doivent être nécessaires pour renverser les effets inhibiteurs des hormones (pregnénolone) et du peptide placentaire disparu.

Ainsi avant la naissance, il semble que le fœtus reste difficilement « éveillable » jusqu'à des stades permettant la conscience et l'alerte en réponse à des stimuli potentiellement

nocifs humoraux, auditifs ou chirurgicaux. Selon Mellor et al (2005), ces données interrogent l'utilité et le bien-fondé de l'utilisation d'analgésiques fœtaux lors de certaines interventions chirurgicales, alors qu'une anesthésie* a été administrée à la mère. En ce qui concerne les risques auxquels le nouveau-né est exposé, les difficultés respiratoires et l'hypothermie constituent les situations à plus haut risque vital associées à des vécus fortement aversifs.

2.4.4. Approche phylogénétique de la douleur

La définition de la douleur (IASP, Merskey & Bogduk, 1994), conçue pour saisir les caractéristiques essentielles de l'expérience sensorielle humaine associée aux atteintes tissulaires, ne propose rien concernant les origines phylogénétiques possibles de la douleur et laisse de côté en particulier la question de l'émergence progressive des mécanismes au cours de l'évolution. Ainsi, deux types de questions relatives à l'évolution restent ouverts :

- comment les réponses aux « atteintes réelles ou potentielles » des tissus ont-elles évolué au cours de la phylogenèse ?
- comment la composante émotionnelle déplaisante, toujours associée à la douleur chez les vertébrés supérieurs, a-t-elle émergé et évolué ?

Les notions de douleur, souffrance et stress sont dorénavant largement utilisées associées dans des textes règlementaires destinés à protéger les animaux (exemple des termes utilisés dans la présentation de la Directive 86/609/EEC sur la Protection des animaux utilisés pour l'expérimentation et autres buts scientifiques, actuellement en révision). Au-delà du bien fondé de la démarche, il faut reconnaître que l'utilisation de ces trois termes se fait parfois sans différenciation des significations ni prise en compte de l'état des connaissances scientifiques. Ceci conduit parfois à poser les problèmes de manière ambiguë pour une catégorie particulière d'animaux. Ces ambiguïtés sont encore plus évidentes lorsque l'on considère le cas des vertébrés inférieurs comme les poissons (voir § suivant sur les Poissons ; en particulier le débat alimenté par Rose (2002) ou Calvino et al. (2009)). En revanche, si l'on étudie la douleur sous l'angle neurophysiologique et en prenant soin d'aborder initialement la question sous l'angle de la nociception, les données obtenues chez les vertébrés inférieurs ou les invertébrés peuvent faire l'objet d'analyses plus consensuelles fondées sur des données expérimentales partagées.

L'analyse phylogénétique de la douleur des vertébrés inférieurs jusqu'à l'homme constitue une démarche objective intéressante et susceptible de mieux nous faire comprendre les caractéristiques de ce concept chez les animaux. Cependant, une des principales difficultés de cette approche est que ce terme, tel que nous l'avons précédemment défini, est associé à une notion d'expérience sensorielle consciente liée à des capacités cognitives qui ne sont pleinement démontrées que chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme. Comme le souligne Rose (2002), la prise en compte de cette évolution est essentielle pour analyser correctement les différences neuro-comportementales entre l'homme et les autres vertébrés, et éviter toute analyse anthropocentrée des comportements animaux qui serait alors non objective. Cependant, un certain nombre d'auteurs interprètent les observations comportementales suite à l'exposition à un stimulus nociceptif d'un point de vue anthropomorphique sans pour autant que ces données comportementales prouvent l'existence de réactions de type émotionnel (Rose, 2002; Rose, 2007).

Une telle analyse qui peut conduire à une redéfinition de la notion de douleur chez certains vertébrés n'est nullement contradictoire avec l'affirmation du respect des animaux par les pratiques humaines et l'application de règles d'éthique respectueuses du bien-être des animaux.

Dans ce contexte, l'étude comparée de la douleur au cours de l'évolution chez les vertébrés constitue une démarche objective susceptible de nous éclairer sur la douleur chez les animaux.

2.4.4.1. Analyse phylogénétique de la douleur chez les animaux : de la nociception à la douleur ?

La définition de la douleur chez l'homme (cf. définition de l'IASP) met en évidence l'importance majeure des facteurs psychologiques dans l'évaluation de la douleur. Cette définition précise, en effet, que l'activation des nocicepteurs et des voies de la nociception par un stimulus douloureux ne peut être considérée comme étant de la douleur si elle n'est pas associée à une perturbation de l'état psychologique du sujet (IASP, 1979; IASP, 1986; Merskey, 1982; Merskey & Bogduk, 1994). Cette définition de la douleur, qui donne autant d'importance aux facteurs neurophysiologiques et neuropsychologiques, met en relief l'importance de l'intégration des processus au niveau du système nerveux central (SNC). Chez l'homme et les mammifères, le traitement de l'information nerveuse de nociception dans les réseaux neuronaux du SNC se réalise au niveau de différents noyaux centraux. Ainsi, la composante sensorielle-discriminative de la douleur est traitée au niveau des noyaux ventropostérolatéral et ventro-latéral du thamalus en association avec le domaine somato-sensoriel cortical SI et SII. La composante émotionnelle de la douleur est plutôt traitée au niveau du thalamus médian et des noyaux réticulaires associés avec les structures limbiques. L'association des composantes sensorielle-discriminative, cognitive et comportementale de la douleur se réalise au niveau de ces structures du SNC qui traitent l'information 'en série' ou 'en parallèle'. La moelle épinière ascendante transmet l'information nociceptive au noyau médian du thalamus et aux structures limbiques, en particulier au complexe « amygalien » qui est fortement impliqué dans la dimension émotionnelle des comportements. Une autre composante de ce système de traitement de l'information nociceptive fait intervenir le tronc spinal ascendant qui relie les noyaux latéraux sensoriel-discriminant du thalamus aux domaines cortical somatosensoriel, et se prolonge avec la voie cortico-limbique qui associe les informations nociceptives avec l'information contextuelle et la mémoire. Toutes ces structures neuronales du SNC que l'on retrouve chez l'homme et les mammifères sont impliquées dans la gestion de la douleur dans ses différentes composantes.

L'anatomie comparée du système nerveux central et, plus particulièrement, des relations entre ses différents éléments, constitue une approche importante pour la compréhension et l'analyse de la douleur chez les animaux. Bien que nos connaissances soient moins développées chez les mammifères et surtout les vertébrés inférieurs par rapport aux informations disponibles chez l'homme, un certain nombre d'idées fortes se dégagent de cette analyse. Ainsi, il apparaît clairement qu'au cours de l'évolution, les tissus cibles de la moelle épinière augmentent en nombre et en spécialisation. On observe des connections directes entre la moelle et le tronc cérébral chez les poissons et les amphibiens. Chez les reptiles et les oiseaux, ces connections existent entre la moelle épinière, le tronc cérébral et le thalamus dorsal. Chez les mammifères et chez l'homme, on observe des connections de la moelle épinière avec le tronc cérébral, le thalamus et le cortex primaire (Stevens, 2004). L'évolution de ces liens fonctionnels entre structures du système nerveux central suggère donc que la perception des messages nociceptifs n'est pas équivalente chez des espèces aussi distantes que l'homme et les amphibiens ou les poissons. L'analyse phylogénique des relations entre la moelle épinière, le thalamus médian et le cortex limbique (qui sont associées aux aspects émotionnels de la douleur chez l'homme) est aussi intéressante. Chez les amphibiens, les projections rostrales issues de la moelle épinière atteignent le domaine olfactif sans présenter une organisation complexe des neurones. Au contraire, chez les mammifères et chez l'homme, ces projections rostrales aboutissent dans le cortex limbique, où elles sont organisées en réseaux complexes (Stevens, 2004). D'ailleurs, l'organisation laminaire du domaine limbique n'apparaît qu'à partir de la classe des reptiles et les cerveaux de poissons et d'amphibiens ne présentent pas de cortex cérébral (Calvino & et al., 2009; Rose, 2002; Stevens, 2004). Certes, les poissons présentent un télencéphalon rudimentaire, mais chez les poissons élasmobranches, la présence du télencéphalon est encore discutée (Northcutt, 1981). Chez les poissons téléostéens, il existe un cortex rudimentaire présentant des projections complexes à partir de domaines hémisphériques

vers le diencéphalon et le tronc cérébral. La question reste cependant posée et non résolue sur la possibilité qu'un tel 'cortex' rudimentaire soit capable de générer de la douleur par intégration des informations nociceptives (Rose, 2002).

De l'ensemble de ces données sur l'évolution des structures cérébrales en relation avec la douleur chez les animaux, deux idées principales émergent : (1) l'existence d'un cortex hautement développé et organisé est associée à une perception de la douleur comparable à celle observée chez l'homme (2) par contre, l'absence de telles structures, en particulier chez les amphibiens et chez les poissons, est associée à une capacité réduite et vraisemblablement différente de ressentir la douleur telle que nous l'avons définie précédemment (Calvino & et al., 2009).

Le second volet d'une approche comparative de la douleur consiste à évaluer ce qu'un animal particulier d'une espèce donnée peut éprouver à partir d'une stimulation nociceptive. Ici la question ne se limite pas à établir le niveau de développement de son système nerveux, mais à tenter d'approcher ce que peut être sa sensation et l'émotion associée, étant entendu que l'observation de son comportement ne peut fournir que des éléments de réponse indirects. Ici force est de constater que les études comportementales comparatives de la douleur restent très rares par comparaison aux travaux de neuroanatomie comparée. En fait ce sont essentiellement les travaux centrés sur les émotions et les niveaux de conscience qui peuvent apporter des éléments pertinents par rapport à notre interrogation sur les niveaux de vécu douloureux en fonction du niveau sur l'arbre phylogénétique.

L'interrogation sur les émotions associées à la douleur correspond à ce que Cabanac (1996) a nommé la dimension affective de la sensation c'est-à-dire la tonalité plaisante, indifférente ou déplaisante et qui inclut la douleur. Selon cet auteur, la dimension affective de la sensation s'inscrit sur un axe plaisir/déplaisir qui marque la dimension « d'utilité physiologique » de la sensation. Comme le comportement est la voie finale commune d'expression des émotions, le système nerveux a besoin d'un étalon interne, commun à toutes les situations, avant de déclencher la commande du comportement particulier le plus adapté à la situation. Cet étalon commun semble être celui des émotions (Cabanac, 1996; McFarland & Sibly, 1985). Celles-ci sont la conséquence d'une évaluation préalable de la situation avant libération du comportement (Scherer, 1999). En fonction de l'espèce animale à laquelle on s'intéresse, il apparaît que de telles évaluations, avec les comportements qui en résultent, peuvent en partie être réalisées sans la participation de structures nerveuses très complexes comme le cortex télencéphalique. Aussi la question des niveaux de « conscience », au sens de conscience phénoménale (ou conscience sensorielle primaire) (cf. paragraphe 2.3.3.2 et Buser, 1998; Denton, 2005; Panksepp, 2008) apparaît bien comme l'une des clés d'entrée pour tenter de comprendre les composantes du « vécu douloureux » d'une espèce donnée. A cet égard, les données de la littérature sur l'approche phylogénétique des comportements de protection/échappement associés aux stimulations nociceptives restent rares et, en l'état actuel, il est encore difficile d'articuler une évaluation de la douleur des animaux d'élevage sur la connaissance des émotions et des niveaux de « conscience ». L'argument de la neuroanatomie comparée avec le débat corrélé des homologies de structures reste à ce jour l'élément majeur de comparaison (voir infra, paragraphes oiseaux, reptiles, batraciens, poissons et céphalopodes).

En conclusion, la définition de la douleur telle que nous l'avons présentée précédemment montre clairement que le problème de son ressenti chez les animaux revient à se poser la question du degré de conscience phénoménale chez ces mêmes animaux. Même si l'analyse phylogénique des structures cérébrales n'apporte pas de réponse définitive à ces questions, elle contribue à clarifier certains points du débat. Ainsi, sur la base de ces analyses, on peut conclure que chez les animaux vertébrés, comme chez l'homme, l'application de stimuli nociceptifs de forte intensité induit des sensations somato-sensitives qui correspondent à la définition de la nociception (voir ci-dessus). Cependant, lorsque l'on parle de douleur chez l'homme en référence à une expérience émotionnelle et une conscience qui implique des structures nerveuses centrales spécifiques présentes chez celui ci, la généralisation du concept de douleur aux autres vertébrés et en particulier aux

vertébrés inférieurs, amphibiens ou poissons, devient tout à fait discutable (Calvino & et al., 2009). Une analyse pertinente de la question de la douleur chez les animaux requiert donc de bien faire la différence entre nociception et douleur. Dans ce contexte, et sur la base des informations scientifiques actuellement disponible, Calvino et al. (2009) dans leur revue de la question concluent par exemple que les poissons présentent de la nociception mais sont incapables de ressentir de la douleur et a fortiori de la souffrance.

2.4.4.2. Les oiseaux

Notre société semble admettre que les oiseaux ressentent de la douleur, ce qu'atteste le débat sur le gavage des oies et des canards, ou l'appréciation négative souvent portée sur les élevages collectifs avec d'importants effectifs de poulets pour s'en convaincre. Cependant, au regard des définitions précédemment citées, des particularités neuroanatomiques du système nerveux aviaire par rapport à celui des mammifères et des manifestations comportementales des oiseaux, la question des caractéristiques de la douleur et de la nociception chez ces espèces mérite d'être examinée sous différents angles.

L'argument de l'anatomie comparée

Les mécanismes physiologiques de la nociception existent chez les oiseaux et sont comparables à ceux des mammifères. Les études électrophysiologiques menées chez le poulet et le pigeon en particulier ont montré que ceux-ci possèdent des nocicepteurs qui ont des propriétés comparables à celles des mammifères. Dans l'état actuel des connaissances, les différents contrôles qui s'effectuent au niveau médullaire ne présentent pas de différences importantes par rapport à ce qui est connu chez les mammifères. Toutefois, les connaissances restent beaucoup plus parcellaires que chez les mammifères utilisés en recherche expérimentale (Necker, 2000). Si les oiseaux possèdent des récepteurs aux opioïdes au niveau du tronc cérébral et du télencéphale (Felix et al., 1979; Hogg et al., 1994), les données là encore restent moins abondantes que pour les mammifères (137 références pour les oiseaux depuis 1979 et 22.464 chez les mammifères, toutes espèces confondues, sur la même période - base de données PubMed).

Les oiseaux expriment des comportements évocateurs d'une perception nociceptive.

Ainsi les modifications de posture sont particulièrement fréquentes lors de boiteries qui peuvent entraîner des suppressions complètes de l'appui sur le membre douloureux (Cherel et al., 1991; Corr et al., 1998; Gentle, 1997; Kestin et al., 1992; Leterrier & Nys, 1992). Par ailleurs, lors de l'arrachage répété des plumes par les congénères, on observe des modifications comportementales phasiques (Gentle & Hunter, 1991) : dans un premier temps, les animaux s'agitent, essaient de s'échapper (sauts, battements d'ailes), voire vocalisent (Collias, 1987) alors que dans un second temps, ils s'accroupissent et restent immobiles ce qui évoque une attitude de résignation. De nombreux comportements peuvent ainsi être décrits suggérant que l'animal essaie de se soustraire à la stimulation nociceptive, présente des comportements de défense ou dans des stades considérés plus ultimes présente un abattement et une absence de fuite.

Ces manifestations comportementales ont un contrôle complexe et peuvent être modulées par des mécanismes d'analgésie endogène, provoqués par des motivations pour d'autres comportements. Ainsi, la poule qui se prépare à la ponte va reprendre appui sur ses deux pattes alors qu'elle supprimait l'appui sur le membre qui présente une arthrite induite expérimentalement (Gentle & Corr, 1995). De même, une forte motivation alimentaire peut supprimer l'expression de la douleur articulaire chez le poulet (Wylie & Gentle, 1998).

Plusieurs expériences montrent que les comportements provoqués par les stimulations supposées nociceptives sont réduits ou disparaissent par l'injection de morphine chez le poulet, le pigeon ou la caille (Evrard & Balthazart, 2002). Cette suppression des symptômes par la morphine montre, en outre, que les anomalies de la marche des animaux étudiés n'étaient pas dues à un handicap fonctionnel, mais bien à des phénomènes nociceptifs induisant une adaptation posturale. L'injection d'anti-inflammatoires non stéroïdiens ou AINS

(par exemple le carprofène) permet également d'améliorer la démarche de poulets précédemment boiteux. Il reste que les arguments pharmacologiques et comportementaux démontrent avant tout l'existence de récepteurs à des substances telles que les morphiniques ou les opiacées (Gentle & Tilston, 1999), ce qui est en accord avec les données apportées par des études phylogénétiques démontrant par exemple l'existence de familles de récepteurs présents dans la quasi totalité du phylum des vertébrés (cas des récepteurs opioïdes) et parfois même chez des invertébrés marins les plus primitifs. Ceci montre le fort degré de conservation de mécanismes élémentaires au cours de l'évolution.

Toutefois, la décérébration corticale du poulet (Gentle, 1997) réalisée par une équipe anglaise n'a pas entraîné de modification essentielle du comportement postural de prévention de l'appui (repli de la patte soumise à l'injection d'un cristal d'urate), ce qui laisse ouverte la possibilité que ce type de comportement de protection puisse être contrôlé au niveau des relais du tronc cérébral (par exemple au niveau de la substance grise périaqueducale), dont la participation à des activités de type émotionnel conscient n'ont jamais été formellement mise en évidence.

Les oiseaux ressentent des émotions

Une émotion est une réponse affective intense face à une situation et résulte de l'évaluation que l'individu fait de cette situation (Dantzer, 2002a; Dantzer, 2002b). Le vécu émotionnel de l'individu s'accompagne de modifications comportementales et physiologiques, dont certaines sont spécifiques de la nature de l'émotion. Il semble probable que cette diversité des émotions soit influencée par l'environnement éco-éthologique de l'espèce, ou des ancêtres sauvages en ce qui concerne les espèces destinées à l'élevage. Chez l'animal, le vécu émotionnel n'est pas directement accessible, il est inféré des réponses physiologiques et comportementales et des caractéristiques des situations (Désiré et al., 2002).

Il a été montré chez l'oiseau qu'il existe des réactions comportementales et physiologiques intenses (activation de l'axe corticotrope et du système ortho-sympathique) dans des situations effrayantes, ou encore de frustration alimentaire, de séparation sociale (Gallup, 1973; Hazard et al., 2008; Valance et al., 2008; Valance et al., 2007). Les réponses de peur ont été plus largement étudiées. Elles s'accompagnent d'activation de structures centrales comparables à celles qui contrôlent les émotions chez les mammifères ; ce sont des structures du télencéphale dites « archaïques » : archipallium et amygdale palliale postérieure qui seraient homologues de l'amygdale mammalienne, noyau de la strie terminale, noyau paraventriculaire de l'hypothalamus. Ces réactions ne dépendent pas directement du stimulus, mais de l'évaluation qui est faite de la situation. Elles sont modulées en particulier par les apprentissages préalables. L'élaboration des émotions fait en effet appel à des processus mnésiques de complexité variable. Les mécanismes mnésiques ont été étudiés en particulier dans le cas de la peur conditionnée. Il s'agit d'une émotion provoquée chez l'animal en le plaçant dans un environnement où il a préalablement reçu des stimulations aversives ou en le stimulant avec un son ou une lumière précédemment associées à de telles stimulations. Ces études chez l'oiseau ont montré que, comme chez les mammifères, la peur conditionnée provoque une activation de l'hippocampe (Reis et al., 1999).

Relation entre les systèmes nociceptif et émotionnel chez les oiseaux

La définition de la douleur donnée par l'IASP met en avant la conjonction des phénomènes nociceptifs et émotionnels lors de douleur. Nous ne disposons pas actuellement de données d'imagerie médicale sur le sujet, mais les études neurobiologiques réalisées chez le pigeon montrent que les situations qui ont généré des phénomènes nociceptifs entraînent d'importantes réponses émotionnelles et que les structures impliquées dans ces réponses sont équivalentes à celles observées chez les mammifères. Il a aussi été montré que des poulets ayant associé la perception de chocs électriques à un son, présentent ultérieurement des comportements de peur exacerbés lors de l'audition de ce son, alors que celui-ci n'est plus associé aux chocs électriques (Gallup, 1973). De même il a

été montré que des pigeons ayant subi un conditionnement de peur au son présentaient une élévation de leur fréquence cardiaque à l'audition de ce bruit (Ferrari et al., 1999). Cette élévation est supprimée par une lésion de l'archipallium. Or l'archipallium n'est pas impliqué dans la régulation de la fréquence cardiaque mais serait, comme nous l'avons dit précédemment, un analogue de l'amygdale des mammifères impliqué, comme elle, dans l'élaboration et le contrôle des émotions. Ces études montrent donc que le système de nociception, et les processus mnésiques qu'il entraîne, provoquent l'activation des structures centrales impliquées dans les émotions. Ces données neurobiologiques corroborent les données comportementales et physiologiques qui indiquent que les stimulations nociceptives entraînent une réponse émotionnelle dans cette classe phylogénétique et qu'à ce titre, il semble possible de parler de douleur, et pas seulement de nociception chez les oiseaux ; toutefois la réalité du phénomène perceptif douloureux tel qu'il est appréhendé chez les mammifères fait encore l'objet de débats.

Il convient en effet de rappeler que la classe des oiseaux regroupe des animaux aux capacités cognitives très différentes ; les gallinacés, les palmipèdes ou les cailles qui constituent la majorité des oiseaux d'élevage, ont des capacités cognitives très réduites par rapport à certains autres oiseaux. Les travaux réalisés sur des geais (Clayton & Dickinson, 1998) montrent qu'ils possèdent une mémoire de type épisodique comparable à l'un des mécanismes mnésiques les plus complexes chez l'homme. Les performances cognitives les plus élevées sont démontrées chez les corvidés et les psittacidés. Certains de ces derniers semblent capables de compter, d'associer formes et couleur à partir de consignes orales, d'indiquer l'emplacement d'un objet absent, au point que certains auteurs considèrent qu'ils possèdent une forme de conscience « d'ordre supérieur» (Pepperberg, 2006; Pepperberg & Lynn, 2000). Il reste donc possible que des capacités cognitives diverses s'accompagnent de niveaux de conscience primaire différents et induisent des degrés de complexité variable de la perception du phénomène douloureux entre différentes espèces d'oiseaux.

En conclusion, même si les oiseaux sont capables d'exprimer des comportements de protection et d'échappement d'origine nociceptive, et des manifestations émotionnelles associées, il est probable que, tout comme pour les diverses espèces mammaliennes, le niveau de conscience et les caractéristiques du vécu sensoriel et émotionnel de la douleur, varient suivant l'espèce. Il convient de rappeler que la classe des oiseaux regroupe des animaux aux capacités cognitives très différentes. Il est possible que ces capacités cognitives diverses s'accompagnent de niveaux de conscience différents. Enfin, les données neurobiologiques corroborent les données comportementales et physiologiques. Elles indiquent que les stimulations nociceptives entraînent une réponse émotionnelle dans cette classe phylogénétique et qu'à ce titre, il est possible de parler de douleur et pas seulement de nociception chez les oiseaux, même si ce point fait encore l'objet d'un débat dans la communauté scientifique en particulier pour certaines espèces d'élevage.

2.4.4.3. Les reptiles et batraciens

Les données de la littérature concernant ces deux phylums sont peu abondantes.

Les reptiles

Les articles dans lesquels une perspective phylogénétique est adoptée pour évaluer des « capacités cognitives ou émotionnelles », celles-ci étant attestées par des réactions physiologiques ou comportementales, font apparaître que c'est avec les reptiles qu'apparaissent les premières manifestations associées à des formes de conscience (veille/sommeil, émotions primordiales, renforcement positif) (Cabanac & Cabanac, 2000; Cabanac et al., 2009; Merker, 2007). Les quelques articles abordant la question de la douleur chez les reptiles sont le plus souvent guidés par des considérations pragmatiques d'analgésie (Martinez-Garcia et al., 2002; Stoskopf, 1994). Les éléments concernant les composantes mécanistiques de la douleur (nociception, émotion, conscience phénoménale) restent cependant encore trop fragmentaires pour qu'il soit possible de proposer des conclusions.

Les batraciens

L'existence de nocicepteurs mécaniques et chimiques chez la grenouille est attestée par les extensions rapides et vigoureuses des membres postérieurs en réponse à une piqûre ou à l'application de gouttes de solutions acides sur la peau (Machin, 1999; Stevens, 1992; Stevens, 2008). Les travaux menés sur des amphibiens concernent majoritairement l'identification de nocicepteurs périphériques ou au niveau de la moelle. Ainsi un chémo-nocicepteur à la nociceptine a récemment été caractérisé chez la grenouille (Stevens et al., 2009), ce type de récepteur est sensible à un neuropeptide connu pour son action antinociceptive/antalgique au niveau médullaire chez les autres vertébrés. Ces récepteurs spécifiques à la nociceptine diffèrent par leur structure et leurs propriétés des récepteurs opioïdes (de type mu, delta, et kappa) (Stevens, 2004) dont l'existence est par ailleurs connue chez de nombreuses espèces du phylum animal. Ce type de donnée démontre que l'effet antinociceptif d'un neuropeptide particulier (la nociceptine), présent dans la moelle épinière des mammifères, est retrouvé chez un batracien. Ceci constitue une indication de la permanence de structures nociréceptrices élémentaires au travers de la phylogenèse.

Pour autant, les grandes différences d'organisation anatomique des voies et des centres nerveux font qu'il reste très difficile, voire impossible, en l'état actuel des connaissances d'évoquer la notion de douleur telle qu'elle s'applique chez les mammifères. Ainsi l'implication prépondérante du télencéphale dans des mécanismes d'identification des stimulations chimiques (olfaction), couplée à l'absence de cortex, rend difficilement concevable l'existence d'émotions sensorielles élémentaires associées à une forme de conscience primaire chez ces espèces (voir également la discussion de l'approche phylogénétique au sujet des poissons dans Rose, 2002).

En conclusion, les réactions d'échappement observées chez les batraciens sont sous le contrôle de centres nerveux du tronc cérébral qui reçoivent les informations issues de nocicepteurs périphériques. Ces réponses relèvent avant tout d'une organisation de réflexes qui, s'ils peuvent paraître élaborés, n'impliquent pas de participation « émotionnelle consciente », au sens où ce terme s'applique aux mammifères. Cependant, une telle organisation des réponses comportementales de protection n'exclut pas l'existence de formes élémentaires d'alerte sensorielle, souvent décrites par le concept anglais de « *sentience* ».

2.4.4.4. Les poissons

Les récents travaux de L.U. Sneddon et collaborateurs (Sneddon, 2003b; Sneddon, 2004) ont apporté des données tout à fait intéressantes sur la nociception chez les poissons et plus particulièrement chez la truite. Les analyses anatomiques et électrophysiologiques ont ainsi permis de réaliser une description précise des fibres sensorielles primaires afférentes dans le système trigéminal de la truite (Sneddon, 2002). Les trois branches de ce nerf contiennent trois types de fibre : des fibres de myéline de large diamètre (Aα et Aβ), les fibres de petit diamètre (Aδ) et les fibres de très petit diamètre (C). Ces études montrent que, chez la truite, les fibres Aδ et les fibres C sont présentes en beaucoup plus petit nombre (respectivement 33% et 4%) que chez les vertébrés supérieurs. Ce plus faible nombre peut être relié au degré d'évolution du système nociceptif chez les poissons téléostéens. Il faut aussi noter que les études sur les poissons cartilagineux (Elasmobranches) n'ont pas permis jusqu'alors d'identifier des nocicepteurs ou un système de perception de la nociception (Coggeshall et al., 1978; Leonard, 1985; Snow et al., 1993). Une première étude de ces nocicepteurs, qui ont été détectés sur la tête de la truite, montre qu'ils sont soit de nature polymodale (c'est-à-dire capable de répondre à des stimulus mécaniques, thermique ou chimique), soit de nature thermodynamique, soit enfin de nature mécanochimique (Sneddon et al., 2003). L'étude des propriétés de réponse à des stimuli de ces récepteurs somatosensibles localisées sur la tête de la truite a permis de distinguer cinq classes de récepteurs dans le ganglion trigéminal : les récepteurs de type (1) polymodal, (2) mécanothermique, (3) mécanochimique, (4) mécanique à adaptation rapide, et enfin (5) mécanique à adaptation lente. De manière inattendue, ces récepteurs ne présentent pas de propriété de sensibilisation suite à des

stimuli chimiques ou thermiques : soit ils présentent la même réponse que celle précédemment observée, soit ils deviennent insensibles de manière irréversible (Ashley, 2007). Cette sensibilisation des récepteurs est, chez les mammifères, à l'origine du phénomène d'hyperalgésie (dans le cas d'inflammation ou de dommage tissulaire), phénomène qui est considéré comme un des principaux critères de douleurs chez l'homme. De ce point de vue, la nociception est, chez la truite, très différente de celle qui est observée chez l'homme.

La présence de récepteurs aux opioïdes et d'enképhalines endogènes est une composante importante de la nociception chez les animaux : ces substances ont été décrites chez les poissons qui présentent au moins six récepteurs différents aux opioïdes ainsi qu'à la met-enkephaline et à la leu-enkephaline (Dores & Gorbman, 1990; Dores & Joss, 1988; Dores et al., 1989). L'application d'un stress chez le poisson rouge induit une élévation de met-enképhaline (Jansen & Greene, 1970) et des récepteurs aux opioïdes ont été décrits dans le cerveau de poisson rouge (Finger, 1981; Schulman et al., 1981). D'autres études ont montré une distribution très similaire des enképhalines dans le cerveau des poissons et dans le cerveau de mammifères. Ainsi, par rapport aux systèmes opioïdes, il existe de forte similitude entre les poissons et les autres vertébrés supérieurs.

Un certain nombre d'études ont été consacrées aux relations qui existent entre la douleur et les réponses comportementales chez la truite. Ainsi, un comportement de 'peur' est observé après introduction d'un nouvel objet dans l'environnement du poisson. L'injection sous cutanée au niveau de la bouche chez la truite d'une forte dose d'acide (stimulus nociceptif) induit une forte réduction de ce comportement de 'peur' chez la truite et cet effet est neutralisé par un traitement analgésique (morphine) (Sneddon et al., 2003). D'autres études ont été réalisées sur la truite à partir de l'application du même type de stimuli ; elles ont mis en évidence les effets des stimuli induisant l'apparition de comportements anormaux, en particulier pour le comportement de nourrissage, et cela sur une période de plusieurs heures après l'application du stimuli (Sneddon, 2003a). D'autres études portant sur le poisson rouge ont montré que ces poissons étaient capables d'apprendre à éviter les stimuli douloureux (Portavella et al., 2004; Portavella et al., 2002). Enfin, les effets d'une expérience douloureuse sur l'apprentissage de la capacité à éviter un stimulus ont été étudiés chez différents poissons (Beukema, 1969; Overmier & Hollis, 1983; Overmier & Hollis, 1990). L'ensemble de ces résultats confirme l'impact de la nociception sur le comportement des poissons, mais ne permet pas pour autant de conclure sur des liens possibles de ces phénomènes nociceptifs avec des composantes émotionnelles ou affectives (Calvino & et al., 2009).

Les études de la nociception chez les poissons se sont essentiellement limitées à deux espèces, la truite et le poisson rouge. Dans ce contexte, il peut paraître risqué de généraliser à tous les poissons les informations acquises chez ces deux espèces, lorsque l'on sait qu'il existe sur la terre plus de 23.000 espèces de poissons téléostéens. Même si les grands mécanismes restent vraisemblablement identiques chez ces espèces, des différences notables peuvent exister : ainsi, des différences de réponses nociceptives (comportementales et physiologiques) ont été observées entre la carpe, la truite et le poisson zèbre (Reilly et al., 2008). La comparaison des systèmes nociceptifs chez la truite et le poisson rouge met aussi en évidence des différences dans les caractéristiques électrophysiologiques des réponses neuronales à des stimuli mécaniques et douloureux : ainsi, chez le poisson rouge, la fréquence des potentiels d'action suite à un stimulus douloureux est plus élevée que pour un stimulus mécanique, alors que chez la truite une telle différence n'existe pas (Dunlop & Laming, 2005). Ces résultats, obtenus chez la truite et le poisson rouge, illustrent bien le fait qu'il faut être très prudent avant toute extrapolation hâtive d'une espèce de poisson à l'autre des conclusions concernant la nociception.

En conclusion, les résultats expérimentaux confirment l'existence de nocicepteurs et de réactions d'évitement pouvant aboutir à la mémorisation du contexte d'apparition de la stimulation nociceptive chez les poissons téléostéens. Il n'y a cependant pas de preuves formelles permettant d'identifier ces réactions élémentaires comme de la douleur en

l'absence de possibilités de repérage de la composante émotionnelle. Un débat sur ce sujet est actuellement mené au sein de la communauté scientifique. De plus, les données expérimentales sont encore fragmentaires et limitées à quelques espèces modèles.

2.4.4.5. La nociception chez les céphalopodes

L'analyse des structures nerveuses potentiellement impliquées dans la nociception ou la douleur chez les céphalopodes est particulièrement intéressante. Les céphalopodes, qui sont tous des mollusques marins, possèdent probablement le système nerveux central le plus complexe de tous les invertébrés. Tous les lobes, délimités chacun par un cortex constitué des corps cellulaires entourant une zone fibrillaire ou neuropile, sont agglomérés autour de l'œsophage pour former les masses supra, péri et sous-oesophagiennes. La masse supra-œsophagienne comprend les structures les plus associatives du « cerveau » des céphalopodes. Les lobes du « complexe vertical » (lobes vertical, sous-vertical, frontal supérieur, précommissural et frontal inférieur) sont en effet impliqués dans l'intégration des processus mnésiques (Dickel et al., 2006).

Un point important concerne la répartition des masses neuronales potentiellement impliquées dans l'émergence de processus de conscience sensorielle et sensori-motrice. L'effectif total des neurones « périphériques » présents dans les tentacules est supérieur à celui des neurones des centres « céphaliques » (150 millions de neurones en partie céphalique contre 370 millions en « périphérie »). Il a été montré expérimentalement, sur des tentacules isolés et stimulés électriquement, que les neurones périphériques contenus dans un tentacule sont capables de générer des séquences motrices complexes comme la « nage ». Ce type de données soulève des questions d'homologie de structures entre groupes neuronaux présents dans les tentacules d'un céphalopode et réseaux neuronaux de la moelle épinière des vertébrés, pour lesquels il est démontré qu'ils gèrent des *patterns* comportementaux complexes. Cependant, les données histochimiques ou les manipulations génétiques des neurones des céphalopodes, qui permettraient de proposer des homologies en termes de cytoarchitectonie, ne sont pas encore disponibles à ce jour.

Seules des données expérimentales sur les effets de lésions des lobes céphaliques (lobe optique vertical et/ou supérieur) sont actuellement disponibles. Des expériences ont ainsi montré l'implication des lobes céphaliques dans les performances mnésiques nécessaires aux tâches de reconnaissance visuelle et ont mené à des propositions sur les parallèles possibles avec les structures nerveuses du cerveau de certains vertébrés. Toutefois, les résultats des expériences d'ablation n'ont pas permis de valider les hypothèses sur l'homologie des structures cérébrales. De plus, la variété des niches adaptatives et des branches de céphalopodes fait qu'il n'est pas possible d'exclure la possibilité de l'existence de formes d'activités élémentaires et particulières telles que l'alerte, l'éveil, la vigilance ou une forme de conscience sensorielle élémentaire (cf. revue de Edelman et al., 2005).

Quelques arguments anatomiques plaident en faveur d'une nociception chez les céphalopodes : la présence de nombreuses terminaisons libres dans la peau, et principalement dans les ventouses, mais des preuves indirectes sont surtout fournies par la capacité de ces animaux à maîtriser différents apprentissages instrumentaux. Ces animaux modifient rapidement leurs comportements afin d'éviter des stimuli nociceptifs associés. La capacité de maîtriser des apprentissages de type « *learning set* » suggère la possibilité pour ces animaux d'appréhender des règles logiques élémentaires. L'apprentissage par observation, récemment démontré chez le poulpe, fournit un autre argument d'émergences « cognitives » chez ces invertébrés. Ces possibilités d'apprentissage aversif chez cette espèce semblent pertinentes pour évaluer les potentialités d'existence de la douleur au sens où tout stimulus aversif, nociceptif ou non, déclenche une réaction, au moins de retrait ou d'évitement.

Tout stimulus aversif déclenche une réponse immédiate de retrait suivie d'un comportement de repli ou de protection ; cette réponse d'évitement, parfois complexe, peut être organisée par rapport à un paramètre particulier de la situation aversive ou à la situation appréhendée dans sa globalité (association contextuelle). Ainsi, la seiche apprend à ne plus

lancer ses tentacules sur une proie rendue amère par imprégnation préalable de quinine (Darmaillacq et al., 2004) ou inatteignable par ce qu'elle a été introduite dans un tube de verre (Agin et al., 2006; Agin et al., 1998; Chichery & Chichery, 1992; Dickel et al., 1997; Messenger, 1971; Messenger, 1973; Messenger, 1977; Sanders & Young, 1940). Dans le second cas, l'interprétation avancée est que le choc contre la paroi de verre constituerait une stimulation mécanique nociceptive. Dans les deux exemples cités, le point d'intérêt est que ces situations sont mémorisées après une seule présentation et ceci sur plusieurs jours, ce qui correspond effectivement aux effets consécutifs d'une exposition à un stimulus nociceptif ou présentant une polarité de danger vital, le goût amer étant associé chez un grand nombre d'espèces à un risque d'empoisonnement.

La sensibilité des céphalopodes aux stimuli nociceptifs a été aussi indirectement démontrée au travers de l'adaptation de leur comportement de prédation. Les premiers travaux sur le sujet réalisés par KF. Sander & JZ.Young en 1940, démontraient que les renforcements positifs (essentiellement capture d'une proie) ou négatifs (stimuli aversifs ou nociceptifs naturels : mécaniques par pincement des tentacules, irritation par substances urticantes) sont associés à la détection, la reconnaissance, le repérage spatial et à la mémorisation des proies (Sanders & Young, 1940). La pieuvre octopode (*Eledone moschata*) cesse d'attaquer des crabes hermites (*Paguristes maculatus* et *Eupagurus prideauxii*) porteurs d'anémones (*Adamsia rondeletii* et *A. palliata*) après une première exposition à ces anémones, mais elle continue à attaquer une autre espèce de crabe (*Eupagurus bernhardus*) porteuse d'une autre anémone moins urticante (*Calliactis parasitica*). De tels comportements sont le signe d'une sensibilité différentielle aux stimuli nociceptifs irritants, et aussi d'une capacité de discrimination visuelle élaborée, associée à des capacités mnésiques évidentes. Les réactions de repli, évitement ou protection par changement de couleur ou protection de la partie céphalique à l'aide des bras interviennent consécutivement à la confrontation avec des stimuli nociceptifs, y compris des décharges électriques en laboratoire. Un tel ensemble de données signe effectivement l'existence de nocicepteurs ; toutefois, leur existence ou leur description formelle au plan neurobiologique n'a pas encore été réalisée, leur existence n'implique pas nécessairement qu'ils soient reliés à des neurones localisés au niveau central, des réseaux neuronaux périphériques élaborés peuvent cordonner les réactions sensori-motrices de protection sans pour autant faire émerger des niveaux de conscience sensorielle hautement élaborés. Ce type de conclusion et la démarche logique qui la sous-tend, sont similaires à celles développées pour le cas des poissons (Calvino & et al., 2009; Rose, 2002); elle est en contradiction avec l'opinion émise par le comité AHAW de l'EFSA[4] (2005) relative aux « besoins de protection des invertébrés et formes fœtales » (AHAW Panel, 2005).

En conclusion, dans l'état actuel de nos connaissances, nous nous trouvons dans une situation identique à celle des poissons. Il existe en effet un certain nombre d'informations permettant de conclure à l'existence de nociception chez les céphalopodes. Ces animaux présentent aussi des capacités cognitives et mnésiques tout à fait remarquables, et probablement un répertoire de comportements de prédation et de réactions défensives parmi les plus riches du règne animal. Cependant, l'état actuel de nos connaissances chez ces animaux ne permet pas de conclure à l'existence d'une « conscience » autre que la conscience sensorielle ou perceptive primaire, et on ne peut donc pas considérer sur des bases scientifiques que les céphalopodes sont capables de ressentir la douleur ou la souffrance.

2.4.4.6. Conclusion

La difficulté de définir et de caractériser correctement la douleur chez les animaux, telle qu'elle apparaît à travers des études sur plusieurs cas particuliers, comme ceux des poissons et des céphalopodes, confirme la nécessité d'utiliser un vocabulaire parfaitement

[4] Agence Européenne de sécurité des aliments.

rigoureux et correspondant à une réalité biologique. Comme l'indique Stevens (2004), le terme de douleur, au sens stricte, fait référence, chez l'homme, à une expérience émotionnelle et perceptive complexe et de ce point de vue, ce terme est utilisé de manière imprécise chez beaucoup d'animaux. En effet, beaucoup de cas illustré par des exemples cités ci-dessus chez les poissons et les céphalopodes illustrent bien cette dérive : il y a confusion entre nociception et douleur et cette situation n'est pas triviale car elle reflète notre attitude vis-à-vis des animaux (Stevens, 2004). La compréhension de l'expérience sensorielle des animaux à partir d'une interprétation anthropomorphique des réponses comportementales aboutit souvent à des conclusions erronées surtout si ces données sont interprétées sans tenir compte des études phylogéniques des structures cérébrales (Rose, 2007).

Le tableau 2 ci-dessous constitue un résumé hautement schématique de la revue des données dont nous disposons à ce jour sur la présence ou l'absence de nociception, douleur et conscience sensorielle primaire du phénomène aversif douloureux.

	Nociception	**Emotion**	**Conscience sensorielle primaire** (sens d'alerte)	**Douleur**
Mammifères	**+**	**+**	**+**	**+**
Oiseaux	**+**	**+**	**+ / ?**	**+ / ?**
Reptiles	**+**	**?**	**+ / ?**	**-**
Amphibiens	**+**	**-**	**?**	**-**
Poissons	**+**	**-**	**?**	**-**
Céphalopodes	**+**	**?**	**+ / ?**	**- / ?**

Tableau 2. Résumé de l'état des données scientifiques collectées au cours de l'Expertise Collective et portant sur l'existence des phénomènes perceptifs associés à la notion de douleur dans les six catégories d'animaux étudiées.

Légende : + = présence répertoriée ; - = absence ; ? = incertitude ; + / ? = en débat.

La requalification des termes, en particulier chez les vertébrés inférieurs ou chez les invertébrés, pour lesquels la notion de nociception et non pas de douleur semble être plus appropriée, ne doit pas pour autant faire oublier la nécessité de prendre soin du bien-être de ces animaux : même si ces animaux ne perçoivent pas les stimuli nociceptifs de la même manière que l'homme, il n'existe aucune raison qui justifierait de ne pas leur appliquer des règles de bien-être et ou de ne pas prendre en considération l'ensemble de leurs besoins biologiques.

2.5. Conclusion générale

Les concepts définissant la douleur, qui sont aujourd'hui mondialement partagés, ont initialement été forgés pour caractériser la douleur chez l'homme ; leur transposition à la diversité des espèces animales est pertinente si elle s'inscrit dans une perspective phylogénétique.

L'absence de prise en charge des conséquences de certaines douleurs aigues (par exemple des amputations) peut induire des modifications neurobiologiques durables qui mettent en place des mécanismes de plasticité nerveuse pouvant aboutir à des modifications

de sensibilité pour lesquelles l'interprétation en terme de douleur chronique fait encore l'objet d'un débat scientifique.

Il n'y a pas de douleur sans composante émotionnelle, et celle-ci peut être rapprochée des émotions dites primordiales décrites pour des situations fonctionnelles telles que la peur, la faim, la soif, le confort thermique, le besoin de sommeil,... Ce type d'émotion est en lien avec la notion d'homéostasie, c'est-à-dire de maintien dynamique des grands équilibres physiologiques. La sensibilité aux stimulations nociceptives, repérée par des seuils de réponse d'évitement, est elle-même modulable par des composantes émotionnelles comme les relations entre congénères ou la relation mère-jeune.

Chez les animaux susceptibles de ressentir de la douleur, il n'y a pas une douleur mais des formes de douleur que l'on peut distinguer en fonction de leur durée (aiguë ou chronique), de leur origine tissulaire (somatique ou viscérale), et enfin de la nature des lésions associées ou non à un processus inflammatoire et des mécanismes nerveux sollicités. Ces composantes doivent être évaluées afin de prendre en charge la douleur et de la supprimer ou la réduire.

Au sein de la communauté scientifique, il existe des controverses pour déterminer dans quelle mesure, chez les animaux de ferme, les émotions impliquées dans le vécu de la douleur, voire même dans les seuils de la nociception, participent à l'émergence de formes de conscience primaire d'origine sensorielle, encore nommée conscience phénoménale. Faire l'hypothèse *a priori* que la conscience et les émotions primordiales existent de manière semblable chez toutes les espèces relève d'une certaine méconnaissance des différences d'organisation et de propriétés de systèmes nerveux différents et de leurs capacités perceptives ou comportementales également différentes. Si la connaissance des mécanismes neurochimiques de la douleur est assez avancée pour permettre de réduire ou supprimer la douleur dans la plupart des situations, en revanche les données des neurosciences contemporaines ne permettent pas encore de trancher les controverses sur le degré de « conscience » associé à une sensation douloureuse pour une espèce déterminée.

Sur la base des connaissances scientifiques actuelles, on ne peut donc pas parler de douleur chez toutes les espèces animales et il subsiste une incertitude quant à celles pour lesquelles ce terme est pleinement approprié. Pour certaines espèces, comme les poissons et les céphalopodes, les termes nociception et stress paraissent plus pertinents.

2.6 Références bibliographiques

Agin V., Chichery R., Chichery M.P., Dickel L., Armaillac A.S., Bellanger C. (2006). Behavioural plasticity and neural correlates in adult cuttlefish. *Vie & Milieu - Life & Environment* 56(2): 81-87.

Agin V., Dickel L., Chichery R., Chichery M.-P. (1998). Evidence for a specific short-term memory in the cuttlefish, Sepia. *Behavioural Processes* 43(3): 329-334.

AHAW Panel (2005). Aspects of the biology and welfare of animals used for experimental and other scientific purposes. Scientific report, EFSA-Q-2004-105, The EFSA Journal, 292: 136 p.

Ahmad S., Dahllund L., Eriksson A.B., Hellgren D., Karlsson U., Lund P.E., Meijer I.A., Meury L., Mills T., Moody A., Morinville A., Morten J., O'Donnell D., Raynoschek C., Salter H., Rouleau G.A., Krupp J.J. (2007). A stop codon mutation in SCN9A causes lack of pain sensation. *Human Molecular Genetics* 16(17): 2114-2121.

Aitken G. (2008). Animal Suffering: An Evolutionary Approach. *Environmental Values* 17(2): 165-180.

Akitsuki Y., Decety J. (2009). Social context and perceived agency modulate brain activity in the neural circuits underpinning empathy for pain: an event-related fMRI study. *NeuroImage* 47: 722-734.

Anand K.J. (1990). Neonatal stress responses to anesthesia and surgery. *Clinics in perinatology* 17(1): 297-214.

Anand K.J., Hickey P.R. (1987). Pain and its effects in the human neonate and fetus. *New England Journal of Medicine* 317(21): 1321-1329.

Ashley P.J. (2007). Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science* 104(3/4): 199-235.

Baack J.K., Switzer P.V. (2000). Alarm Calls Affect Foraging Behavior in Eastern Chipmunks (*Tamias striatus*, Rodentia: Sciuridae). *Ethology* 106(12): 1057-1066.

Bateson P. (1991). Assessment of pain in animals. *Animal Behaviour* 42(5): 827-839.

Bateson P. (2004). Do animals suffer like us? - the assessment of animal welfare. *The Veterinary Journal* 168(2): 110-111.

Beck P.W., Handwerker H.O. (1974). Bradykinin and serotonin effects on various types of cutaneous nerve fibres. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology* 347(3): 209-222.

Beecher H.K. (1959). Measurement of subjective responses : quantitative effects of drugs, Oxford University Press, New York, 494 p.

Benoist J.M., Pincede I., Ballantyne K., Plaghki L., Le Bars D. (2008). Peripheral and central determinants of a nociceptive reaction: an approach to psychophysics in the rat. *PLoS ONE* 3(9): e3125.

Bergson H. (1896). Matière et mémoire. Essai sur la relation du corps à l'esprit (réédition 1968) 72 ed., coll. Bibliothèque de Philosophie Contemporaine, Presses Universitaires de France, 282 p.

Besson J.M. (1988). Bases physiologiques de la nociception. *In* Pratique du traitement de la douleur, (Boureau F., ed.), Editions Doin: 19-38.

Besson J.M., Chaouch A. (1987). Peripheral and spinal mechanisms of nociception. *Physiological Reviews* 67(1): 67-186.

Beukema J. (1969). Angling experiments with Carp (*Cyprinus Carpio* L.) II Decreasing catchability through one trial learning. *Netherlands Journal of Zoology* 20(1): 81-92.

Blessing W.W. (1997). The lower brainstem and bodily homeostasis, Oxford University Press, New York, 590 p.

Boissy A., Arnould C., Chaillou E., Désiré L., Duvaux-Ponter C., Greiveldinger L., Leterrier C., Richard S., Roussel S., Saint-Dizier H., Meunier-Salaun M.C., Valance D., Veissier I. (2007a). Emotions and cognition: a new approach to animal welfare. *Animal Welfare* 16(1): 37-43.

Boissy A., Fisher A.D., Bouix J., Hinch G.N., Le Neindre P. (2005). Genetics of fear in ruminant livestock. *Livestock Production Science* 93(1): 23-32.

Boissy A., Manteuffel G., Jensen M.B., Moe R.O., Spruijt B., Keeling L.J., Winckler C., Forkman B., Dimitrov I., Langbein J., Bakken M., Veissier I., Aubert A. (2007b). Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & Behavior* 92(3): 375-397.

Boissy A., Nowak R., Orgeur P., Veissier I. (2001). Les liens sociaux chez les ruminants d'élevage : limites et moyens d'action pour favoriser l'intégration de l'animal dans son milieu. *INRA Productions Animales* 14(2): 79-90.

Boivin X., Lensink J., Tallet C., Veissier I. (2003). Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare* 12(4): 479-492.

Boivin X., Nowak R., Després G., Tournadre H., Le Neindre P. (1997). Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *Journal of Animal Science* 75(11): 2892-2898.
Boivin X., Tournadre H., Le Neindre P. (2000). Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *Journal of Animal Science* 78(4): 879-884.
Borsook D., Becerra L. (2009). Emotional Pain without Sensory Pain--Dream On? *Neuron* 61(2): 153-155.
Brambell F.W.R. (1965). Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems, HMSO Cmnd. 2836.
Breau L.M., McGrath P.J., Camfield C.S., Finley G.A. (2002). Psychometric properties of the non-communicating children's pain checklist-revised. *Pain* 99(1-2): 349-357.
Breau L.M., McGrath P.J., Stevens B., Beyene J., Camfield C., Finley G.A., Franck L., Gibbins S., Howlett A., McKeever P., O'Brien K., Ohlsson A. (2006). Judgments of pain in the neonatal intensive care setting: a survey of direct care staffs' perceptions of pain in infants at risk for neurological impairment. *Clinical Journal of Pain* 22(2): 122-129.
Breau L.M., McGrath P.J., Stevens B., Beyene J., Camfield C.S., Finley G.A., Franck L., Howlett A., O'Brien K., Ohlsson A. (2004). Healthcare professionals' perceptions of pain in infants at risk for neurological impairment. *BMC Pediatrics* 4(1): 23.
Breau L.M., Zabalia M. (2006). Evaluer la douleur des enfants atteints de déficience intellectuelle. *Enfance* 2006(Janv): 72-84.
Broom D.M. (1991). Assessing welfare and suffering. *Behavioural Processes* 25(2-3): 117-123.
Broom D.M. (1998). Welfare, stress and the evolution of feelings. *Advances in the Study of Behavior* 27: 371-403.
Broom D.M., Johnston K.G. (1993). Stress and animal welfare coll. Animal Behaviour, Kluwer Academic Publishers, 228 p.
Brugère H., Laurent J., Le Bars D., Mahouy G., Milhaud C., Schmitt S., Wintergerst J. (1992). Experimentation animale: mode d'emploi, coll. Chimie et Ecologie, Inserm, 153 p.
Burgat F. (1997). La protection de l'animal, coll. Que sais-je ?, 3147, Presse Universitaire de France, 127 p.
Burkhardt R.W. (1997). The founders of ethology and the problem of animal subjective experience. *In* Animal consciousness and animal ethics: perspectives from the Netherlands, (Dol M. *et al.*, eds.), Van Gorcum, Assen, The Netherlands: 1-13.
Buser P. (1998). Cerveau de soi, cerveau de l'autre. Neurobiologie, conscience et inconscience, coll. Sciences, Odile Jacob, Paris, 432 p.
Byers M.R., Bonica J.J. (2001). Peripheral pain mechanisms and nociceptor plasticity. 3 ed. *In* Bonica's management of pain, (Loeser J.D. *et al.*, eds.), Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia: 26-72.
Cabanac A., Cabanac M. (2000). Heart rate response to gentle handling of frog and lizard. *Behavioural Processes* 52(2-3): 89-95.
Cabanac M. (1996). On the origin of consciousness, a postulate and its corollary. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 20(1): 33-40.
Cabanac M., Cabanac A.J., Parent A. (2009). The emergence of consciousness in phylogeny. *Behavioural Brain Research* 198(2): 267-272.
Calvino B. (1998). Aux sources de la douleur. *In* Dossier : Douleur, Souffrances, Enfances & PSY, 5, Eres éditions.
Calvino B. (2004). Apprivoiser la douleur, coll. Le collège de la cité, vol 8, Le Pommier, Paris, 194 p.
Calvino B., et al. (2009). Can fish experience pain? Neurobehavioral approach and phylogenesis can help to answer the question. *(soumis pour publication)*.
Campbell J.N., Meyer R.A., LaMotte R.H. (1979). Sensitization of myelinated nociceptive afferents that innervate monkey hand. *Journal of Neurophysiology* 42(6): 1669-1679.
Cervero F. (1994). Sensory innervation of the viscera: peripheral basis of visceral pain. *Physiological Reviews* 74(1): 95-138.
Chen Q.L., Panksepp J.B., Lahvis G.P. (2009). Empathy is moderated by genetic background in mice. *PLoS ONE* 4(2): e4387.
Cherel Y., Resch C., Wyers M. (1991). Aspect clinique et fréquence des boiteries du dindon de chair. *INRA Productions Animales* 4(4): 311-319.
Chichery M.-P., Chichery R. (1992). Behavioural and neurohistological changes in aging Sepia. *Brain Research* 574(1-2): 77-84.
Clark W.C., Clark S.B. (1980). Pain responses in Nepalese porters. *Science* 209(4454): 410-412.

Clayton N.S., Dickinson A. (1998). Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature* 395(6699): 272-274.
Coggeshall R.E., Hong K.A., Langford L.A., Schaible H.G., Schmidt R.F. (1983). Discharge characteristics of fine medial articular afferents at rest and during passive movements of inflamed knee joints. *Brain Research* 272(1): 185-188.
Coggeshall R.E., Leonard R.B., Applebaum M.L., Willis W.D. (1978). Organization of peripheral nerves and spinal roots of the Atlantic stingray, Dasyatis sabina. *Journal of Neurophysiology* 41(1): 97-107.
Coghill R.C., Sang C.N., Maisog J.M., Iadarola M.J. (1999). Pain intensity processing within the human brain: a bilateral, distributed mechanism. *Journal of Neurophysiology* 82(4): 1934-1943.
Collias N.E. (1987). The vocal repertoire of the Red Junglefowl: a spectrographic classification and the code of communication. *The Condor* 89: 510-524.
Collignon P., Giusiano B. (2001). Validation of a pain evaluation scale for patients with severe cerebral palsy. *European Journal of Pain* 5(4): 433-442.
Cook A.J., Woolf C.J., Wall P.D., McMahon S.B. (1987). Dynamic receptive field plasticity in rat spinal cord dorsal horn following C-primary afferent input. *Nature* 325(6100): 151-153.
Corr S.A., McCorquodale C.C., Gentle M.J. (1998). Gait analysis of poultry. *Research in Veterinary Science* 65(3): 233-238.
Craig A.D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience* 3(8): 655-666.
Craig A.D. (2003a). Pain mechanisms: labeled lines versus convergence in central processing. *Annual Review of Neuroscience* 26: 1-30.
Craig A.D. (2009). A rat is not a monkey is not a human: comment on Mogil (Nature Rev. Neurosci. 10, 283-294 (2009)). *Nature Reviews Neuroscience* 10(6): 466.
Craig A.D.B. (2003b). A new view of pain as a homeostatic emotion. *Trends in Neurosciences* 26(6): 303-307.
D'Amato F.R., Scalera E., Sarli C., Moles A. (2005). Pups call, mothers rush: does maternal responsiveness affect the amount of ultrasonic vocalizations in mouse pups? *Behavior Genetics* 35(1): 103-112.
Damasio A.R. (2001). L'erreur de Descartes: la raison des émotions, coll. Sciences, Odile Jacob, Paris, 368 p.
Dantzer R. (1993). Coping with stress. *In* Stress: from synapse to syndrome, (Stanford S.C., Salmon P., eds.), Academic Press, London: 167-189.
Dantzer R. (2002a). Can farm animal welfare be understood without taking into account the issues of emotion and cognition? *Journal of Animal Science* 80(E-Suppl_1): E1-9.
Dantzer R. (2002b). Les émotions, coll. Que sais-je ?, vol 2380, Presses Universitaires de France.
Danziger N. (2006). Mise au point. Bases neurologiques de l'affect douloureux. *Revue Neurobiologique* 162(3): 395-399.
Danziger N., Faillenot I., Peyron R. (2009). Can we share a pain we never felt? Neural correlates of empathy in patients with congenital insensitivity to pain. *Neuron* 61(2): 203-212.
Danziger N., Willer J.C. (2009). L'insensibilité congénitale à la douleur. *Revue Neurologique* 165(2): 129-136.
Darmaillacq A.-S., Dickel L., Chichery M.-P., Agin V., Chichery R. (2004). Rapid taste aversion learning in adult cuttlefish, Sepia officinalis. *Animal Behaviour* 68(6): 1291-1298.
Davis H. (2005). Preparing for pleasure, preparing for pain: animals using human beings as predictors. *In* The human-animal relationship: forever and a day, (de Jonge F.H., van den Bos R., eds.), Van Gorcum, Assen: 82-97.
Dawkins M.S. (1990). From an animal's point of view : motivation, fitness and animal welfare. *Behavioral and Brain Sciences* 13(1): 1-9.
Dawkins M.S. (2008). The science of animal suffering. *Ethology* 114(10): 937-945.
de Grazia D. (1996). Taking Animals Seriously : Mental Life and Moral Status, Cambridge University Press, Cambridge.
Decety J., Michalska K.J. (2009). Neurodevelopmental changes in the circuits underlying empathy and sympathy from childhood to adulthood. *Developmental Science*: in press.
Defrin R., Pick C.G., Peretz C., Carmeli E. (2004). A quantitative somatosensory testing of pain threshold in individuals with mental retardation. *Pain* 108(1-2): 58-66.
Denton D. (2005). Les émotions primordiales et l'éveil de la conscience, coll. Nouvelle Bibliothèque Scientifique, Flammarion, paris, 363 p.
Désiré L., Boissy A., Veissier I. (2002). Emotions in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. *Behavioural Processes* 60(2): 165-180.

Désiré L., Veissier I., Després G., Boissy A. (2004). On the way to assess emotions in animals: Do lambs (Ovis aries) evaluate an event through its suddenness, novelty, or unpredictability? *Journal of Comparative Psychology* 118(4): 363-374.

Désiré L., Veissier I., Després G., Delval E., Toporenko G., Boissy A. (2006). Appraisal process in sheep (Ovis aries) : Interactive effect of suddenness and unfamiliarity on cardiac and behavioral responses. *Journal of Comparative Psychology* 120(3): 280-287.

Dickel L., Chichery M.P., Chichery R. (1997). Postembryonic maturation of the vertical lobe complex and early development of predatory behavior in the cuttlefish (sepia officinalis). *Neurobiology of Learning and Memory* 67(2): 150-160.

Dickel L., Darmaillacq A.-S., Poirier R., Agin V., Bellanger C., Chichery R. (2006). Behavioural and neural maturation in the cuttlefish sepia officinalis. *Vie & Milieu - Life & Environment* 56(2): 89-95.

Dickenson A.H. (1990). A cure for wind up: NMDA receptor antagonists as potential analgesics. *Trends in Pharmacological Sciences* 11(8): 307-309.

Dickenson A.H., Fardin V., Le Bars D., Besson J.M. (1979). Antinociceptive action following microinjection of methionine-enkephalin in the nucleus raphe magnus of the rat. *Neuroscience Letters* 15(2-3): 265-270.

Dickenson A.H., Suzuki R.M., E.A., Rahman W.U., C., Seagrove L., Rygh L. (2004). Balancing excitations and inhibitions in spinal circuits. 2 ed. *In* The pain sytem in normal and pathological states: A primer for clinicians, (Villanueva L. *et al.*, eds.), Progress in pain research and management, 31, IASP Press, Seattle: 79-106.

Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins (2002). Circulaire DHOS/E2 n° 2002-266 du 30 avril 2002 relative à la mise en oeuvre du programme national de lutte contre la douleur 2002-2005 dans les établissements de santé. http://www.sante.gouv.fr/adm/dagpb/bo/2002/02-21/a0212062.htm

Dores R.M., Gorbman A. (1990). Detection of Met-enkephalin and Leu-enkephalin in the brain of the hagfish, Eptatretus stouti, and the lamprey, Petromyzon marinus. *General and Comparative Endocrinology* 77(3): 489-499.

Dores R.M., Joss J.M.P. (1988). Immunological evidence for multiple forms of α-melanotropin (α-MSH) in the pars intermedia of the Australian lungfish, *Neoceratodus forsteri*. *General and Comparative Endocrinology* 71(3): 468-474.

Dores R.M., McDonald L.K., Crim J.W. (1989). Detection of Met-enkephalin and Leu-enkephalin in the posterior pituitary of the holostean fish, Amia calva. *Peptides* 10(5): 951-956.

Duggan A.W., Hall J.G., Headley P.M. (1977). Suppression of transmission of nociceptive impulses by morphine: selective effects of morphine administered in the region of the substantia gelatinosa. *British Journal of Pharmacology* 61(1): 65-76.

Duncan I.J.H. (1996). Animal welfare defined in terms of feelings. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A . Animal Science* 27(suppl): 29-35.

Dunlop R., Laming P. (2005). Mechanoreceptive and Nociceptive Responses in the Central Nervous System of Goldfish (Carassius auratus) and Trout (Oncorhynchus mykiss). *The Journal of Pain* 6(9): 561-568.

Edelman D.B., Baars B.J., Seth A.K. (2005). Identifying hallmarks of consciousness in non-mammalian species. *Consciousness and cognition* 14(1): 169-187.

Ehret G., Bernecker C. (1986). Low-frequency sound communication by mouse pups (Mus musculus): wriggling calls release maternal behaviour. *Animal Behaviour* 34(3): 821-830.

Estep D.Q., Hetts S. (1992). Interactions, relationships, and bonds: the conceptual basis for scientist-animal relations. *In* The Inevitable Bond: Examining Scientist-Animal Interactions., (Davis H., Balfour D., eds.), Cambridge University Press, Cambridge: 6-26.

Evrard H.C., Balthazart J. (2002). The assessment of nociceptive and non-nociceptive skin sensitivity in the Japanese quail (Coturnix japonica). *Journal of Neuroscience Methods* 116(2): 135-146.

Fanurik D., Koh J.L., Schmitz M.L., Harrison R.D., Conrad T.M. (1999). Children with cognitive impairment: parent report of pain and coping. *J Dev Behav Pediatr* 20(4): 228-234.

Feh C., de Mazières J. (1993). Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. *Animal Behaviour* 46(6): 1191-1194.

Felix D., Henke H., Frangi U. (1979). Opiate receptors in the pigeon optic tectum. *Brain Research* 175(1): 145-149.

Fell L.R., Shutt D.A. (1989). Behavioural and hormonal responses to acute surgical stress in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 22(3-4): 283-294.

Ferrari E.A., Faleiros L., Cerutti S.M., Oliveira A.M. (1999). The functional value of sound and exploratory behaviour in detelencephalated pigeons. *Behavioural Brain Research* 101(1): 93-103.
Fields H.L. (1989). Le système sensoriel périphérique de la douleur. *In* Douleur, (Fields H.L., ed.), Medsi Mc Graw-Hill: 12-32.
Finger T.E. (1981). Enkephalin-like immunoreactivity in the gustatory lobes and visceral nuclei in the brains of goldfish and catfish. *Neuroscience* 6(12): 2747-2758.
Fiorito G. (1986). Is there "pain" in invertebrates ? *Behavioural Processes* 12(4): 383-387.
Fitzgerald M., Lynn B. (1977). The sensitization of high threshold mechanoreceptors with myelinated axons by repeated heating. *Journal of Physiology* 265(2): 549-563.
Foo H., Mason P. (2003). Brainstem modulation of pain during sleep and waking. *Sleep Medicine Reviews* 7(2): 145-154.
Ford G.K., Finn D.P. (2008). Clinical correlates of stress-induced analgesia: evidence from pharmacological studies. *Pain* 140(1): 3-7.
Forkman B., Boissy A., Meunier-Salaün M.C., Canali E., Jones R.B. (2007). A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology & Behavior* 92(3): 340-374.
Fournier-Charrière E. (2002). Sémiologie et évaluation de la douleur chez l'enfant. 2 ed. *In* La douleur en pratique quotidienne: diagnostic et traitements, (Serrie A., Thurel C., eds.), Arnette Paris: 516-546.
Fowler T.J., Ochoa J. (1975). Unmyelinated fibres in normal and compressed peripheral nerves of the baboon: a quantitative electron microscopic study. *Neuropathology and Applied Neurobiology* 1(3): 247-265.
Fraser D. (2008). Understanding animal welfare: the science in its cultural context, coll. UFAW Animal Welfare Series, Wiley Blackwell, 336 p.
Fraser D. (2009). Assessing animal welfare: different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biology*: 10.1002/zoo.20253
Frenk H., McCarty B.C., Liebeskind J.C. (1978). Different brain areas mediate the analgesic and epileptic properties of enkephalin. *Science* 200(4339): 335-337.
Gacsi M., Gyori B., Miklosi A., Viranyi Z., Kubinyi E., Topal J., Csanyi V. (2005). Species-specific differences and similarities in the behavior of hand-raised dog and wolf pups in social situations with humans. *Developmental Psychobiology* 47(2): 111-122.
Gallup G.G. (1973). Tonic immobility in chickens: Is a stimulus that signals shock more aversive than the receipt of shock? *Animal Learning and Behavior* 1(3): 228-232.
Gao Y.-J., Ren W.-H., Zhang Y.-Q., Zhao Z.-Q. (2004). Contributions of the anterior cingulate cortex and amygdala to pain- and fear-conditioned place avoidance in rats. *Pain* 110(1-2): 343-353.
Gauvain-Piquard A., Meignier M. (1993). La douleur de l'enfant, Calmann-Lévy, Paris, 265 p.
Gentle M.J. (1997). Pain-related behaviour following sodium urate arthritis is expressed in decerebrate chickens. *Physiology & Behavior* 62(3): 581-584.
Gentle M.J., Corr S.A. (1995). Endogenous analgesia in the chicken. *Neuroscience Letters* 201(3): 211-214.
Gentle M.J., Hunter L.N. (1991). Physiological and behavioural responses associated with feather removal in Gallus gallus var domesticus. *Research in Veterinary Science* 50(1): 95-101.
Gentle M.J., Tilston V.L. (1999). Reduction in peripheral inflammation by changes in attention. *Physiology & Behavior* 66(2): 289-292.
Giannakoulopoulos X., Sepulveda W., Kourtis P.G., V., Fisk N.M. (1994). Fetal plasma cortisol and β-endorphin response to intrauterine needling. *Lancet* 344(8915): 77-81.
Gioiosa L., Chiarotti F., Alleva E., Laviola G. (2009). A Trouble Shared Is a Trouble Halved: Social Context and Status Affect Pain in Mouse Dyads. *PLoS ONE* 4(1): e4143.
Glazer E.J., Basbaum A.I. (1980). Leucine enkephalin: localization in and axoplasmic transport by sacral parasympathetic preganglionic neurons. *Science* 208(4451): 1479-1481.
Greiveldinger L., Veissier I., Boissy A. (2007). Emotional experience in sheep: Predictability of a sudden event lowers subsequent emotional responses. *Physiology & Behavior* 92(4): 675-683.
Greiveldinger L., Veissier I., Boissy A. (2009). Behavioural and physiological responses of lambs to controllable vs. uncontrollable aversive events. *Psychoneuroendocrinology* 34(6): 805-814.
Grigg P., Schaible H.G., Schmidt R.F. (1986). Mechanical sensitivity of group III and IV afferents from posterior articular nerve in normal and inflamed cat knee. *Journal of Neurophysiology* 55(4): 635-643.
Hamza J. (2004). Le foetus et le nouveau-né ressentent-ils de la douleur ? *In* Apprivoiser la douleur, (Calvino B., ed.), Le collège de la cité, Le Pommier, Paris.
Harrison R. (1964). Animal Machines : the new factory farming, Vincent Stuart Ltd, London.

Hausberger M., Roche H., Henry S., Visser E.K. (2008). A review of the human-horse relationship. *Applied Animal Behaviour Science* 109(1): 1-24.
Hazard D., Couty M., Richard S., Guemene D. (2008). Intensity and duration of corticosterone response to stressful situations in Japanese quail divergently selected for tonic immobility. *General & Comparative Endocrinology* 155(2): 288-297.
Hemsworth P.H. (2003). Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behaviour Science* 81(3): 185-198.
Hemsworth P.H., Coleman G.J. (eds.) (1998). Human-Livestock interactions: the stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals, CAB International, 160 p.
Hennequin M., Morin C., Feine J.S. (2000). Pain expression and stimulus localisation in individuals with Down's syndrome. *Lancet* 356(9245): 1882-1887.
Heppelmann B., Schaible H.G., Schmidt R.F. (1985). Effects of prostaglandins E1 and E2 on the mechanosensitivity of group III afferents from normal and inflames cat knee joints. *Advances in pain research and therapy* 9: 91-101.
Hogg S., Paterson S., Mills A.D., File S.E. (1994). Receptor binding in Japanese quail selected for long or short tonic immobility. *Pharmacology Biochemistry & Behavior* 49(3): 625-628.
Hosey G. (2008). A preliminary model of human-animal relationships in the zoo. *Applied Animal Behaviour Science* 109(2-4): 105-127.
Hughes J., Smith T.W., Kosterlitz H.W., Fothergill L.A., Morgan B.A., Morris H.R. (1975). Identification of two related pentapeptides from the brain with potent opiate agonist activity. *Nature* 258(5536): 577-580.
Hunt J., Cobb M., Keeley V.L., Ahmedzai S.H. (2003). The quality of spiritual care--developing a standard. *Int J Palliat Nurs* 9(5): 208-215.
Hylden J.L.K., Nahin R.L., Traub R.J., Dubner R. (1989). Expansion of receptive fields of spinal lamina I projection neurons in rats with unilateral adjuvant-induced inflammation: the contribution of dorsal horn mechanisms. *Pain* 37(2): 229-243.
IASP (1979). Pain terms: a list with definitions and notes on usage. *Pain* 6(3): 249-252.
IASP (1986). Classification of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. *Pain* 3(Suppl): S1-226.
Iggo A., Guilbaud G., Tegner R. (1984). Sensory mechanisms in arthritic rat joints. *Advances in pain research and therapy* 6: 83-93.
Jansen G.A., Greene N.M. (1970). Morphine metabolism and morphine tolerance in goldfish. *Anesthesiology* 32(3): 231-235.
Jefferson D., Eames R.A. (1979). Subclinical entrapment of the lateral femoral cutaneous nerve: an autopsy study. *Muscle & Nerve* 2(2): 145-154.
Jessell T.M., Iversen L.L. (1977). Opiate analgesics inhibit substance P release from rat trigeminal nucleus. *Nature* 268(5620): 549-551.
Jessell T.M., Iversen L.L., Cuello A.C. (1978). Capsaicin-induced depletion of substance P from primary sensory neurones. *Brain Research* 152(1): 183-188.
Kestin S.C., Knowles T.G., Tinch A.E., Gregory N.G. (1992). Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record* 131(9): 190-194.
Kibler R.F., Nathan P.W. (1960). Relief of pain and paraesthesiae by nerve block distal to a lesion. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 23: 91-98.
Kohm A.P., Sanders V.M. (2000). Norepinephrine: a messenger from the brain to the immune system *Immunology Today* 21(11): 539-542.
Korff J., Dyckhoff B. (1997). Analysis of the human animal interaction demonstrated in sheep by using the model of "social support", *31. International Congress of the International Society for Applied Ethology,* Prague, Czech Republic, 13-16 August 1997, Hemsworth P.H. *et al.*, eds.: 87-88.
Kubinyi E., Pongracz P., Miklosi A. (2009). Dog as a model for studying conspecific and heterospecific social learning. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 4(1): 31-41.
Kulkarni B., Bentley D.E., Elliott R., Youell P., Watson A., Derbyshire S.W.G., Frackowiak R.S.J., Friston K.J., Jones A.K.P. (2005). Attention to pain localization and unpleasantness discriminates the functions of the medial and lateral pain systems. *European Journal of Neuroscience* 21(11): 3133-3142.
La Motte R.H. (1984). Can the sensitization of nociceptors account for hyperalgesia after skin injury? *Human Neurobiology* 3(1): 47-52.
La Motte R.H., Thalhammer J.G., Robinson C.J. (1983). Peripheral neural correlates of magnitude of cutaneous pain and hyperalgesia: a comparison of neural events in monkey with sensory judgments in human. *Journal of Neurophysiology* 50(1): 1-26.

Labuda C.J., Fuchs P.N. (2005). Attenuation of negative pain affect produced by unilateral spinal nerve injury in the rat following anterior cingulate cortex activation. *Neuroscience* 136(1): 311-322.
Langford D.J., Crager S.E., Shehzad Z., Smith S.B., Sotocinal S.G., Levenstadt J.S., Chanda M.L., Levitin D.J., Mogil J.S. (2006). Social modulation of pain as evidence for empathy in mice. *Science* 312(5782): 1967-1970.
Le Bars D. (2003). Physiopathologie de la douleur : actualité et perspectives thérapeutiques. *In* Neurosciences et maladies du système nerveux, (Korn H., ed.), Rapport sur la Science et la technologie, 16, Académie des Sciences, Editions Tec & Doc: 131-145.
Le Bars D., Carrive P. (2009). Letter to the editor of Pain about Gemma Ford and David Finn, Clinical correlates of stress-induced analgesia: evidence from pharmacological study. Pain 2008;140:3-7. *Pain* 142(1-2): 165-167.
Le Bars D., Gozariu M., Cadden S.W. (2001). Animal models of nociception. *Pharmacological Reviews* 53(4): 597-652.
Le Bars D., Hansson P.T., Plaghki L. (2009). Current animal tests and models of pain. *In* Pharmacology of Pain, (Beaulieu P. *et al.*, eds.), IASP Press: 30 p.
Le Bars D., Willer J.C. (2004). Physiologie de la douleur. *EMC - Anesthésie-Réanimation* 1(4): 227-266.
Le Doux J.E. (1995). Emotion: Clues from the Brain. *Annual Review of Psychology* 46(1): 209-235.
Leonard R.B. (1985). Primary afferent receptive field properties and neurotransmitter candidates in a vertebrate lacking unmyelinated fibers. *Prog Clin Biol Res* 176: 135-145.
Leterrier C., Nys Y. (1992). Clinical and Anatomical Differences in Varus and Valgus Deformities of Chick Limbs Suggest Different Etiopathogenesis. *Avian Pathology* 21(3): 429-442.
Lewis T., Kellgren J.H. (1942). Observations relating to referred pain, visceromotor reflexes and other associated phenomena. *Clinical Science* 4: 47-71.
Ligout S., Bouissou M.F., Boivin X. (2008). Comparison of the effects of two different handling methods on the subsequent behaviour of Anglo-Arabian foals toward humans and handling. *Applied Animal Behaviour Science* 113(1-3): 175-188.
Ling N., Burgus R., Guillemin R. (1976). Isolation, primary structure, and synthesis of alpha-endorphin and gamma-endorphin, two peptides of hypothalamic-hypophysial origin with morphinomimetic activity. *PNAS* 73(11): 3942-3946.
Lipps T. (1903). Einfu¨hlung, innere Nachahmung, und Organepfindungen. *Archiv für die gesamte Psychologie* 1: 185-204.
Lombard M.C., Besse D., Besson J.M. (1995). Opioid receptors in the superficial layers of the rat spinal cord: functional implications in pain processing. *Progress in Brain Research* 104: 77-92.
Lombard M.C., Besson J.M. (1989). Attempts to gauge the relative importance of pre- and postsynaptic effects of morphine on the transmission of noxious messages in the dorsal horn of the rat spinal cord. *Pain* 37(3): 335-345.
Lovick T.A. (1997). The medullary raphe nuclei: a system for integration and gain control in autonomic and somatomotor responsiveness? *Experimental Physiology* 82(1): 31-41.
Lynn B. (1985). The detection of injury and tissue domage. 3 ed. *In* Textbook of pain, (Wall P.D., Melzack R., eds.), Churchill Livingstone: 19-33.
Machin K.L. (1999). Amphibian pain and analgesia. *Journal of Zoo & Wildlife Medicine* 30(1): 2-10.
Martinez-Garcia F., Martinez-Marcos A., Lanuza E. (2002). The pallial amygdala of amniote vertebrates: evolution of the concept, evolution of the structure. *Brain Research Bulletin* 57(3-4): 463-9.
Mason J.W. (1971). A re-evaluation of the concept of "non-specificity" in stress theory. *Journal of Psychiatric Research* 8(3): 323-333.
Mason P. (2001). Contributions of the medullary raphe and ventromedial reticular region to pain modulation and other homeostatic functions. *Annual Review of Neuroscience* 24: 737-777.
Mason P. (2005). Deconstructing endogenous pain modulations. *Journal of Neurophysiology* 94(3): 1659-63.
Mateo J.M. (1996). The development of alarm-call response behaviour in free-living juvenile Belding's ground squirrels. *Animal Behaviour* 52(3): 489-505.
McBride S.D., Hemmings A., Robinson K. (2004). A Preliminary Study on the Effect of Massage to Reduce Stress in the Horse. *Journal of Equine Veterinary Science* 24(2): 76-81.
McFarland D.J., Sibly R.M. (1985). The behavioural final common path. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 270(907): 265-293.
McMahon S., Koltzenburg M. (2005). Wall and Melzack's Textbook of Pain 5ed, Churchill Livingstone: 1280 p.

McMillan F.D. (1999). Effects of human contact on animal health and well-being. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 215(11): 1592-1598.
Mellor D.J., Diesch T.J. (2006). Onset of sentience: The potential for suffering in fetal and newborn farm animals. *Applied Animal Behaviour Science* 100(1-2): 48-57.
Mellor D.J., Diesch T.J., Gunn A.J., Bennet L. (2005). The importance of 'awareness' for understanding fetal pain. *Brain Research Review* 49(3): 455-571.
Mellor D.J., Gregory N.G. (2003). Responsiveness, behavioural arousal and awareness in fetal and newborn lambs: experimental, practical and therapeutic implications. *New Zealand Veterinary Journal* 51(1): 2-13.
Melzack R., Wall P. (1988). The challenge of pain, 2 ed., Penguin Books LTD, London, 335 p.
Melzack R., Wall P.D. (1965). Pain mechanisms - a new theory. *Science* 150(3699): 971-979.
Melzack R., Wall P.D. (1982). Le défi de la douleur, Maloine, Paris, 413 p.
Mendl M., Paul E.S. (2008). Do animals live in the present?: Current evidence and implications for welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 113(4): 357-382.
Merker B. (2007). Consciousness without a cerebral cortex: A challenge for neuroscience and medicine. *Behavioral and Brain Sciences* 30(1): 63-134.
Merskey H. (1982). Pain terms : a supplementary note. *Pain* 14(3): 205-206.
Merskey H., Bogduk N. (1994). Pain terms : a current list with definitions and notes on usage. *In* Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms, Part III, IASP Press, Seattle: 209-214.
Messenger J.B. (1971). Two-stage Recovery of a Response in Sepia. *Nature* 232(5307): 202-203.
Messenger J.B. (1973). Learning in the cuttlefish, Sepia. *Animal Behaviour* 21(4): 801-826.
Messenger J.B. (1977). Prey capture and learning in the cuttlefish, *Symposium of the Zoological Society of London*, 38: 347-376.
Meyer R.A., Campbell J.N., Raja S.N. (1985). Peripheral neural mechanisms of cutaneous hyperalgesia. *Advances in pain research and therapy* 9: 53-71.
Molony V., Kent J.E. (1997). Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *Journal of Animal Science* 75(1): 266-272.
Mountcastle V.B. (1980). Sleep, wakefulness, and the conscious state: Intrinsic regulatory mechanisms of the brain. 14 ed. *In* Medical Physiology, (Mountcastle V.B., ed.), Mosby Saint-Louis Michigan: 254-281.
Nader R., Oberlander T.F., Chambers C.T., Craig K.D. (2004). Expression of pain in children with autism. *Clinical Journal of Pain* 20(2): 88-97.
Necker R. (2000). Functional organisation of the spinal cord. *In* Sturkie's Avian Physiology, Fifth Edition, Academic Press: 71-81.
Noguchi K., Dubner R., Ruda M.A. (1992). Preproenkephalin mrna in spinal dorsal horn neurons is induced by peripheral inflammation and is co-localized with Fos and Fos-related proteins. *Neuroscience* 46(3): 561-570.
Norregaard T.V., Moskowitz M.A. (1985). Substance P and the sensory innervation of intracranial and extracranial feline cephalic arteries : implications for vascular pain mechanisms in man. *Brain* 108(2): 517-533.
Northcutt R.G. (1981). Evolution of the Telencephalon in Nonmammals. *Annual Review of Neuroscience* 4(1): 301-350.
O'Hagan B.J. (2006). Neuropathic pain in a cat post-amputation. *Australian Verterinary Journal* 84(3): 83-86.
Ochoa J., Noordenbos W. (1979). Pathology and disordered sensation in local nerve lesions : an attempt at correlation. *Advances in pain research and therapy* 3: 67-90.
Overmier J.B., Hollis K.L. (1983). The teleostean telencephalon in learning. *In* Fish Neurobiology. vol 2. Higher brain areas and functions, (Davis R.E., Northcutt R.G., eds.), University of Michigan Press, Ann Arbor: 265-284.
Overmier J.B., Hollis K.L. (1990). Fish in the think tank: learning, memory and integrated behaviour. *In* Neurobiology of Comparative Cognition, (Kesner R.P., Olton D.S., eds.), Lawrence Erlbaum, Hillsdales, NJ: 205-236.
Palmer R., Custance D. (2008). A counterbalanced version of Ainsworth's Strange Situation Procedure reveals secure-base effects in dog-human relationships. *Applied Animal Behaviour Science* 109(2-4): 306-319.
Panksepp J. (1998). Affective neuroscience: the Foundations of human and animal emotions coll. Series in Affective Science, Oxford University Press, 466 p.
Panksepp J. (2003). Feeling the pain of social loss. *Science* 302(5643): 237-239.

Panksepp J. (2008). The affective brain and core consciousness: how does neural activity generate emotional feelings? . 3 ed. *In* The Handbook of Emotions, (Lewis M. *et al.*, eds.), Oxford University Press, New York: 47-67.
Pepperberg I. (2006). Grey parrot numerical competence: a review. *Animal Cognition* 9(4): 377-391.
Pepperberg I.M., Lynn S.K. (2000). Possible levels of animal consciousness with reference to grey parrots (Psittacus erithacus). *American Zoologist* 40(6): 893-901.
Perquin C.W., Hazebroek-Kampschreur A.A.J.M., Hunfeld J.A.M., Bohnen A.M., van Suijlekom-Smit L.W.A., Passchier J., van der Wouden J.C. (2000). Pain in children and adolescents: a common experience. *Pain* 87(1): 51-58.
Pert C.B., Kuhar M.J., Snyder S.H. (1976). Opiate receptor: autoradiographic localization in rat brain. *PNAS* 73(10): 3729-3733.
Pert C.B., Snyder S.H. (1973). Properties of opiate-receptor binding in rat brain. *PNAS* 70(8): 2243-2247.
Peyron R., Laurent B., García-Larrea L. (2000). Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis (2000). *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* 30(5): 263-288.
Phocas F., Boivin X., Sapa J., Trillat G., Boissy A., Le Neindre P. (2006). Genetic correlations between temperament and breeding traits in Limousin heifers. *Animal Science* 82(6): 805-811.
Portavella M., Torres B., Salas C. (2004). Avoidance response in goldfish: Emotional and temporal involvement of medial and lateral telencephalic pallium. *Journal of Neuroscience* 24(9): 2335-2342.
Portavella M., Vargas J.P., Torres B., Salas C. (2002). The effects of telencephalic pallial lesions on spatial, temporal, and emotional learning in goldfish. *Brain Research Bulletin* 57(3-4): 397-399.
Premack D., Woodruff G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind ? *Behavioral and Brain Sciences* 1(4): 515-526.
Preston S.D., de Waal F.B. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences* 25(1): 1-20; discussion 20-71.
Price D.D. (2000). Psychological and neural mechanisms of the affective dimension of pain. *Science* 288(5472): 1769-1772.
Price O.E., Thos J. (1980). Behavioral responses to short-term social isolation in sheep and goats. *Applied Animal Ethology* 6(4): 331-339.
Reilly S.C., Quinn J.P., Cossins A.R., Sneddon L.U. (2008). Behavioural analysis of a nociceptive event in fish: Comparisons between three species demonstrate specific responses. *Applied Animal Behaviour Science* 114(1-2): 248-259.
Reis F., Schenka A.A., Melo L.L., Ferrari E.A.M. (1999). Role of the hippocampus in contextual memory after classical aversive conditioning in pigeons (C-livia). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 32(9): 1127-1131.
Ricoeur P. (1994). La souffrance n'est pas la douleur. *In* Souffrances, corps et âme, épreuves partagées (von Kaenel J.M., ed.), Mutation, 142, Autrement: 59-69.
Rollin B.E. (1998). The Unheeded Cry: animal consciousness, animal pain, and science, Iowa State Press, 330 p.
Rose J.D. (2002). The Neurobehavioral nature of fishes and the question of awareness and pain. *Reviews in Fisheries Science* 10(1): 1-38.
Rose J.D. (2007). Anthropomorphism and 'mental welfare' of fishes. *Diseases of Aquatic Organisms* 75(2): 139-154.
Rushen J., Boissy A., Terlouw E.M., de Passillé A.M. (1999). Opioid peptides and behavioral and physiological responses of dairy cows to social isolation in unfamiliar surroundings. *Journal of Animal Science* 77(11): 2918-2924.
Sanders F.K., Young J.Z. (1940). Learning and other functions of the higher nervous centres of Sepia. *Journal of Neurophysiology* 3(6): 501-526.
Schaible H.G., Schmidt R.F. (1983). Activation of groups III and IV sensory units in medial articular nerve by local mechanical stimulation of knee joint. *Journal of Neurophysiology* 49(1): 35-44.
Scherer K.R. (1999). Appraisal theory, (Dalgleish T., Power M., eds.), John Wiley & Sons: 637-663.
Scherer K.R. (2001). Appraisal considered as a process of multi-level sequential checking. *In* Appraisal processes in emotion: theory, methods, research, , (Scherer K.R. *et al.*, eds.), Oxford University Press, New York: 92-120.
Schmied C., Boivin X., Waiblinger S. (2008). Stroking different body regions of dairy cows: Effects on avoidance and approach Behavior toward humans. *Journal of Dairy Science* 91(2): 596-605.

Schulman J.A., Finger T.E., Brecha N.C., Karten H.J. (1981). Enkephalin immunoreactivity in Golgi cells and mossy fibers of mammalian, avian, amphibian and teleost cerebellum. *Neuroscience* 6(11): 2407-2416.
Seematter G.B., C.
Martin, J.L., Tappy L. (2004). Relationship between stress, inflammation and metabolism. *Current Opinion in Clinical nutrition and Metabolic Care* 7(2): 169-173.
Serrie A. (2002). Organisation de la prise en charge de la douleur. 2 ed. *In* La douleur en pratique quotidienne: diagnostic et traitements, (Serrie A., Thurel C., eds.), Arnette Paris: 1-30.
Singer T., Seymour B., O'Doherty J., Kaube H., Dolan R., Frith C. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science* 303(5661): 1157-1162.
Sneddon L.U. (2002). Anatomical and electrophysiological analysis of the trigeminal nerve in a teleost fish, Oncorhynchus mykiss. *Neuroscience Letters* 319(3): 167-171.
Sneddon L.U. (2003a). The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *Applied Animal Behaviour Science* 83(2): 153-162.
Sneddon L.U. (2003b). Trigeminal somatosensory innervation of the head of a teleost fish with particular reference to nociception. *Brain Research* 972(1-2): 44-52.
Sneddon L.U. (2004). Evolution of nociception in vertebrates: comparative analysis of lower vertebrates. *Brain Res Brain Res Rev* 46(2): 123-130.
Sneddon L.U., Braithwaite V.A., Gentle M.J. (2003). Novel object test: examining nociception and fear in the rainbow trout. *The Journal of Pain* 4(8): 431-440.
Snow P.J., Plenderleith M.B., Wright L.L. (1993). Quantitative study of primary sensory neurone populations of three species of elasmobranch fish. *Journal of Comparative Neurology* 334(1): 97-103.
Sternbach R.A., Tusky B. (1965). Ethnics differences among housewiwes in psychological and skin potential responses to electric shock. *Psychophysiology* 1: 241-246.
Stevens C.W. (1992). Alternatives to the use of mammals for pain research. *Life Sciences* 50(13): 901-912.
Stevens C.W. (2004). Opioid research in amphibians: an alternative pain model yielding insights on the evolution of opioid receptors. *Brain Research Review* 46(2): 204-215.
Stevens C.W. (2008). Nonmammalian models for the study of pain. *In* Sourcebook of models for biomedical research, (Conn P.M., ed.), Humana Press: 341-352.
Stevens C.W., Martin K.K., Stahlheber B.W. (2009). Nociceptin produces antinociception after spinal administration in amphibians. *Pharmacology, Biochemistry & Behavior* 91(3): 436-440.
Stoskopf M.K. (1994). Pain and analgesia in birds, reptiles, amphibians and fish. *Investigative ophthalmology & visual science* 35(2): 775-780.
Tallet C., Veissier I., Boivin X. (2005). Human contact and feeding as rewards for the lamb's affinity to their stockperson. *Applied Animal Behaviour Science* 94(1-2): 59-73.
Tallet C., Veissier I., Boivin X. (2006). Does the use of a device to measure heart rate affect the behavioural responses of lambs to humans? *Applied Animal Behaviour Science* 99(1-2): 106-117.
Tallet C., Veissier I., Boivin X. (2008). Temporal association between food distribution and human caregiver presence and the development of affinity to humans in lambs. *Developmental Psychobiology* 50(2): 147-159.
Tasker R.R. (1985). Deafferentation. 3 ed. *In* Textbook of pain, (Wall P.D., Melzack R., eds.), Churchill Livingstone: 240-251.
Terenius L. (1978). Significance of endorphins in endogenous antinociception. *Advances in Biochemical Psychopharmacology* 18: 321-332.
Topal J., Gacsi M., Miklosi A., Viranyi Z., Kubinyi E., Csanyi V. (2005). Attachment to humans: a comparative study on hand-reared wolves and differently socialized dog puppies. *Animal Behaviour* 70(6): 1367-1375.
Tordjman S., Antoine C., Cohen D.J., Gauvain-Piquard A., Carlier M., Roubertoux P., Ferrari P. (1999). Etude des conduites auto-agressives, de la réactivité à la douleur et de leurs interrelations chez les enfants autistes. *Encephale* 25(2): 122-134.
Torebjork H.E., La Motte R.H., Robinson C.J. (1984). Peripheral neural correlates of magnitude of cutaneous pain and hyperalgesia: simultaneous recordings in humans of sensory judgments of pain and evoked responses in nociceptors with C-fibers. *Journal of Neurophysiology* 51(2): 325-339.
Tosi M.V., Hemsworth P.H. (2002). Stockperson-husbandry interactions and animal welfare in the extensive livestock industries, *36. Congress of the International Society for Applied Ethology,* Utrecht, The Netherlands: 129.

Tracey I., Bushnell M.C. (2009). How neuroimaging studies have challenged us to rethink: is chronic pain a disease? *The journal of pain : official journal of the American Pain Society* 10(11): 1113-1120.
Valance D., Boissy A., Després G., Arnould C., Galand C., Favreau A., Constantin P., Leterrier C. (2008). Changes in social environment induce higher emotional disturbances than changes in physical environment in quail. *Applied Animal Behaviour Science* 112(3-4): 307-320.
Valance D., Boissy A., Despres G., Constantin P., Leterrier C. (2007). Emotional reactivity modulates autonomic responses to an acoustic challenge in quail. *Physiology & Behavior* 90(1): 165-171.
Vilmer J.B.J. (2008). Ethique animale, coll. Éthique et philosophie morale, Presse Universitaire de France, 314 p.
Vincent B., Horle B., Wood C. (2009a). Evaluation de la douleur chez l'enfant. *In* Traité EMC Pediatrie, EMC (Elsevier Masson), Paris: 4-170-A-10.
Vincent B., Wood C., Lévéque C. (2009b). Evaluation et traitement de la douleur chez l'enfant handicapé. *In* Marche pathologique de l'enfant paralysé cérébral, (Penneçot G.F., groupe VARAX, eds.), Sauramps Médical, Paris: 253-262.
Viranyi Z., Gacsi M., Kubinyi E., Topal J., Belanyi B., Ujfalussy D., Miklosi Ã. (2008). Comprehension of human pointing gestures in young human-reared wolves (Canis lupus) and dogs (Canis familiaris). *Animal Cognition* 11(3): 373-387.
Volpato G.L., Gonçalves de Freitas E., Fernandes de Castilho M. (2007). Insights into the concept of fish welfare *Diseases of Aquatic Organisms* 75(2): 165-171.
Waiblinger S., Boivin X., Pedersen V., Tosi M.V., Janczak A.M., Visser E.K., Jones R.B. (2006). Assessing the human-animal relationship in farmed species: A critical review. *Applied Animal Behaviour Science* 101(3-4): 185-242.
Waiblinger S., Menke C., Korff J., Bucher A. (2004). Previous handling and gentle interactions affect behaviour and heart rate of dairy cows during a veterinary procedure. *Applied Animal Behaviour Science* 85(1-2): 31-42.
Wall P.D. (1979). On the relation of injury to pain. The John J. Bonica lecture. *Pain* 6(3): 253-264.
Wylie L.M., Gentle M.J. (1998). Feeding-induced tonic pain suppression in the chicken: reversal by naloxone. *Physiology & Behavior* 64(1): 27-30.
Wynn Parry C.B. (1980). Pain in avulsion lesions of the brachial plexus. *Pain* 9(1): 41-53.
Yarushkina N.I. (2008). The role of hypothalamo-hypophyseal-adrenocortical system hormones in controlling pain sensitivity. *Neuroscience & Behavioral Physiology* 38(8): 759-766.
Zimmerman M. (1979). Peripheral and central nervous mechanisms of nociception, pain, and pain therapy : facts and hypotheses. *Advances in pain research and therapy* 3: 3-32.
Zimmerman M. (1986). Behavioural investigations of pain in animals. *In* Assessing pain in farm animals: proceedings of a workshop held in Roslin, Scotland, 25 and 26 October 1984, (Duncan I.J.H., Molony V., eds.), Commission of the European Communities: 16-29.

ESCo "Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage."

Chapitre 3.
Comment évaluer la douleur chez les animaux d'élevage ?

Coordinateurs :
Armelle Prunier
Christine Leterrier

Autres auteurs :
Raphaël Guatteo
Olivier Levionnois
Claudia Terlouw
Luc Mounier
Patrick Prunet

*NB1 : les premières occurrences des termes définis dans le glossaire sont annotés d'un *.*

NB2 : ce chapitre fait partie du rapport d'expertise « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage ».
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

Sommaire

SOMMAIRE 141

INTRODUCTION 142

3.1. CRITERES LESIONNELS 144

3.1.1. CHEZ LE PORC ET LES RUMINANTS 144
3.1.2. CHEZ LES OISEAUX 145
3.1.3. CHEZ LES POISSONS 146
3.1.4. A L'ABATTAGE 146

3.2. CRITERES PHYSIOLOGIQUES 147

3.2.1. CHEZ LE PORC ET LES RUMINANTS 147
3.2.2. CHEZ LES OISEAUX 150
3.2.3. CHEZ LES POISSONS 151
3.2.4. A L'ABATTAGE 151

3.3. CRITERES COMPORTEMENTAUX DE LA DOULEUR 154

3.3.1. CHEZ LE PORC ET LES RUMINANTS 155
3.3.2. CHEZ LES OISEAUX 162
3.3.3. CHEZ LES POISSONS 164
3.3.4. AU MOMENT DE L'ABATTAGE 164

3.4. CRITERES ZOOTECHNIQUES 165

3.4.1. CHEZ LE PORC ET LES RUMINANTS 165
3.4.2. CHEZ LES OISEAUX 167
3.4.3. CHEZ LES POISSONS 167

3.5. ECHELLES MULTIPARAMETRIQUES 167

3.5.1. CHEZ LE PORC ET LES RUMINANTS 168
3.5.2. CHEZ LES OISEAUX 170
3.5.3. ECHELLES MULTIPARAMETRIQUES EXISTANTES 170

3.6. CONCLUSION 174

3.7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 175

Introduction

Bien que la douleur soit une sensation désagréable, elle a une forte « valeur biologique » puisqu'elle favorise la survie de l'individu (revue bibliographique : Bateson, 1991). En effet, la douleur informe un individu qu'un dommage tissulaire a lieu, va avoir lieu ou a déjà eu lieu ce qui va lui lieu permettre de réagir pour arrêter, éviter ou réduire ce dommage qui risquerait de compromettre sa santé. Pour lutter contre la douleur, il est essentiel de pouvoir l'identifier et, si possible, de mesurer son intensité. Chez l'homme, la douleur est une expérience personnelle qu'il est bien difficile de communiquer et d'évaluer et il est admis que la meilleure évaluation est l'auto-évaluation qui repose sur la communication verbale ou écrite. Chez l'animal, cette auto-évaluation n'est évidemment pas possible et il faut utiliser des critères comportementaux ou physiologiques (hétéro-évaluation) comme cela se fait chez le bébé, le jeune enfant ou les personnes en état de démence avancée (Herr et al., 2006a; Herr et al., 2006b; Mathew & Mathew, 2003; Ranger et al., 2007). Le problème est évidemment complexe et de très nombreuses revues bibliographiques ou guides d'évaluation ont été consacrés à la douleur chez l'animal en s'appuyant essentiellement sur des exemples pris chez les mammifères (Bateson, 1991; Brugère et al., 1992; Flecknell & Karas, 2004; Holton et al., 2001; Mellor et al., 2000; Molony & Kent, 1997; par exemple : Morton & Griffiths, 1985; Prunier et al., 2002; Weary et al., 2006). Les critères retenus présentent de fortes analogies avec ceux utilisés chez l'homme et évoluent de la même façon en réponse à l'emploi de substances anesthésiques ou antalgiques. Le rat et la souris sont d'ailleurs très souvent utilisés pour tester les médicaments destinés à soulager ou à supprimer la douleur chez l'homme. Chez l'homme, il semble y avoir consensus pour dire qu'il n'est pas possible de le faire en dehors de l'auto-évaluation et de l'utilisation d'échelles graduées (Herr et al., 2006a; Ranger et al., 2007). Le problème se pose de la même façon chez l'animal. Malgré ces difficultés, il existe quelques tentatives de mesure de l'intensité après des interventions douloureuses.

Tableau 1. Liste des paramètres physiologiques et comportementaux susceptibles d'être modifiés par la douleur chez les mammifères (adapté de Mellor et al., 2000; Prunier et al., 2002)

Critères physiologiques	Critères comportementaux
Concentrations hormonales (sang, urine ou salive) Axe corticotrope* : ACTH, glucocorticoïdes Système orthosympathique : adrénaline, noradrénaline **Métabolites sanguins** Glucose, lactate Acides gras libres **Réponses neurovégétatives** Rythme cardiaque Rythme respiratoire Pression artérielle Température interne, cutanée ou oculaire Dilatation de la pupille Sudation **Réponse inflammatoire (sang)** Haptoglobine, fibrinogène… **Activité cérébrale** Electroencéphalogramme (EEG)	**Vocalisations** Nombre et durée des cris Intensité des cris Composante spectrale des cris **Postures, déplacements** Posture antalgique Immobilité tonique Locomotion Fuite **Comportement général** Perte d'appétit Agitation Prostration Isolement Agressivité

La plupart des critères d'évaluation de la douleur correspondent à des modifications physiologiques ou comportementales visant à arrêter la cause et/ou diminuer les conséquences du stimulus nociceptif qui menace son intégrité (Matteri et al., 2000, Tableau 1; Molony et al., 1997) (Tableau 1).

Ces modifications sont très souvent retrouvées dans des états de stress, d'anxiété ou d'inconfort qui n'impliquent pas nécessairement une composante nociceptive* si bien qu'il est difficile d'identifier des critères qui indiquent spécifiquement la douleur.

L'application d'un stimulus nociceptif induit généralement une activation de l'axe corticotrope et de la branche orthosympathique (ou système sympathique* par simplification de langage) du système nerveux autonome (Anand, 1990; Mathew & Mathew, 2003; Mellor et al., 2000). Celle-ci stimule la mobilisation des réserves corporelles (glycogène musculaire et hépatique, réserves adipeuses) et l'augmentation des teneurs plasmatiques de glucose, lactate et acides gras libres ce qui va permettre à l'animal de réagir au plan comportemental (Matteri et al., 2000; Mormede et al., 2007). Les principaux outils d'évaluation de l'activation de l'axe corticotrope* sont la mesure (i) des concentrations plasmatiques de l'ACTH* et du cortisol*, (ii) des concentrations salivaires de cortisol et (iii) des concentrations urinaires du cortisol et de leurs métabolites (Matteri et al., 2000; Mormede et al., 2007). On peut y ajouter la mesure des concentrations plasmatiques de glucose et de lactate puisque le cortisol favorise la mobilisation du glycogène et donc la libération principalement de glucose par le foie et de lactate par les muscles. L'activation du système sympathique a des répercussions multiples sur l'organisme. Ce sont par exemple l'accélération du rythme respiratoire, celle du rythme cardiaque et la réduction de sa variabilité, la dilatation de la pupille de l'œil, l'augmentation de la résistivité de la peau, de la pression artérielle, de la température du corps ou de l'œil et des concentrations plasmatiques de très nombreux métabolites énergétiques (glucose, lactate et acides gras libres). Il est à noter que certaines de ces modifications, par exemple la variabilité du rythme cardiaque, résultent en fait de la modification de la balance entre le tonus du système sympathique et celui du système parasympathique (c'est à dire du tonus vagal). Pour évaluer l'activation du système sympathique, les principales techniques disponibles reposent donc sur la mesure : (i) des concentrations plasmatiques des catécholamines, (ii) des concentrations plasmatiques du glucose, du lactate et des acides gras libres, (iii) des concentrations urinaires des catécholamines et de leurs métabolites, (iv) du rythme cardiaque et respiratoire et, (v) de la température corporelle (Mathew & Mathew, 2003; Mellor et al., 2000; Prunier et al., 2002) . D'une façon générale, le système sympathique est très sensible à l'action des stimulations nociceptives et les délais de réponse sont très courts mais ce système est aussi très sensible à l'activité des animaux (e.g. l'alimentation ou la locomotion) et aux perturbations de l'environnement (e.g. le bruit). Encore plus que pour l'axe corticotrope, les mesures relatives à l'activation de ce système sont donc souvent difficiles à interpréter et à exploiter pour évaluer la douleur (Matteri et al., 2000; Molony et al., 1997).

A ces marqueurs de l'activation de l'axe corticotrope et du système sympathique, on peut adjoindre des marqueurs de l'activation des structures du système nerveux impliquées directement dans la détection et la perception de la douleur. Il peut s'agir par exemple de l'expression de gènes d'activation précoce tel que le gène *c-fos* dans la corne dorsale de la moelle épinière (Harris, 1998) .

La mesure des réponses comportementales (vocalisations, changement du langage corporel : activité et posture, expression faciale) est l'une des techniques les plus fréquemment utilisées, aussi bien par les scientifiques que par les vétérinaires, pour mettre en évidence la douleur animale (Rutherford, 2002). L'évaluation comportementale de la douleur, bien que parfois subjective, a des atouts considérables car elle est en général non invasive et assez sensible. Les réponses comportementales de l'animal à la douleur peuvent être classées en quatre catégories en fonction du « but » poursuivi (Matteri et al., 2000; Molony et al., 1997) : (i) les comportements automatiques qui permettent à l'animal d'échapper au stimulus nociceptif (e.g. retrait réflexe d'un membre…), (ii) les comportements qui permettent à l'animal d'éviter de stimuler la zone douloureuse (e.g. repos, posture antalgique telle que le boitillement …), (iii) les comportements destinés à signaler aux

congénères (e.g. vocalisations) l'existence d'une douleur et à les inciter soit à éviter de stimuler la zone douloureuse (e.g. isolement, vigilance, agressivité…) soit, au contraire, à lécher cette zone afin de soulager la douleur (e.g. certaines postures), (iv) les comportements qui facilitent l'apprentissage et, par là, permettent à l'animal d'éviter ultérieurement la stimulation nociceptive.

Les altérations comportementales et physiologiques dues à la douleur peuvent être à l'origine de baisses des performances zootechniques ; ceci permet de considérer également les critères zootechniques comme indicateurs de la douleur. Ces critères sont par contre très peu spécifiques et relativement peu sensibles. A ces critères, on peut adjoindre des critères lésionnels car les lésions tissulaires sont généralement sources de douleurs.

Ces quatre types de critères seront décrits chez les espèces cibles de cette expertise d'abord chez les ruminants (bovins et ovins essentiellement) et le porc, puis séparément chez les oiseaux et les poissons. La douleur sera décrite chez les mammifères et les oiseaux, mais il est clair que la composante émotionnelle de la douleur ne recouvre pas le même degré de complexité dans toutes les espèces étudiées (cf. Chapitre 2). Par ailleurs, cette composante émotionnelle suppose que l'animal soit conscient si bien qu'il est admis qu'il n'y a pas douleur sous anesthésie générale*. Chez les poissons, nous parlerons de nociception* car le caractère douloureux des phénomènes nociceptifs reste controversé (cf. Chapitre 2).

Très souvent, les critères d'évaluation de la douleur sont été mis en évidence dans des situations où la douleur est induite par une intervention qui se pratique couramment dans les élevages comme par exemple la castration des mâles. Dans ce chapitre, nous ne décrirons pas comment sont réalisées ces interventions, ni pourquoi elles le sont, car cela fera l'objet du Chapitre 4.

Dans le contexte particulier de l'abattage où la douleur est potentiellement aiguë et intense, trois types de critères seront distingués. Avant l'abattage, il s'agira essentiellement de repérer les situations qui peuvent provoquer des douleurs (e.g. combats entre animaux, décharges électriques sur les animaux par le personnel de l'abattoir). Pendant l'abattage où l'on distingue la phase de l'étourdissement et celle de la saignée, la mesure portera sur l'état de conscience de l'animal qui conditionne sa capacité à ressentir des douleurs, et sur son comportement qui permet de détecter d'éventuels signes de douleur. Après l'abattage, l'approche sera lésionnelle pour identifier la présence de lésions corporelles qui peuvent être à l'origine de douleurs avant la mort.

3.1. Critères lésionnels

L'examen clinique des animaux, l'autopsie ou l'analyse histo-pathologique peut révéler des lésions susceptibles d'engendrer des douleurs. Fractures, lésions cutanées, abcès, inflammations, névromes* sont susceptibles de provoquer des douleurs chez les mammifères et les oiseaux, ou d'être nociceptifs chez les poissons.

3.1.1. Chez le porc et les ruminants

Chez les mammifères, l'innervation des tissus et les mécanismes de la douleur sont proches de ceux observés chez l'homme si bien que l'on considère que des lésions sources de douleur chez l'homme sont sources de douleur chez l'animal

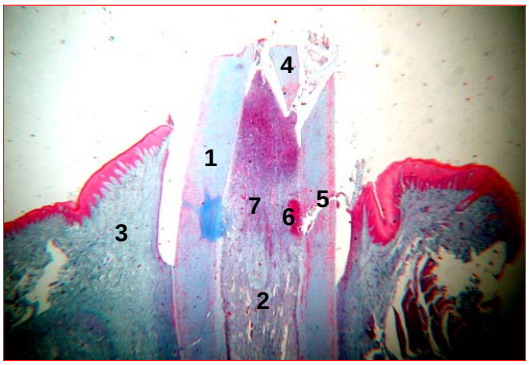
L'analyse histo-pathologique a été utilisée notamment pour déterminer si la coupe de la queue induit le développement de névromes* connus pour être à l'origine de phénomènes hyperalgiques voir allodyniques ou de douleurs fantômes (cf. Chapitre 2) chez des personnes amputées. Chez le porc, de telles structures ont été décrites à partir de coupes histologiques de moignons de queue (Done et al., 2003; Simonsen et al., 1991). Cette approche a également été utilisée chez le porc pour évaluer les effets à long terme de l'épointage des dents. L'analyse histologique de sections longitudinales des dents à différents âges montre effectivement de nombreuses anomalies lorsque les dents sont épointées le lendemain de la naissance : effraction de la cavité pulpaire, fracture de la

dentine, hémorragie, pulpite, abcès, ostéodentine*, nécrose (Hay et al., 2004, Figure 1; Hutter et al., 1994).

Dent prélevée à 7 jours d'âge (x25)

1 : Dentine **2 :** Pulpe **3 :** Os maxillaire

4 : Débris de dent **5 :** Fracture **6 :** Hémorragie



Dent prélevée à 28 jours d'âge (x25)

1 : Dentine **2 :** Pulpe

3 : Os maxillaire **4 :** Abcès

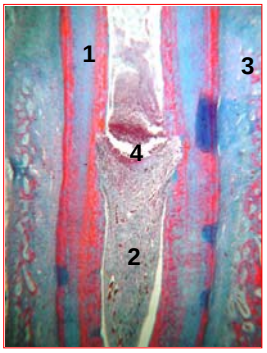


Figure 1. Coupe histologique longitudinale de dent de porcelet coupée à la pince le lendemain de la naissance (Hay et al., 2004))

Une approche beaucoup plus classique consiste à relever les blessures, les meurtrissures, les abcès et, dans des cas extrêmes, les fractures. Parmi les critères utilisés le plus fréquemment figurent le nombre et la gravité des lésions cutanées ou des onglons dans toutes les espèces et les blessures à la queue, spécifiquement chez le porc. Cette approche a été utilisée par exemple chez le porc pour évaluer l'effet de l'épointage des dents des porcelets sur l'état des tétines des truies ou sur les porcelets eux-mêmes (Brown et al., 1996; Gallois et al., 2005). Elle peut également être très utile lors de regroupements d'animaux non familiers qui entraînent très souvent des lésions cutanées (Erhard et al., 1997; Francis et al., 1996) suite aux combats entre animaux (Gillman et al., 2009; Mouttotou et al., 1999a; Mouttotou et al., 1999b). Il existe de très nombreux autres exemples dans la littérature et nous n'en citerons que quelques uns : lésions à la queue ou aux oreilles des porcs (Guise & Penny, 1998; Penny & Hill, 1974; Penny & Mullen, 1976; Valros et al., 2004; Widowski et al., 2003), lésions aux pieds des porcs ou des vaches (Capion et al., 2009; Logue et al., 1994). A partir du dénombrement de ces lésions et/ou de l'importance de leur gravité, il est possible d'établir des scores comme cela a été fait dans le programme Welfare Quality®[1] (Welfare Quality Consortium ®, 2009a; Welfare Quality Consortium ®, 2009b; Welfare Quality Consortium ®, 2009c).

3.1.2. Chez les oiseaux

Des mesures de l'état des plumes et des plaies entraînés par le picage chez les poules pondeuses permettent d'avoir une mesure indirecte de la gravité du phénomène. De même, les scores utilisés pour mesurer les pododermatites* chez le poulet permettent d'évaluer s'il ne s'agit que d'une simple inflammation ou d'un ulcère surinfecté (Allain et al., 2009). Les scores élevés sont associés à des réactions de retrait au toucher qui suggèrent des phénomènes douloureux.

[1] Le projet Welfare Quality® est un projet européen de recherche dont l'un des objectifs est de développer un système d'évaluation du bien-être des animaux de ferme. Ce système comporte 12 types de critères qui sont agrégés pour obtenu un score final. Parmi les critères retenus, il y a les blessures révélées par les boiteries et les altérations du tégument (e.g. pertes de poils ou lésions) ainsi que la santé évaluée au travers des problèmes respiratoires (e.g. toux), digestifs (e.g. diarrhées) et de reproduction (e.g. écoulements vulvaires), de la mortalité et du taux de renouvellement. Des protocoles de mesures ont été définis ainsi qu'une méthode d'agrégation des critères.

Peu d'études anatomo-pathologiques sont disponibles pour nous éclairer sur l'aspect douloureux des lésions tissulaires. Ceci a été fait lors de l'étude de l'épointage du bec, pratique qui consiste à couper ou brûler la pointe de la partie supérieure du bec et qui vise à réduire les blessures induites par les coups de bec des animaux entre eux. L'examen du bec de poulets ayant subi une section tardive révèle la formation de névromes douloureux (Breward & Gentle, 1985), néanmoins ces anomalies ne sont pas retrouvées dans une étude ultérieure chez le dindon (Gentle & Corr, 1995), or en l'absence de névromes il n'a pas été mis en évidence de douleur chronique (Grigor et al., 1995).

Lors d'injection de Mycoplasmes* dans l'articulation tarsienne, le poulet développe une synovite* aiguë accompagnée d'une sensibilisation des fibres nerveuses (Gentle et al., 2003). Après 49 jours, cette synovite persiste mais elle n'est plus accompagnée de signes comportementaux évocateurs de douleur (suppression d'appui, etc.), ni d'activité des fibres nociceptives, ce qui ne permet pas de conclure sur le caractère douloureux de la lésion à ce stade. Cet exemple montre la difficulté de conclure à un phénomène nociceptif sur la base d'un simple examen lésionnel.

3.1.3. Chez les poissons

L'existence de lésions tissulaires est décrite chez les poissons en élevage (Abbott & Dill, 1985; Turnbull et al., 1998). Les lésions les plus souvent décrites sont des érosions de nageoires ou de la peau ou des lésions au niveau des yeux. Les causes de ces lésions peuvent être très variées (infections bactériennes ou virales, lumière UV, carence alimentaire, attaque de prédateurs,…). Ces lésions ont des conséquences importantes sur le bien-être et la bonne santé des animaux atteints (Turnbull et al., 1998) mais, pour autant, aucune étude n'a été réalisée pour savoir dans quelle mesure de telles lésions pourraient avoir un caractère nociceptif.

3.1.4. A l'abattage

La situation en abattoir est complexe avec une forte pression des cadences à respecter. Aussi, la possibilité de relever des indicateurs de douleur est réduite. Le plus souvent, les mesures se font post-mortem, sur la carcasse. Les critères utilisés sont généralement liés à des douleurs supposées fortes (meurtrissures, fractures,…). Ces critères indiquent des problèmes ayant eu lieu avant ou pendant (évaluation de la qualité de l'étourdissement et de la saignée) l'abattage.

Le nombre de lésions cutanées et de meurtrissures et leur degré de gravité peuvent être évalués sur l'animal vivant (porcins) mais surtout sur les carcasses avec une meilleure précision (ovins, porcins, bovins, volailles). Elles sont dues à des combats entre animaux (porcs, gros bovins), ou à d'autres comportements susceptibles d'induire des lésions comme les chevauchements chez les taurillons. Des fractures des pattes et/ou des ailes et des luxations peuvent être observées chez les différentes espèces. Les fractures des pattes chez les ovins, bovins et porcins sont souvent le résultat de glissades et de chutes, dues à des sols lisses ou à des pertes d'équilibre pendant le transport (Costa et al., 2006; Tarrant, 1990). Les fractures et les luxations des pattes et des ailes ainsi que les hémorragies intramusculaires chez les volailles sont souvent dues au ramassage dans l'exploitation et à l'accrochage à l'abattoir (Knierim & Gocke, 2003; Kranen et al., 2000).

Des fractures des vertèbres peuvent être observées chez les porcs et sont souvent dues à une électronarcose effectuée avec des paramètres incorrects (Wotton et al., 1992). Ces fractures sont à l'origine de douleurs seulement si l'animal a été mal étourdi. Chez les bovins et d'autres espèces, à partir de la fin de la saignée, l'évaluation de l'emplacement de la tige perforante permet d'estimer si son application a été efficace (Gregory et al., 2007).

L'évaluation des paramètres utilisés pour une technique d'étourdissement donnée est un des moyens d'évaluer son efficacité (Gregory, 1998). Par exemple, on connaît les paramètres du bain électrifié permettant d'étourdir correctement des volailles (Raj, 2006). De même, la tige perforante et la cartouche choisies doivent être en rapport avec l'espèce, le sexe et l'âge de l'animal concerné (Gregory et al., 2007).

En conclusion, les critères lésionnels sont un élément important pour détecter les sources de douleur chez tous les animaux d'élevage. Cependant, l'appréciation du caractère douloureux ou nociceptif des lésions observées doit être validée par des observations complémentaires mais elle s'avère souvent difficile.

3.2. Critères physiologiques

Les paramètres physiologiques indicateurs de la douleur reposent essentiellement sur le fait que les systèmes de réponses au stress (axe corticotrope et système sympathique) sont activés en cas de douleur. La variation de ces paramètres n'est donc pas spécifique de la douleur et leur interprétation doit donc tenir compte du contexte.

3.2.1. Chez le porc et les ruminants

La liste des mesures possibles et des perturbations observées en cas de douleur sont indiquées dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 2. Principaux critères physiologiques de douleur chez les bovins (d'après Anil et al., 2002; Bateson, 1991; Roger, 2008)

Système stimulé par la douleur	Critères de douleurs correspondants	Différence douleur/norme[a]
Système Nerveux Autonome	[catécholamines]$_{sang}$	⬀[d]
	Fréquence cardiaque, pression artérielle	⬀
	Perfusion tissulaire périphérique, température cutanée ou oculaire	⬂
	Température centrale	⬀
	Fréquence respiratoire	⬀
	Diamètre pupillaire	⬀
	Sudation	⬀
	Glycémie, [AGNE[e]]$_{sang}$	⬀
Axe corticotrope[c]	[ACTH]$_{sang}$	⬀
	[cortisol]$_{sang}$, [cortisol]$_{salive}$	⬀

a Indique comment varient les paramètres décrits chez un animal douloureux par rapport à la normale.
d ⬀ pour augmentation, ⬂ pour diminution.
e Acides Gras Non Estérifiés.
[ ] Concentration

Parmi les critères physiologiques utilisés, le cortisol est le plus fréquemment utilisé chez les mammifères d'élevage. De très nombreuses études ont montré l'augmentation du cortisol plasmatique après une intervention douloureuse chez le porc (castration : (Carroll et al., 2007; Prunier et al., 2005) ; Figure 2), le veau (castration : (Cohen et al., 1990; Fisher et al., 1996) ; écornage : (Morisse et al., 1995; Sylvester et al., 1998) ou l'agneau (castration : (Lester et al., 1996; Lester et al., 1991); coupe de queue : (Lester et al., 1991)).

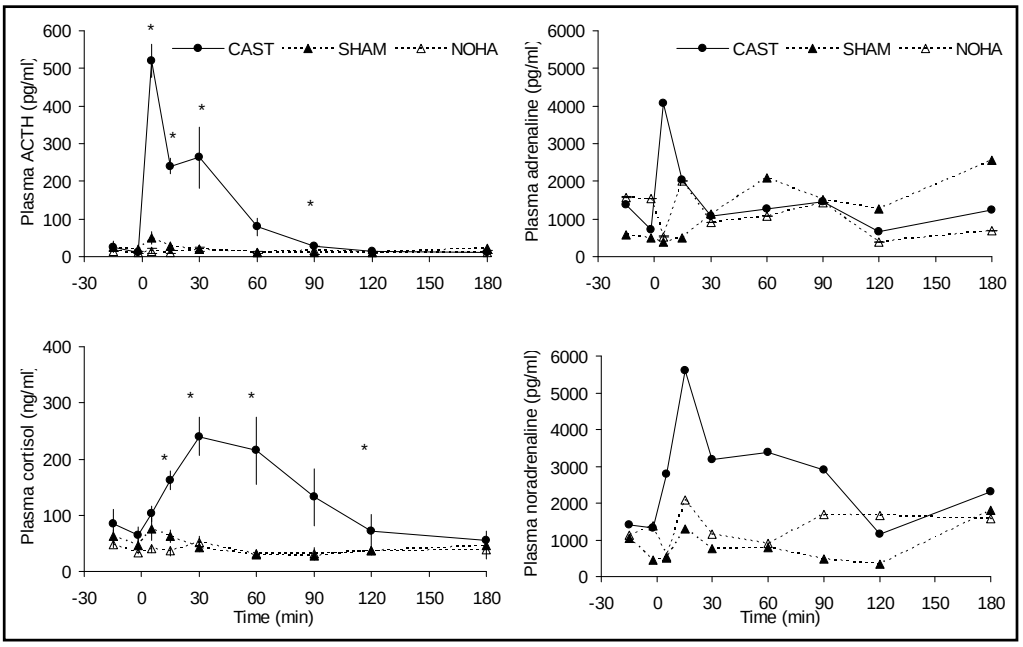


Figure 2. Comparaison de l'influence de la castration (groupe CAST), de la manipulation mimant la castration (SHAM) ou de l'absence de traitement (groupe NOHA) sur les concentrations plasmatiques d'ACTH*, de cortisol* et de catécholamines à différents moment par rapport à l'intervention réalisée à au temps « 0 » chez des porcelets âgés de 5-6 jours (Prunier et al., 2006; Prunier et al., 2005), * : la concentration diffère significativement à P< 0,05 avec celle mesurée avant le temps 0).

Pour ce faire, des prélèvements sanguins sont effectués à intervalles réguliers sur des animaux contrôles et sur des animaux castrés. Dans certaines études, les auteurs ont comparé différentes méthodes pour une même pratique (par exemple castration avec pose d'élastique ou castration par incision) et ont comparé les profils de cortisol chez des animaux recevant ou non un traitement antalgique (anesthésique local tel que la lidocaïne couplé ou non à un anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS*) tel que le kétoprofène, la flunixine, le diclofénac ou le méloxicam). Ces études ont clairement montré une augmentation transitoire de la concentration de cortisol pendant quelques heures, voire quelques jours pour certaines interventions, sauf après la coupe de queue et l'épointage des dents chez des très jeunes porcs. Par ailleurs, on constate que la seule manipulation des animaux témoins n'occasionne pas d'augmentation du cortisol (exemple chez le porc : (Prunier et al., 2005) ; exemple chez l'agneau : (Mellor & Murray, 1989a) ; exemple chez le veau : (Lay et al., 1992)). Par conséquent, toute augmentation de la concentration sérique du cortisol chez les animaux soumis à l'une des interventions est considérée comme imputable à cette intervention. L'utilisation d'une anesthésie locale* ou péridurale permet de réduire l'amplitude et la durée du pic de cortisol qui suit l'intervention, par exemple après la castration chez l'agneau (Graham et al., 1997; Molony et al., 2002), le porc (Prunier et al., 2002) ou le veau (Stafford et al., 2002; Ting et al., 2003), après la coupe de la queue chez l'agneau (Graham et al., 1997; Mellor & Murray, 1989a; Turner et al., 2006) et après l'écornage chez le veau (revue bibliographique : Stafford & Mellor, 2005). Cependant, dans le cas de l'écornage, on observe deux pics de cortisol et tout se passe comme si la sécrétion de cortisol augmente dès que l'anesthésie locale ne fait plus d'effet si bien que les concentrations deviennent supérieures à celles des animaux sans anesthésie, 6 à 8 heures après l'écornage. Plusieurs expériences ont également montré que l'anesthésie épidurale ou l'utilisation d'un AINS permet de réduire l'augmentation du cortisol plasmatique après la castration par exemple chez le veau (Earley & Crowe, 2002; Stafford et al., 2002; Ting et al., 2003) ou la coupe de queue par exemple chez l'agneau (Graham et al., 1997). L'anesthésie locale et l'injection d'un AINS ayant pour

objectif de supprimer la douleur liée à l'intervention, les différences constatées entre les courbes de cortisol des animaux soumis aux différentes interventions sont imputables à la douleur qu'elles occasionnent. Ces études illustrent l'intérêt du cortisol pour évaluer la douleur dans un contexte expérimental. Ces mesures sont néanmoins peu spécifiques car sujettes à variation du fait de réactions liées au stress, notamment lorsque les animaux ne sont pas cathétérisés pour l'espèce porcine (les veines sont très difficilement accessibles et les animaux doivent être tenus pour les prélèvements) ou ne sont pas habitués à la procédure chez les ovins et bovins. De plus, ces mesures sont peu, voire pas accessibles en routine sur le terrain.

La mesure de l'ACTH* dans le plasma est encore plus sensible à l'effet des interventions sur les animaux que la mesure du cortisol (exemple de la castration chez le porc : (Prunier et al., 2005), Figure 2). L'amplitude de l'augmentation est plus forte et le pic est observé plus rapidement. Cependant, cette hormone est encore plus sensible à l'effet d'un éventuel stress provoqué par la prise de sang elle-même ou toute perturbation de l'environnement.

Pour évaluer la réponse du système sympathique, il est possible de mesurer directement les concentrations plasmatiques des catécholamines, adrénaline et noradrénaline, ou de manière indirecte celles de métabolites sanguins dont la libération est stimulée par les catécholamines (cf. ci-dessus). A notre connaissance, ceci n'a été fait que dans quelques expériences et montre une augmentation très rapide mais de courte durée de l'adrénaline (porc après la castration : (Prunier et al., 2006) ; agneau après l'écornage : (Mellor et al., 2002)), plus lente mais durant plus longtemps de la noradrénaline (porc après la castration : (Prunier et al., 2006); agneau après l'écornage : (Mellor et al., 2002)). Ces deux neuropeptides sont encore plus sensibles à l'effet d'un éventuel stress provoqué par la prise de sang elle-même ou par toute perturbation de l'environnement ce qui les rend très difficile à utiliser même en situation expérimentale.

La réponse du système sympathique peut également être évaluée par la mesure de la température de l'œil à l'aide d'un thermomètre infrarouge. Ainsi chez le veau, on observe quelques minutes après l'écornage une diminution significative de la température chez des animaux écornés sans analgésie en comparaison à des animaux non écornés ou des veaux écornés avec une anesthésie locale (Stewart et al., 2008). La mesure du rythme cardiaque et du rythme respiratoire de même que celle de la pression artérielle peuvent aussi montrer une activation du système nerveux sympathique. Ainsi, une augmentation de ces paramètres a été mise en évidence lors d'une intervention douloureuse comme par exemple la castration chez le porc (rythme respiratoire et cardiaque : (White et al., 1995), pression artérielle : (Haga & Ranheim, 2005; Haga et al., 2001), le veau ou la vache (marquage au fer rouge : (Haga & Ranheim, 2005; Haga et al., 2001)). Cette augmentation diminue en cas d'application d'une anesthésie locale comme cela été montré chez le porc soumis à la castration (Haga & Ranheim, 2005; Haga et al., 2001; White et al., 1995). L'effet de la douleur sur la variabilité du rythme cardiaque a été peu étudiée alors que ce critère pourrait être très utile pour étudier les douleurs chroniques (von Borell et al., 2007a). A notre connaissance, une seule étude a été réalisée chez le cheval et a montré une modification de la variabilité du rythme cardiaque suggérant une diminution du tonus sympathique au profit du tonus vagal lorsque des animaux souffrant de boiterie sont traités avec un AINS (Rietmann et al., 2004).

A ces marqueurs de l'activation de l'axe corticotrope et du système nerveux autonome, on peut adjoindre des marqueurs de l'activation des structures du système nerveux impliquées soit dans la détection et la perception de la douleur, soit dans le contrôle de la douleur. Il s'agit par exemple de l'expression de gènes d'activation précoce tels que le gène *c-fos* dans la corne dorsale de la moelle épinière après la castration chez le porc (Nyborg et al., 2000). Par ailleurs, en réponse à la douleur, l'organisme sécrète des opioïdes endogènes qui permettent de réduire la douleur, tels que des endorphines comme cela a été montré par exemple chez le cheval (McCarthy et al., 1993; Raekallio et al., 1997). Ils peuvent donc être également utilisés comme révélateurs de la douleur. Cependant, l'intérêt de la mesure des concentrations plasmatiques des endorphines s'est révélé limité car ce paramètre manque de spécificité chez le cheval (McCarthy et al., 1993). Ce paramètre vient d'être utilisé chez le

porc pour comparer les effets de différentes interventions (castration, pose de boucle à l'oreille, épointage des dents (Marchant-Forde et al., 2009). Les effets sont peu marqués et l'augmentation observée après la castration pourrait s'expliquer par la perte de sang.

L'activité électrique du cerveau peut être modifiée sous l'effet de stimuli nociceptifs. Cette activité est analysée à partir d'enregistrements graphiques (électroencéphalogramme, en abrégé EEG*) des variations du potentiel électrique qui se produisent au niveau de l'écorce cérébrale et qui sont détectées grâce à des électrodes placées sur le crâne. Les activités électriques du cerveau sont classées selon leurs fréquences en quatre types : delta (< 4 Hz), thêta (4-7 Hz), alpha (8-13 Hz) et bêta (>13 Hz). Les ondes alpha et bêta sont caractéristiques de l'état de veille. Les ondes de type delta sont observées pendant le sommeil à ondes lentes chez les hommes adultes, mais aussi chez le jeune enfant éveillé. Ces dernières deviennent plus abondantes sous l'effet d'agents pharmacologiques anesthésiants. En utilisant cette technique, il a été possible de montrer chez des porcelets anesthésiés à l'halothane (ce gaz anesthésiant n'a pas de propriété antalgique) que la puissance des ondes alpha et thêta diminue dans les minutes qui suivent la castration chirurgicale et que cet effet disparait en grande partie lorsque les animaux reçoivent au préalable une anesthésie locale à la lidocaïne (Haga & Ranheim, 2005). Des modifications similaires ont été observées chez le veau après l'écornage (Gibson et al., 2007).

De la même manière que l'approche lésionnelle peut révéler des sources potentielles de douleur, la mesure des protéines de la phase aiguë de l'inflammation constitue un indicateur indirect de douleur en révélant une inflammation tissulaire car on sait que l'inflammation est généralement source de douleur. Ainsi, il a été montré que les concentrations sériques de certaines protéines comme l'haptoglobine, le fibrinogène, la céruloplasmine ou la sérum amyloïde A augmentent lors d'inflammation (revue bibliographique : Murata et al., 2004). Ce sont des indicateurs sensibles de l'inflammation qui peuvent permettre de caractériser une inflammation subclinique (Petersen et al., 2004). Ces indicateurs restent néanmoins à l'heure actuelle des outils trop complexes à mettre en œuvre en dehors d'un cadre expérimental.

3.2.2. Chez les oiseaux

Les paramètres physiologiques utilisés pour évaluer la douleur sont principalement les modifications cardiovasculaires, la mesure des glucocorticoïdes circulants et la modification de l'électrocardiogramme.

L'exposition à un stimulus nociceptif aigu entraîne le plus souvent une accélération de la fréquence cardiaque (épointage du bec, exposition à un agent inflammatoire dans l'œsophage (Servière et al., 2002)). Cependant, dans certains cas comme celui de l'arrachage des plumes (Gentle & Hunter, 1991), la fréquence cardiaque est ralentie chez 20% des animaux avec un retour à la fréquence basale au bout de 100 secondes alors que 62% des poules présentent une élévation de la fréquence cardiaque. Dans le cas de travaux expérimentaux où la stimulation nociceptive est provoquée par le dépôt d'huile de moutarde, la tachycardie persiste pendant 2 à 4 heures (Servière et al., 2002). Aucun travail sur la variabilité de la fréquence cardiaque lors d'un épisode douloureux n'est disponible chez les volailles. Cette méthode utilisée pour évaluer l'équilibre sympatho-vagal chez les mammifères reste peu employée chez les oiseaux (von Borell et al., 2007b).

La pression artérielle est augmentée sous l'effet de l'activation sympathique. Ce paramètre a été peu mesuré chez les oiseaux du fait de la difficulté technique à réaliser cette mesure sans stress de contention. L'augmentation de la pression artérielle moyenne (systolique et diastolique) varie suivant le stimulus et est rapidement compensée par des phénomènes de barorégulation (Gentle & Hunter, 1991).

Les processus vasculaires périphériques peuvent être évalués cliniquement par la couleur de la crête qui pâlit lors des périodes de vasoconstriction périphérique. Ceci est noté lors de l'arrachage des plumes, mais cette modification n'est pas constante dans le temps et varie suivant les animaux et leur réaction comportementale (Gentle & Hunter, 1991).

Les EEG sont recueillis à partir d'électrodes implantées à la surface du télencéphale plusieurs semaines avant la mesure (Gentle, 1974; Gentle & Hunter, 1991). Les ondes sont

réparties en deux classes, l'une où le signal est de faible amplitude et de fréquence (0 à 30 Hz) et l'autre où le signal est de forte amplitude et de fréquence un peu plus faible (essentiellement de 0-15 Hz). Les ondes à forte amplitude représentent la majorité du spectre. Immédiatement après l'arrachage d'une plume, le signal perd son amplitude et bascule vers des fréquences plus élevées. Cette modification réapparaît plusieurs secondes après le retrait, mais elle n'est pas spécifique d'un signal nociceptif puisqu'elle a été observée également chez les oiseaux lors de l'immobilité liée à des situations effrayantes, appelée immobilité tonique.

Actuellement plusieurs études ont comparé l'activation neuronale ou la libération de neuromédiateurs chez des oiseaux témoins ou potentiellement douloureux (exposés à de l'huile de moutarde, épointage du bec à différents âges), mais aucune étude n'a permis de mettre en évidence de différences significatives qui suggèrent une relation entre ces données et les phénomènes douloureux (Den Boer Visser & Dubbeldam, 1997; Servière et al., 2002).

3.2.3. Chez les poissons

Comme chez les oiseaux et les mammifères, l'application d'un stimulus de stress chez les poissons conduit à la libération très rapide de catécholamines dans le sang et à l'activation de l'axe corticotrope qui résulte en une augmentation des concentrations plasmatiques de cortisol. Associées à ces réponses neuroendocriniennes, des réponses secondaires de stress sont observées au niveau de différentes fonctions physiologiques, comme la respiration, le système cardio-vasculaire, l'osmorégulation, le métabolisme énergétique (revue bibliographique : Wendelaar Bonga, 1997). Alors que de nombreuses études concernent ces réponses physiologiques chez des poissons exposées à des situations de stress, très peu d'études ont porté sur l'analyse de ces paramètres de stress en présence de stimulus nociceptif. Cependant, Sneddon et ses collaborateurs ont montré que l'application d'un stimulus nociceptif modifie les battements de l'opercule du poisson ce qui indique une augmentation de la ventilation des branchies et donc du rythme respiratoire (Sneddon, 2003). A notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur l'activité de l'axe corticotrope suite à l'exposition à un stimulus nociceptif mais, compte tenu des connaissances acquises sur la physiologie du stress chez les poissons, un tel stimulus devrait induire, à court terme, une augmentation du cortisol plasmatique. En conclusion, au regard de ce qui est connu chez les oiseaux et les mammifères et de l'intérêt des paramètres physiologiques pour caractériser les effets de stimuli nociceptifs, il serait très intéressant de développer des études plus complètes sur ces réponses chez les poissons.

3.2.4. A l'abattage

La plupart des articles sur l'efficacité de l'étourdissement et/ou la saignée font appel à des mesures indicatrices de l'état de conscience ou de la capacité du cerveau à percevoir des stimuli venant de l'environnement. En effet, on considère que l'animal ne perçoit pas de douleur s'il est inconscient ou s'il ne perçoit pas les informations sensorielles provenant de son corps. Pour cela, on analyse les différentes ondes dans l'électroencéphalogramme et dans certains cas on soumet l'animal à des stimuli auditifs, visuels ou somato-sensoriels et on vérifie si ces stimuli induisent des modifications du tracé de l'EEG (potentiel évoqué ou PE). Dans le contexte de la douleur, les stimuli somato-sensoriels les plus appropriés pour identifier la présence de PE* sont les stimulations thermiques et électriques qui impliquent un nerf nociceptif. Les autres types de stimuli évaluent de manière indirecte la capacité qu'a l'animal à ressentir de la douleur puisqu'on s'intéresse à sa capacité à percevoir une stimulation qui n'est pas douloureuse. En d'autres termes, il est possible que l'animal puisse réagir par exemple à un stimulus lumineux par une modification de l'EEG sans que son cerveau soit réellement capable de percevoir la douleur. Les données expérimentales manquent pour infirmer ou confirmer cette hypothèse.

Sur un électroencéphalogramme, on identifie les activités électriques cérébrales rythmiques. Ces rythmes cérébraux sont classés selon leur fréquence et permettent

d'identifier ou de caractériser différents états psychologiques ou neurologiques (cf. ci-dessus). L'anesthésie profonde et la mort cérébrale sont caractérisées par un EEG plat ou presque. Cependant, en pratique, il est très difficile d'évaluer précisément la capacité de perception du cerveau. En se basant sur les similitudes comportementales, physiologiques et (neuro-) anatomiques entre l'homme et l'animal et sur les études réalisées chez l'homme, on a identifié (Daly & Whittington, 1986; Devine et al., 1986; EFSA, 2004) un certain nombre d'indicateurs d'un état cérébral supposé incompatible avec la conscience et la capacité à ressentir de la douleur chez la majorité de nos animaux d'élevage (voir chapitre 2 pour les incertitudes) :

- EEG épileptiforme (>1000 µV, 3-13 Hz),
- Absence de PE,
- EEG contenant des ondes delta (< 4 Hz),
- EEG avec une amplitude < 10µV de manière durable,
- EEG avec une puissance de moins de 10% par rapport à l'activité normale (avant étourdissement) ou isoélectrique de manière durable.

La multiplicité des critères est en partie liée à la difficulté d'interpréter des données de l'EEG mais aussi à la difficulté technique de la mesure. On remarque parfois l'absence de cohérence entre différentes mesures. Ainsi, l'EEG épileptiforme empêcherait le cerveau d'intégrer normalement les informations. Toutefois, on a observé chez le mouton la présence de PE en même temps qu'un EEG épileptiforme (Gregory & Wotton, 1985). De même, on a observé l'absence de PE malgré un EEG normal chez des bovins étourdis par tige perforante (Daly et al., 1988) ou encore des PEs chez des animaux ayant un EEG plat (Gregory & Wotton, 1986). Ces incohérences s'expliquent en partie par l'utilisation de différentes techniques mesurant différents aspects du fonctionnement du cerveau. Le contexte des études est également techniquement difficile. Une étude a montré que l'apparition d'ondes delta ou d'un EEG isoélectrique avait peu de lien avec l'inconscience indiquée par l'absence de PE (Daly et al., 1988). Les auteurs ont suggéré que les mesures de PE sont probablement plus fiables et que la persistance d'un EEG apparemment normal est probablement un artéfact dû à la technique de mesure (à la surface de du cerveau) et à l'environnement (interférences électriques).

Chez l'homme, un EEG durablement plat est considéré comme indicateur de la mort. Dans le contexte de l'étourdissement, un EEG peut être plat de manière transitoire comme cela a été démontré chez la volaille étourdie par l'électronarcose tête seulement (Richards & Sykes, 1967).

Comme l'espèce, le type de l'animal (âge, sexe, patrimoine génétique) et la technique de l'étourdissement (y compris le paramétrage dans le cas de l'électronarcose) influencent le fonctionnement du cerveau. Malgré les efforts considérables qui ont donné lieu à plus d'une centaine de publications sur les effets de l'étourdissement, il reste encore énormément d'inconnus.

On considère que l'abolition des PEs indique une perte de réponse cérébrale et donc la perte de conscience chez beaucoup d'espèces. Le retour des PEs semble coïncider avec les signes comportementaux du retour de conscience. Toutefois, l'interprétation doit prendre en compte l'espèce et le contexte car la présence de PE n'indique pas toujours que l'animal est conscient (EFSA, 2004).

La mesure de la pression artérielle pendant la saignée a également été utilisée pour évaluer la qualité de l'étourdissement (Anil et al., 1995; Bager et al., 1988; Newhook & Blackmore, 1982). En effet, si la pression sanguine est nulle ou proche de zéro, le cerveau cesse de fonctionner normalement. De même, l'échange de substances entre le sang et les tissus ne peut se faire que si le sang circule sous une certaine pression. Le délai exact de perte de conscience à une pression sanguine de zéro n'est pas connu, mais chez les rongeurs de laboratoire il est estimé entre 3 et 6 secondes (Holson, 1992).

Des mesures comportementales sont plus faciles à obtenir dans le contexte de l'abattage mais elles présentent des inconvénients. Pour l'électronarcose et l'étourdissement

mécanique (tige perforante ou non perforante), les signes d'un étourdissement efficace (EFSA, 2004) sont l'effondrement immédiat, un état tonique transitoire, l'absence de respiration et l'absence d'une réponse à une stimulation douloureuse. Dans le cas de l'étourdissement mécanique on observe également la perte du réflexe cornéen. Dans le cas de l'électronarcose on observe après l'état tonique, des mouvements cloniques. Elle provoque également la dilatation des pupilles. L'étourdissement par gaz provoque la perte de la station debout, la dilatation des pupilles et l'absence de respiration et du réflexe cornéen. Chez le porc, on peut observer des signes de détresse respiratoire et un très bref retour du réflexe cornéen (EFSA, 2004). Les signes d'un retour de conscience sont la reprise de la respiration et du réflexe cornéen, la constriction des pupilles, et des tentatives de lever la tête ou de se lever. Ainsi, les réflexes oculaires (par exemple la réponse de l'œil à un flash lumineux) et respiratoires dépendent de l'activité du tronc cérébral qui peut perdurer malgré un état inconscient (Wotton et al., 2000). Par conséquent, l'absence de réflexes indique que le fonctionnement du tronc cérébral est profondément perturbé et l'animal inconscient (Blackmore, 1979; Daly et al., 1986; Finnie, 1993; Finnie, 1994; Finnie, 1995; Finnie, 1997; Finnie et al., 2002). En revanche, leur présence ne veut pas forcément dire que l'animal est conscient (Gregory, 1998; Wotton et al., 2000). Il existe quelques données précises sur les liens entre les réflexes et le fonctionnement du cerveau. Ces données montrent souvent la persistance de réflexes malgré des signes de perte de conscience ou d'insensibilité à la douleur. Ainsi, lors du gazage du poulet, la fermeture des yeux a lieu en moyenne 4 s après la perte des PE* (Raj Mohan et al., 1990). Dans le cas de l'électronarcose tête seulement, chez les porcs et les ovins, le réflexe cornéen réapparaît avant le retour des réactions à des stimulations douloureuses (Gregory & Wotton, 1988). Dans le contexte de l'abattage rituel du veau, le délai jusqu'à l'installation de l'EEG isoélectrique est assez bien corrélé avec la durée de l'halètement respiratoire (« gasps » ; $r=0.75$; $p<0.05$), qui perdure en moyenne 124 s au-delà des pertes des réflexes cornéens et 86 s au-delà de l'installation d'un EEG isoélectrique (Newhook & Blackmore, 1982). D'autres indicateurs comportementaux peuvent être utilisés, comme la posture (effondrement ou non), les réactions physiques à une stimulation douloureuse (par exemple réponse au pincement de la zone entre les phalanges chez les oiseaux ou à l'application d'une aiguille sur le groin des porcs), la présence de nystagmus* ou encore le réflexe de redressement de la tête ou du corps pour évaluer l'état de conscience (par exemple chez le porc : (Anil, 1991), le lapin : (Anil et al., 1998; Nodari et al., 2009), la dinde : (Hansch et al., 2009)). Le relâchement de la langue (la langue sort de la bouche) n'est pas un bon indicateur d'étourdissement après utilisation de la tige perforante : 46 % des bovins mal étourdis relâchent la langue, contre 41% des bovins correctement étourdis (Gregory et al., 2007). L'utilisation d'un seul de ces critères est insuffisante. Par exemple, la présence de nystagmus est rare (3% en moyenne) mais indicatrice d'un mauvais étourdissement dans 30% des cas. Sa présence est corrélée avec la respiration (Gregory et al., 2007). Certaines techniques d'étourdissement rendent plus difficiles l'utilisation de certains critères. Par exemple, lors de l'électronarcose des gros bovins, malgré la perte de conscience indiquée par la présence d'un EEG épileptiforme et par la fibrillation cardiaque*, on a observé des mouvements ressemblant à des halètements ou à des mouvements respiratoires chez 93 % des animaux (Gregory et al., 2007).

Même si les corrélations entre les critères comportementaux et électro-physiologiques de l'inconscience ne sont pas de 100%, les critères comportementaux peuvent avoir un intérêt pratique. Toutefois, leur lien avec l'état de conscience doit être établi pour chaque situation. Par ailleurs, l'ordre du retour des réflexes peut varier selon l'espèce et la technique d'étourdissement. Dans le contexte de l'électronarcose tête seulement, chez les ovins (Velarde et al., 2000) et les veaux (Gregory et al., 1996), la respiration reprend après 9 secondes et entre 42 et 51 secondes (selon le paramétrage électrique) avant le retour du réflexe cornéen, respectivement. Chez le porc, les données varient selon les études. Après électronarcose, on a observé une reprise de la respiration 7 s après le retour des réflexes cornéens (McKinstry & Anil, 2004) ou 3 à 8 secondes avant, selon le paramétrage électrique (Anil, 1991). Enfin, dans le cas de l'électronarcose tête seulement, chez les ovins contrairement aux porcs (Anil, 1991) et aux veaux (Gregory et al., 1996), le réflexe cornéen

réapparaît avant la fin la phase clonique (Velarde et al., 2002). Aujourd'hui, il est nécessaire de compléter les informations sur ces liens.

Chez les poissons, des méthodes plus simples ont été utilisées pour déterminer l'état d'inconscience et d'insensibilité des animaux après différentes méthodes d'abattage. Ainsi, si les poissons conservent leur capacité de rétablir leur équilibre dans l'eau, de nager, de montrer un comportement de fuite, de réagir à un stimulus douloureux (piqure d'aiguille) ou à la prise en main, ils ne sont pas considérés comme inconscients. L'absence de ces réponses est indispensable pour considérer que les animaux sont inconscients ou morts. De plus, certains réflexes passant par le tronc cérébral comme le rythme respiratoire ou les réflexes vestibulo-oculaires, peuvent être utilisés. Si les yeux restent fixes lorsque le poisson est roulé d'un coté et de l'autre, c'est que l'animal est mort ou inconscient. De même, si aucun mouvement n'est observé au niveau de la mâchoire inférieure et de l'opercule après exposition alternativement dans l'eau et dans l'air, le poisson est considéré comme mort ou inconscient (revue bibliographique : Kestin et al., 2002). L'ensemble des paramètres utilisables pour évaluer l'état de conscience des poissons à l'abattage a été discuté par (Kestin et al., 2002).

En conclusion, les critères physiologiques permettent de détecter la présence de douleur chez de nombreuses espèces animales. Ils sont souvent invasifs, reposent généralement sur des méthodologies complexes et peuvent être difficiles à interpréter car des situations de stress sans composante nociceptive conduisent souvent à des modifications similaires. Ils nécessitent donc des conditions expérimentales qui les rendent difficiles à utiliser sur le terrain, en élevage ou à l'abattoir. Ils restent néanmoins très utiles, notamment chez les mammifères, pour identifier les sources de douleur et mettre au point et valider des protocoles de traitement de la douleur ou des grilles d'évaluation.

3.3. Critères comportementaux de la douleur

Comme il a déjà été écrit précédemment, les comportements liés à la douleur peuvent être classés en quatre catégories en fonction du « but » poursuivi (Matteri et al., 2000; Molony et al., 1997). Certains sont destinés à informer les congénères. Dans certaines situations, les animaux blessés peuvent tirer avantage de ces comportements dans la mesure où leurs congénères peuvent leur apporter une aide (Broom & Fraser, 1990). Cependant, attirer l'attention des autres animaux peut également s'avérer négatif, notamment chez les espèces « proies » qui s'exposeraient ainsi davantage à d'éventuels prédateurs. Ceci pourrait expliquer pourquoi les ruminants, les porcs ou les oiseaux de ferme (ce sont des espèces « proies ») montrent relativement peu de comportements de douleur (Anil et al., 2002; Sanford et al., 1986).

Il est souvent reproché à l'évaluation comportementale de la douleur un manque d'objectivité. Pour s'assurer que la douleur est réelle et la distinguer du stress engendré par la procédure, des tests similaires doivent être faits avec et sans anesthésiques (Rushen et al., 2007). Chez les bovins et les ovins, de nombreuses interventions douloureuses ont été analysées et les critères validés en les croisant entre eux et, en comparant les réponses à celles d'animaux contrôles (on mime la procédure douloureuse) ou ayant subi la procédure mais recevant différents niveaux d'analgésie* (par exemple : Doherty et al., 2007; Molony et al., 2002; Molony et al., 1995; Tom et al., 2002). Pour limiter les problèmes d'interprétation des comportements, il faut une bonne connaissance du comportement de l'espèce, voir des individus (Rutherford, 2002). Parmi les nombreuses difficultés rencontrées, il arrive que des observateurs (éleveurs, vétérinaires…) constamment exposés à des animaux « douloureux » finissent par trouver normaux des comportements de douleur et sous estiment l'existence de douleur (Whay et al., 2003). A l'inverse, des animaux ayant constamment des douleurs, auxquels ils ne peuvent échapper, peuvent cesser de montrer qu'ils ont mal (Seskel, 2008). Les réponses comportementales à la même stimulation nociceptive peuvent donc varier au

cours du temps. Outre ces variations phasiques à la douleur, il existe des variations qui s'expliquent par des états physiologiques particuliers, comme la gestation et la mise bas chez les mammifères ou la ponte chez les oiseaux, qui modifient probablement les seuils de sensibilité à la douleur. Une autre source de variation provient de l'animal lui-même avec certains animaux qui vont exprimer un comportement et d'autres pas du tout et, pour ceux qui l'expriment, ce sera avec une fréquence et/ou une intensité plus ou moins grandes. Cette variabilité se retrouve dans quasiment toutes les études à travers les écart-types.

Les critères comportementaux permettent généralement d'identifier la douleur et sont d'ailleurs privilégiés chez l'homme lorsque la communication verbale n'est pas possible (Herr et al., 2006b). Ils sont très sensibles et apparaissent immédiatement en cas de douleur aiguë. Ils permettent généralement de renseigner sur le lieu de la douleur : réaction de défense au toucher, posture d'évitement ou grattage de la zone douloureuse… Cependant, certains comportements très généraux comme l'apathie, l'isolement ou le manque d'appétit posent problème car ils ne sont pas spécifiques puisque qu'on peut les rencontrer dans des situations pathologiques, de stress ou d'inconfort sans composante nociceptive. Lors d'affections spontanées (maladies), les signes peuvent également se confondre avec les signes cliniques de la maladie. Il faut donc rester vigilant même si certains comportements sont très évocateurs de douleur (Tableau 3).

3.3.1. Chez le porc et les ruminants

La plupart des critères comportementaux ont été décrits pendant et après divers types d'interventions douloureuses qui elles-mêmes peuvent se faire suivant diverses modalités comme la coupe de queue (scalpel, ciseau ou coupe-queue thermique qui permet une cautérisation), la castration (enlèvement des testicules après incision au scalpel ou avec des pinces coupantes, sans incision par pose d'élastique de striction ou par écrasement du cordeau spermatique avec une pince Burdizzo), le marquage (fer rouge ou azote liquide) ou l'écornage (destruction des bourgeons des cornes par voie chimique ou thermique). La description détaillée de ces procédures sera effectuée dans le chapitre 4. Par ailleurs, certains comportements ont été décrits dans des tests standardisés de stimulation nociceptive pour étudier les facteurs de variation de la sensibilité à la douleur ou l'efficacité de traitements contre la douleur. Certains des comportements révélateurs de la douleur ont été validés en comparant des animaux ayant reçu ou non un traitement antalgique, en mesurant la variabilité entre observateurs ou en comparant les résultats avec d'autres types de mesure.

Tableau 3. Inventaire des principaux critères comportementaux de la douleur occasionnée par les affections douloureuses les plus fréquentes des bovins (Anil et al., 2002; Bareille, 2007; Garber & Madison, 1991; Hewson, 2004; Milne et al., 2003; Radostits et al., 2007; Rialland et al., 2008; Roger, 2008; Rosenberger, 1977; Sanford et al., 1986; Underwood, 2002).

	Affections douloureuses	**Principaux signes évocateurs de douleur**
Tête	Stomatite Gingivite Glossite (actinobacillose) Lésions dentaires Fracture de la mâchoire	Bruxisme* Ptyalisme* Dysphagie* Inappétence voire anorexie Rumination irrégulière
	Conjonctivite Uvéite	Photophobie Blépharospasme* Epiphora*
Encolure	Atteintes du larynx et du pharynx Obstruction œsophagienne	Extension de l'encolure Protrusion de la langue Tête portée basse dans le prolongement de l'encolure

Thorax	Pleurésie Bronchopneumonie Péricardite	Réaction à la percussion thoracique (pleurodynie) Plaintes synchrones de l'expiration Posture antalgique : • Lordose* • Tête en extension et portée basse • Coudes écartés
Abdomen	Réticulite Ulcère de la caillette Hépatite aiguë	Plaintes synchrones de l'expiration Posture antalgique : • Lordose • Tête en extension et portée basse • Coudes écartés Signe du garrot positif Plaintes lorsque l'animal descend un plan incliné Rumination irrégulière
	- Affections digestives : syndrome occlusif, invagination intestinale, intussusception, torsion de caillette, volvulus du caecum, spasmes intestinaux, obstruction du cholédoque, péritonite diffuse aiguë - Affections génitales : avortement, part, torsion de matrice, coliques de faux travail - Affections urinaires : pyélonéphrites, cystites, urolithiase, pyélonéphrite, néphrite interstitielle, hydronéphrose	Plaintes spontanées Signes de coliques : - Coliques légères : • Agitation • Piétinement - Coliques sévères : • Self-auscultation • Coups de pieds dans l'abdomen • Alternance de coucher/relever - Coliques très sévères : • Roulade • Pédalage
		Douleur à la palpation transrectale du rein gauche
Membres	Fourbure aiguë	Boiterie intense. Station debout très difficile. Réticence au déplacement, raideur. Posture antalgique : Lordose Réaction positive à la pince exploratrice. Réaction positive à la percussion de l'onglon.
	Phlegmon interdigité	Boiterie intense avec suppression d'appui. Posture antalgique, port de pied en pince. Fonte musculaire du membre soulagé.
	Dermatite digitée	Boiterie franche. Déplacements hésitants.
Mamelle	Mammite	Augmentation de la distance séparant les jarrets[c]. Coups de pieds en salle de traite.
Organes génitaux	Métrite	Ténesme*
	Vaginite	Ténesme

Les vocalisations sont très souvent utilisées pour identifier la douleur aussi bien chez l'homme que chez l'animal. Une des difficultés pour utiliser ce critère est que des vocalisations sont également très souvent émises lors d'une simple manipulation chez les ovins, bovins ou porcins. Cependant, de nombreuses études ont montré que le nombre et les caractéristiques de ces vocalisations étaient modifiés lors de situations douloureuses (Grandin, 2001; Manteuffel et al., 2004; Prunier et al., 2006; revues bibliographiques : Watts & Stookey, 2000). De telles altérations semblent être sous le contrôle de régions du tronc cérébral qui reçoivent directement des informations de régions du cerveau impliquées dans l'intégration de la douleur (substance grise périaqueducale) et des émotions (amygdale et cortex cingulaire) (Manteuffel et al., 2004). C'est chez le porc que l'étude des vocalisations a été le plus souvent utilisée pour analyser la douleur (Leidig et al., 2009; Marx et al., 2003; Puppe et al., 2005; Taylor et al., 2001; Torrey et al., 2009; Weary et al., 1998; White et al., 1995). Dans ces études, les auteurs ont toujours comparé des porcs témoins avec

simulation de l'intervention avec des porcs soumis à l'intervention (castration chirurgicale ou coupe de la queue) et dans certains cas, des porcs castrés ayant reçu au préalable une anesthésie locale*. Dans la plupart de ces études, les auteurs ont enregistré les vocalisations et analysé le sonogramme par des moyens informatiques. Par exemple les travaux de Horn et al. (1999) ont montré que les cris de haute fréquence (> 1000 Hz) sont plus fréquents, durent plus longtemps et ont une intensité plus élevée lorsque que les porcs sont castrés que lorsqu'ils sont manipulés en mimant la castration, que le nombre des cris les plus aigus est réduit de près de moitié lorsque les porcelets bénéficient d'une anesthésie locale avant la castration. De leur côté, Puppe et al. (2005) ont comparé la fréquence maximale, la pureté et l'entropie[2] des vocalisations émises par des porcelets âgés de 2 semaines et ont observé des altérations subtiles de ces caractéristiques comme une entropie inférieure des cris de haute fréquence pendant la castration. Chez le veau, Watts et Stookey (1999) ont montré que la fréquence de l'harmonie fondamentale de même que la fréquence maximale des cris et leur intensité étaient augmentées chez les animaux soumis au marquage au fer rouge par rapport à des animaux témoins. Les vocalisations peuvent aussi être utilisées de façon beaucoup plus simple en dénombrant les animaux qui vocalisent. Ceci a été réalisé à l'abattoir chez des bovins pendant la phase de pré-abattage (Grandin, 1998; Grandin, 2001) ou lors d'interventions douloureuses chez l'agneau (castration à la pince Burdizzo : (Molony et al., 1997), castration et coupe de la queue par voie chirurgicale ou pose d'élastique : (Shutt et al., 1988)) ou chez les bovins (marquage au fer rouge ou à l'azote liquide : (Schwartzkopf-Genswein et al., 1998)). Cependant, l'utilisation des vocalisations dans les heures suivant une pratique douloureuse s'avère décevante et peu utile pour détecter la douleur chez les ruminants ((Grant, 2004) ; revue bibliographique : (Molony et al., 2002)) et n'a pas été utilisée chez le porc. Par ailleurs, même pendant les interventions douloureuses, il faut rester critique sur l'utilisation des vocalisations car de très nombreux animaux vocalisent lors d'une simple manipulation et des variations peuvent exister indépendamment de phénomènes douloureux ce qui peut conduire à une mauvaise interprétation des résultats. Ainsi, dans l'étude de Taylor et al. (2001), le plus faible nombre de vocalisations pendant la castration chez les porcs les plus jeunes (3 vs. 10 jours d'âge) ne doit pas être interprété comme un signe de moindre douleur car une variation similaire du nombre des cris aigus existe chez les animaux témoins.

Les comportements automatiques de retrait sont fréquemment observés chez les animaux en cas de stimulation nociceptive. Ils sont d'ailleurs utilisés chez les ovins, les bovins ou les ovins pour mesurer la réponse à stimulations nociceptives contrôlées. Il s'agit par exemple de mesurer au bout de combien temps les animaux bougent la patte ou donne un coup de pied quand une zone limitée du pied, de l'épaule ou de l'arrière train est chauffée par un rayon laser (porc : (Jarvis et al., 1997) ; veau : (Rushen et al., 2007; Veissier et al., 2000) ; vache : (Herskin et al., 2003; Schwartzkopf-Genswein et al., 1997)). D'autres types de stimulation nociceptive peuvent être utilisés comme une décharge électrique (ovin : Cook et al., 1996)), une stimulation thermique par une lampe chauffante (ovin : Nolan et al., 1987b) ou une stimulation mécanique par pression (ovin (Nolan et al., 1987a), vache (Ley et al., 1996)) avec à chaque fois la mesure de comportements de retrait vis-à-vis de cette stimulation. Avec cette méthode, il est possible de tester l'efficacité d'un traitement antalgique pour soulager la douleur comme cela a été fait par exemple chez des vaches laitières présentant une boiterie et soumises à un test de pression au niveau de la patte à l'origine de la boiterie (Laven et al., 2008).

Les comportements de défense pendant une intervention douloureuse sont également très fréquents. Il s'agit par exemple de mouvements des pattes et du corps pendant la castration (Horn et al., 1999; Leidig et al., 2009; Marx et al., 2003), ou l'épointage des dents de jeunes porcelets (Noonan et al., 1994; Prunier et al., 2001; Torrey et al., 2009); Figure 3). Chez des vaches laitières ou des bœufs à l'engrais, on observe des sauts ou des coups de pieds pendant le marquage au fer rouge ou à l'azote liquide (Lay Jr et al., 1992; Schwartzkopf-Genswein et al., 1998). Ces animaux montrent également des pressions

[2] Quantité physique qui mesure le degré de désordre d'un système.

exercées sur la cage de contention beaucoup plus fortes qu'en cas de simulation (Schwartzkopf-Genswein et al., 1998). Des comportements de défense (e.g. coups de pied) peuvent également être observés lors de la palpation d'une zone douloureuse comme cela a été montré chez l'agneau après la castration par pose d'élastique de striction (Thornton & Waterman-Pearson, 1999). Des vaches boiteuses réagissent à des seuils de pression plus faibles ou a des températures qui n'entraineraient pas de réponse chez des animaux sains (Whay et al., 1997; Whay et al., 1998). La réaction de l'animal à une approche de l'homme ou à une manipulation de la région supposée douloureuse peut donc être utilisée pour mettre en évidence la douleur (Morton & Griffiths, 1985).

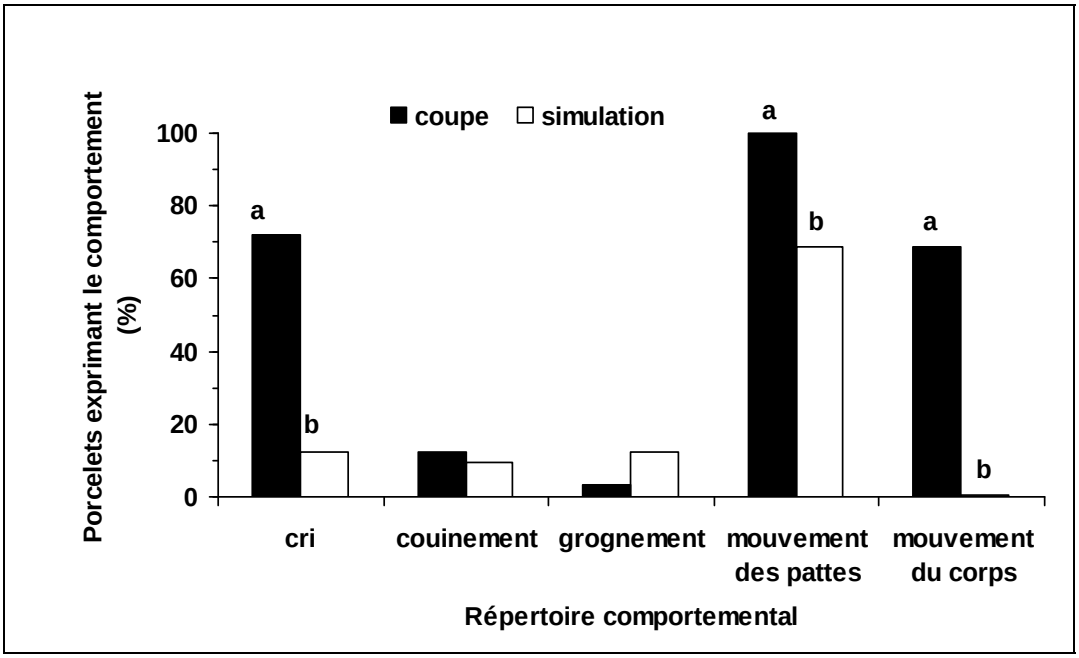


Figure 3. Comparaison du comportement de porcelets âgés d'un jour pendant la coupe de la queue avec un coupe-queue thermique ou la simulation de la coupe de la queue (Prunier et al., 2001), a, b : différence significative entre les groupes à $P < 0,05$)

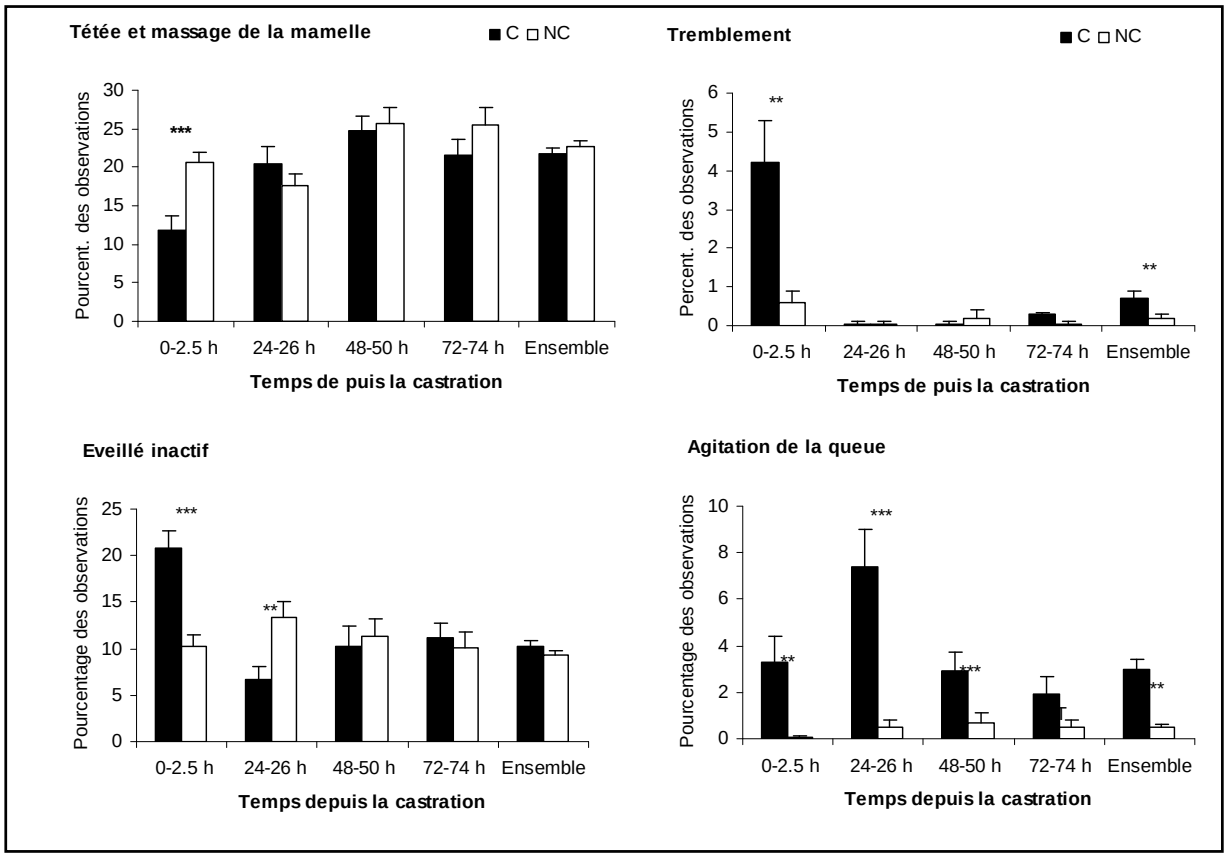


Figure 4. Comparaison de quelques comportements de porcelets castrés à 5 jours d'âge (C) ou non (NC) à différents moments par rapport au traitement (Hay et al., 2003), différence significative entre les groupes à P < 0,01 (**) et à P < 0,001 (***)

Outre les comportements automatiques de retrait et ceux de défense, il existe un certain nombre d'autres comportements qui concernent directement la zone douloureuse et sont donc relativement faciles à interpréter. Il s'agit par exemple de léchages ou de grattages qui permettent probablement de soulager la douleur en masquant les signaux nociceptifs. En effet, l'activation des nocicepteurs peut être inhibée par l'activation simultanée de récepteurs sensoriels non nociceptifs situés au niveau de la peau (revue bibliographique : Guirimand & Le Bars, 1996; Melzack & Wall, 1965). Ainsi, les veaux lèchent plus souvent le bout de queue après la coupe de la queue (Eicher et al., 2000) ou la zone scrotale dans les 48 jours suivant une castration (Molony et al., 1995). Des léchages sont également observés dans des tests de stimulation nociceptive (Herskin et al., 2003; Veissier et al., 2000). Chez le porc, on n'observe pas de léchage probablement pour des raisons anatomiques. Par contre, on observe des comportements de grattage du scrotum ((Hay et al., 2003; Llamas Moya et al., 2008) (Figure 4) ou des postures en chien assis dans les jours suivant la castration chirurgicale (Llamas Moya et al., 2008). De même dans des tests de stimulation nociceptive, des grattages de la zone stimulée sont observés (Herskin et al., 2009; Jarvis et al., 1997). D'autres comportements assez proches peuvent être observés : mouvements de la tête pour atteindre la zone douloureuse chez l'agneau après la castration et/ou la coupe de la queue (revue bibliographique : Molony et al., 2002), frottement des mâchoires l'une contre l'autre après l'épointage des dents chez le porc (Bataille et al., 2002a; Noonan et al., 1994).

A côté de ces comportements de stimulation de la zone douloureuse, il existe des comportements d'évitement de la zone douloureuse ainsi que des postures antalgiques.

L'exemple le plus classique est le comportement de boiterie : les lésions au niveau du pied entrainent fréquemment une suppression de l'appui et un score de boiterie (note donnée en fonction de l'intensité des modifications de l'appui et de la démarche) élevé chez les bovins (Flower & Weary, 2006; O'Callaghan et al., 2003; Whay et al., 1998). L'utilisation d'un traitement analgésique réduit l'intensité de la boiterie chez les bovins démontrant l'influence de la douleur sur ce comportement (Rushen et al., 2007). Après la castration chirurgicale, on observe plus souvent les animaux allongés sur le côté avec les pattes en extension chez le porc (Hay et al., 2004). Après la castration avec des élastiques de striction, on observe également davantage de postures allongées sur le ventre ou sur le côté avec les pattes arrière en extension chez l'agneau (Molony et al., 1993) ou le veau (Robertson et al., 1994). Il arrive également que les animaux aient une posture recroquevillée tout en étant allongés ou soient debout immobiles après la castration (porc : (Hay et al., 2003) ; agneau (Molony et al., 1993)). Ces différentes postures permettraient d'éviter de stimuler la zone douloureuse (revue bibliographique : Molony & Kent, 1997). Des veaux récemment écornés montrent des mouvements vigoureux de la tête et des oreilles qui ne sont pas présents pendant la durée d'action de l'anesthésie locale (Sylvester et al., 2004).

L'agitation de la queue est utilisée comme critère de la douleur aussi bien après la coupe de la queue et plus curieusement après la castration. Ainsi, dès que des porcelets ayant subi la coupe de queue sont remis dans leur loge, ils agitent davantage le moignon de queue ou au contraire le collent plus souvent sous le corps entre les pattes arrières que les porcelets témoins (Noonan et al., 1994; Prunier et al., 2001; Torrey et al., 2009). Dès les premières heures et pendant plusieurs jours après la castration par incision, les porcelets agitent plus souvent la queue que lorsqu'ils sont seulement manipulés ((Hay et al., 2003; Llamas Moya et al., 2008; Wemelsfelder & van Putten, 1985); Figure 4). Ce comportement est retrouvé chez le veau après la castration avec un effet plus marqué lorsque la castration est effectuée par pose d'élastique qu'après incision (Robertson et al., 1994). Ce comportement est très souvent observé dans des tests standardisés où l'agitation de la queue apparait en même temps que des réactions de retrait des membres lors de l'application d'un stimulus nociceptif thermique au niveau de la peau (voir ci-dessus).

Très rapidement après l'intervention chirurgicale, il est possible d'observer des comportements qui se rattachent à l'activation du système sympathique. Ainsi, dans les premières heures qui suivent la castration chirurgicale des porcelets, on observe davantage de tremblements (Hay et al., 2004) même si ceci n'est pas toujours retrouvé (Llamas Moya et al., 2008). Chez l'agneau soumis à la castration (par incision ou par pose d'élastique) ou à la coupe de queue (par coupe au ciseau ou au coupe-queue thermique), des tremblements ont également été observés (Molony et al., 2002) même s'il n'est pas toujours possible de les quantifier car ils sont souvent masqués par les mouvements respiratoires (Lester et al., 1996). Par ailleurs, chez les très jeunes animaux, on observe très souvent des spasmes et des tremblements spontanés pendant le sommeil.

Des altérations générales du comportement sont souvent décrites après une intervention douloureuse. Ces altérations sont difficiles à interpréter car des perturbations de l'environnement physique ou social des animaux ou un état de maladie peuvent également en être à l'origine. Il s'agit par exemple d'une moindre activité à la mamelle (tétée et massage de la mamelle) des porcelets après la castration sans qu'il soit clairement démontré que le comportement de tétée soit inhibé ((Hay et al., 2003; McGlone et al., 1998; McGlone et al., 1993). Chez le veau, la réduction du nombre de tétées après la castration est plus clair (Robertson et al., 1994). L'isolement des animaux ainsi que la désynchronisation des comportements avec les autres animaux de la portée ont également été observés chez le porc après la castration (Hay et al., 2003) ou la coupe de queue (Torrey et al., 2009). Une réduction des déplacements pendant plusieurs jours (Hay et al., 2003; Llamas Moya et al., 2008) et l'augmentation d'un état d'éveil tout en étant inactifs pendant quelques heures sont observés après la castration (Hay et al., 2003). Chez l'agneau, une posture debout immobile en « statue » a également été décrite tout de suite après la castration par incision du scrotum (Molony et al., 1993). Chez l'agneau et le veau, un état d'agitation (les animaux se lèvent et se couchent fréquemment) est décrit pendant plusieurs jours après la pose

d'élastique pour la castration et/ou la coupe de la queue (Lester et al., 1996; Molony et al., 2002; Robertson et al., 1994). Cet état d'agitation semble spécifique de la pose d'élastique car elle n'est pas retrouvée après la castration ou la coupe de la queue au scalpel ((Lester et al., 1996; Molony et al., 1993; Sylvester et al., 2004). Dans d'autres situations comme après l'écornage chez le veau, on observe une diminution de l'activité générale (Sylvester et al., 2004). De même, des vaches ayant une douleur viscérale induite par réticula-péritonite traumatique diminuent leur durée d'activité locomotrice de 70 à 90% (Rialland et al., 2008). Il est intéressant de noter que dans cette étude, le groupe pour lequel l'intensité douloureuse est maximale a une activité accrue dans un deuxième temps, témoignant d'une modification du comportement. De la même manière, on observe parfois une augmentation de l'alimentation et de l'activité générale après des procédures douloureuses chez des génisses (Eicher et al., 2000) ou des agneaux (Mellor & Murray, 1989b). Ces activations comportementales pourraient être expliquées comme des comportements redirigés de l'animal lui permettant « d'atténuer » sa douleur. Il semblerait que cette « redirection » de l'activité alimentaire ou exploratoire ne soit présente que dans les cas de douleurs légères. La douleur peut donc être révélée par une diminution mais également par une augmentation de l'activité comportementale. Enfin, une diminution de la réactivité des animaux à l'approche de l'homme ou à la manipulation en dehors de la zone douloureuse a été mise en évidence après la castration par incision du scrotum ou pose d'un élastique chez l'agneau (Thornton & Waterman-Pearson, 1999). En fait, l'animal réagit beaucoup moins par la fuite ou l'évitement et, cette passivité est réduite par l'application d'une anesthésie locale dans le cas de la castration par élastique mais augmentée dans le cas de la castration par incision. Une diminution de la réactivité peut également être observée face à un stimulus auquel l'animal doit répondre, telle que l'approche de l'homme par exemple (Thornton & Waterman-Pearson, 1999). A l'opposé, une plus grande agressivité des animaux vis-à-vis de l'homme ou des congénères est souvent observée lors de situations douloureuses (Mellor et al., 2000; Molony et al., 2002; Molony et al., 1993; Seksel, 2008). En effet, la douleur peut modifier la tolérance à la manipulation et induire des comportements agressifs qui correspondent à des comportements de défense (voir ci-dessus).

Il existe des comportements spécifiques aux ruminants qui peuvent être considérés comme des indicateurs de la douleur mais qui sont aussi observés dans d'autres situations. C'est le cas par exemple du retroussement de la lèvre supérieure avec ou sans retroussement de la lèvre inférieure (Molony et al., 2002). Cette mimique inclus le flehmen* très caractéristique chez le cheval et rappelle les mimiques faciales observées en cas de douleur chez l'homme qui sont d'ailleurs utilisées dans certaines grilles d'évaluation (Herr et al., 2006a). La diminution de la rumination peut également être considérée comme un indicateur de la douleur (revue bibliographique : Seksel, 2008). Ainsi, chez le veau après écornage, la rumination diminue excepté lors des deux heures qui suivent l'injection d'un anesthésique local (Sylvester et al., 2004).

Les animaux apprennent très vite à éviter la douleur. Ces capacités d'apprentissage ont d'ailleurs été utilisées dans de très nombreuses expériences de comportement basées sur le conditionnement des animaux. Elles peuvent également être mises à profit pour montrer de façon indirecte qu'une procédure est douloureuse. Ainsi Rushen (1990) a entrainé des moutons à traverser une arène en courant et a démontré que si les animaux subissaient une électro-immobilisation à la fin de la course, cela augmentait le temps nécessaire pour traverser l'arène dans les essais suivants.

De très nombreuses altérations comportementales observées après des interventions douloureuses sont minorées lorsqu'un traitement antalgique et notamment une anesthésie locale est appliqué (Tableau 4) ce qui constitue, au moins en partie, une validation de ces critères.

Tableau 4. Modifications comportementales détectées lors de douleurs provoquées (castration ou coupe de queue ou écornage) sur des jeunes veaux (Graf & Senn, 1999;

Grondahl-Nielsen et al., 1999; McMeekan et al., 1998; Molony et al., 1995; Petrie et al., 1995; Rialland et al., 2008; Robertson et al., 1994; Sylvester et al., 2004; Thüer et al., 2007).

Protocole analgésique étudié	**Pendant la procédure douloureuse**	**De 0 à 8 heures après la procédure douloureuse**
Aucune analgésie	Agitation, réactions de retrait	Immobilisme • Mouvements de queue, d'oreilles, de la tête et du cou • Modifications de posture : dos voussé, suppression d'appui, décubitus fréquent, diminution des déplacements • Modification du comportement alimentaire : baisse de l'ingestion, hypomotilité ruminale Piétinement Coups de pied dans l'abdomen Myoclonies Tics (léchage) Couché Abattement Vocalisations
Administration Lidocaïne 2% (anesthésie locorégionale)	Réponse faible à absente	Mouvements de queue, d'oreilles, de la tête et du cou Vocalisations Modifications modérées : piétinements, alternance couché/debout
Administration Lidocaïne 2% (anesthésie locorégionale) + alpha2agoniste (xylazine)	Réponse faible à absente	Légère agitation
Administration Lidocaïne 2% (anesthésie locorégionale) + anti-inflammatoire non stéroïdien	Réponse faible à absente	Réponse identique au groupe témoin (n'ayant pas subi la procédure douloureuse)
Administration Lidocaïne 2% (anesthésie locorégionale) + anti-inflammatoire non stéroïdien + alpha2agoniste (xylazine)	Réponse faible à absente	Réponse identique au groupe témoin (n'ayant pas subi la procédure douloureuse)

Les réponses comportementales à la même stimulation nociceptive varient au cours du temps. Elles peuvent être modulées par des mécanismes d'analgésie endogène qui se mettent en place en réponse à la douleur elle-même. Elles peuvent être également modifiées par des états physiologiques particuliers, comme la gestation et la mise bas. Ainsi, il a été montré chez la truie que le seuil de sensibilité à la douleur est augmentée pendant la mise bas et que cette augmentation commence dans les jours précédant la mise bas, probablement en lien avec l'accroissement de la production d'opiacés endogènes (Jarvis et al., 1997).

3.3.2. Chez les oiseaux

La plupart des critères comportementaux cités ci-après ont été décrits lors de tests d'application d'un stimulus nociceptif, après des interventions douloureuses ou chez des animaux souffrant de troubles locomoteurs. La description détaillée des interventions douloureuses sera effectuée au chapitre 4. Certains des comportements indicateurs de la douleur ont été validés en comparant des animaux ayant reçu ou non un traitement antalgique.

Des comportements automatiques de retrait sont mis en évidence lors de stimulations nociceptives d'origine thermique ou mécanique dans des tests standardisés. Il s'agit par exemple du retrait de la patte lorsqu'elle est plongée dans l'eau chaude (Evrard & Balthazart, 2002). Comme dans les espèces mammaliennes, des réactions de fuite ou de retrait sont observées lorsque des zones douloureuses sont stimulées. Les comportements de défense pendant une intervention douloureuse sont également très fréquents. Par exemple, lors de l'arrachage répété des plumes, on observe que les animaux s'agitent et essaient de s'échapper (sauts, battements d'ailes), au moins dans un premier temps (Gentle & Hunter, 1991).

Les vocalisations peuvent comme chez les mammifères être utilisées pour identifier la douleur. Par exemple, lors de l'arrachage répété des plumes, on observe des vocalisations chez certains animaux, au moins dans un premier temps, (Gentle & Hunter, 1991). Dans son répertoire vocal de la poule de Jungle, Collias (1987) décrit les cris exprimés lorsque les poules reçoivent un coup de bec de leurs congénères. Cette plainte est caractérisée par une émission de courte durée (0,1 à 0,2 secondes) et qui peut atteindre des hautes fréquences (>8 kHz). Cette plainte est décrite comme modérément bruyante, plus faible que les cris de détresse émis lors de la capture. L'analyse spectrométrique reste cependant beaucoup moins élaborée que ce qui a pu être fait chez le porc pour caractériser précisément les vocalisations émises lors de la douleur liée à la castration. L'enregistrement des vocalisations à l'échelle de parquets entiers de poules pondeuses révèle que les parquets où il existe du picage émettent plus de vocalisations et en particulier, plus des plaintes telles que celles précédemment décrites (Bright, 2008).

Comme les mammifères, les oiseaux peuvent réduire certains mouvements spontanés ou adopter des postures particulières pour éviter de stimuler les zones douloureuses. Ainsi, chez le poulet et le dindon, un épointage tardif du bec entraîne une réduction des coups de bec. Il est possible de compter le nombre de coups de becs donnés en réponse à un stimulus visuel pour évaluer la douleur induite par l'épointage du bec (Gentle & Hunter, 1991). Cette ablation de la pointe du bec peut également réduire temporairement la prise alimentaire, la prise de boisson et le toilettage. Comme chez les mammifères, on observe des phénomènes de boiterie pour éviter de stimuler des douleurs de l'appareil locomoteur. Il peut s'agir d'un simple défaut de positionnement de la patte, mais également de suppressions complètes de l'appui sur le membre douloureux (Cherel et al., 1991; Corr et al., 1998; Kestin et al., 1992; Leterrier & Nys, 1992). Lorsqu'ils sont couchés, certains poulets étirent une patte vers l'arrière. Cette posture évoque une position de soulagement, bien qu'il n'y ait pas de confirmation pharmacologique de cette hypothèse. Le temps passé couché ou sur une seule patte diminue lors d'un traitement antalgique (AINS ou anesthésique local) avec des effets qui dépendent de la dose utilisée suggérant très fortement l'implication de la douleur dans ces phénomènes (Hocking et al., 1997; Hocking et al., 2001). Les anomalies de la démarche se traduisent par des irrégularités de la longueur du pas, et chez les volailles de chair particulièrement par un dandinement (mouvement latéro-latéral exacerbé). Ces modifications ont été quantifiées par des analyses cinétiques chez le poulet, la poule et le dindon (Abourachid & Renous, 1993; Corr et al., 1998; Reiter & Bessei, 1996; Reiter & Bessei, 1997; Resh-Magras et al., 1993). Les poulets atteints de dyschondroplasie* tibiale (anomalie du cartilage de croissance au niveau du tibiotarse proximal) présentent des anomalies de la démarche plus sévères que les animaux sans lésion. Lorsque la boiterie est très importante, les animaux s'aident de leurs ailes pour avancer (Kestin et al., 1992)

La douleur a des conséquences sur le comportement général des volailles. Les poulets présentant une boiterie (note de démarche égale ou supérieure à 3 d'après la classification de Kestin et al., 1992) passent plus de temps couchés et moins de temps à marcher (Hocking et al., 1997; Hocking et al., 2001; Weeks et al., 2000). Ces animaux se nourrissent moins fréquemment (Weeks et al., 1997) et restent couchés pendant la moitié du temps passé à manger alors que les animaux sains restent debout (Weeks et al., 2000). De la même manière, les troubles locomoteurs réduisent l'activité physique des dindons (Duncan et al., 1991). La réduction du toilettage peut être utilisée comme un signe indicateur de la douleur (Seksel, 2008). Ainsi des poulets atteints de dyschondroplasie qui présentent des

anomalies de la démarche pratiquent moins souvent les bains de poussière (Vestergaard & Sanotra, 1999). Cependant, dans certains cas, le toilettage augmente comme cela a été montré chez des poulets souffrant de troubles locomoteurs (Hocking et al., 1997; Hocking et al., 2001). Ceci peut de nouveau être interprété comme une activité redirigée, les animaux ayant du mal à effectuer d'autres comportements. Dans certaines situations, il semble que les animaux ne pouvant pas échapper à des stimulations douloureuses adoptent une attitude « résignée » et cessent de montrer des réactions de défense et d'évitement. Ainsi, lors de l'arrachage répété des plumes, on observe des modifications comportementales phasiques avec, dans un premier temps, des réactions de défense puis les animaux s'accroupissent et restent immobiles (Gentle & Hunter, 1991). Les poules victimes de picage finissent par adopter une posture couchée, tête rentrée (Gentle & Hunter, 1991). Cette posture « tête rentrée » est retrouvée chez les animaux malades qui parfois restent debout immobiles, plumes ébouriffées et yeux mi-clos. Il se peut que cette posture liée à la maladie (troubles respiratoires, digestifs ou autre) soit accompagnée de phénomènes douloureux qui inhiberaient l'activité de l'animal, mais aucune étude expérimentale ne permet de le confirmer. Les poules se tiennent alors tête et queue basses et ferment périodiquement les yeux.

Outre que les modifications douloureuses liées à une même stimulation varient au cours du temps et en fonction de l'animal, elles peuvent également être modulées par des mécanismes d'analgésie endogène. Ainsi, chez la poule, le comportement de ponte va atténuer, voire stopper les suppressions d'appui qu'entraîne une arthrite expérimentale (Gentle & Corr, 1995). De même, une forte motivation alimentaire peut supprimer l'expression de la douleur articulaire chez le poulet (Wylie & Gentle, 1998).

3.3.3. Chez les poissons

Un certain nombre d'études expérimentales réalisées chez les poissons ont montré que l'application d'un stimulus nociceptif a des conséquences sur le comportement au-delà d'une simple réponse reflexe de retrait. Les réponses réflexes interviennent instantanément et pour une courte durée (quelques minutes) alors que les réponses comportementales déclenchées par le stimulus nociceptif peuvent durer beaucoup plus longtemps (plusieurs heures). Ainsi, chez des truites ayant reçu une injection sous-cutanée d'acide acétique, on observe une augmentation du rythme respiratoire, un arrêt de la prise d'aliment, des comportements de néophobie après exposition à un objet inhabituel et des comportements anormaux tels que le frottement de la zone épidermique traitée contre les parois de l'aquarium et un balancement du corps de droite et de gauche (Sneddon et al., 2003a; Sneddon et al., 2003b). Ces comportements semblent bien être directement associés au caractère nociceptif de l'injection d'acide puisqu'un traitement analgésique (morphine), appliqué chez ces truites a pour effet de réduire les perturbations comportementales précédemment décrites (Sneddon, 2003). Dans les expériences réalisées, l'injection d'acide provoque une lésion des tissus et probablement une réaction inflammatoire qui augmente et prolonge le caractère nociceptif de la lésion. Au-delà de ces travaux expérimentaux et de plusieurs études montrant, chez certaines espèces de poissons, la capacité d'apprendre à éviter un stimulus nociceptif (Portavella et al., 2004; Portavella et al., 2002), très peu d'études ont été consacrées aux relations entre comportement et nociception chez les poissons. En particulier, ces réponses comportementales n'ont pas fait l'objet d'une analyse systématique dans des tests standardisées qui auraient alors permis d'évaluer l'impact de traitements potentiellement nociceptifs en situation d'élevage.

3.3.4. Au moment de l'abattage

Les combats (porcs, bovins), les comportements de chevauchement (taurillons), les glissades et chutes (toutes les espèces) peuvent être causes de douleurs et sont relevés dans un certain nombre d'articles (Lensink et al., 2001; Raj et al., 1992; Tarrant et al., 1988; Terlouw et al., 2009; Terlouw et al., 2008; Warriss & Brown, 1985).

En conclusion, les critères comportementaux sont des critères sensibles pour détecter la douleur et peuvent être utilisés sur le terrain, en élevage ou à l'abattoir. Ils nécessitent cependant d'importantes précautions méthodologiques et leur interprétation doit tenir compte des conditions d'observation, de l'espèce considérée, du stade physiologique et de l'historique de l'animal. Les observateurs doivent être suffisamment formés pour reconnaître et interpréter les comportements indicateurs de douleurs.

3.4. Critères zootechniques

Sachant que la douleur peut avoir des conséquences négatives sur l'appétit et sur un certain nombre de comportements des animaux, ainsi que sur la sécrétion des hormones du stress qui ont elles-mêmes des effets importants sur le métabolisme des animaux, on peut s'attendre à une baisse des performances zootechniques en particulier de la vitesse de croissance, de la production laitière, de la ponte des œufs ou de la conversion alimentaire. Cependant, ces modifications étant les conséquences des altérations comportementales et physiologiques, elles apparaissent a priori dans un second temps et seulement si ces altérations se maintiennent suffisamment longtemps. Elles peuvent malgré tout constituer un critère d'alerte notamment lorsque l'observation individuelle des animaux n'est pas possible. Par ailleurs, la mortalité* des animaux peut être considérée comme un indicateur de la douleur au niveau de l'élevage car il est très probable que la mort des animaux est précédée de phénomènes douloureux.

3.4.1. Chez le porc et les ruminants

L'effet de la douleur par elle-même sur les performances des bovins n'a fait l'objet que d'un faible nombre d'études. Ses conséquences néfastes sont suggérées ou extrapolées par nombre de travaux portant sur l'impact zootechnique et économique du stress ou des troubles de santé chez les bovins.

Le stress exerce un effet négatif sur les performances de reproduction des bovins, et ce aussi bien chez les mâles que les femelles (revue bibliographique : von Borell et al., 2007a). L'effet observé résulte d'interférences avec les sécrétions hormonales impliquées dans la régulation de la fonction de reproduction (Tilbrook et al., 2000). Chez le taureau, l'électro-éjaculation est reconnue douloureuse et stressante (Bath, 1998). Chez des taureaux soumis à cette procédure, on constate une augmentation des concentrations plasmatiques de cortisol et de progestérone mais une diminution marquée des teneurs sanguines en LH (luteinizing hormone) et en testostérone (Welsh & Johnson, 1981). Ces anomalies sont associées à une altération de la qualité et une moindre quantité de sperme produite par ces animaux en comparaison de taureaux témoins.

Chez les femelles, l'effet néfaste du stress engendré par la douleur est démontré sur l'expression des chaleurs. Ainsi, au sein d'un lot de génisses, 28,5% des animaux soumis à des chocs électriques répétés ne manifestent pas de comportement de chaleur en rapport avec une insuffisance hormonale (Stoebel & Moberg, 1982). De plus, après stimulation électrique, les concentrations de cortisol sont nettement augmentées.

Les troubles locomoteurs sont particulièrement intéressants pour souligner l'effet négatif de la douleur sur les performances zootechniques des bovins. Il s'exerce non seulement sur les performances de reproduction dans les deux sexes, mais également sur la production de lait des vaches laitières. Une étude menée sur 34 taureaux réformés pour cause d'hypofertilité révèle que 30 d'entre eux présentaient au moins une lésion articulaire (Persson et al., 2007). L'impact des troubles locomoteurs sur les performances de reproduction des femelles est bien documenté. Une étude effectuée sur environ 1800 femelles Prim' Holstein conclue ainsi que les vaches qui boitent au cours des 70 premiers jours postpartum ont significativement moins de chances d'être gestantes que les non-boiteuses (Bicalho et al., 2007). De même, une étude menée en France démontre que les troubles locomoteurs en début de lactation allongent de 6 à 30 jours l'intervalle entre deux vêlages* successifs (Fourichon et al., 2000). Par ailleurs, la fréquence des kystes ovariens 30 jours après le vêlage est supérieure chez les vaches boiteuses (25,0% contre 11,1% pour

les vaches saines) et le taux de réussite en première insémination artificielle est inférieur (17,5% contre 42,6%) (Melendez et al., 2003). Les troubles locomoteurs pénalisent également la production de lait. Ainsi, selon la gravité des signes cliniques et la rapidité d'intervention de l'éleveur, ils peuvent occasionner des pertes de lait allant de 80 à 350 kg sur une lactation (Fourichon et al., 1999). Enfin, le risque qu'une vache laitière soit réformée est multiplié entre 1,2 et 8,4 selon les études si elle a boité pendant la lactation (revue bibliographique (Beaudeau et al., 2000).

L'impact économique d'autres maladies (par exemple les infections intra-mammaires) a été quantifié chez les bovins laitiers sans qu'on puisse déterminer la part attribuable à la maladie elle-même ou à la douleur. Néanmoins, sur la base d'études comparant des animaux malades traités ou non avec des analgésiques, on en déduit que la composante douloureuse intervient dans les pertes économiques engendrées par les troubles de santé (Eshraghi et al., 1999; Fitzpatrick et al., 1999).

Chez les bovins du troupeau allaitant, on ne dispose de quasiment aucune étude. Une étude menée en 2002 a décrit les pertes de GMQ* (gain moyen quotidien) associées à la castration, en comparant les résultats obtenus sur des bovins castrés avec ou sans anesthésie et/ou analgésie (Earley & Crowe, 2002). Cette étude montre que réduire la douleur due à la castration par une anesthésie locale permet de limiter la perte de poids consécutive à cette intervention (Figure 5).

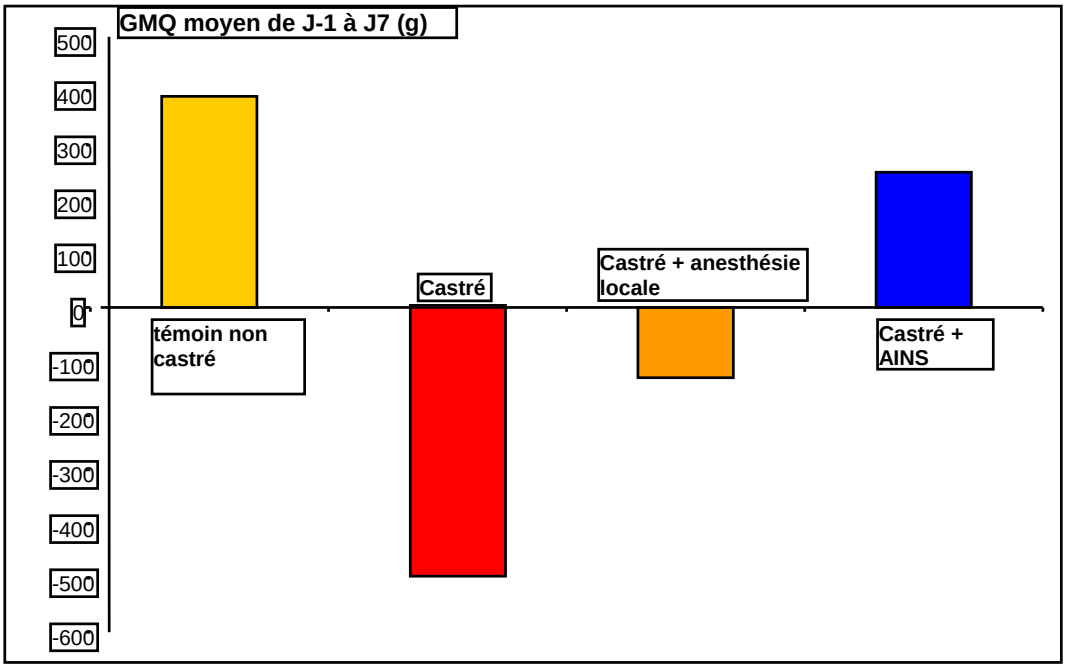


Figure 5. Influence d'une anesthésie locale ou d'un traitement anti-inflammatoire non stéroïdien (analgésie = AINS) sur la variation de la croissance (GMQ*) pendant les 7 premiers jours suivant la castration chirurgicale chez le veau (Earley & Crowe, 2002).

Chez le porc, plusieurs auteurs ont recherché l'impact de la castration et de l'épointage des dents sur la croissance des porcelets. Les conclusions concernant l'effet de l'épointage des dents de tous les porcelets d'une portée sur leur croissance en phase d'allaitement sont divergentes (cf. chapitre 4). Cependant, en cas d'épointage sélectif des dents (seuls les porcelets les plus lourds d'une portée ont les dents épointés), les travaux montrent clairement un effet négatif de la coupe des dents à la pince sur la croissance des porcelets la subissant (Bataille et al., 2002b; Fraser & Thompson, 1991; Robert et al., 1995; Weary & Fraser, 1999). La coupe de la queue le lendemain de la naissance ne semble pas avoir d'effet sur la vitesse de croissance des porcelets pendant la première semaine de vie (Prunier et al., 2001; Torrey et al., 2009). La castration n'a pas non plus d'impact sur la

vitesse de croissance des porcelets, sauf peut-être lorsqu'elle est effectuée sur de très jeunes animaux. En effet, il a été montré une réduction significative de la vitesse de croissance lorsque la castration est réalisée le lendemain de la naissance (Kielly et al., 1999; McGlone & Hellman, 1988) qui pourrait s'expliquer par une pénalisation des porcelets castrés pour obtenir les meilleures mamelles au moment où se met en place l'ordre de tétée.

3.4.2. Chez les oiseaux

Le picage chez les poules pondeuses peut entraîner des chutes de ponte liées probablement au fait que les victimes de coups de bec répétés ont un comportement apathique et réduisent leur prise alimentaire. Pour pallier ce problème, les volailles sont épointées (ablation de l'extrémité supérieure du bec). Cet épointage peut lui aussi conduire à des baisses de performances car il est suivi dans certains cas d'une baisse d'ingestion qui peut retentir sur la croissance. Chez le dindon, les mâles débecqués à l'éclosion ont une croissance supérieure aux mâles non débecqués, alors que chez les femelles l'effet est variable (Cunningham et al., 1992).

Les boiteries peuvent engendrer des baisses de croissance, voire de la mortalité (Bizeray et al., 2004). Chez le dindon, les lésions dégénératives de la hanche entraînent une chute de l'activité sexuelle et donc de la fertilité (Duncan et al., 1991).

Globalement, il existe peu de données sur les conséquences zootechniques de la douleur en dehors de ces deux cas car la mise en relation de la douleur avec les performances reste difficile. Par ailleurs, il n'est pas possible d'évaluer les performances individuelles des animaux en aviculture, ce qui rend difficile l'utilisation de critères zootechniques lorsqu'un faible pourcentage d'animaux est concerné.

3.4.3. Chez les poissons

Comme chez les autres vertébrés, l'exposition à des situations de stress a des conséquences négatives sur des fonctions comme la croissance, la reproduction, l'immunité, ou l'adaptation des poissons et donc sur les performances des animaux en élevage (Barton & Iwama, 1991). Cependant, aucune étude n'a été réalisée sur les effets de stimuli nociceptifs sur les performances zootechniques des poissons.

En conclusion, peu d'études permettent d'évaluer l'impact de la douleur per se sur les performances zootechniques des animaux d'élevage. Les critères zootechniques sont donc peu pertinents pour évaluer la douleur et seront le plus souvent utilisés en critères complémentaires ou en critères d'alerte, notamment lorsque l'observation individuelle des animaux est impossible.

3.5. Echelles multiparamétriques

Les critères comportementaux sont les plus faciles à mettre en œuvre dans les situations d'élevages commerciaux. Ils peuvent être utilisés aussi bien par les vétérinaires que les éleveurs même si une formation est nécessaire. Ils sont d'ailleurs privilégiés par les vétérinaires de terrain comme le montrent les résultats d'une enquête récente (Tableaux 5 et 6). On peut y adjoindre des critères zootechniques tout en ayant conscience que des animaux qui ont mal peuvent avoir des performances tout à fait correctes. Par contre, une détérioration des performances doit amener l'éleveur à s'interroger et à rechercher si un problème de douleur n'est pas en cause. Certains paramètres physiologiques simples comme une modification du rythme respiratoire peuvent être ajoutés.

Tableau 5. Avis de 300 des vétérinaires adhérents de la British Cattle Veterinary Association (BCVA) sur la nature des signes évocateurs de douleur chez les bovins (Watts & Clarke, 2000).

Signes de douleur rapportés par les vétérinaires	Proportion des vétérinaires ayant rapporté chaque signe (%)
Anorexie	44,9
Cris	44,6
Bruxisme	38,3
Abattement	31,6
Mouvement anormaux	29,8
Postures anormales	25,6

Tableau 6. Signes de douleur mentionnés au moins 5 fois par les éleveurs, regroupés par catégories (Roger, 2008).

Types de manifestation	Catégories	Nombre d'occurrences sur 1000
Comportementales	Comportement anormal	262
	Expression anormale	221
	Beuglements / plaintes	204
	Mobilité anormale	199
	Apparence anormale	183
	Posture anormale	145
Physiopathologique	Fièvre	102
	Respiration anormale	51
	Oreilles froides	8
Zootechniques	Baisse de production	77

L'ensemble des réactions physiologiques et comportementales à la douleur ainsi que les baisses de performances zootechniques constituent donc un tableau clinique à partir duquel on peut évaluer la douleur de l'animal de façon objective. L'observation simultanée de plusieurs signes évocateurs de douleur est effectivement corrélée avec une plus forte probabilité que l'animal soit sujet à des douleurs (Hansen, 1997). De plus, le fait que l'accroissement de l'intensité de ces douleurs soit proportionnel à l'accroissement du nombre et de la sévérité des signes observés semble se vérifier et fonde la recommandation d'utiliser des échelles multiparamétriques pour évaluer la douleur chez l'animal (Gaynor & Muir, 2002). En effet, si chaque paramètre pris individuellement ne peut pas refléter à lui seul le degré de douleur, il existe globalement une relation entre l'ensemble des signes cliniques observés et le degré de douleur. Cette observation d'ensemble doit permettre d'en évaluer l'intensité (de faible à sévère), la fréquence (de ponctuelle à continue), la durée (de suraiguë à chronique, par exemple) et la qualité (voir la nomenclature des différentes douleurs dans le Chapitre 2). Ces échelles doivent permettre de décider s'il faut traiter la douleur et comment, d'apprécier l'efficacité d'un traitement et de suivre l'évolution de la douleur d'un sujet sur une période donnée.

3.5.1. Chez le porc et les ruminants

Mise à part une échelle à l'étude pour les douleurs viscérales des bovins (Rialland et al., 2007), il n'existe pas à proprement parler d'échelles multiparamétriques dans ces espèces, mais des grilles d'évaluation relativement simples existent pour détecter les problèmes

locomoteurs, en particulier chez les bovins. Une boiterie traduit essentiellement la douleur induite par un trouble locomoteur. De ce fait, donner un score de boiterie revient globalement à évaluer l'intensité de la douleur qu'elle révèle. De nombreux systèmes de notation des boiteries ont donc été mis au point chez la vache laitière (Flower & Weary, 2006; Rajkondawar et al., 2006; Sprecher et al., 1997; Thomsen et al., 2008) laitières fondée sur l'observation à la fois de la posture et de la démarche (Tableaux 7 et 8). Elle reprend en partie les systèmes antérieurement proposés (Flower & Weary, 2006; Rajkondawar et al., 2006; Sprecher et al., 1997) en y apportant des améliorations. Selon leurs créateurs, ce nouveau système peut se montrer utile en conditions de terrain pour noter les boiteries des vaches laitières, et présente trois avantages :

- Il est simple d'utilisation ;
- Toutes les vaches relèvent de l'une des 5 catégories identifiées ;
- Il tient compte du comportement du bovin lorsqu'il se lève et se couche.

Des systèmes de notation des boiteries existent également chez le porc (Main et al., 2000; Zoric et al., 2009).

Tableau 7. Grille de notation des boiteries des vaches laitières (d'après Thomsen et al., 2008)

	Catégorie de boiterie	Allure irrégulière	Lordose* en mouvements	Lordose au repos	Foulées courtes	Hochement de tête	Atteinte évidente d'un membre	Refus de porter du poids
1	Pas de boiterie	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
2	Démarche irrégulière	Oui	Oui	Non	(Oui)[a]	Non	Non	Non
3	Boiterie légère	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
4	Boiterie marquée	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
5	Boiterie sévère	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

[a]La démarche irrégulière et les foulées courtes peuvent ne pas être évidentes.

Des grilles plus complexes seraient à développer pour évaluer la douleur en élevage au-delà des boiteries. Les critères comportementaux et lésionnels seraient utilisables aussi bien en élevages de porcs que de ruminants. Les observations pourraient être réalisées aussi bien par les vétérinaires que par les éleveurs ou les techniciens qui suivent l'élevage, même si une formation serait probablement nécessaire pour cette dernière catégorie de personnel. On pourrait y adjoindre des critères de mortalité et de performance de production tout en sachant que ces critères sont généralement moins sensibles que les critères comportementaux. Certains paramètres physiologiques simples comme la modification du rythme respiratoire pourraient y être ajoutés. Ces grilles pourraient être construites en reprenant certains critères retenus dans le projet Welfare Quality® pour évaluer le bien-être des animaux en élevage. Il s'agit en particulier des critères lésionnels et liés à la santé (boiterie, toux, diarrhée). Les informations en provenance des abattoirs sur les saisies partielles ou totales des carcasses en lien avec les problèmes de santé ou de cannibalisme (cas du porc) pourraient y être adjointes.

Tableau 8. Grille détaillée de notation des boiteries des vaches laitières. (d'après Thomsen et al., 2008)

Catégorie de boiterie	Description des comportements des bovins de chaque catégorie
1 Normale	La vache marche normalement. Son dos est plat le plus souvent, qu'elle se déplace ou non. Pas de signes de boiteries ou d'allure irrégulière. Pas de signe de report de poids entre les membres. Pas de signes d'oscillations de la tête lorsque la vache se déplace.
2 Allure irrégulière	La vache marche (presque) normalement ; pas de signe évident de boiterie. Le plus souvent, son dos est plat lorsqu'elle se tient debout, mais devient vouté lorsqu'elle se déplace. Pas de signes d'oscillations de la tête lorsque la vache se déplace. La foulée peut être légèrement irrégulière et courtes.
3 Boiterie légère	Allure anormale. Foulées courtes pour au moins un membre. Le plus souvent, le dos est vouté, que la vache se déplace ou non. Le plus souvent, la vache n'oscille pas de la tête en marchant. Il n'est le plus souvent pas possible d'identifier le membre atteint.
4 Boiterie marquée	La vache boite manifestement d'un ou de plusieurs membres. Le plus souvent, le dos est vouté, que la vache se déplace ou non. Le plus souvent, la vache oscille de la tête en marchant. Il est le plus souvent possible d'identifier le membre atteint.
5 Boiterie sévère	La vache boite manifestement d'un ou de plusieurs membres. Elle est incapable, refuse ou évite autant que possible d'utiliser le membre atteint. Le plus souvent, le dos est vouté, que la vache se déplace ou non. Le plus souvent, la vache oscille de la tête en marchant.

3.5.2. Chez les oiseaux

Il n'existe pas d'échelle multiparamétrique chez les volailles que ce soit pour détecter ou pour mesurer l'intensité de la douleur. Seules sont disponibles des grilles basées sur l'observation des animaux et qui permettent par exemple de mesurer la sévérité des anomalies locomotrices (Garner et al., 2002; Kestin et al., 1992). L'échelle de Kestin et al. (1992) s'étend d'une note de zéro aux animaux ayant une démarche normale jusqu'à une note de 5 chez l'animal ne pouvant plus se déplacer et considère que le bien-être est compromis dès la note 3 (26% des animaux dans son étude). Une épreuve pharmacologique utilisant des doses croissantes d'analgésique (carprofène) pour améliorer la démarche suggèrent que les phénomènes douloureux existent chez les poulets classés « boiteux », c'est-à-dire qui ont une note de 3 ou plus (Danbury et al., 2000; McGeowin et al., 1999). La grille de Garner et al (2002) a permis d'améliorer la grille de Kestin avec pour conséquence de réduire la variabilité entre mesures pour un même observateur.

Pour développer des grilles multiparamétriques chez les oiseaux, il faudra prendre en compte le fait qu'elles porteront sur de très grands effectifs d'animaux mis en jeu. Du coup, les critères comportementaux semblent difficiles à utiliser et l'évaluation pourrait plutôt reposer sur des critères lésionnels et zootechniques.

3.5.3. Echelles multiparamétriques existantes

Les grilles d'évaluation multiparamétriques disponibles concernent les rongeurs, le suivi post-opératoire des animaux de compagnie (chien et chat) et le cheval. Elles ne sont donc pas directement utilisables pour le porc, les bovins, les ovins et les volailles en situation d'élevage mais nous les décrirons à titre d'exemples. Ces grilles ont pour trait commun la grande importance accordée aux paramètres comportementaux. Le plus souvent, il s'agit de détecter des comportements déviant de l'éthogramme « normal » et induits par la présence de douleurs. Or les manifestations comportementales sont, plus encore que les signes

cliniques physiologiques, très spécifiques de l'espèce, de la race, du tempérament individuel et de la situation rencontrée. De plus, la localisation et la nature même de la douleur ainsi que son origine ont une influence sur ces manifestations. Il convient donc de valider les critères comportementaux spécifiques d'une situation pour chaque espèce et stade physiologique.

De nombreuses grilles multiparamétriques ont été proposées pour diverses situations chez les animaux de compagnie : le score de Matthews (2000), la grille de Pibarot (1997), la grille de Morton et Griffiths (1985), le score de Sammarco (Budsberg et al., 2002; Conzemius et al., 1997) et la grille du Colorado (Paul-Murphy & Fialkowski, 2001). Plus récemment, une grille d'évaluation regroupe plusieurs caractères comportementaux bien établis afin de juger de leur intensité pour chacun, puis obtenir un score total (Holton et al., 2001; Morton et al., 2005). Trois autres grilles plus récentes ont fait l'objet d'une validation statistique : la grille dite de Melbourne (Firth & Haldane, 1999), la grille de Glasgow (Holton et al., 2001; Morton et al., 2005), et la grille de 4AVet (Laboissière, 2006). Ces grilles ont des points communs, notamment l'importance des paramètres comportementaux. Elles sont très largement inspirées de celles employées en pédiatrie basées également sur l'hétéro-évaluation. En France, l'échelle la plus utilisée en médecine vétérinaire est l'échelle 4AVet. Cette grille paramétrique d'évaluation de la douleur élaborée par l'Association Vétérinaire pour l'Anesthésie et l'Analgésie Animale (www.4AVet.org, Tableau 9) prend en compte les points suivants : l'appréciation globale subjective, l'attitude générale, le comportement interactif avec l'observateur, la fréquence cardiaque, la réaction à la manipulation de la zone opératoire et l'intensité de cette réaction. A chaque paramètre un score est attribué et le score total permettra d'évaluer la douleur. Ce type d'échelle permet de limiter la variabilité entre observateurs (Ashley et al., 2005). Il permet ensuite d'aboutir à un score que l'on rapporte à la classification de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) qui définit trois paliers de douleur : absence de douleur, douleur faible (Palier 1), douleur modérée (Palier 2), douleur intense (Palier 3). Dans la pratique, cette classification permet d'orienter le traitement de la douleur vers trois types de traitements faisant appel à des classes d'analgésiques de puissance croissante (palier 1 : AINS tel que le kétoprofène, la flunixine, le diclofénac ou le méloxicam ; palier 2 : morphinique faible tel que la codéine + AINS ; palier 3 : morphinique fort tel que le butorphanol + AINS) ou bien vers des techniques antalgiques non pharmacologiques. Des adaptations de cette échelle sont à l'étude pour l'évaluation par exemple des douleurs postopératoires orthopédiques chez le chaton, ou des douleurs chroniques chez le chien âgé (Bichot et al., 2007). Certaines de ces échelles ont été validées (analyse de la reproductibilité, de la sensibilité et de la spécificité) en comparant les scores donnés par différents observateurs à des animaux subissant ou non une intervention chirurgicale (Firth & Haldane, 1999; Rialland et al., 2009).

D'autres échelles ont été adaptées chez le cheval pour les suivi des douleurs après une laparotomie*, une intervention de chirurgie orthopédique (Graubner, 2008; Pritchett et al., 2003) ou une injection dans une articulation du pied d'amphotericine-B pour créer un modèle de douleur articulaire (Bussieres et al., 2008), Tableau 10). Cette dernière échelle développée à titre expérimental a été testée en comparant des chevaux sans douleur articulaire et des chevaux avec douleurs induites recevant différents types de traitements contre la douleur pour créer différentes intensités de douleur. Les résultats suggèrent que les critères comportementaux, notamment la posture, les coups de pied au sol et les réponses à la palpation sont les plus intéressants parce qu'ils sont à la fois reproductibles, sensibles et spécifiques.

Tableau 9. Grille d'évaluation de la douleur post-opératoire chez le chien mise au point par l'Association Vétérinaire pour l'Anesthésie et l'Analgésie Animales (www.4AVet.org).

ÉVALUATION CLINIQUE DE LA DOULEUR

Identification : _____

		Date et heure			
		:	:	:	:
Appréciation globale subjective	Pas de douleur Douleur intolérable	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3
Attitude générale	Parmi les symptômes suivants : • présente des modifications respiratoires • gémit • vousse le dos • reste figé en posture antalgique • s'agite ou est abattu • perd l'appétit • regarde, mordille ou lèche la zone opératoire • boite,se déplace difficilement ou est réticent à se déplacer	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	- Aucun signe présent - 1 seul présent - 2 à 4 présents - 5 à 8 présents	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3
Comportement interactif	Est attentif et répond aux caresses, à la voix Répond timidement Ne répond pas immédiatement Ne répond pas ou répond de façon agressive	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3
Fréquence cardiaque **valeur initiale :**	≤ 10 % augmentation 11-30 % augmentation 31-50 % augmentation > 50% augmentation ou non évaluable	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3
Réaction à la manipulation de la zone opératoire	Pas de réaction visible ou audible - après 4 manipulations	0	0	0	0
	Réaction(s) visible(s) ou audible(s) - à la 4e manipulation - à la 2e et 3e manipulation - à la 1re manipulation ou non évaluable	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Intensité de cette réaction	Aucune réponse Répond faiblement, essaye de se soustraire Tourne la tête ou vocalise Tente de fuir ou d'agresser ou non évaluable	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3
SCORE TOTAL	1 à 5 : douleur légère 6 à 10 : douleur modérée 11 à 18 : douleur sévère				
TRAITEMENT					

Tableau 10. Grille d'évaluation de la douleur chez le cheval dans un modèle expérimental de douleur orthopédique (Bussieres et al., 2008).

Physiologie		***Score sur 12***
Rythme cardiaque	Normal par rapport à la valeur de base (augmentation < à 10%)	0
	Augmentation de 11 à 30%	1
	Augmentation de 31 à 50%	2
	Augmentation > 50%	3
Rythme respiratoire	Normal par rapport à la valeur de base (augmentation < à 10%)	0
	Augmentation de 11 à 30%	1
	Augmentation de 31 à 50%	2
	Augmentation > 50%	3
Bruits de la digestion (mouvements du bol alimentaire)	Motilité normale	0
	Motilité réduite	1
	Plus de motilité	2
	Hypermotilité	3
Température rectale	Normale par rapport à la température de base (variation < 0,5°C)	0
	Variation comprise entre 1°C et 1,5°C	1
	Variation comprise entre 1,5°C et 2°C	2
	Variation comprise > 2°C	3
Comportement de réaction à l'homme		***Score sur 6***
Réaction à la présence humaine	Porte attention aux personnes	0
	Réponse exagérée aux stimuli auditifs	1
	Réponse exagérée à agressive aux stimuli auditifs	2
	Stupeur, prostration, pas de réponse aux stimuli auditifs	3
Réaction à la palpation de la zone douloureuse	Pas de réaction	0
	Réaction modérée	1
	Résistance	2
	Réaction violente	3
Comportement		***Score sur 21***
Apparence générale	Brillant, tête et oreilles basses, pas d'hésitation à bouger	0
	Brillant et alerte, mouvements occasionnels de la tête, pas d'hésitation à bouger	1
	Agité, oreilles dressées, pupilles dilatées, expressions faciales anormales	2
	Excité, mouvements continuels du corps, expressions faciales anormales	3
Sudation	Pas de signe de sudation	0
	Humide au toucher	1
	Mouillé au toucher	2
	Sudation excessive	3
Coups de pieds à l'abdomen	Debout et calme, pas de coup de pied	0
	1-2 coups de pied /5 min	1
	3-4 coups de pied /5 min	2
	>4 coups de pied /5 min, tentative de se coucher et se rouler	3
Coups de pied au sol	Debout et calme, pas de coup de pieds	0
	1-2 coups de pied /5 min	1
	3-4 coups de pied /5 min	2
	>4 coups de pied /5 min	3

Posture et démarche	Debout calme, démarche normales	0
	Léger déport du poids, légers spasmes musculaires	1
	Distribution anormal du poids, pas de poids sur une patte	2
	Posture antalgique (essaie d'uriner), prostration, spasmes musculaires	3
Mouvements de la tête	Pas de mouvement	0
	1-2 mouvements de la tête et des lèvres/5 min	1
	3-4 mouvements de la tête et des lèvres/5 min	2
	>4 mouvements de la tête et des lèvres/5 min	3
Appétit	Mange rapidement du foin	0
	Hésite à manger du foin	1
	Montre peu d'intérêt au foin, mange très peu ou porte à la bouche sans mâcher ou avaler	2
	Ne montre pas d'intérêt et ne mange pas de foin	3

Des échelles multiparamétriques du même type ont été développées également chez les rongeurs de laboratoires (Karas et al., 2008; National Research Council, 2009). Celles-ci ont été mises en place notamment pour déterminer des seuils de non-tolérance au cours d'expérimentations animales. Dans ce cas, il s'agit en particulier de définir une limite au-delà de laquelle il faut administrer des antalgiques ou si ce n'est pas possible arrêter l'expérience.

En conclusion, quel que soit le degré de complexité des grilles, l'évaluation de la douleur ne pourra être correcte que si l'évaluateur est suffisamment formé et que la grille est bien adaptée à l'espèce et aux problèmes rencontrés. En d'autres termes, la grille sera différente pour évaluer la douleur liée à des boiteries chez les truies, des mammites chez les vaches laitières ou du picage chez les poulets de chair. Un travail important de mise au point et de validation de ces grilles est donc à faire pour les animaux d'élevage.

3.6. Conclusion

S'il n'est pas possible d'établir une « note de douleur » à partir d'un simple test chimique ou électro-physiologique, il existe des critères d'évaluation de la douleur de différentes natures que l'on peut combiner entre eux pour évaluer de façon la plus objective possible la douleur chez les animaux d'élevage. Ces critères sont plus ou moins développés suivant les espèces considérées. Ainsi, il existe un large éventail de critères très documentés de la douleur pour les mammifères. Ils sont beaucoup moins nombreux pour les oiseaux et encore moins pour la nociception chez les poissons.

Dans le contexte de l'élevage, la plupart des critères existants, qu'ils soient lésionnels, physiologiques, comportementaux ou zootechniques, ne sont pas satisfaisant individuellement pour effectuer un diagnostic de douleur fiable à grande échelle. Une piste prometteuse est donc de concevoir et valider des échelles multiparamétriques, reposant sur la combinaison de ces différents critères, comme cela commence à se développer en médecine vétérinaire chez d'autres types d'animaux (animaux de compagnie, cheval).

Compte tenu de l'état d'avancement des connaissances chez les animaux d'élevage, les recherches nécessaires à l'avenir diffèrent selon les espèces. Leur centre de gravité se situe autour de la construction et de la validation des échelles multiparamétriques chez les ruminants et le porc, autour de l'identification et de la validation des critères de nociception chez les poissons et dans tous les domaines chez les oiseaux de ferme. Par ailleurs, à l'abattage, des recherches sont nécessaires pour préciser les liens entre les différents critères physiologiques de l'inconscience et entre ces critères et l'absence de douleur.

3.7. Références bibliographiques

Abbott J.C., Dill L.M. (1985). Patterns of aggressive attack in juvenile steelhead trout *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 42(11): 1702-1706.

Abourachid A., Renous S. (1993). Étude cinématique de la marche des dindons, recherche d'une explication fonctionnelle à la fréquence des boiteries des dindons ultra-lourds. *Recueil de Médecine Vétérinaire* 169(3): 183-189.

Allain V., Mirabito L., Arnould C., Colas M., LeBouquin S., Lupo C., Michel V. (2009). Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. *British Poultry Science* 50(4): 407-417.

Anand K.J.S. (1990). Neonatal stress responses to anaesthesia and surgery. *Clinics in Perinatology* 17(1): 207-214.

Anil M.H. (1991). Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Science* 30(1): 13-21.

Anil M.H., McKinstry J.L., Wotton S.B., Gregory N.G. (1995). Welfare of calves. 1. Investigations into some aspects of calf slaughter. *Meat Science* 41(2): 101-112.

Anil M.H., Raj A.B.M., McKinstry J.L. (1998). Electrical stunning in commercial rabbits: Effective currents, spontaneous physical activity and reflex behaviour. *Meat Science* 48(1-2): 21-28.

Anil S.S., Anil L., Deen J. (2002). Challenges of pain assessment in domestic animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 220(3): 313-319.

Ashley F.H., Waterman-Pearson A.E., Whay H.R. (2005). Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: application to clinical practice and future studies. *Equine Veterinary Journal* 37(6): 565-575.

Bager F., Devine C.E., Gilbert K.V. (1988). Jugular blood flow in calves after head-only electrical stunning and throat-cutting. *Meat Science* 22(3): 237-243.

Bareille N. (2007). Le mal-être de l'animal malade et sa gestion en élevage. *INRA Productions Animales* 20(1): 87-92.

Barton B.A., Iwama G.K. (1991). Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases* 1: 3-26.

Bataille G., Rugraff Y., Chevillon P., Meunier-Salaün M.C. (2002a). Caudectomie et section des dents chez le porcelet : conséquences comportementales, zootechniques et sanitaires *Techni Porc* 25(1): 5-13.

Bataille G., Rugraff Y., Meunier-Salaün M.C., Bregeon A., Prunier A. (2002b). Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de l'épointage des dents chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine* 34: 203-209.

Bateson P. (1991). Assessment of pain in animals. *Animal Behaviour* 42(5): 827-839.

Bath G.F. (1998). Management of pain in production animals. *Applied Animal Behaviour Science* 59(1-3): 147-156.

Beaudeau F., Seegers H., Ducrocq V., Fourichon C.B., N. (2000). Effect of health disorders on culling in dairy cows : a review and a critical discussion. *Annales de zootechni* 49(4): 293-311.

Bicalho R.C., Vokey F., Erb H.N., Guard C.L. (2007). Visual locomotion scoring in the first seventy days in milk: Impact on pregnancy and survival. *Journal of Dairy Science* 90(10): 4586-4591.

Bichot S., Authier S., Gauvin D., Veilleux-Lemieux D., Frank D., Fournier S., Gogny M., Desbois C., Verwearde P., Deschamps J.-Y., Coppens P., Moens Y., Cuvelliez S., Troncy E. (2007). Validation of clinical assessment of osteoarthritic dogs., *4. Annual Congress of the International Veterinary Academy of Pain Management,* Montreal, Quebec, Canada, 01-03 11 2007.

Bizeray D., Faure J.M., Leterrier C. (2004). Making broilers walk: what for and how. *INRA Productions Animales* 17(1): 45-57.

Blackmore D.K. (1979). Non-penetrative percussion stunning of sheep and calves. *Veterinary Record* 105(16): 372-375.

Breward J., Gentle M.J. (1985). Neuroma formation and abnormal afferent nerve discharges after partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *Experientia* 41(9): 1132-1134.

Bright A. (2008). Vocalisations and acoustic parameters of flock noise from feather pecking and non-feather pecking laying flocks. *British Poultry Science* 49(3): 241-249.

Broom D.M., Fraser A.F. (1990). Welfare measurement. 4 ed. *In* Farm animal behaviour and welfare, CAB Internationa: 266-279.

Brown J.M.E., Edwards S.A., Smith W.J., Thompson E., Duncan J. (1996). Welfare and production implications of teeth clipping and iron injection of piglets in outdoor systems in Scotland. *Preventive Veterinary Medicine* 27(3/4): 95-105.

Brugère H., Laurent J., Le Bars D., Mahouy G., Milhaud C., Schmitt S., Wintergerst J. (1992). Experimentation animale: mode d'emploi, coll. Chimie et Ecologie, Inserm, 153 p.

Budsberg S.C., Cross A.R., Quandt J.E., Pablo L.S., Runk A.R. (2002). Evaluation of intravenous administration of meloxicam for perioperative pain management following stifle joint surgery in dogs. *American journal of veterinary research* 63(11): 1557-1563.

Bussieres G., Jacques C., Lainay O., Beauchamp G., Leblond A., Cadore J.L., Desmaizieres L.M., Cuvelliez S.G., Troncy E. (2008). Development of a composite orthopaedic pain scale in horses. *Research in Veterinary Science* 85(2): 294-306.

Capion N., Thamsborg S.M., Enevoldsen C. (2009). Prevalence and severity of foot lesions in Danish Holstein heifers through first lactation. *Veterinary Journal* 182(1): 50-58.

Carroll G., Matthews N., Crist M., Champney T., Hartsfield S. (2007). Behavioral, physiologic, and stress-related hormonal and metabolic responses to intravenous and epidural morphine in goats. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine* 5(2): 77-86.

Cherel Y., Resch C., Wyers M. (1991). Aspect clinique et fréquence des boiteries du dindon de chair. *INRA Productions Animales* 4(4): 311-319.

Cohen R.D.H., King B.D., Thomas L.R., Janzen E.D. (1990). Efficacy and stress of chemical versus surgical castration of cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 70(4): 1063-1072.

Collias N.E. (1987). The vocal repertoire of the Red Junglefowl: a spectrographic classification and the code of communication. *The Condor* 89: 510-524.

Conzemius M.G., Hill C.M., Sammarco J.L., Perkowski S.Z. (1997). Correlation between subjective and objective measures used to determine severity of postoperative pain in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 210(11): 1619-1622.

Cook C.J., Maasland S.A., Devine C.E. (1996). Social behaviour in sheep relates to behaviour and neurotransmitter responses to nociceptive stimuli. *Physiology & Behavior* 60(3): 741-751.

Corr S.A., McCorquodale C.C., Gentle M.J. (1998). Gait analysis of poultry. *Research in Veterinary Science* 65(3): 233-238.

Costa L., Fiego D., Tassone F., Russo V. (2006). The Relationship Between Carcass Bruising in Bulls and Behaviour Observed During Pre-slaughter Phases. *Veterinary Research Communications* 30(0): 379-381.

Cunningham D.L., Buhr R.J., Mamputu M. (1992). Beak trimming and sex effects on behavior and performance traits of Large White Turkeys. *Poultry Science* 71: 1606-1614.

Daly C.C., Gregory N.G., Wotton S.B., Whittington P.E. (1986). Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep: assessment of brain function using cortical evoked responses. *Research in Veterinary Science* 41(3): 349-352.

Daly C.C., Kallweit E., Ellendorf F. (1988). Cortical function in cattle during slaughter : conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared with shechita slaughter. *Veterinary Record* 122(14): 325-329.

Daly C.C., Whittington P.E. (1986). Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep: effects of captive bolt stunning in the poll position on brain function. *Research in Veterinary Science* 41(3): 353-355.

Danbury T.C., Weeks C.A., Chambers J.P., Waterman-Pearson A.E., Kestin S.C. (2000). Self-selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. *Veterinary Record* 146(11): 307-311.

Den Boer Visser A.M., Dubbeldam J.L. (1997). The distribution of acetylcholinesterase reactivity and substance P, serotonin and met-enkephalin immunoreactivity in the myelencephalon of normal chickens (Gallus gallus domesticus) and after debeaking. *Netherlands Journal of Zoology* 47(3): 289-312.

Devine C.E., Gilbert K.V., Graafhuis A.E., Tavener A., Reed H., Leigh P. (1986). The effect of electrical stunning and slaughter on the electroencephalogram of sheep and calves. *Meat Science* 17: 267-281.

Doherty T.J., Kattesh H.G., Adcock R.J., Welborn M.G., Saxton A.M., Morrow J.L., Dailey J.W. (2007). Effects of a concentrated lidocaine solution on the acute phase stress response to dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 90(9): 4232-4239.

Done S.H., Guise J., Chennells D.J. (2003). Tail biting and tail docking in pigs. *Pig Journal* 51: 136-154.

Duncan I.J., Beatty E.R., Hocking P.M., Duff S.R.I. (1991). Assessement of pain associated with degenerative hip disorders in adult turkey. *Research in Veterinary Science* 50(2): 200-203.

Earley B., Crowe M.A. (2002). Effects of ketoprofen alone or in combination with local anesthesia during the castration of bull calves on plasma cortisol, immunological, and inflammatory responses. *Journal of Animal Science* 80(4): 1044-1052.

EFSA (2004). Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods, Question n°EFSA-Q-2003-093: 241 p.

Eicher S.D., Morrow-Tesch J.L., Albright J.L., Dailey J.W., Young C.R., Stanker L.H. (2000). Tail-docking influences on behavioral, immunological, and endocrine responses in dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 83(7): 1456-1462.

Erhard H.W., Mendl M., Ashley D.D. (1997). Individual aggressiveness of pigs can be measured and used to reduce aggression after mixing. *Applied Animal Behaviour Science* 54(2/3): 137-151.

Eshraghi H.R., Zeitlin I.J., Fitzpatrick J.L., Ternent H., Logue D. (1999). The release of bradykinin in bovine mastitis. *Life Sciences* 64(18): 1675-1687.

Evrard H.C., Balthazart J. (2002). The assessment of nociceptive and non-nociceptive skin sensitivity in the Japanese quail (Coturnix japonica). *Journal of Neuroscience Methods* 116(2): 135-146.

Finnie J.W. (1993). Brain damage caused by a captive bolt pistol. *Journal of Comparative Pathology* 109(3): 253-258.

Finnie J.W. (1994). Neuroradiological aspects of experimental traumatic missile injury in sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 42: 54-57.

Finnie J.W. (1995). Neuropathological changes produced by non-penetrating percussive captive bolt stunning of cattle. *New Zealand Veterinary Journal*: 183-185.

Finnie J.W. (1997). Traumatic head injury in ruminant livestock. *Australian Veterinary Journal* 75(3): 204-208.

Finnie J.W., Manavis J., Blumbergs P.C., Summersides G.E. (2002). Brain damage in sheep from penetrating captive bolt stunning. *Australian Verterinary Journal* 80(1-2): 67-69.

Firth A.M., Haldane S.L. (1999). Development of a scale to evaluate postoperative pain in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 214(5): 651-659.

Fisher A.D., Crowe M.A., delaVarga M.E.A., Enright W.J. (1996). Effect of castration method and the provision of local anesthesia on plasma cortisol, scrotal circumference, growth, and feed intake of bull calves. *Journal of Animal Science* 74(10): 2336-2343.

Fitzpatrick J.L., Young F.J., Eckersall D., Logue D.N., Knight C.H., Nolan A. (1999). Mastitis - a painful problem? *Cattle Practice* 7: 225-226.

Flecknell P., Karas A. (2004). Assessing and managing pain and distress for ethics committees. *ATLA, Alternatives to Laboratory Animals* 32(Suppl 1): 265-266.

Flower F.C., Weary D.M. (2006). Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *Journal of Dairy Science* 89(1): 139-146.

Fourichon C., Seegers H., Bareille N., Beaudeau F. (1999). Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Preventive Veterinary Medicine* 41(1): 1-35.

Fourichon C., Seegers H., Malher X. (2000). Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology* 53(9): 1729-1759.

Francis D.A., Christison G.I., Cymbaluk N.F. (1996). Uniform or heterogeneous weight groups as factors in mixing weanling pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 76(2): 171-176.

Fraser D., Thompson B.K. (1991). Armed sibling rivalry among suckling piglets. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 29(1): 9-15.

Gallois M., leCozler Y., Prunier A. (2005). Influence of tooth resection in piglets on welfare and performance. *Preventive Veterinary Medicine* 69(1-2): 13-23.

Garber J.L., Madison J.B. (1991). Signs of abdominal pain caused by disruption of the small intestinal mesentery in three postparturient cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 198(5): 864-866.

Garner J.P., Falcone C., Wakenell P., Martin M., Mench J. (2002). Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers. *Bristish Poultry Science* 43(3): 355-363.

Gaynor J.S., Muir W.W. (2002). Handbook of Veterinary Pain Management, Mosby, London, 479 p.

Gentle M.J. (1974). Changes in habituation of the EEG to water deprivation and crop loading in Gallus Domesticus. *Physiology & Behavior* 13: 15-19.

Gentle M.J., Bradbury J.M., Wilson S. (2003). Sensory properties of articular afferents following Mycoplasma arthritis in the chicken. *Brain Research* 968(1): 26-34.

Gentle M.J., Corr S.A. (1995). Endogenous analgesia in the chicken. *Neuroscience Letters* 201(3): 211-214.

Gentle M.J., Hunter L.N. (1991). Physiological and behavioural responses associated with feather removal in Gallus gallus var domesticus. *Research in Veterinary Science* 50(1): 95-101.

Gibson T.J., Johnson C.B., Stafford K.J., Mitchinson S.L., Mellor D.J. (2007). Validation of the acute electroencephalographic responses of calves to noxious stimulus with scoop dehorning. *New Zealand Veterinary Journal* 55(4): 152-157.

Gillman C.E., KilBride A.L., Ossent P., Green L.E. (2009). A cross-sectional study of the prevalence of foot lesions in post-weaning pigs and risks associated with floor type on commercial farms in England. *Preventive Veterinary Medicine* 91(2/4): 146-152.

Graf B., Senn M. (1999). Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia. *Applied Animal Behaviour Science* 62(2-3): 153-171.

Graham M.J., Kent J.E., Molony V. (1997). Effects of four analgesic treatments on the behavioural and cortisol responses of 3-week-old lambs to tail docking. *Veterinary Journal* 153(1): 87-97.

Grandin T. (1998). The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare during cattle slaughter. *Applied Animal Behaviour Science* 56(2-4): 121-128.

Grandin T. (2001). Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants. *Applied Animal Behaviour Science* 71(3): 191-201.

Grant C. (2004). Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 87(3-4): 255-273.

Graubner C. (2008). Development, validation and clinical application of a post-abdominal surgery pain assessment scale in horses. Doctorate Veterinary Thesis, Vetsuisse Faculty of the University of Bern, Bern, Switzerland, 60 p.

Gregory N.G. (1998). Animal welfare and meat science, CABI Publishing, Wallingford, 304 p.

Gregory N.G., Anil M.H., McKinstry J.L., Daly C.C. (1996). Prevalence and duration of insensibility following electrical stunning in calves. *New Zealand Veterinary Journal* 44: 1-3.

Gregory N.G., Lee C.J., Widdicombe J.P. (2007). Depth of concussion in cattle shot by penetrating captive bolt. *Meat Science* 77(4): 499-503.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1985). Sheep slaughtering procedures. IV. Responsiveness of the brain following electrical stunning. *British Veterinary Journal* 141(1): 74-81.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1986). Effect of slaughter on the spontaneous and evoked activity of the brain. *British Poultry Science* 27(2): 195-205.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1988). Sheep slaughtering procedures. V. Responsiveness to potentially painful stimuli following electrical stunning. *British Veterinary Journal* 144(6): 573-580.

Grigor P.N., Hughes B.O., Gentle M.J. (1995). An experimental investigation of the costs and benefits of beak trimming in turkeys *Veterinary Record* 136(11): 257-265.

Grondahl-Nielsen C., Simonsen H.B., Lund J.D., Hesselholt M. (1999). Behavioural, endocrine and cardiac responses in young calves undergoing dehorning without and with use of sedation and analgesia. *Veterinary Journal* 158(1): 14-20.

Guirimand F., Le Bars D. (1996). Physiologie de la nociception *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 15(7): 1048-1079.

Guise H.J., Penny R.H.C. (1998). Tail-biting and tail-docking in pigs. *Veterinary Record* 142(2): 46.

Haga H.A., Ranheim B. (2005). Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 32(1): 1-9.

Haga H.A., Tevik Z., Mooerch H. (2001). Electroencephalographic and cardiovascular indicators of nociception during isoflurane anaesthesi in pigs. *Veterinary Anaesthesia & Analgesia* 28(3): 126-131.

Hansch F., Nowak B., Hartung J. (2009). Evaluation of a gas stunning equipment used for turkeys under slaughterhouse conditions. *Livestock Science* 124(1-3): 248-254.

Hansen B. (1997). Through a glass darkly: using behavior to assess pain. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)* 12(2): 61-74.

Harris J.A. (1998). Using c-fos as a neural marker of pain. *Brain Research Bulletin* 45(1): 1-8.

Hay M., Rue J., Sansac C., Brunel G., Prunier A. (2004). Long-term detrimental effects of tooth clipping or grinding in piglets: a histological approach. *Animal Welfare* 13(1): 23-32.

Hay M., Vulin A., Génin S., Sales P., Prunier A. (2003). Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. *Applied Animal Behaviour Science* 82(3): 201-218.

Herr K., Bjoro K., Decker S. (2006a). Tools for assessment of pain in nonverbal older adults with dementia: A state-of-the-science review. *Journal of Pain and Symptom Management* 31(2): 170-192.

Herr K., Coyne P.J., Key T., Manworren R., McCaffery M., Merkel S., Pelosi-Kelly J., Wild L. (2006b). Pain assessment in the nonverbal patient: Position statement with clinical practice. *Pain Management Nursing* 7(2): 44-52.

Herskin M.S., Ladewig J., Arendt-Nielsen L. (2009). Measuring cutaneous thermal nociception in group-housed pigs using laser technique - effects of laser power output. *Applied Animal Behaviour Science* 118(3/4): 144-151.

Herskin M.S., Muller R., Schrader L., Ladewig J. (2003). A laser-based method to measure thermal nociception in dairy cows: short-term repeatability and effects of power output and skin condition. *Journal of Animal Science* 81(4): 945-954.

Hewson C.J. (2004). Do vocalizations tell us anything about animal welfare? *Canadian Veterinary Journal* 45(7): 621-624.

Hocking P.M., Gentle M.J., Bernard R., Dunn L.N. (1997). Evaluation of a protocol for determining the effectiveness of pretreatment with local analgesics for reducing experimentally induced articular pain in domestic fowl. *Research in Veterinary Science* 63(3): 263-267.

Hocking P.M., Robertson G.W., Gentle M.J. (2001). Effects of anti-inflammatory steroid drugs on pain coping behaviours in a model of articular pain in the domestic fowl. *Research in Veterinary Science* 71(3): 161-166.

Holson R.R. (1992). Euthanasia by decapitation : evidence that this technique produces prompt, painless uncousciousness in laboratory rodents. *Neurotoxicology and teratology* 14: 253-257.

Holton L., Reid J., Scott E.M., Pawson P., Nolan A. (2001). Development of a behaviour-based scale to measure acute pain in dogs. *Veterinary Record* 148(17): 525-531.

Horn T., Marx G., von Borell E. (1999). Behaviour of piglets during castration with and without a local anaesthesia. *Deutsche Tierarztliche Wochenschrift* 106(7): 271-274.

Hutter S., Heinritzi K., Reich E., Ehret W. (1994). Efficacité de différentes méthodes de résection des dents chez le porcelet non sevré. *Revue de Médecine Vétérinaire* 145(3): 205-213.

Jarvis S., McLean K.A., Chirnside J., Deans L.A., Calvert S.K., Molony V., Lawrence A.B. (1997). Opioid-mediated changes in nociceptive threshold during pregnancy and parturition in the sow. *Pain* 72(1-2): 153-159.

Karas A.Z., Danneman P.J., Cadillac J.M. (2008). Strategies for Assessing and Minimizing Pain. 2nd ed. *In* Anesthesia and Analgesia in Laboratory Animals, (Fish R.E. *et al.*, eds.), Academic Press, London: 656 p.

Kestin S.C., Knowles T.G., Tinch A.E., Gregory N.G. (1992). Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record* 131(9): 190-194.

Kestin S.C., Robb D.H.F., van de Vis J.W. (2002). Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun and kill them. *Veterinary Record* 150(10): 302-307.

Kielly J., Dewey C.E., Cochran M. (1999). Castration at 3 days of age temporarily slows growth of pigs. *Swine Health and Production* 7(4): 151-153.

Knierim U., Gocke A. (2003). Effect of catching broilers by hand or machine on rates of injuries and dead-on arrivals. *Animal Welfare* 12(1): 63-73.

Kranen R.W., Lambooij E., Veerkamp C.H., vanKuppevelt T.H., Veerkamp J.H. (2000). Haemorrhages in muscles of broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* 56(02): 93-126.

Laboissière B. (2006). Validation statistique des grilles 4AVet d'évaluation de la douleur post-opératoire chez le chien et le chat. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, Nantes, 247 p.

Laven R.A., Lawrence K.E., Weston J.F., Dowson K.R., Stafford K.J. (2008). Assessment of the duration of the pain response associated with lameness in dairy cows, and the influence of treatment. *New Zealand Veterinary Journal* 56(5): 210-217.

Lay D.C., Friend T.H., Randel R.D., Bowers C.L., Grissom K.K., Jenkins O.C. (1992). Behavioral and physiological-effects of freeze or hot-iron branding on crossbred cattle. *Journal of Animal Science* 70(2): 330-336.

Lay Jr D.C., Friend T.H., Grissom K.K., Bowers C.L., Mal M.E. (1992). Effects of freeze or hot-iron branding of angus calves on some physiological and behavioral indicators of stress. *Applied Animal Behaviour Science* 33(2-3): 137-147.

Leidig M.S., Hertrampf B., Failing K., Schumann A., Reiner G. (2009). Pain and discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anaesthesia as determined by vocalisation and defence behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 116(2/4): 174-178.

Lensink B.J., Fernandez X., Cozzi G., Florand L., Veissier I. (2001). The influence of farmers' behavior on calves' reactions to transport and quality of veal meat. *Journal of Animal Science* 79(3): 642-652.

Lester S.J., Mellor D.J., Holmes R.J., Ward R.N., Stafford K.J. (1996). Behavioural and cortisol responses of lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 44(2): 45-54.

Lester S.J., Mellor D.J., Ward R.N., Holmes R.J. (1991). Cortisol responses of young lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 39(4): 134-138.

Leterrier C., Nys Y. (1992). Clinical and Anatomical Differences in Varus and Valgus Deformities of Chick Limbs Suggest Different Etiopathogenesis. *Avian Pathology* 21(3): 429-442.

Ley S.J., Waterman A.E., Livingston A. (1996). Measurement of mechanical thresholds, plasma cortisol and catecholamines in control and lame cattle: a preliminary study. *Research in Veterinary Science* 61(2): 172-173.

Llamas Moya S.L., Boyle L.A., Lynch P.B., Arkins S. (2008). Effect of surgical castration on the behavioural and acute phase responses of 5-day-old piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 111(1-2): 133-145.

Logue D.N., Offer J.E., Hyslop J.J. (1994). Relationship of diet, hoof type and locomotion score with lesions of the sole and white line in dairy-cattle. *Animal Production* 59(Part 2): 173-181.

Main D.C.J., Clegg J., Spatz A., Green L.E. (2000). Repeatability of a lameness scoring system for finishing pigs. *Veterinary Record* 147(20): 574-576.

Manteuffel G., Puppe B., Schon P.C. (2004). Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 88(1/2): 163-182.

Marchant-Forde J.N., Lay D.C., Jr., McMunn K.A., Cheng H.W., Pajor E.A., Marchant-Forde R.M. (2009). Postnatal piglet husbandry practices and well-being: the effects of alternative techniques delivered separately. *Journal of Animal Science* 87(4): 1479-1492.

Marx G., Horn T., Thielebein J., Knubel B., von Borell E. (2003). Analysis of pain-related vocalization in young pigs. *Journal of Sound and Vibration* 266(3): 687-698.

Mathew P.J., Mathew J.L. (2003). Assessment and management of pain in infants. *Postgraduate Medical Journal* 79(934): 438-443.

Mathews K.A. (2000). Pain assessment and general approach to management. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 30(4): 729-755.

Matteri R.L., Carroll J.A., Dyer C.J. (2000). Neuroendocrine responses to stress. *In* The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Welfare, (Moberg G.P., Mench J.A., eds.), CAB International, Wallingford: 43-76.

McCarthy R.N., Jeffcott L.B., Clarke I.J. (1993). Preliminary studies on the use of plasma beta encorphin in horses as an indicator of stress and pain. *Journal of Equine Veterinary Science* 13(4): 216-219.

McGeowin D., Danbury T.C., Waterman-Pearson A.E., Kestin S.C. (1999). Effect of carprofen on lameness in broiler chickens. *Veterinary Record* 144(24): 668-671.

McGlone J., Hellman J.M. (1988). Local and general anesthetic effects on behavior and performance of two- and seven-week-old castrated and uncastrated piglets. *Journal of Animal Science* 66(12): 3049-3058.

McGlone J.J., Desautes C., Mormede P., Heup M., Rothschild M.F., Ruvinsky A. (1998). Genetics of behaviour. *In* The genetics of the pig., Cab International, Cambridge: 295-311.

McGlone J.J., Nicholson R.I., Hellman J.M., Herzog D.N. (1993). The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes. *Journal of Animal Science* 71(6): 1441-1446.

McKinstry J.L., Anil M.H. (2004). The effect of repeat application of electrical stunning on the welfare of pigs. *Meat Science* 67(1): 121-128.

McMeekan C.M., Stafford K.J., Mellor D.J., Bruce R.A., Ward R.N., Gregory N.G. (1998). Effects of regional analgesia and/or a non-steroidal anti-inflammatory analgesic on the acute cortisol response to dehorning in calves. *Research in Veterinary Science* 64(2): 147-150.

Melendez P., Bartolome J., Archbald L.F., Donovan A. (2003). The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 59(3-4): 927-937.

Mellor D.J., Cook C.J., Stafford K.J. (2000). Quantifying some responses to pain as a stressor. *In* The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Welfare, (Moberg G.P., Mench J.A., eds.), CAB International, Wallingford: 171-198.

Mellor D.J., Murray L. (1989a). Changes in the cortisol responses of lambs to tail docking, castration and ACTH injection during the first seven days after birth. *Research in Veterinary Science* 46(3): 392-395.

Mellor D.J., Murray L. (1989b). Effects of tail docking and castration on behavior and plasma-cortisol concentrations in young lambs. *Research in Veterinary Science* 46(3): 387-391.

Mellor D.J., Stafford K.J., Todd S.E., Lowe T.E., Gregory N.G., Bruce R.A., Ward R.N. (2002). A comparison of catecholamine and cortisol responses of young lambs and calves to painful husbandry procedures. *Australian Veterinary Journal* 80(4): 228-233.

Melzack R., Wall P.D. (1965). Pain mechanisms - a new theory. *Science* 150(3699): 971-979.

Milne M.H., Nolan A., Cripps P.J., Fitzpatrick J.L. (2003). Preliminary results of a study on pain assessment in clinical mastitis in dairy cows, *British Mastitis Conference 2003,* Lancashire, UK, 2003/10/08.

Molony V., Kent J.E. (1997). Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *Journal of Animal Science* 75(1): 266-272.

Molony V., Kent J.E., Hosie B.D., Graham M.J. (1997). Reduction in pain suffered by lambs at castration. *Veterinary Journal* 153(2): 205-213.

Molony V., Kent J.E., McKendrick I.J. (2002). Validation of a method for assessment of an acute pain in lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 76(3): 215-238.

Molony V., Kent J.E., Robertson I.S. (1993). Behavioural responses of lambs of three ages in the first three hours after three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55(2): 236-245.

Molony V., Kent J.E., Robertson I.S. (1995). Assessment of acute and chronic pain after different methods of castration of calves. *Applied Animal Behaviour Science* 46(1-2): 33-48.

Morisse J.P., Cotte J.P., Huonnic D. (1995). Effect of dehorning on behaviour and plasma cortisol responses in young calves. *Applied Animal Behaviour Science* 43(4): 239-247.

Mormede P., Andanson S., Auperin B., Beerda B., Guemene D., Malnikvist J., Manteca X., Manteuffel G., Prunet P., vanReenen C.G., Richard S., Veissier I. (2007). Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology & Behavior* 92: 317-339.

Morton C.M., Reid J., Scott E.M., Holton L.L., Nolan A.M. (2005). Application of a scaling model to establish and validate an interval level pain scale for assessment of acute pain in dogs. *American journal of veterinary research* 66(12): 2154-2166.

Morton D.B., Griffiths P.H. (1985). Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment. *Veterinary Record* 116(16): 431-436.

Mouttotou N., Hatchell F.M., Green L.E. (1999a). Foot lesions in finishing pigs and their associations with the type of floor. *Veterinary Record* 144(23): 629-632.

Mouttotou N., Hatchell F.M., Green L.E. (1999b). The prevalence and risk factors associated with forelimb skin abrasions and sole bruising in preweaning piglets. *Preventive Veterinary Medicine* 39(4): 231-245.

Murata H., Shimada N., Yoshioka M. (2004). Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. *Veterinary Journal* 168(1): 28-40.

National Research Council (ed.) (2009). Recognition and Alleviation of Pain in Laboratory Animals, The National Academies Press, Washington, D.C., 270 p.

Newhook J.C., Blackmore D.K. (1982). Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves. Part 2: The onset of permanent insensibility in calves during slaughter. *Meat Science* 6: 295-300.

Nodari S.R., Lavazza A., Candotti P. (2009). Technical note: Rabbit welfare during electrical stunning and slaughter at a commercial abattoir. *World Rabbit Science* 17(3): 163-167.

Nolan A., Livingston A., Morris R., Waterman A. (1987a). Techniques for comparison of thermal and mechanical nociceptive stimuli in the sheep. *Journal of Pharmacological Methods* 17(1): 39-49.

Nolan A., Livingston A., Morris R., Waterman A. (1987b). Techniques for comparison of thermal and mechanical nociceptive stimuli in the sheep. *Journal of Pharmacological Methods* 17(1): 39-49.

Noonan G.J., Rand J.S., Priest J., Ainscow J., Blackshaw J.K. (1994). Behavioural observations of piglets undergoing tail docking, teeth clipping and ear notching. *Applied Animal Behaviour Science* 39(3-4): 203-213.

Nyborg P.Y., Sorig A., Lykkegaard K., Svendsen O. (2000). Nociception after castration of juvenile pigs determined by quantitative estimation of c-Fos expressing neurons in the spinal cord dorsal horn. *Dansk Veterinærtidsskrift* 83(9): 16-17.

O'Callaghan K.A., Cripps P.J., Downham D.Y., Murray R.D. (2003). Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Animal Welfare* 12(4): 605-610.

Paul-Murphy J., Fialkowski J. (2001). Injectable anesthesia and analgesia of birds. *In* Recent advances in veterinary anesthesia and analgesia : companion animals, (Gleed R.D., Ludders J.W., eds.), N° A1409.0801, International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, NY.

Penny R.H.C., Hill F.W.G. (1974). Observations of some conditions in pigs at abattoir with particular reference to tail biting. *Veterinary Record* 94(9): 174-180.

Penny R.H.C., Mullen P.A. (1976). Ear biting in pigs. *Veterinary Annual* 16: 103-110.

Persson Y., Soderquist L., Elkman S. (2007). Joint disorder; a contributory cause to reproductive failure in beef bulls? *Acta Veterinaria Scandinavica* 49: 31.

Petersen H.H., Nielsen J.P., Heegaard P.M. (2004). Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Veterinary Research* 35(2): 163-187.

Petrie N.J., Stafford K., Mellor D., Bruce R.A., Ward R.N. (1995). The behaviour of calves tail docked with a rubber ringused with or without local anaesthetic. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 55: 58-60.

Pibarot P., Dupuis J., Grisneaux E., Cuvelliez S., Plante J., Beauregard G., Bonneau N.H., Bouffard J., Blais D. (1997). Comparison of ketoprofen, oxymorphone hydrochloride, and butorphanol in the treatment of postoperative pain in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 211(4): 438-444.

Portavella M., Torres B., Salas C. (2004). Avoidance response in goldfish: Emotional and temporal involvement of medial and lateral telencephalic pallium. *Journal of Neuroscience* 24(9): 2335-2342.

Portavella M., Vargas J.P., Torres B., Salas C. (2002). The effects of telencephalic pallial lesions on spatial, temporal, and emotional learning in goldfish. *Brain Research Bulletin* 57(3-4): 397-399.

Pritchett L.C., Ulibarri C., Roberts M.C., Schneider R.K., Sellon D.C. (2003). Identification of potential physiological and behavioural indicators of postoperative pain in horses after exploratory celiotomy for colic. *Applied Animal Behaviour Science* 80(1): 124-137.

Prunier A., Bataille G., Meunier-Salaün M.C., Bregeon A., Rugraff Y. (2001). Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de la caudectomie réalisée avec ou sans insensibilisation locale chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine* 33: 313-318.

Prunier A., Bonneau M., von Borell E.H., Cinotti S., Gunn M., Frediksen B., Giersing M., Morton D.B., Tuyttens F.A.M., Velarde A. (2006). A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare* 15(3): 277-289.

Prunier A., Hay M., Servière J. (2002). Evaluation et prévention de la douleur induite par les interventions de convenance chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine* 34: 257-268.

Prunier A., Mounier A.M., Hay M. (2005). Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science* 83(1): 216-222.

Puppe B., Schon P.C., Tuchscherer A., Manteuffel G. (2005). Castration-induced vocalisation in domestic piglets, Sus scrofa: Complex and specific alterations of the vocal quality. *Applied Animal Behaviour Science* 95(1-2): 67-78.

Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. (2007). Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs and goats, 10 ed., Saunders Ltd, 2065 p.

Raekallio M., Taylor P.M., Bloomfield M. (1997). A comparison of methods for evaluation of pain and distress after orthopaedic surgery in horses. *Journal of Veterinary Anaesthesia* 24(2): 17-20.

Raj A.B.M. (2006). Recent developments in stunning and slaughter of poultry. *World's Poultry Science Journal* 62(3): 467-484.

Raj A.B.M., Moss B.W., Rice D.A., Kilpatrick D.J., McCaughey W.J., McLauchlan W. (1992). Effect of mixing male sex types of cattle on their meat quality and stress-related parameters. *Meat Science* 32(4): 367-386.

Raj Mohan A.B., Gregory N.G., Wotton S.B. (1990). Effect of carbon dioxide stunning on somatosensory evoked potentials in hens. *Research in Veterinary Science* 49(3): 355-359.

Rajkondawar P.G., Liu M., Dyer R.M., Neerchal N.K., Tasch U., Lefcourt A.M., Erez B., Varner M.A. (2006). Comparison of models to identify lame cows based on gait and lesion scores, and limb movement variables. *Journal of Dairy Science* 89(11): 4267-4275.

Ranger M., Johnston C.C., Anand K.J.S. (2007). Current controversies regarding pain assessment in neonates. *Seminars in Perinatology* 31(5): 283-288.

Reiter K., Bessei W. (1996). Gait analysis in laying hens and broilers with and without leg disorders, *3. International Workshop on Animal Locomotion,* Saumur, France, 1996/05/20-22: 66.

Reiter K., Bessei W. (1997). Analysis of locomotor pattern in laying hens and broilers, *5. European Symposium on Poultry Welfare,* Wageningen The Nederlands, 7-10/06/97, Koene P., Blokhuis H.J., eds.: 195-196.

Resh-Magras C., Chérel Y., Wyers M., Abourachid A. (1993). Etude analytique de la locomotion du dindon de chair. Comparaison entre dindons sains et atteints de troubles locomoteurs. *Veterinary Research* 24: 5-20.

Rialland P., Aubry P., Gauvin D. (2008). Evaluation de la douleur et efficacité des analgésiques chez les bovins : données actuelles et bilan de la littérature *Bulletin des GTV* 44: 19-24.

Rialland P., Harvey D., Bichot S., Gauvin D., Morin V., Mulon P.-Y., Livingston A., Beaudry F., Frank D., Troncy E. (2007). Validation of subjective and objective assessments methods of visceral pain in cattle, *4. Annual Congress of the International Veterinary Academy of Pain Management,* Montréal, Quebec, Canada, 2007/11/01-03.

Rialland R., Authier S., Gauvin D., Veilleux-Lemieux D., Frank D., Fournier S., Gogny M., Desbois C., Verwaerde P., Deschamps J.Y., Coppens P., Moens Y., Cuvelliez S.G., Troncy E. (2009). Validity of physiological and behavioural parameters for acute surgical pain assessement in dogs, *Spring Meeting AVA (the Association of Veterinary Anaesthetists),* Helsinki, Finland, 2009/03/04-06.

Richards S.A., Sykes A.H. (1967). Physiological effects of electrical stunning and venesection in the fowl. *Research in Veterinary Science* 8(3): 361-368.

Rietmann T.R., Stauffacher M., Bernasconi P., Auer J.A., Weishaupt M.A. (2004). The association between heart rate, heart rate variability, endocrine and behavioural pain measures in horses suffering from laminitis. *Journal of Veterinary Medicine Series a-Physiology Pathology Clinical Medicine* 51(5): 218-225.

Robert S., Thompson B.K., Fraser D. (1995). Selective tooth clipping in the management of low-birth-weight piglets. *Canadian Journal of Animal Science* 75(3): 285-289.

Robertson I.S., Kent J.E., Molony V. (1994). Effect of different methods of castration on behavior and plasma-cortisol in calves of three ages. *Research in Veterinary Science* 56(1): 8-17.

Roger O. (2008). Enquête sur les attitudes des éleveurs de bovins vis-à-vis de la détection et de la prise en charge de la douleur, Thèse de doctorat d'exercice vétérinaire, ENV Nantes.

Rosenberger G. (1977). Examen clinique des bovins, 2 ed., Editions du point vétérinaire, Maison Alfort, 783 p.

Rushen J. (1990). Use of aversion-learning techniques to measure distress in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 28(1-2): 3-14.

Rushen J., Pombourcq E., de Passillé A.M. (2007). Validation of two measures of lameness in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 106(1-3): 173-177.

Rutherford K.M.D. (2002). Assessing pain in animals. *Animal Welfare* 11(1): 31-53.

Sanford J., Ewbank R., Molony V., Tavernor W.D., Uvarov O. (1986). Guidelines for the recognition and assessment or pain in animals. *Veterinary Record* 118(12): 334-338.

Schwartzkopf-Genswein K.S., Stookey J.M., Crowe T.G., Genswein B.M. (1998). Comparison of image analysis, exertion force, and behavior measurements for use in the assessment of beef cattle responses to hot-iron and freeze branding. *Journal of Animal Science* 76(4): 972-979.

Schwartzkopf-Genswein K.S., Stookey J.M., de Passillé A.M., Rushen J. (1997). Comparison of hot-iron and freeze branding on cortisol levels and pain sensitivity in beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 77(3): 369-374.

Seksel K. (2008). Pain and pain management - Clinical perspectives - Chapter 2. *In* Scientific assessment and management of animal pain, (Mellor D.J. *et al.*, eds.), 10, OIE (World Organisation for Animal Health), Paris: 79-89.

Servière J., Bernadet M.-D., Guy G., Guémené D. (2002). Données neurophysiologiques sur la nociception potentiellement associée à l'ingestion forcée chez le canard mulard, *5.. Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras,* Pau, France, 2002/10/9-10: 70-75.

Seskel K. (2008). Pain and pain management - Clinical perspectives - Chapter 2. *In* Scientific assessment and management of animal pain, (Mellor D.J. *et al.*, eds.), 10, OIE (World Organisation for Animal Health), Paris: 79-129.

Shutt D.A., Fell L.R., Connell R., Bell A.K. (1988). Stress responses in lambs docked and castrated surgically or by the application of rubber rings. *Australian Veterinary Journal* 65(1): 5-7.

Simonsen H.B., Klinken L., Bindseil E. (1991). Histopathology of intact and docked pigtails. *British Veterinary Journal* 147(5): 407-412.

Sneddon L.U. (2003). The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *Applied Animal Behaviour Science* 83(2): 153-162.

Sneddon L.U., Braithwaite V.A., Gentle M.J. (2003a). Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proceedings Biological sciences* 270(1520): 1115-1121.

Sneddon L.U., Braithwaite V.A., Gentle M.J. (2003b). Novel object test: examining nociception and fear in the rainbow trout. *The Journal of Pain* 4(8): 431-440.

Sprecher D.J., Hostetler D.E., Kaneene J.B. (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47(6): 1179-1187.

Stafford K.J., Mellor D.J. (2005). Dehorning and disbudding distress and its alleviation in calves. *Veterinary Journal* 169(3): 337-349.

Stafford K.J., Mellor D.J., Todd S.E., Bruce R.A., Ward R.N. (2002). Effects of local anaesthesia or local anaesthesia plus a non-steroidal anti-inflammatory drug on the acute cortisol response of calves to five different methods of castration. *Research in Veterinary Science* 73(1): 61-70.

Stewart M., Stafford K.J., Dowling S.K., Schaefer A.L., Webster J.R. (2008). Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. *Physiology & Behavior* 93(4-5): 789-797.

Stoebel D.P., Moberg G.P. (1982). Repeated acute stress during the follicular phase and luteinizing hormone surge of dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 65(1): 92-96.

Sylvester S.P., Mellor D.J., Stafford K.J., Bruce R.A., Ward R.N. (1998). Acute cortisol responses of calves to scoop dehorning using local anaesthesia and/or cautery of the wound. *Australian Veterinary Journal* 76(2): 118-122.

Sylvester S.P., Stafford K.J., Mellor D.J., Bruce R.A., Ward R.N. (2004). Behavioural responses of calves to amputation dehorning with and without local anaesthesia. *Australian Veterinary Journal* 82(11): 697-700.

Tarrant P.V. (1990). Transportation of cattle by road. *Applied Animal Behaviour Science* 28(1-2): 153-170.

Tarrant P.V., Kenny F.J., Harrington D. (1988). The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Science* 24(3): 209-222.

Taylor A.A., Weary D.M., Lessard M., Braithwaite L. (2001). Behavioural responses of piglets to castration: the effect of piglet age. *Applied Animal Behaviour Science* 73(1): 35-43.

Terlouw C., Berne A., Astruc T. (2009). Effect of rearing and slaughter conditions on behaviour, physiology and meat quality of Large White and Duroc-sired pigs. *Livestock Science* 122(2-3): 199-213.

Terlouw E.M.C., Arnould C., Auperin B., Berri C., LeBihan-Duval E., Deiss V., Lefèvre F., Lensink B.J., Mounier L. (2008). Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. *Animal* 2(10): 1501-1517.

Thomsen P.T., Munksgaard L., Togersen F.A. (2008). Evaluation of a lameness scoring system for dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91(1): 119-126.

Thornton P.D., Waterman-Pearson A.E. (1999). Quantification of the pain and distress responses to castration in young lambs. *Research in Veterinary Science* 66(2): 107-118.

Thüer S., Doherr M.G., Wechsler B., Mellema S.C., Nuss K., Kirchhofer M., SteinersA. (2007). Influence of local anaesthesia on short- and long-term pain induced in calves by three bloodless castration methods. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 149(5): 201-211.

Tilbrook A.J., Turner A.I., Clarke I.J. (2000). Effects of stress on reproduction in non-rodent mammals: the role of glucocorticoids and sex differences. *Rev Reprod* 5(2): 105-113.

Ting S.T.L., Earley B., Hughes J.M.L., Crowe M.A. (2003). Effect of ketoprofen, lidocaine local anesthesia, and combined xylazine and lidocaine caudal epidural anesthesia during castration of beef cattle on stress responses, immunity, growth, and behavior. *Journal of Animal Science* 81(5): 1281-1293.

Tom E.M., Duncan I.J., Widowski T.M., Bateman K.G., Leslie K.E. (2002). Effects of tail docking using a rubber ring with or without anesthetic on behavior and production of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 85(9): 2257-2265.

Torrey S., Devillers N., Lessard M., Farmer C., Widowski T. (2009). Effect of age on the behavioral and physiological responses of piglets to tail docking and ear notching. *Journal of Animal Science* 87(5): 1778-1786.

Turnbull J.F., Adams C.E., Richards R.H., Robertson D.A. (1998). Attack site and resultant damage during aggressive encounters in Atlantic salmon (Salmo salar L.) parr. *Aquaculture* 159(3-4): 345-353.

Turner A.I., Hosking B.J., Parr R.A., Tilbrook A.J. (2006). A sex difference in the cortisol response to tail docking and ACTH develops between 1 and 8 weeks of age in lambs. *Journal of Endocrinology* 188(3): 443-449.

Underwood W.J. (2002). Pain and distress in agricultural animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221(2): 208-211.

Valros A., Ahlstrom S., Rintala H., Hakkinen T., Saloniemi H. (2004). The prevalence of tail damage in slaughter pigs in Finland and associations to carcass condemnations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A . Animal Science* 54(4): 213-219.

Veissier I., Rushen J., Colwell D., dePassillé A.M. (2000). A laser-based method for measuring thermal nociception of cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 66(4): 289-304.

Velarde A., Diestre A., Ruiz-de-la-Torre J.L., Stub C., Manteca X. (2000). Factors affecting the effectiveness of head-only electrical stunning in sheep. *Veterinary Record* 147(2): 40-43.

Velarde A., Ruiz-de-la-Torre J.L., Rosello C., Fabtega E., Diestre A., Manteca X. (2002). Assessment of return to consciousness after electrical stunning in lambs. *Animal Welfare* 11(3): 333-341.

Vestergaard K.S., Sanotra G.S. (1999). Relationships between leg disorders and changes in the behaviour of broiler chickens. *Veterinary Record* 144(8): 205-209.

von Borell E., Dobson H., Prunier A. (2007a). Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Hormones and Behavior* 52(1): 130-138.

von Borell E., Langbein J., Despres G., Hansen S., Leterrier C., Marchant-Forde J., Marchant-Forde R., Minero M., Mohr E., Prunier A., Valance D., Veissier I. (2007b). Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals -- a review. *Physiology & Behavior* 92(3): 293-316.

Warriss P.D., Brown S.N. (1985). The physiological responses to fighting in pigs and the consequences for meat quality. *J. Sci. Food Agric.* 36(2): 87-92.

Watts J.M., Clarke K.W. (2000). A survey of bovine practitioners attitudes to pain and analgesia in cattle. *Cattle Practice* 8: 361-362.

Watts J.M., Stookey J.M. (1999). Effects of restraint and branding on rates and acoustic parameters of vocalization in beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 62(2-3): 125-135.

Watts J.M., Stookey J.M. (2000). Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 67(1-2): 15-33.

Weary D.M., Braithwaite L.A., Fraser D. (1998). Vocal response to pain in piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 56(2-4): 161-172.

Weary D.M., Fraser D. (1999). Partial tooth-clipping of suckling pigs: effects on neonatal competition and facial injuries. *Applied Animal Behaviour Science* 65(1): 21-27.

Weary D.M., Niel L., Flower F.C., Fraser D. (2006). Assessing and preventing pain, *Large animal. Proceedings of the North American Veterinary Conference,* Orlando, Florida, USA, 2006/01/07-11.

Weeks C.A., Danbury T.D., Davies H.C., Hunt P., Kestin S.C. (2000). The behaviour of chickens and its modification by lameness. *Applied Animal Behaviour Science* 67(1-2): 111-125.

Weeks C.A., Davies H.C., Hunt P. (1997). Effect of leg weakness on feeding behaviour of broilers. *BSAS Occasional Publication* 20: 124-125.

Welfare Quality Consortium ® (2009a). Welfare Quality® Assessment Protocol for Cattle, 180 p.

Welfare Quality Consortium ® (2009b). Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs, 119 p.

Welfare Quality Consortium ® (2009c). Welfare Quality® Assessment Protocol for Poultry, 119 p.

Welsh T.H., Johnson B.H. (1981). Stress-Induced Alterations in Secretion of Corticosteroids, Progesterone, Luteinizing Hormone, and Testosterone in Bulls. *Endocrinology* 109(1): 185-190.

Wemelsfelder F., van Putten G. (1985). Behaviour as a possible indicator for pain in piglets, Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord', Zeist, The Netherlands, Report B-260: 61 p.

Wendelaar Bonga S.E. (1997). The stress response in fish. *Physiological Reviews* 77(3): 591-625.

Whay H.R., Main D.C.J., Webster A.J.F., Green L.E. (2003). Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records. *Veterinary Record* 153(7): 197-202.

Whay H.R., Waterman A.E., Webster A.J. (1997). Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. *Veterinary Journal* 154(2): 155-161.

Whay H.R., Waterman A.E., Webster A.J.F., O'Brien J.K. (1998). The influence of lesion type on the duration ofhyperalgesia associated with hindlimb lameness in dairy cattle. *Veterinary Journal* 156(1): 23-29.

White R.G., Deshazer J.A., Tressler C.J., Borcher G.M., Davey S., Waninge A., Parkhurst A.M., Milanuk M.J., Clemens E.T. (1995). Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anesthetic. *Journal of Animal Science* 73(2): 381-386.

Widowski T.M., Cottrell T., Dewey C.E., Friendship R.M. (2003). Observations of piglet-directed behavior patterns and skin lesions in eleven commercial swine herds. *Journal of Swine Health and Production* 11(4): 181-185.

Wotton S.B., Anil M.H., Whittington P.E., McKinstry J.L. (1992). Pig slaughtering procedures: Head-to-back stunning. *Meat Science* 32(3): 245-255.

Wotton S.B., Gregory N.G., Whittington P.E., Parkman I.D. (2000). Electrical stunning of cattle. *Veterinary Record* 147(24): 681-684.

Wylie L.M., Gentle M.J. (1998). Feeding-induced tonic pain suppression in the chicken: reversal by naloxone. *Physiology & Behavior* 64(1): 27-30.

Zoric M., Nilsson E., Lundeheim N., Wallgren P. (2009). Incidence of lameness and abrasions in piglets in identical farrowing pens with four different types of floor. *Acta Veterinaria Scandinavica* 51(23).

ESCo "Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage."

Chapitre 4.
Sources avérées et/ou potentielles de douleur chez les animaux d'élevage.

Coordinateurs :
Raphaël Guatteo
Daniel Guémené

Autres auteurs :
Christine Leterrier
Pierre Mormède
Luc Mounier
Patrick Prunet
Armelle Prunier
Claudia Terlouw

*NB1 : les premières occurrences des termes définis dans le glossaire sont annotés d'un *.*

NB2 : ce chapitre fait partie du rapport d'expertise « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage ».
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

Sommaire

4.1. SOURCES DE DOULEUR LIEES AUX SYSTEMES DE PRODUCTION ET AUX PRATIQUES D'ELEVAGES....191

4.1.1. EN ELEVAGE DE RUMINANTS....191
4.1.1.1. PRESENTATION SUCCINCTE DE LA FILIERE DE RUMINANTS ET DES SYSTEMES DE PRODUCTION EN FRANCE....191
4.1.1.2. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS LIES AUX SYSTEMES DE PRODUCTION OU AUX PRATIQUES D'ELEVAGE....193
4.1.1.2.1. Cas de la castration....194
4.1.1.2.2. L'écornage des veaux....196
4.1.1.2.3. La coupe de queue....198
4.1.1.2.4. Exemples d'autres interventions potentiellement douloureuses....198
4.1.1.2.5. Exemples de sources de douleur liées à la conduite d'élevage....199
4.1.2. EN ELEVAGE DE PORCS....200
4.1.2.1. PRESENTATION SUCCINCTE DE LA FILIERE PORCINE ET DES SYSTEMES DE PRODUCTION EN FRANCE200
4.1.2.2. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS LIES AUX SYSTEMES DE PRODUCTION OU AUX PRATIQUES D'ELEVAGE....201
4.1.2.2.1. L'épointage des dents chez les porcelets....203
4.1.2.2.2. La coupe de la queue chez le porcelet....204
4.1.2.2.3. La castration des porcelets....205
4.1.2.2.4. Les troubles locomoteurs....207
4.1.3. EN ELEVAGE DE VOLAILLES....207
4.1.3.1. PRESENTATION SUCCINCTE DE LA FILIERE VOLAILLE ET DES SYSTEMES DE PRODUCTION EN FRANCE....207
4.1.3.2. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS LIES AUX SYSTEMES DE PRODUCTION OU AUX PRATIQUES D'ELEVAGE....208
4.1.3.2.1. Mutilations du bec....209
4.1.3.2.2. Mutilations par castration....210
4.1.3.2.3. Autres mutilations par écrêtage, dégriffage, déphalangage, etc....211
4.1.3.2.4. Manipulations liées à la capture....211
4.1.3.2.5. Manipulations et gavage des palmipèdes....212
4.1.3.2.6. Systèmes d'élevage, fractures et mortalité chez les pondeuses....213
4.1.3.2.7. Pododermatites de contacts....214
4.1.3.2.8. Atteintes ostéo-articulaires et problèmes locomoteurs....214
4.1.4. EN ELEVAGE DE POISSONS....215
4.1.4.1. LA PRODUCTION PISCICOLE EN FRANCE....215
4.1.4.2. EXEMPLES DE SOURCES DE NOCICEPTION LIEES AUX SYSTEMES DE PRODUCTION OU AUX PRATIQUES D'ELEVAGE....215
4.1.4.2.1. L'érosion des nageoires....215
4.1.4.2.2. Les prédateurs....216
4.1.4.2.3. La manipulation des poissons....216

4.2. SOURCES DE DOULEURS LIEES AUX PRATIQUES D'ABATTAGE....217

4.2.1. ASPECTS REGLEMENTAIRES....217
4.2.2 CAS DE L'ABATTAGE....218
4.2.2.1. PERIODE DU PRE-ABATTAGE....219
4.2.2.2. L'ABATTAGE STANDARD....220
4.2.2.2.1. L'étourdissement....221
4.2.2.2.2. La saignée....228
4.2.2.3. L'ABATTAGE RITUEL....230
4.2.2.3.1. L'abattage rituel : aspects réglementaires....230

4.2.2.3.2. L'abattage rituel : la saignée 231
4.2.3. CAS DE L'ABATTAGE HORS ABATTOIR 232
4.2.3.1. ASPECTS REGLEMENTAIRES ACTUELS 232
4.2.3.2. EXEMPLE DE L'EUTHANASIE DES PORCS 233
4.2.3.3. PERSPECTIVES REGLEMENTAIRES A L'ECHELLE EUROPEENNE : REGLEMENT DU CONSEIL SUR LA PROTECTION DES ANIMAUX AU MOMENT DE LEUR MISE A MORT. 235

4.3. SOURCES DE DOULEUR LIEES A LA SELECTION GENETIQUE 240

4.3.1. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS ASSOCIEES A LA SELECTION GENETIQUE CHEZ LES BOVINS. 240
4.3.1.1. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS ASSOCIEES A LA SELECTION GENETIQUE CHEZ LES BOVINS LAITIERS 240
4.3.1.2. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS ASSOCIEES A LA SELECTION GENETIQUE CHEZ LES BOVINS ALLAITANTS DESTINES A LA PRODUCTION DE VIANDE 241
4.3.2. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS ASSOCIEES A LA SELECTION GENETIQUE CHEZ LES PORCS .. 241
4.3.3. EXEMPLES DE SOURCES DE DOULEURS ASSOCIEES A LA SELECTION GENETIQUE CHEZ LES VOLAILLES 242
4.3.4. SELECTION GENETIQUE ET SOURCES DE DOULEUR : CONSEQUENCE DIRECTE OU INDIRECTE ? 242

4.4. CONCLUSION 243

4.5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 244

Les animaux de rente sont élevés au sein de systèmes de production parfois très différents, néanmoins raisonnés, et devant répondre à de multiples impératifs : rentabilité de l'exploitation et de la filière, quantité et qualité de la production, maîtrise des risques de zoonose*, protection du consommateur, et maîtrise des troubles de santé des animaux. De plus, si les pratiques d'élevage mises en œuvre au sein de ces filières, dont certaines sont très anciennes, peuvent avoir été ou sont encore justifiées d'un point de vue « sanitaire » (pour l'animal ou l'homme), économique ou qualitatif (éviter les défauts de qualité des viandes par exemple), elles n'en sont pas moins des sources de douleurs potentielles ou avérées. Il en est ainsi par exemple de la castration, déjà pratiquée il y plusieurs siècles. Il a pu en être de même pour des programmes de sélection génétique dont la mise en œuvre a été rationalisée depuis les années 1950, avec pour principal objectif d'améliorer les performances zootechniques des animaux et donc la rentabilité des exploitations. Les schémas de sélection ne prenaient initialement que peu de caractères en considération et en aucun cas des aspects liés à la résistance aux maladies par exemple, ce qui est moins vrai aujourd'hui. La sélection génétique orientée autrefois quasi exclusivement vers une augmentation importante de la productivité peut avoir eu parfois des conséquences directes ou indirectes sur l'apparition ou l'augmentation de la fréquence et/ou l'intensité de certaines sources de douleur.

Les maladies des animaux ne seront ici que peu évoquées même si les affections sporadiques ou spontanées n'en sont pas moins sources potentielles de processus douloureux. Ne seront abordées ici que certaines affections dont la fréquence et/ou l'intensité peuvent être affectées par les pratiques d'élevage, les systèmes de production ou la sélection génétique.

L'objectif de ce chapitre est de présenter pour chaque espèce ou groupe d'espèces (ruminants, porcs, volailles et poissons quand les données existent) les sources de douleurs potentielles auxquelles les animaux peuvent être confrontés. Pour cela, l'organisation de chaque filière et de ses contraintes sera présentée succinctement afin d'envisager ensuite les sources de douleurs potentielles, associées aux pratiques d'élevages, aux systèmes de production ainsi qu'à la sélection génétique. Les sources potentielles liées aux pratiques de l'abattage ou à la sélection génétiques seront abordées à la fin du chapitre.

4.1. Sources de douleur liées aux systèmes de production et aux pratiques d'élevages

4.1.1. En élevage de ruminants

4.1.1.1. Présentation succincte de la filière de ruminants et des systèmes de production en France

La source des données présentées dans ce paragraphe est : Agreste Graphagri, L'agriculture, la forêt et les industries alimentaires(SCEES, 2008).

Concernant l'élevage de bovins, on note depuis la fin des années 1960 une diminution du nombre de troupeaux. Les statistiques agricoles arrêtées en novembre 2007, recensent 208 000 exploitations détenant des bovins. Cette diminution du nombre de troupeaux s'est accompagnée d'une augmentation des effectifs intra-troupeau. Ainsi, en 2007, une exploitation compte en moyenne 92 bovins contre seulement 38 en 1983. Les exploitations laitières et les troupeaux allaitants détenant plus de 30 vaches représentent respectivement 87 et 79% des effectifs de vaches laitières et de vaches allaitantes (encore appelées vaches nourrices). En 2007, en France, on dénombrait 19 124 000 bovins dont 3 759 000 vaches laitières (Prim Holstein, Montbéliardes et Normandes principalement) et 4 163 000 vaches nourrices (Charolaise, Limousine et Blonde d'Aquitaine principalement). La production de

viande bovine s'élevait en France en 2007 à 1774 milliers de tonnes-équivalent-carcasse et la production laitière à 22 229 millions de litres de lait.

En troupeaux laitiers, les veaux femelles ont les destinations suivantes :

- veaux de boucherie 34 %
- veaux exportés à 15 jours / 3 semaines 2 %
- génisses de viande 9 %
- génisses de renouvellement 55 %

Les veaux mâles ont les destinations suivantes :

- veaux abattus à 8-15 jours 3 %
- veaux de boucherie 55 %
- veaux exportés à 15 jours / 3 semaines 9 %
- jeune bovin de boucherie 24 %
- bœuf 9 %

En troupeau allaitant, les veaux femelles ont les destinations suivantes :

- veaux de boucherie sous la mère 5 %
- broutards exportés 14 %
- génisses de viande : 28 %
- génisses de renouvellement : 53 %

Les veaux mâles ont les destinations suivantes :

- veaux de boucherie sous la mère 5 %
- broutards exportés 51 %
- jeune bovin de boucherie 36 %
- bœuf 5 %
- taureaux de monte naturelle 3 %

Concernant les ovins, 75 000 élevages exploitent le cheptel français, avec une réduction de 60 % du nombre des troupeaux en moins de 20 ans. Les élevages de plus de 100 brebis regroupent 80 % des effectifs. Le cheptel total s'élève à 8 285 000 ovins dont 5.5 millions de brebis. Les principales régions d'élevage allaitant sont Midi-Pyrénées (24 % du cheptel), Poitou-Charentes, Provence Alpes Côte d'Azur et Limousin (9 à 10 % du cheptel chacune). Les troupeaux laitiers sont quasi exclusivement concentrés dans le "Rayon de Roquefort", les Pyrénées Atlantiques et la Corse. La viande ovine mise sur le marché est essentiellement issues des agneaux (83%) et des brebis de réforme (17%) des troupeaux allaitants et laitiers. Le Fromage de Roquefort a été le principal moteur du développement de la production laitière ovine, lié à l'exploitation et l'amélioration de la race Lacaune (exploitée également comme race allaitante par ailleurs). Les races Corse et des Pyrénées Atlantiques (Manech et Basco-Béarnaise) sont les autres races laitières dont les productions sont orientées intégralement vers la transformation fromagère. La production est essentiellement collectée par des unités de transformation (7% seulement de la production est transformée à la ferme). Le volume de la collecte se montait à 256 millions de litres en 2007.

Concernant la production caprine en France, le cheptel total s'élevait à 1 250 000 caprins dont 853 000 chèvres. Pour les chèvres en exploitation laitières, le volume de la collecte se montait à 443 millions de litres en 2007. Le volume de lait produit dans les exploitations avec transformation fermière n'est pas connu avec précision. La production de viande caprine consiste en la production de chevreau de boucherie et des chèvres de réforme (marché de faible volume).

4.1.1.2. Exemples de sources de douleurs liés aux systèmes de production ou aux pratiques d'élevage

Les pratiques d'élevages à la fois courantes et reconnues comme à l'origine de douleur chez les bovins sont principalement au nombre de deux : la castration et l'écornage. Néanmoins, on peut signaler également comme pratique potentiellement à l'origine de douleur les pratiques utilisées pour l'identification des animaux, cette dernière étant obligatoire. La pratique la plus fréquente consiste en la pose de boucles en plastique sur chacune des oreilles de l'animal (AHAW Panel, 2009). Les alternatives sont le tatouage mécanique ou à l'azote, ou la pose d'implants ou de puces électroniques. Si elle est correctement pratiquée, la pose de boucle n'engendre pas de complications. Cependant nous ne traiterons pas davantage des conséquences douloureuses de ces pratiques du fait qu'elles sont probablement moins douloureuses que les autres interventions fréquentes chez les bovins (castration, écornage) et qu'il existe peu de données bibliographiques.

L'éco-conditionnalité des aides prend en compte cet aspect « douleur » et fait référence aux recommandations du conseil de l'Europe disponibles sur le site web du conseil[1]. Les principaux points sont les suivants :

« - 1. Les opérations entraînant la perte d'une quantité significative de tissu ou la modification de la structure osseuse des bovins doivent être interdites, et en particulier :

- la modification ou la mutilation de la langue ;
- l'écornage par d'autres moyens que l'ablation chirurgicale des cornes ;
- l'amputation de la queue.

- 2. Des exceptions aux interdictions prévues au paragraphe 1 peuvent être faites :

- pour des opérations réalisées à des fins de médecine vétérinaire ;
- pour les opérations suivantes, qui peuvent uniquement être réalisées dans l'intérêt des animaux ou si nécessaire pour la protection des personnes en contact direct avec eux, et selon les conditions énoncées aux paragraphes 3 et/ou 4 ci-dessous :

  i. la destruction ou l'ablation à un stade précoce de la partie produisant la corne (disbudding) afin d'éviter l'écornage ;

  ii. l'écornage, si réalisé, par l'ablation chirurgicale des cornes ;

  iii. la pose de boucles nasales aux taureaux et aux vaches ;
- pour les opérations suivantes, qui devraient être évitées dans la mesure du possible, mais qui peuvent être effectuées conformément aux paragraphes 3 ou 4 ci-dessous et dans les conditions suivantes :

  i. la castration des taureaux et des veaux mâles, de préférence par l'ablation chirurgicale des testicules, mais à condition de ne pas utiliser des méthodes causant des douleurs ou angoisses inutiles ou prolongées ;

  ii. la castration des vaches pour l'engraissement, si elle est permise par la législation nationale ;

  iii. l'entaillage ou le poinçonnage des oreilles des animaux s'ils sont requis ou permis par la législation nationale.

- 3. Les opérations au cours desquelles l'animal subira ou risquera de subir des douleurs considérables doivent être effectuées sous anesthésie locale ou générale par un vétérinaire ou toute autre personne qualifiée, conformément à la législation nationale. De telles opérations comprennent la castration des vaches, l'écornage, la destruction ou l'ablation à un stade précoce de la partie produisant la corne (*disbudding*) au moyen de méthodes

---

1 http://www.coe.int/t/f/affaires_juridiques/coop%E9ration_juridique/s%E9curit%E9_biologique%2C_utilisation_des_animaux/elevage/Rec%20bovins%20F%201988.asp#TopOfPage

chirurgicales ou au moyen d'une cautérisation par brûlure sur des animaux ayant plus de quatre semaines d'âge et devraient comprendre la castration et la vasectomie.

- 4. Les opérations ne nécessitant pas d'anesthésie doivent être réalisées sur les animaux de façon à éviter toute douleur ou angoisse inutiles ou prolongées. De telles opérations peuvent être effectuées par un personnel expérimenté, et comprennent, selon les conditions énoncées au paragraphe 2 ci-dessus :

- la destruction ou l'ablation de la partie produisant la corne sur des animaux n'ayant pas dépassé quatre semaines de vie :
    i. au moyen de la cautérisation chimique ;
    ii. au moyen de la cautérisation par brûlure, à condition que l'instrument utilisé produise une chaleur suffisamment élevée pendant une période minimale de dix secondes ;
- la pose de boucles nasales aux taureaux et aux vaches ;
- l'entaillage ou le poinçonnage des oreilles des animaux.»

4.1.1.2.1. Cas de la castration

Chez les bovins, compte-tenu des statistiques agricoles, on peut estimer que 5 à 9% des veaux mâles sont castrés. Les raisons invoquées pour castrer les bovins sont multiples. La première est de permettre en système herbager l'élevage conjoint sur des mêmes pâtures de jeunes femelles (génisses) et de mâles (en l'occurrence castrés : des bœufs). La castration diminue également l'agressivité et améliore la docilité des animaux mâles (Kent et al., 1995; Stafford & Mellor, 2007) de même qu'elle diminue les taux de testostérone et donc l'activité sexuelle des animaux (Fisher et al., 1996; Fisher et al., 2001; Stafford & Mellor, 2007; Stafford et al., 2002). Cela permet de maîtriser les accouplements et d'éviter les accouplements non désirés, de même que de diminuer les risques de transmission de maladies vénériennes. Enfin, la castration influe également sur la qualité des carcasses. Ainsi les carcasses des animaux castrés possèdent une viande plus tendre et plus persillée que des mâles entiers (Fisher et al., 2001; Kent et al., 1995); (Faulkner et al., 1992). Les raisons sont identiques chez les ovins.

Les méthodes permettant de castrer les veaux peuvent se classer en trois grandes catégories : la castration par écrasement (à l'aide de la pince de Burdizzo principalement), la castration par striction (à l'aide d'un élastique le plus souvent) ou la castration par exérèse chirurgicale, encore appelée méthode sanglante, à l'inverse des deux premières (Kent et al., 1995). Les différentes techniques et modalités d'utilisation par les éleveurs (qui sont autorisés à pratiquer cette intervention) et les vétérinaires dans différents pays sont retranscrites dans le tableau 1. Il semble que les éleveurs emploient préférentiellement la technique de castration à l'anneau élastique (Elastrator®), à l'exception des éleveurs du Royaume-Uni, quand bien-même leurs vétérinaires s'en détournent au profit de la castration à la pince Burdizzo, et dans une moindre mesure, chirurgicale.

La castration des bovins est reconnue comme une procédure douloureuse quelle que soit la technique utilisée et/ou l'âge de l'animal castré (Molony et al., 1995; Robertson et al., 1994; Stafford, 2007; Stafford et al., 2002). L'existence de douleur aiguë est déduite d'observations d'augmentation de la teneur en cortisol* et de postures et comportements anormaux, que ces derniers présentent une immobilité majeure ou au contraire une hyperactivité-hyperesthésie* (piétinement, coup de pieds) (Molony et al., 1995; Stafford et al., 2002; Ting et al., 2005). L'existence de douleur chronique est quant à elle déduite de l'observation de comportements spécifiques (en direction du site de castration : léchage de la plaie, mouvements de tête, mouvements de la queue) (Molony et al., 1995; Stafford et al., 2002; Thüer et al., 2007; Ting et al., 2003) ainsi que des anomalies de posture (Thüer et al., 2007).

Parmi les différentes techniques de castration, toutes ne sont pas équivalente en termes de douleur engendrée (Tableau 2). Une étude visant à comparer les différentes techniques

chirurgicales de castration rapporte que la castration à l'aide de la pince de Burdizzo est moins douloureuse que la castration chirurgicale (Stafford et al., 2002).

Il est démontré que la castration par l'anneau élastique est responsable d'une douleur chronique (Thüer et al., 2007), plus difficile à détecter et à gérer.

Pour la technique de Burdizzo, la pince doit être appliquée à 2 reprises sur chaque cordon spermatique, en respectant à chaque fois, un temps d'application de quelques secondes. Cette technique occasionne une douleur aiguë intense d'au moins 3 heures (Molony et al., 1995; Obritzhauser et al., 1998; Robertson et al., 1994; Stafford et al., 2002). Dès lors s'il n'emploie pas d'anesthésie locale, l'intervenant s'expose au risque de recevoir un coup de pied du bovin. Or la majorité des éleveurs n'emploient pas d'anesthésiques lorsqu'ils castrent les bovins. De plus, nombre d'entre eux castrent les animaux tardivement, alors qu'ils sont puissants. Par ailleurs, le coût de cette pince est prohibitif pour les éleveurs, et sans commune mesure avec celui d'un Elastrator® et d'un jeu d'élastiques. Enfin, il est reconnu que cette technique peut échouer (Kent et al., 1995; Stafford et al., 2000; Stafford et al., 2002). Ceci explique en partie la faible fréquence d'utilisation de la pince de Burdizzo par les éleveurs pour castrer les veaux.

La castration chirurgicale est tout aussi dangereuse, sinon plus, que la castration à la pince Burdizzo. En revanche, elle ne présente pas les inconvénients de cette dernière technique, puisqu'elle nécessite l'usage de matériel très peu onéreux et ne connaît aucun échec sauf complications de chirurgie. De plus c'est la technique de castration pour laquelle la douleur occasionnée est la plus brève (cf chapitre 5). Enfin, elle ne présente pas de difficulté technique majeure, guère plus que la castration à la pince de Burdizzo. Pourtant, les éleveurs qui utilisent cette technique sont encore moins nombreux que ceux qui castrent leurs veaux à la pince de Burdizzo.

L'âge de l'animal castré est également, pour une même technique un facteur de variation de la douleur engendrée. Ainsi, la castration est moins douloureuse pour un veau âgé d'une semaine en comparaison à un veau âgé de trois à six semaines (Robertson et al., 1994). De même, la douleur associée à la castration d'un veau âgé de 3 à 6 semaines est moindre que celle d'un veau âgé de 45 jours (Ting et al., 2005). Lorsque les éleveurs sollicitent leur vétérinaire pour castrer des veaux, elle est plus tardive que celle qu'ils effectuent eux-mêmes. Selon les pays, l'âge de castration est très variable, de quelques jours à plusieurs mois.

Les éleveurs qui emploient des anesthésiques pour castrer leurs veaux sont minoritaires (sauf en Suisse où leur emploi est obligatoire), voire rares (Nouvelle Zélande, France); (Guattéo et al., 2008; Stafford et al., 2000). A l'inverse, peu nombreux sont les vétérinaires qui ne s'en servent pas, au moins en Suisse.

Les données sont équivalentes chez le mouton chez qui la castration à la pince de Burdizzo est la méthode reconnue la moins douloureuse, notamment en comparaison de la méthode à l'élastique, pourtant plus pratiquée du fait de sa facilité (Melches et al., 2007).

Concernant la castration, les différentes techniques utilisées par les éleveurs (qui sont autorisés à pratiquer cette intervention) et les vétérinaires sont décrites dans le Tableau 1.

Tableau 1. Etude comparative des pratiques des éleveurs de bovins et de leurs vétérinaires relatives à la castration des veaux.

Auteurs		(Kent et al., 1996)	(Boesch et al., 2006)	(Stafford et al., 2000)
Pays		Royaume-Uni	Suisse	Nouvelle Zélande
Nombre d'éleveurs interrogés		NC [a]	615	3788
Proportion d'éleveur effectuant eux-mêmes la castration (%)		NC	32,7	74
Technique de castration employée [b]	**Chirurgicale**	39/43	ε/11,2	18/NC
	A la pince de Burdizzo	43/57	ε/73,9	25/NC
	A l'anneau élastique	32/0	≈ 100/14,9	85/NC
Anesthésiques utilisés [b]	**Anesthésiques locaux**	15/NC	32,1/84,5	3/NC
	Sédatifs	NC/NC	22,6/85,4	NC/NC
Age moyen de castration		NC/NC	7j/34j	2,2 [c] ou 4,3 mois/NC

a Non Connu.
b Pour toutes les expressions du type X/Y, X représente le pourcentage d'éleveurs, Y celui de vétérinaires.
c 2,2 pour une castration à l'anneau élastique, 4,3 pour une castration chirurgicale.

Tableau 2. Effet de la technique de castration sur la durée du phénomène algique[a] postopératoire chez le veau. (d'après Molony et al., 1995)

Technique de castration	**Durée (jours) a**
Chirurgicale	9
Pince de Burdizzo	15
Anneau élastique	45

a Estimée sur la base de la durée pendant laquelle le comportement des veaux reste anormal après sa castration

4.1.1.2.2. L'écornage des veaux

L'écornage concerne la quasi-totalité des veaux laitiers femelles destinés à l'élevage. La pratique de l'écornage en système allaitant est moins systématique et on ne dispose pas de chiffres sur la fréquence de cette pratique. L'écornage se pratique sur les animaux afin de limiter les risques de blessures dues au coup de cornes autant pour l'animal que pour l'homme. Cette pratique s'est développée conjointement au développement de la stabulation libre. Cela a aussi pour avantage de limiter la place nécessaire à l'auge entre deux animaux et donc d'optimiser le nombre de places à la table d'alimentation.

A ce jour, les opérations d'écornage des bovins reposent sur les Recommandations du Comité de la Convention européenne du 21/10/1988. L'article 17 précise que l'écornage par d'autres moyens que l'ablation chirurgicale des cornes (section des cornes) doit être interdit. Cependant des exceptions sont faites :

- pour des bovins de moins de 4 semaines de vie : écornage possible par cautérisation chimique ou thermique, sans anesthésie.

- pour des bovins de plus de 4 semaines de vie : écornage, destruction ou ablation à un stade précoce de la partie produisant la corne possible au moyen de méthodes chirurgicales ou de la cautérisation par brûlure, sous anesthésie, par un vétérinaire ou une personne qualifiée.

La Charte des Bonnes Pratiques d'Elevage recommande d'écorner les bovins avant 6 semaines de vie en respectant les méthodes préconisées. En cas d'écornage adulte, elle stipule de poser un garrot, d'utiliser du matériel hydraulique et d'administrer un antalgique à l'animal ou de préférence une anesthésie.

Le Tableau 3 rapporte les pratiques d'écornage des veaux laitiers par les éleveurs et vétérinaires au Canada. Des données françaises sont rapportées dans le chapitre 5.

Environ 2/3 des éleveurs tiennent compte de l'âge des veaux lorsqu'ils les écornent, alors qu'environ 9/10 des vétérinaires écornent des veaux de tout âge. De plus, environ 3/5 des éleveurs et des vétérinaires optent pour un écornage par cautérisation physique (méthode reconnue la moins douloureuse cf. infra). Cette même étude rapporte que les éleveurs qui emploient des anesthésiques locaux et des sédatifs analgésiques sont de loin minoritaires (environ 1/5 et 1/10, respectivement). L'inverse est constaté chez les vétérinaires (environ 9/10 et 3/5 respectivement).

La pratique de l'écornage sans anesthésie* ni analgésie* est reconnue douloureuse aussi bien chez le veau que chez l'adulte (Taschke & Folsch, 1997). L'existence de douleur est confirmée par des études ayant démontré une augmentation de la cortisolémie plusieurs heures après écornage, ainsi qu'une augmentation de comportements spécifiques évocateurs (battements d'oreilles, mouvements de la tête) (Faulkner & Weary, 2000; Mellor et al., 2002).

Parmi les différentes techniques utilisables et utilisées afin d'écorner les veaux, toutes ne sont pas équivalentes en termes de douleur engendrée. Ainsi, de nombreuses études rapportent que l'écornage par cautérisation à l'aide d'un fer chaud ou d'un fer électrique est moins douloureux que l'écornage à l'aide de pates ou de crayons chimiques (NaOH), lui-même moins douloureux que l'écornage à l'aide d'une cisaille (Stilwell et al., 2004a; Stilwell et al., 2004b; Sylvester et al., 1998).

Tableau 3. Etude comparative des pratiques des éleveurs de vaches laitières et de leurs vétérinaires relatives à l'écornage des veaux au Canada (Misch et al., 2007).

			Eleveurs (n = 161)	**Vétérinaires (n = 65)**
Technique d'écornage employée (% de veaux)	Cautérisation chimique (pâte)		9,0	3,7
	Cautérisation physique	Thermocautère à combustion	3,7	14,7
		Thermocautère électrique	59,7	46,7
	Amputation	Curette	1,6	14,0
		Gouge	8,5	1,7
		Scie-fil	0,2	3,2
	Gouge + thermocautère électrique		9,4	12,6
	Autre		7,9	3,4
Age du veau au moment de l'écornage (% des intervenants)	< 4 semaines		14,0	1,5
	Entre 4 et 8 semaines		23,0	1,5
	> 8 semaines		27,5	9,0
	Tout âge		35,5	88,0

4.1.1.2.3. La coupe de queue

.La coupe de queue chez les bovins

Cette pratique était autrefois fréquente chez les jeunes bovins élevés sur caillebotis* (système abandonné depuis) afin d'éviter les blessures de la queue et les gangrènes consécutives. Elle se pratique de façon chirurgicale ou le plus fréquemment par striction (pose d'un élastique). Elle n'est aujourd'hui quasiment plus pratiquée en France sauf dans certaines indications chirurgicales thérapeutiques.

Chez les bovins laitiers, la coupe de queue se pratique encore dans certains pays avec pour justification l'amélioration du confort du trayeur, l'amélioration de la propreté des bovins et la diminution du risque de transmission à l'homme de la leptospirose* (Aubry, 2005).

La coupe de queue (hors indication thérapeutique) est interdite en Suisse, en Allemagne, au Danemark, en Suède, au Royaume-Uni et dans quelques états d'Australie (AVMA, 2006). Cette pratique est toujours autorisée en France, y compris en cahier des charges biologique (avec l'écornage et la castration).

L'analyse de la littérature disponible indique que la coupe de queue chez le bovin ne confère aucun bénéfice à l'animal, ni à l'homme et est de plus pénalisante pour le bovin en période estivale et en période de forte présence de mouches (AVMA, 2006). La coupe de queue est reconnue comme étant à l'origine de douleur aiguë (Eicher & Dailey, 2002; Schreiner & Ruegg, 2002) et ce d'autant plus qu'elle est pratiquée sur des animaux âgés (Schreiner & Ruegg, 2002). Elle est également associée à de la douleur chronique (Lunam et al., 2002) (Eicher et al., 2006) notamment du fait de l'existence de névromes* se développant au lieu de la coupe surtout si celle-ci est pratiquée au couteau sur des génisses de plus de 12 mois (Barnett et al., 1999).

.La coupe de queue chez les ovins

La coupe de queue chez les ovins peut être pratiquée selon 3 grands types de procédures : chirurgicale (à l'aide d'un couteau le plus souvent), thermique (cautérisation par le chaud) ou par striction (le plus souvent par pose d'un élastique, plus ou moins suivie de la pose d'un clamp type pince de Burdizzo) (French et al., 1994; Kent et al., 1998; Kent et al., 1995). Elle se pratique en général sur des agneaux de moins de 15 jours d'âge. La méthode par striction par pose d'un élastique est la méthode la plus fréquemment utilisée (dans près de 90% des cas) (French et al., 1994). La coupe de queue est pratiquée principalement pour (i) diminuer les souillures dues aux fèces sur l'arrière train et par voie de conséquence les myiases* (French et al., 1994) et (ii) pour faciliter les manœuvres et éviter les complications obstétricales (Thomas et al., 2003). La queue doit être coupée de façon à tout de même couvrir l'anus et la face dorsale de la vulve (Kent et al., 2001). Toutes ces méthodes sont à l'origine de douleur aiguë (Kent et al., 1993; Mellor & Holmes, 1988; Mellor & Murray, 1989a; Mellor & Murray, 1989b; Molony et al., 1993; Wood et al., 1991) ainsi que de douleur chronique (French & Morgan, 1992). La coupe de queue à l'élastique est la méthode à l'origine de l'intensité de douleur semble-t-il la plus forte (Kent et al., 2001). La littérature rapporte que les agneaux à la queue coupée présentent une probabilité moindre d'infestation par les mouches lorsque ces dernières sont présentes, sans par contre que la coupe de queue n'ait d'effet sur la morbidité* ou la mortalité* des agneaux (French et al., 1994).

4.1.1.2.4. Exemples d'autres interventions potentiellement douloureuses

Une étude récente menée à destination des éleveurs de bovins en France (plus de 1000 réponses sur 10 000 questionnaires) (Roger, 2008) a visé à recenser les interventions et maladies que les éleveurs considèrent comme douloureuses. Les interventions pratiquées sur les animaux par les éleveurs majoritairement (ou le vétérinaire) et qu'ils jugent douloureuses sont résumées dans le Tableau 4.

Tableau 4. Liste des interventions rapportées comme douloureuses par les éleveurs de bovins, regroupées en catégories (Roger, 2008).

Catégories	Nombre d'occurrences	%
Interventions obstétricales	476	45,9
Ecornage	255	24,6
Interventions sur les membres	116	11,2
Castration	72	6,9
Divers	49	4,7
Traumatismes tégumentaires	42	4,1
Chirurgie digestive	16	1,5
Soins du nombril	11	1,1
Total	1037	100

Concernant les interventions et pratiques fréquentes en élevage à l'origine de douleur, on peut citer certaines pratiques « inévitables » telles que la mise-bas (a fortiori les mises-bas dystociques* et leurs complications obstétricales) ainsi que l'opération césarienne* (EFSA, 2009), de même que les soins apportés aux onglons des bovins dans le cadre d'un parage curatif par exemple. De façon plus générale, chez l'homme, toute chirurgie est considérée d'emblée comme une douleur de palier II ou III (sur une échelle comprenant 3 paliers, le palier III correspondant à une douleur très sévère).

4.1.1.2.5. Exemples de sources de douleur liées à la conduite d'élevage

.Exemples de sources de douleur liées au logement et conditions d'élevage

Une restriction de l'espace disponible en stabulation libre chez les bovins peut être à l'origine d'une augmentation des agressions des animaux (Kondo et al., 1989). Une diminution de l'espace disponible lors d'élevage sur caillebotis augmente le risque de lésions de la queue chez les jeunes bovins (pour revue, voire (Ingvartsen & Andersen, 1993). Une diminution de l'espace disponible augmente le risque de mammites (Fregonesi & Leaver, 2002).

La litière des animaux représente le premier réservoir d'agents pathogènes pour les mammites dites environnementales. Par exemple, le taux d'infections intra-mammaires dues à des coliformes est corrélé au nombre de bactéries présentes sur les trayons des vaches (Hogan et al., 1989) lui même directement corrélé au nombre de bactéries présentes dans la litière (Hogan et al., 1989; Natzke & LeClair, 1976). Ainsi, le logement et les conditions d'utilisation et d'entretien de ce dernier jouent un rôle déterminant dans l'hygiène du bâtiment et de la litière, donc sur l'incidence des infections intra-mammaires (Smith & Hogan, 2001). Une hygiène insuffisante et une densité trop importante d'animaux sont autant de facteurs de risque de survenue d'infections intra-mammaires chez les bovins (Langford et al., 2009; Sampimon et al., 2009; Wenz et al., 2007). Concernant les infections intra-mammaires, de mauvaises conditions de traite (défaut d'hygiène) et des défauts de conception ou de fonctionnement de la machine à traire sont autant de facteurs de risques de survenue d'infections intra-mammaires, sources potentielles de douleur (AHAW Panel, 2009), l'infection intra-mammaire étant reconnue douloureuse (Harmon, 1994).

A l'inverse, une bonne conception des équipements de couchage et d'alimentation est à l'origine de moindres blessures chez les animaux (Veissier et al., 2004). L'utilisation d'une litière de bonne qualité améliore l'état sanitaire des bovins (Fregonesi & Leaver, 2001). Dans le système logette par exemple, un revêtement souple, tapis de caoutchouc ou paille, réduit le nombre de blessures aux membres et le nombre de boiteries (Haley et al., 2001). Un sol

en béton entraine une augmentation des problèmes aux pieds (Telezhenko & Bergsten, 2005). En ce qui concerne les vaches laitières, les blessures les plus fréquentes se situent au niveau des jarrets, mais le niveau de douleur engendrée reste encore mal connu. Le logement a une influence majeure sur la prévalence des blessures aux jarrets chez les vaches laitières. Les vaches logées en stalles présentes plus de lésions aux jarrets, de boiteries et également plus de tarsites* que les vaches logées en air paillée (Cook & Nordlund, 2009; Haskell et al., 2006; Livesey et al., 2002; Weary et al., 1998; Wechsler et al., 2000). De nombreuses études rapportent que le logement (type de logement, type de surface au sol, fréquence de pâturage etc..), et la conduite du troupeau (pourcentage de primipares*, alimentation, etc…) sont des facteurs de risque majeurs de boiteries chez les bovins (les plus récentes : Baird et al., 2009; Barker et al., 2009; Frankena et al., 2009). L'absence ou le manque de temps en pâture ainsi que les bâtiments en logette sont autant de facteurs de risque pour la survenue de lésions podales chez les bovins (Barker et al., 2009).

Dans un rapport de juillet 2009 de l'EFSA (Agence Européenne de la sécurité alimentaire) portant sur les effets des systèmes d'élevage sur les troubles de santé de la vache laitière, les experts concluent que les troubles locomoteurs et les infections intramammaires (ou mammites) sont les troubles de santé pour lesquels l'influence du logement, des conditions d'élevage et d'hygiène est primordiale. Les experts affirment également que ces maladies sont douloureuses et que le prise en charge de la douleur devrait faire partie du traitement des boiteries sévères et des mammites cliniques (AHAW Panel, 2009).

.Exemples de sources de douleur liées à l'alimentation

Une des causes majeures de boiteries chez les vaches laitières est la pododermatite* aseptique diffuse, encore appelée fourbure, reconnue comme douloureuse. Cette affection est une conséquence d'une autre affection : l'acidose subaiguë du rumen, cette dernière ayant une composante alimentaire bien étudiée (voir la revue de Kleen et al., 2003), à savoir un apport trop important (en durée et/ou en quantité) de glucides fermentescibles à l'origine d'une baisse du pH ruminal. Cette acidose subaiguë du rumen peut ensuite entrainer de nombreuses complications (abcès du foie, ruminite, etc.).

.Exemples de sources de douleur liées aux regroupements d'animaux

Les remaniements du groupe social peuvent être à l'origine d'une augmentation des interactions agonistiques (Bøe & Færevik, 2003; Mounier et al., 2005). Dans les très grands groupes, l'instauration d'une hiérarchie peut être plus difficile et conduire à des combats plus fréquents (Mounier et al., 2007). La compétition, alimentaire ou pour le couchage, peut être à l'origine d'une augmentation des combats.

4.1.2. En élevage de porcs

4.1.2.1. Présentation succincte de la filière porcine et des systèmes de production en France

Dans l'élevage de porcs, il existe trois grands types d'élevages : (1) les naisseurs qui produisent des porcelets et n'ont donc que des truies, leurs porcelets et éventuellement quelques verrats pour la détection des chaleurs, (2) les engraisseurs qui achètent des porcelets et les élèvent jusqu'à environ 186 jours d'âge pour un poids moyen de 116 kg de poids vif et, (3) les naisseur-engraisseurs qui ont à la fois des truies reproductrices et des porcs à l'engrais. Il y a au total un peu plus de 27 000 exploitations professionnelles de porcs qui abritent en moyenne près de 500 porcs chacune (SCEES-Agreste 2007). L'essentiel des truies (83% en 2007) et des porcs charcutiers (62% en 2007) appartiennent à des éleveurs naisseur-engraisseurs. Le cheptel total de porcs en France est d'environ 15 millions de porcs dont environ 1,2 millions de truies (SCEES-Agreste 2007 cité par IFIP, 2008)). La production annuelle est d'environ 25 millions de porcs abattus, soit 2,3 millions de tonnes de carcasse

(IFIP, 2008). La majorité des porcs appartiennent à des élevages qui comptent plus de 1000 porcs (72% en 2005) et l'essentiel des truies à des élevages qui comptent plus de 100 truies (85% en 2005) (SCEES-Agreste 2007 cité par IFIP, 2008). L'essentiel de la production de porcs a lieu dans des élevages conventionnels puisque les élevages de porcs biologiques n'abritent que 0,5% des truies et ne produisent qu'environ 0,3% de la viande de porc (Prunier & Lebret, 2009). Il existe également une production de type label qui représente environ 2% de la production de viande de porc (IFIP, 2008). Les truies sont essentiellement logées dans des bâtiments fermés (à plus de 98 % si on admet que les élevages qui adhèrent à la Gestion des Troupeau de Truies sont représentatifs des élevages français) et quasiment tous les porcs à l'engrais. Pendant la gestation, les truies sont logées en groupes ou en loges individuelles essentiellement sur caillebotis intégral dans des bâtiments spécialisées qualifiées de « verraterie » ou de « gestation ». Une dizaine de jours avant la mise bas, les truies sont transférées dans d'autres bâtiments spécialisés, les maternités, où elles sont bloquées en loges individuelles et sur caillebotis. Lorsque les truies sont élevées en plein air, elles ne sont évidemment pas bloquées mais sont généralement transférées dans des parcs individuels où elles disposent de cabanes pour la mise bas. Les truies sont généralement conduites en « bandes », c'est à dire que leur cycle de reproduction est synchronisé. Cela permet de réaliser des adoptions de porcelets à la mise bas et de réaliser des nettoyages approfondis et des vides sanitaires entre chaque bande. Les porcelets restent avec leur mère jusqu'à un âge moyen de 25 jours (IFIP, 2008) sauf dans les élevages biologiques où ils doivent rester au minimum 40 jours. Pour améliorer le confort des porcelets et réduire leur mortalité, des tapis et/ou des nids à porcelets et des lampes chauffantes sont placés dans les loges de maternité. Au sevrage, les porcelets sont généralement transférés dans des bâtiments spécialisés de post-sevrage sur caillebotis où la température ambiante et la ventilation sont fortement contrôlées. Dans les élevages en plein air, les porcelets sont transférés dans des « chalets ». Le sevrage est une période d'adaptation difficile car les animaux passent souvent brutalement d'une alimentation lactée à un aliment riche en céréales et sont regroupés avec des porcelets d'autres portées (stress social). Aux alentours de 30 kg de poids vif (environ 2,5 mois), les porcelets sont transférés dans des bâtiments d'engraissement où ils sont logés essentiellement sur caillebotis dans les élevages conventionnels et sur paille dans les élevages biologiques et de type label. La législation européenne impose un certain nombre de contraintes en terme de logement et de conduite des animaux (Directive 2001/88/CE, 2001; Directive 2001/93/CE, 2001). A ces contraintes s'ajoutent celles définies pour l'élevage biologique (Règlement CE n° 889/2008, 2008) et par des cahiers des charges privés pour les porcs labels.

Globalement, l'élevage de porcs est très performant en terme zootechnique puisque les truies ont en moyenne 2,5 portées et sèvrent 27 porcelets par an. Les porcs charcutiers sont abattus à environ 6 mois d'âge (environ 116 kg de poids vif) avec une croissance moyenne proche de 680 g par jour et un indice de consommation de 2,7 (il faut 2,7 kg d'aliment pour 1 kg de gain de poids vif) entre le sevrage et l'abattage (IFIP, 2008). Dans les élevages biologiques ces performances sont mal connues mais très inférieures (Prunier & Lebret, 2009).

4.1.2.2. Exemples de sources de douleurs liés aux systèmes de production ou aux pratiques d'élevage

Certaines interventions douloureuses (castration, épointage des dents, coupe de queue) sont limitées par la directive européenne 2001/630/CE qui stipule : « Toutes les procédures destinées à intervenir à d'autres fins que thérapeutiques ou de diagnostic ou pour l'identification des porcs conformément à la législation applicable, et provoquant des dommages ou la perte d'une partie sensible du corps ou une altération de la structure osseuse, sont interdites, sauf dans les cas mentionnés ci-après :

- la réduction uniforme des coins des porcelets par meulage ou section partielle est autorisée pendant les sept jours suivant la naissance et doit laisser une surface lisse et intacte. Les défenses des verrats peuvent être réduites dans leur longueur si

nécessaire pour prévenir toute blessure causée aux autres animaux ou pour des raisons de sécurité,

- la section partielle de la queue,
- la castration des porcs mâles par d'autres moyens que le déchirement des tissus,
- la pose d'anneaux dans le nez n'est autorisée que dans les systèmes d'élevage en plein air et en conformité avec la législation nationale.

La section partielle de la queue et la réduction des coins ne peuvent être réalisées sur une base de routine, mais uniquement lorsqu'il existe des preuves que des blessures causées aux mamelles des truies ou aux oreilles ou aux queues d'autres porcs ont eu lieu. Avant d'exécuter ces procédures, d'autres mesures doivent être prises afin de prévenir la caudophagie* et d'autres vices, en tenant compte du milieu de vie et des taux de charge. Pour cette raison, les conditions d'ambiance ou les systèmes de conduite des élevages doivent être modifiés s'ils ne sont pas appropriés.

Les procédures décrites ci-dessus ne sont exécutées que par un vétérinaire ou une personne formée au sens de l'article 5 de la directive européenne 91/630/CEE et expérimentée pour mettre en œuvre les techniques concernées avec les moyens appropriés et dans des conditions hygiéniques. Si la castration ou la section partielle de la queue sont pratiquées plus de sept jours après la naissance, une anesthésie complétée par une analgésie prolongée doit être réalisée par un vétérinaire. Par ailleurs la législation européenne concernant l'élevage de porcs biologiques est plus stricte (CE No 889/2008) : l'épointage des dents et la coupe de la queue sont interdits sauf dérogation par l'autorité compétente, et l'anesthésie et/ou une analgésie suffisante par du personnel qualifié deviendra obligatoire pour la castration à partir du 1er janvier 2012 (articles 18 et 95). Certains pays de l'UE (Danemark, Suède, Finlande et Lituanie) ou proches de l'UE (Norvège et Suisse) ont des législations spécifiques qui limitent davantage l'épointage des dents et la coupe de queue ou qui imposent l'anesthésie à la castration quel que soit l'âge des porcs (Norvège et Suisse). Enfin, aux Pays-Bas et en Belgique, la filière porcine, sous la pression des défenseurs du bien-être animal relayés par la grande distribution, a pris des engagements pour mettre en place l'anesthésie à la castration et à long terme se passer de la castration.

La pose d'anneau dans le nez est autorisée dans les systèmes d'élevage en plein air. Cette pratique concerne les truies reproductrices et vise à limiter la dégradation des sols par une fouille excessive. Sachant que le nombre de truies de plein air est très faible en France et que les truies en plein air n'ont pas toutes des anneaux, on peut supposer que cette pratique concerne très peu d'animaux et nous ne traiterons pas de ses conséquences en termes de douleur.

Les injections (fer peu après la naissance, vaccinations à tous les âges, traitements divers) sont très fréquentes chez le porc et peuvent être sources de douleur notamment lorsque des abcès se développent au site d'injection. Cependant, ces injections étant nécessaires pour la santé des animaux et leurs conséquences négatives pouvant être largement réduites par des mesures d'hygiène appropriées (changement d'aiguille entre 2 animaux, nettoyage et désinfection de la peau), nous ne développerons pas davantage leurs conséquences dans ce rapport. Le tatouage des porcelets à l'oreille dans le très jeune âge ou des porcs à l'engrais sur le corps peu avant le transfert à l'abattoir pour des besoins d'identification peut également être source de douleur. Le tatouage à l'oreille est peu répandu et réservé aux sélectionneurs ou aux élevages expérimentaux alors que le marquage avant l'abattage concerne tous les porcs. Toujours pour des besoins d'identification, il est courant de poser des boucles aux oreilles des porcs. Ces boucles peuvent dans certains cas être des boucles électroniques et permettre aux animaux d'avoir accès à un automate d'alimentation. Cependant nous ne traiterons pas davantage des conséquences douloureuses de ces pratiques du fait quelles sont probablement moins douloureuses que d'autres interventions très fréquentes chez le porc (castration, épointage des dents et coupe de queue), et aussi parce qu'il existe peu de données bibliographiques.

La coupe de la queue, l'épointage des dents et la castration ayant *a priori* des conséquences plus importantes, nous avons privilégié ces trois types d'intervention.

Les sources potentielles de douleur en élevage de porc peuvent donc être liées à des interventions humaines sur les animaux qui sont plus ou moins invasives ainsi qu'à des blessures spontanées des animaux avec le matériel d'élevage ou lors d'interactions sociales. A cela s'ajoutent des douleurs qui peuvent être occasionnées par des maladies, par une alimentation inappropriée (par exemple troubles digestifs lors du changement brutal d'alimentation au sevrage, faim due à la restriction alimentaire chez les truies en gestation) ainsi que tous les troubles locomoteurs. Dans ce rapport, nous nous intéresserons essentiellement aux douleurs occasionnées par les interventions humaines et dans une moindre mesure à celles concernant l'appareil locomoteur.

4.1.2.2.1. L'épointage des dents chez les porcelets

L'épointage des dents vise à limiter les lésions sur les mamelles ou la vulve des truies ainsi que sur les autres porcelets de la portée et à améliorer le comportement maternel des truies. Sa fréquence dans les élevages n'est pas connue. On peut seulement affirmer qu'il s'agit d'une pratique courante mais non systématique. L'épointage des canines et des incisives (= coins) des deux mâchoires (8 dents au total) est réalisée par l'éleveur ou ses employés le jour ou quelques jours après la naissance généralement en même temps que d'autres interventions comme l'injection de fer, la coupe de la queue et parfois la castration. Les dents épointées sont des dents de lait qui sont très acérées à la naissance et elles sont considérées comme des « armes » pouvant facilement blesser les truies ou les autres porcelets. Ces dents tombent spontanément entre 2 et 4 mois d'âge (Hay et al., 2004). L'épointage des dents se fait avec des pinces coupantes ou une meuleuse électrique (abrasion de la dent avec une pierre). La proportion de la dent enlevée varie entre 1 et 31 % selon la personne et la dent (les dents les plus longues comme les incisives supérieures sont davantage épointées) (Gallois et al., 2005). Pendant l'intervention, les porcelets dont les dents sont meulés, mais pas ceux dont les dents sont coupées à la pince, manifestent des mouvements de défense comme l'indique un pourcentage plus élevé de porcs bougeant les pattes avant et arrière par rapport à des porcelets témoins pour lesquels on mime l'épointage des dents (Bataille et al., 2002). Dès que les porcelets « épointés » sont remis dans leur loge, ils présentent davantage de mouvements de mastication (= mouvement des mâchoires l'une contre l'autre) (Bataille et al., 2002; Noonan et al., 1994). Cependant le délai entre l'intervention et la première tétée de même que la répartition des activités comportementales (couché, debout et actif à la mamelle) est similaire chez les animaux témoins ou ceux dont les dents ont été épointées à la pince ou à la meuleuse (Bataille et al., 2002). Une activation des systèmes de réponse au stress (axe corticotrope* et système orthosympathique), qui est généralement observée en cas de douleur aigüe, n'est pas retrouvée dans les minutes et heures qui suivent l'épointage des dents (Prunier et al., 2005). Ainsi, les concentrations plasmatiques de cortisol, d'ACTH* et de lactate ne sont pas modifiées par l'épointage des dents avec l'une ou l'autre technique.

L'analyse histologique de sections longitudinales des dents à différents âges montre de nombreuses anomalies lorsque les dents sont épointées le lendemain de la naissance : effraction de la cavité pulpaire, fracture de la dentine, hémorragie, pulpite, abcès, ostéodentine*, nécrose (Harmon, 1994; Hutter et al., 1994).

Certaines lésions sont plus fréquentes après la coupe à la pince (fracture) et d'autres après le meulage (nécrose) mais au total la fréquence des anomalies est plus élevée après la coupe à la pince (81% des dents) qu'après le meulage (56% des dents) et est très faible pour les dents intactes (3% des dents) (Hay et al., 2004). Sachant que la pulpe dentaire est innervée, que la structure des dents est proche de celle de l'homme et que les anomalies observées sont connues pour induire de fortes douleurs chez l'homme, on peut supposer qu'il en est de même chez le porc.

L'épointage des dents à la pince ou à la meuleuse permet de réduire le nombre et la gravité des lésions cutanées chez les porcelets mais n'a pas d'effet clair sur les lésions des

tétines des truies (Gallois et al., 2005) ni sur le comportement maternel des truies (Prunier et al., 2004).

Au total, les données de la littérature suggèrent l'existence de douleurs modérées pendant et dans les heures suivant l'épointage des dents. A cela s'ajoutent des douleurs qui apparaissent des jours voir des semaines après l'épointage des dents lors du développement d'abcès et/ou de réactions inflammatoires. Au contraire, les bénéfices de cette intervention sont faibles. Le renforcement de la législation en vue de bannir cette pratique est donc envisagé par certains auteurs.

4.1.2.2.2. La coupe de la queue chez le porcelet

La coupe de la queue des porcelets est réalisée en routine dans de très nombreux élevages quel que soit le sexe des porcs (plus de 90% des porcs élevés dans l'UE, (EFSA, 2007) afin de réduire le risque de cannibalisme en post-sevrage ou en engraissement. La coupe de la queue est réalisée par l'éleveur ou ses employés avec un scalpel, une pince coupante ou un coupe-queue thermique cautérisant, le jour ou quelques jours après la naissance généralement avec d'autres interventions comme l'injection de fer, la coupe de la queue et parfois la castration. La proportion de queue qui est coupée varie de quelques mm (juste l'extrémité avec le fouet) à plus des ¾ de la longueur.

L'intervention elle-même est probablement source de douleur puisque la queue est innervée jusqu'à son extrémité chez le porc nouveau-né comme le montrent les travaux de (Simonsen et al., 1991) sur des porcelets de 1 jour d'âge. Les observations comportementales confirment cette hypothèse. En effet, davantage de porcelets montrent des réactions de défense (mouvements des pattes et du corps) et des cris lorsqu'ils subissent la coupe de queue avec un coupe-queue thermique que lorsque cette intervention est seulement mimée (Noonan et al., 1994; Prunier et al., 2001; Torrey et al., 2009). Ces cris sont également plus aigus (Torrey et al., 2009).

Dès que les porcelets ayant subi la coupe de queue sont remis dans leur loge, ils agitent davantage le moignon de queue que les porcelets témoins ou au contraire le collent plus souvent sous le corps entre les pattes arrières (Noonan et al., 1994; Prunier et al., 2001; Torrey et al., 2009). Cependant le délai entre l'intervention et la première tétée, le comportement à la mamelle et la répartition des activités comportementales (couché, debout, actif à la mamelle) sont similaires chez des porcs témoins et chez ceux dont la queue est coupée par un coupe-queue thermique (Prunier et al., 2001) ou des pinces coupantes (Torrey et al., 2009). Il ne semble pas y avoir de différence de réponse comportementale entre des porcs dont la queue est coupée à 1 ou 3 jours d'âge (Torrey et al., 2009). L'activation des systèmes de réponse au stress n'est pas observée dans les minutes et heures suivant la coupe de la queue avec un coupe-queue thermique (Prunier et al., 2005).

En plus de la douleur aigüe au moment de la caudectomie, on peut s'attendre à une douleur chronique similaire à celle décrite chez l'homme après une amputation. Cette hypothèse est corroborée par les observations de Simonsen et al. (1991) et de Done et al. (2003) qui montrent la présence de névromes (proliférations anarchiques des axones ou des cellules gliales supports des neurones) connus pour être à l'origine de phénomènes hyperalgiques voire allodyniques ou de douleurs fantômes chez des personnes amputées. L'hypothèse du développement d'hyperalgie*/allodynie a été testée par McIntyre (2003) en observant les réactions comportementales (cris, agitations intenses de la queue) de porcelets soumis à un test calibré de pression de la queue. Les résultats n'ont pas montré de différences entre des porcelets témoins et ceux dont la queue avait été coupée au 1/3 ou au 2/3. La question reste donc ouverte.

En conclusion, les données de la littérature suggèrent l'existence de douleurs modérées pendant et dans les heures suivant la coupe de la queue. A cela s'ajoutent des douleurs qui apparaissent des jours voir des semaines après la coupe de la queue sans que l'on sache quelle est leur intensité ni le pourcentage de porcelets concernés. Compte tenu que cette

intervention permet de réduire le risque de caudophagie des animaux logés sur caillebotis partiel ou intégral (EFSA, 2007) et que la caudophagie est très dommageable en termes de santé et de bien-être des animaux, bannir la caudectomie serait dommageable dans les élevages actuels qui sont essentiellement sur caillebotis.

4.1.2.2.3. La castration des porcelets

Près de 80% des 125 millions de porcs mâles élevés chaque année en Europe sont castrés par voie chirurgicale (Fredriksen et al., 2009) essentiellement pour améliorer la qualité des viandes en supprimant les « odeurs sexuelles » et accessoirement pour faciliter leur élevage (pas de comportement sexuel de monte, probablement moins d'agressivité, pas de risque de gestation des femelles).

En France, comme dans la majorité des autres pays européens, la castration est réalisée par voie chirurgicale sans aucune anesthésie ni traitement antidouleur (Fredriksen et al., 2009). Différentes techniques existent mais le plus souvent, en France, l'animal est bloqué entre les jambes de l'opérateur qui incise la peau du scrotum et les enveloppes testiculaires verticalement de chaque côté (2 incisions) ou horizontalement (1 seule incision) puis tire sur un testicule et coupe le cordon spermatique à l'aide d'un scalpel et recommence avec le second testicule (voire Figure 1). Tous ces tissus étant innervés, il est vraisemblable que cette intervention soit source de douleur. Les observations comportementales et physiologiques vont d'ailleurs dans ce sens.

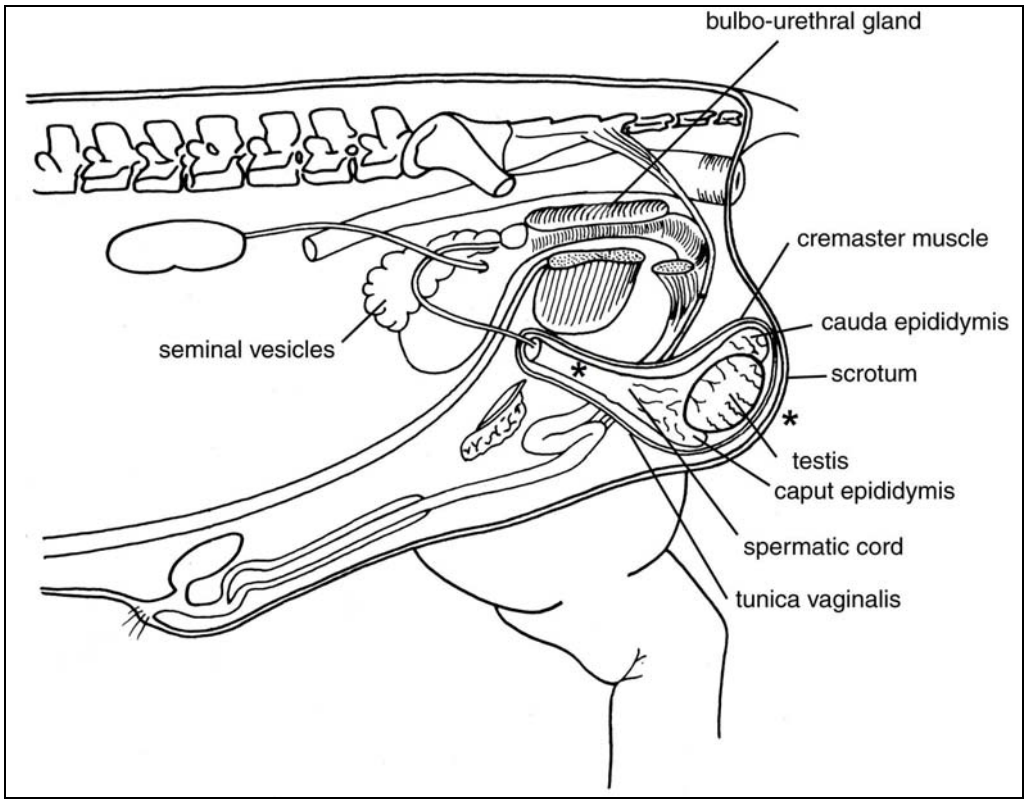


Figure 1. Anatomie simplifiée de l'appareil génital du porc. Les astérisques indiquent les endroits où les tissus sont coupés lors de la castration.

Pendant la castration, la plupart des porcelets vocalisent. Les cris de haute fréquence (> 1000 Hz) sont plus fréquents, durent plus longtemps et ont une intensité plus élevée lorsque que les porcs sont castrés que lorsqu'ils sont manipulés en mimant la castration (Marx et al., 2003; Taylor & Weary, 2000; Weary et al., 1998). Marx et Horn (2003) ont identifié trois types de cris, des grognements et deux types de cris plus ou moins aigus. Ils ont montré que le nombre des cris les plus aigus est réduit de près de la moitié lorsque les porcelets bénéficient d'une anesthésie locale avant la castration. Ces cris s'accompagnent de

mouvements de résistance (mouvements des pattes et du corps, (Prunier et al., 2002)) et d'une activation du système nerveux sympathique. En effet, le rythme cardiaque et le rythme respiratoire sont plus élevés chez des porcelets soumis à la castration lorsqu'ils ne bénéficient pas d'une anesthésie locale préalable (White et al., 1995). L'analyse des cris pendant les différentes étapes de la castration suggère que l'extraction des testicules et la coupe des cordons spermatiques est la phase la plus douloureuse (Taylor & Weary, 2000). Ceci est confirmé par le fait que l'anesthésie locale est plus particulièrement efficace pour réduire les mouvements de résistance (Horn et al., 1999) ou le rythme respiratoire au moment de la coupe des cordons. Puppe et al. (2005) ont analysé finement sur des enregistrements (sonogrammes) les caractéristiques des vocalisations (fréquence maximale, pureté et entropie[2]) émises par des porcelets âgés de 2 semaines, avant, pendant et après la castration chirurgicale ou pendant la manipulation mimant la castration. Ils ont observé des altérations subtiles de ces caractéristiques comme une entropie inférieure des cris de haute fréquence pendant la castration. De telles altérations semblent être sous le contrôle de régions du tronc cérébral qui reçoivent directement des informations de régions du cerveau impliquées dans l'intégration de la douleur (substance grise périaqueducale) et des émotions (amygdale et cortex cingulaire) (Manteuffel et al., 2004).

Peu après la castration chirurgicale, le suivi des concentrations plasmatiques de certaines hormones indique clairement une activation de l'axe corticotrope et du système sympathique* (Carroll et al., 2006; Prunier et al., 2006; Prunier et al., 2005). La concentration plasmatique d'ACTH est multipliée par 40 et atteint le maximum à environ 5 min après la castration. Cette augmentation est suivie logiquement de celle du cortisol dont la concentration est multipliée par près de 3 et atteint le maximum 15 à 30 min après la castration (Prunier et al., 2006). Dès le lendemain de la castration, l'axe corticotrope et le système sympathique ne semblent plus stimulés comme le suggère l'absence de différence entre porcelets témoins et castrés pour la mesure des métabolites du cortisol et des catécholamines dans l'urine (Hay et al., 2003) et du cortisol et du ratio cortisol /CBG[3] dans le plasma (Carroll et al., 2006).

La mesure de l'expression de la protéine c-fos dans les neurones permet de déterminer s'ils sont activés ou non. Cette expression a été mesurée dans les neurones de la moelle épinière par où transitent les messages nociceptifs de la zone périnéale vers le cerveau chez des porcelets soumis à la castration 2 heures auparavant (Nyborg et al., 2000). Les résultats montrent que ce nombre est diminué par 3 lorsque les porcelets reçoivent une anesthésie locale avant la castration au lieu d'une injection de sérum physiologique. Enfin l'analyse de l'électrocardiogramme au moment de la castration chez les porcelets anesthésiés sous halothane (pas de propriété antalgique) montre clairement des perturbations qui sont fortement réduites lorsque les porcelets reçoivent une anesthésie locale au préalable (Haga et al., 2001).

En plus de ces modifications physiologiques, le comportement est altéré après la castration (revue : Prunier et al., 2006). Certaines altérations sont observables seulement pendant les 1ère heures après la castration : moins de temps passé à la mamelle pour téter ou masser (Hay et al., 2003; LlamasMoya et al., 2008; McGlone & Hellman, 1988; McGlone et al., 1993), réduction des déplacements, état d'alerte (animal éveillé mais inactif), isolement, prostration, extension des pattes arrières, tremblements et spasmes (Hay et al., 2003; LlamasMoya et al., 2008). Quelques altérations comportementales sont observables pendant plusieurs jours après la castration : comportement moins bien synchronisé avec les autres porcelets de la portée, posture recroquevillée, grattage de l'arrière-train (au niveau de la zone incisée) et agitation de la queue.

La question de savoir si la douleur due à la castration varie avec l'âge des porcs a été posée par plusieurs chercheurs. Sur la base des données physiologiques (Carroll et al.,

[2] HQuantitéH HphysiqueH qui HmesureH le HdegréH de HdésordreH d'un HsystèmeH.

[3] Cortico Binding Globulin

2006) et comportementales (revue de Prunier et al., 2006), il ne semble pas y avoir d'effet clair de l'âge à la castration entre 1 et 20 jours d'âge. Cependant, la cicatrisation semble être plus rapide à 4 qu'à 7, 10 et 28 jours (Heinritzi et al., 2006) alors qu'au contraire, castrer très précocement aurait une incidence négative sur la croissance des porcelets probablement parce qu'ils seraient pénalisés au moment où s'établit l'ordre de tétée et donc l'attribution des meilleures mamelles (revue de Prunier et al., 2006).

A long terme, la castration a probablement des effets positifs sur le niveau de douleur vécu par les animaux. En effet, elle permet de réduire l'agressivité des animaux (Cronin et al., 2003; Ellis et al., 1983) ce qui devrait aboutir à moins de lésions cutanées. De plus, les animaux castrés ont très peu de comportements sexuels et effectuent rarement des montes sexuelles sur leurs congénères. Ces montes peuvent à l'origine de blessures au niveau des pattes conduisant à des boiteries et parfois même à des fractures comme l'ont suggéré (Rydhmer et al., 2006).

Au total, les données de la littérature suggèrent l'existence d'une douleur aigue pendant la castration, de douleurs fortes pendant les heures qui suivent puis modérées pendant quelques jours. Cependant cette pratique a des effets positifs à long terme en réduisant des comportements qui pourraient eux-mêmes être sources de douleur tels que les comportements agressifs et sexuels.

4.1.2.2.4. Les troubles locomoteurs

Une source de douleur importante en élevage concerne l'appareil locomoteur. Les boiteries qui peuvent en découler indiquent très clairement l'existence de douleurs lors de restriction et/ou suppression d'appui. Ces boiteries sont détectées aussi bien chez les porcelets sous la mère que chez les porcs en croissance et chez les truies. L'origine est multifactorielle avec des facteurs génétiques (cf. 4.3.2), liés aux sols (sols trop durs), à un manque d'exercice favorisé par le manque d'espace, à la conduite alimentaire (niveau alimentaire élevé favorisant une croissance très rapide) et des facteurs sociaux (regroupement d'animaux qui favorise les interactions agonistiques par exemple) (revues de Nakayama et al., 1996; Ytrehus et al., 2007).

4.1.3. En élevage de volailles

4.1.3.1. Présentation succincte de la filière volaille et des systèmes de production en France

Pas moins de sept espèces de volaille font l'objet d'une production significative en France, avec des pratiques et systèmes de production variés pour chacune d'entre-elles. En 2008, les effectifs par espèce (millions têtes : *Source Office de l' Elevage & ITAVI*) sont les suivants : poules pondeuses pour la production d'œufs de consommation (46 dont environ 20% sont élevés au sol), poulets de chair (705 dont standards (76%), certifiés (7%) et labels, AOC ou autres (17%)), Dinde (73), canards à rôtir (44), essentiellement du canard de Barbarie (90%), canards mulards, hybrides issus du croisement des espèces Pékin (femelle) et Barbarie (mâle) (36), Pintade (28) et Caille (25). Une bibliographie relativement riche concerne le poulet de chair et la poule pondeuse pour la thématique qui nous intéresse. Elle l'est beaucoup moins pour les espèces dinde et canards, et très rare pour les autres espèces dites secondaires. Les espèces de gibiers, Faisan (12), Perdrix (6) ou colvert (0,5) qui font l'objet d'élevage pour le repeuplement et la chasse, ne seront pas évoquées dans le présent rapport.

A chaque espèce de volaille correspond plusieurs systèmes d'élevage (cage ou non-cage, claustration vs plein-air) et pratiques de production, avec le plus souvent des génotypes* adaptés et/ou dédiés ; dans ce contexte l'arbre des causes, entre ce qui relève de la composante génétique et des systèmes et pratiques est difficile à établir, voir impossible. Globalement les systèmes cages correspondent à des systèmes dans lesquels l'homme ne pénètre pas pour réaliser les soins, alors que les systèmes non-cage sont ceux

dans lesquels l'homme pénètre. Les cages sont généralement disposées en batteries de cages, sur un (cage individuelle ou collective de gavage (Palmipèdes) ou cages individuelles de sélection) ou plusieurs étages (cages individuelles de sélection ou collectives de reproduction (poule pondeuse, pintade, caille)), localisées au sein d'un bâtiment d'élevage conditionné, c'est à dire en claustration. Les systèmes non-cage sont utilisés pour environ 20% des poules pondeuses et l'ensemble des productions des volailles de chair pendant la phase de croissance et pour la reproduction chez plusieurs espèces (poulet de chair, dinde, canard). En volaille de chair, ils consistent le plus souvent en des bâtiments à un seul niveau, avec des accès ou non à des parcours. Ceux destinés à la reproduction sont de surcroît équipés de nids et peuvent éventuellement comprendre plusieurs niveaux ou plateformes chez la poule pondeuse. Le développement de situations potentiellement douloureuses, au sein de ces systèmes, résulte essentiellement de blessures et fractures, de contaminations des tissus cutanés et de pathologies. Elles sont très influencées par les conditions environnementales.

La production d'œufs destinés à la consommation concerne essentiellement l'espèce Gallus (Poule pondeuse) et plus marginalement la caille. Pour cette dernière espèce, même si il existe des lignées dites « ponte », il n'y a pas spécialisation des génotypes et des conditions de production, alors que tel est le cas pour la poule pondeuse, avec une subdivision supplémentaire des génotypes correspondant à la production d'œufs à coquille blanche ou colorée. Les génotypes correspondants se différencient sur certaines caractéristiques phénotypiques, anatomiques et comportementales, qui nécessitent des pratiques d'élevage spécifiques (épointage, écrêtage, raccourcissement des griffes). Les systèmes d'élevage et les pratiques de production des reproducteurs et reproductrices pour la production des œufs destinés à l'obtention de poussins destinés à la production des volailles de chair sont également spécifiques. Les systèmes cage sont donc majoritairement utilisés en multiplication pour les espèces cailles et pintades, ainsi que la production d'œufs de consommation (près de 80%). La multiplication des autres espèces a lieu au sol, avec des élevages en parquet collectif, avec sexes mélangés (poulet), ou séparés avec un recours systématique à l'insémination artificielle (IA) pour les espèces canard, pintade et dinde. L'IA est également systématiquement mise en œuvre au niveau de la sélection. Par ailleurs, l'usage de la cage individuelle y est quasi systématisé afin de pouvoir réaliser des enregistrements des paramètres de sélection individualisés.

4.1.3.2. Exemples de sources de douleurs liés aux systèmes de production ou aux pratiques d'élevage

Les pratiques d'élevage pouvant potentiellement être sources de «douleur» peuvent être occasionnelles ou systématiques pour un type de production et résulter en des états aigus et/ou chroniques. Des épisodes douloureux aigus peuvent être induits par des stimulations nociceptives résultant de mutilations (épointage et traitement du bec, dégriffage, castration, etc.) ou de manipulations (capture, transfert, abattage) appliquées par l'homme, ou d'interactions sociales agressives entre congénères (picage, cannibalisme). Certaines pratiques d'élevage sont spécifiques à une ou deux filières, comme le chaponnage-castration (poulet-pintade), le gavage ou transversales (épointage du bec : poule pondeuse, poulet de chair, dinde, canards). Les manipulations systématiques, occasionnelles (traitements, vaccinations, transferts entre systèmes, dépopulation) ou régulières (inséminations) accroissent les risques de blessure, sources potentielles de douleur, mais ne seront pas évoqués en tant que tel comme source de douleur.

Les douleurs chroniques ne résultent pas uniquement de la simple continuation d'évènements aversifs aigus, mais peuvent aussi être consécutives à des blessures accidentelles et à des manifestations pathologiques «spontanées» associées à des processus inflammatoires ou des modifications fonctionnelles nerveuses. C'est le cas des atteintes ostéo-articulaires* du poulet de chair à croissance rapide ou des problèmes de hanche chez la dinde ; ces troubles résultent essentiellement d'une sélection génétique pour des vitesses de croissance élevées dans la majorité des génotypes commerciaux. Par

ailleurs, certaines conditions d'élevage (élevage sur des sols et litières inadaptés) peuvent contribuent à l'émergence de pododermatites* et d'ampoules du bréchet. Les sources de douleurs potentielles chez les volailles sont majoritairement d'origine somatique (bec, pattes ou derme), mais elles peuvent également être d'origine proprioceptive (articulations, muscles) ou viscérale (chaponnage, inflammation du tractus digestif, irritation de l'appareil respiratoire sous atmosphère chargée en ammoniac ou en poussières). Faute de pouvoir faire cesser une situation algogène*, il s'avère nécessaire de mettre au point une stratégie palliative. A l'instar des espèces aquacoles, une volaille n'est pas aisément identifiable individuellement au sein d'un parquet d'élevage et, à l'exception de l'élimination, les stratégies palliatives mises en œuvre sont collectives. Selon que les conséquences affectent l'ensemble d'un lot d'élevage ou seulement un nombre limité d'individus, elle pourra être ou non prise en considération par l'éleveur ; les conséquences seront donc très différentes tant au niveau individuel que collectif.

4.1.3.2.1. Mutilations du bec

Parmi les différentes mutilations qui sont pratiquées, celles concernant le bec sont sans conteste les plus connues et controversées et elles ont pour ce motif fait l'objet de nombreuses expérimentations et de synthèses bibliographiques (revues de Fiks van Niekerk & de Jong, 2007; Hughes & Gentle, 1995) (Megret et al., 1999 ; Cheng, 2006) . Ces pratiques sont réglementées mais encore réalisées chez plusieurs espèces de volaille comme la poule pondeuse, le poulet de chair, la dinde ou le canard et concernent soit les deux mandibules soit seulement la partie supérieure (canard). L'opération consiste à immobilier la tête et à couper l'extrémité du bec à l'aide d'un petit sécateur, d'une lame chauffante pour assurer la cautérisation, ou d'une machine à rayonnements infra rouges (IR). Différentes terminologies sont utilisées pour qualifier cette opération et globalement, selon le degré d'amputation (< ou > 1/3), la méthode utilisée (coupe, IR) et l'âge des animaux auquel elle est réalisée (précoce, tardif), les termes de débecquage (>1/3, coupe, tardif), épointage du bec (<1/3, coupe, précoce) ou traitement du bec (<1/3, IR, précoce) sont utilisés.

Cette pratique a pour objectif de prévenir ou réduire la prévalence et les conséquences du picage qui, s'il n'est pas contrôlé, peut être associé à des blessures et du cannibalisme, potentiellement source de douleur, et résulter occasionnellement en des taux de mortalité très importants (> 20%, voire 50%) ou obliger à pratiquer l'épointage plus tardivement (Aliner et al., 2007). Au delà de ces aspects positifs, cette pratique a des inconvénients majeurs : elle affecte l'intégrité anatomique de l'animal concerné et elle est potentiellement source de douleur, même si celle-ci reste difficile à apprécier. Le bec est un organe hautement spécialisé (Megret et al., 1999, Cheng, 2006) qui permet à l'animal de réaliser différentes activités vitales : les prises de nourriture ou de boisson, y compris la sélection-tri des aliments, le toilettage-lissage du plumage, la préhension et le transport de matériaux (nids), la défense ou l'attaque, etc. Son ablation résulte en des changements dans l'expression de divers comportements correspondants à ces activités ; ces changements constituent autant d'indices permettant de suspecter la présence de douleur invalidante. Pour prévenir l'apparition de ces effets, les pratiques ont beaucoup évolué avec des modifications de la technique comme la précocité de l'épointage (avant 10 jours), la réduction de l'ampleur d'amputation (<1/3), l'épointage cautérisant (lames chauffantes) /ou à effet retard (IR) et la mise en œuvre de mesures d'accompagnement (ex. distributeurs d'eau en cupule les premiers jours après l'opération).

Ces différentes observations comportementales doivent toutefois être complétées par des approches neurobiologiques. Au niveau anatomique, la partie centrale du bec est ossifiée et entourée de tissus innervés, alors que sa périphérie est constituée de tissus cornés. Le bec contient divers types de récepteurs comme des mécano, thermo et nocirécepteurs. CLa présence et la répartition de ces récepteurs ne sont pas uniformes entre les mandibules inférieures et supérieures, et varient selon les espèces. Outre celles qui sont associées à ces récepteurs, les terminaisons des fibres nerveuses peuvent aussi être libres. Ces

terminaisons nerveuses ont des caractéristiques morphologiques comparables à celles des nocirécepteurs chez les mammifères. Les conséquences neurologiques à court terme de l'épointage ont été révélées chez le poulet par enregistrement de l'activité électrique de fibres sensitives innervant le bec inférieur. Des décharges lésionnelles apparaissent dans la branche intra-mandibulaire du nerf trijumeau (V^{e} paire des nerfs crâniens) pendant les 4 heures suivant l'épointage (Gentle et al., 1991). Au-delà de cette phase initiale, il existe une période de relative insensibilité électrophysiologique et comportementale (24 à 48h). Un indicateur parallèle de stress aigu, lié à la douleur, est la variation du rythme cardiaque ; seuls des poulets d'un jour ne présentent pas d'élévation transitoire significative du rythme, ce qui tend indirectement à indiquer une relative insensibilité à l'épointage s'il est très précoce (Glatz & Lunam, 1994). Au-delà de ces effets aigus, les conséquences neurologiques à long terme de l'épointage sont les risques de formation de névromes* (Breward & Gentle, 1985). Chez le poulet, le risque est d'autant plus élevé que la section du bec est importante et tardive (≥ 4 semaines). Des travaux récents (Gentle et al., 1997; Lunam, 2005) montrent qu'un épointage précoce (1-2 jours) et modéré du bec supérieur (< à 50%) a une incidence faible à court terme (10 jours) et nulle à plus long terme (70 jours) sur la formation de névromes.

Au plan fonctionnel, l'hypothèse de la possible existence de sensations douloureuses chroniques dans l'organe «fantôme» (Breward & Gentle, 1985) est remise en question, au moins pour certaines espèces d'oiseaux, par les données récentes sur l'organisation anatomique des centres nerveux (Kuenzel, 2007). Un argument complémentaire permet de réfuter l'hypothèse du syndrome du bec fantôme chez les volailles épointées à un jour. Contrairement aux observations en clinique humaine où une trace mnésique stressante traumatique préalable à l'amputation favorise l'apparition du membre fantôme, de très jeunes poussins ne peuvent pas avoir mémorisé d'expérience traumatisante préalable puisque l'épointage constitue la première expérience sensorielle associée au bec (Cheng, 2005). L'implication pratique de cet ensemble de données neurofonctionnelles, en l'attente de la mise en œuvre d'approches (conditions d'élevage, sélection génétique) qui pourraient permettre d'éviter sa pratique, serait un recours systématique à un épointage ou à un traitement du bec très précoce. Il convient de préciser que les résultats d'une étude récente conduite chez le canard de barbarie ont montré que si le traitement IR à 1 jour permet de contrôler le picage, ce n'était pas le cas avec un épointage au même âge (Rochard et al., 2008).

La législation nationale interdit l'épointage du bec dans certains pays européens (Suède, Norvège), mais son respect n'est actuellement possible que pour certains génotypes, comme par exemple les poules pondeuses Leghorns à œufs blancs. Cette interdiction est associée à des problèmes de conduite d'élevage, notamment de picages et de cannibalisme, qui font localement l'objet de programmes de recherche. Il a été montré que le comportement de picage, et a fortiori sa non expression était héritable. Des approches de sélection expérimentale ont permis d'établir des lignées divergentes sur ce caractère toutefois, son expression résultant d'interactions sociales complexes entre un piqueur et un piqué, l'approche génétique n'a pas encore permis de s'en prémunir au sein des lignées commerciales.

4.1.3.2.2. Mutilations par castration

La castration des volailles ou chaponnage est essentiellement pratiquée chez les poulets et plus occasionnellement chez la pintade (environ 1,5 millions/an en France). L'objectif de cette opération est d'éviter le picage et l'importante mortalité qui résulte d'âges d'abattage très tardifs pour ce type de production. En évitant l'acquisition de la maturité sexuelle, il permet l'obtention d'une viande de qualité sensorielle différente de celle des poulets non castrés. Les résultats d'une étude conduite sur la douleur résultant de cette pratique sont contradictoires. Le chaponnage consiste en l'ablation des testicules, dont le positionnement est intra-abdominal, via une ou deux incisions latérales. Des pratiques annexes, comme la section de la crête et des barbillons, peuvent y être associées dans certains cahiers des

charges de production. Ces opérations sont usuellement pratiquées sur des animaux vigiles, c'est-à-dire sans anesthésie-analgésie. Pendant l'acte chirurgical, d'importantes réactions-contractions musculaires sont observées. Les comportements exprimés, en particulier les vocalisations, et les taux de corticostérone mesurés indiquent un état de stress élevé dès la capture et la mise en contention, et donc avant même l'acte chirurgical. Sans doute en raison de cet état initial, les réponses pour ces paramètres étaient comparables chez des animaux castrés et les témoins. La première activité d'un poulet castré lorsqu'il est remis en élevage, après l'opération, consiste à s'alimenter et s'abreuver. Diverses molécules ou substances analgésiantes et des anesthésiques locaux ou généraux ont été testées. L'utilisation d'anesthésiques généraux serait délicate à mettre en œuvre car les durées d'effet chez les oiseaux étant très hétérogènes, les premiers animaux vigiles doivent immédiatement être écartés de leurs congénères afin d'éviter le cannibalisme. Par ailleurs, des complications postopératoires peuvent résulter de souillures des plaies. Les auteurs évoquent la possibilité d'associer un traitement préalable avec un calmant et un anesthésique local (Martrenchar et al., 2001).

4.1.3.2.3. Autres mutilations par écrêtage, dégriffage, déphalangage, etc.

Différentes pratiques mutilantes sont mises en œuvre comme l'écrêtage, le décaronculage*, l'épointage, le dégriffage ou désonglage, le déphalangage ou la coupe des ergots. L'écrêtage est, comme indiqué précédemment, parfois associé à la pratique de la castration, mais aussi pratiqué chez les mâles de certains génotypes de poules pondeuses (Leghorn) et de poulet de chair, en raison d'une croissance excessive. Sa présence limite leur champ de vision et est associée à des blessures, une réduction de la consommation alimentaire et des difficultés de copulation. Ces génotypes étant peu présents en France, cette pratique est limitée. Le décaronculage était pratiqué pour les mêmes raisons chez les dindes reproductrices.

Les opérations réalisées au niveau des pattes, comme le dégriffage ou désonglage, le déphalangage ou la coupe des ergots, ont pour objectif de prévenir les blessures pouvant résulter d'interactions agonistiques entre congénères pendant la période de croissance et lors des accouplements au cours des phases de reproduction. La présence de dispositifs destinés à favoriser l'usure des griffes est maintenant obligatoire dans les cages pour poules pondeuses (Directive 99/74/CE, 1999). Là encore des différences importantes entre les espèces et les génotypes sont connues. Ainsi, les poules d'origine Leghorn ont des griffes arquées dont la croissance reste importante tout au long de la vie. De même, le canard de barbarie, qui est un canard percheur, possède des griffes très développées.

A notre connaissance aucune expérimentation n'a été conduite pour analyser les conséquences de ces pratiques en termes de douleur. Néanmoins, certains de ces tissus étant richement innervés, il n'est pas exclu que ces pratiques puissent engendrer des processus douloureux.

4.1.3.2.4. Manipulations liées à la capture

L'enlèvement et le transfert vers un autre site d'élevage (pondeuse) ou le site d'abattage (volailles de chair) nécessite une capture et l'intervention humaine constitue indéniablement un risque important de blessures et de fractures. Selon les systèmes d'élevage (cages vs élevage au sol) et les espèces, les modalités à mettre en œuvre pour l'attrapage des animaux sont différentes, ainsi que leurs conséquences en termes de blessures et autres sources potentielles de douleur. La prévalence des fractures chez les poules pondeuses, intervenant lors de la dépopulation avant l'élimination à la fin de la période d'élevage, est importante (AHAW Panel, 2005). Le problème perdure, mais les données disponibles qui mentionnent des taux supérieurs à 25% sont anciennes. Ces fractures résultent de la difficulté à sortir les poules des cages et d'une fragilité osseuse résultant de l'élevage en cage et/ou d'ostéoporose*. Le ramassage des poules pondeuses élevées dans des systèmes non-cage et des volailles de chair au sol nécessite la mise en œuvre d'autres stratégies. La fragilité des os est moindre, mais les possibilités de s'échapper sont accrues.

Selon la compétence des équipes de ramassage et la nature des obstacles présents dans le bâtiment les taux de fractures sont normalement moindres, mais également très variables. Concernant les poulets de chair et plus récemment les dindes, le ramassage mécanique en utilisant différents types de machine s'est développé depuis les années 80. Leur utilisation permet généralement l'obtention de mortalité moindre (SCAHAW, 2000), toutefois son usage est limité aux seuls bâtiments ayant une configuration intérieure et un accès extérieur adéquats ; ce qui est actuellement loin d'être le cas pour le parc de bâtiments français, pour les volailles de chair et encore moins pour les pondeuses.

4.1.3.2.5. Manipulations et gavage des palmipèdes

Les interrogations relatives au bien-être des palmipèdes « gras » concernent essentiellement la phase de gavage, en particulier, les incidences de l'acte de gavage et les conditions d'hébergement. Seuls quelques génotypes spécifiques des espèces oie (oie landaise) et canards (canards de barbarie et canards mulards (95%)) sont gavés pour produire du foie gras et incidemment des magrets (Guémené et al, 2008).

Pour le canard mulard, la période de gavage, qui commence vers l'âge de 12 semaines, est d'une durée moyenne de 2 semaines, pendant lesquelles ils sont gavés deux fois par jour. L'acte de gavage consiste à introduire un tube (embuc) dans l'œsophage, pour y déposer de l'aliment en quantité croissante. Le gavage débute selon les cas entre 14 et 18 semaines d'âge chez l'oie. Il se prolonge généralement 3 semaines et implique de 3 à 5 repas quotidiens.

Le tube digestif supérieur des oiseaux, contrairement à celui des mammifères, présente un orifice dégagé et des parois souples (Marshall, 1960), ce qui leur permet d'avaler de grosses proies. Au niveau du cou, le jabot des palmipèdes est une poche fusiforme de stockage dont les parois avec replis longitudinaux sont extensibles et kératinisées et donc dotées d'une protection mécanique. En dépit de ces caractéristiques anatomiques, il n'est pas totalement exclu que les stimuli associés aux embucquages répétés puissent déclencher des foyers inflammatoires, avec augmentation de la perméabilité des parois vasculaires et extravasation*, favorisant l'émission de signaux nociceptifs viscéraux. Le dépôt d'une substance irritante dans le jabot induit une forte extravasation, alors que celle-ci est moins fréquente et d'une moindre une intensité lors du gavage (Servière et al., 2004; Servière et al., 2002). Une approche quantitative suggère une diminution de cette réponse d'extravasation pendant la période de gavage. L'extravasation sera par contre très marquée dans le cas de blessures accidentelles ou d'atteintes pathologiques (candidose*) (Servière, 2000; Servière et al., 2002).

L'hypertrophie du foie est souvent considérée comme un état pathologique et une source de douleur. Chez les oiseaux, le foie est le site majeur de la lipogenèse (Hermier, 1997) alors qu'elle a lieu majoritairement dans le tissu adipeux chez les mammifères. En raison de cette particularité, l'augmentation de la quantité de lipides dans le foie ne signe pas une pathologie, mais correspond à une stéatose* nutritionnelle. Cette stéatose hépatique n'entraîne pas de nécrose ou de dégénérescence cellulaire (Hermier et al., 1999) et elle est totalement réversible tant chez l'oie que chez le canard (Babilé et al., 1998; Bénard et al., 2006). Concernant l'implication nociceptive de cette hypertrophie, il a été montré chez les mammifères que de nombreux organes internes, comme le foie, sont innervés par des récepteurs liés au système nerveux autonome, essentiellement les nerfs vague et glossopharyngien, qui sont à l'origine de réponses motrices réflexes et autonomes, mais ne déclenchent pas de sensation consciente (Cervero & Laird, 1999). A notre connaissance il n'existe pas d'études de neurophysiologie similaires chez les oiseaux, mais des descriptions anatomiques de l'innervation viscérale, montrent que, de la même façon, la majorité des fibres nerveuses présentes dans le foie appartiennent au système végétatif autonome (Ghetie et al., 1976). Ainsi, par analogie avec l'innervation chez l'homme et sur la base des témoignages cliniques, on peut inférer que le foie ne peut être à l'origine directe de sensation nociceptive chez les oiseaux. La mortalité au cours de la période de gavage fait débat et ne doit pas être éludée. Les résultats du terrain indiquent que la diminution du cheptel qui inclut,

outre la mortalité, l'élimination d'animaux pour diverses causes, était en 2005, inférieure à 2,5%, au cours de chacune des phases d'élevage et de gavage chez le canard (Azard, 2006). L'amélioration des techniques et des conditions d'hébergement, ainsi que la diminution des objectifs de production ont contribué à une réduction progressive de ce taux. Certains acteurs du terrain, disposant par ailleurs de bâtiments entièrement conditionnés, trient les canards avant gavage au moment du transfert, écartant entre autres les animaux trop légers ou blessés, et rapportent des mortalités inférieures à 1% pour la période de gavage. Une analyse des causes d'élimination et de mortalité reste cependant à conduire pour mieux apprécier l'impact réel du gavage sur ce paramètre.

Nous ne disposons pas non plus d'informations précises quant à la prévalence des pododermatites* chez les palmipèdes. L'état des pattes des animaux après la période de gavage est largement tributaire de celui avant le placement en cage, c'est à dire. à la fin de la période d'élevage au sol ; l'accès à des parcours humides ou boueux peut l'affecter négativement.

4.1.3.2.6. Systèmes d'élevage, fractures et mortalité chez les pondeuses

La France est le premier producteur européen d'œufs destinés à la consommation et environ 36 millions de poules sont élevées en systèmes cages, soit près de 80% du cheptel. Dans l'avenir, la situation est conduite à évoluer avec des situations contrastées selon les pays (Directive européenne 99/74/CE). En France, la réglementation adoptée est une transcription stricte de la directive européenne qui impose l'aménagement des cages ou l'utilisation de systèmes alternatifs (encore appelés « non cage »). Les producteurs français s'orientent actuellement vers la mise en place de cages aménagées pour remplacer les cages conventionnelles. Parallèlement, en France, les poules placées dans les systèmes au sol ont généralement accès à un parcours plein air.

La cage conventionnelle, qui a sans doute conduit aux meilleures conditions qui aient jamais existé en termes de maîtrise des techniques, productivité, viabilité, sécurité sanitaire des produits, voire conditions de travail pour l'éleveur, ne permet pas à la poule d'exprimer certains comportements considérés comme prioritaires pour l'espèce (nidification, perchage, grattage-picorage, bain de poussière), notamment en raison du manque d'espace et l'absence d'aménagements adéquats (AHAW Panel, 2005; Blokhuis et al., 2007; Michel et al., 2007). Les caractéristiques mentionnées dans la directive européenne (99/74/CE) ont pour objectifs de remédier à ce constat.

Globalement, les aménagements récents (perchoirs, nids, bains de poussière) sont bien utilisés par les poules et donc apportent un bénéfice réel pour le bien-être des animaux (AHAW Panel, 2005; Blokhuis et al., 2007; Michel et al., 2007). Leur nature (fond de nid, parois, zone de grattage) et leur positionnement (perchoirs, nid et zone de grattage) dans la cage peuvent toutefois influencer notablement leur degré d'utilisation. Celui-ci est également largement tributaire du facteur génotype. Par ailleurs, à ce jour, les résultats zootechniques obtenus dans les cages aménagées et les systèmes alternatifs, en expérimentation ou sur le terrain, sont au mieux comparables à ceux qui sont obtenus en cages conventionnelles. Les observations expérimentales et les données du terrain montrent que des taux de mortalité plus élevés sont observés au sein des systèmes alternatifs, y compris les productions biologiques (Guémené et al., 2007).

Par ailleurs des taux très élevés de fractures au niveau du bréchet allant jusqu'à plus de 70% (Freire et al., 2003), sont observés dans les systèmes alternatifs, notamment les systèmes volières. Ces fractures observées en fin de période d'élevage sont généralement anciennes, alors que les fractures observées au niveau des membres sont généralement récentes et résultent de la sortie des cages, y compris pour les cages aménagées. Les données relatives aux systèmes de cages aménagées montrent que certaines restrictions comportementales subsistent, mais que les performances sont globalement meilleures que pour les systèmes non-cage (Guémené et al., 2007). L'impact potentiel de l'évolution actuelle vers des tailles de cage croissantes et donc des tailles de groupe plus grandes reste à évaluer, même si des échos favorables émanent du terrain. Des problèmes de pattes sont

observés (pododermatites, kératoses ou gonflements) avec des différences de prévalence selon les systèmes d'élevage, mais aussi les génotypes, la nature des équipements et les conditions environnementales (EFSA, 2005).

4.1.3.2.7. Pododermatites de contacts

Les pododermatites sont vraisemblablement peu douloureuses si elles restent superficielles mais, à un stade avancé comme l'ulcération, l'émergence de douleurs doit être envisagée (Greene *et al*, 1985). A ce stade d'ulcération, les lésions sont souvent infectées. Ce critère a été proposé comme pouvant servir à l'évaluation du bien-être au sein des élevages et conditionner les densités acceptables au sein d'un élevage spécifique (Directive européenne « Poulet de chair»). Sa pertinence est en cours d'évaluation sur le terrain (Arnould & Colin, 2009; Mirabito et al., 2007). Les fréquences des pododermatites chez le poulet ou la dinde placés en claustration sont importantes (Mayne, 2005), (Arnould & Colin, 2009), mais sont aussi fréquentes chez les poulets ayant accès aux parcours (données non publiées).

La qualité des litières est un élément prépondérant quant aux risques d'apparition de douleur (Blokhuis et al., 2007; Martland, 1985). Il a été montré que la mise sur litière humide pendant 24h entraîne des pododermatites inflammatoires chez la dinde en croissance (Mayne et al., 2007) et que l'utilisation de copeaux est préférable à celle de paille (Bignon et al., 2009). Globalement, des processus inflammatoires importants sont observés dans les différents systèmes d'élevage et des réactions de retrait ont été observées lors de manipulations du coussinet plantaire chez le poulet (Arnould & Colin, 2009).

Avec la question de la fréquence des pododermatites, se présente une nouvelle fois la problématique du lien entre une gestion appropriée de l'environnement physique des volailles et de ses conséquences sur leur bien-être en termes de réduction des risques de nociception* ou de douleur, ici au niveau des pattes.

4.1.3.2.8. Atteintes ostéo-articulaires et problèmes locomoteurs

Chez les poulets à croissance rapide, il existe une tendance marquée à la réduction d'activité, souvent associée au maintien de la position couchée. Cette faible activité locomotrice va de pair avec un taux de croissance élevé, des anomalies de posture et des boiteries. Dès le début des années 1990, un recensement systématique des boiteries en élevage industriel confirma une prévalence élevée (Kestin et al., 1992). On admit que l'existence de conditions physiologiques chroniques douloureuses pouvait être à l'origine des modifications comportementales (boiteries, troubles posturaux) (Webster, 1994). L'hypothèse fut confirmée par l'amélioration des déplacements de poulets atteints de boiteries consécutivement à l'administration d'anti-inflammatoire non stéroïdien à effet analgésique tel que le carprofen (McGeowin et al., 1999).

Des observations parallèles chez le canard, la pintade et la dinde ont également révélé que les pathologies ostéo-articulaires sont relativement fréquentes chez les animaux à croissance rapide, les reproducteurs présentant des arthrites septiques.

La confirmation de sensations nociceptives, ou de véritables douleurs, a été construite sur la base de deux types d'observations : d'une part l'étude anatomique des pattes ou de l'articulation du bassin qui mettait en évidence des déformations osseuses accompagnées de tensions sur les articulations, parfois même avec hémorragies sous-périostées, luxations des tendons ou tendinites simples. D'autre part, les études neurophysiologiques ont démontré l'existence de nocicepteurs dans les pattes du poulet (Gentle & Tilston, 2000) et les études de pharmacologie comportementale ont mis en évidence les effets positifs des antalgiques ou d'anti-inflammatoires sur la posture et la locomotion. Dans cette ligne de travail, Danbury *et al* (2000) ont prouvé que des poulets de chair préféraient consommer une nourriture additionnée de carprofen, en quantité d'autant plus importante que le degré de boiterie était élevé. Cette expérience montre qu'une boiterie favorise la consommation d'un anti-inflammatoire analgésiant, ce qui suggère l'existence d'un inconfort permanent ou de

douleur chronique. Complétant ces données, l'analyse du fluide synovial de poulets de chairs nourris *ad libitum* et manifestant des boiteries (Corr et al., 2003) a confirmé la présence d'inflammations arthropathiques. Toutefois, l'utilisation d'analgésiques n'a pas permis de mettre en évidence l'existence de processus douloureux associés aux troubles musculo-squelettiques chez le dindonneau (Hocking et al., 1999).

4.1.4. En élevage de poissons

4.1.4.1. La production piscicole en France.

La production française de poissons d'élevage se partage entre salmonidés élevés en eau douce dans des bassins (essentiellement la truite arc-en-ciel), poissons d'étangs (carpe, gardon, brochet) et poissons marins (bar, daurade royale, maigre, saumon et turbot) élevés en cages flottantes ou en bassins sur le littoral. Au final, la France se place parmi les leaders européens pour la production de truite arc-en-ciel (35 000 tonnes /an) et d'alevins de poissons marins (60 millions/an) dont plus de la moitié est exportée.

Les truites sont produites en France dans près de 600 sites appartenant à 400 entreprises de tailles hétérogènes : 20% de l'effectif assure 80% de la production. La majorité des produits issus de la truiticulture est destinée à la consommation humaine, le reste (20%) au repeuplement et à la pèche de loisirs. Les élevages en étangs occupent 112 000 hectares. Ils sont exploités par 80 entreprises pour un usage uniquement piscicole ou bien associés à la pêche, les loisirs et le tourisme. 12 000 tonnes de poissons d'étang (dont 6 000 tonnes de carpes) sont produites annuellement dont 9 000 tonnes destinées au repeuplement de plans d'eau. La pisciculture marine produit 8 500 tonnes par an dont 4 200 tonnes de bar, production qui est supérieure à la quantité de bar débarquée dans les ports de pêche. Elle repose sur une cinquantaine d'entreprises dont une dizaine spécialisées dans l'écloserie. 80% du chiffre d'affaires annuel (60 millions d'euros) est généré par seulement 10% d'entre elles. Compte tenu du prix de ces espèces marines, ce chiffre d'affaire correspond à environ 50% du chiffre obtenu avec la production de truite.

4.1.4.2. Exemples de sources de nociception liées aux systèmes de production ou aux pratiques d'élevage

L'élevage en milieu aquatique implique un certain nombre de contraintes en termes d'accès aux animaux qui rendent l'analyse des réponses à des stimuli extérieurs plus difficile. Ces difficultés, associées à un nombre limité de travaux de recherche sur la nociception chez les poissons (cf. chapitre 2), font qu'il n'existe pas d'information sur les effets nociceptifs de pratiques d'élevage ou de systèmes de production de poisson. Cependant, sur la base d'analyse des réponses de stress chez les poissons (par exemple par la mesure du cortisol plasmatique), on peut estimer que certaines pratiques d'élevage, en particulier lorsqu'elles sont mal maîtrisées, sont susceptibles d'induire des réponses nociceptives chez les poissons.

4.1.4.2.1. L'érosion des nageoires

L'érosion des nageoires est un problème qui est observé chez de nombreuses espèces en élevage mais elle semble plus particulièrement présente chez les salmonidés. Ainsi, ces problèmes d'érosion de nageoires sont fréquemment décrits dans les élevages européens et américains (Bosakowski & Wagner, 1994; Segwick, 1985; Turnbull et al., 1996).

Ces érosions font référence à des dégradations de l'épiderme, du derme et des rayons de nageoire et correspondent à des processus graduels et chroniques (Turnbull et al., 1998). L'intensité de l'atteinte tissulaire varie suivant les situations et a fait l'objet de méthodes d'évaluation permettant de quantifier l'intensité de l'érosion (Latremouille, 2003). Le terme « érosion » recouvre toute une variété d'atteintes tissulaires, allant de la simple fissure de l'épiderme à une nécrose du tissu, et même parfois à une hémorragie. Les tissus atteints

montrent alors des signes d'inflammation avec hyperplasie de l'épithélium, épaississement et formation de nodules (Turnbull et al., 1996). Dans la mesure où l'existence de nociception a été montrée au niveau des nageoires (Chervova, 1997), il est logique d'envisager que de telles situations puissent être à l'origine de réponses nociceptives. Cependant, des études plus précises seraient nécessaires pour confirmer cette affirmation.

Quelles sont les causes de tels phénomènes d'érosion des nageoires ? Les différents travaux consacrés à cette question semblent bien indiquer que c'est un processus complexe et multifactoriel encore mal compris (St-Hilaire et al., 2006). Cependant, il existe un certain consensus pour considérer que les morsures agressives sont une des causes principales de l'érosion des nageoires. De telles morsures, associées à des affrontements entre individus et à l'établissement de hiérarchie de dominance ont été décrites chez la truite (Abbott & Dill, 1985) et chez le saumon atlantique (Turnbull et al., 1996). D'autres causes secondaires ont été aussi suggérées, comme par exemple la manipulation du poisson (Anon, 1996), la surface abrasive à l'intérieur des bacs d'élevage (Turnbull et al., 1998), l'exposition au soleil chez les poissons (Bullock, 1988), l'exposition à des situations de stress où les corticostéroides seraient susceptibles de modifier la structure de la peau et sa capacité de régénération (Iger et al., 1995).

La réduction du nombre d'individus touchés par ces problèmes d'érosion des nageoires passe par une analyse précise des causes et par une amélioration des pratiques d'élevage (Moring, 1982). Cela peut impliquer des changements simples comme l'utilisation de filets sans nœud pour réduire les effets de la manipulation du poisson, la couverture des bacs exposés au soleil, une distribution plus large de l'alimentation pour réduire le confinement au moment de la distribution de l'aliment. Des méthodes plus complexes peuvent être envisagées, comme la modification de l'environnement social pour réduire les morsures (St-Hilaire et al., 2006). Cependant, ces solutions ne sont pas nécessairement efficaces comme le montre l'absence de réduction l'érosion de nageoires aux USA malgré les efforts des chercheurs et des gestionnaires des élevages (Lellis & Barrows, 2000). Le fait que la sévérité de ces processus varie suivant les lots et les sites d'élevage semble cependant bien indiquer que les pratiques d'élevage et de gestion des fermes sont des facteurs importants pour maitriser ces problèmes (Bosakowski & Wagner, 1994; St-Hilaire et al., 2006).

4.1.4.2.2. Les prédateurs

Les poissons en élevage sont susceptibles d'être attaqués par des prédateurs tout au long de leur cycle d'élevage et ces attaques peuvent être à l'origine de pertes significatives. Ainsi, chez les salmonidés élevés en eau douce, les principaux prédateurs sont les oiseaux (héron, cormoran), la loutre ou la martre. En milieu marin, ce sont plutôt les phoques et les oiseaux qui sont les principaux prédateurs. Les conséquences de ces attaques sont multiples avec des poissons tués mais aussi parfois simplement blessés et donc source d'infection (Beveridge, 1987; EIFAC, 1988). Différentes méthodes sont utilisées pour réduire l'action des prédateurs dont les effets peuvent être significatifs dans les élevages. Cela recouvre par exemple l'utilisation de filets ou de grillages, l'installation de systèmes acoustiques ou visuels pour effrayer les oiseaux ou les phoques.

4.1.4.2.3. La manipulation des poissons

Les protocoles d'élevage couramment utilisés impliquent de réaliser des manipulations du poisson. Cela peut correspondre à des phases où les poissons sont triés, changent de bac ou de site d'élevage, subissent un traitement vétérinaire, sont pesés ou sont prélevés pour abattage. Toutes ces opérations impliquent que le poisson soit sorti de son milieu d'élevage pour une durée variable. Les techniques actuellement utilisées se sont largement modernisées et utilisent des systèmes adaptés à une manipulation rapide du poisson tout en maintenant l'animal dans un environnement mouillé. Pour les tâches précises à réaliser sur un nombre limité d'individus (ex. application d'un traitement, prélèvement de tissus, marquage d'individus..), l'utilisation d'anesthésique est quasiment obligatoire pour la réussite

de l'opération. Dans des conditions de bonne maîtrise des pratiques d'élevage, il est peu probable que ces phases de manipulation du poisson soient à l'origine de nociceptions.

4.2. Sources de douleurs liées aux pratiques d'abattage

4.2.1. Aspects réglementaires

Les pratiques d'abattage des animaux de rente en vue de leur consommation sont réglementées par le code rural comme décrit ci-dessous :

Article R214-63

Les dispositions de la présente section sont applicables à l'acheminement, à l'hébergement, à l'immobilisation, à l'étourdissement, à l'abattage et la mise à mort des animaux élevés ou détenus pour la production de viandes, de peaux, de fourrures ou d'autres produits et aux procédures de mise à mort des animaux en cas de lutte contre les maladies contagieuses.

Toutefois, elles ne s'appliquent pas :

1º Aux expériences techniques ou scientifiques portant sur ces opérations qui sont effectuées sous le contrôle des services vétérinaires ;

2º Aux animaux mis à mort lors de manifestations culturelles ou sportives traditionnelles ;

3º Au gibier sauvage tué au cours d'une action de chasse.

Article R214-64

Au sens de la présente section et des textes pris pour son application, on entend par :

1º Abattoir : tout établissement ou installation, agréé ou recensé par les services vétérinaires, y compris les installations destinées au déchargement, à l'acheminement ou à l'hébergement des animaux, utilisé pour l'abattage ou, exceptionnellement, la mise à mort sans saignée, des animaux des espèces bovine, ovine, caprine, porcine, des équidés, des volailles, des lapins domestiques et du gibier d'élevage ;

2º Acheminement : le fait de décharger ou de conduire un animal des quais de débarquement, des locaux de stabulation ou des parcs de l'abattoir jusqu'aux locaux ou emplacements d'abattage ;

3º Immobilisation : l'application à un animal de tout procédé conçu pour limiter ses mouvements en vue de faciliter un étourdissement ou une mise à mort efficace ;

4º Etourdissement : tout procédé qui, lorsqu'il est appliqué à un animal, le plonge immédiatement dans un état d'inconscience où il est maintenu jusqu'à sa mort ;

5º Mise à mort : tout procédé qui cause la mort d'un animal ;

6º Abattage : le fait de mettre à mort un animal par saignée.

Article R214-65

Toutes les précautions doivent être prises en vue d'épargner aux animaux toute excitation, douleur ou souffrance évitables pendant les opérations de déchargement, d'acheminement, d'hébergement, d'immobilisation, d'étourdissement, d'abattage ou de mise à mort.

Article R214-66

Les procédés utilisés pour l'immobilisation, l'étourdissement et la mise à mort des animaux sont autorisés par arrêté du ministre chargé de l'agriculture.

Paragraphe 1 : Dispositions générales

Article R214-67

Les locaux, les installations et les équipements des abattoirs doivent être conçus, construits, entretenus et utilisés de manière à épargner aux animaux toute excitation, douleur ou souffrance évitables.

Article R214-68

Il est interdit à tout responsable d'abattoir d'effectuer ou de faire effectuer l'abattage ou la mise à mort d'un animal si les dispositions convenables n'ont pas été prises afin de confier les opérations de déchargement, d'acheminement, d'hébergement, d'immobilisation, d'étourdissement, d'abattage ou de mise à mort des animaux à un personnel disposant d'une formation en matière de protection animale ou encadré par une personne ayant cette compétence.

Article R214-69

L'immobilisation des animaux est obligatoire avant tout abattage. La suspension des animaux est interdite avant leur étourdissement ou leur mise à mort. Les dispositions du présent article ne s'appliquent pas aux volailles, aux lapins domestiques et au petit gibier d'élevage dans la mesure où il est procédé à l'étourdissement de ces animaux après leur suspension.

Article R214-70

L'étourdissement des animaux est obligatoire avant l'abattage ou la mise à mort, à l'exception des cas suivants :

1º Abattage rituel ;

2º Mise à mort du gibier d'élevage lorsque le procédé utilisé, qui doit être préalablement autorisé, entraîne la mort immédiate ;

3º Mise à mort d'extrême urgence.

Article R214-71

La saignée doit commencer le plus tôt possible après l'étourdissement et en tout état de cause avant que l'animal ne reprenne conscience.

Article R214-72

Les procédés de mise à mort sans saignée des animaux à l'intérieur des abattoirs sont autorisés par arrêté du ministre chargé de l'agriculture pour le petit gibier d'élevage à plume et les volailles à usage gastronomique traditionnel reconnu.

4.2.2 Cas de l'abattage

La période de pré-abattage et d'abattage est complexe avec une multitude de facteurs potentiellement sources de douleurs. En général, on considère que la période de pré-abattage comprend le chargement à l'exploitation, le transport jusqu'à l'abattoir avec ou sans passage par un marché, le déchargement à l'abattoir et le stockage des animaux jusqu'à la reprise pour les conduire jusqu'au poste d'étourdissement. La période d'abattage comprend l'introduction de l'animal dans le piège ou le restrainer*, ou l'accrochage dans le cas de la volaille, l'étourdissement (si appliqué) et la saignée ; cette période se termine au moment de la mort de l'animal. Pendant la période pré-abattage, les causes de douleurs sont liées aux conditions du chargement, du transport, du déchargement, et du stockage dans la bouverie à l'abattoir et des manipulations à l'abattoir ainsi qu'aux interactions agressives entre animaux. Lors de l'abattage, l'objectif de l'étourdissement est d'induire un état d'inconscience et d'analgésie, pour que l'animal n'exprime pas de réaction de peur, d'inconfort ou de douleurs provoquées par les procédés relatifs à la saignée. L'objectif de la saignée est la prolongation de l'étourdissement, la mise à mort de l'animal et le drainage du sang de la carcasse. L'éventuelle perception de douleur lors de l'abattage dépend donc de l'efficacité de l'étourdissement et de la saignée. L'objectif est que l'inconscience induite par l'étourdissement dure suffisamment longtemps pour que l'animal ne se réveille pas pendant la saignée. Les risques de douleur varient, car les manipulations ainsi que les techniques et l'efficacité de l'étourdissement et de la saignée varient selon l'espèce, mais également selon les caractéristiques du transport et de l'abattoir.

4.2.2.1. Période du pré-abattage

Pendant la période de pré-abattage, les indicateurs de douleur potentielle sont essentiellement indirects. Ils sont soit comportementaux (incidences des combats, chevauchements entre animaux, heurts, coups, utilisation d'un aiguillon électrique) soit anatomiques (présence de lésions, d'hématomes ou de griffures), soit liés à des changements de posture (boiteries, mauvaise tenue des ailes fracturées, etc). Ces indicateurs ne nous informent pas sur le degré de douleur perçue.

Le ramassage manuel des poulets peut provoquer des luxations, des fractures, des hémorragies et d'autres blessures aux os et muscles des pattes (Kranen et al., 2000). Dans une étude de Czarick, 31,5 % des carcasses des poulets montraient des meurtrissures sur le dos, la poitrine, les pattes ou les ailes (Lacy & Czarick, 1998). Dans une autre étude plus récente, 3% des carcasses présentaient des meurtrissures, 2.1% des fractures ou des luxations des pattes et des ailes et 4.4% des blessures (Knierim & Gocke, 2003). Ces lésions sont pour une partie dues aux techniques de ramassage, car le ramassage par une machine spécialement conçue pour cette fonction a réduit ces lésions de 30% (Lacy & Czarick, 1998) et de 35 (Knierim & Gocke, 2003). A l'abattoir, la volaille est accrochée par les pattes et conduite la tête en bas vers le bain électrifié. On sait que la peau dure des pattes contient des nocicepteurs et il est probable que ce procédé est douloureux, et ce d'autant plus que la taille des crochets est mal adaptée à la taille des pattes (Gentle & Tilston, 2000; Gregory & Wilkins, 1990; Parker et al., 1997; Sparrey & Kettlewell, 1994).

Pendant la période de pré-abattage et d'abattage, l'objectif est de conduire d'assez grands nombres d'animaux avec un minimum d'effort et le plus rapidement possible de la ferme jusqu'à la bouverie de l'abattoir, puis jusqu'au box d'étourdissement. Quelles que soient les espèces considérées, face à de nouvelles situations, dont le contexte d'abattage fait partie, les réactions des animaux sont d'éviter spontanément les contextes et les objets qui génèrent de la peur, soit en refusant d'avancer, soit en se dirigeant dans d'autres directions (Boissy, 1995; Boissy & Bouissou, 1995). Afin de réorienter les animaux et de les faire avancer, les outils les plus utilisés sont (hormis la voix et d'autres formes de bruits) le bâton et l'aiguillon électrique. Dans la très grande majorité des contextes d'abattage, du fait de la conception des équipements et des structures, ces outils sont indispensables pour guider les animaux, mais leur utilisation est source de douleur pour les animaux (Grandin, 1998; Grandin, 2005). Alors que ces traitements concernent toutes les espèces conduites sur pied, leur impact a notamment été relevé chez les gros bovins à l'aide du degré de meurtrissures. Dans une étude, plus de 97 % des carcasses ont montré des meurtrissures, en partie provoquées par les coups de bâton, mais également parce que les animaux se cognent contre les barrières (Costa et al., 2006). Pendant le déchargement et pendant les manipulations pré-abattage on a observé 0,13 et 0,97 % de cas où les bovins se cognent contre des barrières. Les animaux passant par des marchés ont plus de meurtrissures (Jarvis et al., 1995). Le degré de meurtrissures augmente également avec la densité, une mauvaise qualité de la route et/ou de la conduite (Tarrant, 1990). A l'abattoir, les box d'étourdissement des bovins bien conçus contiennent un mentonnier, des bas flancs et un anti-recul. Un problème fréquent est que ces pièges sont mal paramétrés et compriment l'animal : dans ce cas les bovins vocalisent et se débattent (Grandin, 2005).

Chez les veaux de boucherie, des réactions de peur rendent les manipulations plus difficiles et provoquent des glissades et des chutes (Lensink et al., 2000a; Lensink et al., 2000b; Lensink et al., 2001). Une durée longue de transport ou d'attente à l'abattoir et une densité faible des animaux favorisent le couchage des veaux qui peuvent alors être blessés par ceux restant debout (Grigor et al., 2004; Terlouw et al., 2008). Plus l'attente à l'abattoir est longue, plus les veaux se chevauchent avec des risques de glissades et de blessures (Grigor et al., 2004).

Il a été observé, notamment chez le porc, que la pratique courante de mélanger plusieurs cases d'élevage provoque des combats entre les animaux, et est donc source de meurtrissures et de lésions (Terlouw et al., 2009; Terlouw & Rybarczyk, 2008).

Concernant les poissons, la préparation à l'abattage nécessite le regroupement des poissons. Ils sont soit abattus à côté du bassin, soit transportés sur une courte distance jusqu'à une salle d'abattage du site d'élevage, soit transportés sur des distances plus ou moins longues jusqu'à un site d'abattage spécialisé. Le chargement nécessite d'extraire les poissons de leur milieu et souvent de les exposer à l'air. Aujourd'hui on ne sait pas si l'exposition à l'air est source de nociception. Toutefois, l'extraction des poissons dans des grands filets compriment les animaux et peut blesser les écailles ou les ouïes, et est potentiellement source de nociception. Selon les espèces, on utilise différentes techniques de chargement (pompe, épuisette, tapis,…). L'extraction et le chargement se traduisent de manière plus ou moins marquée, selon les espèces et les conditions, par des altérations hormonales et réponses comportementales (Mazeaud et al., 1977; Sigismondi & Weber, 1988; Wendelaar Bonga, 1997). Ces réponses varient selon la technique de chargement utilisée (Wagner & Driscoll, 1994).

4.2.2.2. L'abattage standard

Il est très difficile d'appréhender la capacité de perception du cerveau lors de l'abattage. En se basant sur les similitudes comportementales, physiologiques et (neuro-)anatomiques avec des études réalisées chez l'homme, on a identifié (AHAW Panel, 2004; Daly et al., 1986; Devine et al., 1987) un certain nombre d'indicateurs d'un état cérébral supposé incompatible avec la conscience et la sensibilité chez la majorité de nos animaux d'élevage (voir chapitre 2 pour les incertitudes) :

- Electroencéphalogramme (EEG*) épileptiforme,
- Absence de Potentiels Evoqués (PE*),
- EEG contenant des ondes delta,
- EEG avec une amplitude inférieure à 10µV de manière durable,
- EEG avec une puissance de moins de 10% par rapport à l'activité normale (avant étourdissement) ou isoélectrique de manière durable.

Les difficultés sont en partie liées à l'interprétation des données EEG mais aussi à la difficulté technique de la mesure. On remarque parfois l'absence de cohérence entre différentes mesures. Ainsi, l'EEG épileptiforme empêcherait au cerveau d'intégrer normalement les informations. Toutefois, on a observé chez le mouton la présence de PE en même temps qu'un EEG épileptiforme (Gregory & Wotton, 1985). De même, on a observé l'absence de PE malgré un EEG normal chez des bovins étourdis par la mèche perforante (Daly et al., 1988) ou encore des PE chez des animaux ayant un EEG plat (Gregory & Wotton, 1986). Ces incohérences s'expliquent en partie par l'utilisation de différentes techniques mesurant différents aspects du fonctionnement du cerveau. Le contexte des études est également techniquement difficile. Une étude a montré que l'apparition d'ondes delta ou l'EEG isoélectrique avait peu de lien avec l'inconscience indiquée par l'absence de PEs (Daly et al., 1988). Les auteurs ont suggéré que les mesures de PE était probablement plus fiables qu'un simple EEG, et que la persistance d'un EEG apparemment normal est probablement un artéfact dû à la technique de mesure (à la surface de du cerveau) et à l'environnement (interférences électriques).

Chez l'homme, un EEG durablement plat est considérée comme indicateur de la mort. Cependant, dans le contexte de l'étourdissement, un EEG peut être plat de manière transitoire, comme ceci a été démontré chez la volaille étourdie par l'électronarcose tête seulement (Richards & Sykes, 1967).

Comme l'espèce, le type de l'animal (en particulier : âge, sexe, patrimoine génétique) et la technique de l'étourdissement (y compris le paramétrage dans le cas de l'électronarcose) influencent les effets sur l'état de fonctionnement du cerveau ; le champ d'étude est donc très vaste. Malgré les efforts considérables qui ont donné lieu à plus d'une centaine de publications sur les effets de l'étourdissement, il reste encore énormément d'inconnus.

Des indicateurs comportementaux sont parfois plus faciles à obtenir dans le contexte de l'abattage. Les réflexes oculaires et respiratoires dépendent en partie de l'activité du tronc cérébral qui peut perdurer malgré un état inconscient (Wotton et al., 2000). Par conséquent, l'absence de réflexes indique que le fonctionnement du tronc cérébral est profondément perturbé et que l'animal est inconscient (Blackmore, 1979; Daly et al., 1986; Finnie, 1993; Finnie, 1994; Finnie, 1995; Finnie, 1997; Finnie et al., 2002). En revanche, leur présence ne veut pas forcément dire que l'animal est conscient (Gregoire, 1998; Wotton et al., 2000). Il existe quelques données précises sur les liens entre les réflexes et le fonctionnement du cerveau. Ainsi, lors du gazage du poulet, la fermeture des yeux a lieu en moyenne 4 secondes après la perte des PEs (Raj Mohan et al., 1990). Dans le cas de l'électronarcose tête seulement, chez les porcs et les ovins, le réflexe cornéen réapparaît avant le retour des réactions à des stimulations douloureuses (Gregory & Wotton, 1988). Dans le contexte de l'abattage rituel du veau, le délai jusqu'à l'installation de l'EEG isoélectrique était assez bien corrélé avec la durée de l'halètement respiratoire (« gasps » ; $r=0.75$; $p<0.05$), qui perdurait en moyenne 124 secondes au-delà des pertes des réflexes cornéens (Newhook & Blackmore, 1982a). Lors de l'électronarcose des gros bovins, la perte de conscience indiquée par la présence d'un EEG épileptiforme et par la fibrillation cardiaque* était associée à des mouvements d'halètement ou respiratoire chez 93 % des animaux (Wotton et al., 2000).

Même si les corrélations entre indicateurs comportementaux et électro-physiologiques de l'état de l'inconscience ne sont pas de 100%, les indicateurs comportementaux peuvent avoir un intérêt pratique. Toutefois, leur lien avec l'état de conscience doit être établi pour chaque situation. Par exemple, l'ordre des retours des réflexes peut varier selon l'espèce et la technique d'étourdissement. Dans le contexte de l'électronarcose tête seulement, chez les ovins (Velarde et al., 2000a) et les veaux (Gregory et al., 1996), la respiration reprend 9 secondes et entre 42 et 51 secondes (selon le paramétrage électrique) avant le retour du réflexe cornéen, respectivement. Chez le porc, les données varient selon les études. Après électronarcose, on a observé une reprise de la respiration 7 secondes après le retour des réflexes cornéens (McKinstry & Anil, 2004) ou 3 à 8 secondes avant, selon le paramétrage électrique (Anil, 1991). Enfin, dans le cas de l'électronarcose tête seulement, contrairement aux porcs (Anil & McKinstry, 1991) et aux veaux (Gregory et al., 1996), chez les ovins le réflexe cornéen réapparaît avant la fin la phase clonique (Velarde et al., 2002). Aujourd'hui, il est nécessaire de compléter les informations sur ces liens.

Enfin, la transsection des tissus et des vaisseaux principaux du cou lors de l'abattage rituel provoque des réponses cérébrales dues à la stimulation douloureuse causée par la transsection des tissus, et non pas à la diminution de l'irrigation cérébrale (Gibson et al., 2009a; Gibson et al., 2009b; Gibson et al., 2009c). Malgré l'existence de ces articles, il serait utile d'étendre ces recherches à d'autres contextes (études de l'effet opérateur, couteau, etc.) et à d'autres espèces.

4.2.2.2.1. L'étourdissement

Sauf dérogation, l'étourdissement (réversible ou non) est obligatoire avant la saignée. Les objectifs de la technique d'étourdissement sont d'induire l'inconscience immédiatement et que celle-ci dure suffisamment longtemps pour que l'animal ne reprenne pas conscience pendant la saignée, et enfin, qu'elle ne provoque pas de douleurs. La méthode choisie dépend de l'espèce. L'étourdissement électrique ou électronarcose est induit par le passage d'un courant à travers le cerveau produisant une décharge synchronisée des neurones (EEG épileptiforme) qui ne fonctionnent plus jusqu'à leur re-polarisation. L'électronarcose provoque également une libération de glutamate et d'aspartate dans le cerveau, qui restent présents pendant 10 min, et qui sont en partie responsables de la perte de conscience (Cook et al., 1995; Cook et al., 1992; Cook et al., 1996a). Elle peut être associée à l'induction d'une fibrillation cardiaque, induite par une troisième électrode placée sur la poitrine. La fibrillation cardiaque a pour fonction d'approfondir et de prolonger l'inconscience et résulte souvent en la mort (arrêt cardiaque) de l'animal. L'introduction d'un poinçon dans le cerveau détruit une

partie du cerveau, et provoque une perte de conscience qui est irréversible si le poinçon est correctement positionné (Daly et al., 1987). L'étourdissement au gaz est pratiqué par immersion de l'animal dans un mélange gazeux contenant le plus souvent du CO_2, de l'argon et/ou de l'azote (Deiss et al., 2006). D'autres techniques existent pour le poisson.

L'électronarcose

Conception et utilisation du matériel.

L'électronarcose peut être utilisée pour toutes les espèces. En France, elle est utilisée pour les porcs, les ovins, les veaux et la volaille. L'intérêt de l'électronarcose est son effet instantané si elle est bien réalisée. L'application d'un courant au travers du cerveau provoque une libération de glutamate et de GABA (Acide gamma aminobutyrique) et une polarisation/dépolarisation des neurones de manière synchronisée résultant en une inconscience (Cook et al., 1996b). Il est très probable que l'application correcte de l'électronarcose n'est pas douloureuse, car elle induit une analgésie (Daly, 2005; Gregory & Wotton, 1988). En effet, des ovins, conditionnés pour s'attendre à subir une électronarcose suite à un stimulus visuel, ne réagissaient pas au stimulus visuel non suivi par l'électronarcose (Leach et al., 1980). Toutefois, si suite à une mauvaise application due à un mauvais paramétrage ou un mauvais contact entre les électrodes et l'animal, l'inconscience n'est pas induite, l'animal perçoit des douleurs, car le courant stimule les récepteurs nociceptifs (Daly, 2005).

La qualité de l'électronarcose dépend de l'état d'entretien de l'équipement, de l'emplacement des électrodes qui doivent être positionnées de part et d'autre du cerveau, et du paramétrage du système (Anil & McKinstry, 1998; Gregory, 2001; Sparrey & Wotton, 1997; Velarde et al., 2000c; Wotton & O'Callaghan, 2002). Pour le porc, le système est souvent automatisé et est parfois source de douleur. Les animaux peuvent se chevaucher dans les couloirs étroits, ce qui provoque des griffures. Le positionnement automatique des électrodes se fait parfois incorrectement, à cause des variations de taille et de forme des porcs et comme indiqué ci-dessus, le passage du courant peut alors être insuffisant et douloureux (Daly, 2005). En fonction de l'abattoir, les résultats peuvent être très variables. Lors d'une enquête réalisée en Grande Bretagne, dans 19 des 29 abattoirs porcins, les électrodes n'étaient pas posées de part et d'autre du cerveau (Anil et McKinstry, 1993 dans Anil & McKinstry, 1998). Dans une enquête réalisée dans 2 abattoirs porcins espagnols, pour environ 14% des cas, les électrodes étaient mal placées (Velarde et al., 2000b). Lors d'une enquête en 2001 réalisée dans 5 abattoirs Néozélandais, le pourcentage d'électronarcose non satisfaisante chez des ovins et des bovins allait de 2 à 54 % (Gregory, 2001). Chez les ovins il est important de choisir des électrodes adaptées, car la présence de laine, qui empêche le passage du courant, peut être à l'origine d'électronarcose manquées (Terlouw et al., 2008).

Les oiseaux peuvent recevoir des chocs électriques au moment de rentrer dans le bain électrifié de l'électronarcose, souvent parce que leurs ailes sont plus basses que leurs têtes, ou parce que l'eau électrifiée déborde du bain. Ces chocs électriques peuvent induire des mouvements d'ailes et par conséquent, la tête de l'animal peut manquer partiellement ou complètement le bain électrifié. La fréquence du phénomène est plus élevée chez les dindes, qui ont des ailes plus larges que les poulets (Hewson & Russell, 1991; Wotton & Gregory, 1991). Le problème est diminué si on installe une rampe électriquement isolée, qui supporte la tête des oiseaux, et si on baisse le niveau de l'eau (Hewson & Russell, 1991; Wotton & Gregory, 1991).

Effets physiologiques et comportementaux de l'électronarcose

L'effet de l'application d'un courant au travers du cerveau, associé ou non à l'induction d'une fibrillation cardiaque, a été mesuré chez les différentes espèces. Chez toutes les espèces, on note une phase tonique puis clonique si les électrodes sont bien placées (Gilbert et al., 1991; Velarde et al., 2002; Wotton et al., 2000). Sur le terrain, on observe un pourcentage variable d'échecs (moutons : 9% ; porcs : 13-14%), dus à des problèmes de

positionnement des électrodes, ou au paramétrage de l'équipement (Gregory, 2001; Velarde et al., 2000b). L'application du courant induit souvent des ondes épileptiformes, mais pas dans tous les cas et l'animal peut être inconscient en leur absence. Par exemple, on n'observe pas d'activité épileptiforme chez la volaille étourdie en bain électrifié à des intensités au dessus de 100 mA, ni chez les bovins chez qui on applique une troisième électrode sur la poitrine (Cook et al., 1991 ; (Gregory & Wotton, 1987).

Cas de l'électronarcose « tête seulement ».

Selon l'espèce, porc, bovin ou ovin, l'âge de l'animal et les paramètres utilisés, les ondes épileptiformes peuvent être présentes pendant environ 25 à 65 secondes (Tableau 5). La phase tonique dure entre 10 et 17 secondes pour les ovins et les bovins et la phase clonique entre 16 et 43 secondes pour les ovins (Gregory & Wotton, 1988; Velarde et al., 2002), entre 11 et 21 secondes pour le veau (Gregory et al., 1996) et entre 30 et 102 secondes pour les gros bovins (Wotton et al., 2000). Chez le mouton on observe ensuite une phase calme, puis d'une deuxième phase clonique, entre 54 et 77 secondes (Gregory & Wotton, 1988; Velarde et al., 2002). Chez le porc, la phase tonique dure de 0 à 54 secondes et la phase clonique de 0 à 50 secondes (Anil & McKinstry, 1991; McKinstry & Anil, 2004).

Le réflexe cornéen est absent pendant 16 à 99 secondes chez le porcin (Anil & McKinstry, 1991; McKinstry & Anil, 2004), pendant 67 ± 8 à 79 ± 13 secondes selon le groupe expérimental chez les veaux (Gregory et al., 1996) et de 38.5 ± 1.8 à 45 ± 16 secondes chez les ovins (Gregory & Wotton, 1988; Velarde et al., 2002). Chez l'ovin, le retour de la réaction physique à une stimulation douloureuse est observée après 92 ± 29 secondes à 240 ± 1.3 secondes selon l'expérience (Gregory & Wotton, 1988; Velarde et al., 2002) et après entre 38 et 96 secondes chez le porcin (Anil & McKinstry, 1991). Sur 14 ovins, le PE par la stimulation d'un nerf d'une dent réapparait après étourdissement en moins de 2 minutes chez un mouton, entre 2 et 6 minutes chez 5 moutons et après 9.5 minutes chez 8 moutons (Gregory & Wotton, 1988). Il existe peu de données sur l'électronarcose tête seule chez la volaille, car elle n'est pas utilisée en routine dans les abattoirs, mais seulement comme technique de secours. Toutefois, il a été démontré que chez la volaille, l'électronarcose tête seulement provoque un EEG isoélectrique en 10.3 ± 0.9 secondes (6 à 12 secondes) pour une durée de 35.7 ± 5.4 secondes (19 à 50 secondes) dans quel cas ? (Richards & Sykes, 1967). Les signes comportementaux sont, entre autres : la présence des yeux grand ouverts et l'absence de réflexe cornéen, la tête courbée en arrière, des tremblements ou des contractions des pattes, rapidement suivis par leur extension, l'absence de mouvements des ailes (Gregory & Wotton, 1991; Kuenzel & Walther, 1978; Richards & Sykes, 1967).

Tableau 5. Electronarcose tête seule : durée des ondes épileptiformes (n=nombre d'animaux testés).

	Durée des ondes épileptiformes (s)	**n**	**Référence**
Veau, 150V, 3 secondes	36 ± 3 secondes	9	(Gregory et al., 1996)
Veau, 250V, 3 secondes	25 ± 2 secondes	10	
Veau, 400V, 4 secondes	26 ± 4 secondes	10	(Bager et al., 1990)
Moutons, 200V, 3 secondes présence PE	41 ± 2 secondes	8	(Gregory & Wotton, 1985)
Moutons, 200V, 3 secondes absence PE	65 ± 3 secondes	4	

Cas de l'Electronarcose « tête-corps ».

L'application d'une troisième électrode permet au courant de traverser le cœur et d'induire une fibrillation cardiaque (électronarcose « tête-corps »). Quelle que soit l'espèce, les

meilleurs résultats en terme de fibrillation cardiaque sont obtenus avec des courants d'environ 50 Hz (Gregory et al., 1991; Mouchonière et al., 2000). La fibrillation cardiaque provoque une anoxie* cérébrale en plus de la dépolarisation des neurones. Si l'électronarcose est efficace, l'EEG montre l'absence de potentiels évoqués et devient plat. Quelques études font la comparaison entre les effets de l'électronarcose tête seulement et de l'électronarcose tête-corps. L'hypothèse d'une meilleure efficacité de l'électronarcose tête-corps a été confirmée pour les moutons qui montraient un EEG isoélectrique en 11 à 45 secondes (24 ± 12.7 secondes) et une perte immédiate des réponses cérébrales évoquées sauf pour 2 animaux (perte après 7 et 16 secondes (Anil & McKinstry, 1991; Gregory & Wotton, 1984b). L'étude réalisée sur des moutons par Gregory & Wotton, (1984b) a montré qu'une électronarcose tête-corps est aussi efficace qu'une électronarcose suivie par une saignée immédiate, effectuée 10 secondes après l'étourdissement. Chez le poulet, l'induction d'un arrêt cardiaque était également la méthode la plus rapide pour induire la mort (Gregory & Wotton, 1986). Chez le porc, il n'existe pas de comparaisons entre l'électronarcose tête seulement et tête-corps, mais il a été montré que la fibrillation cardiaque permet d'induire une perte de conscience (fibrillation cardiaque sans électronarcose) : un EEG isoélectrique et l'absence de PE en 18 ± 3 et 19 ± 2 secondes respectivement ; (Gregory & Wotton, 1986). Toutefois, certaines incertitudes subsistent. Une électronarcose tête-corps de 150 mA (50 Hz, 4 secondes) provoque une fibrillation cardiaque chez 100% des dindes (Mouchonière et al., 2000). Chez le dindon, à 50 Hz, les différentes intensités testées (entre 120 et 180 mA) provoquent une fibrillation cardiaque chez seulement 75 à 88 % des dindons et moins de la moitié des animaux perdent les potentiels évoqués (Gregory & Wotton, 1986; Gregory & Wotton, 1991). A 250 mA, une fibrillation cardiaque est provoquée chez 100% des dindons, mais seuls 7 sur 11 perdent les potentiels évoqués (Gregory & Wotton, 1991). Chez les gros bovins, l'induction d'une fibrillation cardiaque n'a été obtenue que pour 53 sur 64 animaux (Wotton et al., 2000) et une augmentation, bien que non significative, du pourcentage des animaux montrant des mouvements des yeux et ayant une respiration est observée (Weaver & Wotton, 2009).

Conclusion. L'intérêt de l'électronarcose est l'induction rapide d'inconscience. L'induction d'une fibrillation cardiaque lors de l'électronarcose « tête-corps » semble augmenter l'efficacité de l'étourdissement par rapport à une électronarcose « tête seulement ». Toutefois, des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer ces premiers résultats.

La mèche captive

Il existe deux systèmes : la mèche perforante et la mèche non perforante. Les deux produisent une percussion, c'est-à-dire une secousse du cerveau dans le crâne. La première (la plus utilisée) provoque, en plus, des lésions de manière mécanique. La mèche captive est utilisée pour étourdir des veaux et des bovins adultes, et des ovins, rarement des porcs. De manière plus détaillée, chez les ovins et les bovins, la mèche captive pénétrante provoque des lésions localisées autour de la trace de la mèche et des dommages diffus dans les hémisphères, le cervelet et dans le tronc cérébral. Ces dommages varient fortement selon l'individu. Chez le bovin, la mèche captive non pénétrante provoque une fracture dépressive du crâne à l'endroit de l'impact et une hémorragie générale sous l'endroit de l'impact, dans les lobes temporaux et frontaux et dans le tronc cérébral. Des pétéchies* sont observées au niveau des ganglions de la base du thalamus. On suppose que la conscience de l'animal dépend des connections entre le système réticulaire du tronc cérébral et le cortex, expliquant ainsi l'effet des mèches perforantes et non perforantes sur l'état de conscience (Blackmore, 1979; Daly & Whittington, 1989; Daly et al., 1986; Finnie, 1993; Finnie, 1994; Finnie, 1995; Finnie, 1997; Finnie et al., 2002).

L'application correcte de la mèche perforante provoque chez le mouton la perte immédiate de posture, une rigidité au niveau des pattes et des tremblements musculaires, puis des coups de pattes (Blackmore, 1979). Des études sur des ovins et sur des bovins adultes ont montré une perte immédiate des potentiels évoqués (Daly et al., 1988; Daly & Whittington, 1986). Chez le bovin adulte on a observé la présence d'ondes delta après 10 ±

5 secondes. L'EEG montre une amplitude faible (<10 µV) après 28 secondes ou plus chez le veau (Schulze et al., 1978) ou après 67 à 71 secondes chez les bovins adultes (Daly et al., 1988). Néanmoins, on a constaté que chez le bovin, dans des abattoirs commerciaux, entre 6,1 % (génisses) et 16,3% (taureaux) des tentatives d'étourdissement par mèche captive pénétrante ne réussissent pas (pistolet ou cartouches inadaptés, piège inadéquat, etc.) (Daly et al., 1988; Gregory et al., 2007). Dans cette étude, lorsque l'opérateur constatait l'échec de l'étourdissement, comme le demande la réglementation, il effectuait un deuxième tir. Environ la moitié des échecs constatés par les expérimentateurs ont été reconnus comme tels (Gregory et al., 2007). Pour 16 moutons sur 20, l'EEG montrait une activité réduite 76 ± 15 s après l'application de la mèche perforante. Chez les 4 moutons restant, l'EEG montrait un niveau d'activité supérieur à 50 % à celui observé avant l'étourdissement (Daly et al., 1986). Chez les veaux, après l'application de la mèche captive non perforante, la puissance de l'EEG diminue immédiatement et significativement. Toutefois, chez la moitié des animaux, il y a une augmentation transitoire, puis une nouvelle diminution (Gibson et al., 2009c). Chez le bovin étourdi par mèche captive perforante on observe une cessation immédiate de la respiration alors que l'activité cardiaque peut continuer pendant 8 à 10 minutes (Vimini et al., 1983). Chez le mouton, l'impact de la mèche captive pénétrante induit la mort en moins de 10 minutes, due à l'arrêt de la respiration, probablement provoqué par des lésions dans le tronc cérébral (Finnie et al., 2002).

Conclusion. L'application de la mèche captive pénétrante ou non pénétrante induit des lésions importantes au niveau du crâne et du cerveau, et elle peut être une manière très efficace et fiable d'induire une perte de conscience instantanée et durable. Toutefois, en pratique, on constate un taux relativement élevé de non-réussite laissant penser que cette méthode peut également être une source de douleur intense. Lorsque l'opérateur est bien formé il constate l'échec et effectue immédiatement un deuxième tir.

L'étourdissement par gaz

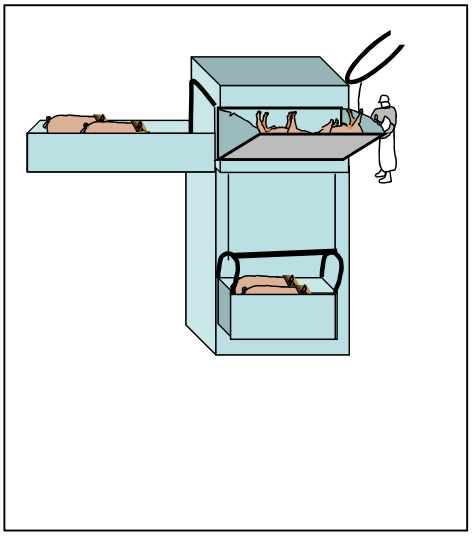
La technique d'étourdissement par gaz existe essentiellement pour les volailles et les porcs. En France, son application est rare : actuellement seul un seul abattoir l'utilise pour les volailles, et un petit nombre l'utilise pour les porcs. Toutefois, la technique est très utilisée dans plusieurs autres pays, dont les pays de l'Europe du nord et son utilisation augmente en France. En France, selon les espèces, on utilise des mélanges de CO_2 et d'autres gaz. Les concentrations dépendent de l'espèce. La nouvelle réglementation européenne permet l'utilisation de concentration d'au moins 80% de CO_2 pour les porcs. Pour les porcs et les volailles, elle permet une concentration de CO_2 ne dépassant pas 40% si le mélange contient, en plus, des gaz inertes provoquant l'anoxie. Enfin, pour les volailles, elle permet une exposition ne dépassant pas 3 minutes à une concentration de CO_2 d'au moins 30% et d'autres mélanges sont également possibles, notamment avec de fortes concentrations d'argon (A) ou de N_2, avec 2% d'O_2 résiduel, mais ils sont uniquement utilisés à l'étranger (Raj & Tserveni-Gousi, 2000). Pour les porcs, ces mélanges sont en cours d'évaluation.

Les animaux n'ont pas de récepteur qui détecte l'argon, l'azote ou le manque d'oxygène. Toutefois, au-delà de certaines concentrations, l'inhalation de CO_2 provoque des signes d'évitement chez les animaux. Une étude de Raj et Gregory (1995) a montré que des porcs privés de nourriture depuis 24 heures refusent d'entrer dans une pièce contenant 90% de CO_2, même pour une récompense alimentaire. De même, les oiseaux secouent leur tête quand ils entrent dans un container avec 40% de CO_2, suggérant qu'ils perçoivent les gaz et sont dérangés par celui-ci (Gerritzen et al., 2000). Chez l'homme, l'inhalation de CO_2 peut induire une sensation asphyxiante et piquante pour les muqueuses (Gregory et al., 1990).

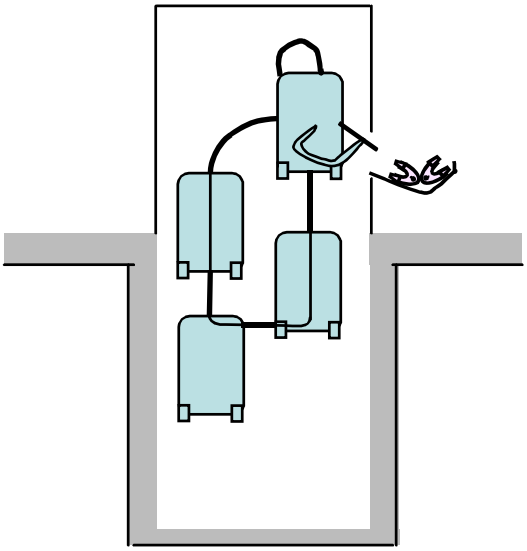
Chez le porc.

Le poste de narcose au CO_2 est un puits de 7 à 8 mètres de profondeur où les porcs sont descendus dans une nacelle, soit individuellement, soit en groupe de deux à six individus. Le CO_2, qui est un gaz lourd avec une densité d'environ 1,5 fois celle de l'air, se dépose au fond du puits. Un des intérêts du système est la possibilité de modifier le mode de conduite des animaux par une amenée et une anesthésie des animaux en groupe (Figure 2). En France,

un seul abattoir a adopté ce procédé en groupe (système à nacelle). Les autres cinq abattoirs (sur environ trente cinq grands abattoirs) qui se sont équipés avec le système d'anesthésie au CO_2 ont aménagé le système électrique (système dip-lift), maintenant la conduite individuelle des animaux.



Dans le système dip-lift, les porcs sont descendus directement au fond du puits



Dans le système à nacelle les porcs sont descendus dans le puits en faisant des arrêts, pendant lesquels une nacelle suivante est remplie de porcs et une précédente vidée sur le tapis

Figure 2. Méthode d'étourdissement au gaz chez le Porc (d'après Deiss et al., 2006).

L'anesthésie gazeuse résulte de l'action acidifiante du CO_2 sur le sang, et par conséquent sur le liquide céphalo-rachidien. L'acidification du liquide céphalo-rachidien perturbe le fonctionnement normal des neurones du cerveau qui conduit à une perte de connaissance et de motricité (Eisele et al., 1967; Forslid, 1987; Martoft et al., 2003). Le pH normal du liquide céphalo-rachidien est de 7,4. Un pH de 7,1 et de 6,8 conduisent respectivement à une analgésie et une anesthésie (Woodbury & Karler, 1960). L'efficacité de l'anesthésie a été largement démontrée par l'analyse d'électroencéphalogrammes, montrant que le cerveau n'enregistre aucun signal extérieur et donc que l'animal est inconscient; (Eisele et al., 1967; Hoenderken et al., 1979; Martoft et al., 2002). Toutefois, l'étourdissement par gaz n'est pas instantané. A une concentration de 70% de CO_2, le délai jusqu'à la perte de posture est, selon les études, compris entre 20 et 30 secondes et à une proportion de 85 et 90 % de CO_2 , elle est de 22 et 15 secondes respectivement (Dodman, 1977; Raj & Gregory, 1995; Raj & Gregory, 1996). On observe toutefois des variations selon les études, car une autre étude utilisant 80% de CO_2 montrait un délai de seulement 8 secondes jusqu'à la perte de posture (Deiss et al., 2006). L'inconvénient principal de la technique est que pendant la phase d'induction, on observe une excitation inhabituelle des animaux avec des réactions de fuite, des sursauts, de l'agressivité du porc envers ses congénères, des mouvements de la tête et d'ouverture de la gueule et des signes de souffrance respiratoire (Deiss et al., 2006; Dodman, 1977; Raj & Gregory, 1995). Certaines de ces réactions peuvent être à l'origine d'une sensation de douleur, liée à l'inhalation des gaz, notamment du CO_2 (voir ci-dessus Gregory et al., 1990; Raj & Gregory, 1995). De plus, à l'heure actuelle, il n'existe pas de

consensus sur le fait de savoir si le porc perd conscience avant ou après les signes de détresse (Forslid, 1987; Hoenderken et al., 1979; Lambooij, 1990; Martoft et al., 2002; Raj et al., 1997). La durée et la forme de ces réactions dépendent de la concentration en CO_2. La majorité des porcs immergés dans des concentrations comprises entre 40 et 70% de CO_2 montre des réactions de fuite (Dodman, 1977; Raj & Gregory, 1996). Le maintien de l'inconscience dépend de la durée d'immersion des porcs dans le CO_2. Au-delà de 130 secondes d'immersion, 90% des porcs ne présentent pas de sensibilité à la douleur 30 secondes après leur étourdissement, alors que pour une immersion de 91 secondes, les porcs sont conscients et sensibles (Velarde et al., 2002).

Chez les volailles

L'étourdissement des volailles par gaz permet d'éviter l'accrochage des animaux non étourdis. Les oiseaux restent dans leur caisse de transport pour être introduits dans le système gazeux. Toutefois, si les caisses contiennent d'assez grands nombres d'oiseaux, et qu'une fois étourdis ils sont accrochés pour être saignés, pour les derniers oiseaux, l'intervalle entre la sortie du gaz et la saignée peut être long et les oiseaux peuvent reprendre conscience. Une solution utilisée dans certains pays est de tuer les animaux par le gaz (dans une deuxième phase avec et en utilisant une exposition à 80% de CO2 , voire Raj & Tserveni-Gousi, 2000). Les plumes contiennent de l'air et par conséquent, certains oiseaux sont sous-exposés au gaz. Il est donc important de vérifier que tous les oiseaux sont bien étourdis ou morts à la sortie du système et d'avoir une méthode d'étourdissement de secours (le plus souvent un pistolet à mèche captive pour oiseaux).

Comme pour le porc, le degré d'aversion du CO_2 augmente avec la concentration (Raj, 1996). Cependant, chez les oiseaux, des concentrations de CO_2 assez basses peuvent donner de bons résultats. Par conséquent, les concentrations utilisées sont souvent de 40%. L'ajout de 30 ou 40% d'O_2 réduit les réactions d'asphyxie et d'excitation et les convulsions chez les oiseaux inconscients, mais retarde la perte de conscience et accélère sa reprise (Coenen et al., 2000; Lambooij, 1990; Raj & Tserveni-Gousi, 2000). Les études sur des poulets montrent que des concentrations comprises entre 35 et 65% de CO_2 dans de l'air sont associées à des délais de perte de postures progressivement plus courts, de 26 à 20 secondes (Raj & Gregory, 1990). Les oiseaux ferment leurs yeux 6 à 10 secondes plus tard (Raj & Gregory, 1990). La fermeture des yeux est consécutive de quelques secondes à la perte des potentiels évoqués (4 secondes à une concentration de 45% de CO_2 dans de l'air, voire (Raj Mohan et al., 1990) et semble donc un indicateur intéressant de l'état d'inconscience. En fonction de la concentration du CO_2, quelques secondes après la fermeture des yeux, les oiseaux montrent des activités cloniques (selon la concentration du CO_2 : débutant entre 49 et 29 secondes après le début de l'immersion), puis toniques (selon la concentration du CO_2 : débutant entre 41 et 87 secondes après le début de l'immersion (Raj & Gregory, 1990; Raj Mohan et al., 1990). L'exposition à 45 % de CO_2 induit un EEG isoélectrique plat après 101 ± 8 secondes (Raj Mohan et al., 1990).

Conclusion : L'étourdissement par gaz peut être utilisé pour les porcs et les volailles et peut donner de bons résultats. En France, l'étourdissement par gaz est encore assez rare. La technique utilisée repose sur l'exposition d'une concentration élevée de CO_2. On pense que comme pour l'homme, la perception de ce gaz est désagréable, voire douloureuse, et provoque des réponses parfois prononcées chez les animaux. Pour limiter les réponses comportementales indicatrices d'inconfort on utilise en général 40% de CO_2 pour les volailles et actuellement au moins 80% pour les porcs. Le temps d'induction de la perte de conscience varie selon la concentration, mais avec les concentrations préconisées se situent à 15-22 secondes chez le porc (critère : affalement de l'animal et présence d'ondes delta) et entre 32 et 34 secondes chez les volailles (critère : fermeture des yeux).

En conclusion générale, l'étourdissement permet de limiter les douleurs au moment de l'abattage lorsque la technique est correctement appliquée.

4.2.2.2.2. La saignée

L'objectif de la saignée est la prolongation de l'étourdissement, la mise à mort de l'animal et le drainage du sang de la carcasse. Dans le cadre de l'abattage standard, Il existe deux emplacements pour effectuer l'incision pour saigner les bovins. On peut couper les deux carotides communes et les deux jugulaires au niveau du cou, ou couper les vaisseaux principaux au niveau du thorax (figure 3).

Saignée au niveau du cou

On transperce le cou (côté non tranchant du couteau vers la colonne vertébrale) et on coupe les tissus mous dans la direction de l'avant. Ensuite on retourne le couteau pour couper les tissus mous dans la direction de la colonne vertébrale (ovin, bovin). Alternativement, on fait deux incisions de part et d'autre du cou pour couper les carotides et les jugulaires.

Saignée au niveau du thorax :

Chez le bovin, on entaille avec un premier couteau la peau couvrant la gouttière jugulaire de la base du cou jusqu'en haut du thorax. Avec un deuxième couteau, on coupe les vaisseaux sanguins principaux, juste au dessus du cœur. Chez les autres espèces (ovin, porcin), on pratique la saignée thoracique en un seul geste (une seule coupe)

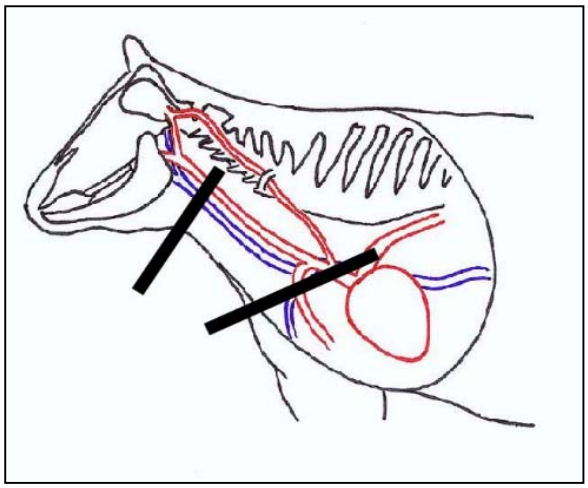


Figure 3. Lieux de coupe utilisés pour l'égorgement au niveau du cou (trait noir supérieur) et du thorax (trait noir inférieur) chez les bovins.

La prolongation de l'étourdissement et la mort résultent probablement de l'anoxie due à la diminution de la pression artérielle et à l'absence de respiration. Pour les techniques d'étourdissement réversible, le délai de la saignée doit être très important, car l'animal ne doit pas reprendre conscience pendant la saignée. Il a été montré chez l'ovin, qu'une électronarcose tête seule suivie par une saignée immédiate est aussi efficace qu'une électronarcose tête-corps (Gregory & Wotton, 1984b). Chez des bovins adultes, l'électronarcose (tête seulement) suivie d'une saignée au niveau du cou après 10 secondes provoque une diminution de l'amplitude de l'EEG à un niveau inférieur à 10µV en 53-63 s (Devine et al., 1986b). Pour comparaison, après une électronarcose tête seulement sans saignée, le bovin adulte reprend sa respiration après 51 ± 4 secondes (Wotton et al., 2000).

Chez le porc anesthésié pharmacologiquement, la saignée thoracique peut provoquer un EEG isoélectrique après 12 à 26 ± 3 secondes (Gregory & Wotton, 1986; Hoenderken et al., 1979). Avec une saignée au niveau du cou, le délai jusqu'à un EEG isoélectrique est plus long (80 à 125 secondes), mais avec une diminution de l'amplitude de l'EEG (<µ10V) dès

13-25 secondes (Blackmore & Newhook, 1981). A certains endroits, on pratique chez le porc la saignée unilatérale, qui ne permet d'obtenir un EEG isoélectrique qu'après un plus long délai qu'avec la saignée bilatérale (70 à 125 secondes pour obtenir une amplitude d'EEG < 10µV (Blackmore & Newhook, 1981)). Si on saigne la volaille anesthésiée pharmacologiquement de manière unilatérale, on obtient un niveau d'activité de l'EEG à 5% beaucoup plus tard (après 122 ± 22 secondes) que si on saigne de manière bilatérale (obtention après 60 ± 8 secondes, (Gregory & Wotton, 1986).

Chez le veau et le bovin adulte, on observe une forte variabilité dans l'efficacité de la saignée si celle-ci est effectuée au niveau du cou. Cette variabilité pourrait s'expliquer par la formation de faux anévrismes* chez les bovins, dus à la rétractation des carotides dans leur gaine, provoquant la formation de caillots et réduisant le flux du sang. Comme les bovins possèdent une artère vertébrale, qui protégée par les vertèbres, n'est pas coupée lors de la saignée, leur cerveau continue dans ce cas à être partiellement irrigué ce qui retarde la perte de conscience. Ce phénomène n'est pas observé chez le mouton. Ainsi, après une saignée au niveau du cou, la formation de faux anévrismes a été observée chez 16, 25 et 0% chez des bovins adultes, des veaux et des agneaux, respectivement (Gregory et al., 2006). La formation de faux anévrismes pose surtout un problème si l'étourdissement est réversible (électronarcose), ou non appliqué (abattage rituel, voir ci-dessous). Dans le premier cas, l'animal peut se réveiller pendant la saignée, dans le deuxième cas, l'inconscience s'installe tardivement. Par exemple, chez le veau, après électronarcose et une saignée au niveau du cou, un EEG isoélectrique a été observé après 36 à 54 secondes, en absence de faux anévrismes, et après 39 à 127 secondes en présence d'anévrismes (Anil et al., 1995; Newhook & Blackmore, 1982b).

D'autres sources de douleurs peuvent être liées à l'inspiration de sang pendant la saignée. Chez les bovins saignés en position debout, 21 % ont du sang dans la trachée, et 31 % dans les bronches supérieures. La présence du sang ne peut être transmise au cerveau par le nerf vague chez l'animal sacrifié ou saigné, puisqu'il a été coupé. Toutefois, il existe une voie nerveuse passant par les ganglions cervico-thoraciques chez des animaux de laboratoire qui transmet ce type de signaux perçus comme irritant, douloureux ou piquant. D'autres recherches sont nécessaires pour confirmer que cette voie existe bien chez les animaux de fermes concernés (Gregory et al., 2009).

Chez les volailles, dans certains cas dus à des problèmes techniques ou aux choix de l'abattoir, la moelle épinière peut être sectionnée lors de la saignée. Dans ces cas, les animaux meurent par asphyxie (Gregory & Wotton, 1986). Il est important de laisser un intervalle suffisamment long après la saignée, pour assurer que tous les oiseaux soient morts au moment d'entrer dans l'échaudoir (Gregory & Wotton, 1986).

Conclusion. Il est important que la saignée soit effectuée le plus rapidement après l'induction d'inconscience, et qu'elle soit la plus efficace possible. En général, la saignée thoracique est plus efficace que la saignée au niveau du cou. Pour les gros bovins cette technique est plus longue et implique l'utilisation de deux couteaux pour deux coupes. Toutefois, cette technique évite la formation de faux anévrismes qui retardent la mise à mort de l'animal ou éventuellement son réveil dans le cas d'un étourdissement réversible.

Cas des poissons

Les poissons ont des organes sensoriels permettant la nociception et pourraient percevoir certains stimuli comme étant douloureux (Huntingford et al., 2006, chapitre 2). L'abattage doit donc conduire à une perte de conscience et de sensibilité le plus rapidement possible (Robb & Kestin, 2002). Aujourd'hui l'abattage des poissons d'élevage est réalisé par différentes méthodes. La saignée et l'asphyxie à l'air libre sont des méthodes dites de mort lente (de quelques minutes à quelques heures selon la température et l'espèce) et par conséquent, peu acceptables d'un point de vue du respect de l'animal (Robb & Kestin, 2002).

Appliquée correctement, la percussion provoque la mort quasi instantanée. Elle peut se faire manuellement ou, plus rarement, par un système automatique. L'automatisation est

difficile à optimiser et l'application manuelle nécessite précision et force, qui peuvent diminuer après environ 30 minutes de pratique. L'automatisation a démontré son utilité pour plusieurs espèces mais peut rendre difficile la saignée et le poisson pourrait donc se réveiller (van de Vis et al., 2003). L'anesthésie au CO_2, obtenue en passant un flux de CO_2 dans l'eau, provoque une très forte activité musculaire pendant les premières minutes, puis chez le saumon la mort après 5 minutes (Robb et al., 2000). On ne sait pas si la perception de CO_2 est douloureuse pour le poisson, mais elle induit des changements de l'hématocrite et des concentrations plasmatiques de glucose et de cortisol, chez plusieurs espèces (Marx et al., 1999).

L'électronarcose consiste en l'application d'un courant dans l'eau. En respectant un paramétrage adéquat elle rend l'anguille inconsciente (absence de réponse à un stimulus douloureux) quasi instantanément (van de Vis et al., 2003). Chez le turbot, l'électronarcose induit une inconscience courte, associée à une production importante de mucus, ce qui peut être un signe d'inconfort (Morzel et al., 2003). Chez les salmonidés, en adaptant les paramètres (voltage, durée), on peut obtenir une inconscience (Roth et al., 2003).

La destruction partielle du cerveau par l'introduction d'un poinçon ou couteau ("spiking") nécessite une maîtrise technique du geste mais provoque une mort très rapide chez la dorade (Nakayama et al., 1996). Néanmoins, si le geste est mal maîtrisé, des signes de souffrance et une activité musculaire intense ont été observés (Robb et al., 2000), signes qui peuvent être le résultat de la nociception perçue par le poisson.

La balnéation des poissons dans une eau très froide (autour de 0°C) peut, chez certaines espèces, être assimilée à une anesthésie létale. Cette méthode est très utilisée pour le bar et la dorade qui sont des poissons d'eau de mer tempérée (Huidobro et al., 2001). Elle n'est pas adaptée pour le turbot ou la truite, des réactions de stress importantes ayant été notées chez ces deux espèces (Morzel et al., 2003; Robb et al., 2000).

La méthode d'étourdissement la plus adaptée dépend essentiellement de l'espèce car selon leur habitat, certains poissons sont très résistants au froid (balnéation dans de l'eau froide) ou à la raréfaction d'O_2. Pour certaines espèces comme la dorade, l'anguille et le maquereau africain, la morphologie du crâne prévient une transmission suffisante de la concussion vers le cerveau nécessaire pour induire une perte de conscience (van de Vis et al., 2003). A cause de la précision requise, la méthode du « *spiking* » est réservée aux espèces de taille et de poids suffisants (> 4-5kg), que l'on maintient individuellement (saumon, thon). Enfin, dans un souci d'optimisation des conditions d'abattage, différentes méthodes peuvent être associées. Ainsi la méthode du "*live chilling*", associant une anesthésie à froid dans de l'eau de mer oxygénée (1°C), puis une asphyxie au CO_2 à 1°C, puis une saignée, a été développée pour les saumons avec de bons résultats (Erikson et al., 2006; Roth et al., 2006; Skjervold et al., 2001). De même, on a pu rendre inconscientes immédiatement et jusqu'à la mort des anguilles en combinant l'électronarcose et l'exposition à une forte concentration de N_2 dans l'eau (van de Vis et al., 2003).

4.2.2.3. L'abattage rituel

4.2.2.3.1. L'abattage rituel : aspects réglementaires

Là encore, des dispositions du code rural définissent les modalités de l'abattage rituel.

Article R214-73

Il est interdit à toute personne de procéder ou de faire procéder à un abattage rituel en dehors d'un abattoir. La mise à disposition de locaux, terrains, installations, matériel ou équipement en vue de procéder à un abattage rituel en dehors d'un abattoir est interdite.

Article R214-74

Avant l'abattage rituel, l'immobilisation par un procédé mécanique des animaux des espèces bovine, ovine et caprine est obligatoire. L'immobilisation doit être maintenue pendant la saignée.

Article R214-75

Sous réserve des dispositions du troisième alinéa du présent article, l'abattage rituel ne peut être effectué que par des sacrificateurs habilités par les organismes religieux agréés, sur proposition du ministre de l'intérieur, par le ministre chargé de l'agriculture.

Les organismes agréés mentionnés à l'alinéa précédent doivent faire connaître au ministre chargé de l'agriculture le nom des personnes habilitées et de celles auxquelles l'habilitation a été retirée. Si aucun organisme religieux n'a été agréé, le préfet du département dans lequel est situé l'abattoir utilisé pour l'abattage rituel peut accorder des autorisations individuelles sur demande motivée des intéressés. Les sacrificateurs doivent être en mesure de justifier de cette habilitation aux agents mentionnés aux articles L. 214-19 et L. 214-20.

4.2.2.3.2. L'abattage rituel : la saignée

Dans le cadre de l'abattage rituel, en France, l'animal n'est pas étourdi. On coupe le cou en un seul geste avec un couteau long très affûté, de l'extérieur du cou dans la direction de la colonne vertébrale, sans toutefois la toucher. Le sacrifice coupe la peau, différents muscles, la trachée, l'œsophage, les carotides communes, les jugulaires et le nerf vague. La moelle épinière, les artères et veines vertébrales restent intactes. L'innervation sympathique du cœur reste intacte, permettant une augmentation de la fréquence cardiaque suite au sacrifice (Gsandter, 2005). Suite au sacrifice, la transsection des tissus et des vaisseaux principaux du cou provoque des réponses cérébrales dont on a démontré qu'elles sont dues à la stimulation douloureuse causée par la transsection des tissus, et non pas à la diminution de l'irrigation cérébrale (Gibson et al., 2009a; Gibson et al., 2009b). L'utilisation d'une mèche captive non pénétrante a causé la cessation des réponses EEG à l'incision (Gibson et al., 2009c; Mellor et al., 2009).

Le délai jusqu'à la perte de conscience varie selon l'espèce. Chez le mouton, le sacrifice provoque la perte des réponses cérébrales évoquées après 14 secondes en moyenne (Gregory & Wotton, 1984a) et plusieurs études montrent un EEG isoélectrique également après environ 14 secondes (Devine et al., 1986a; Schulze et al., 1978). Une autre étude le situe à 33 ± 5 secondes, mais conclut que l'inconscience (amplitude <10µV) s'installe après 2 à 7 secondes (Newhook & Blackmore, 1982a; Newhook & Blackmore, 1982b).

Chez le veau, après le rituel halal, l'amplitude de l'EEG est inférieure à 10µV après 34 secondes (1 animal), ou entre 65 et 85 secondes (7 animaux). Une autre étude rapporte un EEG isoélectrique après 132-336 secondes post rituel (Blackmore & Newhook, 1982). On observe des réflexes cornéens jusqu'à 320 secondes (187 ± 25 secondes en moyenne) et l'EEG montre des ondes d'une amplitude entre 10 et 35 µV, pouvant indiquer une reprise de conscience, jusqu'à 323 secondes (197 ± 22 secondes en moyenne ; (Blackmore & Newhook, 1981; Newhook & Blackmore, 1982a; Newhook & Blackmore, 1982b). Chez le bovin adulte, après le rituel shechita (rituel juif), l'EEG montre des ondes delta après 5 à 13 secondes (7.5 ± 2 secondes), un EEG isoélectrique après 19-113 secondes (75 ± 48 secondes), et une perte de réponses cérébrales évoquées après 32-126 secondes (77 ± 32 secondes) (SER[4]), et 20-102 secondes (55 ± 32 secondes) (VER[5]) (Daly et al., 1988). Ces observations illustrent que contrairement aux moutons, on observe une grande variabilité pour les veaux et les bovins adultes dans le délai de perte de conscience après le sacrifice (Daly et al., 1988; Gregory et al., 2008). Cette différence entre espèces s'explique très probablement par la formation de faux anévrismes chez les bovins : après électronarcose et une saignée au niveau du cou, en absence de ces anévrismes un EEG isoélectrique était observé après 36 à 54 secondes (perte de réponses cérébrales évoquées à 8 secondes). En présence d'anévrismes, ces valeurs étaient de 39 à 127 secondes (perte de réponses cérébrales évoquées à 44-80 secondes (Anil et al., 1995). Des études sur le terrain montre

[4] SER=Somatosensory Evoked Response, c'est à dire PE par voie somatosensorielle.

[5] VER= Visually Evoked Response, c'est à dire PE par voie visuelle.

que, après les abattages halal et shechita, la formation de faux anévrismes est observée chez 17 et 18 % des bovins, respectivement (Gregory et al., 2008). Dans des abattoirs belges, après sacrifice halal, 36% des 124 bovins observés perdaient la posture debout avant 40 secondes mais 8 se sont relevés ensuite (Gregory et al., 2009).

Une autre source de variabilité est d'origine technique. Elle est liée à l'équipement et au facteur humain. On a observé des variations entre abattoirs et entre opérateurs dans l'efficacité de la coupe pour la volaille (transsection efficace des deux carotides et des deux jugulaires) et pour les bovins (nombre de coupes, efficacité de la saignée ; délai de la perte de la posture debout). Ainsi, selon l'abattoir, une proportion variant de 58 à 100 % des oiseaux avaient les deux carotides et les deux jugulaires complètement coupées (Gregory & Wotton, 1986). De même, selon l'abattoir, une proportion de 4 à 25% des bovins n'avait pas les deux carotides complètement coupées (Gregory et al., 2009). Comme pour l'abattage standard, l'aspiration de sang dans les bronches est également observée lors de l'abattage rituel, et pourrait être perçue comme irritante, douloureuse ou piquante. Chez les bovins saignés en position debout, une proportion de 19 et 58 % des animaux ont du sang dans la trachée, et de 36 et 69 % des animaux ont du sang dans les bronches supérieures, pour les techniques shechita et halal, respectivement (Gregory et al., 2009).

Il existe moins de publications sur la vitesse d'induction de l'inconscience par l'abattage rituel chez les oiseaux. Selon l'abattoir ou l'opérateur, la saignée manuelle peut donner des résultats variables (coupe des carotides/jugulaires ; de manière uni- ou bilatérale (Gregory & Wotton, 1986). Chez le poulet, la transsection des deux carotides provoque un EEG isoélectrique après 60 ± 8 secondes et une perte des PEs après 163 ± 11 secondes (Gregory & Wotton, 1986). Si on coupe seulement une ou les deux veines jugulaires, cette durée est beaucoup plus longue (entre 150 et 233 secondes ; (Gregory & Wotton, 1986; Richards & Sykes, 1967). La coupe unilatérale (une carotide et une veine jugulaire) provoquait un EEG isoélectrique après 122 ± 22 secondes (Gregory & Wotton, 1986). En Australie on a étudié l'effet de la coupe de tous les vaisseaux du cou de 692 poulets. Environ 25% des oiseaux ont montré une réaction à la coupe. Jusqu'à 5 secondes après la coupe, 60% des oiseaux montraient un réflexe oculaire ; mais 15 secondes après la coupe aucun. L'absence de réflexe oculaire suggère que les oiseaux étaient inconscients en 15 secondes après la coupe.

Conclusion. L'efficacité de l'abattage rituel en terme d'induction de l'inconscience dépend à la fois d'aspects techniques, équipement et sacrificateur, et d'aspects liés à l'animal. Pour ce dernier point, on observe notamment de très grandes variations pour l'espèce bovine, dont certains individus saignent lentement. Pour les ovins, le délai jusqu'à la perte de conscience est relativement court, et pas plus long que celui observé lors du gazage des porcs ou de la volaille. Pour la volaille, la perte de conscience peut être rapide si les deux carotides sont coupées ; si on ne coupe qu'une carotide et une veine jugulaire l'inconscience s'installe plus tardivement.

4.2.3. Cas de l'abattage hors abattoir

4.2.3.1. Aspects réglementaires actuels

Le code rural définit les circonstances et les modalités de l'abattage et la mise à mort des animaux hors des abattoirs.

Article R214-77

Les dispositions des articles R. 214-65, R. 214-69 et R. 214-71 (cf. chapitre 4.2.1.) sont applicables aux animaux abattus ou mis à mort dans les conditions prévues au 2º et au dernier alinéa de l'article R. 231-15, et les animaux des espèces caprine, ovine et porcine doivent être étourdis préalablement à leur abattage.

Article R214-78

Outre les cas prévus à l'article R. 231-15, l'abattage et la mise à mort des animaux en dehors des abattoirs sont autorisés dans les cas suivants :

1º Lutte contre les maladies contagieuses ;

2º Animaux dangereux ou susceptibles de présenter un danger ;

3º Animaux élevés pour leur fourrure ;

4º Poussins et embryons refusés dans les couvoirs ;

5º Certains gros gibiers d'élevage abattus ou mis à mort dans les établissements d'élevage de gibier dont la chasse est autorisée, autorisés conformément aux dispositions des articles R. 213-23 à R. 213-37 du code de l'environnement.

L'arrêté du 12 décembre 1997 relatif aux procédés d'immobilisation, d'étourdissement et de mise à mort des animaux et aux conditions de protection animale dans les abattoirs définit les modalités uniquement pour les animaux à fourrure et les poussins et embryons refusés dans les couvoirs. Les procédés autorisés pour la mise à mort des animaux à fourrure sont les suivants :

a) Instruments mécaniques perforant le cerveau ;

b) Injection d'une dose létale d'un produit possédant des propriétés anesthésiques ;

c) Electrocution ;

d) Exposition au monoxyde de carbone ;

e) Exposition au chloroforme ;

f) Exposition au dioxyde de carbone.

Les procédés autorisés pour la mise à mort des poussins en surnombre dans les couvoirs sont les suivants :

a) Dispositif mécanique entraînant une mort rapide ;

b) Exposition au dioxyde de carbone.

Pour mettre à mort instantanément les embryons vivants, tous les rebuts de couvoir doivent être traités au moyen de l'appareillage mécanique mentionné au point a du présent article.

De plus, il peut être nécessaire pour un éleveur de procéder à la mise à mort d'un animal sur son exploitation afin d'abréger son agonie. Dans l'état actuel de la réglementation sur l'utilisation de substances (euthanasiques) à usage vétérinaire, seule l'euthanasie pratiquée par un vétérinaire est reconnue. Les rencontres animal-société avaient conclu que les éleveurs souhaiteraient que soit étudiée la possibilité d'une mise à mort par leurs soins afin de minorer le coût de l'acte d'un tiers et permettre la réalisation de cet acte dans les meilleures conditions pour l'animal et l'éleveur.

Pour pouvoir accéder à la demande des éleveurs, il est nécessaire d'évaluer les conditions de nature technique et juridique permettant leurs mises en œuvre.

On ne dispose néanmoins aujourd'hui d'aucune donnée sur la fréquence des ces abattages sur l'exploitation par l'éleveur lui-même, ni sur les techniques alors utilisées. Les seules données chiffrées trouvées concernent le taux de lapereaux éliminés à la naissance (sur le nombre de lapereaux nés vivant), de l'ordre de 7% (Lebas, 2007). Ceci confirme l'existence de tels abattages à la ferme mais ne renseigne pas sur les conditions de sa réalisation. Aucune donnée chiffrée n'a pu être obtenue pour les autres espèces.

4.2.3.2. Exemple de l'euthanasie des porcs

L'Académie Vétérinaire de France a été interrogée par le Conseil Supérieur de l'Ordre des Vétérinaires (Lettre du Dr Michel BAUSSIER, du 15/12/2007, au sujet de l'euthanasie des animaux à la ferme qui soulevait une question relative à l'exercice de la médecine vétérinaire, dans le cadre de la réalisation de cet acte par les éleveurs). Ceci fait suite notamment à l'interdiction de transporter à l'abattoir des animaux souffrants, interdiction qui a pour conséquence à obliger ou du moins à inciter les éleveurs à pratiquer eux-mêmes l'abattage de leurs animaux (bien que cela ne soit pas autorisé) (Chevillon & et al., 2003). On

ne dispose néanmoins, dans cette espèce comme dans les autres, d'aucune donnée chiffrée sur la fréquence de ces abattages hors abattoirs réalisés par les éleveurs eux-mêmes.

Face à cette demande, l'Académie Vétérinaire de France a émis l'avis suivant (Avis adopté le 21 mars 2008, à l'unanimité des membres présents) (http://academieveterinaire.free.fr/avis.html):

« L'Académie Vétérinaire de France, observant que:

- la réglementation actuelle ne permet pas de diriger vers l'abattoir des animaux malades incurables ou blessés qui, de toute manière, ne pourraient être destinés à la consommation ;
- pour prévenir leur souffrance, ces animaux doivent être euthanasiés, dans l'exploitation où ils se trouvent ;
- dans le cadre des élevages rationalisés, la proportion de tels cas est évaluée, dans les conditions normales à un taux maximal de 2% de l'effectif ; l'abattage anticipé de ces animaux peut, de ce fait, être défini comme un "abattage technique" ;
- actuellement cet abattage technique est réalisé dans des conditions réglementaires et pratiques non définies ou discutables [usage hors des dispositions prévues par l'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) de médicaments normalement destinés à la prévention et au traitement de maladies parasitaires, et usage de plus en plus répandu de pistolets d'abattage] ;
- l'abattage par l'éleveur soulève l'objection d'exercice illégal de la médecine vétérinaire ;
- l'abattage technique par agent chimique ne peut être admis que s'il est sans danger pour l'homme et sans risque de produire chez l'animal une agonie conduisant à des souffrances inacceptables.

Considérant que:

- l'abattage technique dans l'exploitation doit prévoir la destination des cadavres, et que l'enfouissement, encore autorisé pour les animaux de moins de 80 kg, sera probablement interdit pour des motifs de protection de l'environnement ;
- l'enfouissement d'animaux pourrait permettre de dissimuler volontairement ou non l'apparition dans l'exploitation d'une maladie infectieuse à déclaration obligatoire ;
- les pistolets d'abattage sont des armes à feu, mais ne sont pas pris en compte dans la classification des armes qui sert de base aux obligations relatives à leur usage, détention, contrôle, port et transport ; ils peuvent néanmoins devenir des armes par destination ;
- l'usage du pistolet d'abattage sans saignée ultérieure peut conduire à une agonie de longue durée.

Estime en conséquence que l'abattage technique peut être toléré à condition que :

- l'abattage technique soit considéré comme un acte d'usage courant, tel que défini par l'article L243-2 du Code Rural, dans les élevages pratiquant un suivi technico-économique formalisé, et sous réserve que le taux de mortalité reste dans la limite des 2 % de l'effectif enregistré et destiné à la consommation (évaluation établie sur chaque bande) ; il pourrait, dans ce cas être pratiqué par l'éleveur ;
- l'emploi des pistolets d'abattage soit autorisé, sous réserve d'une saignée pratiquée dès l'immobilisation de l'animal et sous réserve de la mise en place d'une réglementation spécifique ;
- les personnes utilisant ces pistolets reçoivent une formation traitant des aspects sanitaires et éthiques ainsi que de la sécurité de l'abattage technique constatée par la délivrance d'une autorisation qui ne vaut que pour l'élevage dont elles ont la responsabilité ;

- les cadavres soient éliminés selon les pratiques réglementairement autorisées ;
- les animaux abattus soient inscrits au registre d'élevage sous la mention de "mort provoquée", en précisant le motif, la méthode, et la destination des animaux ;
- le vétérinaire traitant ait en charge de valider préalablement, dans chaque élevage, les procédures fixant les modalités de réalisation de l'abattage technique (opérateur, cas justifiant la mise en œuvre, marche à suivre), de faire le bilan des animaux concernés, de suivre l'évolution de l'état sanitaire et de viser le registre d'élevage ;
- l'éleveur prévienne sans délai le vétérinaire en cas d'augmentation inhabituelle d'une morbidité justifiant le recours aux abattages techniques, d'autant plus que l'absence de déclaration de cette morbidité peut être considérée comme une dissimulation de maladie à déclaration obligatoire ;
- l'usage d'agents chimiques, quels qu'ils soient, soit prohibé pour l'abattage technique.»

4.2.3.3. Perspectives règlementaires à l'échelle européenne : règlement du Conseil sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort.

Il est important de signaler que le Règlement (CE) no 1099/2009 du Conseil du 24 septembre 2009 sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort vient d'être publié au Journal Officiel (Novembre 2009).

Cette réglementation définit notamment les techniques d'abattages autorisées et utilisables selon les motifs et circonstances de l'abattage et notamment les techniques d'étourdissement (voir Tableau 6).

Ce texte ouvre également la possibilité, sous certaines conditions de formation notamment, de permettre aux éleveurs de pratiquer eux même l'euthanasie de leurs animaux lors d'abattage d'urgence.

Tableau 6. Liste des méthodes d'étourdissement et de leurs spécifications : description, conditions et principaux paramètres d'utilisation.

Méthodes mécaniques

N°	Nom	Description	Conditions d'utilisation	Paramètres essentiels
1	Dispositif à tige perforante	Lésions graves et irréversibles au cerveau provoquées par le choc et la pénétration d'une tige perforante. Simple étourdissement.	Toutes les espèces. Abattage, dépeuplement et autres situations	Position et direction du tir. Vitesse, longueur et diamètre appropriés de la tige en fonction de la taille et de l'espèce de l'animal. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée/mise à mort (s).
2	Dispositif à tige non perforante	Lésions graves au cerveau provoquées par le choc d'une tige sans perforation. Simple étourdissement.	Ruminants […], volailles, lapins et lièvres. Abattage: ruminants uniquement. Abattage, dépeuplement et autres situations pour les volailles, les lapins et les lièvres.	Position et direction du tir. Vitesse, diamètre et forme appropriés de la tige en fonction de la taille et de l'espèce de l'animal. Force de la cartouche utilisée. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée (s).
3	Arme à feu à balles	Lésions graves et irréversibles au cerveau provoquées par le choc et la pénétration d'un ou plusieurs projectiles.	Toutes les espèces. Abattage, dépeuplement et autres situations	Position de tir. Puissance et calibre de la cartouche. Type de projectile
4	Broyage	Écrasement immédiat de l'animal entier.	Poussins jusqu'à 72 h et embryons dans l'œuf. Toutes situations autres que l'abattage	Taille maximale du lot à introduire. Distance entre les lames et vitesse de rotation Mesure de prévention des surcharges.
5	Dislocation du cou	Étirage et torsion manuels ou mécaniques du cou provoquant une ischémie cérébrale.	Volailles jusqu'à 5 kg de poids vif. Abattage, dépeuplement et autres situations	Sans objet.
6	Percussion de la boîte crânienne	Coup ferme et précis porté à la tête provoquant des lésions graves au cerveau.	Porcelets, agneaux, chevreaux, lapins, lièvres, animaux à fourrure et volailles jusqu'à 5 kg de poids vif. Abattage, dépeuplement et autres situations	Puissance et emplacement du coup

Méthodes électriques

N°	Nom	Description	Conditions d'utilisation	Paramètres essentiels
1	Étourdissement exclusivement crânien	Exposition du cerveau à un courant générant une forme épileptique généralisée sur l'électro-encéphalogramme. Simple étourdissement.	Toutes les espèces. Abattage, dépeuplement et autres situations	Courant minimum (A ou mA) ; Tension minimum (V). Fréquence maximum (Hz) ; Durée d'exposition minimum. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée/mise à mort (s). Fréquence d'étalonnage du matériel. Optimisation du flux de courant. Prévention des chocs électriques avant l'étourdissement. Position et surface de contact des électrodes.
2	Étourdissement de la tête à la queue	Exposition du corps à un courant générant une forme épileptique généralisée sur l'électro-encéphalogramme […] et la fibrillation ou l'arrêt du cœur […]. Simple étourdissement en cas d'abattage.	Toutes les espèces […]. Abattage, dépeuplement et autres situations	Courant minimum (A ou mA) ; Tension minimum (V). Fréquence maximum (Hz) ; Durée d'exposition minimum. Fréquence d'étalonnage du matériel. Optimisation du flux de courant. Prévention des chocs électriques avant l'étourdissement. Position et surface de contact des électrodes. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée en cas de simple étourdissement (s).
3	Bain d'eau	Exposition du corps entier, **par un bain d'eau**, à un courant générant une forme épileptique généralisée sur l'électro-encéphalogramme **[…]** et éventuellement la fibrillation ou l'arrêt du cœur **[…]**. **Simple étourdissement, sauf lorsque la fréquence est inférieure ou égale à 50 Hz.**	Volailles. **Abattage, dépeuplement et autres situations.**	Courant minimum (A ou mA) ; Tension minimum (V) ; Fréquence maximum (Hz). […] Fréquence d'étalonnage du matériel. […] Prévention des chocs électriques avant l'étourdissement. Atténuer autant que possible la douleur lors de l'accrochage. Optimisation du flux de courant. Durée maximale d'accrochage avant le bain d'eau. Durée d'exposition minimum pour chaque animal. Immersion des oiseaux jusqu'à la base des ailes. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée/**mise à mort** pour une fréquence supérieure à 50 Hz **(s)**.

Méthodes par gazage

N°	Nom	Description	Conditions d'utilisation	Paramètres essentiels
1	Dioxyde de carbone à forte concentration	Exposition directe ou progressive des animaux conscients à un mélange gazeux contenant plus de 40 % de dioxyde de carbone. La méthode peut être utilisée dans des puits, […] des tunnels, des conteneurs ou des bâtiments préalablement calfeutrés. Simple étourdissement en cas d'abattage de porcins.	Porcs, mustélidés, chinchillas, volailles […] à l'exception des canards et des oies Abattage: porcs uniquement Situations autres que l'abattage pour volailles, mustélidés, chinchillas et porcs.	Concentration en dioxyde de carbone. Durée d'exposition. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée en cas de simple étourdissement […]. Qualité […] du gaz. Température du gaz.
1 *bis*	Dioxyde de carbone en deux temps	Exposition successive des animaux conscients à un mélange gazeux contenant jusqu'à 40 % de dioxyde de carbone suivie, après la perte de conscience des animaux, d'une exposition à une plus forte concentration de dioxyde de carbone.	Volailles Abattage, dépeuplement et autres situations	Concentration en dioxyde de carbone. Durée d'exposition. Qualité du gaz. Température du gaz.
2	Dioxyde de carbone associé à des gaz inertes	Exposition directe ou progressive des animaux conscients à un mélange de gaz contenant jusqu'à 40% de dioxyde de carbone associé à des gaz inertes provoquant l'anoxie […]. La méthode peut être utilisée dans des puits, […] des tunnels, des conteneurs [...] ou des bâtiments préalablement calfeutrés. Simple étourdissement pour les porcins si la durée d'exposition à une concentration d'au moins 30 % de dioxyde de carbone est inférieure à [7] minutes. Simple étourdissement pour les volailles si la durée totale d'exposition à une concentration d'au moins 30 % de dioxyde de carbone est inférieure à [3] minutes.	Porcs et volailles. Abattage, dépeuplement et autres situations	Concentration en dioxyde de carbone. Durée d'exposition. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée/mise à mort en cas de simple étourdissement […]. Qualité […] du gaz. Température du gaz. Concentration en oxygène.
3	Gaz inertes	Exposition directe ou progressive des animaux conscients à un mélange de gaz inertes tels que l'argon ou l'azote, provoquant l'anoxie […]. La méthode peut être utilisée dans des puits, […] des tunnels, des conteneurs […] ou des bâtiments préalablement calfeutrés. Simple étourdissement en cas d'abattage de porcins. Simple étourdissement pour les volailles si la durée d'exposition à l'anoxie […] est inférieure à 3 minutes.	Porcs et volailles. Abattage, dépeuplement et autres situations	Concentration en oxygène. Durée d'exposition. Qualité […] du gaz. Intervalle maximum entre étourdissement et saignée/mise à mort en cas de simple étourdissement **[…]**. **Température du gaz.**

4	Monoxyde de carbone (source pure)	Exposition des animaux conscients à un mélange gazeux contenant **[**plus de 4 %**]** de monoxyde de carbone.	Animaux à fourrure, **volailles** et porcelets. **Situations autres que l'abattage**	Qualité [...] du gaz. Concentration en monoxyde de carbone. Durée d'exposition. Température du gaz.
5	Monoxyde de carbone associé à d'autres gaz	Exposition des animaux conscients à un mélange gazeux contenant plus de 1 % de monoxyde de carbone associé à d'autres gaz toxiques.	Animaux à fourrure, **volailles** et porcelets. **Situations autres que l'abattage**	Concentration en monoxyde de carbone. Durée d'exposition. Température du gaz. Filtrage du gaz produit par le moteur.

Autres méthodes

N°	Nom	Description	Conditions d'utilisation	Paramètres essentiels
1	Injection mortelle **[...]**	Perte de conscience et de sensibilité suivie d'une mort certaine résultant de l'injection de médicaments vétérinaires.	Toutes les espèces. Situations autres que l'abattage	Type d'injection Utilisation de substances approuvées

4.3. Sources de douleur liées à la sélection génétique

A partir des années 1960, la sélection animale s'est organisée dans des programmes d'amélioration génétique des populations d'élevage visant principalement la rentabilité de l'élevage au sens large. La combinaison d'une sélection génétique pour une augmentation de la production et d'une intensification des conditions d'élevage n'a pas été sans conséquence pour les animaux, au niveau des métabolismes, de la reproduction et de la santé (voir revue dans Rauw et al., 1998).

4.3.1. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les bovins

Peu d'études se sont intéressées spécifiquement aux conséquences de la sélection en terme de douleur chez les bovins. On trouve cependant quelques études sur les effets indésirables de la sélection chez les vaches laitières et chez les bovins allaitants. D'une manière générale, les animaux d'une population ayant subi une forte sélection génétique pour améliorer la production semblent être plus sensibles aux problèmes de santé (Rauw et al., 1998). Si la résistance aux maladies n'était pas un critère retenu dans les schémas de sélection génétique, ces critères « santé » sont aujourd'hui mieux considérés et un certain consensus se dégage sur la nécessité de prendre en compte la résistance aux maladies (boiteries et infections intra-mammaires notamment) (AHAW Panel, 2009).

4.3.1.1. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les bovins laitiers

Des corrélations génétiques significatives indésirables entre la production laitière et des paramètres métaboliques et sanitaires ont été observés. Ces paramètres sont pour certains connus pour être à l'origine de douleur chez l'animal.

Concernant les paramètres métaboliques, Harrison et al. (1990) ont trouvé un déficit énergétique post-partum significativement plus élevé chez des vaches sélectionnées que chez des vaches non sélectionnées. Un déficit énergétique important peut être associé à des désordres métaboliques et sanitaires (acétonémie, sensibilité aux mammites), désordres susceptibles d'engendrer de la douleur (Harrison et al., 1990).

Concernant l'effet de la sélection génétique sur la santé des bovins, on trouve dans la littérature principalement des études caractérisant la relation entre la production laitière et la santé des vaches laitières. Même si certaines études sont parfois controversées, la conclusion générale est qu'une sélection importante pour la production aboutit à des risques de désordres digestifs, de boiteries et de blessures des membres et des articulations (Lyons et al., 1991; Rauw et al., 1998; Shanks et al., 1978; Uribe et al., 1995). De très nombreuses études montrent des corrélations génétiques significatives entre la susceptibilité aux mammites et la production laitière (pour revue Heringstad et al., 2000). Or une mammite clinique se caractérise par de la douleur chez la vache laitière (Harmon, 1994). Il ne semble pas par contre y avoir d'effets de la sélection sur la production laitière ou sur les pathologies respiratoires ou les difficultés de vêlage* (Shanks et al., 1978; Wautlet et al., 1990). Le problème est que les données sanitaires dépendent également de la gestion du troupeau et de l'exploitation par l'éleveur : facilité de l'éleveur à diagnostiquer la maladie, traitement préférentiel sur les vaches hautes productrices. Ceci peut dans certains cas fausser la corrélation génétique.

De plus, les désordres métaboliques ou sanitaires sont souvent multifactoriels et donc ressortent parfois peu dans les corrélations génétiques. On peut donc suspecter que les effets indésirables de la sélection sur la santé des vaches laitières sont plus importants que ceux observés dans les études (Rauw et al., 1998).

4.3.1.2. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les bovins allaitants destinés à la production de viande

De la même manière que pour les vaches laitières, des corrélations génétiques significatives entre la sélection pour la production de viande et certains problèmes de santé ont été rapportés. L'autre problème lié à la sélection génétique en bovin allaitant est la présence du gène culard*, notamment dans la race Blanc-Bleu-Belge. Concernant l'influence de la sélection génétique sur la santé, il y a moins d'études disponibles sur le sujet qu'en vaches laitières. La prévalence de lésions des membres n'est pas plus élevée chez les animaux sélectionnés, par contre le nombre de lésions par animal est corrélé au gain moyen quotidien chez des taurillons âgés de 12 mois. Les facteurs biomécaniques semblent prédominants dans l'apparition de ces lésions (Dutra et al., 1999).

La sélection pour la production de viande est souvent associée une hypertrophie musculaire lié à la présence du gène culard. Cette hypertrophie peut être à l'origine de problèmes aux membres, d'augmentation de la difficulté de vêlage et de diminution de la longévité des vaches. Le principal problème du gène culard est la difficulté de vêlage et la très grande proportion de césariennes qu'il va entrainer, notamment dans la race Blanc-Bleu-Belge (Arthur 1989) (Arthur, 1995; Uystepruyst et al., 2002). Ceci peut être à l'origine d'une douleur chez l'animal notamment lors de l'acte chirurgical. Si celui-ci est effectué dans des conditions optimales d'anesthésie et de traitement de la douleur post-opératoire, il devrait être moins douloureux qu'un vêlage naturel. Toutefois Webster (2002) se pose la question de la répétition des césariennes pour une vache et des douleurs associées aux complications postopératoires telles que les adhérences intra-abdominales par exemple (Webster, 2002).

4.3.2. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les porcs

Un exemple de l'effet négatif de la sélection chez le porc est un trouble musculaire : le syndrome de stress aigu du porc (Backstrom & Kauffman, 1995). Ce syndrome se développe à la suite d'un stress aigu ou de l'exposition à des anesthésiques halogénés (halothane). Il se manifeste par une mort rapide précédée de tachycardie, hyperventilation, hyperthermie, rigidité musculaire et acidose. Il entraîne des défauts de qualité (viandes pâles, molles et exsudatives) dus à une acidification post-mortem rapide et à une température élevée (Monin et al., 1999). Il résulte d'un trouble de la régulation des flux calciques, lié à une mutation ponctuelle dans la structure d'un canal calcique du réticulum sarcoplasmique du muscle squelettique (récepteur à la ryanodine (Fujii et al., 1991). La fragilité des cellules musculaires se manifeste par une augmentation de la concentration circulante des enzymes intracellulaires telle que la créatine kinase, en particulier en réponse au stress (lors du transport à l'abattoir par exemple (Perez et al., 2002). Certaines races, en particulier le porc de Piétrain dont la musculature est très développée, présentaient une fréquence particulièrement élevée de cette mutation. Cette mutation peut être éliminée par sélection facilitée par le génotypage des animaux pour la mutation causale. Cependant, même débarrassés de l'allèle de sensibilité, les porcs de Piétrain conservent une fragilité musculaire qui se manifeste par une augmentation des circulations circulantes de la créatine kinase (Foury et al., 2007). Ces manifestations de myopathie se retrouvent également dans certaines races bovines (Garcia-Belenguer et al., 1996). Il n'est pas établi que cette condition soit par elle-même douloureuse, mais elle sensibilise les animaux aux problèmes locomoteurs tels qu'on peut les observer à l'arrivée à l'abattoir (mortalité, incapacité à se déplacer, détresse cardio-respiratoire) (Ritter et al., 2009; Ritter et al., 2008). On peut noter ici qu'une distance de 47 à 67 mètres que les porcs doivent parcourir pour atteindre le camion de transport à l'abattoir est considérée comme 'longue' et induit deux fois plus de détresse cardio-respiratoire qu'une distance 'courte' de 4 à 24 mètres (Ritter et al., 2008).

4.3.3. Exemples de sources de douleurs associées à la sélection génétique chez les volailles

La sélection des volailles pour différents paramètres de production a eu des conséquences en termes de comportement et de santé. Dans certains cas, ces modifications peuvent avoir des conséquences sur l'apparition de phénomènes douloureux. Le fait même de pratiquer une sélection génétique implique de mesurer individuellement les caractéristiques des animaux destinés à la sélection et donc de les élever en cage. Chez les volailles de chair, un critère de sélection central est le poids vif de l'animal à un âge donné. Cette augmentation du poids vif a exacerbé le dimorphisme sexuel et conduit à l'obligation de recourir à l'insémination artificielle chez certaines espèces comme le dindon par exemple. Cette pratique ne semble pas douloureuse en elle-même, mais nécessite des manipulations hebdomadaires qui peuvent être source de blessures. La sélection sur le poids vif a de plus entraîné une augmentation de la vitesse de croissance des animaux. Cette augmentation est un des facteurs favorisants principaux de maladies multifactorielles telles que l'ascite*, le syndrome de mort subite ou encore les troubles locomoteurs (faiblesse des membres liée à des problèmes d'ossification du cartilage, ou ostéochondrose) (Julian, 1993; Julian, 2005; Vaillancourt & Julian, 1993) qui ont depuis été pris en considération dans les programmes de sélection.

Chez ces volailles, les animaux ont également été sélectionnés pour une augmentation de la masse des muscles pectoraux qui constituent la viande la plus « noble » de la carcasse. Cette augmentation a déplacé le centre de gravité vers l'avant et accru les contraintes appliquées sur les articulations : elle favoriserait l'apparition des anomalies articulaires du membres inférieur chez ces espèces (Abourachid, 1993).

Chez les poules pondeuses, la sélection a augmenté le nombre d'œufs produits et pour cela intensifié le métabolisme phosphocalcique. Les risques de déficits en minéraux sont accrus et parallèlement ceux de fractures en fin de ponte car le squelette devient peu à peu ostéoporotique avec l'âge de l'animal (Fleming et al., 2006; Whitehead, 1999; Whitehead, 2004).

Les volailles de chair et de ponte ont été sélectionnées pour une amélioration de l'indice de consommation, c'est-à-dire du rendement entre aliment consommé et gain de poids. Cette sélection a indirectement privilégié les animaux peu actifs et les croisements de poulets destinés à la production de viande sont notablement connus pour leur grande inactivité et pour être plus susceptibles à des problèmes locomoteurs (Bessei, 1992; Bessei, 1999; Bizeray et al., 1999; Jezierski & Bessei, 1978; Reiter & Bessei, 1994; Reiter & Bessei, 1995; Reiter & Bessei, 1998).

Dans certains cas, la sélection génétique s'est accompagnée de modifications comportementales qui peuvent être à l'origine de blessures. Ainsi, chez le canard mulard, est apparue peu à peu une forte réactivité vis-à-vis de l'homme qui conduit à des réponses de fuite exacerbées lors des manipulations de ces animaux et donc augmente le risque de blessures (Arnaud et al., 2008).

Si la sélection génétique a contribué à l'apparition de modifications morphologiques ou comportementales qui peuvent être à l'origine de phénomènes douloureux, elle est aussi utilisée chez les volailles pour prévenir de nombreuses maladies invalidantes (cf. Chapitre 5, paragraphe 5.2.1).

4.3.4. Sélection génétique et sources de douleur : conséquence directe ou indirecte ?

La théorie de l'allocation des ressources stipule que les ressources d'un individu sont limitées par ses capacités d'ingestion et de métabolisme, et que ces ressources sont allouées aux différents postes de dépenses en fonction des contraintes de l'environnement et des exigences physiologiques propres de l'individu, définies en particulier par ses caractéristiques génétiques (Beilharz et al., 1993; Friggens & van der Waaij, 2008). Lorsque

l'environnement ne satisfait pas l'ensemble des besoins d'entretien et de production, il s'opère des compromis (« trade offs ») entre les différentes dépenses : entretien, reproduction, immunité, production (croissance, lait, œufs, …), adaptation aux contraintes de l'environnement (Rauw, 2008). Cette vision de l'économie de l'organisme a un certain nombre de conséquences. Par exemple, une production optimale pour un génotype donné ne pourra être atteinte que dans un environnement qui satisfait à l'ensemble des besoins. Lorsque la demande productive est excessive par rapport aux capacités métaboliques de l'animal, certains processus peuvent en souffrir, comme la qualité des tissus de soutien, la reproduction (Martin et al., 2008), la capacité d'adaptation ou la réponse immunitaire (Colditz, 2008). Aussi est-il souvent fait référence à une sélection génétique trop poussée vers les caractères de production dans l'apparition des troubles de la reproduction, la mauvaise qualité des aplombs, la durée de vie productive raccourcie, les troubles du comportement, les difficultés d'adaptation aux contraintes de l'environnement (stress de chaleur par exemple (Ravagnolo & Misztal, 2000). Ceci est mentionné chez le porc (Knap & Rauw, 2008), les volailles (Siegel et al., 2008) et les bovins (Veerkamp et al., 2008). Cependant il est intrinsèquement difficile de faire la part de la sélection génétique et de l'évolution de l'environnement dans l'apparition des troubles liés au progrès de la productivité et il est probable qu'une sélection génétique 'raisonnée', qui réintroduit des caractères de robustesse dans les objectifs de sélection, permette de reverser certains de ces effets indésirables qui peuvent être sources de mal-être et de douleur.

4.4. Conclusion

Certaines pratiques et conditions d'élevages et d'abattage, motivées par des considérations multiples (zootechniques, sanitaires et culturelles) sont douloureuses ou potentiellement douloureuses, notamment :

- Les interventions (mutilations) sans protocole analgésique qui sont fréquentes en élevage,
- Les conditions de logement sont un facteur de survenue et d'aggravation des affections de l'appareil locomoteur,
- Toutes les étapes du départ de l'élevage jusqu'à la saignée (regroupement, capture, manipulations, contention, transport, etc.).

De plus, il existe un vide juridique concernant les modalités de l'abattage hors abattoir par les éleveurs eux-mêmes (euthanasiie), comme par exemple dans l'espèce porcine. Des méthodes utilisables et appropriées pourraient être déléguées aux éleveurs.

Enfin, la plupart des protocoles de sélection génétique sur des critères de production ont pu dans certains cas contribuer à augmenter la susceptibilité des animaux à la douleur. Les protocoles de sélection récents intègrent des critères de robustesse des animaux qui permettent de remédier à ce problème (Chapitre 5, paragraphe 5.2.1.).

4.5. Références bibliographiques

Abbott J.C., Dill L.M. (1985). Patterns of aggressive attack in juvenile steelhead trout *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 42(11): 1702-1706.

Abourachid A. (1993). Mechanics of standing in birds: functional explanation of lameness problems in giant turkeys. *British Poultry Science* 34(5): 887-898.

AHAW Panel (2004). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals, Question n°EFSA-Q-2003-093, The EFSA Journal 45: 29 p.

AHAW Panel (2005). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to the welfare aspects of various systems of keeping laying hens, EFSA-Q-2003-092, The EFSA Journal 197: 24 p.

AHAW Panel (2009). Scientific Opinion on the overall effects of farming systems on dairy cow welfare and disease, EFSA-Q-2006-113, The EFSA Journal, 1143: 38 p. http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902630995.htm

Anil M.H. (1991). Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Science* 30(1): 13-21.

Anil M.H., McKinstry J.L. (1991). Reflexes and loss of sensibility following head-to-back electrical stunning in sheep. *Veterinary Record* 128(5): 106-107.

Anil M.H., McKinstry J.L. (1998). Variations in electrical stunning tong placements andrelative consequences in slaughter pigs. *Veterinary Journal* 155(1): 85-90.

Anil M.H., McKinstry J.L., Gregory N.G., Wotton S.B., Symonds H. (1995). Welfare of calves. 2. Increase in vertebral artery blood flow following exsanguination by neck sticking and evaluation of chest sticking as an alternative slaughter method. *Meat Science* 41(2): 113-123.

Arnaud I., Mignon-Grasteau S., Larzul C., Guy G., Faure J.M., Guemene D. (2008). Behavioural and physiological fear responses in ducks: genetic cross effects. *Animal* 2(10): 1518-1525.

Arnould C., Colin L. (2009). Evaluation du bien-être des poulets de chair en élevage commercial. Premiers résultats français issus du projet Européen welfare quality®, *8. Journées de la Recherche Avicole,* St Malo, 2009/03/25-26: 55-59.

Arthur P.F. (1995). Double muscling in cattle : a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 46: 1493-1515.

Aubry P. (2005). Routine surgical procedures in dairy cattle under field conditions: abomasal surgery, dehorning, and tail docking. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 21(1): 55-74.

AVMA (2006). Backgrounder: Welfare implications of tail docking of dairy cattle, Reference: 5 p. http://www.avma.org/reference/backgrounders/tail_docking_cattle_bgnd.pdf

Azard A. (2006). Résultats technico-économiques des éleveurs et gaveurs de palmipèdes à foie gras en 2005. Programme «Renapalm», *7. Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras,* Arcachon, 2006/10/18-19: 219-222.

Babilé R., Auvergne A., Dubois J.P., Bénard G., Manse H. (1998). Réversibilité de la stéatose hépatique chez l'oie, *3. Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras,* Bordeaux, 1998/10/27-28: 45-48.

Backstrom L., Kauffman R. (1995). The Porcine Stress Syndrome - a review of genetics, environmental-factors, and animal well-being implications. *Agri-Practice* 16(8): 24-30.

Baird L.G., O'Connell N.E., McCoy M.A., Keady T.W.J., Kilpatrick D.J. (2009). Effects of breed and production system on lameness parameters in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92(5): 2174-2182.

Barker Z.E., Amory J.R., Wright J.L., Mason S.A., Blowey R.W., Green L.E. (2009). Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales. *Journal of Dairy Science* 92(5): 1971-1978.

Barnett J.L., Coleman G.J., Hemsworth P.H., Newman E.A., Fewings-Hall S., Ziini C. (1999). Tail docking and beliefs about the practice in the Victorian dairy industry. *Australian Veterinary Journal* 77(11): 742-747.

Bataille G., Rugraff Y., Chevillon P., Meunier-Salaün M.C. (2002). Caudectomie et section des dents chez le porcelet : conséquences comportementales, zootechniques et sanitaires *Techni Porc* 25(1): 5-13.

Beilharz R.G., Luxford B.G., Wilkinson J.L. (1993). Quantitative genetics and evolution: is our understanding of genetics sufficient to explain evolution? *Journal of Animal Breeding and Genetics* 110(3): 161-170.

Bénard G., Bengone T., Prehn D., Durand S., Labie C., Bénard P. (2006). Contribution à l'étude de la physiologie du canards en gavage : étude de la stéatose hépatique. *Bull. Acad. Vét. Fr.* 159(1): 43-51.

Bessei W. (1992). Behaviour of intensively managed broilers. *Archiv fur Geflugelkunde* 56(1): 1-7.

Bessei W. (1999). The behaviour of fattening turkeys - a literature review. *Archiv fur Geflugelkunde* 63(2): 45-51.

Beveridge M.C.M. (1987). Cage Culture, Fishing News Books, Surrey, 351 p.

Bizeray D., Constantin P., Leterrier C. (1999). Comparison of two crossbreeds of meat-type chickens: genetic effect on locomotor behaviour, *33. International Congress of the International Society for Applied Ethology,* Lillehammer (NOR), 1999/08/17-21, Boe K.E. *et al.*, eds., Agricultural University of Norway, As (NOR): 199.

Blackmore D.K. (1979). Non-penetrative percussion stunning of sheep and calves. *Veterinary Record* 105(16): 372-375.

Blackmore D.K., Newhook J.C. (1981). Insensibility during slaughter of pigs in comparison to the other domestic stock. *New Zealand Veterinary Journal* 29(12): 219-222.

Blackmore D.K., Newhook J.C. (1982). Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves. Part 3 : the duration of insensibility induced by electrical stunning in sheep and calves. *Meat Science* 7(1): 19-28.

Blokhuis H.J., vanNiekerk T.F., Bessei W., Elson A., Guemene D., Kjaer J.B., Levrino G.A.M., Nicol C.J., Tauson R., Weeks C.A., deWeerd H.A.V. (2007). The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. *World's Poultry Science Journal* 63(1): 101-114.

Bøe K.E., Færevik G. (2003). Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Applied Animal Behaviour Science* 80(3): 175-190.

Boesch D., Steiner A., Stauffacher M. (2006). Castration of calves: A survey among Swiss suckler beef farmers. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 148(5): 231-244.

Boissy A. (1995). Fear and fearfulness in animals. *Quarterly Review of Biology* 70(2): 165-191.

Boissy A., Bouissou M.F. (1995). Assessment of individual differences in behavioural reactions of heifers exposed to various fear-eliciting situations. *Applied Animal Behaviour Science* 46(1-2): 17-31.

Bosakowski T., Wagner E.J. (1994). A survey of trout erosion, water quality, and rearing conditions at state fish hatcheries in Utah. *Journal of the World Aquaculture Society* 25(2): 308-316.

Breward J., Gentle M.J. (1985). Neuroma formation and abnormal afferent nerve discharges after partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *Experientia* 41(9): 1132-1134.

Carroll J.A., Berg E.L., Strauch T.A., Roberts M.P., Kattesh H.G. (2006). Hormonal profiles, behavioral responses, and short-term growth performance after castration of pigs at three, six, nine, or twelve days of age. *Journal of Animal Science* 84(5): 1271-1278.

Cervero F., Laird J.M. (1999). Visceral pain. *Lancet* 353(9170): 2145-2148.

Chervova L.S. (1997). Pain sensitivity and behavior of fishes. *Journal of Ichthyology* 37(1): 98-102.

Chevillon P., et al. (2003). Test de méthodes d'euthanasie en élevage de porc par catégorie d'animaux: porcelets sous la mère, porcelets en post-sevrage, porc en engraissement et truies, Rapport ITP.

Coenen A., Smit A., Zhonghua L., vanLuijtelaar G. (2000). Gas mixtures for anaesthesia and euthanasia in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* 56(03): 226-234.

Colditz I.G. (2008). Allocation of resources to immune responses, coll. Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), 192-209.

Cook C.J., Devine C.E., Gilbert K.V., Smith D.D., Maasland S.A. (1995). The effect of electrical head-only stun duration on electroencephalographic-measured seizure and brain amino acid neurotransmitter release. *Meat Science* 40(2): 137-147.

Cook C.J., Devine C.E., Tavener A., Gilbert K.V. (1992). Contribution of amino acid transmitters to epileptiform activity and reflex suppression in electrically head stunned sheep. *Research in Veterinary Science* 52(1): 48-56.

Cook C.J., Maasland S.A., Devine C.E. (1996a). Social behaviour in sheep relates to behaviour and neurotransmitter responses to nociceptive stimuli. *Physiology & Behavior* 60(3): 741-751.

Cook C.J., Maasland S.A., Devine C.E., Gilbert K.V., Blackmore D.K. (1996b). Changes in the release of amino acid neurotransmitters in the brains of calves and sheep after head-only electrical stunning and throat cutting. *Research in Veterinary Science* 60(3): 255-261.

Cook N.B., Nordlund K.V. (2009). The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Veterinary Journal* 179(3): 360-369.

Corr S.A., Gentle M.J., McCorquodale C.C., Bennett D. (2003). The effect of morphology on the musculoskeletal system of the modern broiler. *Animal Welfare* 12(2): 145-157.

Costa L., Fiego D., Tassone F., Russo V. (2006). The Relationship Between Carcass Bruising in Bulls and Behaviour Observed During Pre-slaughter Phases. *Veterinary Research Communications* 30(0): 379-381.

Cronin G.M., Dunshea F.R., Butler K.L., McCauley I., Barnett J.L., Hemsworth P.H. (2003). The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 81(2): 111-126.

Daly C. (2005). The use of alternative electrical frequencies for stunning of livestock before religious slaughter, *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 77-84.

Daly C., Whittington P.E. (1989). Investigation into the principal determinants of effective captive bolt stunning of sheep. *Research in Veterinary Science* 46(3): 406-408.

Daly C.C., Gregory N.G., Wotton S.B. (1987). Captive bolt stunning of cattle: effects on brain function and role of bolt velocity. *British Veterinary Journal* 143(6): 574-580.

Daly C.C., Gregory N.G., Wotton S.B., Whittington P.E. (1986). Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep: assessment of brain function using cortical evoked responses. *Research in Veterinary Science* 41(3): 349-352.

Daly C.C., Kallweit E., Ellendorf F. (1988). Cortical function in cattle during slaughter : conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared with shechita slaughter. *Veterinary Record* 122(14): 325-329.

Daly C.C., Whittington P.E. (1986). Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep: effects of captive bolt stunning in the poll position on brain function. *Research in Veterinary Science* 41(3): 353-355.

Danbury T.C., Weeks C.A., Chambers J.P., Waterman-Pearson A.E., Kestin S.C. (2000). Self-selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. *Veterinary Record* 146(11): 307-311.

Deiss V., Astruc T., Ferreira C., Terlouw C. (2006). Anesthésie gazeuse des porcs : Réponses physiologiques et comportementales à différents mélanges gazeux. *Viandes et produits carnés* 25(3): 71-82.

Devine C.E., Gilbert K.V., Graafhuis A.E., Tavener A., Reed H., Leigh P. (1986a). The effect of electrical stunning and slaughter on the electroencephalogram of sheep and calves. *Meat Science* 17: 267-281.

Devine C.E., Tavener A., Gilbert K.V., Day A.M. (1986b). Electroencephalographic studies of adult cattle associated with electrical stunning, throat cutting and carcass electro-immobilization. *New Zealand Veterinary Journal* 34: 210-213.

Devine C.E., Tavener A., Graafhuis A.E., Gilbert K.V. (1987). Electroencephalographic studies of calves associated with electrical stunning, throat cutting and carcass electro-immobilisation. *New Zealand Veterinary Journal* 35(7): 107-112.

Directive 99/74/CE (1999). Directive 99/74/CE du Conseil du 19-07-99 concernant les volailles de l'espèce Gallus gallus élevées pour la ponte. *Journal officiel des Communautés Européennes* JO L 203/53 du 3/08/99: 53-57.

Directive 2001/88/CE (2001). Directive 2001/88/CE du Conseil du 23 octobre 2001 modifiant la directive 91/630/CEE établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs. *Journal Officiel* L 316(n° du 01/12/2001): 0001 - 0004

Directive 2001/93/CE (2001). Directive 2001/93/CE de la Commission du 9 novembre 2001 établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs. *Journal officiel des Communautés Européennes* 1.12.2001.

Dodman N.H. (1977). Observations on the use of the Wernberg dip-lift carbon dioxide apparatus for pre-slaughter anaesthesia of pigs. *British Veterinary Journal* 133(1): 71-80.

Done S.H., Guise J., Chennells D.J. (2003). Tail biting and tail docking in pigs. *Pig Journal* 51: 136-154.

Dutra F., Carlsten J., Ekman S. (1999). Hind Limb Skeletal Lesions in 12-Month-Old Bulls of Beef Breeds. *Journal of Veterinary Medicine, serie A* 46(8): 489-508.

EFSA (2005). Scientific report on welfare aspects of various systems of keeping laying hens, EFSA-Q-2003-092: 143 p.

EFSA (2007). Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems, Question n° EFSA-Q-2006-013: 96 p.

EFSA (2009). Scientific Opinion on the overall effects of farming systems on dairy cow welfare and disease EFSA-Q-2006-113, The EFSA Journal 1143: 38 p. http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/ahaw_op_ej1143_overalldairycowwelfare_en,1.pdf?ssbinary=true

Eicher S.D., Cheng H.W., Sorrells A.D., Schutz M.M. (2006). Short Communication: Behavioral and Physiological Indicators of Sensitivity or Chronic Pain Following Tail Docking. *Journal of Dairy Science* 89(8): 3047-3051.

Eicher S.D., Dailey J.W. (2002). Indicators of Acute Pain and Fly Avoidance Behaviors in Holstein Calves Following Tail-docking. *Journal of Dairy Science* 85(11): 2850-2858.

EIFAC (1988). Report of the EIFAC Working Party on prevention and control of bird predation in aquaculture and fisheries operations, coll. EIFAC technical paper, vol 51, FAO, 79 p.

Eisele J.H., Eger E.I., Muallem M. (1967). Narcotic Properties of Carbon Dioxide in the Dog. *Anaesthesiology* 28(5): 856-865.

Ellis M., Smith W.C., Clark J.B.K., Innes N. (1983). A comparison of boars, gilts and castrates for bacon manufacture. I. On farm performance, carcass and meat quality characteristics and weight loss in the preparation of sides for curing. *Animal Production* 37(1): 1-9.

Erikson U., Hultmann L., Erik Steen J. (2006). Live chilling of Atlantic salmon (Salmo salar) combined with mild carbon dioxide anaesthesia: I. Establishing a method for large-scale processing of farmed fish. *Aquaculture* 252(2-4): 183-198.

Faulkner P.M., Weary D.M. (2000). Reducing pain after dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 83(9): 2037-2041.

Fiks van Niekerk T., de Jong I.C. (2007). Mutilations in poultry European poultry production systems. *Lohmann Information* 42(1): 35-46.

Finnie J.W. (1993). Brain damage caused by a captive bolt pistol. *Journal of Comparative Pathology* 109(3): 253-258.

Finnie J.W. (1994). Neuroradiological aspects of experimental traumatic missile injury in sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 42: 54-57.

Finnie J.W. (1995). Neuropathological changes produced by non-penetrating percussive captive bolt stunning of cattle. *New Zealand Veterinary Journal*: 183-185.

Finnie J.W. (1997). Traumatic head injury in ruminant livestock. *Australian Veterinary Journal* 75(3): 204-208.

Finnie J.W., Manavis J., Blumbergs P.C., Summersides G.E. (2002). Brain damage in sheep from penetrating captive bolt stunning. *Australian Verterinary Journal* 80(1-2): 67-69.

Fisher A.D., Crowe M.A., delaVarga M.E.A., Enright W.J. (1996). Effect of castration method and the provision of local anesthesia on plasma cortisol, scrotal circumference, growth, and feed intake of bull calves. *Journal of Animal Science* 74(10): 2336-2343.

Fisher A.D., Knight T.W., Cosgrove G.P., Death A.F., Anderson C.B., Duganzich D.M., Matthews L.R. (2001). Effects of surgical or banding castration on stress responses and behaviour of bulls. *Australian Veterinary Journal* 79(4): 279-284.

Fleming R.H., McCormack H.A., McTeir L., Whitehead C.C. (2006). Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science* 47(6): 742-755.

Forslid A. (1987). Transient neocortical, hippocampal and amygdaloid EEG silence induced by one minute inhalation of high concentration CO2 in swine. *Acta Physiologica Scandinavica* 130(1): 1-10.

Foury A., Geverink N.A., Gil M., Gispert M., Hortos M., FontiFurnols M., Carrion D., Blott S.C., Plastow G.S., Mormede P. (2007). Stress neuroendocrine profiles in five pig breeding lines and the relationship with carcass composition. *Animal* 1(7): 973-982.

Frankena K., Somers J.G.C.J., Schouten W.G.P., vanStek J.V., Metz J.H.M., Stassen E.N., Graat E.A.M. (2009). The effect of digital lesions and floor type on locomotion score in Dutch dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 88(2): 150-157.

Fredriksen B., FontiFurnols M., Lundström K., Migdal W., Prunier A., Tuyttens F.A.M., Bonneau M. (2009). Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 3(11): 1480-1487.

Fregonesi J., Leaver J.D. (2001). Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livestock Production Science* 68(2-3): 205-216.

Fregonesi J., Leaver J.D. (2002). Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle systems. *Livestock Production Science* 78(3): 245-257.

Freire R., Wilkins L.J., Short F., Nicol C.J. (2003). Behaviour and welfare of individual laying hens in a non-cage system. *British Poultry Science* 44(1): 22-29.

French N.P., Morgan K.L. (1992). Neuromata in docked lambs' tails. *Research in Veterinary Science* 52(3): 389-390.

French N.P., Wall R., Morgan K.L. (1994). Lamb tail docking: a controlled field study of the effects of tail amputation on health and productivity. *Veterinary Record* 134(18): 463-467.

Friggens N.C., van der Waaij E.H. (2008). Modelling of resource allocation patterns, coll. Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), 302-320.

Fujii J., Otsu K., Zorzato F., deLeon S., Khanna V.K., Weiler J.E., O'Brien P.J., MacLennan D.H. (1991). Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* 253(5018): 448-451.

Gallois M., leCozler Y., Prunier A. (2005). Influence of tooth resection in piglets on welfare and performance. *Preventive Veterinary Medicine* 69(1-2): 13-23.

Garcia-Belenguer S., Palacio J., Gascon M., Acena C., Revilla R., Mormede P. (1996). Differences in the biological stress responses of two cattle breeds to walking up to mountain pastures in the Pyrenees. *Veterinary Research* 27(4-5): 515-526.

Gentle M.J., Hughes B.O., Fox A., Waddington D. (1997). Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-d-old domestic chicks. *British Poultry Science* 38(5): 453-463.

Gentle M.J., Hunter L.N., Waddington D. (1991). The onset of pain related behaviours following partial beak amputation in the chicken. *Neuroscience Letters* 128(1): 113-116.

Gentle M.J., Tilston V.L. (2000). Nociceptors in the legs of poultry: Implications for potential pain in pre-slaughter shackling. *Animal Welfare* 9(3): 227-236.

Gerritzen M.A., Lambooij E., Hillebrand S.J.W., Lankhaar J.A.C., Pieterse C. (2000). Behavioral responses of broilers to different gaseous atmospheres. *Poultry Science* 79: 928-933.

Ghetie V., Chitescu S.T., Cotofan V., Hillebrand A. (1976). Atlas de anatomie a păsarilor domestice [Atlas d'anatomie des oiseaux domestiques], Editura Academiei Republicii Socialiste, Bucuresti, Romania, 295 p.

Gibson T.J., Johnson C.B., Murrell J.C., Chambers J.P., Stafford K.J., Mellor D.J. (2009a). Components of electroencephalographic responses to slaughter in halothane-anaesthetised calves: Effects of cutting neck tissues compared with major blood vessels. *New Zealand Veterinary Journal* 57(2): 84-89.

Gibson T.J., Johnson C.B., Murrell J.C., Hulls C.M., Mitchinson S.L., Stafford K.J., Johnstone A.C., Mellor D.J. (2009b). Electroencephalographic responses of halothane-anaesthetised calves to slaughter by ventral-neck incision without prior stunning. *New Zealand Veterinary Journal* 57(2): 77-83.

Gibson T.J., Johnson C.B., Murrell J.C., Mitchinson S.L., Stafford K.J., Mellor D.J. (2009c). Amelioration of electroencephalographic responses to slaughter by non-penetrative captive-bolt stunning after ventral-neck incision in halothane-anaesthetised calves. *New Zealand Veterinary Journal* 57(2): 96-101.

Gilbert K.V., Cook C.J., Devine C.E. (1991). Electrical stunning in cattle and sheep: Electrode placement and effectiveness., *37. International congress of meat science and technology,* Kulmbach, Germany, 1991: 245-248.

Glatz P.C., Lunam C.A. (1994). Production and heart rate responses of chickens beak-trimmed at hatch or at 10 or 42 days of age. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34(4): 443-447.

Grandin T. (1998). Objective scoring of animal handling and stunning practices at slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 212(1): 36-39.

Grandin T. (2005). Restraint methods for holding animals during ritual slaughter, *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 64-69.

Gregoire N.G. (1998). Animal welfare and meat science, CABI Publishing, Wallingford, 304 p.

Gregory N.G. (2001). Profiles of currents during electrical stunning. *Australian Veterinary Journal* 79(12): 844-845.

Gregory N.G., Anil M.H., McKinstry J.L., Daly C.C. (1996). Prevalence and duration of insensibility following electrical stunning in calves. *New Zealand Veterinary Journal* 44: 1-3.

Gregory N.G., Lee C.J., Widdicombe J.P. (2007). Depth of concussion in cattle shot by penetrating captive bolt. *Meat Science* 77(4): 499-503.

Gregory N.G., Raj A.B.M., Audsley A.R.S., Daly C.C. (1990). Effects of carbon dioxide on man, *The use of carbon dioxide for the stunning of slaughter pigs. Report of a meeting of experts,* Heeze, 1990/01/26-27, Fleischwirtschaft, 70: 1173-1174.

Gregory N.G., Shaw F.D., Whitford J.C., Patterson-Kane J.C. (2006). Prevalence of ballooning of the severed carotid arteries at slaughter in cattle, calves and sheep. *Meat Science* 74(4): 655-657.

Gregory N.G., von Wenzlawowicz M., Alam R.M., Anil H.M., Yesildere T., Silva-Fletcher A. (2008). False aneurysms in carotid arteries of cattle and water buffalo during shechita and halal slaughter. *Meat Science* 79(2): 285-288.

Gregory N.G., von Wenzlawowicz M., von Holleben K. (2009). Blood in the respiratory tract during slaughter with and without stunning in cattle. *Meat Science* 82(1): 13-16.

Gregory N.G., Wilkins L.J. (1990). Broken bones in chickens: effect of stunning and processing in broilers. *British Poultry Science* 31(1): 53-58.

Gregory N.G., Wilkins L.J., Wotton S.B. (1991). Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broilers, hens and quails. *British Veterinary Journal* 147(1): 71-77.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1984a). Sheep slaughtering procedures. II. Time to loss of brain responsiveness after exsanguination or cardiac arrest. *British Veterinary Journal* 140(4): 354-360.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1984b). Sheep slaughtering procedures. III. Head-to-back electrical stunning. *British Veterinary Journal* 140(6): 570-575.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1985). Sheep slaughtering procedures. IV. Responsiveness of the brain following electrical stunning. *British Veterinary Journal* 141(1): 74-81.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1986). Effect of slaughter on the spontaneous and evoked activity of the brain. *British Poultry Science* 27(2): 195-205.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1987). Effect of electrical stunning on the electroencephalogram in chickens. *British Veterinary Journal* 143(2): 175-183.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1988). Sheep slaughtering procedures. V. Responsiveness to potentially painful stimuli following electrical stunning. *British Veterinary Journal* 144(6): 573-580.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1991). Effect of electrical stunning on somatosensory evoked responses in the turkey's brain. *British Veterinary Journal* 147(3): 270-274.

Grigor P.N., Cockram M.S., Steele W.B., McIntyre J., Williams C.L., Leushuis I.E., vanReenen C.G. (2004). A comparison of the welfare and meat quality of veal calves slaughtered on the farm with those subjected to transportation and lairage. *Livestock Production Science* 91(3): 219-228.

Gsandter H. (2005). Stunning after the ritual slaughter cut - experiences from Austria, *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 93-98.

Guattéo R., Holopherne D., Whay H.R., Huxley J.N. (2008). Attitudes et pratiques actuelles des vétérinaires praticiens dans la prise en charge de la douleur des bovins. *Bulletin des GTV* 44: 61-68.

Guémené D., Guy G., Mirabito L., Servière J., Faure J.M. (2007). Bien-être et élevage des palmipèdes. *INRA Productions Animales* 20(1): 53-58.

Haga H.A., Tevik Z., Mooerch H. (2001). Electroencephalographic and cardiovascular indicators of nociception during isoflurane anaesthesi in pigs. *Veterinary Anaesthesia & Analgesia* 28(3): 126-131.

Haley D.B., de Passillé A.M., Rushen J. (2001). Assessing cow comfort: effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 71(2): 105-117.

Harmon R.J. (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science* 77(7): 2103-2112.

Harrison R.O., Ford S.P., Young J.W., Conley A.J., Freeman A.E. (1990). Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 73(10): 2749-2758.

Haskell M.J., Rennie L.J., Bowell V.A., Bell M.J., Lawrence A.B. (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg Injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89(11): 4259-4266.

Hay M., Rue J., Sansac C., Brunel G., Prunier A. (2004). Long-term detrimental effects of tooth clipping or grinding in piglets: a histological approach. *Animal Welfare* 13(1): 23-32.

Hay M., Vulin A., Génin S., Sales P., Prunier A. (2003). Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. *Applied Animal Behaviour Science* 82(3): 201-218.

Heinritzi K., Ritzmann M., Otten W. (2006). Alternatives of castration of suckling piglets, determination of catecholamines and woundhealing after castration of suckling piglets at different points of time. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 113(3): 94-97.

Heringstad B., Klemetsdal G., Ruane J. (2000). Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science* 64(2-3): 95-106.

Hermier D. (1997). Lipoprotein Metabolism and Fattening in Poultry. *Journal of Nutrition* 127(5): 805S-808S.

Hermier D., Salichon M.R., Guy G., Peresson R., Mourot J., Lagarrigue S. (1999). La stéatose hépatique des palmipèdes gavés : bases métaboliques et sensibilité génétique. *INRA Productions Animales* 12: 265-271.

Hewson P.I., Russell J. (1991). The welfare of poultry at slaughter. *State Veterinary Journal* 43: 75-81.

Hocking P.M., Bernard R., Maxwell M.H. (1999). Assessment of pain during locomotion and the welfare of adult male turkeys with destructive cartilege loss of the hip joint. *British Poultry Science* 40(1): 30-34.

Hoenderken R., van Logtestijn J.G., Sybesma W., Spanjaard W.J.M. (1979). Kohlendioxid-Betäubung von Schlachtshweinen. *Fleischwirtsch* 59(11): 1572-1578.

Hogan J.S., Smith K.L., Hoblet K.H., Schoenberger P.S., Todhunter D.A., Hueston W.D., Pritchard D.E., Bowman G.L., Heider L.E., Brockett B.L., Conrad H.R. (1989). Field survey of clinical mastitis in low somatic cell count herds. *Journal of Dairy Science* 72(6): 1547-1556.

Horn T., Marx G., von Borell E. (1999). Behaviour of piglets during castration with and without a local anaesthesia. *Deutsche Tierarztliche Wochenschrift* 106(7): 271-274.

Hughes B.O., Gentle M.J. (1995). Beak trimming of poultry: its implications for welfare. *World's Poultry Science Journal* 51(01): 51-61.

Huidobro A., Mendes R., Nunes R. (2001). Slaughtering of gilthead seabream (Sparus aurata) in liquid ice: influence on fish quality *European Food Research Technology* 213(4-5): 267-272.

Huntingford F.A., Adams C., Braithwaite V.A., Kadri S., Pottinger T.G., Sandøe P., Turnbull J.F. (2006). Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology* 68(2): 332-372.

Hutter S., Heinritzi K., Reich E., Ehret W. (1994). Efficacité de différentes méthodes de résection des dents chez le porcelet non sevré. *Revue de Médecine Vétérinaire* 145(3): 205-213.

IFIP (2008). Le porc par les chiffres 2008, IFIP.

Ingvartsen K.L., Andersen H.R. (1993). Space allowance and type of housing for growing cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A . Animal Science* 43(2): 65-80.

Jarvis A.M., SelkirkL., CockramM.S. (1995). The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *Livestock Production Science* 43: 215-224.

Jezierski T., Bessei W. (1978). Der Einfluss von Genotyp une Umwelt auf die lokomotorische Aktivität von Legehennen in Käfigen. *Archiv fur Geflugelkunde* 42: 159-166.

Julian R.J. (1993). Ascites in poultry. *Avian Pathology* 22(3): 419-454.

Julian R.J. (2005). Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry - a review. *Veterinary Journal* 169(3): 350-369.

Kent J.E., Molony V., Graham M.J. (1998). Comparison of methods for the reduction of acute painproduced by rubber ring castration or tail docking of week-old lambs. *Veterinary Journal* 155(1): 39-51.

Kent J.E., Molony V., Graham M.J. (2001). The effect of different bloodless castrators and different tail docking methods on the responses of lambs to the combined Burdizzo rubber ring method of castration. *Veterinary Journal* 162(3): 250-254.

Kent J.E., Molony V., Robertson I.S. (1993). Changes in plasma cortisol concentration in lambs of three ages after three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55(2): 246-251.

Kent J.E., Molony V., Robertson I.S. (1995). Comparison of the Burdizzo and rubber ring methods for castrating and tail docking lambs. *Veterinary Record* 136(8): 192-196.

Kent J.E., Molony V., Thrusfield M.V., Robertson I.S. (1996). Castration of calves: a study of methods used by farmers in the United Kingdom. *Veterinary Record* 138(16): 384-387.

Kestin S.C., Knowles T.G., Tinch A.E., Gregory N.G. (1992). Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record* 131(9): 190-194.

Kleen J.L., Hooijer G.A., Rehage J., Noordhuizen J.P.T.M. (2003). Subacute Ruminal Acidosis (SARA): a Review. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 50(8): 406-414.

Knap P.W., Rauw W.M. (2008). Selection for high production in pigs. *In* Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), CAB International: 210-229.

Knierim U., Gocke A. (2003). Effect of catching broilers by hand or machine on rates of injuries and dead-on arrivals. *Animal Welfare* 12(1): 63-73.

Kondo S., Sekine J., Okubo M., Asahida Y. (1989). The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behavior of cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 24(2): 127-135.

Kranen R.W., Lambooij E., Veerkamp C.H., vanKuppevelt T.H., Veerkamp J.H. (2000). Haemorrhages in muscles of broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* 56(02): 93-126.

Kuenzel W.J., Walther J.H. (1978). Heart beat, blood pressure, respiration and brain waves of broilers as affected by electrical stunning and bleed. *Poultry Science* 57: 655-659.

Lacy M., Czarick M. (1998). Mechanical harvesting of broilers. *Poultry Science* 77(12): 1794-1797.

Lambooij E. (1990). The use of CO2 for the stunning of slaughter pigs. *Fleischwirtschaft* 70: 1173-1176.

Langford F.M., Rutherford K.M.D., Jack M.C., Sherwood L., Lawrence A.B., Haskell M.J. (2009). A comparison of management practices, farmer-perceived disease incidence and winter housing on organic and non-organic dairy farms in the UK. *Journal of Dairy Research* 76(01): 6-14.

Latremouille D.N. (2003). Fin erosion in aquaculture and natural environments. *Reviews in Fisheries Science* 11(4): 315-335.

Leach T.M., Warrington R., Wotton S.B. (1980). Use of a conditioned stimulus to study whether the initiation of electrical pre-slaughter stunning is painful. *Meat Science* 4: 203-208.

Lebas F. (2007). Productivité des élevages cunicoles professionnels en 2006. Résultats de RENALAP et RENACEB. *Cuniculture Magazine* 34: 31-39.

Lellis W.A., Barrows F.T. (2000). Effect of dietary ingerdient substitution on dorsal fin erosion of steelhead. *North American Journal of Aquaculture* 62(2): 135-138.

Lensink B.J., Boivin X., Pradel P., LeNeindre P., Veissier I. (2000a). Reducing veal calves' reactivity to people by providing additional human contact. *Journal of Animal Science* 78(5): 1213-1218.

Lensink B.J., Fernandez X., Boivin X., Pradel P., LeNeindre P., Veissier I. (2000b). The impact of gentle contacts on ease of handling, welfare, and growth of calves and on quality of veal meat. *Journal of Animal Science* 78(5): 1219-1226.

Lensink B.J., Fernandez X., Cozzi G., Florand L., Veissier I. (2001). The influence of farmers' behavior on calves' reactions to transport and quality of veal meat. *Journal of Animal Science* 79(3): 642-652.

Livesey C.T., Marsh C., Metcalf J.A., Laven R.A. (2002). Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles with rubber mats or mattresses. *Veterinary Record* 150(22): 677-679.

LlamasMoya S., Boyle L., Lynch P., Arkins S. (2008). Surgical castration of pigs affects the behavioural response to a low-dose lipopolysaccharide (LPS) challenge after weaning. *Applied Animal Behaviour Science* 112(1-2): 40-57.

Lunam C.A. (2005). The anatomy and innervation of the chicken beak: effects of trimming and re-trimming. *In* Poultry Welfare Issues - Beak trimming, (Glatz P.C., ed.), Nottingham University Press, UK: 51-68.

Lyons D.T., Freeman A.E., Kuck A.L. (1991). Genetics of Health Traits in Holstein Cattle. *Journal of Dairy Science* 74(3): 1092-1100.

Manteuffel G., Puppe B., Schon P.C. (2004). Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 88(1/2): 163-182.

Marshall A.J. (1960). Biology and comparative physiology of birds, vol 1, Academic Press, New York, 518 p.

Martin G.B., Blache D., Williams I.H. (2008). Allocation of resources to reproduction, coll. Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), 169-191.

Martland M.F. (1985). Ulcerative dermatitis dm broiler chickens: The effects of wet litter. *Avian Pathology* 14(3): 353-364.

Martoft L., Lomholt L., Kolthoff C., Rodriguez B.E., Jensen E.W., Jorgensen P.F., Pedersen H.D., Forslid A. (2002). Effects of CO2 anaesthesia on central nervous system activity in swine. *Laboratory animals* 36: 115-126.

Martoft L., Stodkilde-Jorgensen H., Forslid A., Pedersen H.D., Jorgensen P.F. (2003). CO2 induced acute respiratory acidosis and brain tissue intracellular pH: a 31P NMR study in swine. *Laboratory animals* 37: 241-248.

Martrenchar A., Guémené D., Morisse J.P. (2001). Evaluation de l'intérêt d'une anesthésie/analgésie locale ou générale lors du chaponnage, *4. Journées de la recherche avicole,* Nantes: 119-122.

Marx G., Horn T., Thielebein J., Knubel B., von Borell E. (2003). Analysis of pain-related vocalization in young pigs. *Journal of Sound and Vibration* 266(3): 687-698.

Marx H., Sengmuller-Sieber T., Hoffmann R., Stolle A. (1999). Stress and product quality of trout, catfish and flounder at stunning and slaughtering. *Archive für Lebensmittelhygiene* 50(2): 37-40.

Mayne R.K., Else R.W., Hocking P.M. (2007). High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *British Poultry Science* 48(5): 538-545.

Mazeaud M.M., Mazeaud F., Donaldson E.M. (1977). Primary and secondary effects of stress in fish: some new sata with a general review. *Transactions of the American Fisheries Society* 106(3): 201-212.

McGeowin D., Danbury T.C., Waterman-Pearson A.E., Kestin S.C. (1999). Effect of carprofen on lameness in broiler chickens. *Veterinary Record* 144(24): 668-671.

McGlone J., Hellman J.M. (1988). Local and general anesthetic effects on behavior and performance of two- and seven-week-old castrated and uncastrated piglets. *Journal of Animal Science* 66(12): 3049-3058.

McGlone J.J., Nicholson R.I., Hellman J.M., Herzog D.N. (1993). The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes. *Journal of Animal Science* 71(6): 1441-1446.

McIntyre J. (2003). Tail biting in pigs, PhD, University of Newcastle, UK, 173 p.

McKinstry J.L., Anil M.H. (2004). The effect of repeat application of electrical stunning on the welfare of pigs. *Meat Science* 67(1): 121-128.

Melches S., Mellema S.C., Doherr M.G., Wechsler B., Steiner A. (2007). Castration of lambs: A welfare comparison of different castration techniques in lambs over 10 weeks of age. *Veterinary Journal* 173(3): 554-563.

Mellor D.J., Gibson T.J., Johnson C.B. (2009). A re-evaluation of the need to stun calves prior to slaughter by ventral-neck incision: An introductory review. *New Zealand Veterinary Journal* 57(2): 74-76.

Mellor D.J., Holmes R.J. (1988). Rings versus knife for docking and castration of lambs. *Australian Verterinary Journal* 65(12): 403-404.

Mellor D.J., Murray L. (1989a). Changes in the cortisol responses of lambs to tail docking, castration and ACTH injection during the first seven days after birth. *Research in Veterinary Science* 46(3): 392-395.

Mellor D.J., Murray L. (1989b). Effects of tail docking and castration on behavior and plasma-cortisol concentrations in young lambs. *Research in Veterinary Science* 46(3): 387-391.

Mellor D.J., Stafford K.J., Todd S.E., Lowe T.E., Gregory N.G., Bruce R.A., Ward R.N. (2002). A comparison of catecholamine and cortisol responses of young lambs and calves to painful husbandry procedures. *Australian Veterinary Journal* 80(4): 228-233.

Michel V., Peinnequin A., Alonso A., Buguet A., Cespuglio R., Canini F. (2007). Decreased heat tolerance is associated with hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis impairment. *Neuroscience* 147(2): 522-531.

Mirabito L., Colas M., Arnoult C., Allain V., Michel V. (2007). Analyse des relations entre différentes lésions indicatrices du bien-être chez le poulet de chair *7. Journées de la recherche avicole,* Tours 2007/03/28-29: 64-68.

Misch L.J., Duffield T.F., Millman S.T., Lissemore K.D. (2007). An investigation into the practices of dairy producers and veterinarians in dehorning dairy calves in Ontario. *Canadian Veterinary Journal* 48(12): 1249-1254.

Molony V., Kent J.E., Robertson I.S. (1993). Behavioural responses of lambs of three ages in the first three hours after three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55(2): 236-245.

Molony V., Kent J.E., Robertson I.S. (1995). Assessment of acute and chronic pain after different methods of castration of calves. *Applied Animal Behaviour Science* 46(1-2): 33-48.

Monin G., Larzul C., Roy P.I., Culioli J., Mourot J., Rousset-Akrim S., Talmant A., Touraille C., Sellier P. (1999). Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *Journal of Animal Science* 77(2): 408-415.

Moring J.R. (1982). Fin erosion and culture-related injuries of Chinook salmon raised in floating net pens. *Progressive Fish Culturist* 44: 189-191.

Morzel M., Sohier D., vandeVis H. (2003). Evaluation of slaughtering methods for turbot with respect to animal welfare and flesh quality. *Journal of the science of food and agriculture* 83(1): 19-28.

Mouchonière M., Le Pottier G., Fernandez X. (2000). Effect of current frequency during electrical stunning in a water bath on somatosensory evoked responses in turkey's brain. *Research in Veterinary Science* 69(1): 53-55.

Mounier L., Marie M., Lensink B.J. (2007). Factors affecting the welfare of ruminants in livestock farming. *INRA Productions Animales* 20(1): 65-72.

Mounier L., Veissier I., Boissy A. (2005). Behavior, physiology, and performance of bulls mixed at the onset of finishing to form uniform body weight groups. *Journal of Animal Science* 83(7): 1696-1704.

Nakayama T., Toyoda T., Ooi A. (1996). Delay in rigor mortis of red sea-bream by spinal cord destruction. *Fisheries Sciences* 62(3): 478-482.

Natzke R.P., LeClair B.J. (1976). Coliform contaminated bedding and new infections. *Journal of Dairy Science* 59(12): 2152-2154.

Newhook J.C., Blackmore D.K. (1982a). Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves. Part 1 - The onset of permanent insensibility in sheep during slaughter. *Meat Science* 6: 221-233.

Newhook J.C., Blackmore D.K. (1982b). Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves. Part 2: The onset of permanent insensibility in calves during slaughter. *Meat Science* 6(4): 295-300.

Noonan G.J., Rand J.S., Priest J., Ainscow J., Blackshaw J.K. (1994). Behavioural observations of piglets undergoing tail docking, teeth clipping and ear notching. *Applied Animal Behaviour Science* 39(3-4): 203-213.

Nyborg P.Y., Sorig A., Lykkegaard K., Svendsen O. (2000). Nociception after castration of juvenile pigs determined by quantitative estimation of c-Fos expressing neurons in the spinal cord dorsal horn. *Dansk Veterinærtidsskrift* 83(9): 16-17.

Obritzhauser W., Deutz A., Köfer J. (1998). Comparison of two castration methods in calves: Changes in cortisol concentration, white blood count and behaviour. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere* 26(3): 119-126.

Parker L.J., Bajoie K.C., Catille S., Cadd G.G., Satterlee D.G., Jones R.B. (1997). Sex and shank diameter affect struggling behaviour of shackled broilers. *Poultry Science* 76(Suppl): 88.

Perez M.P., Palacio J., Santolaria M.P., Acena M.d., Chacon G., Verde M.T., Calvo J.H., Zaragoza M.P., Gascon M., Garcia-Belenguer S. (2002). Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. *Veterinary Research* 33(3): 239-250.

Prunier A., Bataille G., Meunier-Salaün M.C., Bregeon A., Rugraff Y. (2001). Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de la caudectomie réalisée avec ou sans insensibilisation locale chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine* 33: 313-318.

Prunier A., Bonneau M., von Borell E.H., Cinotti S., Gunn M., Frediksen B., Giersing M., Morton D.B., Tuyttens F.A.M., Velarde A. (2006). A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare* 15(3): 277-289.

Prunier A., Gallois M., Klouytten A., LeCozler Y. (2004). Effets de l'épointage des dents sur les performances, les lésions cutanées et le comportement des truies et des porcelets. *Journées de la Recherche Porcine* 36: 379-388.

Prunier A., Hay M., Servière J. (2002). Evaluation et prévention de la douleur induite par les interventions de convenance chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine* 34: 257-268.

Prunier A., Lebret B. (2009). La production biologique de porcs en France : caractéristiques des élevages, impacts sur la santé et le bien-être des animaux et sur la qualité des produits. *INRA Productions Animales* sous presse.

Prunier A., Mounier A.M., Hay M. (2005). Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science* 83(1): 216-222.

Puppe B., Schon P.C., Tuchscherer A., Manteuffel G. (2005). Castration-induced vocalisation in domestic piglets, Sus scrofa: Complex and specific alterations of the vocal quality. *Applied Animal Behaviour Science* 95(1-2): 67-78.

Raj A., Gregory N.G. (1990). Effect of rate of induction of carbon dioxide anaesthesia on the time of onset of unconsciousness and convulsions. *Research in Veterinary Science* 49(3): 460-363.

Raj A.B.M. (1996). Aversive reactions of turkeys to argon, carbon dioxide and a mixture of carbon dioxide and argon. *Veterinary Record* 138(24): 592-593.

Raj A.B.M., Gregory N.G. (1995). Welfare implications of the gas stunning of pigs 1.determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon. *Animal Welfare* 4(4): 273-280.

Raj A.B.M., Gregory N.G. (1996). Welfare implications of the gas stunning of pigs 2. Stress of induction of anaesthesia. *Animal Welfare* 5(1): 71-78.

Raj A.B.M., Johnson S.P., Wotton S.B., McInstry (1997). Welfare implications of gas stunning pigs: 3. the time toloss of somatosensory evoked potential and spontaneous electrocorticogram of pigs during exposure to gases. *Veterinary Journal* 153(3): 329-339.

Raj M., Tserveni-Gousi A. (2000). Stunning methods for poultry. *World's Poultry Science Journal* 56: 291-304.

Raj Mohan A.B., Gregory N.G., Wotton S.B. (1990). Effect of carbon dioxide stunning on somatosensory evoked potentials in hens. *Research in Veterinary Science* 49(3): 355-359.

Rauw W.M. (2008). Resource allocation theory applied to farm animal production, coll. Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), 320.

Rauw W.M., Kanis E., Noordhuizen-Stassen E.N., Grommers F.J. (1998). Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science* 56(1): 15-33.

Ravagnolo O., Misztal I. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *Journal of Dairy Science* 83(9): 2126-2130.

Règlement CE n° 889/2008 (2008). Règlement CE n° 889/2008 de la Commission du 5 septembre 2008 portant modalités d'application du règlement (CE) no 834/2007 du Conseil relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques en ce qui concerne la production biologique, l'étiquetage et les contrôles. *Journal officiel de l'Union européenne* 18.9.2008.

Reiter K., Bessei W. (1994). Einfluss eines Lauftrainings auf die Lauffähigkeit von schnell und langsam wachsenden Broilern, Schrift 370, Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung: 207-217.

Reiter K., Bessei W. (1995). Influence of running on leg weakness of slow and fast growing broilers, *29. International Congress of the International Society for Applied Ethology,* Exeter, UK, Rutter S.M. *et al.*, eds., Universities Federation for Animal Welfare: 211-213.

Reiter K., Bessei W. (1998). Effect of locomotor activity on bone development and leg disorders in broilers, Einfluss der Laufaktivität auf die Knochenentwicklung und Beinshäden bei Broilern. *Archiv fur Geflugelkunde* 62(6): 247-253.

Richards S.A., Sykes A.H. (1967). Physiological effects of electrical stunning and venesection in the fowl. *Research in Veterinary Science* 8(3): 361-368.

Ritter M.J., Ellis M., Berry N.L., Curtis S.E., Anil L., Berg E., Benjamin M., Butler D., Dewey C., Driessen B., DuBois P., Hill J.D., Marchant-Forde J.N., Matzat P., McGlone J., Mormede P., Moyer T., Pfalzgraf K., Salak-Johnson J., Siemens M., Sterle J., Stull C., Whiting T., Wolter B., Niekamp S.R., Johnson A.K. (2009). Transport losses in market weight pigs: I. A review of definitions, incidence, and economic impact. *The Professional Animal Scientist* 25(4): 404-414.

Ritter M.J., Ellis M., Bowman R., Brinkmann J., Curtis S.E., DeDecker J.M., Mendoza O., Murphy C.M., Orellana D.G., Peterson B.A., Rojo A., Schlipf J.M., Wolter B.F. (2008). Effects of season and distance moved during loading on transport losses of market-weight pigs in two commercially available types of trailer. *Journal of Animal Science* 86(11): 3137-3145.

Robb D.H.F., Kestin S.C. (2002). Methods used to kill fish: Fields observations and litterature reviewed. *Animal Welfare* 11(3): 269-282.

Robb D.H.F., Wotton S.B., McKinstry J.L., Sorensen N.K., Kestin S.C. (2000). Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset of brain failure by electroencephalography. *Veterinary Record* 147(11): 298-303.

Robertson I.S., Kent J.E., Molony V. (1994). Effect of different methods of castration on behavior and plasma-cortisol in calves of three ages. *Research in Veterinary Science* 56(1): 8-17.

Rochard O., Lubac S., Aliner A., Morin H., Mirabito L., Guéméné D. (2008). Traitement du bec par la technique infra rouge ou l'épointage aux ciseaux. Quelles conséquences ?, *8. Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras,* Arcachon, 2008/10/30-31: 165-169.

Roger O. (2008). Enquête sur les attitudes des éleveurs de bovins vis-à-vis de la détection et de la prise en charge de la douleur, Thèse de doctorat d'exercice vétérinaire, ENV Nantes.

Roth B., Imsland A., Moeller D., Slinde E. (2003). Effect of electric field strength and current duration on stunning and injuries in market-size Atlantic salmon held in seawater. *North American Journal of Aquaculture* 65(1): 8-13.

Roth B., Slinde E., Arildsen J. (2006). Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (Salmo salar). The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. *Aquaculture* 257(1-4): 504-510.

Rydhmer L., Zamaratskaia G., Andersson H.K., Algers B., Guillemet R., Lundstrom K. (2006). Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A . Animal Science* 56(2): 109-119.

Sampimon O., Barkema H.W., Berends I., Sol J., Lam T. (2009). Prevalence of intramammary infection in Dutch dairy herds. *Journal of Dairy Research* 76(02): 129-136.

SCAHAW (2000). The welfare of chickens kept for meat production (broilers). Report of the Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, European Commission, SANCO.B.3/AH/R15/2000: 150 p.

SCEES (2008). L'agriculture, la forêt et les industries, coll. Agreste GraphAgri, 175 p.

Schreiner D.A., Ruegg P.L. (2002). Effects of tail docking on milk quality and cow cleanliness. *Journal of Dairy Science* 85(10): 2503-2511.

Schulze W., Schultze-Petzold H., Hazem A.S., Gross R. (1978). Experiments for the objectification of pain and consciousness during conventional (captive bolt stunning) and religiously mandated ("ritual cutting") slaughter procedures for sheep and calves. *Deutsche Tieraerztliche Wochenschrift (German veterinary weekly)* 85: 62-66.

Segwick S.D. (1985). Trout farming handbook, 4 ed., Fishing News Books Ltd Farnham, UK, 160 p.

Servière J., Bernadet M.-D., Guy G. (2004). La réponse d'extravation plasmatique neurogène, signe d'inflammation du tractus digestif supérieur chez le mulard ?, *6. Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras,* Arcachon, France, 7-8 oct 2004.

Servière J., Bernadet M.-D., Guy G., Guémené D. (2002). Données neurophysiologiques sur la nociception potentiellement associée à l'ingestion forcée chez le canard mulard, *5.. Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras,* Pau, France, 2002/10/9-10: 70-75.

Shanks R.D., Freeman A.E., Berger P.J., Kelley D.H. (1978). Effect of Selection for Milk Production and General Health of the Dairy Cow. *Journal of Dairy Science* 61(12): 1765-1772.

Siegel P.B., Honaker C.F., Rauw W.M. (2008). Selection for high production in poultry, coll. Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), 230-242.

Sigismondi L.A., Weber L.J. (1988). Changes in avoidance response time of juvenile chinook salmon exposed to multiple acute handling stresses. *Transactions of the American Fisheries Society* 117(2): 196-201.

Simonsen H.B., Klinken L., Bindseil E. (1991). Histopathology of intact and docked pigtails. *British Veterinary Journal* 147(5): 407-412.

Skjervold P.O., Fjæra S.O., Østby P.B., Einen O. (2001). Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (Salmo salar). *Aquaculture* 192(2-4): 265-280.

Smith K.L., Hogan J.S. (2001). The world of mastitis, *2. International Symposium on Mastitis and Milk Quality,* Vancouver, BC, Canada: 1-12.

Sparrey J., Kettlewell P. (1994). Shackling of poultry: is it a welfare problem? *World's Poultry Science Journal* 50(2): 167-176.

Sparrey J.M., Wotton S.B. (1997). The design of pig stunning tong electrodes--A review. *Meat Science* 47(1-2): 125-133.

St-Hilaire S., Ellis T., Cooke A., North B.P., Turnbull J.F., Knowles T., Kestin S. (2006). Fin erosion on rainbow trout on commercial trout farms in the United Kingdom. *Veterinary Record* 159(14): 446-450.

Stafford K.J. (2007). Alleviating the pain caused by the castration of cattle. *Veterinary Journal* 173(2): 245-247.

Stafford K.J., Mellor D.J. (2007). Pain: A developing issue in veterinary medicine. *Veterinary Journal* 174(2): 225-226.

Stafford K.J., Mellor D.J., McMeekan C.M. (2000). A survey of the methods used by farmers to castrate calves in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 48(1): 16-19.

Stafford K.J., Mellor D.J., Todd S.E., Bruce R.A., Ward R.N. (2002). Effects of local anaesthesia or local anaesthesia plus a non-steroidal anti-inflammatory drug on the acute cortisol response of calves to five different methods of castration. *Research in Veterinary Science* 73(1): 61-70.

Stilwell G., Capitão E., Nunes T. (2004a). Effect of three different methods of dehorning on plasma cortisol levels and behaviour of calves, *23. World Buiatrics Congress,* Quebec, Canada, 2004/07/11-16: 665.

Stilwell G., Lima M.S., Capitão E., Nunes T. (2004b). Evaluation of the effect of local anaesthesia and local anaesthesia associated with analgesia on the levels of cortisol after hot-iron, chemical or scoop dehorning, *23. World Buiatrics Congress,* Quebec, Canada, 2004/07/11-16: 173.

Sylvester S.P., Mellor D.J., Stafford K.J., Bruce R.A., Ward R.N. (1998). Acute cortisol responses of calves to scoop dehorning using local anaesthesia and/or cautery of the wound. *Australian Veterinary Journal* 76(2): 118-122.

Tarrant P.V. (1990). Transportation of cattle by road. *Applied Animal Behaviour Science* 28(1-2): 153-170.

Taschke A.C., Folsch D.W. (1997). [Ethological, physiological and histological aspects of pain and stress in cattle when being dehorned]. *Tierarztl Prax* 25(1): 19-27.

Taylor A.A., Weary D.M. (2000). Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. *Applied Animal Behaviour Science* 70(1): 17-26.

Telezhenko E., Bergsten C. (2005). Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 93(3-4): 183-197.

Terlouw C., Berne A., Astruc T. (2009). Effect of rearing and slaughter conditions on behaviour, physiology and meat quality of Large White and Duroc-sired pigs. *Livestock Science* 122(2-3): 199-213.

Terlouw E.M.C., Arnould C., Auperin B., Berri C., LeBihan-Duval E., Deiss V., Lefèvre F., Lensink B.J., Mounier L. (2008). Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. *Animal* 2(10): 1501-1517.

Terlouw E.M.C., Rybarczyk P. (2008). Explaining and predicting differences in meat quality through stress reactions at slaughter: The case of Large White and Duroc pigs. *Meat Science* 79(4): 795-805.

Thomas D.L., Waldron D.F., Lowe G.D., Morrical D.G., Meyer H.H., High R.A., Berger Y.M., Clevenger D.D., Fogle G.E., Gottfredson R.G., Loerch S.C., McClure K.E., Willingham T.D., Zartman D.L., Zelinsky R.D. (2003). Length of docked tail and the incidence of rectal prolapse in lambs. *Journal of Animal Science* 81(11): 2725-2732.

Thüer S., Doherr M.G., Wechsler B., Mellema S.C., Nuss K., Kirchhofer M., SteinersA. (2007). Influence of local anaesthesia on short- and long-term pain induced in calves by three bloodless castration methods. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 149(5): 201-211.

Ting S.T.L., Earley B., Hughes J.M.L., Crowe M.A. (2003). Effect of ketoprofen, lidocaine local anesthesia, and combined xylazine and lidocaine caudal epidural anesthesia during castration of beef cattle on stress responses, immunity, growth, and behavior. *Journal of Animal Science* 81(5): 1281-1293.

Ting T.L., Earley B., Veissier I., Gupta S., Crowe M.A. (2005). Effects of age of Holstein-Friesian calves on plasma cortisol, acute-phase proteins, immunological function, scrotal measurements and growth in response to Burdizzo castration *Animal Science* 80(3): 377-386.

Torrey S., Devillers N., Lessard M., Farmer C., Widowski T. (2009). Effect of age on the behavioral and physiological responses of piglets to tail docking and ear notching. *Journal of Animal Science* 87(5): 1778-1786.

Turnbull J.F., Adams C.E., Richards R.H., Robertson D.A. (1998). Attack site and resultant damage during aggressive encounters in Atlantic salmon (Salmo salar L.) parr. *Aquaculture* 159(3-4): 345-353.

Turnbull J.F., Richards R.H., Robertson D.A. (1996). Gross, histology and sacnning electron microscopic appearance of drosal fin rot in farmed Atlantic Salmon, *Salmo salar* parr. *Journal of Fish Diseases* 19(6): 415-427.

Uribe H.A., Kennedy B.W., Martin S.W., Kelton D.F. (1995). Genetic Parameters for Common Health Disorders of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 78(2): 421-430.

Uystepruyst C., Coghe J., Dorts T., Harmegnies N., Delsemme M.H., Art T., Lekeux P. (2002). Optimal Timing of Elective Caesarean Section in Belgian White and Blue Breed of Cattle: The Calf's Point of View. *Veterinary Journal* 163(3): 267-282.

Vaillancourt J.P., Julian R.J. (1993). Dyschondroplasia in poultry: a complicated multifactorial disease. *Medecin Veterinaire du Quebec* 23(4): 174-177.

van de Vis H., Kestin S., Robb D., Oehlenschläger J., Lambooij B., Münkner W., Kuhlmann H., Kloosterboer K., Tejada M., Huidobro A., Ottera H., Roth B., Sorensen N.K., Akse L., Byrne H., Nesvadba P. (2003). Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquaculture reasearch* 34(3): 211-220.

Veerkamp R.F., Windig J.J., Calus M.P.L., Ouweltjes W., Haas Y.d., Beerda B. (2008). Selection for high production in dairy cattle, coll. Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), 243-260.

Veissier I., Capdeville J., Delval E. (2004). Cubicle housing systems for cattle: Comfort of dairy cows depends on cubicle adjustment. *Journal of Animal Science* 82(11): 3321-3337.

Velarde A., Diestre A., Ruiz-de-la-Torre J.L., Stub C., Manteca X. (2000a). Factors affecting the effectiveness of head-only electrical stunning in sheep. *Veterinary Record* 147(2): 40-43.

Velarde A., Gisert M., Faucitano L., Manteca X., Diestre A. (2000b). Survey of the effectiveness of stunning procedures used in spanish pig abattoirs. *Veterinary Record* 146(3): 65-68.

Velarde A., Gispert M., Faucitano L., Manteca X., Diestre A. (2000c). The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science* 55(3): 309-314.

Velarde A., Ruiz-de-la-Torre J.L., Rosello C., Fabtega E., Diestre A., Manteca X. (2002). Assessment of return to consciousness after electrical stunning in lambs. *Animal Welfare* 11(3): 333-341.

Vimini R.J., Field R.A., Riley M.L., Varnell T.R. (1983). Effect of Delayed Bleeding after Captive Bolt Stunning on Heart Activity and Blood Removal in Beef Cattle. *Journal of Animal Science* 57(3): 628-631.

Wagner E.J., Driscoll D.M. (1994). Physiological stress responses of cutthroat trout to loading by fish pump, conveyor, or dip net. *Journal of applied aquaculture* 4(1): 19-24.

Wautlet R.G., Hansen L.B., Young C.W., Chester-Jones H., Marx G.D. (1990). Calving Disorders of Primiparous Holsteins from Designed Selection Studies. *Journal of Dairy Science* 73(9): 2555-2562.

Weary D.M., Braithwaite L.A., Fraser D. (1998). Vocal response to pain in piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 56(2-4): 161-172.

Weaver A.L., Wotton S.B. (2009). The Jarvis Beef Stunner: Effects of a prototype chest electrode. *Meat Science* 81(1): 51-56.

Webster A.J.F. (2002). Rendering unto Caesar: Welfare Problems in Belgian Blue Cattle. *Veterinary Journal* 163(3): 228-229.

Wechsler B., Schaub J., Friedli K., Hauser R. (2000). Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. *Applied Animal Behaviour Science* 69(3): 189-197.

Wendelaar Bonga S.E. (1997). The stress response in fish. *Physiological Reviews* 77(3): 591-625.

Wenz J.R., Jensen S.M., Lombard J.E., Wagner B.A., Dinsmore R.P. (2007). Herd management practices and their association with bulk tank somatic cell count on United States dairy operations. *Journal of Dairy Science* 90(8): 3652-3659.

White R.G., Deshazer J.A., Tressler C.J., Borcher G.M., Davey S., Waninge A., Parkhurst A.M., Milanuk M.J., Clemens E.T. (1995). Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anesthetic. *Journal of Animal Science* 73(2): 381-386.

Whitehead C.C. (1999). Reducing osteoporosis in laying hens. *World Poultry* 15(9): 78-82.

Whitehead C.C. (2004). Skeletal disorders in laying hens: the problem of osteoporosis and bone fractures, *Welfare of the laying hen. Papers from the 27th Poultry Science Symposium of the World's Poultry Science Association (UK Branch), Bristol, UK, July 2003.*: 259-278.

Wood G.N., Molony V., Fleetwood-Walker S.M., Hodgson J.C., Mellor D.J. (1991). Effects of local anaesthesia and intravenous naloxone on the changes in behaviour and plasma concentrations of cortisol produced by castration and tail docking with tight rubber rings in young lambs. *Research in Veterinary Science* 51(2): 193-9.

Woodbury D.M., Karler R. (1960). The role of carbon dioxide in the nervous system. *Anesthesiology* 21(6): 686-703.

Wotton S.B., Gregory N.G. (1991). How to prevent pre-stun electric shocks in waterbath stunners ? *Turkeys* 39: 15-30.

Wotton S.B., Gregory N.G., Whittington P.E., Parkman I.D. (2000). Electrical stunning of cattle. *Veterinary Record* 147(24): 681-684.

Wotton S.B., O'Callaghan M. (2002). Electrical stunning of pigs: the effect of applied voltage on impedance to current flow and the operation of a fail-safe device. *Meat Science* 60(2): 203-208.

Ytrehus B., Carlson C.S., Ekman S. (2007). Etiology and Pathogenesis of Osteochondrosis. *Vet Pathol* 44(4): 429-448.

ESCo "Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage."

Chapitre 5.
Solutions pour limiter la douleur chez les animaux d'élevage.

Coordinateurs :
Olivier Levionnois
Pierre Mormède

Autres auteurs :
Raphaël Guatteo
Daniel Guémené
Karine Latouche
Christine Leterrier
Luc Mounier
Armelle Prunier
Claudia Terlouw
Pierre-Louis Toutain

*NB1 : les premières occurrences des termes définis dans le glossaire sont annotés d'un *.*

NB2 : ce chapitre fait partie du rapport d'expertise « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage ».
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

Sommaire

5.1. DEMARCHE GENERALE POUR LIMITER LA DOULEUR EN ELEVAGE 262

5.1.1 LA REGLE DES « 3S » COMME PRINCIPE A PRENDRE EN COMPTE POUR LIMITER LA DOULEUR CHEZ LES ANIMAUX D'ELEVAGE 262
5.1.2. DIFFICULTES RENCONTREES POUR LIMITER LA DOULEUR 264
5.1.2.1. RELATION ENTRE LA LIMITATION DE LA DOULEUR ET LES AUTRES COMPOSANTES DU FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES D'ELEVAGE 264
5.1.2.2 EXEMPLE D'ATTEINTE DE L'INTEGRITE DE L'ANIMAL LIEE AUX PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES. ... 264
5.1.2.3 EXEMPLE DE SOLUTION INACCEPTABLE POUR LIMITER LA DOULEUR 265
5.1.2.4 COMPATIBILITE DU CAHIER DES CHARGES DE L'ELEVAGE BIOLOGIQUE AVEC LA PRISE EN CHARGE MEDICALE DE LA DOULEUR 265
5.1.2.5 EXEMPLE DES ELEVAGES DE VOLAILLES AVEC VOLIERE ET/OU PARCOURS COMME SOLUTION AUX PROBLEMES DE BIEN-ETRE 266
5.1.2.6 EXEMPLE D'ECHEC DU TRAITEMENT DE LA DOULEUR LORS DE LA CASTRATION DU POULET DE CHAIR (CHAPONNAGE) 267
5.1.2.7 EXEMPLE DE LA COUPE DES DENTS ET DES QUEUES CHEZ LE PORC D'ENGRAISSEMENT 267
5.1.3 EXEMPLE DE REUSSITE A L'ABANDON D'UNE METHODE DOULOUREUSE 268
5.1.4 L'UTILISATION DE DEMARCHES INCITATIVES POUR LA PRISE EN CHARGE DE LA DOULEUR CHEZ LES ANIMAUX D'ELEVAGE PAR LES ELEVEURS 269
5.1.5 CONCLUSION 269

5.2 OPTIONS POUR PREVENIR ET DIMINUER LA DOULEUR CHEZ LES ANIMAUX D'ELEVAGE 270

5.2.1 ACTION SUR LES ANIMAUX : PERSPECTIVES ET LIMITES DE L'AMELIORATION GENETIQUE 270
5.2.1.1 EXPLOITATION DES CONNAISSANCES DISPONIBLES 270
5.2.1.2 RECHERCHE D'UNE REPONSE GENETIQUE A DES PROBLEMES PONCTUELS 270
5.2.1.3 GENETIQUE ET ROBUSTESSE 270
5.2.1.4 GENETIQUE ET COMPORTEMENTS 272
5.2.2 REMPLACER LA PROCEDURE A L'ORIGINE DE LA DOULEUR PAR UNE AUTRE TECHNIQUE 273
5.2.2.1. LES ALTERNATIVES NON CHIRURGICALES A LA CASTRATION DES PORCELETS 274
5.2.3 AMELIORER LA PROCEDURE AFIN D'EN LIMITER LE CARACTERE DOULOUREUX 276
5.2.3.1 L'ABATTAGE 276
5.2.3.2. LA MISE A MORT A LA FERME 279
5.2.3.3. LES ACTES CHIRURGICAUX 280
5.2.3.4. EVITER LES BOITERIES ET LES ESCARRES 282
5.2.3.5. EPOINTAGE DES DENTS DES PORCELETS 283
5.2.3.6. EPOINTAGE DES BECS CHEZ LES VOLAILLES 284

5.3. SOULAGER LA DOULEUR PAR UN TRAITEMENT PHARMACOLOGIQUE 284

5.3.1 PRINCIPES GENERAUX DU TRAITEMENT DE LA DOULEUR EN MEDECINE VETERINAIRE 284
5.3.1.1 GENERALITES 284
5.3.1.2. QUELQUES TECHNIQUES DE CONTENTION PHYSIQUE 286
5.3.1.3. RAPPEL SUR LES ASPECTS ZOOTECHNIQUES DU TRAITEMENT DE LA DOULEUR 286
5.3.1.4. ANESTHESIES LOCALES 287
5.3.1.5. UTILISATION D'ANTALGIQUES SYSTEMIQUES 288
5.3.1.6. LA CONTENTION CHIMIQUE – SEDATION OU ANESTHESIE GENERALE 289
5.3.2. LES LIMITES DE L'UTILISATION DE SUBSTANCES PHARMACOLOGIQUES CHEZ LES ANIMAUX D'ELEVAGE 289
5.3.2.1. CONTRAINTES CULTURELLES 289
5.3.2.2. CONTRAINTES ECONOMIQUES 293

5.3.2.3 CONTRAINTES REGLEMENTAIRES 293
5.3.3. QUELQUES EXEMPLES DE TRAITEMENT DE LA DOULEUR EN PRATIQUE RURALE BOVINE 302
5.3.3.1. BOITERIES, AFFECTIONS DU PIED OU ARTICULAIRES 302
5.3.3.2. MAMELLES ET TRAYONS 302
5.3.3.3. DOULEUR VISCERALE 302
5.3.3.4. APPAREIL GENITAL 302
5.3.3.5. CALCULS URINAIRES 303
5.3.3.6. RECOURS A UNE ANESTHESIE GENERALE 303

5.4. CONCLUSION 304

5.5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 305

5.1. Démarche générale pour limiter la douleur en élevage

La douleur est un élément du bien-être animal qui doit être pris en compte au cours des différentes étapes des systèmes d'élevage des animaux de production. Les moyens d'agir pour prévenir et contrôler la douleur doivent impérativement être adaptés aux besoins individuels des animaux et ils doivent aussi prendre en compte leurs caractéristiques comme l'espèce, la race, l'âge, leurs particularités comportementales et le type de procédure douloureuse réalisée, ainsi que l'étendue de l'atteinte tissulaire et l'intensité de la douleur provoquée (Bufalari et al., 2007).

Les experts du comité Brambell ont explicité en 1965 les cinq droits fondamentaux (de l'anglais, « the five Freedom ») des animaux destinés à la production de denrées alimentaires (Brambell, 1965). Ces cinq points définissent les critères minimaux pour assurer le bien-être des animaux d'élevage :

- L'absence de faim, de soif et de malnutrition, par un accès permanent à de l'eau potable et à une alimentation couvrant les besoins physiologiques ;
- L'absence d'inconfort, par un accès à un environnement approprié à l'espèce, incluant des zones de repos ;
- L'absence de douleurs, de blessures et de maladies, par des soins vétérinaires préventifs, des diagnostics rapides et des traitements adéquats ;
- La possibilité d'exprimer les comportements normaux appartenant au répertoire de l'espèce, par l'accès à des espaces suffisants, à des infrastructures adéquates et en compagnie de congénères de la même espèce ;
- L'absence de situations génératrices de peur et d'anxiété, en assurant des conditions d'environnement et des traitements qui évitent la souffrance mentale.

La prise en charge de la douleur chez les animaux d'élevage devrait donc faire partie intégrante des systèmes de production.

5.1.1 La règle des « 3S » comme principe à prendre en compte pour limiter la douleur chez les animaux d'élevage

L'usage des animaux de laboratoire (rongeurs, lagomorphes, porcs, petits ruminants,…) dans le cadre de l'expérimentation animale est un domaine où historiquement l'utilisation des animaux par l'homme avait révélé des insuffisances en matière de bien-être animal. Les progrès dans ce domaine ont été considérables et la démarche suivie pour les animaux de laboratoire est exemplaire pour toute démarche visant à améliorer le sort d'animaux utilisés par l'homme. Sans remettre en question l'intérêt de l'utilisation des animaux par l'homme dans un but scientifique, la question éthique de limiter au plus les maltraitances et les douleurs des animaux de laboratoire s'est imposée dès la fin du XIXème siècle (Autissier, 2008). Ce sont les principes de William Russell et Rex Burch (1959) qui ont fondé la manière actuelle d'appréhender le problème de l'utilisation des animaux de laboratoire. Reconnaissant que tout être capable de souffrance mérite de la considération (Singer, 1977), il a été proposé que tout devait être entrepris pour <u>remplacer</u> les animaux par des approches alternatives, pour en <u>réduire</u> le nombre au minimum nécessaire lorsque leur utilisation était incontournable, et enfin d'<u>améliorer</u> (raffiner) les procédures employées pour qu'elles causent le moindre mal, les moindres douleurs et les moindres souffrances (Flecknell, 2002). Ces considérations (nommées les « 3R » : *Replace, Reduce, Refine*), initialement négligées et peu prises en compte, se sont finalement imposées et régissent désormais l'utilisation des animaux en recherche expérimentale. Elles influencent toute la réglementation sur le contrôle de l'expérimentation animale et elles sont reprises dans plusieurs textes législatifs (ex. L'*Animal Procedures Act* au Royaume-Uni). Ces règles ont orienté la façon de rechercher les solutions pratiques permettant de limiter et de rationnaliser

l'utilisation des animaux de laboratoire et elles ont été incitatrices de travaux scientifiques à mener sur ce sujet. De plus, la mise en place d'un système permettant de guider la recherche de solutions au problème de la douleur et des souffrances animales a eu des répercussions positives sur la qualité des résultats scientifiques et sur les conditions de travail des personnels en contact avec ces animaux (Flecknell, 2002).

Un aspect particulièrement probant de la réussite en matière de prise de conscience de la douleur et de sa prise en charge chez les animaux de laboratoire a été l'apparition de comités d'éthique locaux ; ils sont chargés de surveiller et de juger du respect de l'intégrité des animaux de laboratoire lors de leur utilisation (Autissier, 2008). Ces postes sentinelles sont rapidement devenus obligatoires et ils se portent garants que l'utilisation des animaux est justifiée et que toutes les mesures sont bien prises afin d'appliquer la règle des « 3 R ». La professionnalisation et la réglementation des procédures visant à la prévention de toute souffrance inutile passent ainsi par la qualification et les compétences de l'expérimentateur, l'engagement de sa responsabilité, la justification du processus de recherche et le recours à des comités d'éthiques pour en évaluer les protocoles et garantir la légitimité de la démarche entreprise (Autissier, 2008).

La démarche suivie pour les animaux de laboratoire mérite d'être considérée pour améliorer la situation des animaux d'élevage. Même si les solutions pratiques doivent être envisagées au cas par cas et en adéquation avec les conditions propres à chaque filière de production, il n'est pas irréaliste de penser qu'une approche plus globale des questions posées permettrait de proposer des solutions génériques visant à éviter ou limiter la douleur chez les animaux de ferme. On peut même anticiper que ces solutions pourraient être bénéfiques à la qualité de la production ainsi qu'aux conditions de travail des personnels impliqués.

A titre d'exemple d'une démarche plus globale visant à limiter la douleur chez les animaux d'élevage, citons le dispositif réglementaire de l'office vétérinaire fédéral suisse sur la protection des animaux. Un texte intitulé « Exigences légales en matière d'intervention sur des animaux vivants » (2005) sert de cadre pour éviter autant que faire se peut les interventions douloureuses et lorsqu'elles sont inévitables, d'avoir recours à une substance anesthésique*. Afin de faciliter l'usage des antalgiques ou des anesthésiques par les éleveurs procédant eux-mêmes aux interventions, l'accès à ces médicaments a été encadré. Parallèlement, la formation des éleveurs à leur usage raisonné a été mise en place.

Dans le même esprit, les conditions d'élevage et des mesures de gestion appropriées pourraient permettre d'éviter certaines interventions douloureuses ou de les remplacer par des méthodes moins génératrices de douleurs. Il est cependant périlleux de préjuger des pratiques qui amélioreraient les conditions de vie des animaux sans faire appel aux données scientifiques. Nous envisagerons dans ce chapitre de présenter à titre d'exemples certaines mesures qui semblent possibles compte tenu des travaux scientifiques existants, et de les classer dans un ordre basé sur une règle des « 3 S » en analogie aux « 3 R » : les solutions visant à <u>supprimer</u> certaines pratiques d'élevage à l'origine de douleur, les solutions visant à <u>substituer</u> ces pratiques lorsqu'elles sont améliorables mais indispensables et les solutions visant à <u>soulager</u> la douleur lorsque celle-ci n'est pas évitable (Mellor et al., 2008). Une traduction possible des « 3S » est : *Suppress, Substitute and Soothe*.

Ces solutions peuvent être regroupées en cinq types :

- En l'absence de justification et de solutions alternatives, l'utilisation de la procédure jugée douloureuse est supprimée.
- Élever des animaux qui ne nécessitent plus le recours à la procédure jugée douloureuse.
- Remplacer la procédure jugée douloureuse par une autre technique, moins douloureuse.
- Améliorer la procédure jugée douloureuse afin d'en limiter le caractère douloureux.
- Traiter la douleur.

5.1.2. Difficultés rencontrées pour limiter la douleur

5.1.2.1. Relation entre la limitation de la douleur et les autres composantes du fonctionnement des systèmes d'élevage

Les systèmes d'élevage sont actuellement conçus pour optimiser les coûts de production tout en garantissant la sécurité sanitaire des aliments (absence de dangers biologiques et chimiques) notamment par la maitrise des troubles de santé des animaux. Selon l'enquête de l'Afssa intitulée « les français mangent-ils mieux qu'il y a dix ans » (Lafay, 2009) menée en 2006-2007, il apparaît que la première motivation des consommateurs pour acheter une denrée alimentaire est le prix (60% des réponses) alors que le mode de production n'est cité que dans 6% des réponses (voir le tableau 70 du rapport). Cela indique que l'utilisateur final de l'aliment n'est pas très sensibilisé aux questions de bien-être animal et que les consommateurs n'exercent pas de pression collective dans ce domaine à travers leurs choix d'achats. Depuis 1960-1970 (Fraser, 2009), il est devenu évident que l'animal devait être protégé activement pour garantir son bien-être et favoriser sa « bientraitance* » (Milhauld, 2007).

Les tentatives d'amélioration de la bientraitance des animaux d'élevage sont actuellement centrées sur trois objectifs distincts : la santé physique et la satisfaction des besoins physiologiques des animaux, la minimisation des situations négatives pour l'animal (douleur, peur, anxiété,…), et la possibilité pour l'animal d'exprimer les comportements propres à son espèce. Ces différents objectifs sont souvent poursuivis mais dans des proportions variables selon les filières, avec des critères d'évaluation différents et avec parfois des résultats antinomiques. Lorsque la priorité est donnée à l'état de santé et aux performances physiologiques, on s'attache à optimiser par exemple les taux de morbidité* et de mortalité* ainsi que les indices de reproduction et d'efficacité alimentaire. Lorsque la priorité vise la réduction des expériences négatives des animaux, on fait appel à des échelles d'évaluation de la douleur et du stress. Enfin si l'intérêt se porte sur les comportements des animaux, on juge du bien-être par la réalisation d'éthogrammes. Chacune des trois approches a apporté des résultats globalement bénéfiques pour le bien-être des animaux. Dans des conditions particulières d'élevage, une approche isolée n'optimisant qu'un seul aspect peut engendrer des situations globalement inappropriées (Fraser, 2009). C'est ainsi qu'un logement en cases individuelles privant l'animal de contacts sociaux, permet de mieux contrôler l'environnement, de limiter le développement de maladies et d'éviter les blessures dues à des conflits entre les animaux mais ce type de logement peut aussi se révéler globalement négatif pour l'animal en raison du développement de désordres comportementaux liés à l'absence de contacts sociaux. Chez le porc, Stolba et Wood-Gush (1984) ont mis en place des études privilégiant les comportements naturels en développant un environnement d'élevage *a priori* idéal à leur expression (dans un cadre expérimental et non commercial). Cette solution a été ultérieurement invalidée en raison des problèmes de santé des nouveau-nés avec un taux de mortalité à la naissance jugé comme trop élevé (Edwars, 1995). En définitive si certaines solutions peuvent être proposées pour éviter ou limiter la douleur, il convient de les mettre en œuvre en prenant en compte un contexte plus large à la fois économique, sanitaire, médical et éthologique.

5.1.2.2 Exemple d'atteinte de l'intégrité de l'animal liée aux performances zootechniques.

Les rapports du contrôle des performances des bovins allaitants de l'Institut de l'Elevage rapportent que la fréquence des césariennes* chez les bovins allaitants a été stable au cours des neufs dernières années. Chez les races à objectif de production élevé, le taux de césariennes reste cependant élevé ; il est d'environ 10% pour les primipares* dans la race charolaise et de 4-5% sur l'ensemble des vêlages* dans la carrière des femelles (jusque 10 saisons de vêlage). Le recours à la césarienne est nettement plus élevé pour la race blanc-bleu belge ; en 2006 pour un effectif d'environ 22.000 têtes, 80% des vêlages ont nécessité une césarienne. Le recours à la césarienne est une technique chirurgicale qui peut être

considérée comme une alternative efficace et peu douloureuse lorsqu'elle est bien gérée, en comparaison d'un vêlage rendu difficile - voire impossible - par la taille trop importante du veau à la naissance chez ces races à viande (Webster, 2002). Cependant le recours systématique à la césarienne afin d'éviter les complications liées à un vêlage difficile pose une question éthique relative à une race dont la reproduction par voie « naturelle » est devenue impossible et donc sur la légitimité de sélectionner une race qui ne pourrait assurer sa survie sans l'aide des éleveurs et des vétérinaires (Larrère & Larrère, 2004). La sélection d'animaux impropres à assurer la survie de leur espèce dans l'objectif d'augmenter leur production peut être considéré comme une atteinte à leur intégrité (Buhk, 1999). Seule une sélection sur des veaux moins lourds et de gabarit plus petit à la naissance ainsi qu'un accroissement de la taille du bassin de la mère peuvent permettre de revenir à une mise-bas par voie naturelle sans complication (Coopman et al., 2004; Mounier et al., 2007).

5.1.2.3 Exemple de solution inacceptable pour limiter la douleur

L'amélioration de la résistance de l'animal à la douleur comme solution pour en limiter les répercussions physiologiques est techniquement envisageable. La sélection génétique et à terme, les manipulations génétiques, pourraient être utilisées pour créer des souches d'animaux résistants à la douleur plutôt que de reconsidérer les systèmes d'élevage. Le caractère éthiquement acceptable ou non de cette approche se pose déjà chez les animaux de laboratoire avec la création de souches de souris rendues génétiquement insensibles à la douleur (Nassar et al., 2004). Récemment, Cox et al. ont identifié l'importance clinique chez l'Homme de mutations génétiques portant sur les mêmes gènes (Cox et al., 2006), démontrant les implications que pourraient avoir la manipulation de ces parties du génome. Un enquête a été réalisée pour connaître l'acceptabilité d'une telle approche dans le domaine de l'expérimentation animale (Gardner & Goldberg, 2007). Il en résulte que, malgré le confort d'utilisation pour l'expérimentateur de tels animaux pour conduire des essais incluant des procédures douloureuses, le jugement de la plupart des personnes interrogées a été négatif. L'opposition à l'usage de ces animaux rendus insensibles à la douleur a été motivée non seulement par le risque d'abus qui pourraient être commis, mais aussi au nom de la valeur intrinsèque de tout animal sensible et de la volonté de respecter la vie. Les plans de sélection génétique permettent de mettre en place plus progressivement des phénotypes résistants que les manipulations génétiques effectuées en laboratoire. Cela s'accompagne généralement d'une meilleure acceptabilité sociétale du critère sélectionné. La sélection d'animaux toujours plus résistants à la douleur dans le but de les adapter à certaines pratiques et conditions d'élevage reste cependant une pratique très controversée.

5.1.2.4 Compatibilité du cahier des charges de l'élevage biologique avec la prise en charge médicale de la douleur

Les objectifs principaux des systèmes de production de type biologique sont d'allier « les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles et l'application de normes élevées en matière de bien-être animal » (préambule du règlement 834/2007). Dans ce cadre, les traitements médicamenteux sont délibérément limités et ne doivent pas être utilisés de manière préventive. L'accent est mis sur la prévention des maladies grâce à de bonnes conditions de logement et d'hygiène, une alimentation adaptée aux besoins physiologiques des animaux et l'utilisation de races adaptées aux conditions de vie des animaux (règlement CE N°889/2008). Par ailleurs les vaccinations sont autorisées. Une des pierres angulaires de l'élevage biologique est donc la limitation des traitements allopathiques en privilégiant les médecines alternatives (règlement 889/2008)). Le risque est alors celui d'un défaut de traitement (non traitement ou traitement avec approches alternatives n'ayant pas fait l'objet d'une démonstration d'efficacité comme pour l'homéopathie). Ce type d'élevage pourrait donc être à l'origine d'une diminution du bien-être animal dans certaines situations où les problèmes de santé et la douleur des animaux ne seraient pas traités par les traitements appropriés. Les traitements pharmacologiques sont autorisés à titre curatif mais en nombre limité (trois par an pour les

animaux vivant plus d'un an, un seul pour les autres) et un délai de commercialisation des produits doublé par rapport à l'élevage standard. Si ces conditions ne sont pas respectées, les animaux ou leurs produits ne sont plus considérés comme biologiques et sont donc vendus à moindre prix.

La prise en charge de la douleur dans les élevages biologiques est donc possible et les éleveurs doivent être formés et conseillés pour choisir les bonnes options. L'accompagnement des éleveurs a d'ailleurs fait ses preuves pour des exemples précis comme le traitement des mammites dans les élevages biologiques de vaches laitières (Vaarst et al., 2003), démontrant le rôle crucial de stratégies de décisions explicites et bien encadrées sur la base des observations propres à chaque élevage. Par ailleurs, Cabaret et al. (2009) ont montré, dans le cadre de la lutte antiparasitaire chez les moutons en élevage conventionnel ou biologique, que les éleveurs en production biologique étaient plus enclins à une surveillance accrue et individualisée du troupeau. Ils relevaient plus rapidement la survenue de signes cliniques d'une maladie chez un animal et étaient capable de minimiser le recours systématique et prophylactique aux antiparasitaires sans augmenter l'incidence de maladies parasitaires. En revanche, les éleveurs conventionnels se reposaient plus largement sur le traitement de l'ensemble des animaux du troupeau car l'observation individualisée des animaux est jugée trop chronophage (Cabaret et al., 2009). Cette attitude des éleveurs biologiques devrait être favorable aux animaux puisqu'une bonne observation est nécessaire pour identifier les individus en état de douleur qu'il faut traiter. Si les éleveurs biologiques semblent bien disposés pour le diagnostic et le traitement de la douleur chez les animaux, il importe de leur définir des stratégies claires et bien expliquées par un encadrement technique approprié (Nicourt et al., 2009).

5.1.2.5 Exemple des élevages de volailles avec volière et/ou parcours comme solution aux problèmes de bien-être

Nonobstant le manque d'information individuelle concernant les taux de fréquentation du parcours, la possibilité d'y avoir accès donne potentiellement l'opportunité aux volailles d'exprimer certains comportements considérés comme des priorités comportementales et peut donc être considéré comme un facteur bénéfique pour leur bien-être.

Une approche globale de la notion de bien-être nécessite toutefois une prise en considération globale des implications du système et notamment vis-à-vis de la santé et de la mortalité. Concernant le poulet de chair, la comparaison avec les résultats obtenus pour le poulet standard est délicate puisque tout à la fois, les conditions d'élevage, l'âge d'abattage et les génotypes* mis en œuvre diffèrent.

En dépit de cette réserve, les données du terrain montrent que, sur les cinq dernières années, la mortalité moyenne en élevage de poulet biologique est voisine de 4%, inférieure à 3% en élevage « labels », pour des génotypes comparables, et d'environ 5% en production standard en claustration, pour des génotypes dont la durée d'élevage est plus courte (Delabrosse, 2009).

A l'opposé, la mortalité observée chez les poules pondeuses en production biologique, reste légèrement plus élevée par rapport aux autres systèmes plein-air et surtout, elle est environ le double de celle observée dans les « systèmes cages » (Magdelaine, 2006). Cette mortalité résulte de pathologies communes aux différents systèmes, mais aussi de la fréquente manifestation du comportement de picage qui est favorisé par le plein air. La sélection en cours pour des génotypes adaptés aux productions plein-air devrait contribuer à réduire la prévalence du picage. Hormis ce problème de mortalité, des taux très élevés de fractures (>50%) sont également observés chez les poules pondeuses au niveau du bréchet dans les systèmes alternatifs (en particulier les volières), fractures observées en fin de période d'élevage mais qui ont généralement une origine ancienne (Wilkins et al., 2004).

5.1.2.6 Exemple d'échec du traitement de la douleur lors de la castration du poulet de chair (chaponnage)

Lorsqu'un oiseau est apporté en clinique vétérinaire pour subir une intervention chirurgicale, il est considéré comme indispensable de pratiquer un traitement analgésique*, et dans la plupart des cas une anesthésie générale* (Longley, 2008). Diverses méthodes sont possibles pour permettre d'établir la perte de conscience chez un oiseau, dont certaines sont simples et rapides (exemple : anesthésie générale par inhalation à l'isoflurane). En parallèle, divers produits ont été reconnus comme de bons anesthésiques généraux (exemple : la kétamine) ou des antalgiques efficaces (exemples : le butorphanol, le meloxicam) chez les oiseaux (Paul-Murphy & Fialkowski, 2001). Concrètement, il ne fait aucun doute qu'un oiseau étant programmé pour une castration chez un vétérinaire est soumis à une anesthésie et reçoit un traitement de la douleur adéquat. En revanche, la castration effectuée chez le poulet de chair en élevage de production (appelée chaponnage) est réalisée sans aucune mesure, ni pour prévenir ou éviter la douleur durant l'intervention, ni pour apaiser la douleur postopératoire. Diverses substances analgésiantes et des anesthésiques locaux* ou généraux ont été testés (Martrenchar et al., 2001). L'utilisation d'anesthésiques généraux serait délicate à mettre en œuvre car les durées d'action étant très hétérogènes chez les oiseaux, les premiers animaux vigiles doivent immédiatement être écartés de leurs congénères afin d'éviter le cannibalisme. Par ailleurs, des complications postopératoires peuvent résulter de souillures des plaies. Les auteurs évoquent la possibilité d'associer un traitement préalable avec un tranquillisant* et un anesthésique local, mais aucune méthode ne s'est révélée satisfaisante.

5.1.2.7 Exemple de la coupe des dents et des queues chez le porc d'engraissement

La caudophagie* est un trouble comportemental d'origine multifactoriel dans lequel les facteurs alimentaires, environnementaux et génétiques ont tous une implication (EFSA, 2007). La coupe de queue dans le jeune âge permet de réduire fortement le risque de caudophagie dans les élevages (EFSA, 2007). Sachant qu'il a été montré que l'enrichissement du milieu, notamment la présence de litière, et le maintien de groupes stables permettent de réduire les risques de caudophagie (Schroder-Petersen & Simonsen, 2001), ceci pourrait constituer une alternative à la coupe de queue. Par ailleurs la prévention des carences, d'origine alimentaire ou infectieuse, en certains minéraux (fer, iode par exemple) ou acides aminés (tryptophane par exemple) est également nécessaire (EFSA, 2007). Enfin, la prise en compte du risque de cannibalisme dans les critères de sélection des animaux serait une aide supplémentaire. Compte tenu du rôle très important de l'enrichissement du milieu dans la prévention de la caudophagie, il n'est pas possible dans l'état actuel des élevages de ne pas couper la queue des porcs. En effet, il n'est pas possible d'apporter de la litière aux porcs lorsque les sols sont sur caillebotis*, tel que c'est le cas actuellement dans presque tous les élevages standards de porcs. Ceci n'est pas le cas dans les élevages biologiques et la grande majorité des porcs n'ont d'ailleurs pas la queue coupée dans ces élevages (Prunier & Lebret, 2009).

L'arrêt de l'épointage des dents chez les porcelets est envisageable sans qu'il y ait de problèmes majeurs à attendre. Certains travaux ont démontré que l'abandon de cette méthode ne provoquait pas plus d'apparition de lésions sur les mamelles des truies, mais un léger accroissement des lésions cutanées sur les porcelets. En fait, comme le stipule la législation, cette technique ne devrait être appliquée qu'au cas par cas lorsque des blessures apparaissent chez les truies ou les porcelets et que les autres causes possibles (absence ou insuffisance de production de lait notamment) ont été écartées. L'épointage des dents est très peu pratiqué en élevage biologique (cf. Chapitre 4) sans que cela semble poser problème, mais dans un cadre structurel et sanitaire différent de la plupart des élevages standards. Peu de données sur le long terme permettent de conclure à la possibilité de l'extension de ces mesures à une plus grande population. L'apparition de blessures cutanées que les porcelets s'infligent entre eux est cependant à prendre en compte.

L'inclusion de cette alternative dans un cahier des charges particulier participe positivement à inciter les éleveurs à la mettre en application avec une reconnaissance de la part du consommateur. Pour être efficace, ce dernier point nécessite cependant une bonne communication vers les consommateurs sur les objectifs (sanitaires, nutritionnels ou organoleptiques) et les atouts (zootechniques, bien-être) des différents systèmes de production, labels ou étiquetages qui leur sont proposés.

5.1.3 Exemple de réussite à l'abandon d'une méthode douloureuse

Il est souvent difficile de prouver qu'une pratique douloureuse et infondée peut être abandonnée sans répercussion économique ou sanitaire notable. Un exemple passé est la coupe de la queue chez les vaches laitières, initialement réalisée dans le but principal de limiter les souillures des mamelles et les mammites. Il a été démontré que l'absence de caudectomie n'avait aucun effet délétère significatif sur la propreté de la mamelle, sur le risque de leptospirose* et sur la qualité du lait produit (Stull et al., 2002). La solution au problème éthique de la coupe de queue, dans ce contexte, fut tout simplement son interdiction dans de nombreux pays (Tucker et al., 2001).

Certaines races de chevaux de traits (Ardennais, Auxois, Boulonnais, Breton, Cob Normand, Comtois, Percheron, Poitevin mulassier, Trait du Nord) ont traditionnellement été systématiquement caudectomisées (Lefebvre et al., 2007). La caudectomie fut longtemps réalisée par section rapide et cautérisation de la queue. Cette pratique était liée à des raisons zootechniques et culturelles. Les nobles pratiquaient la caudectomie pour différencier leurs chevaux de ceux des pauvres. A l'abolition des privilèges, la caudectomie s'est généralisée à la fois pour des raisons culturelles (paraître riche) et de sécurité pour les cochers (la queue peut attraper et arracher les rênes). La caudectomie, au-delà de la douleur liée à l'intervention elle-même (qui peut être contrôlée par des analgésiques), est jugée comme définitivement invalidante pour le cheval car elle le prive d'un moyen de lutte important contre les insectes (Stull et al., 2002). Elle n'est actuellement pratiquée qu'occasionnellement, en raison de réglementations incitatives, et lorsqu'elle est pratiquée une technique chirurgicale aseptique sous contrôle analgésique médicamenteux est mise en place.

Il est à noter que si l'article 2 du Protocole d'Amendement à la Convention Européenne sur la Protection des Animaux dans les Elevages (Conseil de l'Europe, Strasbourg, 6.II.1992) stipule que « les procédures d'élevage qui causent ou sont susceptibles de causer des souffrances ou des dommages à tout animal ne doivent pas être pratiquées », aucune référence particulière n'est faite à la caudectomie.

Un autre point de la réglementation relatif au statut du cheval de trait mérite d'être souligné. Le cheval de trait est un animal au statut potentiellement ambivalent du fait que si certains chevaux sont destinés à des travaux agricoles, forestiers ou à la boucherie, d'autres sont élevés sans réelles vocations agricoles. Or la Directive 98/58/CE du Conseil du 20 juillet 1998 concernant la protection des animaux dans les élevages spécifie que « *la présente Directive établit des normes minimales relatives à la protection des animaux dans les élevages. Elle ne s'applique pas aux animaux destinés à participer à des compétitions, à des expositions ou à des manifestations ou activités culturelles ou sportives*. » La question se pose alors du statut de ces chevaux. Doivent-ils être rattachés à la catégorie des animaux de compagnie, à savoir des « animaux qui vivent en compagnie de l'homme » ? Il est alors à noter que la Convention européenne pour la protection des animaux de compagnie stipule que les interventions chirurgicales destinées à modifier l'apparence d'un animal de compagnie ou à d'autres fins non curatives doivent être interdites, en particulier la coupe de la queue. Bien que la caudectomie chez les chevaux de traits ne soit pas explicitement interdite en France, les chevaux nés à partir de 1996 et caudectomisés « sont exclus des concours et manifestations organisés et subventionnés par le service des Haras [Nationaux], des courses et de l'équitation ». Ces chevaux sont également « exclus des achats du service des Haras, des courses et de l'équitation» (Arrêté du 19 janvier 1996). Un cheval caudectomisé dans un autre pays est interdit de concours. Selon les syndicats, seuls

certains chevaux (essentiellement des Traits du Nord) utilisés pour les travaux agricoles ou forestiers seraient encore caudectomisés (Lefebvre, 2006). Une autre exception concernerait le Trait du Nord, pour lequel une tolérance permettrait aux animaux caudectomisés de concourir mais pas d'encaisser le montant des prix qu'ils remporteraient. Il s'agit bien là de mesures incitatives particulières ayant pour but de pénaliser l'utilisation d'une technique jugée éthiquement inacceptable en raison de son caractère douloureux.

5.1.4 L'utilisation de démarches incitatives pour la prise en charge de la douleur chez les animaux d'élevage par les éleveurs

L'incitation des éleveurs à avoir recours à des techniques alternatives ou des traitements dans le but de limiter la douleur en élevage joue un rôle important. Cette incitation peut provenir de la législation ou bien se faire à travers la mise en place de cahiers des charges privés associés à une valeur ajoutée au produit final. Par exemple, la coupe des dents et des queues chez les porcelets est pratiquée quasi systématiquement dans les élevages conventionnels mais est évitée en agriculture biologique. Compte tenu de l'importante part de marché de la grande distribution, des démarches volontaires issues de leur initiative peuvent également être un facteur clé dans l'évolution des pratiques (Anil et al., 2005; Fraser, 2008; Fulponi, 2006). A un autre niveau, les entreprises de restauration des groupes Mac Donald et Center Parcs, par exemple, ont affiché publiquement leur désir de ne plus utiliser de viande de porcs issus de porcs castrés à vif sans traitement pharmacologique. Une collaboration entre producteurs, distributeurs, vétérinaires, comportementalistes et représentants de l'état allant dans ce sens semble émerger en Grande-Bretagne afin de permettre au mieux la mise en place de mesures contre les douleurs en situations d'élevage (Waddle, 2008). Un autre exemple concerne la castration des porcs aux Pays Bas. Pendant une réunion organisée à Noordwijk (Pays-Bas) en 2008, dans le cadre du projet Pigcas, toutes les organisations impliquées dans la production de viande de porc, des éleveurs aux supermarchés, se sont engagées à interdire la castration des porcs en 2015 et, d'ici là, à anesthésier tous les porcs pendant la castration (PIGCAS, 2008). Ceci est une condition imposée par la distribution sous la pression des organisations de défense du bien-être animal. Les éleveurs ne peuvent plus vendre les porcs non anesthésiés lors de la castration sur le marché hollandais. Le gouvernement hollandais a modifié la législation nationale pour rendre possible l'anesthésie au CO_2 en élevage commercial de porcs. Les appareils à CO_2 ont été payés par la distribution et le prix de la viande fraîche a été augmenté de quelques centimes par kg afin de créer un fond de compensation pour les éleveurs.

5.1.5 Conclusion

L'absence de douleurs, de blessures et de maladies, par des soins vétérinaires préventifs, des diagnostics rapides et des traitements adéquats est un droit de base pour les animaux d'élevage. Afin de spécifiquement rechercher des solutions contre la douleur en élevage, la technique des « 3 S » peut être adoptée, permettant ainsi de classifier les méthodes visant à éviter, limiter ou traiter la douleur. Ces mesures peuvent se heurter à des contraintes directes lorsqu'elles impliquent des conséquences négatives sur les plans économiques, sanitaires, médicaux ou comportementaux. La mise en place de mesures incitatives et l'application d'une réglementation adaptée peuvent faciliter l'utilisation de solutions pour éviter, limiter ou traiter la douleur chez les animaux d'élevage. (cf. paragraphe 5.3.2.3 : législation, formation et information des acteurs des filières).

5.2 Options pour prévenir et diminuer la douleur chez les animaux d'élevage

5.2.1 Action sur les animaux : perspectives et limites de l'amélioration génétique

Une possibilité consiste à améliorer les capacités d'adaptation des animaux par sélection génétique, voire à cibler la sélection spécifique de certains caractères d'adaptabilité (Kanis et al., 2004; Rhydmer & Lundeheim, 2008). Le but n'est pas de créer des animaux capables de résister à une dégradation éventuelle des conditions d'environnement, mais plutôt de restaurer des capacités d'adaptation et de résistance (robustesse) qui ont été perdues au cours du processus de sélection sur des critères orientés essentiellement vers la production (Star et al., 2008). De plus les objectifs de sélection devraient toujours respecter l'intégrité de l'animal, ainsi que défini par le *Centre for Ethics and Law* de Copenhague (Dahl Rendtorff & Kemp, 2000).

5.2.1.1 Exploitation des connaissances disponibles

Un bon exemple est celui de la sensibilité au stress aigu chez le Porc. Bien que la mutation responsable du syndrome ait été mise en évidence en 1991 (Fujii et al., 1991), l'allèle de sensibilité n'a pas été complètement éradiqué en raison du léger avantage qu'il confère sur le rendement en viande, en dépit de son impact négatif sur les critères de qualité, en interaction avec le stress de transport (Larzul et al., 1997; Monin et al., 1999; Perez et al., 2002a; Perez et al., 2002b). De façon plus radicale encore, on peut se poser la question de la conservation de génotypes extrêmes (culards* par exemple).

Chez les volailles le gène « cou nu » (« Na ») est utilisé dans certains croisements à croissance lente car il permet, entre autres, d'améliorer la résistance à la chaleur (Mérat, 1990). L'augmentation de la température ambiante n'est pas en elle-même douloureuse, mais les volailles ont souvent du mal à s'y adapter, ce qui peut conduire à une situation désagréable pour l'animal (réduction de la consommation, hyperventilation, augmentation de la température corporelle et de la fréquence cardiaque...), voire à la mort de l'animal par hyperthermie. Le gène « cou nu » réduit la masse de plumes de 20 % chez les hétérozygotes à 40 % chez les homozygotes, ce qui facilite l'évacuation de la chaleur corporelle et améliore le confort de l'animal. Ce gène très étudié s'accompagne d'autre part d'une meilleure immunocompétence des poulets, ce qui suggère une meilleure résistance à certaines maladies (Fathi et al., 2008).

5.2.1.2 Recherche d'une réponse génétique à des problèmes ponctuels

La castration du porcelet (avec tous les problèmes de douleur et bien-être associés) pourrait devenir inutile si la sélection génétique permettait une diminution de la production d'androstenone et de scatol, molécules responsables d'une odeur désagréable de la viande. On sait en effet que la teneur des graisses en ces molécules a une composante génétique et la recherche est très active pour en découvrir les mécanismes moléculaires dans un but de sélection (Robic et al., 2008). Voir ci-dessous (paragraphe 5.2.2.1).

5.2.1.3 Génétique et robustesse

Cette stratégie consiste à introduire dans le schéma de sélection des caractères non directement liés à la production, mais qui contribuent à la résistance des animaux face aux caractéristiques de l'environnement. Celles-ci comprennent des caractéristiques liés à la viabilité des nouveau-nés, à la longévité des animaux, à la qualité des aplombs, à la résistance aux maladies, ainsi qu'à des propriétés de résistance plus générale résumées sous le terme de robustesse, définie par Knap (2005) comme *'la capacité de combiner un potentiel de production élevé avec la résistance au stress, permettant l'expression complète d'un potentiel de production élevé dans une grande variété d'environnements'*. Les efforts de

sélection peuvent être ciblés sur des caractères particuliers ou sur des critères de résistance plus intégrés.

Par exemple, dans plusieurs espèces (porcs, poulets), l'augmentation de la fréquence des troubles ostéo-articulaires* (qualité des aplombs, ostéochondrose articulaire) a été considérée comme une conséquence de la sélection sur la vitesse de croissance. L'héritabilité élevée de troubles locomoteurs tels que le varus-valgus* de l'angulation tarsienne* (Le Bihan-Duval et al., 1996) ou la dyschondroplasie* tibiale (Sheridan et al., 1978; Wong-Valle et al., 1993) a permis de contre-sélectionner ces anomalies. La prévalence de plusieurs troubles locomoteurs a ainsi pu être réduite très significativement chez les volailles de chair : alors que les boiteries pouvaient atteindre environ 20% d'un troupeau (Kestin et al., 1992; Kestin et al., 1999), une enquête de l'Institut Technique Avicole français montre que ces troubles ne poseraient plus de problèmes en élevage (Mirabito & Renouf, 1998). Chez la poule pondeuse, il a été montré que la qualité du tissu osseux est un caractère assez héritable et des QTL* en relation avec la densité osseuse ont été identifiés (Brandstrom et al., 2003; Rubin et al., 2007). Cela suggère qu'une sélection vis-à-vis de ce caractère pourrait être efficace et permettre de réduire le nombre de fractures osseuses dues à l'ostéoporose* chez ces oiseaux. De même chez le porc, la prise en compte de la qualité des aplombs dans les critères de sélection permet d'améliorer rapidement ce caractère (Knap, 2009).

De façon similaire, la sélection pour un plus grand nombre de porcelets à la naissance s'est accompagnée d'une diminution de la maturité et de la survie des nouveau-nés (Foxcroft et al., 2006). La prise en compte de ce caractère dans les critères de sélection permet d'augmenter le pourcentage de porcelets sevrés (Knap, 2008).

La sélection génétique permet également de modifier la réponse immunitaire dans de nombreuses espèces. Chez les poules pondeuses par exemple, on a pu sélectionner des lignées expérimentales sur différentes composantes de cette réponse : fort taux d'anticorps lors de la vaccination contre la maladie de Newcastle, forte réponse cellulaire mesurée par hémagglutination* et forte activité de phagocytose* (Pinard-van der Laan, 2002). L'utilisation de ce type de sélection doit permettre de réduire la prévalence des maladies infectieuses et par conséquent, les phénomènes douloureux qui sont susceptibles d'y être associés. Cependant, ces sélections n'ont été menées que dans un cadre expérimental et le lien direct avec les phénomènes douloureux n'est pas encore établi. Chez les bovins laitiers, le nombre de cellules somatiques du lait*, en rapport avec les mammites, a été introduit depuis plusieurs années dans les objectifs de sélection, ainsi que d'autres caractères dits 'fonctionnels' tels que la longévité et la fertilité (Colleau & Regaldo, 2001).

L'ampleur des variations d'un caractère pour un génotype donné est principalement liée aux influences diverses de l'environnement ou à la variabilité d'expression du génotype dans différents environnements. La sensibilité à l'environnement ('robustesse') peut être évaluée de façon globale par analyse de norme de réaction (*reaction norms analysis* (Knap, 2008)). Cette approche reste cependant très lourde en termes d'acquisition de données (voir discussion dans Knap, 2008). La sélection canalisante, qui vise à réduire la sensibilité d'un génotype à l'environnement, a été appliquée à divers caractères comme le poids à la naissance chez le lapin (Garreau et al., 2008) ou le pH ultime de la viande de porc, avec des succès variables (San Cristobal-Gaudy et al., 1998).

Une hypothèse pathophysiologique impliquant l'axe neuroendocrinien* de réponse au stress (axe corticotrope*) permet d'envisager une nouvelle stratégie de sélection. En effet, la sélection pour une vitesse de croissance élevée et des carcasses maigres s'est accompagnée d'une réduction de la production de glucocorticoïdes, principales hormones de réponse au stress avec le système nerveux sympathique* (Foury et al., 2009), si bien que les races porcines les plus sélectionnées (Large White, Landrace) présentent les niveaux de production de cortisol* les plus faibles (Foury et al., 2005). Cette évolution résulte de l'action physiologique des hormones glucocorticoïdes qui favorisent l'accumulation de gras au détriment des protéines (Foury et al., 2007) et ont aussi une action négative sur l'efficacité alimentaire (Hennessy & Jackson, 1987; Knott et al., 2008). Cependant ces influences

négatives sur les caractères de production sont contrebalancées par les influences positives des hormones glucocorticoïdes sur différents caractères plus directement liés aux questions de douleur et de bien-être, comme la survie des nouveaux-nés (Leenhouwers et al., 2002) ou la résistance au stress (ex. stress thermique : Michel et al., 2007) et aux maladies. Il a été montré dans plusieurs espèces que la sélection génétique permet de modifier la réponse de stress évaluée par le taux de glucocorticoïdes sanguins. Chez la caille, cette sélection est accompagnée de modifications comportementales comme des réactions de fuite, des stress sociaux, etc (Odeh et al., 2003a; Odeh et al., 2003b; Satterlee & Johnson, 1988), elle est donc susceptible d'influencer l'occurrence des blessures en élevage. Ces relations entre variabilité génétique de l'axe corticotrope et réactivité comportementale sont bien illustrées par des travaux récents chez la souris (Touma et al., 2008). Les réponses de stress sont influencées par de nombreux polymorphismes génétiques (Mormede et al., 2002), ce qui permet d'envisager une sélection sur marqueurs lorsque l'objectif de sélection sera mieux défini.

5.2.1.4 Génétique et comportements

Un certain nombre de caractéristiques comportementales ont des conséquences importantes pour le bien-être des animaux, et peuvent entraîner des manifestations douloureuses. C'est le cas des tendances agressives (intra spécifiques ou vis-à-vis de l'homme), du comportement maternel, du développement de comportements déviants (picage, cannibalisme). Le comportement est une fonction émergente complexe qui intègre un grand nombre de caractéristiques de l'environnement et de l'individu, mais toutes ces dimensions du comportement sont en particulier influencées par des facteurs génétiques (Mormede, 2005; Rydhmer, 2005).

Les comportements agressifs.

Les comportements agressifs sont une manifestation extrême des comportements sociaux. Ils représentent un problème important pour l'élevage et peuvent être source de douleur liée aux lésions (le plus souvent cutanées) et à leurs complications (abcès) induites par les combats, voire de troubles plus graves chez des animaux sensibles (déclenchement du syndrome de stress aigu). Il existe plusieurs formes d'agression dont les mécanismes neurobiologiques divergent. De nombreux travaux chez les espèces de laboratoire ont montré l'importance des facteurs génétiques dans les variations inter individuelles des comportements agressifs. Les gènes candidats concernent principalement les systèmes sérotoninergique et dopaminergique (Maxson & Canastar, 2007; Miczek et al., 2001; Naumenko et al., 1989; Nelson & Chiavegatto, 2001; Popova, 2006; Popova & Koryakina, 1981; Popova et al., 1993; Seo et al., 2008; Sih et al., 2004).

Chez le porc par exemple, les comportements agressifs s'observent principalement lorsque des animaux non familiers sont mélangés (en ferme, dans les camions de transport, dans les aires d'attente à l'abattoir). Ces comportements agressifs affectent le bien-être des animaux (stress social, lésions dues aux morsures), la productivité et la qualité des produits (rendement de carcasses, qualité de la viande). L'héritabilité des tendances agressives a été confirmée chez le porc ($h2 = 0.17-0.24$) (Gade et al., 2008; Giersing & Studnitz, 1994; Grandinson, 2003; Grandinson et al., 2003; Hellbruggel et al., 2008; Lovendahl et al., 2005; Quilter et al., 2008; Turner et al., 2008; Turner et al., 2006; Vangen et al., 2003). Une forme particulière d'agression concerne le comportement de la mère vis-à-vis des nouveau-nés (Chen et al., 2008; Gade et al., 2008; Grandinson, 2003; Grandinson et al., 2003; Hellbruggel et al., 2008; Lovendahl et al., 2005; Quilter et al., 2008; Vangen et al., 2003).

Les comportements déviants.

Parmi les comportements susceptibles d'être modulés par des facteurs génétiques, celui de picage chez les volailles est sans aucun doute celui qui a des conséquences les plus dramatiques pour l'animal puisqu'il consiste à donner des coups de bec aux congénères, voire leur arracher les plumes et peut mener au cannibalisme. Ce comportement a une

héritabilité estimée de 0,07 à 0,56 (Bessei, 1984a; Bessei, 1984b; Buitenhuis & Kjaer, 2008; Buitenhuis et al., 2004; Cuthbertson, 1980; Hocking et al., 2004; Jensen et al., 2005; Kjaer & Sorensen, 1997; Kjaer et al., 2001; Rodenburg et al., 2003; Rodenburg et al., 2004; Su et al., 2005). Historiquement Craig et Muir ont réussi à réduire le comportement de picage en sélectionnant des poules en groupes sur la réduction de ponte et sur la mortalité qui est essentiellement due au cannibalisme (Craig & Muir, 1998). Un dispositif permettant de quantifier automatiquement les coups de bec a permis de sélectionner des poules avec un écart de 74 % entre lignées haute et basse, mais le picage mesuré au sol dans ces lignées ne diverge que de 28 % (Bessei, 1996). Une expérience de sélection sur le nombre de coups de bec donnés pendant une période de 2h30 a permis de sélectionner une lignée basse où seulement 49% des poules ont ce comportement contre 75% dans la lignée haute (Kjaer et al., 2001). Plusieurs QTL ont été associés à ces traits de comportement, mais les mesures comportementales étant longues et peu compatibles avec les exigences de la sélection, il est possible que leur prise en compte soit améliorée à moyen terme par l'obtention de marqueurs génétiques (Jensen et al., 2008).

La caudophagie chez le porc diffère selon les races et pourrait être corrélée génétiquement avec la teneur en viande maigre (Breuer et al., 2003; Breuer et al., 2005).

Les comportements de peur.

Ils peuvent également induire des blessures et de la mortalité en élevage. Les expériences de sélection de Mills et Faure sur la caille japonaise ont montré qu'il était possible de réduire ces comportements en utilisant un test simple, comme le test d'immobilité tonique qui mime une situation de contact avec un prédateur et où l'on mesure le temps que l'oiseau met à se redresser après qu'on l'ait placé sur le dos (Mills & Faure, 1991). La recherche des gènes contrôlant ce comportement a débuté chez ces animaux et l'analyse de génomique positionnelle a permis de mettre en évidence un QTL associé à ce caractère (Beaumont et al., 2005). Là encore l'introduction de ce caractère comportemental dans les schémas de sélection permettrait de réduire le nombre de blessures, mais cette mesure est assez longue ce qui nuit à sa mise en œuvre au niveau commercial.

En conclusion, l'héritabilité des caractères de réactivité comportementale (tempérament agressif, émotivité, comportements déviants) suggère que l'on puisse sélectionner les animaux pour éliminer les phénotypes extrêmes. Cependant, les désordres comportementaux ont le plus souvent une origine multifactorielle, avec une forte influence des facteurs d'environnement et de conduite d'élevage. En plus, la quantification fine de ces caractères reste délicate et il n'est pas encore envisageable d'introduire ces phénotypes dans des schémas de sélection à grande échelle. Finalement, la génétique moléculaire des comportements en est encore à ses balbutiements et un gros effort de recherche sera nécessaire pour détecter les polymorphismes génétiques porteurs de variabilité et qui pourraient être utilisés en sélection. Une stratégie proposée par Muir (2005), la sélection de groupe, vise à réintroduire les effets de compétition sociale dans les programmes de sélection.

5.2.2 Remplacer la procédure à l'origine de la douleur par une autre technique

Les interventions (mutilations) douloureuses sans protocole analgésique (pas systématique, dans certains systèmes) sont fréquentes en élevage (cf. Chapitre 4).

Les procédures dont le caractère douloureux est le plus évident sont les mutilations par acte chirurgical. Un moyen de lutte contre la douleur chez les animaux d'élevage est le remplacement des procédures chirurgicales par des techniques alternatives. L'amélioration et les traitements antalgiques afin de limiter ou traiter la douleur induite demandent souvent un changement d'organisation et ils ont un coût financier. Le remplacement d'un acte chirurgical par une méthode alternative non chirurgicale est la solution idéale lorsqu'elle est

possible. Pour illustrer ce point, nous décrirons les alternatives non chirurgicales à la castration du porcelet comme exemple.

5.2.2.1. Les alternatives non chirurgicales à la castration des porcelets

Au lieu d'essayer de réduire la douleur lors de la castration chirurgicale classique, on peut envisager de castrer les animaux par d'autres moyens ((EFSA, 2004b) ; revues bibliographiques : (Prunier & Bonneau, 2006; von Borell et al., 2009)). Il existe actuellement une solution qui consiste à neutraliser, par des anticorps spécifiques, l'hormone hypothalamique GnRH qui elle-même contrôle la LH (hormone hypophysaire) nécessaire au maintien de l'activité testiculaire. Un vaccin est commercialisé depuis plusieurs années en Australie et plus récemment dans d'autres pays (Brésil par exemple). Ce vaccin vient de recevoir son Autorisation de Mise sur le Marché dans l'UE sous le nom d'Improvac®. Les informations relatives à son utilisation et sa sécurité d'emploi sont énoncées dans le Résumé des Caractéristiques du Produit (RCP, Improvac®)[1] . Une autre alternative consiste à élever des mâles entiers comme cela se fait déjà dans certains pays (par exemple près de 100% des porcs mâles en Angleterre et de 30% en Espagne (Fredriksen et al., 2009). Cependant, aucune de ces alternatives n'est dépourvue d'inconvénients (Tableau 1). Le principal problème de l'élevage des mâles entiers est la présence des odeurs sexuelles lors de la cuisson des viandes. Ces odeurs, susceptibles de provoquer un rejet de la part des consommateurs, sont dues à la présence de deux composés malodorants : l'androsténone (phéromone produite par les testicules à partir de la puberté) et le scatol (molécule issue de la dégradation du tryptophane dans le gros intestin dont la dégradation par le foie est inhibée par les hormones sexuelles) ((EFSA, 2004b) ; revues bibliographiques : (Lundström et al., 2009; Prunier & Bonneau, 2006)).

Tableau 1. Avantages et inconvénients des méthodes alternatives possibles à la castration chirurgicale sans anesthésie des porcelets.

Méthode alternative	Avantages	Inconvénients
(1) Productions de porcs mâles entiers avec *a- Tri des carcasses à odeurs trop fortes* *b- Sélection génétique pour limiter la production de substances odorantes*	- Carcasses plus maigres (meilleure qualité nutritionnelle de la viande) - Réduction des quantités d'azote exportées dans les effluents en raison d'une meilleure rétention protéique - Couts de production plus bas en raison d'une meilleure efficacité alimentaire	- Présence des odeurs sexuelles liées à la présence d'androsténone et de scatol - Autres problèmes de qualité de la viande : viande « sombre » et/ou moins tendre et tissus adipeux plus mous - Augmentation des comportements d'agressivité et de monte, et donc conditions de bien-être dégradées pour certains animaux
(2) Immunocastration (Disponible suite à autorisation européenne de mise sur le marché d'un vaccin en 2009)	- Méthode efficace pour supprimer les odeurs sexuelles liées à la présence d'androsténone et de scatol. - Efficacité alimentaire et rejets d'azote proche des mâles entiers avant qu'ils soient immunisés - Comportements proche des mâles castrés lorsqu'ils sont immunisés (moins de comportements agressifs et de montes).	- Contrôles des carcasses pour vérifier que l'immunisation est effective - Comportements proches du mâle entier (montes sexuelles et agressivité) avant l'immunisation - Réticence du consommateur face à un vaccin à visée anti-hormone sexuelle.
(3) Castration chirurgicale avec anesthésie et analgésie	- Suppression des odeurs sexuelles liées à la présence d'androstér/none et de scatol - Absence d'effets secondaires - Coûts de mise en œuvre faibles si effectuées par les éleveurs	- Coûts supplémentaires par rapport à la situation actuelle - Il existe un débat concernant la mise en œuvre des analgésies* et anesthésies par les vétérinaires ou par d'autres personnes habilitées

[1] RCP, Improvac® Hhttp://www.emea.europa.eu/vetdocs/vets/Epar/improvac/improvac.htmH

La consommation de porcs mâles entiers est envisageable à condition (1) d'avoir recours à un procédé fiable d'évaluation des odeurs sur la chaîne d'abattage pour les traiter en conséquence et (2) que la fréquence des animaux présentant des odeurs indésirables ne soit pas trop élevée. En effet, il serait possible d'utiliser les carcasses présentant une odeur sexuelle dans des préparations particulières car les odeurs sexuelles ne sont pas ou peu perçues dans les produits consommées froids (rapports : (EFSA, 2004b; PIGCAS, 2008); revues bibliographiques : (Lundström et al., 2009; Prunier & Bonneau, 2006)). De plus, il serait possible de diluer les viandes posant problème avec d'autres dans des saucisses par exemple ou de « masquer » les odeurs indésirables. Tout ceci n'est évidemment possible que si le volume de viande à traiter n'est pas trop élevé. S'il fallait éliminer des carcasses à causes des odeurs sexuelles, cela poserait un problème à la fois sur le plan économique et sur le plan éthique.

L'évaluation efficace de ces odeurs nécessite de définir des seuils d'acceptabilité pour les consommateurs, mais aussi de disposer de méthodes efficaces et peu coûteuses pour quantifier les odeurs sexuelles. Des procédés ont été testés ou sont en cours de développement, mais il n'existe actuellement aucune méthode satisfaisante (rapports : (EFSA, 2004b; PIGCAS, 2008); revues bibliographiques : (Lundström et al., 2009; Prunier & Bonneau, 2006))

Les facteurs génétiques jouent un rôle important pour le contrôle de la teneur des graisses en androsténone et moindre pour celle du scatol qui dépend plus fortement de l'alimentation et des conditions environnementales (revues bibliographiques : Prunier & Bonneau, 2006; Robic et al., 2008; Zamaratskaia & Squires, 2009) . L'identification de gènes impliqués dans le contrôle de l'androsténone et du scatol suggère que l'on peut espérer obtenir une solution par sélection génétique. Cependant, d'éventuels effets négatifs sur la maturation sexuelle et les performances des animaux d'une sélection contre l'androsténone compliquent la tâche (revues bibliographiques : Prunier & Bonneau, 2006; Robic et al., 2008; Zamaratskaia & Squires, 2009).

Bien que l'immunocastration ait fait ses preuves sur le plan technique, une incertitude demeure quant à la proportion d'animaux pour lesquels la vaccination échouerait (PIGCAS, 2008), et donc éventuellement, quant à la nécessité de recourir à un contrôle des carcasses pour vérifier qu'elles soient bien indemnes d'odeurs sexuelles (méthodes de tri similaires à celles des carcasses de mâles entiers vues précédemment). De plus, les effets sur le bien-être animal sont encore peu documentés (revues bibliographiques : Prunier & Bonneau, 2006; von Borell et al., 2009) . D'autres incertitudes existent sur l'acceptabilité du grand public concernant ce procédé et les risques encourus par le personnel manipulant et administrant le vaccin (PIGCAS, 2008). Cependant une enquête réalisée auprès des porteurs d'enjeu montre que bien qu'il y ait des réticences vis-à-vis de cette technique, il n'y a pas de rejet marqué (Bonneau et al., 2009). De même, une enquête suédoise récente montre que le risque sanitaire potentiel lié à l'utilisation de biotechnologies est accepté par les consommateurs pour améliorer le bien-être des animaux tant que le goût de la viande reste inchangé (Lagerkvist et al., 2006). En Suisse, la castration avec anesthésie et analgésie* est maintenue en parallèle comme solution alternative à l'immunocastration afin de proposer les deux types de produits aux consommateurs[2] .

En conclusion, l'application de l'élevage des mâles entiers ou de l'immunocastration suppose un ajustement du traitement des carcasses dans la filière de production porcine.

[2] voir Hhttp://www.konsumentenschutz.ch/medienmitteilungen/archive/2008/11/19/ferkelkastration-konsumenteninteressen-auch-beruecksichtigen-2.htmlH ; http://www.konsumentenschutz.ch/files/pdfs/downloads/09_01_28_umfrage_ferkelkastration.pdf

5.2.3 Améliorer la procédure afin d'en limiter le caractère douloureux

5.2.3.1 L'abattage

La technique principalement appliquée pour éviter le développement de douleurs lors de la mort de l'animal, est d'établir correctement un état d'inconscience avant l'abattage. Des guides de bonnes pratiques existent et sont d'une grande utilité sur le terrain (Interbev, 1996).

a. Conduite des animaux pendant la période du pré-abattage et de l'abattage : application des règles élémentaires.

Une meilleure conception des équipements et des structures du chargement et du déchargement, des bouveries et des couloirs de conduites dans les abattoirs permettrait de faire avancer les animaux plus facilement. Par conséquent, l'utilisation de l'aiguillon électrique et des bâtons serait limitée (Grandin, 2005; Troeger & Woltersdorf, 1991) (Grandin 1991). Dans l'aménagement des abattoirs, il serait important par exemple d'éviter les obstacles visuels, les ombres ou autres changements de couleurs ou de texture du sol, des changements abrupts de luminosité sur le parcours des animaux qui les aveuglent. Par exemple, les néons doivent être orientés en parallèle des couloirs, et non en perpendiculaire, le box d'étourdissement doit être éclairé (Grandin, 1991) (Grandin, 2005; Interbev, 1996). Il faut également concevoir l'abattoir de manière à faciliter le flux des groupes d'animaux. Il s'agit d'éviter des virages trop abrupts dans les couloirs, et de privilégier les virages arrondis, d'éviter des rétrécissements dans les couloirs qui interrompent le flux des animaux (Grandin, 1980; Interbev, 1996). Lors de la conception de l'abattoir il faut éviter que les zones de conduite (par exemple pour la reprise et l'arrivage) se croisent. Certaines avancées techniques ont permis des progrès importants pour faciliter la conduite des animaux, mais les coûts d'installation sont parfois lourds. Ainsi, pour faciliter la conduite, on peut installer des passerelles en hauteur. Pour empêcher que les animaux reculent, on peut installer des dispositifs anti-recul. Pour faciliter l'avancement des animaux on peut installer des tapis roulant ou des monorails (Grandin, 1980; Grandin, 1988; Grandin, 1994; Grandin, 1998; Grandin, 2001; Grandin, 2005).

Pour faciliter l'application de l'étourdissement, il est nécessaire que le box d'étourdissement contienne correctement l'animal, sans le serrer (Grandin, 2005). Il est également important que l'abattoir fixe des règles claires concernant l'organisation du travail et donne les moyens au personnel de les respecter en termes de temps et de cadence (Grandin, 1993). Ainsi il convient d'éviter de faire avancer les animaux si le poste suivant n'est pas prêt pour les recevoir et les prendre en charge ou de transférer un trop grand nombre d'animaux en même temps pour limiter les blocages au niveau des zones de rétrécissement dans les couloirs (Bourguet, en préparation). De même, il faut éviter de laisser seul un animal sur le quai, dans un couloir ou dans un parc pour limiter le stress dû à l'isolement ou d'utiliser l'aiguillon électrique pour relever un animal effondré dans un parc ou un couloir. Enfin, il faut avoir un pistolet disponible à tout temps pour les cas d'urgence en bouverie (animal effondré par exemple).

La formation du personnel est un aspect très important. Toutefois, alors que la majorité des abattoirs ne manquent pas de bonne volonté, ils n'ont souvent pas les moyens ni le savoir-faire pour appliquer les règles élémentaires. Enfin, plus les animaux sont stressés, plus il est difficile de les conduire. Ainsi, une amélioration de la prise en charge de la conduite des animaux va de paire avec une amélioration des conditions de travail du personnel et une meilleure sécurité (Grandin, 1993).

b. Application de l'électronarcose « tête corps » au lieu de « tête seule »

Il est généralement admis que l'application d'une troisième électrode permettant au courant de traverser le cœur et d'induire une fibrillation cardiaque* (électronarcose « tête-

corps ») permet dans la plupart des cas d'obtenir une électronarcose plus profonde et plus longue, et qu'elle induit souvent la mort. L'électroencéphalogramme (EEG*) montre l'absence de Potentiels Evoqués (PE*) et devient plat. Toutefois, il faut choisir les paramètres appropriés avec l'induction de fibrillation cardiaque (voir ci-dessous).

c. Limiter l'intervalle entre étourdissement et saignée

Un des objectifs de l'étourdissement est que l'inconscience dure suffisamment longtemps pour que l'animal ne reprenne pas conscience pendant la saignée. On peut optimiser deux points critiques : obtenir une durée d'inconscience la plus longue possible, et limiter l'intervalle entre étourdissement et saignée. Cet intervalle est particulièrement important dans le cas d'étourdissement réversible. Il dépend de contraintes techniques, par exemple le temps d'accrochage de l'animal, ou la présence de convulsions cloniques qui empêchent d'intervenir sur l'animal (Velarde et al., 2002). Pour une technique d'étourdissement donnée, on peut déterminer la durée d'inconscience la plus courte obtenue sur une série d'animaux. On connaît, pour la plupart des espèces, en fonction de la technique de saignée, le délai d'induction de la mort. On peut en conséquence, déterminer l'intervalle maximal acceptable entre étourdissement et saignée. Par exemple, chez le mouton, l'électronarcose « tête seule » doit être suivie en moins de 13 ou 14 secondes par la saignée, autrement il y a un risque de reprise de conscience par l'animal (Gregory & Wotton, 1984). De même, chez le porc, après une exposition de 100 secondes à 84% de CO_2 (au fond du puits), l'intervalle est de 35 secondes, après une exposition pendant 100 secondes à plus de 84 % l'intervalle est de 45 secondes et après 150 secondes d'exposition à plus de 84 % il est de 60 secondes (von Holleben et al., 2002). Enfin, il est important de prévoir le temps pour aiguiser les couteaux très régulièrement.

d. Adapter les paramètres de l'étourdissement

1/ Electronarcose. Les bons résultats de l'électronarcose dépendent de l'application correcte d'un courant suffisant au travers du cerveau et/ou du cœur. Cette application dépend d'un ensemble de paramètres qu'il faut prendre en compte. Il est important de respecter l'intensité minimale nécessaire pour induire l'inconscience, qui dépend de l'espèce et du sexe (Mouchonière et al., 1999; Raj, 2006). Les intensités nécessaires sont connues et il est important de paramétrer l'équipement selon ces connaissances. Toutefois, même si l'équipement est correctement paramétré, des courants insuffisants peuvent être appliqués. Tout aussi important est de bien entretenir l'équipement y compris la propreté des électrodes, et pour les systèmes automatiques, de veiller à ce que les électrodes sont positionnées sur la tête comme cela est préconisé par les textes.

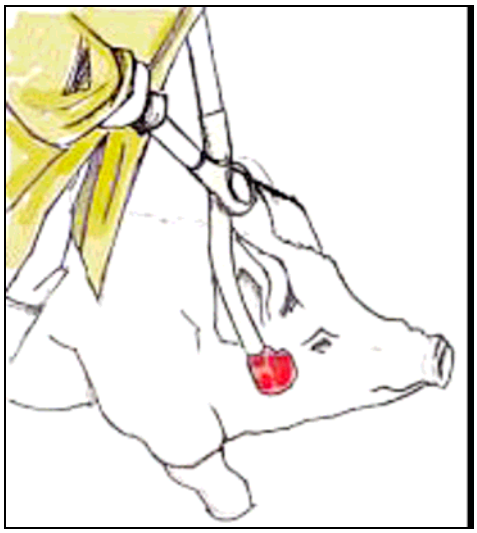


Figure 1 : Emplacement correct des électrodes pour induire l'étourdissement (d'après http://www.fao.org/docrep/007/y5454e/y5454e00.htm). Toutefois, d'autres positions sont possibles (voir Anil & McKinstry, 1998).

Pour les volailles, le courant minimal nécessaire pour induire l'inconscience et la durée de l'inconscience dépendent également de la fréquence du courant. En augmentant la fréquence de 50 Hz à 600 Hz, la durée d'état d'inconscience (et donc le délai disponible entre l'étourdissement et la saignée) diminue, mais également l'incidence des arrêts cardiaques (Gregory et al., 1991; Mouchonière et al., 1999; Mouchonière et al., 2000). Le courant que reçoit l'animal dépend de la résistance des crochets (qui forment la terre), de l'espèce de l'oiseau et du nombre d'oiseaux dans le bain en fonction de sa longueur (Raj & O'Callaghan, 2004). Ces deux derniers aspects sont liés : les bains électrifiés peuvent contenir jusqu'à 20 poulets ou 5 dindes. La résistance dépend du nombre d'oiseaux dans le bain, mais également de la propreté de l'eau, et de la résistance électrique des oiseaux, y compris de celle de leurs pattes (Bilgili, 1992; Schutt-Abraham et al., 1983; Sparrey et al., 1992). Pour induire une fibrillation cardiaque chez près de 100% des oiseaux, il faut choisir des paramètres électriques adaptés à l'espèce, et parfois même différents selon les sexes. Le courant est appliqué à 50 Hz et avec une intensité suffisamment élevée (exemples : poulets, 150 mA ; dinde, 150 mA ; dindon, 250 mA) (Gregory & Wotton, 1987; Mouchonière et al., 1999; Mouchonière et al., 2000).

2/ Pistolet à mèche captive. Le positionnement du pistolet dépend de l'espèce. Il doit être positionné sur le front pour la majorité des espèces.

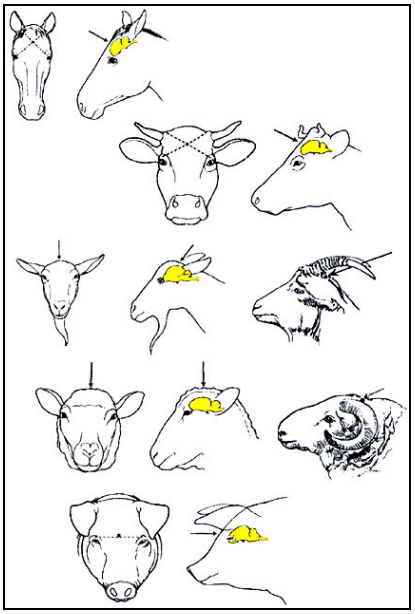


Figure 2 : Positionnement correct du pistolet à mèche captive selon les espèces (d'après http://www.fao.org/docrep/003/x6909e/x6909e09.htm#b8-Percussion%20stunning).

Si l'orientation vers les structures cérébrales est conservée, d'autres positions sont possibles, notamment pour le veau (Lambooy & Spanjaard, 1981). Pour les ovins avec cornes, il doit être positionné derrière la base des cornes, dans le creux de la nuque (« *poll position* ») et l'intervalle jusqu'à la saignée doit être de moins de 16 secondes (Daly &

Whittington, 1986). La pointe de la mèche doit s'enfoncer suffisamment profondément dans la boîte crânienne pour provoquer la perte de conscience ; par conséquent, la longueur de la mèche et la puissance de la cartouche doivent être adaptées au type d'animal et à la position du pistolet. Les cartouches doivent être stockées dans un lieu sur et sec. Un deuxième pistolet doit être prêt à l'emploi en cas de problèmes.

3/ Gaz. Il faut entretenir correctement l'équipement et respecter les concentrations de gaz prescrites. L'exposition en groupe a pour avantage d'éviter le stress de l'isolement. Il faut toutefois s'assurer que tous les animaux dans le groupe sont correctement exposés au gaz et que pendant l'exposition, leurs réactions comportementales n'en blessent pas d'autres. En particulier, les plumes des oiseaux contiennent de l'air pouvant diluer le gaz. Il faut éviter de gazer des animaux avec des lots trop grands pour éviter des intervalles jusqu'à la saignée trop longs, ce qui conduirait les derniers animaux à se réveiller avant la saignée (EFSA, 2004a). Alternativement on peut utiliser un système qui tue les animaux. Pour les oiseaux il s'agit d'une deuxième phase d'exposition à 80% de CO_2, pour les porcs on peut prolonger la durée d'exposition. Enfin, il convient d'avoir une deuxième technique d'étourdissement prête en cas d'urgence ou un animal serait mal étourdi ou se réveillerait (EFSA, 2004a).

e. Appliquer un étourdissement avant ou après l'abattage rituel

Dans certains pays on pratique l'étourdissement avant ou après la saignée rituelle. Ainsi, depuis 2005, l'étourdissement post-égorgement est pratiqué en Autriche, pour la consommation halal et shechita (Gsandter, 2005). En Angleterre, la majorité des animaux (viandes rouge et blanche) sont étourdis avant la saignée rituelle (FAWC, 2003). Augmenter la fréquence du courant évite la fibrillation ventriculaire et permet la réversibilité de l'étourdissement (Daly, 2005; Gregory et al., 1991). Ainsi, en Angleterre et aux Pays-Bas, on utilise chez les volailles un courant à haute fréquence, à 90-98V, permettant une électronarcose réversible. Dans ce pays, l'étourdissement des ovins et des chèvres se fait également par électronarcose réversible (Lankhaar & van de Nieuwelaar, 2005; Wesche, 2005). De même, en Nouvelle Zélande, pour l'abattage halal, on pratique l'électronarcose réversible. Ensuite, l'animal est rituellement égorgé avant de le saigner par une coupe thoracique (Pleiter, 2005).

f. Appliquer un étourdissement par mèche captive après la saignée rituelle, en cas de mauvais saignement (bovin)

L'objectif de la saignée rituelle est d'induire rapidement une perte de conscience. Toutefois, comme indiqué ci-dessus (voir Chapitre 4 sur les sources potentielles de douleur), la formation de « faux anévrismes* » peut retarder de manière importante la perte de conscience chez les veaux et les bovins. La mèche perforante, si elle est bien utilisée, peut rapidement induire une perte de conscience lorsque la saignée rituelle ne se déroule pas correctement. Daly et al. (1988) ont pu montrer que la mèche captive peut abolir instantanément les PE* et induire rapidement des ondes delta, même si l'EEG ne devient plat (activités d'amplitude inférieure à 10µV) qu'environ 70 secondes après son application. Dans une autre étude, l'utilisation d'une mèche captive non pénétrante a causé la cessation des réponses EEG à l'incision (Gibson et al., 2009; Mellor et al., 2009). Ainsi, l'application de la mèche perforante ou non perforante chez le bovin saignant mal abrègerait les douleurs et l'inconfort provoqués par la saignée rituelle. Une difficulté technique est peut-être de reconnaître le plus rapidement l'animal qui saigne insuffisamment.

5.2.3.2. La mise à mort à la ferme

Il existe actuellement très peu de données concernant le déroulement des mises à mort à la ferme (abattage sur place réalisé par l'éleveur sans consommation des carcasses) pour les situations d'urgence ou de convenance (lapereaux et poussins d'un jour que l'éleveur ne

souhaite pas conserver, éventuellement animaux malades). La réglementation est plus précise dans le cas des abattages sanitaires, mais ceci ne rentre pas dans le cadre de ce rapport d'expertise. Les animaux blessés ou affaiblis, qui ne sont pas aptes au transport à l'abattoir, relèvent d'un abattage technique à la ferme. Les termes de cette euthanasie ne sont toutefois pas clairement définis. L'euthanasie médicamenteuse réalisée par un vétérinaire s'adapte à peu de situations, principalement en raison des coûts. La directive 93/119/CE du Conseil du 22 décembre 1993 sur la protection des animaux au moment de leur abattage ou de leur mise à mort fixe des règles minimales communes pour la protection des animaux au moment de leur abattage ou de leur mise à mort dans la Communauté. L'application de ces règles est cependant peu contrôlée en élevage et peut potentiellement amener à des pratiques de mise à mort à la ferme douloureuses (étouffement, assommage). La mise à mort des lapereaux les plus faibles de chaque portée semble aussi rester sans réglementation malgré un nombre significatif d'individus concernés (systématiquement autour de 6-8% des naissances) (Jentzer, 2008). La nécessité de mettre en place des procédures opératoires normalisées détaillées et adaptées au terrain pour chaque situation et chaque espèce est soulignée dans la littérature (CE, 2008). Pour les petits animaux (moins de 3 kg), le broyage mécanique ou le gazage sont les techniques les plus employées car elles provoquent une mort rapide. Pour les animaux plus gros, la mise en place d'un processus d'étourdissement préalable à une mise à mort rapide standardisée et la vérification de la mort effective de l'animal sont préconisées. Le problème de la mise à disposition des éleveurs du matériel d'abattage ou des produits euthanasiants demeure cependant un obstacle non négligeable. Une solution basée sur la possibilité pour les éleveurs d'avoir recours à un service d'euthanasie à moindre coût géré par un groupement de techniciens formés à l'euthanasie a été proposée pour limiter les douleurs dues aux mises à mort non conformes. Enfin, il est important de signaler que le Règlement (CE) n° 1099/2009 du Conseil du 24 septembre 2009 sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort vient d'être publié au Journal Officiel.

5.2.3.3. Les actes chirurgicaux

a. L'écornage des veaux

La pratique de l'écornage des bovins sans anesthésie ni analgésie est reconnue douloureuse aussi bien chez le jeune que chez l'adulte (Taschke & Folsch, 1997). L'existence de douleur est confirmée par des études ayant démontré une augmentation du taux de cortisol plusieurs heures après l'écornage, ainsi qu'une augmentation de comportements spécifiques évocateurs (battements d'oreilles, mouvements de la tête) (Faulkner & Weary, 2000; Mellor et al., 2002).

Parmi les différentes techniques utilisables afin d'écorner les veaux, toutes ne sont pas équivalentes en termes de douleur. Ainsi, de nombreuses études rapportent que l'écornage par cautérisation à l'aide d'un fer chaud ou d'un fer électrique est moins douloureux que l'écornage à l'aide d'enduits ou de crayons chimiques (NaOH), lui-même moins douloureux que l'écornage à l'aide d'une cisaille (Stilwell et al., 2004a; Stilwell et al., 2004b; Sylvester et al., 1998).

Une fois retenue la technique la moins douloureuse, il convient alors de choisir le protocole permettant l'analgésie la plus efficace. Il apparaît que la pratique d'une anesthésie locale du nerf cornual par administration locale de 5 à 8 mL de Lidocaine à 2% diminue notablement la douleur pendant la période suivant immédiatement l'écornage lorsque celui-ci est pratiqué par la méthode de cautérisation. Si cette anesthésie précède un écornage réalisé par d'autres méthodes, la douleur est diminuée de façon moindre, bien que fortement en comparaison à l'absence d'anesthésie locale (Mellor et al., 2002; Stilwell et al., 2004b; Sutherland et al., 2002). Lorsque l'anesthésie du nerf cornual est correctement réalisée, l'analgésie procurée dure de 3 à 4 heures après l'écornage (Stilwell et al., 2004b).

Compte tenu du fait que l'analgésie procurée par le bloc* du nerf cornual ne dure que quelques heures, le recours à d'autres substances analgésiques se justifie. Ainsi, de

nombreuses études ont visé à évaluer l'intérêt de recourir à l'emploi d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), seuls ou en association avec le bloc* du nerf cornual. Plusieurs anti-inflammatoires ont fait l'objet d'études chez le veau (flunixine-méglumine, ketorpofen, meloxicam). Il en ressort que l'emploi d'AINS* 15 à 20 minutes avant l'écornage (pratiqué le plus souvent en même temps que le bloc du nerf cornual) abolit totalement la douleur lors d'écornage à l'aide de la méthode par cautérisation, et la réduit notablement lors d'écornage à l'aide d'une cisaille (Faulkner & Weary, 2000; Heinrich et al., 2009; Lepkova et al., 2007; Stewart et al., 2009; Stilwell et al., 2004b; Sutherland et al., 2002; Sylvester et al., 1998).

Au final, une revue assez récente (Stafford & Mellor, 2005) sur le sujet conclue que :

- la cautérisation est la méthode d'écornage la moins douloureuse,
- le protocole analgésique idéal est la combinaison d'une sédation* à l'aide d'alpha2-agonistes (xylazine), d'une administration préopératoire d'un AINS, et d'une anesthésie locale* du nerf cornual avant l'écornage.

b. La castration des veaux

Les méthodes permettant de castrer les veaux peuvent se classer en trois grandes catégories : la castration par écrasement (à l'aide de la pince de Burdizzo principalement), la castration par striction (à l'aide d'un élastique le plus souvent) ou la castration par exérèse chirurgicale, encore appelée méthode sanglante (Kent et al., 1996).

La castration des bovins est reconnue comme une procédure douloureuse quels que soient la technique utilisée et/ou l'âge de l'animal castré (Molony et al., 1995; Robertson et al., 1994). L'existence de douleur aiguë est déduite de l'augmentation de la cortisolémie et de postures et comportements anormaux (immobilité ou au contraire hyperactivité et hyperesthésie* avec piétinement, coup de pieds) (Molony et al., 1995; Stafford et al., 2002; Ting et al., 2005). L'existence de douleurs chroniques est quant à elle déduite de l'observation de comportements spécifiques, en direction du site de castration : léchage de la plaie, mouvements de tête, mouvements de la queue (Molony et al., 1995; Stafford et al., 2002; Thüer et al., 2007; Ting et al., 2003) ainsi que des anomalies de posture (Thüer et al., 2007).

Parmi les différentes techniques de castration, toutes ne sont pas équivalentes en termes de douleur. Les méthodes de castration par écrasement à l'aide de la pince de Burdizzo ainsi que la castration chirurgicale entraînent une douleur aiguë durant au moins 3 heures (Molony et al., 1995; Robertson et al., 1994; Stafford et al., 2002). Une étude visant à comparer les différentes techniques chirurgicales de castration rapporte que la castration à l'aide de la pince de Burdizzo est moins douloureuse que la castration chirurgicale (Stafford et al., 2002).

L'âge de l'animal castré est, pour une même technique, un facteur de variation de la douleur engendrée. Ainsi, la castration est moins douloureuse pour un veau âgé d'une semaine en comparaison de celle engendrée chez un veau âgé de trois à six semaines (Robertson et al., 1994). De même, la douleur associée à la castration d'un veau âgé de 3 à 6 semaines est moindre que celle d'un veau âgé de 45 jours (Ting et al., 2005).

Le recours à une anesthésie locale par l'infiltration dans le pôle distal du testicule de 3 à 5 ml de lidocaïne à 2% diminue (sans abolir) la douleur lors de castration à la pince de Burdizzo ou lors de castration chirurgicale (Fisher et al., 1996; Stafford et al., 2002), tandis que cette anesthésie locale ne semble pas abolir la douleur aiguë lors de castration à l'élastique par striction sur une longue période de temps (Stafford et al., 2002). Le recours à des AINS* réduit lui aussi la douleur associée à la castration par pression à la pince de Burdizzo (Ting et al., 2005). L'association d'une anesthésie locale* et d'un AINS* abolit quant à elle la douleur lors de castration par la méthode chirurgicale ou par pression à l'aide d'une pince de Burdizzo (Stafford et al., 2002). Une étude récente rapporte la possibilité de gérer la douleur de longue durée suite à une castration à la pince de Burdizzo en administrant « à la demande » de la lidocaïne via une administration épidurale (Stilwell et al., 2008).

Au final, il ressort de la littérature que la castration des veaux devrait se pratiquer:

- Le plus tôt possible : de préférence à une semaine d'âge et pas après 45 jours d'âge,
- En utilisant la méthode par écrasement à l'aide de la pince de Burdizzo,
- Et enfin en utilisant un protocole analgésique associant une administration d'un AINS 20 minutes avant la procédure, et d'une anesthésie locale par infiltration de lidocaïne à 2% (environ 5 mL) dans le pôle distal de chaque testicule.

c. Pas ou moins de douleur en bas âge ?

Dans certains cas, il est encore considéré que les animaux en bas âge ressentent moins de douleur que les animaux adultes. Ainsi, il est autorisé de castrer les porcelets sans aucune analgésie ni anesthésie en dessous de l'âge de 8 semaines mais pas au-delà. De même il est parfois recommandé de couper la queue des agneaux le plus tôt possible sans avoir besoin de prévenir et de traiter la douleur. Cependant, l'analyse détaillée de la bibliographie chez le porc par exemple montre que les porcelets ont mal lors de la castration quel que soit leur âge (revues bibliographiques : Prunier et al., 2006; von Borell et al., 2009). Par ailleurs, des états d'hypersensibilité somato-sensorielle prolongés ont été décrits chez les enfants subissant par exemple une circoncision. Ces patients présentent 4 à 6 mois plus tard des scores de douleur plus élevés lors d'une vaccination de routine (Taddio et al., 1997). Ce phénomène tardif par lequel des douleurs infligées tôt dans la vie néonatale augmentent ultérieurement la sensibilité à la douleur, mais aussi la sensibilité au stress (Anand et al., 1999) est lié à la plasticité neuronale, c'est-à-dire à une altération permanente des circuits neuronaux impliqués dans la physiologie de la douleur (Anand, 2000). Il est à noter que les interventions dites de convenance sont souvent pratiquées en période néonatale (castration, caudectomie, écornage…), et on doit s'interroger sur l'existence chez les animaux de rente de ce phénomène (Vinuela-Fernandez et al., 2007) qui a également été démontré expérimentalement chez les rongeurs (Ruda et al., 2000). Il a bien été montré que les actes chirurgicaux réalisés sur les porcelets, agneaux et veaux en bas âge étaient douloureux (cf. Chapitres 3 et 4) sans qu'on s'interroge sur l'existence à long terme d'une sensibilité accrue à la douleur de ces animaux. Il résulte de ces données que la réalisation des pratiques douloureuses en période périnatale ne peut pas être recommandée comme mesure permettant d'omettre tout traitement de la douleur. La réalisation de techniques chirurgicales en bas âge est parfois justifiée car les mutilations tissulaires sont moindres en raison de leur petite taille, la cicatrisation est rapide et certaines espèces bénéficient d'une meilleure protection immunitaire que dans les semaines suivantes (cas du porc : revue bibliographique de von Borell et al., 2009). De plus, le travail peut être mieux réalisé grâce à une meilleure contention. Dans certains cas, cela ne conduit pas toujours à un état d'hypersensibilisation, comme chez les volailles par exemple, pour lesquelles des travaux (Gentle et al., 1997; Lunam, 2005) montrent qu'un épointage précoce (1-2 jours) et modéré du bec supérieur (< à 50%) a une incidence faible (10 jours) à nulle (70 jours) sur la formation de névromes*.

En conclusion, il peut être justifié de réaliser des interventions chirurgicales chez les animaux en bas-âge pour des raisons techniques et médicales, mais cela ne doit pas justifier l'absence de traitement de la douleur si la technique est jugée potentiellement douloureuse. De plus, le risque de perturber le développement du système nociceptif* de l'animal avec des répercussions à long terme doit être envisagé.

5.2.3.4. Eviter les boiteries et les escarres

Exemple chez les volailles

Les troubles locomoteurs chez les volailles correspondent à des entités de natures différentes : cliniques, morphologiques ou lésionnelles. Derrière ce terme, sont regroupés les boiteries, les défauts d'aplombs et les anomalies osseuses. Les boiteries correspondent à un

trouble de la locomotion et elles peuvent s'accompagner de phénomènes douloureux car elles sont fréquemment associées à des anomalies articulaires (cf. Chapitre 3). Ces boiteries peuvent être d'origine infectieuse (arthrites bactériennes ou virales) et être traitées par des agents anti-infectieux ou prévenues par des mesures de prophylaxie sanitaire. Mais chez les volailles de chair à forte vitesse de croissance, les troubles locomoteurs sont complexes et d'origine multifactorielle. Ils engendrent des lésions osseuses spécifiques (dyschondroplasie* tibiale, dégénérescence de la tête fémorale) ou des déformations osseuses diverses (varus-valgus de l'articulation tarsienne). L'origine multifactorielle de ces maladies implique une combinaison de facteurs favorisants, génétiques (cf. Chapitre 4 paragraphe 4.3), mais également nutritionnels et zootechniques.

Ces maladies d'origine multifactorielle ont un dénominateur commun : la prévalence est généralement augmentée par les facteurs alimentaires stimulant la vitesse de croissance (Reiter & Bessei, 1998b). Une étude en élevage commercial a montré qu'un poids vif élevé est un facteur de risque important de développement des troubles locomoteurs (Sanotra et al., 2001). A ce titre, l'augmentation des apports énergétiques et protéiques est néfaste (Hester, 1994). Un rationnement ou une réduction des apports énergétiques permettent de réduire le nombre d'animaux boiteux (Leterrier & Constantin, 1996). L'utilisation de programmes lumineux imposant des nuits plus longues dans les premières semaines de vie, et ainsi une réduction de la consommation alimentaire, permet également de réduire la croissance au démarrage et de prévenir ultérieurement les troubles locomoteurs (Classen & Riddell, 1989; Classen & Riddell, 1990). Néanmoins, ces réductions de croissance peuvent s'avérer insuffisantes ou au contraire incompatibles avec les impératifs commerciaux car elles retardent l'âge à l'abattage.

Un autre moyen de prévention de troubles locomoteurs est de renforcer l'appareil musculo-squelettique lorsque l'animal est encore jeune en stimulant l'activité physique des animaux. Ainsi plusieurs expériences montrent que la prévalence de ces troubles est réduite si on force les animaux à se déplacer davantage en augmentant la distance entre les mangeoires et les abreuvoirs (Reiter & Bessei, 1998a). Néanmoins, cette mesure ainsi que l'adjonction de barrières, de perchoirs ou de rampes pour contraindre les poulets à plus d'activité ne sont pas toujours efficaces (Balog et al., 1997; Bizeray et al., 2002).

Il semble qu'une augmentation significative de l'activité ne puisse être obtenue de façon durable qu'en restreignant passagèrement la croissance des animaux. Des programmes récents d'alimentation ont permis de réduire la croissance au démarrage, augmenter l'activité et ainsi réduire les troubles locomoteurs, tout en maintenant des performances zootechniques compatibles avec les exigences commerciales (Bouvarel et al., 2004; Leterrier et al., 2008). Pour cela, les animaux sont nourris un jour sur deux avec un aliment riche en énergie et pauvre en protéine et le jour suivant avec un aliment pauvre en énergie et pauvre en protéine. Cette alternance alimentaire favorise l'activité physique. Cependant, elle ne permet de réduire les troubles locomoteurs que lorsqu'elle s'accompagne d'une réduction de la croissance (Leterrier et al., 2008) et est insuffisante à elle seule pour réduire la morbidité (Bouvarel et al., 2008).

5.2.3.5. Epointage des dents des porcelets

Même si l'épointage des dents à la meuleuse a moins de conséquences négatives sur les dents que la coupe des dents à la pince, cette technique induit néanmoins des lésions très fréquentes qui sont probablement sources de douleurs pour les porcelets (cf. Chapitre 4). Cette technique est peu efficace pour réduire les lésions cutanées sur les porcelets, les lésions des tétines des truies et pour améliorer le comportement maternel (cf. chapitre 4). Il est donc préférable que l'éleveur recherche les causes des problèmes constatés qui sont probablement liés à une production insuffisante de colostrum/lait ou à une taille excessive de la portée. Pour la production laitière, il devra s'interroger sur l'existence d'une pathologie au moment de la mise bas et pour la taille de la portée, il devra avoir une stratégie pour faire réaliser des adoptions de porcelets par d'autres truies.

5.2.3.6. Epointage des becs chez les volailles

Comme évoqué précédemment, l'implication pratique des données neuro-fonctionnelles concernant l'épointage et l'ablation du bec chez la volaille, en l'attente de la mise en œuvre d'approches qui pourraient permettre d'éviter sa pratique (conditions d'élevage, sélection génétique), serait un recours systématique à un épointage ou à un traitement du bec très précoce. Il convient de préciser que les résultats d'une étude récente conduite chez le canard de barbarie ont montré que si le traitement infra-rouge à 1 jour permet de contrôler le picage, cela n'était pas le cas avec un épointage au même âge.

La législation interdit l'épointage du bec dans certains pays européens (Suède, Norvège), mais son respect n'est actuellement possible que pour certains génotypes, comme par exemple les poules pondeuses Leghorn à œufs blancs.

5.3. Soulager la douleur par un traitement pharmacologique

Les méthodes de traitement de la douleur en médecine vétérinaire sont bien développées, et en théorie bien adaptées aux espèces d'élevage. Les traitements thérapeutiques disponibles chez les oiseaux et les poissons sont moins nombreux du fait de différences physiologiques et du faible nombre d'études chez ces espèces. En pratique, les traitements analgésiques et médicamenteux réellement autorisés sur un animal destiné à la production de denrées alimentaires sont peu nombreux en raison de certains freins (marché pharmaceutique réduit, limitation des risques de résidus médicamenteux, délivrance aux éleveurs). A ce titre, les traitements pharmacologiques interviennent plutôt en dernier recours et la priorité est plutôt accordée à la prévention (voir paragraphe 5.2.). Lorsque les sources de douleur ne peuvent être évitées (« supprimer ») ou améliorées (« substituer »), la possibilité d'administrer un traitement contre la douleur (« soulager ») devient alors un besoin éthique.

5.3.1 Principes généraux du traitement de la douleur en médecine vétérinaire

5.3.1.1 Généralités

Le traitement de la douleur peut être préventif (dans le cadre d'une intervention chirurgicale) ou curatif (pour une douleur déjà établie). Il vise à supprimer ou à réduire la perception initiale de la douleur (nociception*), mais aussi la composante émotionnelle souvent associée à l'évènement douloureux. Le traitement de la douleur doit prévenir la mise en place, à court terme, d'un état d'hypersensibilité secondaire (notamment postopératoire) sous-tendu par le phénomène physiologique du « wind-up » (ou encore d'embrasement). Enfin, il faudra prévenir sur le plus long terme la mise en place d'un état d'hyperalgésie*.

Le traitement de la douleur vise donc principalement à réduire les conséquences physiologiques d'un traumatisme ou d'une lésion tissulaire telles que :

- l'hyperalgésie : exagération de la douleur au site du traumatisme, principalement d'origine inflammatoire locale ;
- l'allodynie : douleur provoquée par de simples stimuli d'ordinaire non douloureux (touché, pression) jusqu'en dehors de la zone tissulaire traumatisée, d'origines inflammatoire et/ou spinale ;
- la sensibilisation centrale : douleur d'intensité croissante dans le temps, d'origine spinale et supraspinale ;
- les douleurs persistantes (douleur répondant peu aux traitements conventionnels) et chroniques (douleurs perdurant au-delà de la guérison du trauma tissulaire qui en est à l'origine) ;
- le stress associé aux douleurs : baisse de production, diminution de l'état général, retard de cicatrisation.

Certaines lignes de conduite générale ont été recommandées (Anderson & Muir, 2005b) :

- traiter, si possible, tout animal devant subir une intervention à caractère douloureux (intervention chirurgicale par exemple), de manière à en limiter à l'avance la douleur durant l'intervention : c'est l'analgésie préventive ;
- traiter de façon systématique les douleurs faisant suite à une intervention chirurgicale : c'est l'analgésie interventionnelle ;
- traiter, si besoin, toute douleur aiguë (traumatisme) ou chronique (par exemple : boiterie) de façon à en limiter les symptômes et les répercussions économiques et physiologiques : c'est l'analgésie de secours.

Pour suivre l'efficacité de l'analgésie postopératoire ou bien adapter le dosage d'une analgésie de secours, il convient de connaître et reconnaître certains signes cliniques d'un animal en état de douleur (cf. Chapitre 3).

Une fois le besoin en analgésique établi, le protocole analgésique est mis au point en combinant (analgésie dite multimodale) les produits adaptés à la situation (analgésie adaptée) (Otto & Short, 1998). En première intention, on doit envisager le recours à une anesthésie loco-régionale* qui remplit la plupart des critères d'efficacité. Dans un deuxième temps, on doit envisager l'utilisation des AINS*, enfin si cela s'avère nécessaire on peut avoir recourt à des analgésiques* adjuvants et à des sédatifs* assurant une prise en charge plus complète de la douleur sévère (Valverde & Gunkel, 2005). Un tableau d'aide (voir Tableau 2) a été proposé afin d'assister le clinicien dans ses décisions thérapeutiques (Levionnois & Guatteo, 2008).

Tableau 2. Les questions à se poser pour définir un plan d'analgésie (Levionnois & Guatteo, 2008).

.

	Question à se poser	Technique mise en place	Substance (administration)
1	Possibilité d'anesthésie locale ?	Anesthésie locale	Lidocaïne (périneurale)
2	Processus inflammatoire ?	Analgésie systémique	AINS (IV, PO)
3	Douleur chronique ou douleur forte et persistante ?	Association avec : §	Kétamine (SC)
			Butorphanol (IV)
			Lidocaïne (IV)
			Xylazine (épidurale)
4	Besoin d'immobilisation ?	Sédation	Xylazine ou détomidine (IV)
		Anesthésie générale	Kétamine (IV), Isoflurane (Inhalation)

** AINS : anti-inflammatoires non stéroïdiens ; IV : Intraveineuse ; PO : Per Os (par voie orale) ; SC : Sous-Cutanée. Systémique : par voie IV, SC ou PO. § La lidocaïne et le butorphanol ne détiennent pas d'AMM pour les bovins par voie IV et tombent donc sous la règle des temps d'attente forfaitaires de la cascade (voir 5.3.2)*

Les traitements analgésiques médicamenteux n'interviennent souvent qu'en dernier recours. Dans le cas particulier des actes vétérinaires chirurgicaux, la douleur peut être réduite grâce à l'utilisation de techniques chirurgicales rapides, moins invasives et mieux maitrisées, dans le but de limiter le traumatisme tissulaire. Mais le recours à l'administration d'analgésiques par voie systémique (parentérale, orale) ou d'anesthésiques par voie loco-régionale (épidurale, péri-neurale, intra-articulaire…) reste un point essentiel et souvent

indispensable pour une prise en charge adéquate de la douleur (Anderson & Muir, 2005a). L'association avec des techniques antalgiques non médicamenteuses (Techniques de contention physique, acupuncture, TENS*, schockwave*...), *a priori* séduisante chez les animaux de rente, est aussi possible (Valverde & Gunkel, 2005). Certaines de ces techniques manquent néanmoins d'expertise pratique et scientifique pour les animaux de rente et ne seront pas envisagées dans ce document.

5.3.1.2. Quelques techniques de contention physique

Chez certaines espèces animales, des techniques particulières ont été développées pour assurer leur contention physique. Ainsi le fait d'asseoir un mouton sur l'arrière train (comme le font les tondeurs) induit chez l'animal un état apparenté à l'hypnose. Les mécanismes neurophysiologiques ont été étudiés par Ruckebusch (1964) et il a été montré que cet état s'accompagnait d'un électroencéphalogramme* de somnolence De façon générale, il a été montré que ces états d'hypnose (également connus sous le nom de clipnose chez le chat ou les bovins) (Toutain, 1978) pouvaient permettre de diminuer la sensation de douleur durant une intervention chirurgicale mineure.

Chez le cheval, certaines techniques semblent plus efficaces. Aussi la préhension ferme d'un pli de peau au niveau de l'encolure, ou bien la légère torsion d'une oreille est souvent utilisée chez le cheval pour limiter ses mouvements et ses réactions lors d'une intervention. Les propriétés antalgiques de ces méthodes restent cependant non étudiées. La méthode du tord-nez (application en torsion d'un anneau de corde serré autour du bout du nez) a démontré des propriétés hypnotiques (immobilisation) et antalgiques (basés essentiellement sur la libération d'endorphines) lors d'une application de courte durée (Lagerweij et al., 1984). Cette technique est cependant discutable car elle induit en elle-même une réaction de stress importante (cas du porc : Otten, 2001) et n'est applicable que sur de courtes durées et pour des douleurs induites courtes et modérées.

5.3.1.3. Rappel sur les aspects zootechniques du traitement de la douleur

La prise en charge de la douleur nécessite en premier lieu de pouvoir la détecter, ce qui n'est pas toujours simple (cf. Chapitre 3) Lors de maladie et *a fortiori* de douleur, afin d'optimiser la convalescence des animaux, le seul recours à des molécules analgésiques n'est pas suffisant et des mesures zootechniques sont à mettre en place avec, par exemple (liste non exhaustive) des mesures permettant :

- de disposer d'un box d'infirmerie afin que l'animal affecté soit au calme et évite d'être malmené par ses congénères (en plus de l'intérêt sanitaire) ;
- de s'assurer d'une litière abondante, de bonne qualité et renouvelée fréquemment (cas des animaux couchés ou atteints de boiterie) ;
- l'accès à une nourriture de qualité et à un abreuvement suffisant (attention aux animaux couchés qui ne peuvent pas se déplacer) ;
- de proscrire le recours à l'aiguillon électrique (parfois appelé « pile ») (Anderson & Muir, 2005b; Fourichon et al., 1999).

De plus, des mesures zootechniques peuvent être mises en place afin de limiter les causes de douleur, en portant attention par exemple à :

- la qualité des sols et de la litière, l'hygiène générale du logement ;
- la dimension des logements (pour éviter les tarsites* et/ou un report trop important sur les membres postérieurs) et la densité en animaux du bâtiment ;
- la qualité de l'alimentation (éviter les risques d'acidose à l'origine de ruminite et de fourbure, par exemple) ;
- le placement d'un aimant sur la désileuse* afin d'éviter au maximum la présence de corps étrangers ;
- l'aménagement de parcours afin de limiter les traumatismes ;

- l'utilisation d'un moyen de contention efficace et non vulnérant afin de limiter stress et douleur lors des manipulations ;
- la préférence, si possible, des injections sous-cutanées aux injections intramusculaires.

Le principe est d'assurer un environnement le plus sain et le plus adapté possible aux besoins des animaux, tout en tenant compte des impératifs de production et de manipulation de ces animaux. Ces impératifs sont spécifiques à chaque filière.

5.3.1.4. Anesthésies locales

Chaque fois qu'une anesthésie locale ou régionale peut être pratiquée avant un acte chirurgical, il est très avantageux, facile et rapide de le faire (Tranquilli et al., 2007). A cet effet, il existe différentes techniques permettant d'administrer de la lidocaïne au plus près possible du/des nerf(s) innervant une partie du corps (anesthésies des nerfs crâniens, des testicules, des membres, épidurales, paravertébrales,…). Il est important de se rappeler que l'anesthésie locale n'est généralement que de courte durée d'action (quelques heures tout au plus). Elle permet une diminution de la douleur durant l'intervention mais dans le cas d'un acte chirurgical, le processus inflammatoire engendrera une douleur postopératoire qui peut nécessiter l'application d'antalgiques à plus longue durée d'action par voie systémique.

a. Exemple des castrations

. Chez les chevaux, bovins et petits ruminants

Chez les espèces animales de grande taille, il est courant de réaliser des castrations. Elles peuvent être réalisées chez l'animal en position debout. L'animal doit alors obligatoirement recevoir un sédatif fort. Dans certains cas, l'animal est placé sous anesthésie générale permettant un meilleur accès au site chirurgical. Dans ce cas, le risque d'effets secondaires ou de complications dus à l'application d'agents anesthésiques est plus élevé. Dans les deux cas, il a été démontré que l'application d'anesthésiques locaux (lidocaïne) avant la castration afin de désensibiliser le testicule et le cordon spermatique (application intratesticulaire, sous-cutané ou bien le long du cordon spermatique) (Muir & Hubbell, 2009) apporte toujours un avantage net pour la prise en charge de la douleur et doit être systématiquement appliquée (Haga et al., 2006). L'application d'une anesthésie locale a également été reconnus avantageuse lors de castration de veaux à la pince de Burdizzo ou bien par la pose d'élastiques (Mellema et al., 2007).

. Chez le porcelet

De nombreuses études ont été réalisées afin d'évaluer l'efficacité de l'anesthésie locale à la lidocaïne pour réduire la douleur due à la castration (revues bibliographiques : Prunier & Bonneau, 2006; Prunier et al., 2006; von Borell et al., 2009) . La lidocaïne peut être injectée en sous-cutané au site d'incision du scrotum, dans les testicules, dans les cordons testiculaires ou à proximité dans le sac scrotal. En cas d'injection intratesticulaire avec de l'adrénaline, la lidocaïne diffuse dans les cordons testiculaires en moins de 10 minutes (Ranheim et al., 2005).

L'injection de lidocaïne dans les testicules, qu'elle soit ou non associée à une injection à proximité des cordons testiculaires, réduit les cris de douleur ainsi que les réponses de l'ACTH* et du cortisol à la castration (Prunier et al., 2002).

Plus précisément, la lidocaïne réduit le nombre de cris de haute fréquence et l'accélération de la fréquence cardiaque pendant l'extraction des testicules et la section des cordons testiculaires (White et al., 1995). Pour réduire les cris pendant la castration, il semble qu'il soit plus efficace de partager la dose de lidocaïne entre les testicules et le sac scrotal que de tout injecter dans les testicules (Prunier et al., 2001) . On peut légitimement se demander si l'injection de lidocaïne dans les testicules n'est pas douloureuse en elle-même, ce qui relativiserait l'effet bénéfique obtenu pendant la castration. En fait, on observe une légère élévation de l'ACTH après l'injection de lidocaïne, après la castration avec ou

sans anesthésie locale. Ces réactions de douleur sont associées à l'acidité de la solution et il est possible de les réduire en neutralisant le pH (Waldmann et al., 1994).

. Chez les volailles

L'anatomie des oiseaux n'est pas particulièrement favorable à l'application d'une anesthésie locale. Cela est décrite pour les opérations de stérilisation de masse chez le pigeon et a été envisagée également pour le chaponnage des poulets de chair (Martrenchar et al., 2001). Cependant, les informations restent limitées et la méthode ne peut pas réellement être recommandée sans un supplément de recherche.

b. Exemple de l'écornage

Il est recommandé tant pour les animaux jeunes que plus âgés d'effectuer une anesthésie locale nerveuse du *ramus cornualis* et du *nervus lacrimalis* par infiltration de lidocaïne dans le tissu environnant (Lepkova et al., 2007). Dans certains pays, l'écornage des veaux ne peut être effectué que sous anesthésie locale (Office vétérinaire fédéral suisse, 2005). Selon les nouvelles connaissances scientifiques, il est conseillé de procéder à une sédation en complément de l'anesthésie locale (McMeekan et al., 1999; Stafford et al., 2003; Stewart et al., 2009; Sutherland et al., 2002; Sylvester et al., 2004) ainsi que de privilégier la brûlure du cornillon au moyen d'un fer chaud comme méthode d'écornage. L'utilisation de produits corrosifs est fortement déconseillée pour des raisons de protection des animaux.

c. Exemple de la pose de boucles nasales

La pose de boucles nasales chez les taureaux doit en principe être effectuée sous anesthésie. Les boucles nasales sont posées au taureau pour des raisons de sécurité (protection des éleveurs). Une anesthésie locale du *n. infraorbitalis*[3] permet d'obtenir une analgésie complète durant la procédure. Cependant, la pose de la boucle nasale elle-même – qui s'accompagne d'une vive, mais brève douleur – nécessite de procéder aussi à une sédation avec de la xylazine pour diminuer la contrainte de la pose. Cette dernière facilite une rapide et correcte application de la boucle nasale, notamment grâce à son effet tranquillisant.

La pose de boucles nasales de groin chez les porcs nécessiterait également une anesthésie. Aucune technique d'anesthésie locale n'est décrite pour cette intervention. Les boucles nasales empêchent le comportement fouisseur des porcs probablement par la douleur occasionnée. Organe du toucher, le groin est très sensible. La pose de boucles nasales pourrait probablement être évitée par une bonne gestion des aires de plein air.

5.3.1.5. Utilisation d'antalgiques systémiques

a. Anti-inflammatoires non-stéroidiens

D'un point de vue médical, il est recommandé d'administrer un anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS) lors d'un traumatisme tissulaire chirurgical ou accidentel afin de limiter le développement de l'inflammation et la douleur (Anderson & Muir, 2005a). Lors d'une intervention chirurgicale, l'anti-inflammatoire peut être administré juste avant l'intervention (analgésie préemptive) ou bien ultérieurement.

b. Opioïdes

Pour l'homme et les espèces animales de compagnie, les opioïdes sont les analgésiques de premier choix pour permettre le traitement court et efficace des douleurs modérées à fortes. Aucun d'entre eux n'est cependant autorisé chez les bovins et leur utilisation peut être

[3] Ramification maxillaire du nerf trigéminé, transmettant la sensibilité de toute la partie rostrale de la mâchoire supérieure (nez, cornets nasaux, lèvre supérieure, incisives et prémolaires supérieures…) et courant sous la peau à partir de l'orifice infraorbitaire, situé en dessous de l'orbite oculaire.

parfois conseillée d'un point de vue strictement médical (Valverde & Gunkel, 2005), mais reste réservée aux cas d'hospitalisation en structure universitaire. L'utilisation de ces substances inscrites au registre des stupéfiants pose également un problème dans le risque d'abus ou d'emploi illicite.

5.3.1.6. La contention chimique – Sédation ou anesthésie générale

Enfin, il faut mentionner le recours possible à une contention chimique. Lorsque la contention physique et le traitement de la douleur à l'aide d'anesthésies locales* et d'anti-inflammatoires* ne sont pas possibles ou restent insuffisants, deux types d'agents peuvent être administrés. Les sédatifs (Xylazine ou Détomidine) permettent de provoquer un état d'indifférence profonde et de relaxation permettant l'immobilisation de l'animal en position debout. L'efficacité de l'immobilisation par sédation dépend du degré de douleur provoquée. L'anesthésie générale, plus efficace encore, est utilisée pour provoquer une perte de conscience complète, ponctuelle et réversible de l'animal. Elle peut être nécessaire pour les actes chirurgicaux majeurs (laparotomies* profondes, chirurgie orthopédique, blessures importantes). Les techniques d'anesthésie générale sont plus difficiles à pratiquer en routine dans les élevages, car elles sont longues, non dénuées de risques pour les animaux et les opérateurs, et elles ne peuvent être mises en œuvre que par des vétérinaires. Un exemple singulier sera développé ultérieurement : le recours à une anesthésie générale effectuée par les éleveurs pour la castration des porcelets à la ferme. Par contre il est important de rappeler qu'une anesthésie générale ne suffit pas pour réduire les douleurs qui surviennent après l'opération. Une fois l'animal réveillé il est généralement nécessaire de procéder à une analgésie systémique post-opératoire supplémentaire.

5.3.2. Les limites de l'utilisation de substances pharmacologiques chez les animaux d'élevage

De manière similaire à leur utilisation chez les animaux de laboratoire, où la régulation de leur utilisation est principalement orientée vers le but de servir les bénéficiaires (les hommes) plus que de protéger les victimes (les animaux) (Rusche, 2003), la législation autour des animaux d'élevage destinés à la consommation humaine est également tournée vers la protection du consommateur, notamment par la limitation des substances médicamenteuses administrées aux animaux afin de garantir la qualité sanitaire des denrées alimentaires produites, sans résidu toxique. Une conséquence directe est la limitation drastique des traitements vétérinaires pharmacologiques qui peuvent être administrés, limitant ainsi entre autres les moyens de traitement de la douleur chez les animaux d'élevage. En réalité, si la mise en place d'un traitement antalgique chez les animaux de rente est reconnue et définie, l'utilisation de ces substances pharmacologiques est très limitée (ruminants), voire absente (volailles, poissons). Il existe en effet de nombreuses contraintes qui limitent ou empêchent l'usage des analgésiques chez les animaux d'élevage.

5.3.2.1. Contraintes culturelles

La douleur est assez largement sous-estimée voire ignorée en élevage. La douleur est donc peu ou pas reconnue, lorsqu'elle est présente, et les effets ou avantages d'un traitement de la douleur ne sont pas correctement perçus par les éleveurs et par les vétérinaires, contribuant à nier son incidence. Le comportement parfois stoïque et peu communicatif des animaux d'élevage ne favorise pas la connaissance et la reconnaissance de la douleur. Il y aurait clairement de la pédagogie et de l'enseignement à faire dans ce domaine pour enseigner aux acteurs des filières à identifier et admettre la douleur et pour inciter à l'usage de bonnes pratiques préventives et curatives.

Tableau 3. Etude comparative des pratiques des éleveurs de bovins et de leurs vétérinaires relatives à la castration des veaux

Auteurs		(Kent et al., 1996)	(Boesch et al., 2006)	(Stafford et al., 2000)
Pays		Royaume-Uni	Suisse	Nouvelle Zélande
Nombre d'éleveurs interrogés		NC[a]	615	3788
Anesthésiques utilisés[b]	Anesthésiques locaux	15/NC	32,1/84,5	3/NC
	Sédatifs	NC/NC	22,6/85,4	NC/NC

a Non Connu.
b Pour toutes les expressions du type X/Y, X représente le pourcentage d'éleveurs, Y celui de vétérinaires pratiquant les traitements.

"Les bovins ont longtemps constitué le 'parent pauvre' de l'analgésie, tant quant au nombre d'études menées que de molécules analgésiques disponibles" (Guattéo et al., 2008; Stookey, 2005). Aujourd'hui, vétérinaires et éleveurs disposent d'un arsenal thérapeutique plus étoffé pour prendre en charge la douleur chez les bovins (Rialland et al., 2008; Stookey, 2005; Whay & Huxley, 2005).

La castration et l'écornage des veaux sont des interventions fréquentes en élevage bovin et réalisées souvent par les éleveurs eux mêmes. Le tableau 3 ci-dessus résume les principaux résultats de trois études ayant eu pour objectif de décrire les pratiques des éleveurs et de leurs vétérinaires en termes de prise en charge de la douleur lors de castration.

Concernant l'écornage des jeunes veaux, une étude menée en 2004, dans l'Ontario, par Misch et al. (2007) a décrit les pratiques relatives à l'écornage des veaux de 207 éleveurs de bovins laitiers et de 65 de leurs vétérinaires. Leurs pratiques et celles des vétérinaires sont résumées dans la Figure 3 ci dessous. Là encore, comme pour la castration, cette opération est majoritairement réalisée par les éleveurs eux-mêmes. Les éleveurs qui emploient des anesthésiques locaux et des sédatifs analgésiques sont de loin minoritaires (environ 1/5 et 1/10, respectivement). L'inverse est constaté chez les vétérinaires (environ 9/10 et 3/5 respectivement) (cf. projet Alcasde, 2008).

Il semble que le recours aux différentes substances (sédatives et/ou analgésiques) soit différent selon celui qui pratique la procédure. Cela peut être la conséquence d'un manque de formation/information, ou de contraintes règlementaires différentes selon les pays.

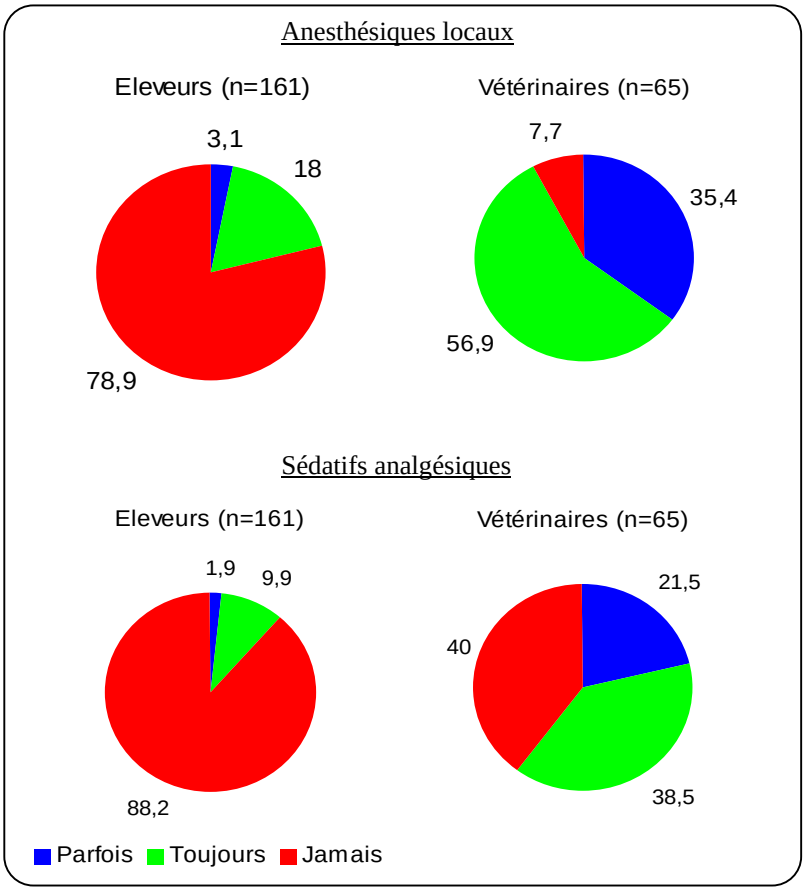


Figure 3. Distribution (%) des éleveurs et des vétérinaires de l'Ontario selon qu'ils utilisent parfois, toujours ou jamais des analgésiques lorsqu'ils écornent les veaux (d'après Misch et al., 2007).

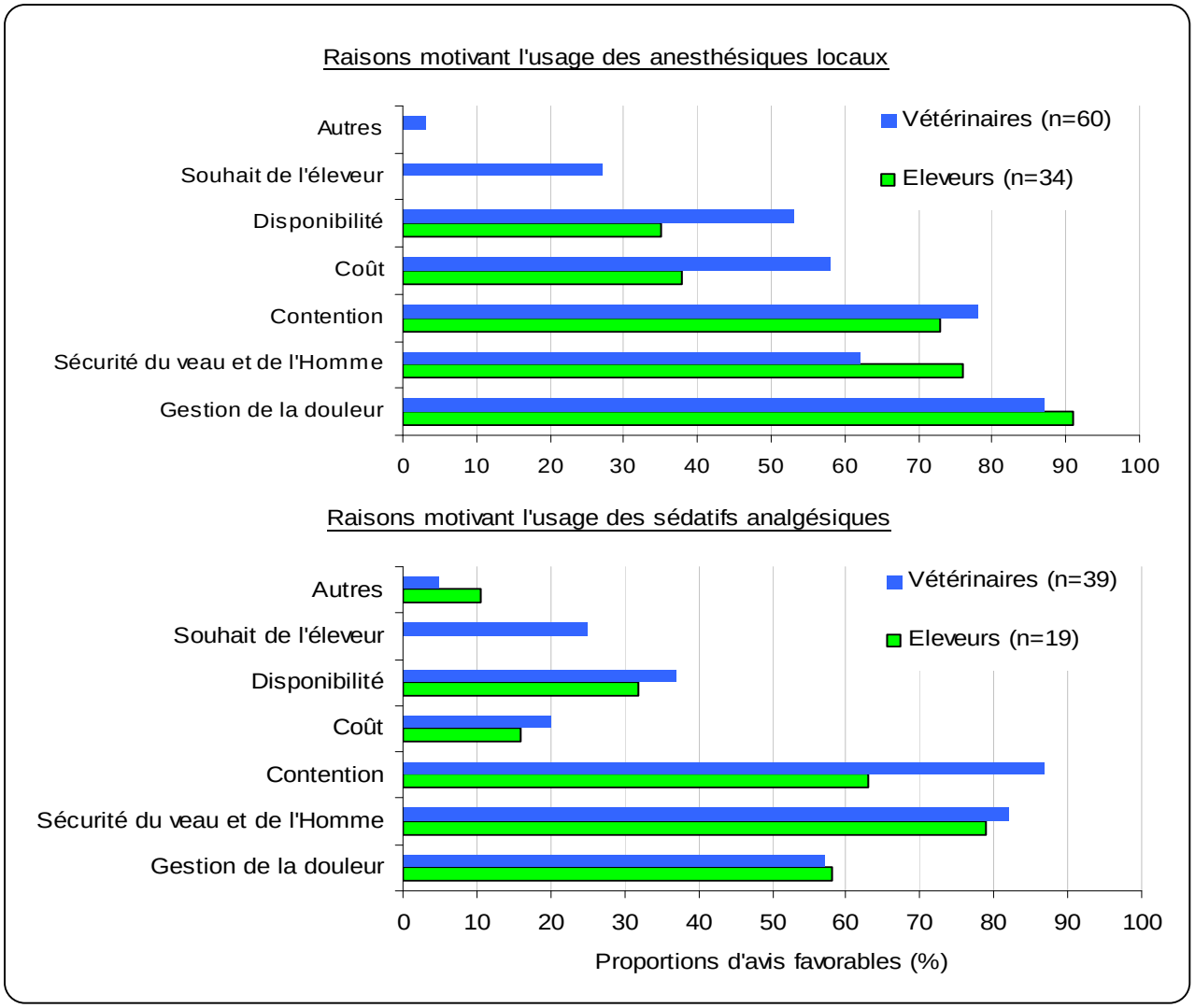


Figure 4. Raisons motivant l'usage des anesthésiques par les éleveurs de vaches laitières de l'Ontario et leurs vétérinaires lorsqu'ils écornent les veaux (d'après Misch et al., 2007).

Cette même étude menée au Canada (Misch et al., 2007) a décrit les raisons motivant et/ou favorisant l'utilisation d'anesthésiques/analgésiques par les éleveurs de vaches laitières et leurs vétérinaires lorsqu'ils écornent les veaux (cf. Figure 4 ci-dessus). Il en ressort que les trois motivations premières des éleveurs et des vétérinaires sont : la gestion de la douleur, la sécurité du veau et de l'intervenant et la contention. Les sédatifs analgésiques sont davantage employés pour leurs propriétés sédatives qu'analgésiques. Ceci semble logique dans la mesure où ils sont insuffisants à eux seuls pour assurer une analgésie optimale. Le coût des substances et leur accessibilité (règlementaire notamment) semble être un frein à leur utilisation par les éleveurs. Le manque de temps et le coût des anesthésiques sont les deux raisons que les éleveurs invoquent le plus souvent pour justifier leur choix de ne pas les employer lors d'écornage de veaux (cf. Figure 5). On peut toutefois noter que le coût du volume de lidocaïne nécessaire à l'anesthésie du nerf cornual est dans cette étude estimé à environ 1 euro. L'impact économique est donc plus surement lié à l'acte en lui-même qu'au coût du produit.

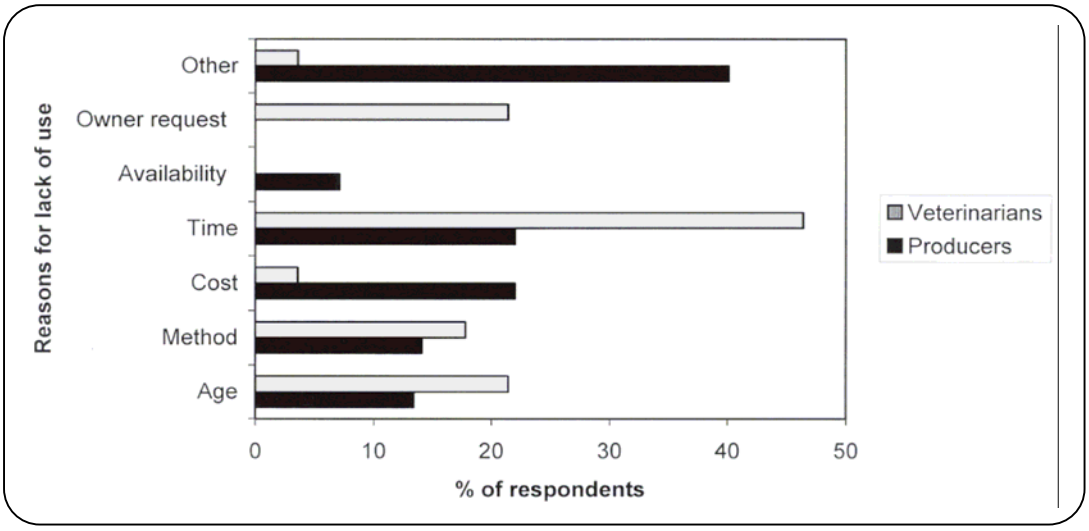


Figure 5. Raisons évoquées par les éleveurs de vaches laitières de l'Ontario et leurs vétérinaires pour ne pas effectuer d'anesthésie locale lorsqu'ils décornent leurs veaux (d'après Misch et al., 2007).

En France, la réglementation impose aux éleveurs d'effectuer un bloc* cornual avant de procéder à l'écornage de tout bovin de plus de 4 semaines. En revanche, il est interdit à un éleveur de disposer d'anesthésiques et de les administrer à des bovins. Par ailleurs, il est actuellement déconseillé aux vétérinaires de délivrer de la lidocaïne aux éleveurs[4]. Dès lors, l'éleveur devrait théoriquement faire appel à son vétérinaire pour anesthésier tout bovin de plus de 4 semaines s'il souhaite l'écorner. Ceci est perçu comme une contrainte majeure par les éleveurs (Kling-Eveillard et al., 2008). Compte tenu de la valeur marchande actuelle d'un veau, *a fortiori* laitier, et des contraintes économiques, cet aspect est un frein majeur à la réalisation d'anesthésie en routine lors d'écornage.

5.3.2.2. Contraintes économiques

Le coût direct du médicament et les coûts indirects (perte de temps, infrastructure) ne semblent pas permettre la rentabilisation directe pour l'éleveur qui peut donc devenir réticent à cet investissement.

5.3.2.3 Contraintes réglementaires

a. LMR, AMM, cascade et aspects réglementaires de la pratique vétérinaire

L'utilisation de produits pharmaceutiques pose le problème général de la qualité sanitaire des denrées alimentaires. En effet, un principe fondamental de protection des consommateurs est la diminution du risque de présence de résidus médicamenteux (antibiotiques, anti-inflammatoires, produits toxiques ou substances actives,…) dans les denrées alimentaires. A cette fin, la législation européenne (Règlement CEE 2377/90) classe les substances pharmacologiquement actives utilisées dans les médicaments vétérinaires en fonction de leur incidence sur la santé publique. Les taux admissibles ou non de ces substances dans les aliments d'origine animale sont ainsi clairement définis. Afin de

[4] D'après le conseil de l'ordre des vétérinaires : "[…] la jurisprudence actuelle devrait conduire à ne pas délivrer de lidocaïne à un éleveur. En effet, même si en élevage des animaux de production, les injections qui sont des actes relevant de la médecine vétérinaire deviennent pour certains des actes d'usage courant, la réalisation de blocs anesthésiques […] ne répond pas *a priori* à cette définition ; le vétérinaire pourrait être poursuivi pour complicité d'exercice illégal de la médecine et de la chirurgie vétérinaires." (Situation valable en France).

permettre tout de même l'utilisation de produits issus d'un animal traité, des limites maximales de résidus (LMR) pour ces médicaments vétérinaires sont fixées. Ainsi, lorsqu'un médicament obtient une autorisation de mise sur le marché (AMM), des temps d'attente à respecter entre la fin d'un traitement sur l'animal et l'autorisation de faire entrer un de ses produits (viande, lait, œuf) dans la chaîne de production sont calculés sur la base d'études expérimentales et cliniques. Ces temps d'attentes permettent de traiter un animal qui nécessite des soins médicaux sans devoir écarter l'animal définitivement de la chaîne de production et tout en garantissant qu'aucune denrée d'origine animale n'est proposée au consommateur avec un risque de contenir une substance médicamenteuse.

L'usage d'un anesthésique ou d'un analgésique doit donc se faire en privilégiant en premier lieu les produits vétérinaires en vente sur le marché grâce à une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour l'espèce concernée et pour l'indication appropriée. Ensuite le vétérinaire est garant que les temps d'attentes fixés sont respectés. De ce point de vue, les sédatifs (xylazine) et anesthésiques généraux (kétamine) sont utilisables dans le respect de ces temps d'attente.

Par contre il n'existe pas d'indication de type « analgésie lors de la castration du porcelet » ou « anti-douleur lors de l'écornage chez les bovins » pour les anti-inflammatoires. D'un point de vue réglementaire, les AINS disponibles pour les espèces d'élevage n'ont donc pas d'indication générale en tant que substances analgésiques. L'usage des AINS pour le traitement des douleurs chez les animaux d'élevage est toutefois possible en conformité avec la réglementation européenne sur les limites Maximales de Résidus (LMR, 2377/90/CE) et le principe dit de la « cascade » (Directive 81/851/CEE modifiée). La réglementation des limites de résidus définit ainsi quels sont les AINS utilisables pour une espèce et pour un type de production (exemple lait ou viande) bien qu'aucune AMM ne l'autorise directement, car des LMR ont été déterminées. Neuf AINS (flunixine, meloxicam, ketoprofène, carprofène, védoprofène, firocoxib, acide tolfénamique, acide acetylsalicylique, métamizole) sont ainsi potentiellement utilisables en France chez les animaux de rente (bovins, porcs, équidés et volailles) car ils possèdent pour une ou plusieurs espèces d'élevage des LMR, telles que définies par les 3 annexes du règlement 2377/90/CE :

- soit en annexe I (LMR fixées de façon définitive),
- soit en annexe II (substances pour lesquelles il a été jugé qu'il n'était pas nécessaire de fixer une LMR),
- soit en annexe III, (LMR fixées de façon provisoire).

Les autres AINS comme la phénylbutazone ou le diclofenac ne sont pas inscrits sur l'une des listes LMR de l'Union européenne et à ce titre, ils sont interdits chez les animaux de rente. Ce système est en perpétuelle évolution et il convient de vérifier le statut LMR de chaque substance, pour chaque espèce et pour les différents produits consommables (viande, lait, œuf) sur le site de l'EMEA* (http://www.emea.europa.eu/htms/vet/mrls/m.htm). L'impact de cette classification LMR est majeur car elle détermine quels sont les AINS utilisables pour une espèce donnée et pour quel type de production ; par exemple pour traiter une vache en production laitière, le prescripteur devra obligatoirement avoir recours à un AINS ayant été inscrit dans une annexe pour le lait, ce qui n'est pas le cas de l'aspirine ou du métamizole. Les AINS commercialisés en Europe le sont avec une série d'indications très précises et explicitées de façon réglementaire dans le Résumé des Caractéristiques du Produit (le RCP). Une liste encore partielle des RCP est disponible sur le site de l'Agence Nationale du Médicament Vétérinaire (http://www.anmv.afssa.fr/ircpweb/). Ce sont ces indications et ces seules indications qui ont fait l'objet d'une revendication d'efficacité par la firme qui demande une Autorisation de Mise sur le Marché (ou AMM) et ce sont ces seules indications qui ont fait l'objet d'une évaluation par les instances réglementaires (européennes ou nationales) qui délivrent l'AMM. Par exemple, le méloxicam a une revendication d'efficacité chez le porc pour le traitement symptomatique des boiteries mais il n'a pas cette indication chez les bovins. Cela veut dire qu'il n'y a pas d'éléments dans le dossier d'AMM

du méloxicam venant en support d'une indication « boiterie » chez les bovins. A l'inverse, le méloxicam a pour les bovins une indication pour le traitement symptomatique des infections respiratoires en association avec un antibiotique ce qui n'est pas le cas du porc.

Aucune donnée consolidée ne permet cependant de hiérarchiser l'efficacité comparative et les éventuels effets indésirables des AINS chez les animaux de rente. Ensuite, c'est le dispositif réglementaire dit de la « cascade » qui autorise le vétérinaire à prescrire un produit ne possédant pas d'AMM. En effet, la « cascade » est l'arbre de décision réglementaire qui permet à un vétérinaire d'exercer personnellement sa liberté de prescription, y compris pour des médicaments (et par exemple les analgésiques) qui ont une AMM pour cette indication mais pas pour l'espèce considérée, ou pour l'espèce en question mais dans le cadre d'une autre indication. Pour qu'un analgésique soit d'un usage généralisé chez une espèce de rente, il faut qu'un industriel développe une spécialité pharmaceutique afin d'obtenir une AMM avec une indication d'analgésie. Ce processus est très coûteux, ce qui limite la motivation des industriels à se lancer dans un marché qui n'est pas encore développé : le traitement de la douleur chez les animaux d'élevage. Une façon de remédier à ce problème serait donc de faire évoluer la législation pour créer un marché attractif de l'analgésie et pour inciter les industriels à soumettre des demandes d'AMM pour des analgésiques.

Concernant le traitement des douleurs chroniques, fortes et persistantes, les opioïdes sont les analgésiques les plus efficaces. Le butorphanol est le seul dérivé morphinique qui puisse être utilisé chez les bovins, uniquement par les vétérinaires, et dans certaines situations, associé à un suivi approprié des temps d'attente. Il n'est pas disponible avec une AMM sur le marché français pour le bétail mais seulement pour le cheval (ex : Torbugesic®, Dolorex®). D'un point de vue réglementaire, le butorphanol n'est pas considéré comme stupéfiant mais seulement classé comme psychotrope et à ce titre il ne peut pas être délivré aux éleveurs (comme peut l'être un AINS). Il s'utilise comme analgésique entre 0,05 et 0,2 mg/kg strictement par voie intraveineuse (décision européenne). Le butorphanol se combine très bien aux anti-inflammatoires et aux alpha-2 agonistes, et potentialise leurs effets analgésiques ou sédatifs respectifs (Ivany & Muir, 2004). Pour le cheval, le butorphanol est enregistré à l'annexe II du règlement LMR (pas de LMR). Pour les bovins, la pharmacocinétique du butorphanol a été étudiée chez la vache laitière (Court et al., 1992) et permet d'en déduire des recommandations pour les temps d'attente (4 jours pour la viande et 3 jours pour le lait) (George, 2003). C'est avec ces recommandations que le butorphanol est pour le moment autorisé chez les bovins en Suisse. En revanche, le butorphanol n'est utilisable en France que par l'intermédiaire de la cascade (voir plus bas) et avec un délai d'attente forfaitaire de 28 jours pour la viande et 14 traites pour le lait.

La lidocaïne est un exemple plus complexe car elle cumule le recours à la cascade (pas d'AMM chez les animaux d'élevage en France), et la pratique de la médecine vétérinaire puisque au même titre que les sédatifs et les anesthésiques généraux, la réalisation d'une anesthésie locale est protégée par le code rural (Titre IV. L'exercice de la médecine et de la chirurgie des animaux) et réservée aux vétérinaires.

Un frein supplémentaire à l'utilisation des anesthésiques et des analgésiques à plus grande échelle chez les animaux d'élevage est donc la nécessité du recours au vétérinaire. Si la délivrance de prescriptions vétérinaires directement aux éleveurs s'est améliorée dans le contexte du décret « prescription-délivrance », basé sur un suivi sanitaire permanent par un vétérinaire attitré, la réglementation empêche les éleveurs de pratiquer la plupart des actes médicaux ou chirurgicaux sous peine d'exercice illégal de la médecine ou de la chirurgie vétérinaire. Si la délivrance d'un anesthésique local à un éleveur est possible, la réalisation de l'anesthésie d'un nerf par injection sous-cutanée du produit (et a fortiori si réalisée en routine) reste un acte d'anesthésie réservé à la profession vétérinaire. Un cas dérogatoire existe cependant : la castration chirurgicale des animaux autres qu'équidés et carnivores domestiques (chien, chat), dont la réalisation par des non vétérinaires est autorisée par la loi (article L243-2 du code rural). Cela permettrait par exemple de considérer l'anesthésie locale comme faisant partie intégrante de l'intervention et d'admettre ainsi qu'elle puisse être pratiquée par l'éleveur. Cela mériterait une notice claire dans le code

rural. La délivrance d'un anti-inflammatoire pour une administration péri-opératoire systématique par l'éleveur est possible sous condition d'une prescription informant également l'éleveur sur les temps d'attente à observer. A titre d'exemple, la Belgique a mis en place la possibilité pour les éleveurs, titulaires d'un contrat de « guidance » de leur élevage avec un vétérinaire attitré, de tenir un document d'administration et de fourniture (DAF) leur permettant une détention facilitée, mieux contrôlée et pour de plus longue durée d'une pharmacie vétérinaire sur place.

Dans le cas de l'écornage des bovins, l'association de la permission d'effectuer l'acte sans forme d'analgésie avant l'âge de 4 semaines, et de l'interdiction aux éleveurs de procéder eux-mêmes à l'anesthésie du nerf cornual (assimilée à un exercice illégal de la médecine vétérinaire) ne favorise pas l'utilisation de cette méthode simple et peu couteuse, nécessaire pour limiter la douleur de l'écornage chez les jeunes veaux. De cela, il résulte qu'en France, l'anesthésie locale, couplée ou non avec un antalgique, pourrait être réalisée par l'éleveur, sous réserve cependant : (i) que le vétérinaire traitant de l'élevage assure une formation adéquate de l'éleveur (assurée par exemple par les groupements de défense sanitaire ou les groupements techniques vétérinaires), (ii) que ce même vétérinaire accepte la prise de responsabilité consécutive à la délégation de l'acte et à l'utilisation de médicaments dépourvus d'AMM.

D'autres solutions existent et sont pratiquées dans certains pays, dont une paraît intéressante et concerne le recours à l'anesthésie générale pour la castration des porcelets. En Suisse, les services vétérinaires forment les vétérinaires de terrain, qui eux-mêmes forment les éleveurs à l'anesthésie ainsi qu'au nettoyage et à l'entretien de l'appareil anesthésiant.

Un autre frein à l'utilisation d'analgésiques ou d'anesthésies peut encore être décrit : il s'agit d'une résistance lié à des facteurs culturels. La douleur n'est pas toujours reconnue par les éleveurs et lorsqu'elle l'est, elle est souvent sous-estimée. Ceci s'explique partiellement par la faible expression comportementale des phénomènes douloureux chez les animaux d'élevage. Ainsi, plusieurs études réalisées au Royaume-Uni, en Suisse et en Nouvelle-Zélande pour l'écornage des veaux, et aussi aux Etats-Unis pour la castration des jeunes veaux, montrent que les éleveurs qui emploient des anesthésiques locaux et des sédatifs analgésiques mis à leur disposition sont minoritaires. La durée de l'acte, le coût des substances anesthésiques et leur accessibilité (réglementaire notamment) semblent être des freins importants pour les éleveurs. Alors que le coût de l'anesthésique en lui même est souvent faible, les coûts indirects (acte lui-même et perte de temps associée, infrastructure) semblent constituer une contrainte économique importante pour l'éleveur qui ne voit pas dans cette pratique une rentabilisation directe de son investissement. Une étude économique récente (Bonneau et al., 2009) concerne les surcoûts engendrés par la castration chirurgicale avec anesthésie dans les élevages porcins. Pour une production de même qualité, l'accroissement du coût de production de la viande est estimé entre 0,1 et 0,3% pour les anesthésies locales administrées par les éleveurs, et entre 0,9 et 1,6% pour les anesthésies locales ou générales administrées par un vétérinaire.

Il semble donc qu'un travail pédagogique auprès des éleveurs des filières conduirait à mieux identifier et à mieux faire admettre la douleur, mais surtout inciterait à l'usage de bonnes pratiques préventives et curatives. Un autre nœud important du problème est la réglementation actuelle qui d'un côté impose aux éleveurs d'effectuer un bloc cornual pour l'écornage de tout bovin de plus de 4 semaines, mais d'un autre côté interdit aux éleveurs de disposer et d'administrer des anesthésiques. Ce dernier point est perçu comme une contrainte majeure pour les éleveurs.

Enfin, il paraît utile ici de conclure sur les éventuelles conséquences économiques qu'aurait la généralisation de substances pharmacologiques pour le traitement de la douleur en élevage. Le coût serait la plupart du temps augmenté. De plus, un risque potentiel est de voir certains produits des filières animales se faire exclure du marché par d'autres pays importateurs. En effet, il se peut que même si les autorités françaises ou européennes considèrent sans risque la présence de certains résidus médicamenteux à des

concentrations suffisamment faibles, d'autres pays partenaires contestent cette absence de risque et cessent leurs importations de ces produits animaux en invoquant la protection de la santé de leurs consommateurs. L'utilisation de produits médicamenteux doit donc toujours se faire dans la transparence et le contrôle des doses et temps d'attentes observés afin de maitriser l'impact sur les denrées alimentaires.

D'un autre coté, le débat sur le bien-être animal a également pointé la notion d'équivalence substantielle (« like-product ») : un produit issu d'élevage plus respectueux du bien-être de l'animal est bien accepté s'il reste semblable aux autres en qualité pour le consommateur (Grethe, 2007; Hobbs et al., 2002). Si les améliorations des qualités organoleptiques ou nutritionnelles sont des points positifs, la présence potentiellement plus fréquente d'éventuels résidus médicamenteux peut s'avérer un souci pour l'acceptabilité du produit de la part du consommateur.

b. Contraste entre les possibilités de la médecine vétérinaire offertes chez le cheval de loisir par rapport au cheval de boucherie

Les considérations réglementaires telles que présentées ci-dessus s'appliquaient au cheval jusqu'en 2006. A cette date, l'Union Européenne a évolué en reconnaissant deux filières distinctes pour les équidés : les chevaux destinés à la consommation humaine et les chevaux non destinés à la consommation humaine (chevaux de sport et de loisirs). Lors de l'identification d'un équidé, le propriétaire a l'obligation de choisir et de le préciser en renseignant la partie II de l'annexe du document d'identification si les chevaux sont écartés définitivement de l'abattage pour la consommation humaine et la partie III si les chevaux sont destinés à la consommation humaine. Par défaut, si aucune de ces parties n'est remplie, le cheval devra être considéré comme destiné à la consommation. Pour les chevaux définitivement écartés de la consommation humaine, la législation ne fait plus mention de LMR, de résidus et de délais d'attente, ce qui donne accès aux analgésiques dans les mêmes conditions que les autres animaux de compagnie. En revanche, les équidés non écartés de la consommation humaine ne peuvent être traités avec un analgésique que dans les conditions décrites pour les autres animaux de rente (voir ci-dessus). A cela s'ajoute pour les chevaux (et aux seuls chevaux) la possibilité d'avoir recours aux substances dites « essentielles ». Ces substances essentielles pour le traitement des équidés sont notamment les anesthésiques et les analgésiques (dont les opiacés). Ces substances classées comme essentielles sont sans LMR, et on leur a attribué un délai d'attente forfaitaire de six mois ; enfin, dans ce cas, le vétérinaire doit l'administrer et remplir la partie III-B du formulaire qui précise les substances de ce règlement qui ont été administrées au cheval et la date de fin de traitement. Cette évolution réglementaire a été longue à obtenir malgré une consommation limitée de viande de cheval (environ 36 000 tonnes en France, cette consommation étant en déclin permanent), malgré les argumentaires sur le bien-être animal et malgré la puissance du lobby du cheval de couse et de sport. Enfin, cette réglementation reste contraignante pour les animaux destinés à la consommation humaine et un délai d'attente forfaitaire de 6 mois serait inapplicable aux espèces de rente comme les bovins, porcins etc. L'histoire du cheval indique qu'il ne sera pas facile d'outrepasser les arguments de la sécurité sanitaire des aliments.

c. Les conséquences économiques de la généralisation de substances pharmacologiques pour le traitement de la douleur en élevage

Plus largement si les méthodes de prise en compte de la douleur animale en élevage impliquent un traitement médicamenteux avec l'utilisation d'anesthésiques (locaux ou généraux) ou d'analgésiques, qu'ils soient d'usage ponctuel ou à plus long terme, existe-t-il un risque pour que des résidus médicamenteux soient présents dans la viande ? Si un tel risque existe, sera-t-il accepté par les acteurs des filières animales, les consommateurs et/ou les pouvoirs publics pour permettre une diminution de la douleur animale en élevage ?

Ces questions n'ont pas été traitées dans la littérature à l'heure actuelle. Il a été vu précédemment (voir paragraphe 5.2.2.1 sur l'immunocastration) que les risques potentiels

induits par l'utilisation de biotechnologie pouvaient être acceptés par les consommateurs suédois pour permettre une diminution de la douleur (Lagerkvist et al., 2006). Mais aucune étude de ce type n'a été menée concernant les résidus médicamenteux. Cependant, il faut remarquer que seuls des médicaments inscrits sur l'une des trois listes de Limite Maximale de Résidus (voir paragraphe 5.3.2.3) sont autorisés chez les animaux de rente ce qui protège les consommateurs contre les risques de résidu.

Outre les aspects de consommation nationale, les aspects de commerce international sont également à prendre en compte. L'autorisation d'utilisation de produits pharmacologiques dans les élevages avec des résidus potentiels dans les produits issus de ces élevages peut mettre les filières animales en danger à l'échelle internationale. Ce risque lié à une diminution potentielle des exportations a déjà été évoqué précédemment dans ce même chapitre (voir paragraphe 5.3.2.3 - partie a.). Le débat concernant la prise en compte du bien-être animal à l'échelle internationale (cf. Chapitre 1) a montré que les produits issus d'élevages plus respectueux du bien être animal seront bien acceptés s'ils sont semblables aux autres (notion de « like product ») (Grethe, 2007; Hobbs et al., 2002). Une prise en compte de la douleur dans les élevages qui impliquerait de potentiels résidus dans les produits issus de ces élevages, changerait donc la nature du débat à l'échelle internationale.

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux impacts économiques de la généralisation de l'utilisation de substances pharmacologiques pour diminuer la douleur en élevage. Ces études portent sur des cas précis mais apportent un éclairage sur l'ensemble des éléments à prendre ne compte avant une telle généralisation.

Dans le projet PIGCAS, les auteurs (Bonneau et al., 2009) proposent des alternatives à la castration chirurgicale sans anesthésie. Les porteurs d'enjeux de l'ensemble de la filière porcine ont été interrogés pour déterminer quelles étaient les alternatives envisageables à cette pratique. La castration chirurgicale avec anesthésie semble une solution à court terme assez consensuelle, en dépit de ses inconvénients en termes de coût et de difficulté de mise en œuvre et des doutes sur son efficacité en conditions réelles.

L'introduction systématique d'anesthésiques locaux ou généraux implique, pour la production d'une même qualité, des surcoûts aussi bien pour les anesthésiques locaux administrés par les éleveurs que pour les anesthésiques locaux ou généraux administrés par un vétérinaire. Dans le second cas, la variabilité de ces surcoûts est très grande selon la taille de l'élevage, et risque de mettre en péril la viabilité économique des petites exploitations (de Roest et al., 2009; PIGCAS, 2008).

La Norvège a depuis 2004 imposé la castration avec anesthésiques dans les élevages porcins. Une étude (Fredriksen & Nafstad, 2006) a permis de dresser un premier bilan de cette politique du point de vue des éleveurs et vétérinaires norvégiens. Il apparaît que les porcelets sont majoritairement castrés avec utilisation d'une combinaison d'administration sous-cutanée et intratesticulaire de lidocaïne avec adrénaline à un âge moyen de 10 jours. Les effets des anesthésiques sont jugés bons par 54% des vétérinaires, et 19% de producteurs. On constate peu de complications post-opératoires. 2/3 des vétérinaires et seulement 1/3 des producteurs de porcs se disent satisfaits ou très satisfaits de cette nouvelle politique. Aucune donnée sur les surcoûts de production constatés n'est disponible.

d. Enquête sur l'utilisation des analgésiques en pratique vétérinaire rurale

Une enquête à destination des vétérinaires praticiens exerçant en clientèle rurale (bovine principalement) visant à décrire leurs perceptions et attitudes vis-à-vis de la prise en charge de la douleur chez les bovins a été menée au cours des années 2005 et 2006. Celle-ci s'est déroulée en deux phases. Une première phase s'est déroulée durant l'année 2005 en Angleterre et en Irlande (Huxley & Whay, 2006) avec l'envoi de près de 2400 questionnaires. Dans un deuxième temps, l'enquête européenne a pris place durant l'été 2006 avec un envoi massif de plus de 10 000 questionnaires dans 8 pays européens (Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, France, Norvège, Pays-Bas, Suède). En France, ce sont près de 620 questionnaires qui ont été analysés (Guattéo et al., 2008). Parmi ses objectifs, cette étude

visait à décrire les pratiques et protocoles analgésiques employés lors de différentes affections ou maladies fréquentes d'une part, et lors de différentes chirurgies ou interventions courantes d'autre part. Le Tableau 4 ci-dessous reprend les fréquences d'utilisation des différentes substances analgésiques investiguées à l'échelle européenne (E) ou française (F).

Tableau 4. Fréquence d'utilisation de différentes substances analgésiques lors de certaines affections ou interventions chirurgicales (F = analysés en France, E = analysés en Europe) (Guattéo et al., 2008).

	Maladie / intervention chirurgicale	% praticiens déclarant utiliser les substances suivantes dans certains cas							
		AINS		α2 Agoniste		Anesthésique local		Aucune	
		F	E	F	E	F	E	F	E
Vache adulte	Parage d'ulcère de sole	50,2	50,7	14,2	17,1	9,1	21,5	37,0	33,1
	Amputation d'onglon	56,0	55,5	70,0	65,0	68,5	85,5	1,8	1,1
	Césarienne	15,8	37,7	54,7	49,1	95,4	96,9	1,5	1,0
	Dystocie	34,4	43,5	6,9	7,4	11,4	25,4	52,9	41,3
	Ecornage	6,8	9,2	44,5	57,7	57,5	83,8	17,3	5,8
	Uvéite/Œil Blanc	43,2	48,8	2,6	8,0	32,6	26,8	28,3	30,2
	Mortellaro	26,4	25,9	36,1	36,1	25,2	44,8	28,3	28,0
Veaux	Castration sanglante	10,5	17,6	66,8	66,0	23,6	67,7	22,2	12,3
	Arthrite	93	86,1	1,2	6,8	5,9	7,8	3,6	8,6
	Chirurgie de l'ombilic	39,6	42,8	83,0	82,4	36,3	62,1	4,9	2,9
	Ecornage	7,9	9,0	30,9	52,2	35,0	66,9	31,1	11,7
	Fracture	65,1	66,0	47,9	51,7	2,8	6,3	10,8	10,9
	Suite dystocie	29,8	42,6	1,0	1,7	1,2	2,0	59,5	55,1

Les pratiques comparées en France et en Europe semblent assez similaires à l'exception de trois situations principalement :

- L'utilisation d'AINS lors de césarienne, non systématique dans les deux cas, mais plus fréquente à l'échelle de l'Europe,
- Le recours à une anesthésie locale (ou générale) pour l'écornage des veaux (des contraintes règlementaires ainsi que la nature des intervenants le réalisant peuvent différer entre pays),
- Le recours à un AINS chez la vache ou le veau suite à une dystocie*, plus fréquente à l'échelle de l'Europe.

Certaines réponses reflètent l'absence pure et simple de stratégie analgésique dans certaines circonstances (1,5 % pour la césarienne par exemple). Ces attitudes restent néanmoins exceptionnelles. Les résultats obtenus notamment concernant la castration et l'écornage chez le veau sont en accord avec ceux obtenus au Canada dans une étude récente (Hewson et al., 2007). Par ailleurs, l'enquête canadienne de (Hewson et al., 2007) révèle que la gestion de la douleur par les vétérinaires Canadiens obéit à la "loi du tout ou

rien"[5] pour un grand nombre d'interventions chirurgicales au premier rang desquelles apparaît l'écornage des veaux. Pour 70% des vétérinaires interrogés, elle repose sur une monothérapie.

Il ressort toutefois un point commun crucial de ces résultats : la prise en charge de la douleur sur nombre d'interventions repose très fréquemment sur l'utilisation de plusieurs analgésiques et non d'un seul pour un grand nombre de praticiens. Ainsi, si certaines substances anesthésiques (anesthésiques locaux, alpha2-agonistes) sont utilisées dans leur indication première d'anesthésique ou pour permettre une meilleure contention de l'animal, leur potentiel analgésique contribue à une meilleure prise en charge de la douleur chez les bovins. Cette combinaison de molécules et de méthodes analgésiques correspond à la notion d'analgésie multimodale.

Attitudes et motivations actuelles des vétérinaires.

Ces dernières années, différentes études ont porté sur les attitudes et motivations des vétérinaires ruraux face à la douleur des bovins (Guattéo et al., 2008; Hewson et al., 2007; Huxley & Whay, 2006; Misch et al., 2007). Parmi les sujets d'investigation retenus par les auteurs, les motivations d'usage des analgésiques par les vétérinaires sont nombreuses (Tableau 5). Les vétérinaires sont majoritairement convaincus de l'intérêt d'administrer des analgésiques (Tableau 6). Par ailleurs, selon l'enquête de Misch et al. (2007) (Figure 4), la grande majorité des vétérinaires Canadiens considèrent que l'usage des analgésiques contribue à leur sécurité et à celle du veau. D'après Hewson et al. (2007), il pourrait même s'agir du motif premier de leur emploi par les vétérinaires. En comparant néanmoins les perceptions et les pratiques, on peut noter une certaine divergence, se traduisant par une sous utilisation des substances analgésiques en regard de l'attention portée à la douleur. Les différents auteurs (Guattéo et al., 2008; Hewson et al., 2007; Huxley & Whay, 2006) attribuent ces divergences à un manque de formation/information sur la thématique douleur et sa prise en charge, un manque de temps pour pratiquer eux même certaines interventions (exemple de l'écornage) et un frein économique majeur.

[5] L'administration d'analgésiques est soit systématique soit jamais pratiquée, selon les vétérinaires.

Tableau 5. Importance de différents facteurs entrant en compte dans la décision d'utiliser un anti-inflammatoire non stéroïdien (Guattéo et al., 2008).

Facteur entrant en compte dans la décision d'initier un traitement analgésique à l'aide d'AINS	**Réponse médiane[a]**		**Classement (sur la base du nombre de citations en très important)**	
	France	**Europe**	**France**	**Europe**
Effet anti-inflammatoire	4	4	1	1
Effets antitoxiniques	4	4	2	3
AMM disponible	4	4	3	4
Potentiel analgésique	3	4	4	2
Temps d'action nécessaire	3	3	5	6
Durée de l'analgésie	3	3	6	5
Coût	3	3	7	7
Effets secondaires potentiels	3	3	8	8
Politique commerciale	3	2	9	13
Posologie	2	2	10	10
Voie d'administration	2	3	11	9
Relation avec le laboratoire fabricant	2	2	12	14
Absence d'effet sédatif	2	2	13	12
Disponibilité de support technique	2	2	14	11

[a] 1 – Pas important; 2 – Plutôt Important; 3 –Important; 4 – Très Important

Tableau 6. Résultat d'un sondage d'opinion sur quelques idées reçues concernant la douleur bovine auprès des vétérinaires ruraux Français et Européens (d'après Guattéo et al., 2008).

Proposition	**Proportion de vétérinaires d'accord avec la proposition faite (%)** France	Europe
Les analgésiques peuvent masquer une détérioration de l'état de l'animal.	38,8	37,0
Il est bénéfique pour les bovins que le traitement comprenne des analgésiques.	85,8	94,0
La douleur est nécessaire pour limiter le bovin dans ses mouvements.	23,9	23,0
Les bovins récupèrent plus vite s'ils ont reçu des analgésiques.	86,0	90,6
Les effets secondaires des analgésiques limitent leur utilisation.	10,4	11,4
Les éleveurs souhaiteraient que leurs bovins reçoivent un traitement analgésique, mais son coût constitue un frein majeur.	51,5	53,5
La législation Européenne me limite dans l'utilisation des traitements analgésiques chez les bovins.	29,3	38,4

5.3.3. Quelques exemples de traitement de la douleur en pratique rurale bovine

5.3.3.1. Boiteries, affections du pied ou articulaires

Au-delà des traitements chirurgicaux, il est souvent crucial lors de boiterie ou de l'affection du pied ou articulaire, d'augmenter le confort de l'animal (litière, accès à une surface de couchage, accès à la nourriture/boisson, accès en salle de traite, support de la zone douloureuse avec un talon, bandage ou plâtre, etc.). Les AINS ont prouvé leur intérêt en augmentant la production laitière dans différents modèles de boiterie et ils assurent un traitement efficace de la douleur sur plusieurs jours (Desrochers, 2004). Certaines affections locomotrices telles que les arthrites septiques nécessitent des traitements répétés et douloureux pour lesquels une sédation associée aux différentes techniques d'anesthésie loco-régionales (blocs nerveux, anesthésie régionale intraveineuse) doivent être envisagées pour assurer la réalisation d'un traitement efficace et améliorer le pronostic de la maladie (Desrochers, 2004). Le confort de l'animal doit être optimisé de manière concomitante pour assurer un retour à une physiologie articulaire normale.

5.3.3.2. Mamelles et trayons

À côté des soins locaux médicamenteux et non médicamenteux, l'utilisation par voie systémique d'AINS est souvent indispensable lors de mammites aiguës pour réduire les symptômes d'une atteinte sévère, et pour éviter/traiter le développement d'une mammite toxinique (Erskine et al., 2003). L'utilisation controversée de corticostéroïdes intramammaires est à évaluer au cas par cas pour permettre une diminution rapide des signes de douleur locaux (Erskine et al., 2003). Lors d'intervention chirurgicale sur le trayon, des techniques d'anesthésie locale (bloc en anneau et injection intracisternale, paravertébrales L5 sur bovin couché), combinées à une sédation légère sont indiquées dans la grande majorité des cas (Couture & Mulon, 2005). L'administration d'anesthésique locaux associés ou non avec de la xylazine (0.05 mg/kg) a été décrite par voie épidurale pour les mêmes indications (Couture & Mulon, 2005) et peut être envisagée.

5.3.3.3. Douleur viscérale

L'administration systémique d'AINS associée avec une fluidothérapie est le traitement de choix dans l'espèce bovine. Les AINS ont non seulement un rôle dans l'analgésie préemptive mais aussi un rôle dans l'analgésie de la période post-opératoire. Certaines affections digestives pour lesquelles l'irrigation sanguine est compromise peuvent nécessiter la combinaison d'autres agents analgésiques pour favoriser le confort dans la période postopératoire immédiate. L'ajout de butorphanol aux AINS permet alors un effet analgésique plus soutenu. De petites doses de xylazine (0.05 mg/kg) peuvent être ajoutées chez les animaux agités.

5.3.3.4. Appareil génital

Concernant la castration des bovins mâles, la technique chirurgicale choisie, l'application correcte de la procédure et l'âge de l'animal jouent un rôle dans la douleur postopératoire. Cependant, quelle que soit la technique, il est généralement conseillé (obligatoire dans certains pays) d'utiliser des AINS associés à une anesthésie locale (injection intra-testiculaire quelques minutes avant la manipulation ou bien injection dans chaque cordon testiculaire) et combinés à une sédation ou à une anesthésie générale (George, 2003). De nombreuses études rapportent des pertes de GMQ* plus importantes sur une période de plus de 6 semaines sur des animaux castrés sans analgésie (Anderson & Muir, 2005a).

Les interventions sur l'appareil génital femelle (ex. ovariectomie par voie vaginale) sont souvent moins douloureuses et peuvent simplement bénéficier d'anesthésiques locaux (coton imbibé de lidocaïne appliqué 1 minute sur le pédicule ovarien) et d'une épidurale

basse d'effet court (lidocaïne), ainsi que d'une double injection (avant/après) de butorphanol (0.05 mg/kg IV/IM). Lors d'interventions plus invasives telles que les laparotomies (césarienne), l'association d'une sédation par voie épidurale (xylazine), d'une anesthésie régionale (paravertébrale) et d'un AINS préopératoire est recommandée. Les douleurs consécutives aux affections de la région périnéale (dystocies, métrites, plaies) peuvent être soulagées à l'aide d'une épidurale à la lidocaïne, éventuellement renforcée de xylazine, et d'un AINS par voie intraveineuse (après traitement de la déshydratation). Pour les cas de dystocie, la voie épidurale peut être insuffisante pour réduire les douleurs d'origine utérine et le butorphanol (0,05 à 0,1 mg/kg IV) est alors indiqué (George, 2003).

5.3.3.5. Calculs urinaires

Les calculs urinaires obstructifs peuvent être très douloureux. Une analgésie légère et courte est possible avec de faibles doses de xylazine. De plus hautes doses permettent une sédation pour les animaux plus agités présentant des coliques et permettent d'aborder les interventions de déblocage. Souvent, la voie épidurale est indiquée (analgésie et sédation avec de la xylazine 0.05 mg/kg, anesthésie avec de la lidocaïne 10-15 mL 2%). Les douleurs plus manifestes nécessitent l'ajout de butorphanol (0.1 mg/kg) par voie systémique. Certains cas d'obstruction sévère nécessitent une anesthésie générale. Un traitement parallèle de la déshydratation par des fluides intraveineux est très important.

5.3.3.6. Recours à une anesthésie générale

L'utilisation de l'anesthésie générale avec perte de conscience ponctuelle et réversible de l'animal est également possible pour limiter la douleur durant les interventions douloureuses notamment chirurgicales. L'anesthésie permet de meilleures conditions de travail, ce qui limite les réactions inflammatoires et les risques d'infections secondaires. L'anesthésie générale est souvent utilisée pour les actes chirurgicaux majeurs (exemples : laparotomies profondes, chirurgie orthopédique, blessures sévères,…) et rarement pour les interventions de routine sur les animaux d'élevage. Cependant, le recours à une anesthésie générale n'est pas suffisant pour traiter correctement la douleur péri- et postopératoire et elle doit être associée aux techniques citées ci-dessus.

Exemple de la castration des porcelets

La plupart des méthodes d'anesthésie générale par injection (par exemple de kétamine) sont difficiles à pratiquer en routine dans les élevages, parce qu'elles sont longues, non dénuées de risques pour les animaux et pour les opérateurs, et ne peuvent être mises en œuvre que par des vétérinaires. De plus, le réveil des animaux est en général assez long et cette période de sédation augmente les risques d'écrasement par la truie. Des essais ont été réalisés avec différentes associations d'anesthésiques injectables à différents doses chez le porcelet (Waldmann et al., 1994). L'administration intramusculaire de kétamine et d'azapérone est efficace mais induit de longues périodes de réveil (Kmiec, 2005). L'administration intramusculaire ou intranasale de kétamine, de climazolam et d'azapérone a également été rapportée comme efficace mais encore insatisfaisante (Axiak et al., 2007). L'anesthésie induite par inhalation de dioxyde de carbone (CO_2) fait cependant exception à cette règle car elle ne nécessite pas de système d'évacuation de gaz et peut être facilement réalisée dans les conditions de l'élevage. Cette méthode a été choisie par les producteurs hollandais après des essais expérimentaux montrant son intérêt pour réduire la douleur (Gerritzen et al., 2008). Elle est cependant controversée car elle est très aversive pour les animaux, induit une réaction de stress et ne règle pas le problème de la douleur post-opératoire ((Wright et al., 2009) ; revues bibliographiques : (Prunier et al., 2006; von Borell et al., 2009)). Une autre méthode plus intéressante choisie par les autorités suisses est l'anesthésie générale des porcelets à l'isoflurane. Cette méthode permet d'endormir les porcelets dans de bonnes conditions mais elle ne règle pas non plus le problème de la douleur post-opératoire (revues bibliographiques : Prunier et al., 2006; von Borell et al., 2009). Pour cela, il faut la coupler à un traitement anti-inflammatoire. Un appareil a été développé en collaboration avec le Bureau Fédéral Suisse de la Sécurité de l'Environnement

Professionnel (SECO) afin de limiter les risques d'échappement de gaz anesthésique sur le lieu de travail. L'induction de l'anesthésie est possible en moins de 40 secondes, et la chirurgie réalisée en moins de 2 minutes avec une très bonne qualité d'anesthésie et d'analgésie. La méthode a été jugée sûre pour l'utilisateur, et les mesures de béta-endorphines et d'ACTH montrent une bonne efficacité (Jäggin et al., 2006). Cette technique est maintenant commercialisée et réalisée à grande échelle par les éleveurs en suisse, après une formation particulière, mais certains préfèreraient l'immunocastration qui n'est pas acceptée par la grande distribution.

5.4. Conclusion

Dans l'état actuel des connaissances et des pratiques et en fonction des contextes d'élevage, des marges de manœuvre existent pour limiter ou éviter des douleurs en adaptant les équipements, les techniques ou les pratiques en place dans les élevages et les abattoirs.

Des traitements médicaux de la douleur existent, mais la réglementation actuelle, qui privilégie la limitation du risque de présence de résidus médicamenteux dans les produits animaux et l'optimisation des coûts et de l'organisation du travail, constitue fréquemment des obstacles à leur utilisation.

Certaines stratégies de sélection génétique ou/et certains cahiers des charges d'élevage sont susceptibles de diminuer le risque d'apparition de douleurs.

La mise en place de mesures incitatives et l'application d'une réglementation adaptée peuvent faciliter l'utilisation de solutions pour éviter, limiter ou traiter la douleur chez les animaux d'élevage. (cf. législation, formation et information des acteurs des filières).

Chez certaines espèces comme les volailles et les poissons, il existe peu de procédures antalgiques. Leur mise en place nécessiterait des travaux expérimentaux et des validations à l'échelle commerciale.

5.5. Références bibliographiques

Alcasde (2008). Alternatives to castration and dehorning. Call for tender no. SANCO/2008/D5/018 European Commisssion, Health and Consumers Directorate General, Unit D5 http://www.alcasde.eu/

Anand K.J.S. (2000). Pain, plasticity, and premature birth: a prescription for permanent suffering? *Nature Medicine* 6: 971-973.

Anand K.J.S., Coskun V., Thrivikraman K.V., Nemeroff C.B., Plotsky P.M. (1999). Long-Term Behavioral Effects of Repetitive Pain in Neonatal Rat Pups. *Physiology & Behavior* 66(4): 627-637.

Anderson D.E., Muir W.W. (2005a). Pain management in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 21(3): 623-635, v-vi.

Anderson D.E., Muir W.W. (2005b). Pain management in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 21(1): 19-31.

Anil L., Anil S.S., Deen J. (2005). Pain detection and amelioration in animals on the farm: issues and options. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 8(4): 261-278.

Anil M.H., McKinstry J.L. (1998). Variations in electrical stunning tong placements andrelative consequences in slaughter pigs. *Veterinary Journal* 155(1): 85-90.

Autissier C. (2008). Réglementation éthique de l'expérimentation animale en recherche biomédicale. *Medecine Sciences* 24(4): 437-442.

Axiak S.M., Jaeggin N., Schatzmann U. (2007). Anaesthesia of piglets. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 149(9): 395-402.

Balog J.M., Bayyari G.R., Rath N.C., Huff W.E., Anthony N.B. (1997). Effect of intermittent activity on broiler production parameters. *Poultry Science* 76(1): 6-12.

Beaumont C., Roussot O., Feve K., Vignoles F., Leroux S., Pitel F., Faure J.M., Mills A.D., Guemene D., Sellier N., Mignon-Grasteau S., Le Roy P., Vignal A. (2005). A genome scan with AFLPTM markers to detect fearfulness-related QTLs in Japanese quail. *Animal Genetics* 36(5): 401-407.

Bessei W. (1984a). Genetic correlations between performance, feathering and fear in laying hens. *Archiv fur Geflugelkunde* 48(6): 231-239.

Bessei W. (1984b). On the heritability of feather pecking in pullets. 1st report. *Archiv fur Geflugelkunde* 48(6): 224-231.

Bessei W. (1996). Genetics of feather pecking. *In* Proceedings of the 2nd European Poultry Breeders Roundtabble, (Sörensen P., ed.), Research Centre Foulum, Denmark: 9-21.

Bilgili S.F. (1992). Electrical Stunning of Broilers - Basic Concepts and Carcass Quality Implications: A Review. *Journal of Applied Poultry Research* 1(1): 135-146.

Bizeray D., Estevez I., Leterrier C., Faure J.M. (2002). Influence of increased environmental complexity on leg condition, performance, and level of fearfulness in broilers. *Poultry Science* 81(6): 767-773.

Boesch D., Steiner A., Stauffacher M. (2006). Castration of calves: A survey among Swiss suckler beef farmers. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 148(5): 231-244.

Bonneau M., Ouedraogo A.P., Prunier A., Courboulay V., Fredriksen B., Oliver M.A. (2009). Castration des porcs mâles : pratiques actuelles et opinions des porteurs d'enjeux en Europe. *Journées de la Recherche Porcine* 41: 6 p.

Bouvarel I., Barrier-Guillot B., Larroude P., Boutten B., Leterrier C., Merlet F., Vilarino M., Roffidal L., Tesseraud S., Castaing J., Picard M. (2004). Sequential feeding programs for broiler chickens: Twenty-four- and forty-eight-hour cycles. *Poultry Science* 83(1): 49-60.

Bouvarel I., Chagneau A.M., Lescoat P., Tesseraud S., Leterrier C. (2008). Forty-eight-hour cycle sequential feeding with diets varying in protein and energy contents: adaptation in broilers at different ages. *Poultry Science* 87(1): 196-203.

Brambell F.W.R. (1965). Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems, HMSO Cmnd. 2836.

Brandstrom H., Gunnarsson U., Grundberg E., Ohlsson C., Mallmin H., Larsson S., Andersson L., Jensen P., Fredriksson R., Kindmark A. (2003). Five novel QTLs for bone mineral density and biomechanical strength discovered in an intercross of red jungle fowl and white leghorn chicken, *25. Annual Meeting of the American-Society-for-Bone-and-Mineral-Research,* Minneapolis, Minnesota, Sep 19-23: S124-S124.

Breuer K., Sutcliffe M.E.M., Mercer J.T., Rance K.A., Beattie V.E., Sneddon I.A., Edwards S.A. (2003). The effect of breed on the development of adverse social behaviours in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 84(1): 59-74.

Breuer K., Sutcliffe M.E.M., Mercer J.T., Rance K.A., O'Connell N.E., Sneddon I.A., Edwards S.A. (2005). Heritability of clinical tail-biting and its relation to performance traits. *Livestock Production Science* 93(1): 87-94.

Bufalari A., Adami C., Angeli G., Short C.E. (2007). Pain assessment in animals. *Vet Res Commun* 31 Suppl 1: 55-58.

Buhk H.J. (1999). Rapport de la session Recherche, *Conférences internationales du conseil de l'Europe sur les questions éthiques soulevées par l'application de la biotechnologie,* Oviedo, Conseil de l'Europe: 45-51.

Buitenhuis A.J., Kjaer J.B. (2008). Long term selection for reduced or increased pecking behaviour in laying hens. *World's Poultry Science Journal* 64(4): 477-487.

Buitenhuis A.J., Rodenburg T.B., Wissink P.H., Visscher J., Koene P., Bovenhuis H., Ducro B.J., vanderPoel J.J. (2004). Genetic and phenotypic correlations between feather pecking behavior, stress response, immune response, and egg quality traits in laying hens. *Poultry Science* 83(7): 1077-1082.

Cabaret J., Benoit M., Laignel G., Nicourt C. (2009). Current management of farms and internal parasites by conventional and organic meat sheep French farmers and acceptance of targeted selective treatments. *Veterinary Parasitology* 16(1): 21-29.

CE (2008). Proposition de règlement du conseil sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort CE 2008/0180 Commission des Communautés Européennes, COM(2008)553. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0533:FIN:FR:HTML

Chen C.Y., Gilbert C.L., Yanga G.C., Guo Y.M., Segonds-Pichon A., Ma J.W., Evans G., Brenig B., Sargent C., Affara N., Huang L.S. (2008). Maternal infanticide in sows: Incidence and behavioural comparisons between savaging and non-savaging sows at parturition. *Applied Animal Behaviour Science* 109(2-4): 238-248.

Classen H.L., Riddell C. (1989). Photoperiodic effects on performance and leg abnormalities in broiler chickens. *Poultry Science* 68: 873-879.

Classen H.L., Riddell C. (1990). Early growth rate and lighting effects on broiler skeletal disease. *Poultry Science* 69(Suppl 1): 35.

Colleau J.J., Regaldo D. (2001). Définition de l'objectif de sélection dans les races bovines laitières, *8. Rencontres Recherches Ruminants* 329-332.

Coopman F., Gengler N., Groen A.F., de Smet S., van Aalderen W.M. (2004). Comparison of external morphological traits of newborns to inner morphological traits of the dam in the double-muscled Belgian Blue Beef breed. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 121(2): 128-134.

Court M.H., Dodman N.H., Levine H.D., Richey M.T., Lee J.W., Hustead D.R. (1992). Pharmacokinetics and milk residues of butorphanol in dairy cows after single intravenous administration. *J Vet Pharmacol Ther* 15(1): 28-35.

Couture Y., Mulon P.Y. (2005). Procedures and surgeries of the teat. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 21(1): 173-204.

Cox J.J., Reimann F., Nicholas A.K., Thornton G., Roberts E., Springell K., Karbani G., Jafri H., Mannan J., Raashid Y., Al-Gazali L., Hamamy H., Valente E.M., Gorman S., Williams R., McHale D.P., Wood J.N., Gribble F.M., Woods C.G. (2006). An SCN9A channelopathy causes congenital inability to experience pain. *Nature* 444(7121): 894-898.

Craig J., Muir W. (1998). Genetics and the behavior of chickens: welfare and productivity. *In* Genetics and the behavior of domestic animals, (Grandin T., ed.), Academic Press, San Diego, USA: 265-297.

Cuthbertson C.J. (1980). Genetic variation in feather-pecking behaviour. *British Poultry Science* 21(6): 447-450.

Dahl Rendtorff J., Kemp P. (eds.) (2000). Basic ethical principles in European bioethics and biolaw, vol. I Autonomy, dignity, integrity and vulnerability, Report to the European Commission of the Biomed-II project, Basic ethical principles in bioethics and biolaw 1995-1998, Centre for Ethics and Law and Institut Borja de Bioética, Copenhagen, Denmark and Barcelona, Spain.

Daly C. (2005). The use of alternative electrical frequencies for stunning of livestock before religious slaughter, *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 77-84.

Daly C.C., Kallweit E., Ellendorf F. (1988). Cortical function in cattle during slaughter : conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared with shechita slaughter. *Veterinary Record* 122(14): 325-329.

Daly C.C., Whittington P.E. (1986). Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep: effects of captive bolt stunning in the poll position on brain function. *Research in Veterinary Science* 41(3): 353-355.

de Roest K., Montanari C., Fowler T.J., Baltusse W. (2009). Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal* 3(11): 1522-1531.

Delabrosse C. (2009). Poules pondeuses avec parcours : observatoire technico-économique 2008, Chambres d'agriculture de Bretagne, des Pays de la Loire et Poitou Charente: 4 p. http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/10855/$File/4%20pages%20%20plein%20air%202008.pdf?OpenElement

Desrochers A. (2004). Treatment of pathological diseased foot and digits - Septic Arthritis. *In* Farm Animal Surgery, (Fubini S.L., Ducharme N.G., eds.), Saunders, St Louis, Missouri, USA: 330-336.

Edwars S.A. (1995). Designing systems to meet behavioral needs: The Family Pen system for pigs. *In* Animal behavior and the design of livestock and poultry systems., Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca: 115-125.

EFSA (2004a). Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods, Question n°EFSA-Q-2003-093: 241 p.

EFSA (2004b). Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of Piglets, Question n°EFSA-Q-2003-091: 100 p.

EFSA (2007). Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems, Question n° EFSA-Q-2006-013: 96 p.

Erskine R.J., Wagner S., DeGraves F.J. (2003). Mastitis therapy and pharmacology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 19(1): 109-138, vi.

Fathi M.M., El-Attar A.H., Nazmi A. (2008). Effect of the naked neck gene on carcase composition and immunocompetence in chicken. *Bristish Poultry Science* 49(2): 103-110.

Faulkner P.M., Weary D.M. (2000). Reducing pain after dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 83(9): 2037-2041.

FAWC (2003). Welfare of farmed animals at slaughter or killing. part 1 : red meat animals, Farm Animal Welfare Council: 80 p. http://www.fawc.org.uk/reports.htm

Fisher A.D., Crowe M.A., delaVarga M.E.A., Enright W.J. (1996). Effect of castration method and the provision of local anesthesia on plasma cortisol, scrotal circumference, growth, and feed intake of bull calves. *Journal of Animal Science* 74(10): 2336-2343.

Flecknell P. (2002). Replacement, reduction and refinement. *ALTEX* 19(2): 73-78.

Fourichon C., Seegers H., Bareille N., Beaudeau F. (1999). Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Preventive Veterinary Medicine* 41(1): 1-35.

Foury A., Devillers T., Sanchez M.P., Griffon H., LeRoy P., Mormede P. (2005). Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White x Duroc pigs. *Meat Science* 69(4): 703-707.

Foury A., Geverink N.A., Gil M., Gispert M., Hortos M., FontiFurnols M., Carrion D., Blott S.C., Plastow G.S., Mormede P. (2007). Stress neuroendocrine profiles in five pig breeding lines and the relationship with carcass composition. *Animal* 1(7): 973-982.

Foury A., Tribout T., Bazin C., Billon Y., Bouffaud M., Gogué J.M., Bidanel J.P., Mormede P. (2009). Estimation of genetic trends from 1977 to 2000 for stress-responsive systems in French Large White and Landrace pig populations using frozen semen. *Animal* 3(12): 1681-1687.

Foxcroft G.R., Dixon W.T., Novak S., Putman C.T., Town S.C., Vinsky M.D.A. (2006). The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *Journal of Animal Science* 84(13 suppl): E105-.

Fraser D. (2008). Toward a global perspective on farm animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 113(4): 330-339.

Fraser D. (2009). Assessing animal welfare: different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biology*: 10.1002/zoo.20253

Fredriksen B., FontiFurnols M., Lundström K., Migdal W., Prunier A., Tuyttens F.A.M., Bonneau M. (2009). Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 3(11): 1480-1487.

Fredriksen B., Nafstad O. (2006). Surveyed attitudes, perceptions and practices in Norway regarding the use of local anaesthesia in piglet castration. *Research in Veterinary Science* 81(2): 293-295.

Fujii J., Otsu K., Zorzato F., deLeon S., Khanna V.K., Weiler J.E., O'Brien P.J., MacLennan D.H. (1991). Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* 253(5018): 448-451.

Fulponi L. (2006). Private voluntary standards in the food system: The perspective of major food retailers in OECD countries *Food Policy* 31(1): 1-13.

Gade S., Bennewitz J., Kirchner K., Looft H., Knap P.W., Thaller G., Kalm E. (2008). Genetic parameters for maternal behaviour traits in sows. *Livestock Science* 114(1): 31-41.

Gardner R.M., Goldberg A.M. (2007). Pain-free animals: An acceptable refinement ? *AATEX* 14(Special Issue): 145-149.

Garreau H., Brun J.M., Theau-Clement M., Bolet G. (2008). Evolution des axes de recherche à l'INRA pour l'amélioration génétique du lapin de chair. *INRA Productions Animales* 21(3): 269-276.

Gentle M.J., Hughes B.O., Fox A., Waddington D. (1997). Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-d-old domestic chicks. *British Poultry Science* 38(5): 453-463.

George L.W. (2003). Pain control in food animals, International Veterinary Information Service, Recent Advances in Anesthetic Management of Large Domestic Animals: 4 p. http://www.ivis.org

Gerritzen M.A., Kluivers-Poodt M., Reimert H.G.M., Hindle V., Lambooij E. (2008). Castration of piglets under CO2-gas anaesthesia. *Animal* 2(11): 1666-1673.

Gibson T.J., Johnson C.B., Murrell J.C., Mitchinson S.L., Stafford K.J., Mellor D.J. (2009). Amelioration of electroencephalographic responses to slaughter by non-penetrative captive-bolt stunning after ventral-neck incision in halothane-anaesthetised calves. *New Zealand Veterinary Journal* 57(2): 96-101.

Giersing M.H., Studnitz M. (1994). Characterization and investigation of aggressive behaviour in the pig, *Conference on Welfare of Domestic Animals - Concepts, Theories, and Methods of Measurement,* Tune, Denmark, 1994/01/24-26: 56-60.

Grandin T. (1980). Observations of cattle behavior applied to the design of cattle-handling facilities. *Applied Animal Ethology* 6(1): 19-31.

Grandin T. (1988). Double rail restrainer conveyor for livestock handling. *Journal of Agricultural Engineering Research* 41: 327-338.

Grandin T. (1993). Management commitment to incremental improvements greatly improves livestock handling. *Meat focus international* october: 450-453.

Grandin T. (1994). Farm animal welfare during handling, transport and slaughter. *Animal Welfare Forum* 204: 372-377.

Grandin T. (1998). Objective scoring of animal handling and stunning practices at slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 212(1): 36-39.

Grandin T. (2001). Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants. *Applied Animal Behaviour Science* 71(3): 191-201.

Grandin T. (2005). Restraint methods for holding animals during ritual slaughter, *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 64-69.

Grandinson K. (2003). Genetic background of maternal behaviour and its relation to offspring survival, *54. Annual Meeting of the European-Association-for-Animal-Production,* Rome, Italy, Sep 01: 43-50.

Grandinson K., Rydhmer L., Strandberg E., Thodberg K. (2003). Genetic analysis of on-farm tests of maternal behaviour in sows. *Livestock Production Science* 83(2-3): 141-151.

Gregory N.G., Wilkins L.J., Wotton S.B. (1991). Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broilers, hens and quails. *British Veterinary Journal* 147(1): 71-77.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1984). Sheep slaughtering procedures. III. Head-to-back electrical stunning. *British Veterinary Journal* 140(6): 570-575.

Gregory N.G., Wotton S.B. (1987). Effect of electrical stunning on the electroencephalogram in chickens. *British Veterinary Journal* 143(2): 175-183.

Grethe H. (2007). High animal welfare standards in the EU and international trade – How to prevent potential 'low animal welfare havens'? . *Food Policy* 32(3): 315-333.

Gsandter H. (2005). Stunning after the ritual slaughter cut - experiences from Austria, *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 93-98.

Guattéo R., Holopherne D., Whay H.R., Huxley J.N. (2008). Attitudes et pratiques actuelles des vétérinaires praticiens dans la prise en charge de la douleur des bovins. *Bulletin des GTV* 44: 61-68.

Haga H.A., Lykkjen S., Revold T., Ranheim B. (2006). Effect of intratesticular injection of lidocaine on cardiovascular responses to castration in isoflurane-anesthetized stallions. *American journal of veterinary research* 67(3): 403-408.

Heinrich A., Duffield T.F., Lissemore K.D., Squires E.J., Millman S.T. (2009). The impact of meloxicam on postsurgical stress associated with cautery dehorning. *Journal of Dairy Science* 92(2): 540-547.

Hellbruggel B., Tolle K.H., Bennewitz J., Henze C., Presuhn U., Krieter J. (2008). Genetic aspects regarding piglet losses and the maternal behaviour of sows. Part 2. Genetic relationship between maternal behaviour in sows and piglet mortality. *Animal* 2(9): 1281-1288.

Hennessy D.P., Jackson P.N. (1987). Relationship between adrenal responsiveness and growth rate, *Manipulating Pig Production*, Committee A.P.S.A., ed.: 23.

Hester P.Y. (1994). The role of environment and management on leg abnormalities in meat-type fowl. *Poultry Science* 73(6): 904-915.

Hewson C.J., Dohoo I.R., Lemke K.A., Barkema H.W. (2007). Canadian veterinarians' use of analgesics in cattle, pigs, and horses in 2004 and 2005. *Canadian Veterinary Journal* 48(2): 155-164.

Hobbs A.L., Hobbs J.E., Isaac G.E., Kerr W.A. (2002). Ethics, domestic food policy and trade law: assessing the EU animal welfare proposal to the WTO. *Food Policy* 27(5-6): 437-454.

Hocking P.M., Channing C.E., Robertson G.W., Edmond A., Jones R.B. (2004). Between breed genetic variation for welfare-related behavioural traits in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 89(1/2): 85-105.

Huxley J.N., Whay H.R. (2006). Current attitudes of cattle practitioners to pain and the use of analgesics in cattle. *Veterinary Record* 159(20): 662-668.

Interbev (1996). Le bien-être des bovins et ovins de boucherie du transport à l'abattage, Institut de l'Elevage, Le Point Sur… 73 p.

Ivany J.M., Muir W.W. (2004). Farm animal anaesthesia. *In* Farm Animal Surgery, (Fubini S.L., Ducharme N.G., eds.), Saunders, St Louis, Missouri, USA: 97-112.

Jäggin N., Gerber S., Schatzmann U. (2006). General anaesthesia, analgesia and pain associated with the castration of newborn piglets. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl I): S12.

Jensen P., Buitenhuis B., Kjaer J., Zanella A., Mormede P., Pizzari T. (2008). Genetics and genomics of animal behaviour and welfare - challenges and possibilities. *Applied Animal Behaviour Science* 113(4): 383-403.

Jensen P., Keeling L., Schutz K., Andersson L., Mormede P., Brandstrom H., Forkman B., Kerje S., Fredriksson R., Ohlsson C., Larsson S., Mallmin H., Kindmark A. (2005). Feather pecking in chickens is genetically related to behavioural and developmental traits. *Physiology & Behavior* 86(1-2): 52-60.

Jentzer A. (2008). Performances moyennes des élevages cunicoles en 2007. Présentation rapide des résultats RENACEB et RENALAP. *Cuniculture Magazine* 35: 39-44.

Kanis E., vandenBelt H., Groen A.F., Schakel J., deGreef K.H. (2004). Breeding for improved welfare in pigs: a conceptual framework and its use in practice. *Animal Science* 78(2): 315-329.

Kent J.E., Molony V., Thrusfield M.V., Robertson I.S. (1996). Castration of calves: a study of methods used by farmers in the United Kingdom. *Veterinary Record* 138(16): 384-387.

Kestin S.C., Knowles T.G., Tinch A.E., Gregory N.G. (1992). Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record* 131(9): 190-194.

Kestin S.C., Su G., Sørensen P. (1999). Different commercial broiler crosses have different susceptibilities to leg weakness. *Poultry Science* 78: 1085-1090.

Kjaer J.B., Sorensen P. (1997). Feather pecking behaviour in White Leghorns, a genetic study. *British Poultry Science* 38(4): 333-341.

Kjaer J.B., Sorensen P., Su G. (2001). Divergent selection on feather pecking behaviour in laying hens (Gallus gallus domesticus). *Applied Animal Behaviour Science* 71(3): 229-239.

Kling-Eveillard F., Dedieu B., Frappat S., Chauvat S., Servière G. (2008). Compte rendu de six expériences locales d'accompagnement des éleveurs sur le travail, coll. collection Résultats, Institut de l'Elevage - Inra, 54 p.

Kmiec M. (2005). Die Kastration von saugferkeln ohne und mit Allgemeinanaesthesie (Azaperone-Ketamine): Praktikabilität, Wohlbefinden und Wirtschaftlichkeit., Freie Universität Berlin, Berlin.

Knap P.W. (2005). Breeding robust pigs, *16. Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics (AAABG) Conference, Noosa, Queensland, Australia. 25-28 September, 2005.*: 763-773.

Knap P.W. (2008). Robustness. *In* Resource allocation theory applied to farm animal production, (Rauw W.M., ed.), CAB International: 288-301.

Knott S.A., Cummins L.J., Dunshea F.R., Leury B.J. (2008). Rams with poor feed efficiency are highly responsive to an exogenous adrenocorticotropin hormone (ACTH) challenge. *Domestic Animal Endocrinology* 34(3): 261-268.

Lafay L. (2009). Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 INCA (2006-2007), AFSSA: 228 p. http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf

Lagerkvist C., Carlsson F., Viske D. (2006). Swedish Consumer Preferences for Animal Welfare and Biotech: A Choice Experiment. *AgBioForum* 9(1): 51-58.

Lagerweij E., Nelis P.C., Wiegant V.M., vanRee J.M. (1984). The twitch in horses: a variant of acupuncture. *Science* 225(4667): 1172-1174.

Lambooy E., Spanjaard W. (1981). Effect of the shooting position on the stunning of calves by captive bolt. *Veterinary Record* 109(16): 359-361.

Lankhaar J.A.C., van de Nieuwelaar J. (2005). Ritual slaughter of poultry and the use of controlled atmosphere stunning (CAS) and electrical stunning., *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 85-88.

Larrère C., Larrère R. (2004). Actualité de l'animal-machine ? *Sens Public*: Dossier : La représentation du vivant – du cerveau au comportement.

Larzul C., Roy P.l., Gueblez R., Talmant A., Gogue J., Sellier P., Monin G. (1997). Effect of halothane genotype (NN, Nn, nn) on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 114(4): 309-320.

Le Bihan-Duval E., Beaumont C., Colleau J.J. (1996). Genetic parameters of the twisted legs syndrome in broiler chickens. *Genetics, Selection, Evolution* 28(2): 177-195.

Leenhouwers J.I., Knol E.F., de Groot P.N., Vos H., van der Lende T. (2002). Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. *Journal of Animal Science* 80(7): 1759-1770.

Lefebvre D. (2006). Caudotomie du cheval de trait belge, Rapport pour le Conseil de Bien être Animal de Belgique.

Lefebvre D., Lips D., Ödberg F.O., Giffroy J.M. (2007). Tail docking in horses: a review of the issues. *Animal* 1(8): 1167-1178.

Lepkova R., Sterc J., Vecerek V., Doubek J., Kruzikova K., Bedanova I. (2007). Stress responses in adult cattle due to surgical dehorning using three different types of anaesthesia. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 120(11-12): 465-469.

Leterrier C., Constantin P. (1996). Reducing the occurrence of Varus-Valgus deformations in broiler chickens with a low energy diet or an increasing lighting schedule. *Archiv fur Geflugelkunde* 60(4): 181-187.

Leterrier C., Vallee C., Constantin R., Chagneau A.M., Lessire M., Lescoat P., Berri C., Baeza E., Bizeray D., Bouvarel I. (2008). Sequential feeding with variations in energy and protein levels improves gait score in meat-type chickens. *Animal* 2(11): 1658-1665.

Levionnois O., Guatteo R. (2008). Analgésie chez les bovins. Modalités de prise en charge de la douleur. *Le point Vétérinaire* Numéro Spécial(Chirurgie et anesthésie des bovins en pratique).

Longley L. (2008). Anaesthesia of exotic pets, Elsevier Saunders, Edinburgh, 314 S.

Lovendahl P., Damgaard L.H., Nielsen B.L., Thodberg K., Su G., Rydhmer L. (2005). Aggressive behaviour of sows at mixing and maternal behaviour are heritable and genetically correlated traits. *Livestock Production Science* 93(1): 73-85.

Lunam C.A. (2005). The anatomy and innervation of the chicken beak: effects of trimming and re-trimming. *In* Poultry Welfare Issues - Beak trimming, (Glatz P.C., ed.), Nottingham University Press, UK: 51-68.

Lundström K., Matthews K.R., Haugen J.-E. (2009). Pig meat quality from entire males. *Animal* 3(11): 1497-1507.

Magdelaine P. (2006). Marché français et européen des œufs de consommation, *Journée Nationale des Professionnels de la pondeuse et de l'œuf de consommation,* Ploufragan; 2006/12/05: 10 p.

Martrenchar A., Guémené D., Morisse J.P. (2001). Evaluation de l'intérêt d'une anesthésie/analgésie locale ou générale lors du chaponnage, *4. Journées de la recherche avicole,* Nantes: 119-122.

Maxson S.C., Canastar A. (2007). Aggression: concepts and methods relevant to genetic analyses in mice and humans. 2nd ed. *In* Neurobehavioral genetics: methods and applications, (Jones B.C., Mormede P., eds.), CRC, Boca Raton: 281-290.

McMeekan C., Stafford K.J., Mellor D.J., Bruce R.A., Ward R.N., Gregory N.G. (1999). Effects of a local anaesthetic and a non-steroidal anti-inflammatory analgesic on the behavioural responses of calves to dehorning. *New Zealand Veterinary Journal* 47(3): 92-96.

Mellema S.C., Doherr M.G., Wechsler B.T., S., Steiner A. (2007). Influence of local anaesthesia on pain and distress induced by bloodless castration methods in young lambs. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 149(5): 213-225.

Mellor D.J., Gibson T.J., Johnson C.B. (2009). A re-evaluation of the need to stun calves prior to slaughter by ventral-neck incision: An introductory review. *New Zealand Veterinary Journal* 57(2): 74-76.

Mellor D.J., Stafford K.J., Todd S.E., Lowe T.E., Gregory N.G., Bruce R.A., Ward R.N. (2002). A comparison of catecholamine and cortisol responses of young lambs and calves to painful husbandry procedures. *Australian Veterinary Journal* 80(4): 228-233.

Mellor D.J., Thornber P.M., Bayvel A.C.D., Kahn S. (2008). Scientific assessment and management of animal pain, coll. Technical Series, Technical Series, vol 10, OIE (World Organisation for Animal Health), Paris, 218 p.

Mérat P. (1990). Potential usefulness of the Na (naked neck) gene in poultry production. *World's Poultry Science Journal* 42: 124-142.

Michel V., Peinnequin A., Alonso A., Buguet A., Cespuglio R., Canini F. (2007). Decreased heat tolerance is associated with hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis impairment. *Neuroscience* 147(2): 522-531.

Miczek K.A., Maxson S.C., Fish E.W., Faccidomo S. (2001). Aggressive behavioral phenotypes in mice. *Behavioural and Brain Research* 125(1-2): 167-181.

Milhauld C. (2007). Rapport sur l'utilisation du néologisme "bientraitance" à propos de la protection des animaux, Académie Vétérinaire de France: 29 p.

Mills A.D., Faure J.M. (1991). Divergent selection for duration of tonic immobility and social reinstatement behavior in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) chicks. *Journal of Comparative Psychology* 105(1): 25-38.

Mirabito L., Renouf E. (1998). Les troubles locomoteurs chez les volailles de chair: Enquête sur la situation en France et proposition d'axes de travail, ITAVI ed., Paris, 40 p.

Misch L.J., Duffield T.F., Millman S.T., Lissemore K.D. (2007). An investigation into the practices of dairy producers and veterinarians in dehorning dairy calves in Ontario. *Canadian Veterinary Journal* 48(12): 1249-1254.

Molony V., Kent J.E., Robertson I.S. (1995). Assessment of acute and chronic pain after different methods of castration of calves. *Applied Animal Behaviour Science* 46(1-2): 33-48.

Monin G., Larzul C., Roy P.l., Culioli J., Mourot J., Rousset-Akrim S., Talmant A., Touraille C., Sellier P. (1999). Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *Journal of Animal Science* 77(2): 408-415.

Mormede P. (2005). Molecular genetics of behaviour: research strategies and perspectives for animal production. *Livestock Production Science* 93(1): 15 -21.

Mormede P., Courvoisier H., Ramos A., Marissal-Arvy N., Ousova O., Desautes C., Duclos M., Chaouloff F., Moisan M.P. (2002). Molecular genetic approaches to investigate individual variations in behavioral and neuroendocrine stress responses. *Psychoneuroendocrinology* 27(5): 563-583.

Mouchonière M., Le Pottier G., Fernandez X. (1999). The effect of current frequency during waterbath stunning on the physical recovery and rate and extent of bleed out in turkeys. *Poultry Science* 78(3): 485-489.

Mouchonière M., Le Pottier G., Fernandez X. (2000). Effect of current frequency during electrical stunning in a water bath on somatosensory evoked responses in turkey's brain. *Research in Veterinary Science* 69(1): 53-55.

Mounier L., Marie M., Lensink B.J. (2007). Factors affecting the welfare of ruminants in livestock farming. *INRA Productions Animales* 20(1): 65-72.

Muir W., Hubbell J.A.E. (2009). Equine anesthesia. Monitoring and emergency therapy, 2 ed., Saunders, St Louis, Missouri, 478 p.

Muir W.M. (2005). Incorporation of competitive effects in forest tree or animal breeding programs. *Genetics* 170(3): 1247-1259.

Nassar M.A., Stirling L.C., Forlani G., Baker M.D., Matthews E.A., Dickenson A.H., Wood J.N. (2004). Nociceptor-specific gene deletion reveals a major role for Nav1.7 (PN1) in acute and inflammatory pain. *PNAS* 101(34): 12706-12711.

Naumenko E.V., Popova N.K., Nikulina E.M., Dygalo N.N., Shishkina G.T., Borodin P.M., Markel A.L., L (1989). Behavior, adrenocortical activity, and brain monoamines in Norway rats selected for reduced aggressiveness towards man. *Physiology & Behavior* 33: 85-91.

Nelson R.J., Chiavegatto S. (2001). Molecular basis of aggression. *Trends in Neurosciences* 24(12): 713-719.

Nicourt C., Benoit M., Laignel G., Cabaret J. (2009). Approches sanitaires comparées d'éleveurs ovins allaitants biologiques et conventionnels. *Innovations Agronomiques* 4: 49-60.

Odeh F.M., Cadd G.G., Satterlee D.G. (2003a). Genetic characterization of stress responsiveness in Japanese quail. 1. Analyses of line effects and combining abilities by diallel crosses. *Poultry Science* 82(1): 25-30.

Odeh F.M., Cadd G.G., Satterlee D.G. (2003b). Genetic characterization of stress responsiveness in Japanese quail. 2. Analyses of maternal effects, additive sex linkage effects, heterosis, and heritability by diallel crosses. *Poultry Science* 82(1): 31-35.

Office vétérinaire fédéral suisse (2005). Exigences légales en matière d'intervention sur des animaux vivants, Office vétérinaire fédéral suisse: 8 p.

Otto K.A., Short C.E. (1998). Pharmaceutical control of pain in large animals. *Applied Animal Behaviour Science* 59(1): 157-169.

Paul-Murphy J., Fialkowski J. (2001). Injectable anesthesia and analgesia of birds. *In* Recent advances in veterinary anesthesia and analgesia : companion animals, (Gleed R.D., Ludders J.W., eds.), N° A1409.0801, International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, NY.

Perez M.P., Palacio J., Santolaria M.P., Acena M.C., Chacon G., Gascon M., Calvo J.H., Zaragoza P., Beltran J.A., Garcia-Belenguer S. (2002a). Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science* 61(4): 425-433.

Perez M.P., Palacio J., Santolaria M.P., Acena M.d., Chacon G., Verde M.T., Calvo J.H., Zaragoza M.P., Gascon M., Garcia-Belenguer S. (2002b). Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. *Veterinary Research* 33(3): 239-250.

PIGCAS (2008). Attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. Deliverable D3.3. Report on the evaluation of research and other information, Inra, Projet n°043969, 6. Framework Programme: 125 p. http://w3.rennes.inra.fr/pigcas/Public%20reports/D3%203%20Final%20report%20evaluation.pdf

Pinard-van der Laan M.H. (2002). Immune modulation: The genetic approach. *Veterinary Immunology & Immunopathology* 87: 199-205.

Pleiter H. (2005). Electrical stunning before ritual slaughter of cattle and sheep in New Zealand, *Animal welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 72-76.

Popova N.K. (2006). From genes to aggressive behavior: the role of serotonergic system. *Bioessays* 28(5): 495-503.

Popova N.K., Koryakina L.A. (1981). Some genetical aspects on pituitary-adrenal response to stress in mice. *Endocrinologia experimentalis* 15(1): 45-54.

Popova N.K., Nikulina E.M., Kulikov A.V. (1993). Genetic analysis of different kinds of aggressive behavior. *Behavior Genetics* 23(5): 491-497.

Prunier A., Bataille G., Meunier-Salaün M.C., Bregeon A., Rugraff Y. (2001). Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de la caudectomie réalisée avec ou sans insensibilisation locale chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine* 33: 313-318.

Prunier A., Bonneau M. (2006). Y a-t-il des alternatives à la castration chirurgicale des porcelets ? *INRA Productions Animales* 19(5): 347-356.

Prunier A., Bonneau M., von Borell E.H., Cinotti S., Gunn M., Frediksen B., Giersing M., Morton D.B., Tuyttens F.A.M., Velarde A. (2006). A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare* 15(3): 277-289.

Prunier A., Hay M., Servière J. (2002). Evaluation et prévention de la douleur induite par les interventions de convenance chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine* 34: 257-268.

Prunier A., Lebret B. (2009). La production biologique de porcs en France : caractéristiques des élevages, impacts sur la santé et le bien-être des animaux et sur la qualité des produits. *INRA Productions Animales* sous presse.

Quilter C.R., Gilbert C.L., Oliver G.L., Jafer O., Furlong R.A., Blott S.C., Wilson A.E., Sargent C.A., Mileham A., Affara N.A. (2008). Gene expression profiling in porcine maternal infanticide: a model for puerperal psychosis. *American Journal of Medical Genetics Part B-Neuropsychiatric Genetics* 147B(7): 1126-1137.

Raj A.B.M. (2006). Recent developments in stunning and slaughter of poultry. *World's Poultry Science Journal* 62(3): 467-484.

Raj A.B.M., O'Callaghan M. (2004). Effect of amount and frequency of head-only stunning currents on the electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in broilers. *Animal Welfare* 13(2): 159-170.

Ranheim B., Haga H.A., Ingebrigtsen K. (2005). Distribution of radioactive lidocaine injected into the testes in piglets. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 28(5): 481-483.

Reiter K., Bessei W. (1998a). Effect of locomotor activity on bone development and leg disorders in broilers, Einfluss der Laufaktivität auf die Knochenentwicklung und Beinshäden bei Broilern. *Archiv fur Geflugelkunde* 62(6): 247-253.

Reiter K., Bessei W. (1998b). Possibilities to reduce leg disorders in broilers and turkeys (Review), Möglichkeiten zur Verringerung von Beinschäden bei Broilern und Puten (Übersicht). *Archiv fur Geflugelkunde* 62(4): 145-149.

Rhydmer L., Lundeheim N. (2008). Breeding pigs for improved welfare. *In* Welfare of pigs from birth to slaughter, (Faucitano L., Schaefer A.L., eds.), Wageningen Academic Publishers and Editions Quae, Wageningen and Versailles: 243-270.

Rialland P., Aubry P., Gauvin D. (2008). Evaluation de la douleur et efficacité des analgésiques chez les bovins : données actuelles et bilan de la littérature *Bulletin des GTV* 44: 19-24.

Robertson I.S., Kent J.E., Molony V. (1994). Effect of different methods of castration on behavior and plasma-cortisol in calves of three ages. *Research in Veterinary Science* 56(1): 8-17.

Robic A., Larzul C., Bonneau M. (2008). Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig adipose tissue: a review. *Genetics, Selection, Evolution* 40(1): 129-143.

Rodenburg T.B., Buitenhuis A.J., Ask B., Uitdehaag K.A., Koene P., vanderPoel J.J., Bovenhuis H. (2003). Heritability of feather pecking and open-field response of laying hens at two different ages. *Poultry Science* 82(6): 861-867.

Rodenburg T.B., Buitenhuis A.J., Ask B., Uitdehaag K.A., Koene P., vanderPoel J.J., vanArendonk J.A.M., Bovenhuis H. (2004). Genetic and phenotypic correlations between feather pecking and open-field response in laying hens at two different ages. *Behavior Genetics* 34(4): 407-415.

Rubin C.J., Lindberg J., Fitzsimmons C., Savolainen P., Jensen P., Lundeberg J., Andersson L., Kindmark A. (2007). Differential gene expression in femoral bone from red junglefowl and domestic chicken, differing for bone phenotypic traits. *BMC Genomics* 8(208): (02 July 2007).

Ruckebusch Y. (1964). Etude électrophysiologique et comportementale de l'immobilisation réflexe chez les petits ruminants. *Revue de Médecine Vétérinaire* 115: 793-808.

Ruda M.A., Ling Q.D., Hohmann A.G., Peng Y.B., Tachibana T. (2000). Altered Nociceptive Neuronal Circuits After Neonatal Peripheral Inflammation. *Science* 289(5479): 628-630.

Rusche B. (2003). The 3Rs and animal welfare - conflict or the way forward? *ALTEX* 20(Suppl 1): 63-76.

Russell W.M.S., Burch R.L. (1959). The principles of human experimental technique, Universities Federation for Animal Welfare (UFAW), Herts, UK : Potters Bar, 1992 (special edition), 238.

Rydhmer L. (2005). Genetics and behaviour. *Livestock Production Science* 93(1): 1-103.

San Cristobal-Gaudy M., Elsen J.M., Bodin L., Chevalet C. (1998). Prediction of the response to a selection for canalisation of a continuous trait in animal breeding. *Genetics, Selection, Evolution* 30(5): 423-451.

Sanotra G.S., Lund J.D., Ersboll A.K., Petersen, J.S., Vestergaard K.S. (2001). Monitoring leg problems in broilers: a survey of commercial broiler production in Denmark. *World's Poultry Science Journal* 57: 55-69.

Satterlee D.G., Johnson W.A. (1988). Selection of Japanese quail for contrasting blood corticosterone response to immobilization. *Poultry Science* 67(1): 25-32.

Schroder-Petersen D.L., Simonsen H.B. (2001). Tail biting in pigs. *Veterinary Journal* 162(3): 196-210.

Schutt-Abraham I., Wormuth H.J., Fessel J. (1983). Electrical stunning of poultry in view of animal welfare and meat production. Eikelenboom ed. *In* Electrical stunning of poultry in view of animal welfare and meat production, 187-196, Martinus Nijhoff.

Seo D.J., Patrick C.J., Kennealy P.J. (2008). Role of serotonin and dopamine system interactions in the neurobioloy of impulsive aggression and its comorbidity with other clinical disorders. *Aggression and Violent Behavior* 13(5): 383-395.

Sheridan A.K., Howlett C.R., Burton R.W. (1978). The inheritance of tibial dyschondroplasia in broilers. *British Poultry Science* 19(4): 491-499.

Sih A., Bell A.M., Johnson J.C., Ziemba R.E. (2004). Behavioral syndromes: An integrative overview. *Quarterly Review of Biology* 79(3): 241-277.

Singer P. (1977). Animal liberation : a new ethics for our treatment of animals, Avon Books, New York, 297 p.

Sparrey J.M., Paice M.E.R., Kettlewell P.J. (1992). Model of current pathways in electrical water bath stunners used for poultry *British Poultry Science* 33(5): 907-916.

Stafford K.J., Mellor D. (2005). The welfare significance of the castration of cattle: a review. *New Zealand Veterinary Journal* 53: 271-278.

Stafford K.J., Mellor D.J., McMeekan C.M. (2000). A survey of the methods used by farmers to castrate calves in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 48(1): 16-19.

Stafford K.J., Mellor D.J., Todd S.E., Bruce R.A., Ward R.N. (2002). Effects of local anaesthesia or local anaesthesia plus a non-steroidal anti-inflammatory drug on the acute cortisol response of calves to five different methods of castration. *Research in Veterinary Science* 73(1): 61-70.

Stafford K.J., Mellor D.J., Todd S.E., Ward R.N., McMeekan C.M. (2003). The effect of different combinations of lignocaine, ketoprofen, xylazine and tolazoline on the acute cortisol response to dehorning in calves. *New Zealand Veterinary Journal* 51(5): 219-226.

Star L., Ellen E.D., Uitdehaag K., Brom F.W.A. (2008). A plea to implement robustness into a breeding goal: Poultry as an example. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics* 21(2): 109-125.

Stewart M., Stookey J.M., Stafford K.J., Tucker C.B., Rogers A.R., Dowling S.K., Verkerk G.A., Schaefer A.L., Webster J.R. (2009). Effects of local anesthetic and a nonsteroidal antiinflammatory drug on pain responses of dairy calves to hot-iron dehorning. *Journal of Dairy Science* 92(4): 1512-1519.

Stilwell G., Capitão E., Nunes T. (2004a). Effect of three different methods of dehorning on plasma cortisol levels and behaviour of calves, *23. World Buiatrics Congress,* Quebec, Canada, 2004/07/11-16: 665.

Stilwell G., Lima M., Broom D. (2008). Effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs on long-term pain in calves castrated by use of an external clamping technique following epidural anesthesia. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 232(12): 1862-1862.

Stilwell G., Lima M.S., Capitão E., Nunes T. (2004b). Evaluation of the effect of local anaesthesia and local anaesthesia associated with analgesia on the levels of cortisol after hot-iron, chemical or scoop dehorning, *23. World Buiatrics Congress,* Quebec, Canada, 2004/07/11-16: 173.

Stolba A., Wood-Gush D.G. (1984). The identification of behavioural key features and their incorporation into a housing design for pigs. *Annals of Veterinary Research* 15(2): 287-299.

Stookey J.M. (2005). The veterinarian's role in controlling pain in farm animals. *Canadian Veterinary Journal* 46(5): 453-456, 458.

Stull C.L., Payne M.A., Berry S.L., Hullinger P.J. (2002). Evaluation of the scientific justification for tail docking in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 220(9): 1298-1303.

Su G., Kjaer J.B., Srensen P. (2005). Variance components and selection response for feather-pecking behavior in laying hens. *Poultry Science* 84(1): 14-21.

Sutherland M.A., Mellor D.J., Stafford K.J., Gregory N.G., Bruce R.A., Ward R.N. (2002). Cortisol responses to dehorning of calves given a 5-h local anaesthetic regimen plus phenylbutazone, ketoprofen, or adrenocorticotropic hormone prior to dehorning. *Research in Veterinary Science* 73(2): 115-123.

Sylvester S.P., Mellor D.J., Stafford K.J., Bruce R.A., Ward R.N. (1998). Acute cortisol responses of calves to scoop dehorning using local anaesthesia and/or cautery of the wound. *Australian Veterinary Journal* 76(2): 118-122.

Sylvester S.P., Stafford K.J., Mellor D.J., Bruce R.A., Ward R.N. (2004). Behavioural responses of calves to amputation dehorning with and without local anaesthesia. *Australian Veterinary Journal* 82(11): 697-700.

Taddio A., Katz J., Ilersich A.L., Koren G. (1997). Effect of neonatal circumcision on pain response during subsequent routine vaccination. *Lancet* 349(9052): 599-603.

Taschke A.C., Folsch D.W. (1997). [Ethological, physiological and histological aspects of pain and stress in cattle when being dehorned]. *Tierarztl Prax* 25(1): 19-27.

Thüer S., Doherr M.G., Wechsler B., Mellema S.C., Nuss K., Kirchhofer M., SteinersA. (2007). Influence of local anaesthesia on short- and long-term pain induced in calves by three bloodless castration methods. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 149(5): 201-211.

Ting S.T.L., Earley B., Hughes J.M.L., Crowe M.A. (2003). Effect of ketoprofen, lidocaine local anesthesia, and combined xylazine and lidocaine caudal epidural anesthesia during castration of beef cattle on stress responses, immunity, growth, and behavior. *Journal of Animal Science* 81(5): 1281-1293.

Ting T.L., Earley B., Veissier I., Gupta S., Crowe M.A. (2005). Effects of age of Holstein-Friesian calves on plasma cortisol, acute-phase proteins, immunological function, scrotal measurements and growth in response to Burdizzo castration *Animal Science* 80(3): 377-386.

Touma C., Bunck M., Glasl L., Nussbaumer M., Palme R., Stein H., Wolferstatter M., Zeh R., Zimbelmann M., Holsboer F., Landgraf R. (2008). Mice selected for high versus low stress reactivity: A new animal model for affective disorders. *Psychoneuroendocrinology* 33(6): 839-862.

Toutain P.L. (1978). L'hypnose animale. *Revue de Médecine Vétérinaire* 129(10): 1289-1304.

Tranquilli W.J., Thurmon J.C., Grimm K.A. (2007). Lumb & Jones' veterinary anesthesia and analgesia, 4 ed., Whiley-Blackwell, Ames (Iowa), 1096 p.

Troeger K., Woltersdorf W. (1991). Die gasanasthesie von schlachtschweinen. *Betaubung* 71: 137-153.

Tucker C.B., Fraser D., Weary D.M. (2001). Tail docking dairy cattle: effects on cow cleanliness and udder health. *Journal of Dairy Science* 84(1): 84-87.

Turner S.P., Roehe R., Mekkawy W., Farnworth M.J., Knap P.W., Lawrence A.B. (2008). Bayesian analysis of genetic associations of skin lesions and behavioural traits to identify genetic components of individual aggressiveness in pigs. *Behavior Genetics* 38(1): 67-75.

Turner S.P., White I.M.S., Brotherstone S., Farnworth M.J., Knap P.W., Penny P., Mendl M., Lawrence A.B. (2006). Heritability of post-mixing aggressiveness in grower-stage pigs and its relationship with production traits. *Animal Science* 82(5): 615-620.

Vaarst M., Thamsborg S.M., Bennedsgaard T.W., Houe H., Enevoldsen C., Aarestrup F.M., deSnoo A. (2003). Organic dairy farmers' decision making in the first 2 years after conversion in relation to mastitis treatments. *Livestock Production Science* 80: 109-120.

Valverde A., Gunkel C.I. (2005). Pain management in horses and farm animals. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 15(4): 295-307.

Vangen O., Holm B., Valros A., Lund M.S., Rydhmer L. (2003). Genetic variation in sows' maternal behaviour, recorded under field conditions, *54. Annual Meeting of the European-Association-for-Animal-Production,* Rome, Italy, Sep 01: 63-71.

Velarde A., Ruiz-de-la-Torre J.L., Rosello C., Fabtega E., Diestre A., Manteca X. (2002). Assessment of return to consciousness after electrical stunning in lambs. *Animal Welfare* 11(3): 333-341.

Vinuela-Fernandez I., Jones E., Welsh E.M., Fleetwood-Walker S.M. (2007). Pain mechanisms and their implication for the management of pain in farm and companion animals. *Veterinary Journal* 174(2): 227-239.

von Borell E., Baumgartner J., Giersing M., Jäggin N., Prunier A., Tuyttens F.A.M., Edwards S.A. (2009). Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* 3(11): 1488-1497.

von Holleben K., Schütte A., von Wenzlawowicz M., Bostelmann N. (2002). Call for veterinary action in the slaughterhouses. Deficient welfare at CO_2 stunning of pigs and captive bolt stunning of cattle. *Fleischwirtschaft International* 3(2): 8-10.

Waldmann V., Otto K.H., Bollwahn W. (1994). Ferkelkastration - Schmerzempfindung und Schmerzausschaltung. *Dtsch Tierärztl Wschr* 101: 105-109.

Webster A.J.F. (2002). Rendering unto Caesar: Welfare Problems in Belgian Blue Cattle. *Veterinary Journal* 163(3): 228-229.

Wesche P. (2005). Slaughter for ahlal purposes in a white meat and red meat plant in the UK, *Animal Welfare at ritual slaughter,* Berlin, 2005/04/02: 89-91.

Whay H.R., Huxley J.N. (2005). Pain relief in cattle: a practitioner's perspective. *Cattle Practice* 13: 81-85.

White R.G., Deshazer J.A., Tressler C.J., Borcher G.M., Davey S., Waninge A., Parkhurst A.M., Milanuk M.J., Clemens E.T. (1995). Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anesthetic. *Journal of Animal Science* 73(2): 381-386.

Wilkins L.J., Brown S.N., Zimmerman P.H., Leeb C.N., C.J. (2004). Investigation of palpation as a method for determining the prevalence of keel and furculum damage in laying hens. *Veterinary Record* 155(18): 547-549.

Wong-Valle J., McDaniel G.R., Kuhlers D.L., Bartels J.E. (1993). Divergent selection for incidence of tibial dyschondroplasia in broilers at seven weeks of age. *Poultry Science* 72(3): 421-428.

Wright J.A., Whiting M., Taylor A. (2009). Letter to the Editor on the surgical castration of piglets. *Animal* 3(11): 1474-1475.

Zamaratskaia G., Squires E.J. (2009). Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3(11): 1508-1521.

Conclusions [1]

Cette expertise collective a mobilisé des connaissances d'ordres éthique, économique, réglementaire et biologique. Il est apparu important de rassembler et de mettre en perspective les acquis scientifiques mais également les inconnues qui pourraient servir de base à la définition d'axes de recherche ultérieurs. Ce travail a nécessité en particulier de clarifier la notion de douleur par rapport à celles plus souvent traitées du bien-être animal, du stress et de la souffrance. Afin de répondre à la question des commanditaires, il est apparu nécessaire de s'appuyer sur les nombreuses connaissances acquises depuis de nombreuses années sur l'homme et d'en étendre les concepts, outils et conclusions aux animaux d'élevage. Ce rapport ne prétend pas évoquer tous les aspects de la vie des animaux d'élevage et ne porte que sur les aspects négatifs induits par les pratiques imposées par l'homme aux animaux d'élevage.

Le rapport fait le point des connaissances qui ont été publiées dans la littérature scientifique mondiale sur le sujet. Il fait apparaître des éléments consensuels mais également des questions qui restent en suspens et qui font encore l'objet de débats à l'intérieur des communautés scientifiques. La bibliographie qui a été mobilisée est conséquente et porte sur près de 1400 références.

La douleur est un objet social complexe

L'implication des sciences sociales, demandée par les commanditaires, s'est avérée extrêmement riche. Leur analyse rapporte qu'il existe sur cette question de nombreux travaux issus de plusieurs disciplines dont la philosophie, l'éthique, l'anthropologie, la sociologie, le droit et l'économie. L'ensemble de ces disciplines fait apparaître de façon convergente l'importance de la prise en considération des conditions de vie des animaux pour les différents acteurs.

La douleur est un concept dont la pertinence est admise pour les mammifères par les différentes communautés scientifiques et par les différents acteurs de la société. Cependant, l'importance qu'il faut y accorder pour réduire les contraintes imposées aux animaux dans les élevages et la mesure même de son intensité font l'objet de multiples débats qui ont été explicités. De plus, ce concept a été dans le passé difficilement distingué d'autres concepts qui sont souvent utilisés de façon indifférenciée comme ceux de souffrance et de stress, en particulier dans la plupart des textes de droit et de philosophie. Ils sont opposés à des termes qui caractérisent des états positifs, comme la qualité de vie et le bien-être, traduit en anglais par le terme « *welfare* », ou des actions comme la bientraitance. Cette utilisation concomitante de termes ayant des contenus ambigus rend l'analyse de la littérature complexe.

Pendant très longtemps, la qualité de vie des animaux d'élevage a été une question interne aux pratiques d'élevage. Elle apparaissait comme le résultat d'un « contrat » entre les animaux et les éleveurs. Les acteurs qui interviennent désormais sont beaucoup plus nombreux et leurs interactions se sont complexifiées. Tous les acteurs des filières sont impliqués mais également des organisations non gouvernementales et de façon plus large le grand public.

L'urbanisation a éloigné le public de l'élevage et de ses réalités. Les relations des populations citadines avec les animaux d'élevage se sont raréfiées, et les seuls animaux

[1] *Ces conclusions ainsi que les besoins prioritaires de recherche font partie du rapport d'expertise « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage*
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

avec lesquels elles restent en contact sont leurs animaux familiers, dont le statut et la relation qu'elles entretiennent avec eux sont différents de ceux des animaux d'élevage.

Les vétérinaires praticiens, les techniciens de l'élevage et les chercheurs ont introduit des changements, en particulier en ce qui concerne les pratiques d'alimentation, le logement et la sélection génétique. D'autres acteurs économiques, en particulier les transformateurs et les distributeurs, ont également modifié leur façon de travailler et, les produits de l'élevage font maintenant l'objet de transactions sur des marchés ouverts et souvent mondiaux. La taille des élevages s'est accrue considérablement et le personnel qui s'est spécialisé a été réduit. Les techniques et la rationalité ont été développées suivant des modes industriels pour répondre à l'objectif de rentabilité. Ceci est particulièrement vrai pour les productions hors sol, porcs, volailles et veaux, et concerne de plus en plus les ateliers de vaches laitières. Dans ces conditions, les facteurs qui augmentent potentiellement les risques de douleur chez les animaux et les difficultés des travailleurs ont peu été pris en compte. Cependant depuis quelques années, souvent sous la contrainte des réglementations européennes, des modifications substantielles ont été faites dans les méthodes d'élevage pour améliorer le bien-être des animaux. De nouveaux systèmes de production, par exemple ceux développés dans le cadre des productions biologiques, mettent l'accent dans leurs cahiers des charges sur la prévention et le traitement de la douleur des animaux. Des produits typés, souvent sous label, affichent la prise en compte du bien-être animal au même titre que celles des qualités organoleptiques des produits et de l'environnement.

Les abattoirs ont également subi de façon très importante cette industrialisation. Leur nombre a considérablement diminué et leur taille moyenne s'est accrue. Dans le même temps, les conditions de transport vers l'abattoir et d'accueil dans les bouveries ont fait l'objet de multiples améliorations du fait de nouvelles réglementations et d'actions spécifiques des différents opérateurs (transporteurs, abatteurs,…).

Les préoccupations relativement nouvelles sur la douleur des animaux concernent à présent un public de consommateurs urbains. Elles sont vraisemblablement l'écho d'une évolution opérée au cours des dernières décennies, et qui se manifeste par une intolérance vis-à-vis de la douleur humaine dont on sait qu'elle n'est plus une fatalité. Tout le monde s'accorde sur le fait qu'elle doit absolument être traitée et minimisée. Le même souci est présent pour les animaux. Il est souvent satisfait pour les animaux familiers. Il l'est moins pour les animaux d'élevage qui sont soumis à d'autres contraintes, en particulier celles résultant d'une obligation de sécurité alimentaire et de rentabilité économique. Ainsi, les contraintes réglementaires portant en particulier sur les résidus médicamenteux dans des produits destinés à l'alimentation humaine font que des substances qui sont utilisées de façon courante pour limiter la souffrance chez les humains et les animaux familiers, ne peuvent pas l'être chez les animaux d'élevage.

Depuis plusieurs décennies, l'Union Européenne s'est dotée de réglementations portant sur le bien-être animal en mettant en avant l'importance de limiter les douleurs. Cependant, les règles du commerce international ne prennent pas en compte les critères portant sur la qualité de vie des animaux et en particulier ceux qui visent à réduire la douleur. Il en résulte que la mise en place de contraintes nouvelles pour les élevages européens qui peut se traduire par des coûts de production plus élevés constitue un handicap sur les marchés internationaux, mais son impact réel n'a pas fait l'objet de recherches conséquentes. L'intérêt porté à la douleur animale par une organisation internationale telle que l'OIE est le signe qu'une inflexion de la réglementation internationale pour réduire la douleur des animaux d'élevage est possible.

Douleur animale, douleur humaine : intérêt d'une approche combinée

L'analyse de la physiologie de la douleur a mobilisé des chercheurs de différentes disciplines dont des neurobiologistes, des physiologistes, des vétérinaires et des zootechniciens. Comme pour les sciences sociales, l'analyse de la littérature fait apparaître la difficulté d'isoler la douleur de la souffrance et du bien-être animal.

L'étude scientifique de la douleur est un fait assez récent et le nombre de références portant sur ce mot clé n'a augmenté sensiblement que depuis les années 1970 au niveau mondial. Les travaux concernaient alors essentiellement l'homme. Par la suite, dans les années 1980, des travaux concernant les animaux ont progressivement été publiés, mais leur nombre est très inférieur à celui des textes dédiés à l'homme.

La douleur est définie pour l'homme par l'Association Internationale pour l'Etude de la Douleur comme *une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire, réelle ou potentielle ou décrite en termes évoquant une telle lésion*. L'expérience sensorielle négative, ou nociception, caractérise la détection par des récepteurs sensitifs des stimulations nociceptives et l'intégration par le système nerveux central de la situation globale, perçue comme aversive. Elle est basée sur la transmission à la moelle épinière de l'information provenant des tissus lésés et l'organisation d'actes réflexes ou de comportements de protection. L'état émotionnel aversif associé à la sensation douloureuse constitue une puissante motivation à accomplir un acte de protection. La douleur ne peut être ressentie que si l'individu est conscient.

On distingue la douleur aiguë de la douleur chronique. La douleur aiguë, transitoire, est la conséquence de l'activation du système de transmission du message douloureux. Lorsque cette douleur se prolonge et n'est pas rapidement traitée, elle perd sa fonction utile d'alerte, devient préjudiciable et donne naissance à une douleur chronique. Sur la base de leurs mécanismes physiopathologiques, on distingue trois grands types de douleurs : la douleur aiguë ou « physiologique », la douleur « inflammatoire » et la douleur « neuropathique ». Enfin, sur la base de leurs localisations, des douleurs somatiques ou viscérales sont distinguées. Il existe donc différents types de douleurs. Les douleurs peuvent être modifiées par le contexte et par l'expérience de l'individu et elles varient génétiquement. De nombreuses structures nerveuses, de la périphérie au cortex, sont impliquées dans l'apparition de la douleur mais il n'existe pas de centre spécifique de la douleur.

Différents concepts associés à la douleur ont été précisés. La souffrance caractérise les états négatifs auxquels l'individu humain doit s'adapter pour maintenir son équilibre physiologique et psychique. Le stress est la réponse physiologique qui concourt à l'adaptation d'un individu à une situation aversive. Il se traduit entre autres par la mise en œuvre de réactions neuroendocriniennes permettant d'y faire face par la mobilisation des réserves corporelles. Ces termes sont souvent opposés à la santé, telle que définie pour l'homme par l'Organisation Mondiale de la Santé comme « *l'état de bien-être physique, mental et social et pas seulement par l'absence de maladie et de blessures* ».

Sur la base de la définition adoptée pour l'homme, des vétérinaires anglais[2] ont proposé de définir la douleur chez les animaux comme une *expérience sensorielle et émotionnelle aversive représentée par la « conscience » que l'animal a de la rupture ou de la menace de rupture de l'intégrité de ses tissus*. Comme pour l'homme, deux composantes essentielles sont distinguées, l'une sensorielle (la nociception) et l'autre émotionnelle. De plus, la « conscience » de la situation qui permet l'action est explicitée en tant que forme d'alerte ou d'éveil sensoriel. Le contexte et l'expérience peuvent comme chez l'homme moduler la douleur.

[2] Molony et Kent, 1997. Journal of Animal Science 75: 266–272

La présence de la nociception est reconnue à l'ensemble des animaux, de même que les mécanismes liés au stress. En revanche, il semble qu'il faille extrapoler avec précaution les données concernant le concept de douleur à d'autres espèces que les mammifères. Les oiseaux, bien que phylogénétiquement éloignés de ceux-ci, semblent posséder les caractéristiques neuroanatomiques et comportementales, permettant de conclure qu'ils peuvent ressentir de la douleur, même si la question de savoir si toutes les espèces d'oiseaux ont cette capacité fait encore l'objet d'un débat. En revanche, certains auteurs considèrent que ce n'est pas le cas pour les poissons, les reptiles, les amphibiens et les céphalopodes. Ceux-ci sont équipés de systèmes nociceptifs mais n'auraient pas « conscience » de la situation et donc ne pourraient pas ressentir de la douleur, en référence à la définition opérationnelle qui été retenue dans ce rapport, et qui s'applique pleinement aux mammifères. Cette position n'est pas cependant partagée par tous les chercheurs qui ont travaillé sur le sujet et elle constitue donc un point de débat dans la communauté scientifique.

La douleur est identifiable chez les animaux

L'évaluation de la douleur chez l'homme est essentiellement basée sur une autoévaluation. Cependant, chez les très jeunes enfants et les handicapés mentaux qui peuvent difficilement communiquer avec les autres, l'évaluation de la douleur est essentiellement basée sur l'hétéroévaluation par les soignants et l'entourage à partir de multiples critères. L'animal ne pouvant communiquer directement avec l'homme, l'évaluation de la douleur repose également sur l'hétéroévaluation. Elle est basée sur un ensemble de critères qui sont de quatre natures différentes :

- Lésionnels : les inflammations et les lésions des tissus permettent d'identifier les sources potentielles de douleur.
- Physiologiques : de nombreux critères existent qui sont généralement très sensibles mais qui manquent de spécificité car ils peuvent se rencontrer lors de situations de stress ou des changements brutaux de l'environnement. Leur complexité les rend souvent inutilisables en routine alors qu'ils sont très utiles lors de l'expérimentation pour identifier les sources de douleur ou mettre au point des traitements contre la douleur.
- Comportementaux : ces critères sont très nombreux et généralement très sensibles. Cependant, leur identification et leur interprétation doivent prendre en compte les caractéristiques de chacune des espèces concernées et les effets de l'environnement. Ils sont généralement utilisables en routine et très utiles pour l'expérimentation mais supposent une bonne formation des observateurs.
- Zootechniques : ces critères caractérisent les performances (croissance, production laitière, reproduction) et donnent des indications globales sur le fonctionnement physiologique des animaux. Ils sont généralement peu sensibles et peu spécifiques car ils peuvent aussi révéler des situations de stress ou de maladie et varient en fonction de l'environnement. On peut y adjoindre la mortalité et la morbidité qui sont des critères renseignant sur l'état de santé des animaux en général, dont certaines maladies potentiellement sources de douleur. Ces critères sont utilisables en routine et utilisables à l'échelle du groupe d'animaux.

Afin de valider la pertinence de ces critères, notamment comportementaux et physiologiques, il est nécessaire de comparer les mesures chez des animaux indemnes de douleur et chez des animaux soumis à des niveaux de douleur croissante en réalisant des interventions douloureuses avec ou sans traitement antalgique. Globalement, l'identification et la validation des critères d'évaluation de la douleur sont les plus avancées chez les mammifères. La combinaison de différents critères d'évaluation de la douleur permet d'améliorer la sensibilité et la spécificité de la détection de la douleur. De telles grilles

multiparamètriques ont déjà été proposées dans la littérature ou en médecine vétérinaire post-chirurgicale, notamment pour les chiens, les chats et les chevaux en suivi post-opératoires, mais sont inexistantes pour les animaux d'élevage. Avant validation, ces grilles doivent être adaptées à chaque espèce pour tenir compte de leurs particularités comportementales et physiologiques.

Les douleurs consécutives au transport vers les abattoirs et dans les bouveries peuvent être évaluées comme celles qui relèvent des pratiques d'élevage. Cependant, la mise à mort pose un problème spécifique car il s'agit d'une douleur aiguë qui est potentiellement intense. Dans ces conditions, il s'agira d'évaluer si l'animal est inconscient ce qui conditionne sa capacité à percevoir la douleur. Les critères d'évaluation peuvent être basés sur le comportement et la physiologie des animaux mais aussi sur la qualité des techniques mises en place.

Des pratiques actuelles de l'élevage industriel génèrent des risques de douleurs chez les animaux

L'état actuel des pratiques révèle un équilibre tenant compte d'un faisceau de contraintes pour l'éleveur : rentabilité, organisation du travail, sécurité alimentaire, qualités organoleptiques des produits. Toutes ces contraintes amènent l'éleveur ou le vétérinaire à utiliser des techniques qui peuvent être des sources de douleurs. Le contexte général de l'élevage industriel a favorisé la mise en place de techniques qui, de manière non intentionnelle, augmentent parfois le risque d'apparition de phénomènes douloureux. L'objectif affiché est en effet de réduire au maximum les coûts de production, même si depuis quelques années d'autres critères sont de plus en plus pris en compte. Les points suivants peuvent être relevés :

- Les éleveurs cherchent à rentabiliser les surfaces disponibles. Ceci peut conduire à obliger les animaux à coexister sur de faibles surfaces. Ces conditions de promiscuité importante, ajoutées au fait que les groupes sociaux sont très souvent modifiés et que le milieu est pauvre, favorisent l'agressivité des animaux et l'apparition de comportements déviants comme par exemple le cannibalisme. Les conditions de logement, peuvent dans certains cas favoriser la survenue de problèmes sources de douleur, comme par exemple les troubles locomoteurs dus à des sols abrasifs ou à un logement inconfortable, ou les infections intra-mammaires dues à des conditions d'hygiène défectueuses.
- Les animaux ont souvent été sélectionnés sans tenir compte de leurs capacités d'adaptation, ce qui les fragilise et les rend plus sensibles à l'apparition de lésions ou de maladie sources de douleur dans certaines situations d'élevage.
- L'alimentation des animaux conduits dans les systèmes intensifs favorise parfois une ingestion importante qui peut se traduire par des troubles digestifs potentiellement douloureux. Par exemple, l'apport important de glucides hautement et rapidement fermentescibles dans l'alimentation des bovins laitiers afin d'augmenter la production laitière, peut dans certaines conditions favoriser l'apparition de diverses affections douloureuses.

Pour résoudre des problèmes en partie liés aux contraintes de la production concernée, les éleveurs ont mis en place des pratiques qui peuvent être douloureuses comme par exemple la réduction des dents des porcelets, l'écornage des bovins, la coupe de la queue des porcelets, l'épointage du bec chez les volailles. La castration des mâles de porcins, bovins et volailles n'est pas liée à l'intensification de l'élevage mais vise d'abord à obtenir des viandes ayant les caractéristiques recherchées par les consommateurs. Elle permet également de réduire l'agressivité des animaux et d'éviter la saillie de femelles destinées à l'engraissement et non à la reproduction.

Des pratiques alternatives visant à limiter les risques de douleurs chez les animaux d'élevage existent

Les systèmes d'élevage sont différents suivant les pays mais également au sein d'un même pays. Un certain nombre de solutions techniques existent pour éviter ou réduire les douleurs des animaux d'élevage. Elles relèvent de trois types d'action : ***Supprimer***, ***Substituer*** ou ***Soulager*** (les « **3S** »). Elles peuvent porter sur la résolution de problèmes d 'élevage ou sur des solutions pour répondre à différentes mutilations telles que l'épointage du bec, la castration, la caudectomie et l'écornage.

Des modifications des systèmes de production, logement, alimentation, conduite des animaux permettent souvent de réduire les risques. Plusieurs éléments, qui restent spécifiques à chaque type de production, peuvent y concourir, dont par exemple :

- des surfaces par animal plus importantes avec des sols évitant les glissades et les problèmes locomoteurs,
- un environnement riche permettant aux animaux d'exprimer leurs besoins d'exploration,
- un milieu social stable en évitant de modifier la structure existante qui conduit à des remises en cause de la hiérarchie et donc à des combats,
- une alimentation équilibrée, en particulier en fibres, qui évite les problèmes digestifs,
- des animaux sélectionnés dans ces milieux en prenant en compte en particulier leur robustesse, leur longévité ou leurs capacités d'adaptation.

Ces éléments caractérisent, au moins en partie, les systèmes peu intensifs et/ou conduits sous un certain nombre de labels.

Cependant, ces aménagements ne sont pas toujours suffisants car il existe des pratiques d'élevage, mises en œuvre pour des raisons variées, qui provoquent des douleurs importantes chez les animaux. Parmi celles-ci, le rapport s'est arrêté sur celles qui sont le plus couramment utilisées en France, dont :

- **La castration des porcins et des bovins.** En France, la plupart des porcs mâles destinés à l'engraissement sont castrés pour éviter des odeurs désagréables lors de la cuisson des viandes. Une solution alternative consiste à réaliser une castration immunologique grâce à un vaccin contre une hormone indispensable au développement sexuel. A plus long terme, la sélection génétique contre les composés responsables des odeurs sexuelles devrait permettre d'élever des mâles entiers. Aucune de ces techniques ne permettant de garantir totalement l'absence d'odeurs désagréables, les carcasses devront être triées en suivant des procédés technologiques qui sont à mettre au point. Si la castration est maintenue, il est possible de limiter la douleur des animaux en pratiquant un traitement pharmacologique pour réduire la douleur, mais cela suppose de résoudre des problèmes réglementaires.

  La castration des bovins est de moins en moins utilisée en France. Différentes techniques, dont la castration chirurgicale, celle par striction, et enfin par la pince Burdizzo, sont utilisées dont les conséquences en terme de douleur ont été analysées et comparées. L'utilisation de la pince Burdizzo semble être la technique qui génère le moins de douleur. Elle devrait être pratiquée le plus précocement possible, et si possible dès la première semaine de vie. Même dans ces conditions, la douleur est difficile à supprimer et l'utilisation de traitements analgésiques parait être une mesure d'accompagnement importante.

- **L'écornage chez les bovins.** Plusieurs solutions visant à réduire la douleur liée à l'écornage des jeunes veaux sont disponibles. L'utilisation d'analgésiques permet de traiter efficacement les douleurs qui sont engendrées. La pratique d'une anesthésie

locale serait indiquée lors d'écornage (réalisé le plus souvent par l'éleveur lui-même), mais se heurte à l'impossibilité réglementaire pour l'éleveur de la pratiquer. L'écornage des animaux âgés, en particulier dans les troupeaux des races à viande, pose un problème spécifique et des traitements pour garantir le traitement des douleurs à long et à moyen terme demandent l'intervention de praticiens vétérinaires. Une solution pourrait être d'introduire le gène d'animaux sans cornes dans les populations de bovins, ce qui éviterait tout recours à l'écornage.

- **La caudectomie chez les porcins et les bovins**. Elle a été supprimée chez les bovins car elle n'apporte aucun bénéfice. Elle peut être évitée chez les porcins lorsque les animaux sont logés sur paille.
- **L'épointage et les traitements du bec chez les volailles**. Le débecquage des volailles a été remplacé en grande partie par un épointage moins douloureux. Il semble possible de sélectionner génétiquement les animaux contre le picage et le cannibalisme, ce qui permettrait de ne plus épointer le bec chez les poules et poulets de chair, ou de limiter cet épointage aux seuls cas où ces comportements se répandent dans un groupe.

Les pratiques qui conduisent à la mise à mort peuvent provoquer des douleurs importantes chez les animaux. Différents points sont à prendre en considération :

- Les phases de transport et de déplacement dans les abattoirs sont toutes importantes et ont fait l'objet d'une attention particulière par les acteurs de la filière et par les instituts techniques.
- Différentes techniques sont utilisées pour étourdir les animaux avant la saignée comme l'électronarcose, l'utilisation d'une tige perforante et l'anesthésie gazeuse. Si elles sont correctement utilisées, ces techniques permettent de provoquer l'inconscience et donc de prévenir toute possibilité de douleur pendant la mise à mort. Il s'avère cependant qu'un pourcentage important d'animaux n'est pas correctement étourdi et reste conscient après cet acte.

L'abattage religieux est pratiqué sans étourdissement préalable à la mise à mort. Les animaux sont donc conscients lors de celle-ci, sans que l'on sache effectivement si cet acte est douloureux ou non. Dans une grande partie des cas, l'inconscience est obtenue dans les mêmes délais que ceux observés lors de l'étourdissement par gaz, soit environ 20 secondes. Cependant, un pourcentage assez important de bovins, qu'ils soient jeunes ou adultes, du fait de leurs caractéristiques anatomiques, restent conscients pendant une période qui peut être supérieure à plusieurs minutes. Des solutions existent pour limiter ces douleurs. Elles consistent à étourdir les animaux avant la saignée sans les tuer, ou bien à étourdir après la saignée tous les animaux ou seulement ceux qui restent conscients longtemps. Ces procédures ont été mises en place dans certains pays d'Europe et en Nouvelle-Zélande après discussion et approbation par les communautés concernées.

L'abattage des poissons peut engendrer de la nociception. Pour la limiter, les techniques de mort lente, comme la saignée ou l'asphyxie, ne peuvent être retenues. D'autres solutions ont été étudiées, dont l'anesthésie au gaz, l'électronarcose ou le poinçon. La réalisation d'un bain dans de l'eau très froide peut, chez certaines espèces, être assimilée à une anesthésie mortelle. En fait, suivant les espèces de poissons considérées, seules certaines de ces techniques ou une combinaison d'entre elles sont efficaces.

L'euthanasie des animaux à la ferme ou dans les couvoirs pose des problèmes spécifiques. Dans ce type de situations, il est nécessaire d'éliminer les animaux le plus rapidement possible. Les éleveurs paraissent des acteurs incontournables, soit pour effectuer l'acte, soit pour alerter un vétérinaire dans les situations où seul le vétérinaire est habilité à provoquer la mort.

Il est intéressant de mentionner les dispositions et initiatives suivantes qui pourraient éclairer des options pour l'action.

- Pour lutter efficacement contre la douleur, il est important de mobiliser toutes les personnes concernées. L'exemple du plan douleur des hôpitaux montre que l'effort doit porter sur de nombreux points comme : (i) la mise en œuvre des outils d'évaluation et de suivi des individus douloureux, (ii) l'enseignement des personnels impliqués, (iii) la recherche fondamentale et appliquée dans le domaine.
- Il devrait être possible, comme en Suisse, de créer des observatoires des pratiques d'élevage qui rendraient compte des pratiques existantes, des problèmes et des progrès réalisés.
- Des produits d'origine animale sont désormais commercialisés qui mettent en avant le souci de différents opérateurs de la filière d'améliorer le bien-être des animaux et qui sont une voie alternative à la réglementation pour modifier les pratiques d'élevage.
- La prise en compte de la douleur au plan international par l'Office Mondial de la Santé Animale (O.I.E.) dans l'objectif de définir des standards montre que la douleur des animaux est devenue une préoccupation partagée mondialement.
- Des recherches et des travaux de développement pourraient être mis en place pour répondre à des questions scientifiques spécifiques. Ils sont présentés dans un encart ci-joint.

Les besoins prioritaires de recherche

Des connaissances parcellaires sur les mécanismes et l'évaluation de la douleur chez certaines espèces

L'expertise scientifique collective a mis en évidence des lacunes dans les connaissances scientifiques actuelles sur la douleur des animaux d'élevage, et dans les données disponibles.

Concernant certains animaux d'élevage comme les poissons et les oiseaux, peu de travaux scientifiques décrivent précisément les mécanismes et les situations potentiellement génératrices de douleur. Chez les **poissons**, seules quelques connaissances parcellaires sur la nociception et le stress sont disponibles pour quelques espèces. Chez les **oiseaux**, quelques études sur la douleur existent qui concernent majoritairement les poules et poulets, mais elles demandent à être complétées et approfondies.

Pour toutes les espèces, il est nécessaire de continuer à identifier des **critères d'évaluation de la douleur** afin de construire et valider des échelles multiparamétriques de mesure de la douleur. Cependant, compte tenu de l'état d'avancement des connaissances dans les différentes espèces, le centre de gravité des recherches diffère entre elles. Il se situe autour de la construction et de la validation des échelles multiparamétriques chez les ruminants et le porc, beaucoup plus autour de l'identification et de la validation des critères de nociception chez les poissons, et dans tous les domaines chez les oiseaux d'élevage.

Par ailleurs, des recherches seraient utiles pour définir des indicateurs physiologiques sensibles et spécifiques de l'inconscience, mais aussi utilisables en routine lors de l'abattage. Il serait également nécessaire de préciser les liens entre les critères d'inconscience et l'absence de douleur. D'une manière générale, les rôles des émotions et de la conscience dans le ressenti de la douleur pourraient être précisés chez les animaux. La modulation de la douleur par le contexte psycho-social, vu en particulier sous l'angle de la relation de l'animal avec l'éleveur, pourrait être également explorée plus avant.

Sources de douleurs des animaux d'élevage

L'identification précise et quantitative des **sources de douleur** avérées et/ou potentielles reste difficile chez les animaux d'élevage. Compte tenu de la littérature et des études disponibles, les besoins de recherche identifiés lors de l'expertise concernent surtout la production de connaissances relatives à la fréquence de certaines procédures douloureuses (mutilations notamment), et de leurs modalités de mise en œuvre (formations des opérateurs, techniques employées, protocoles analgésiques). L'absence de telles données rend difficiles les analyses de risque exhaustives. Il serait également très utile de procéder à des évaluations systématiques de la prévalence des affections et des blessures connues ou supposées douloureuses en élevage, à l'identification des facteurs de risque de survenue ou d'aggravation, ainsi qu'à l'analyse de leur impact économique (coûts et pertes liés aux maladies). Un cas particulier très mal connu concerne l'estimation de la fréquence et des modalités d'abattage à la ferme par les éleveurs (hors contexte d'euthanasie par le vétérinaire). Enfin, si les effets à court terme des mutilations sont pour la plupart assez bien connus, les effets à long terme restent mal connus, notamment concernant l'existence ou non de phénomènes d'hyperalgies ou d'apparition de douleurs dans les zones corporelles amputées (douleur d'un membre fantôme). De même, les conséquences de ces pratiques aversives sur les relations entre l'homme et l'animal n'ont pas été beaucoup explorées.

Enfin, il serait utile de mieux connaître la perception et les attitudes des acteurs des filières dans les différents systèmes de production vis-à-vis de la notion de douleur, de sa détection et de sa prise en charge.

Prévention et traitement de la douleur des animaux d'élevage

Pour réduire les sources de douleur des animaux d'élevage, des recherches sont nécessaires pour adapter les méthodes d'élevage et définir des schémas de sélection génétique qui permettront d'éviter au maximum les mutilations ou les lésions des animaux, ainsi que de prévenir l'apparition d'affections douloureuses.

De plus, chez certaines espèces comme les volailles et les poissons, il existe peu de **molécules antalgiques**. Leur mise au point nécessiterait des travaux expérimentaux et leur validation à l'échelle pratique, tout comme

l'évaluation de l'efficacité de différentes techniques analgésiques pour prévenir/limiter la douleur lors de maladies ou de chirurgies.

Dans le domaine de la génétique, la sélection des animaux sur des caractères de robustesse, c'est-à-dire d'adaptation des animaux à leur environnement, semble une piste efficace pour éviter les situations de douleur. Une bonne connaissance des bases moléculaires de leur variabilité pourrait permettre de les inclure dans les schémas de sélection sur marqueurs.

Impact socio-économique de la prévention et du traitement de la douleur

Les connaissances actuelles montrent qu'il est possible d'identifier et de soulager les douleurs chez un certain nombre d'animaux d'élevage, en particulier les mammifères. Cependant, aucune étude ne permet d'évaluer précisément **les coûts ou les bénéfices** associés aux solutions envisagées pour supprimer ou soulager les douleurs des animaux en élevage. Selon les filières concernées, l'impact économique des solutions proposées varie probablement. De même, les impacts sur les caractéristiques des produits animaux concernés (douleur des animaux en élevage, mais aussi qualité sanitaire, qualité organoleptique ou aspects environnementaux) ne sont pas identiques. Il serait aussi utile de connaître les consentements à payer, s'ils existent, des consommateurs avant de mettre en œuvre ces pratiques, mais également l'acceptabilité de certaines solutions. Ainsi, par exemple, il serait utile de définir l'acceptation de la vaccination pour la castration des porcelets ou de procédés issus des biotechnologies, ou celle concernant l'utilisation systématique des analgésiques. Enfin, le point de vue des éleveurs est rarement étudié. Qu'en est-il de leur consentement à modifier leurs pratiques d'élevage afin de mieux prendre en compte la douleur des animaux ? Il serait donc important de conduire des recherches visant à évaluer les conséquences socio-économiques au sens large, associées à la prise en compte de la douleur dans les différentes filières d'élevage.

Le dispositif réglementaire et le statut juridique des animaux

Il serait important d'évaluer les conséquences socio-économiques qu'engendrerait une éventuelle évolution du statut juridique des animaux à l'échelle d'un pays ou d'un groupe de pays. De plus, la multiplicité des recommandations et réglementations actuelles concernant les animaux d'élevage (code rural, réglementations européennes, transcriptions des directives et recommandations au niveau national, cahiers des charges spécifiques (Labels, productions biologiques, filières, enseignes)) entraîne un certain flou dans l'interprétation des textes d'où résulte des variations de pratiques effectives. Une analyse globale de celles potentiellement douloureuses permettrait une meilleure prise en compte de la douleur des animaux et une meilleure lisibilité de la réalité de l'élevage dans la société en général ou par les consommateurs en particulier.

Glossaire [1]

ACTH : l'AdrenoCorticoTrophicHormone (ou adrénocorticotropine) est une hormone sécrétée par le lobe antérieur de l'hypophyse. C'est l'une des hormones clés de la réponse au stress dont le rôle principal est de stimuler la synthèse et la libération de cortistéroïdes, cortisol ou corticostérone (rongeurs, oiseaux) par les glandes surrénales ou les tissus inter-rénaux (poissons).

Algogène : qui déclenche des douleurs.

AINS ou Anti-Inflammatoires Non-Stéroidiens : les AINS sont efficaces au niveau des blessures et de l'inflammation tissulaires. Ce sont des molécules qui inhibent ou s'opposent à l'action des médiateurs chimiques de la douleur et de l'inflammation ce qui leur confèrent des propriétés antalgiques et anti-inflammatoires. Ils sont ainsi capables d'inhiber les signes de rougeur, chaleur, douleur et fièvre en réponse à une agression qu'elle soit d'origine chimique, physique ou infectieuse. Ils se distinguent des anti-inflammatoires stéroidiens (corticoïdes). Le paracétamol (acétaminophène) peut être envisagé lorsque les AINS sont contre-indiqués. Il s'agit d'un analgésique moins efficace que les AINS.

Analgésie, analgésique, antalgiques : absence de douleur en réaction à une stimulation qui serait normalement douloureuse. L'analgésie correspond à la diminution partielle ou totale des sensations de douleurs. Elle est souvent induite par l'administration de médicaments analgésiques (synonyme d'antalgiques). L'analgésie n'inclut pas de perte de la sensation du toucher.

Anesthésie générale, anesthésiques : l'anesthésie générale correspond à la perte de conscience, accompagnée d'une relaxation musculaire profonde (état de sommeil profond), état induit par l'administration de médicaments anesthésiques.

Anesthésie locale, Anesthésiques locaux : l'anesthésie locale correspond à la perte totale des sensations (toucher et douleur) dans une zone du corps bien délimitée. Elle peut être induite par l'application directe d'un anesthésique sur la zone du corps à désensibiliser (anesthésie de contact). D'autres méthodes existent comme par exemple l'anesthésie péridurale qui consiste à injecter l'anesthésique entre la dure-mère et les parois du canal rachidien au niveau de la colonne vertébrale.

Anévrisme : dilatation localisée de la paroi d'une artère aboutissant à la formation d'une poche de taille variable.

Anoxie : souffrance cellulaire induite par le manque d'oxygène ou l'impossibilité pour les cellules d'utiliser l'oxygène présent dans le sang.

Antiphlogistique : qui combat l'inflammation (voir AINS).

Ascite : accumulation de liquide dans la cavité du péritoine, enveloppe qui tapisse la cavité abdominale.

Athétosique : le mouvement athétosique se manifeste aux extrémités et à la face. Il consiste en une oscillation lente entre des attitudes extrêmes d'hyperextension et de flexion réalisant un aspect de contorsion lente ou de reptation. Involontaire et incessant, le mouvement athétosique est aggravée par la fatigue, les émotions, s'atténue au repos,

[1] *Ce glossaire rassemble tous les termes précédés par une * figurant dans le rapport d'expertise « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage*
http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

disparaît durant le sommeil. Il interfère avec la mobilité volontaire qui est réduite, retardée, mal adaptée à la situation perceptive.

Axe corticotrope : ensemble des structures centrales, hormones et tissu surrénalien responsable de la libération d'hormones corticoïdes.

Axe neuroendocrinien : partie anatomique diffuse du corps reliant certaines parties du système nerveux aux glandes secrétant des hormones qui sont libérées dans la circulation sanguine.

Bientraitance : néologisme utilisé comme traduction du mot anglais « Welfare ». L'expression *animal welfare* pourrait être traduite en français, soit par bien-être animal lorsqu'il s'agit réellement du ressenti de l'animal, soit par bientraitance des animaux lorsque sont proposées des actions en vue d'assurer le bien-être des animaux.

Blépharospasme : contraction anormale du muscle orbiculaire (spasme des paupières).

Bloc : dans le contexte d'une anesthésie locale, un bloc correspond à l'insensibilisation complète d'une région définie du corps. Exemple : un bloc cornual est une insensibilisation des structures de et autour de la corne.

Bruxisme : chez les ruminants, mouvements de mastication sans présence du bol alimentaire, encore appelé grincement de dents. Signe évocateur de douleur (le plus souvent abdominale chez les bovins).

Cachexie : maigreur extrême avec faiblesse sévère de l'état général, encore appelée misère physiologique.

Caillebotis : grille en métal ou en béton perforé permettant de laisser passer les effluents d'élevage (urines, fèces, eau) qui sont recueillis dans une fosse à lisier.

Candidose : infection fongique causée par des levures du genre *Candida* qui peut se traduire par de nombreuses manifestations pathologiques (exemple du muguet du nourrisson).

Caudophagie : trouble du comportement dans lequel un animal mord et blesse la queue de ses congénères, ce trouble pouvant aller jusqu'au cannibalisme avec amputation de la queue.

Cellules somatiques du lait : principalement des globules blancs produits par la vache pour détruire les bactéries ayant pénétré dans le pis ou pour régénérer les tissus endommagés. Les globules blancs sont toujours présents dans le lait, et leur nombre augmente lorsqu'un agent infectieux s'introduit dans le pis ou lorsque celui-ci est abimé.

Césarienne : intervention chirurgicale visant à extraire le ou les produits d'une gestation de l'utérus maternel par incision de la paroi utérine.

Composante nociceptive : voir nociception.

Cortisol : hormone stéroïde sécrétée par la zone externe des glandes surrénales (cortex surrénalien) chez les mammifères. Sa libération est secondaire à celle d'ACTH. C'est une hormone clé de la réponse au stress qui agit sur de très nombreuses cellules de l'organisme et a des effets multiples. Ses effets principaux concernent le métabolisme (essentiellement augmentation de la production de glucose à partir de substrats non protéiques), le système immunitaire (immunosuppression) et le système nerveux (rétrocontrôle de la sécrétion de cortisol). L'hormone équivalente chez les oiseaux est la corticostérone alors que chez les poissons, on retrouve le cortisol.

Culard : caractère présent chez certaines races domestiques caractérisées par une hypertrophie musculaire de l'arrière-train. On parle ainsi d'un bovin culard.

Décaronculage : action de couper l'excroissance charnue ornant le front chez la dinde reproductrice. Plus globalement la caroncule est une zone membraneuse charnue, érectile, mamelonnée, qui recouvre la tête et s'étend sur une partie du bec, du front, du cou et autour de l'œil.

Désileuse : engin agricole permettant la distribution de l'ensilage aux animaux au niveau de la table d'alimentation.

Dyschondroplasie : affection caractérisée par un développement anormalement important de cartilage ayant tendance à s'ossifier au niveau des os longs.

Dyschondroplasie tibiale : affection caractérisée chez les oiseaux par persistance anormale du cartilage de conjugaison.

Dysphagie : gène à la déglutition.

Dystocie, dystocique : se dit d'une mise-bas ou d'un accouchement difficiles. En pratique, une dystocie désigne une mise-bas d'un animal nécessitant une intervention humaine.

Electroencephalogramme (ou EEG) : tracé électrique (support papier ou écran) obtenu après amplification, à partir d'électrodes placées sur la surface du crâne des variations de potentiel électrique produites au niveau du crane.

Epiphora : écoulement de larmes sur les joues quand elles ne peuvent passer par les canaux lacrymaux.

Équarrissage : récupération et traitement des cadavres d'animaux morts dans les élevages ainsi que des cadavres ou des pièces anatomiques issus de soins vétérinaires ou d'accidents de la route. Le terme d'équarrissage recouvre aussi par extension le lieu où cette action se réalise.

EMEA (European MEdecines Agency, http://www.emea.europa.eu/) : agence de l'Union Européenne chargée de la protection et de l'amélioration de la santé des animaux et des hommes. Concernant les produits vétérinaires, elle a notamment la responsabilité d'établir les limites acceptables de résidus dans les aliments d'origine animale.

Extravasation : épanchement anormal d'un liquide organique ou de molécules contenues dans le sang ou la lymphe hors de son conduit (vaisseau) du fait d'une lésion ou d'une inflammation. L'extravasation résulte d'une augmentation de la perméabilité des parois vasculaires sous l'effet de la libération de neuropeptides par les terminaisons nerveuses périphériques.

Faux anévrisme : masse sanguine formée au contact d'une plaie artérielle par le sang qui s'est échappé du vaisseau. Dans le cadre de l'abattage ce terme proposé par Neville Gregory désigne un phénomène consécutif à la transsection d'une artère, provoquant une infiltration de sang entre la partie extérieure de la paroi de l'artère et la gaine de tissu conjonctif qui l'entoure. La paroi de l'artère enfle ce qui limite le flux de sang qui quitte alors l'artère coupée. Pour que cela se passe, l'artère doit se rétracter dans la gaine après la coupe.

Fibrillation cardiaque : activation désordonnée des fibres du muscle cardiaque provoquant la paralysie des cavités touchées. Si elle atteint les ventricules, elle entraine très rapidement la mort par arrêt cardiaque.

Flehmen : mimique particulière que l'on observe chez les équidés, les ovins et les bovins. L'animal retrousse la lèvre supérieure vers le haut et la lèvre inférieure vers le bas en tendant l'encolure et la tête vers le haut. Cette mimique joue probablement un rôle dans la reconnaissance et la mémorisation des odeurs. Chez les équidés, cette posture est exprimée de façon répétée en cas de coliques.

Génotype : le génotype correspond pour un individu à l'ensemble de son matériel génétique. Pour un gène en particulier, le génotype d'un individu est défini par la combinaison des allèles qu'il possède.

GMQ (Gain Moyen Quotidien) : moyenne du gain de poids quotidien d'un animal ou d'un groupe d'animaux calculé en grammes.

Hémagglutination : agglutination des hématies aboutissant à la formation de petits amas visibles à l'œil nu ; l'hémagglutination est une méthode très employée en immunologie pour détecter les anticorps et les antigènes.

Homéostasie : Autorégulation d'un organisme quel que soit le milieu extérieur. L'homéostasie assure le maintien à leur valeur normale des différentes constantes physiologiques de l'individu (température interne, composition du sang…). L'homéostasie est régulée par les glandes endocrines (par exemple le pancréas) et par le système nerveux végétatif (par exemple le nerf vague).

Hyperalgie ou hyperalgésie : réaction accrue à un stimulus habituellement douloureux.
Remarque : Le terme d'hyperalgésie définit une douleur accrue due à une stimulation au dessus du seuil de perception (stimulation supraliminaire). Dans le cas de douleur provoquée par des stimuli qui ne provoquent habituellement pas de douleur, le terme d'allodynie sera préféré ; le terme d'hyperalgésie est plus approprié dans le cas de réactions accrues à un seuil normal, ou à un seuil plus élevé, par exemple chez des patients souffrant de neuropathie. L'hyperalgésie serait la conséquence d'une perturbation du système nociceptif accompagnée d'une sensibilisation périphérique ou centrale, ou des deux.

Hyperesthésie : sensibilité accrue aux stimulations environnantes comme les sons, la lumière, le toucher, généralement accompagnée d'une excitation et d'une réponse exagérée à ces stimulations.

Laparotomie : incision chirurgicale de la paroi abdominale et du péritoine permettant l'exploration et l'accès à la cavité abdominale.

Leptospirose : maladie infectieuse qui se transmet de l'animal à l'homme, causée par une bactérie du genre *Leptospira*.

Lordose : courbure convexe antérieure de la colonne vertébrale.

Merlin : long marteau ou espèce de massue dont les bouchers se servaient pour assommer les bœufs.

Morailles : tenailles utilisées par le maréchal-ferrant ou le vétérinaire afin de maîtriser un cheval en lui pinçant les naseaux.

Morbidité : pourcentage de personnes souffrant d'une maladie donnée pendant un temps donné, en général une année, dans une population. L'incidence (nouveaux cas) ou la prévalence (la somme de tous les cas) sont deux façons d'exprimer la morbidité d'une maladie.

Mortalité : pourcentage de personnes ou animaux mortes des suites d'une maladie donnée, dans un temps donné et dans une population donnée.

Myiases : ensemble des troubles provoqués par la présence dans un corps humain ou animal de larves de parasites diptères (mouches le plus souvent).

Mycoplasme : micro-organismes de la classe des mollicutes, proches des bactéries mais qui se caractérisent par l'absence de paroi. Ils sont à l'origine de maladies aussi bien chez l'homme que chez l'animal.

Névromes : proliférations anarchiques des axones ou des cellules gliales supports des neurones.

Nociception : composante sensorielle élémentaire aversive faisant partie de la douleur mais qui n'inclut pas ses composantes émotionnelles et cognitives. Elle inclut l'ensemble des phénomènes biologiques mettant en jeu l'activation de récepteurs sensitifs périphériques particuliers (nocicepteurs) sous l'effet de stimuli mécaniques, chimiques ou thermiques qui menacent l'intégrité de l'organisme. Un nocicepteur est un récepteur sensible plutôt à un stimulus nuisible ou à un stimulus qui pourrait devenir nuisible s'il est prolongé.

Nystagmus : mouvements involontaires de l'œil.

Ostéo-articulaire : se dit de pathologies atteignant le tissu osseux ou articulaires cartilagineux.

Ostéodentine : dépôt calcifié qui correspond à un tissu cicatriciel.

Ostéoporose : affection caractérisée par une fragilité excessive du squelette et due à une diminution de la masse osseuse et à l'altération de la microarchitecture osseuse.

Paresthésie : sensations anormales non douloureuses de qualité variable : fourmillement, picotement, sensation d'engourdissement cutané (peau cartonnée, amidonnée), parfois aussi sensations thermiques. Comme les douleurs, les paresthésies peuvent être provoquées par le frottement superficiel des téguments ou être en apparence spontanées. Les paresthésies et les dysesthésies sont les sensations qui sont retrouvées dans les neuropathies douloureuses.

Pétéchie : petite tache de couleur rouge à violacée correspondant à l'infiltration de sang sous la peau (hémorragie mineure induite par la rupture d'un capillaire sanguin).

Phagocytose : mécanisme qui permet à certaines cellules spécialisées (macrophages, granulocytes neutrophiles) ainsi qu'à certains organismes unicellulaires (protistes) l'ingestion de particules étrangères telles que des bactéries, des débris cellulaires, des poussières...

Pododermatites : lésions cutanées de la face plantaire.

Potentiel évoqué (PE) : réponse électrique du système nerveux à une stimulation sensorielle provoquée (auditive, visuelle, sensitive) que l'on peut visualiser sur un électroencéphalogramme lorsque les électrodes sont placées en face des zones sensorielles du cerveau.

Primipare : désigne une femelle n'ayant mis bas qu'une fois.

Ptyalisme : Salivation excessive due à une hyperproduction de salive et/ou une incapacité à déglutir.

QTL : Quantitative Trait Loci, région du génome impliquée dans les variations d'un caractère quantitatif.

Restrainer : appareil de contention, utilisé à l'abattoir, permettant de soutenir un animal par les flancs ou via un rail central, et qui généralement empêche le contact avec le sol.

Sédation : état marqué de diminution de l'éveil et de l'attention, à la limite de l'endormissement, accompagné d'une analgésie plus ou moins marquée et d'un relâchement musculaire. L'animal ayant reçu un médicament sédatif est toujours en position debout mais ne peut plus se déplacer ni réagir aux interventions non douloureuses autour de lui.

Schokwave (de l'anglais Onde de choc) : technique qui consiste en l'application extracorporelle (au travers de la peau) d'ondes acoustiques de forte intensité sur un tissu douloureux afin de procurer une analgésie, le plus souvent ostéo-articulaire ou tendineuse.

Stéatose : la stéatose résulte de l'accumulation de lipides, principalement des triglycérides, dans les cellules d'un organe, par exemple au sein des hépatocytes dans le foie, on parle alors de stéatose hépatique. La synthèse des lipides prend principalement place dans les tissus adipeux chez les mammifères, et dans le foie chez les oiseaux ou les poissons ; la présence de lipides en quantité dans le foie résulte donc en une pathologie chez les mammifères, alors que ce n'est pas le cas chez les oiseaux et les poissons.

Synovite : inflammation, sèche ou avec épanchement de liquide, des membranes synoviales (tissu qui recouvre la face interne des articulations mobiles).

Système sympathique : partie du système nerveux autonome responsable, entre autre, de l'accélération du rythme cardiaque et de l'augmentation de la pression artérielle.

Tarsite : inflammation du tarse. Chez l'animal de production, cette lésion est le plus souvent induite par le logement du fait de frottements répétés.

Ténesme : besoin permanent et douloureux de miction ou de défécation.

TENS (de l'anglais *Transcutaneous Electrical Nervous Stimulation* – Stimulation nerveuse électrique transcutanée) : technique qui consiste en l'application de faibles courants électriques sur la peau dans une zone douloureuse pour procurer une analgésie.

Tranquillisant : médicament qui calme l'animal et diminue la peur et l'anxiété, ceci permettant en général de faciliter une intervention.

Varus-valgus : déviation d'un membre vers l'intérieur (Valgus) ou vers l'extérieur (Varus) formant un angle et gênant son utilisation pour le déplacement.

Vêlage : mise-bas chez la vache.

Zoonose : maladies et infections qui se transmettent naturellement des animaux à l'homme et vice-versa, par exemple la tuberculose bovine.

Annexe : éléments de méthode[1]

1. Définition et organisation de l'exercice

L'expertise scientifique collective (ESCo) est une activité d'appui à la décision publique : l'exercice consiste à répondre à une question complexe posée par un commanditaire extérieur en établissant, sur la base de la bibliographie mondiale, un état des connaissances scientifiques pluridisciplinaires qui fait la part des acquis, incertitudes, lacunes et controverses du savoir actuel.

L'ESCo est une activité organisée à l'INRA depuis 2002. Elle s'exerce selon des règles qui visent à en assurer la crédibilité. L'Institut s'engage sur les conditions dans lesquelles l'exercice est réalisé (exhaustivité des sources documentaires, qualification et indépendance des experts, transparence du processus). Les experts sont responsables de leurs contributions. L'ESCo ne formule ni avis ni recommandations.

Le comité de pilotage

Ce comité, dont les membres sont désignés par le commanditaire, valide la lettre de commande, puis se réunit deux ou trois fois au cours du travail pour examiner la conformité des orientations prises par rapport au cahier des charges, faire état éventuellement de nouveaux éléments du contexte réglementaire et politique utiles pour le cadrage du travail en cours. Il est tenu en retour informé de la progression du travail, des difficultés éventuelles rencontrées par les experts dans le traitement des questions, dues notamment, à l'absence de références bibliographiques. Le comité est réuni en fin d'expertise pour la présentation des conclusions ; c'est à partir de ce séminaire de restitution que peut être établie la version finale de la synthèse.

Le collectif d'experts

L'ESCo est réalisée par un collectif d'experts (cf. infra) de disciplines différentes, requises par les besoins de l'expertise. Ce groupe d'une vingtaine de chercheurs est subdivisé en sous-groupes de travail pour les phases d'analyse de la bibliographie et de rédaction des chapitres du rapport ; il peut faire appel à des compétences situées en dehors du groupe.

Pour chaque dossier d'ESCo, un pilote scientifique est désigné par la Direction scientifique de l'INRA concernée. Il s'agit d'un chercheur expérimenté, reconnu pour sa compétence et sa vision large du problème posé, capable de mobiliser des experts dans la durée et d'animer le collectif travail.

Le travail des experts dure environ un an à compter de l'accord sur le cadrage de l'expertise.

Rapport et synthèse sont soumis à relecture par deux reviewers extérieurs.

Une cellule INRA est dédiée à l'appui à l'ESCo : elle a pour mission de faciliter et d'organiser le travail des experts, et, à travers des retours d'expériences et des échanges avec d'autres organismes pratiquant l'expertise, de mettre en place des procédures reproductibles. Dotée de compétences en conduite de projets, documentation, rédaction scientifique, secrétariat et gestion, cette unité assure l'organisation logistique de l'ESCo, participe à l'animation des réunions et est chargée de l'élaboration des produits de synthèse.

Les produits de l'ESCo

Le travail des experts se traduit par le rendu (sous forme électronique) d'un rapport de plusieurs centaines de pages et l'édition d'une "synthèse" destinée plus particulièrement aux décideurs ; ces documents sont également mis en ligne sur le site web de l'INRA.

---

[1] Cette annexe fait partie du rapport d'expertise scientifique collective « Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage », Pierre Le Neindre et al, 2009, http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise

La Synthèse reprend les grandes lignes du rapport d'expertise, dans la perspective d'utilisation des connaissances qui a motivé la commande de cette ESCo. L'exercice peut conduire à aller un peu plus loin que ne le fait le rapport dans l'interprétation des conclusions scientifiques et dans leur mise en relation avec des éléments du contexte économique ou politique qui, n'étant pas objets de recherches, n'ont pas été pris en compte dans l'analyse scientifique.

Un colloque ouvert à un public élargi permet une mise en débat des conclusions de l'expertise.

2. Les experts participant à l'ESCo

L'ESCo étant définie comme analyse critique des connaissances académiques disponibles, le choix des experts se fonde en priorité sur leurs compétences scientifiques, attestées par leurs publications dans des revues à comité de lecture et la reconnaissance par leurs pairs. Puisque l'exercice ne consiste pas à formuler des avis "à dire d'experts" mais à réaliser une analyse de la bibliographie, il peut être demandé aux experts d'examiner des publications qui ne relèvent pas entièrement de leur champ de compétence principal.

Des critères complémentaires peuvent intervenir dans la "qualification" des experts : exercice de responsabilités dans la hiérarchie scientifique et/ou de fonction d'animation dans des programmes de recherche français ou européens (donnant une vision large des travaux de recherche en cours) ; participation à des comités d'experts tels que des groupes de travail ministériels ou des comités scientifiques chargés de l'évaluation de divers projets (perception des enjeux socio-économiques et politiques, des préoccupations des gestionnaires...), bonne connaissance du "terrain"...

Cette logique de recrutement des experts fondée principalement sur leur compétence scientifique et non leur connaissance du terrain est à souligner, dans la mesure où il s'agit d'une source récurrente de malentendus lors de la publication des ESCo.

Afin d'assurer une diversité des "cultures" scientifiques et techniques, et de renforcer la crédibilité de l'expertise (indépendance des experts par rapport à la direction de l'INRA et aux tutelles), l'objectif retenu par l'ESCo est d'environ 30% d'experts n'appartenant pas à l'INRA. Sur les 18 experts formant le collectif de travail (cf. page 3 de couverture), 9 appartiennent à l'INRA et 9 à l'un des organismes suivants : Ecole Nationale Vétérinaire, CNRS, Collège de France, Hôpital de l'assistance publique, Université. Plus d'une dizaine d'autres chercheurs que ceux appartenant au collectif ont été sollicités pour apporter ponctuellement leur contribution sur un thème particulier.

3. Note bibliographique

Tout au long de ce travail d'expertise, les experts ont analysé un grand nombre de références scientifiques, et rapports internationaux et les ont utilisés pour construire le résultat de l'expertise. Au final, près de 1000 références ont été citées dans le rapport.

Deux documentalistes Inra ont été mobilisées pour apporter un appui aux experts, notamment pour la recherche documentaire dans les différentes sources d'information, la constitution du corpus documentaire, la fourniture de documents et l'appui à la mise en forme des références bibliographiques dans le rapport final.

Principales sources d'informations utilisées

Web of Science. Produite par Thomson Scientific (ex-ISI), c'est "la" base de référence des milieux scientifiques du monde entier. Les domaines couverts représentent toutes les disciplines en sciences et sciences sociales et permettent de répondre aux recherches traversant plusieurs champs disciplinaires et celles menées aux interfaces entre les disciplines.

CAB Abstracts. Produite par CABI Publishing (Commonwealth Agricultural Bureaux), cette base est spécialisée dans les thématiques "agriculture" au sens large (dont production

animale et sciences vétérinaires, santé et alimentation humaine et économie et sociologie rurale).

Econlit. Produite par l'American Economic Association, cette base est spécialisée en économie et gestion. Elle recense des articles de périodiques (400 titres), des monographies, chapitres de volumes collectifs, comptes rendus de congrès, thèses, travaux de recherche ("working papers").

Medline / Pubmed. Produite par la National Library of Medicine (NLM-USA), Pubmed est une base de données bibliographiques qui couvre tous les domaines biomédicaux : biochimie, biologie, médecine clinique, économie, éthique, odontologie, pharmacologie, psychiatrie, santé publique, toxicologie, médecine vétérinaire.

D'autres sources d'informations scientifiques et techniques ont également été utilisées : EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments, documents scientifiques), ProdInra (base institutionnelle des publications de l'Inra), Cairn, Renaweb, Techni-porc et Vigie-Viande.

Méthode de travail

Les bases de données bibliographiques ont été interrogées à l'aide d'équations complexes combinant plusieurs niveaux de mots-clés validés par les experts. De nombreuses interactions ont été nécessaires entre les documentalistes, le pilote scientifique et les experts afin de définir ces mots-clés et affiner les recherches.

Plus de 10 000 références bibliographiques ont ainsi été rassemblées. Un travail d'ingénierie documentaire a permis d'affiner le corpus et de fournir aux experts (sous format Endnote ™) un premier corpus de 1200 références. L'affinage du corpus a permis de restreindre le corpus aux documents de synthèse par une analyse lexicale avec le logiciel Le Sphinx® .

Tout au long de l'expertise, des articles originaux de recherche et des articles plus techniques ont été transmis aux experts sur les différents volets de l'expertise. Le travail en réseau a été permis par la mise en place et l'alimentation d'un site collaboratif (SilverPeas ®).

Quelques chiffres sur les références citées dans le rapport

Au total, 1376 références ont été sélectionnées par les experts et intégrées dans le rapport. Ces références se répartissent de façon relativement équilibrée entre les chapitres (Figure 1).

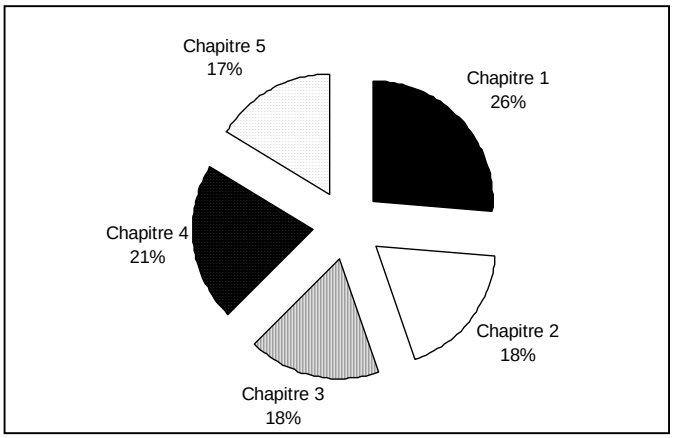


Figure 1 : Répartition des références bibliographiques entre les différents chapitres de l'expertise douleur animale.

Les experts se sont référés principalement à des travaux récents puisque 30 % des références ont moins de 5 ans (Figure 2).

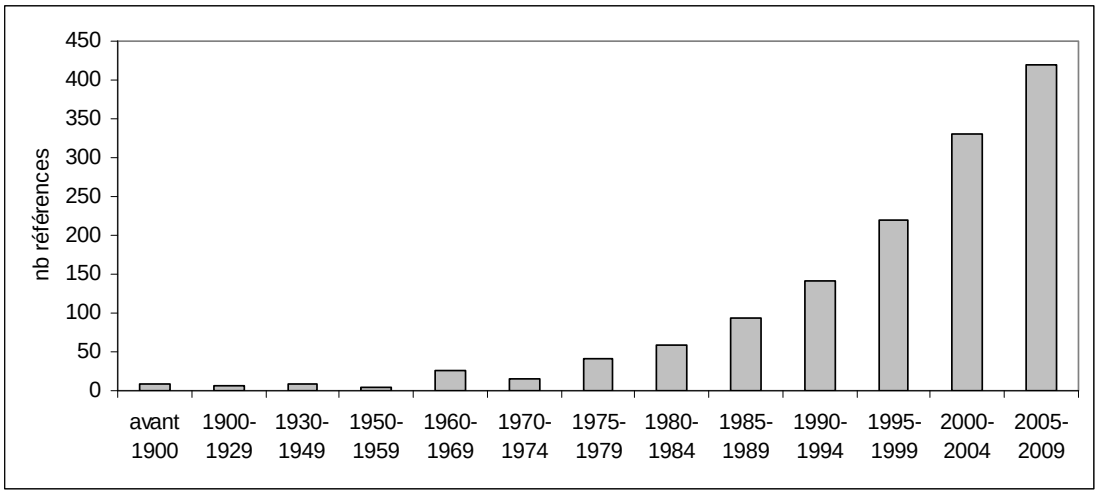


Figure 2 : Année de publication des références bibliographiques retenues dans l'expertise

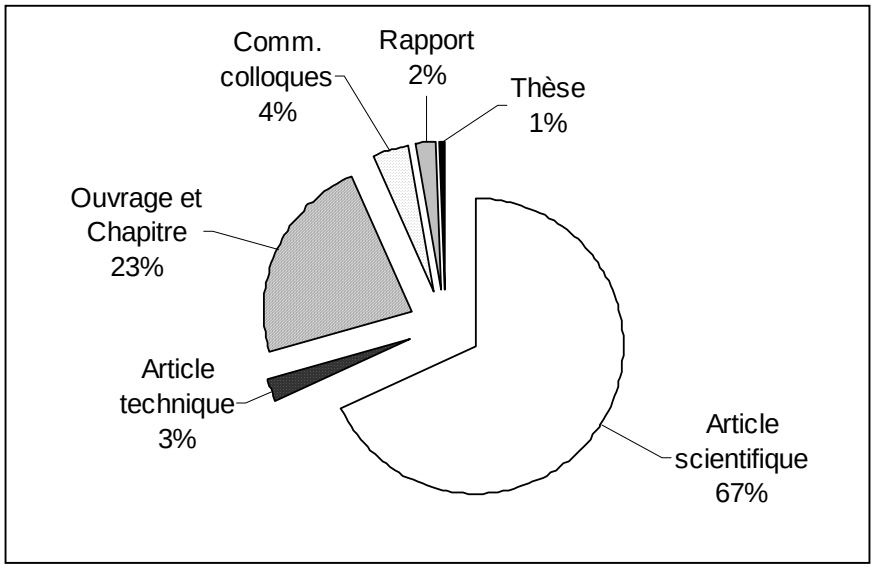


Figure 3 : Répartition des références retenues dans l'expertise entre les types de publication

Les experts ont cité principalement des articles publiés dans des revues scientifiques internationales (69 %), ce qui répond bien à la définition de l'exercice d'expertise scientifique (Figure 3). Une revue d'éthologie appliquée est celle dans laquelle apparaissent le plus de références suivie par 14 journaux dédiés à des sujets vétérinaires et zootechniques (Tableau 1).

Tableau 1 : Revues scientifiques dans lesquels ont été publiés le plus d'articles référencés dans le texte

Titre des principales revues de publication	*nb articles cités*
Applied Animal Behaviour Science	62
Veterinary Record	32
Journal of Animal Science	31
Journal of Dairy Science	30
Research in Veterinary Science	28
Meat Science	27
Veterinary Journal	21
Poultry Science	21
New Zealand Veterinary Journal	19
Physiology & Behavior	15
Animal Welfare	15
Pain	14
British Poultry Science	14
Animal	14
Livestock Production Science	13
Science	10
World's poultry science Journal	10
JAVMA	10
British Veterinary Journal	10

Dans un 2ème temps, les experts ont également fait appel à de la littérature grise sous forme de rapports scientifiques ou techniques édités par des institutions internationales dont l'EFSA, l'AFSSA, la Commission Européenne et l'ITP ou de communications réalisées lors de symposiums internationaux organisés par l'ISAE (International Society for Applied Ethology), l'ACVA (American College of Veterinary Anesthesiologists) ou l'IVAPM (International Veterinary Academy of Pain Management), …

Enfin, pour illustrer les pratiques douloureuses et les alternatives, les experts ont utilisé des articles publiés dans des revues techniques telles que INRA Productions Animales, les Journées de la Recherche Porcine, Cattle Practice, …

Illustration des thématiques de l'ESCo partir des références citées par les experts

La crédibilité de l'ESCo reposant sur des références bibliographiques, il est intéressant de vérifier *a posteriori* non seulement la qualité des références citées par les experts mais aussi leur pertinence par rapport aux thématiques traitées.

Un nuage des mots les plus fréquents présents dans les titres des 1376 références citées a été réalisé à l'aide de l'application Wordle. La taille des mots est proportionnelle à leur fréquence dans les titres des références. Par exemple, le terme « pain » apparaît dans le titre de 177 références alors que le terme « castration » apparaît dans le titre de 63 références. Cette représentation sous forme de nuage de mots permet d'illustrer les thématiques traitées dans l'expertise et de conforter ainsi l'adéquation des références avec le sujet (Figure 4).

Figure 4 : Nuage des mots les plus fréquents dans les titres des références citées dans le rapport ESCo Douleurs Animales (http://www.wordle.net/)

Auteurs et éditeurs de l'expertise

Experts

RESPONSABLE DE LA COORDINATION SCIENTIFIQUE

Pierre LE NEINDRE, Chercheur INRA : biologie du comportement, adaptation.

AUTEURS ET CONTRIBUTEURS

Damien BALDIN, professeur agrégé d'histoire, enseignant et doctorant à l'École des Hautes Études en Sciences Sociales : histoire des relations hommes-animaux.
Sonia DESMOULIN, Chercheur CNRS, UMR de Droit comparé de Paris : droit du vivant, droit de la bioéthique, droit de la santé animale.
Raphaël GUATTEO*, Enseignant chercheur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, Dipl ECBHM (Euopean college of Bovine Health Management), Médecine des animaux d'élevage (ruminants), appréciation des états de santé et de leurs déterminants dans les populations animales.
Daniel GUEMENE*, Chercheur INRA, Unité de Recherches Avicoles de Tours-Nouzilly : physiologie du stress et de l'adaptation, bien-être, pratiques et systèmes d'élevage chez les volailles.
Jean-Luc GUICHET*, Chercheur et directeur de programme au Collège international de philosophie, membre du Comité d'éthique Expérimentation animale Paris-Île-de-France : philosophie, animalité, anthropologie, bioéthique.
Raphaël LARRERE, Chercheur INRA, éthique environnementale (rapports à la nature, rapports à la technique), éthique animale, évaluation des nouvelles technologies.
Karine LATOUCHE*, Chercheur INRA, Unité d'Etudes et de Recherches en économie de Nantes : économie, consentement à payer, politiques publiques, production et échanges agricoles et agro-alimentaires.
Christine LETERRIER*, Chercheur INRA, UMR Physiologie de la reproduction et des comportements de Tours-Nouzilly : neurobiologie et adaptation chez les volailles.
Olivier LEVIONNOIS*, Vétérinaire et chercheur à l'hôpital vétérinaire de Berne (Suisse) : pharmacologie et anesthésiologie vétérinaires.
Pierre MORMEDE*, Chercheur INRA, UMR Psycho-neuro-immunologie, nutrition et génétique à Bordeaux : composantes génétiques et physiologiques du stress chez les animaux domestiques, évaluation, moyens de prévention ou de thérapeutique.
Luc MOUNIER, Enseignant chercheur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon : bien-être des ruminants dans les conditions d'élevage, adaptation et comportements sociaux.
Jocelyne PORCHER, Chercheur INRA, UMR Sciences pour l'action et le développement, activités, produits, territoires à AgroParisTech : relation de travail entre éleveurs et animaux, sociologie et élevage.
Patrick PRUNET, Chercheur INRA, UR Ichtyophysiologie, biodiversité et environnement à Rennes : physiologie de l'adaptation et du stress chez les poissons d'élevage.
Armelle PRUNIER*, Chercheur INRA, Unité Systèmes d'Elevage, Nutrition Animale et Humaine à Rennes : physiologie du stress et de l'adaptation chez le porc, élevage, comportement, bien-être.
Alain SERRIE*, Médecin-clinicien à l'hôpital Lariboisière : médecine de la douleur, médecine palliative.
Jacques SERVIERE*, Chercheur INRA, département Sciences de la Vie et Santé, AgroParisTech : neurobiologie, douleur, bien-être animal.
Claudia TERLOUW, Chercheur INRA, Unité de Recherches sur les Herbivores à Theix : bien-être des ruminants dans les conditions d'élevage, abattage.
Pierre-louis TOUTAIN, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse : médecine vétérinaire, pharmacodynamique et pharmacocinétique : devenir des xénobiotiques et substances endogènes dans l'organisme animal ; anti-inflammatoires.
Noëlie VIALLES, Enseignant chercheur, Laboratoire d'anthropologie sociale, Collège de France : anthropologie des relations hommes-animaux.

* Experts coordinateurs de chapitre.

Cette liste n'intègre pas les chercheurs qui ont pu être sollicités (par l'un des experts ci-dessus) pour contribuer ponctuellement à la rédaction d'une section du rapport, mais qui n'ont pas participé au travail collectif. Ces chercheurs sont cités dans les contributions écrites auxquelles ils ont apporté leur concours.

RELECTEURS

Joseph-Paul BEAUFAYS, Professeur en médecine vétérinaire, Université de Namur (Belgique), président et membre de Commissions d'éthique en expérimentation animale.
Henri BRUGÈRE, Professeur à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, laboratoire de Physiologie -Thérapeutique.
Robert DANTZER, Professeur de Psycho-neuro-immunologie à l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign (USA).

Unité Expertise Scientifique Collective de l'INRA

Claire SABBAGH, ingénieur de recherche, INRA Paris : direction de l'unité Expertise scientifique collective.
Hélène CHIAPELLO, ingénieur de recherche, INRA Jouy : rédaction et coordination éditoriale.
Isabelle SAVINI, ingénieur d'études, INRA Paris : conseil éditorial et rédaction.
Dominique FOURNIER, ingénieur d'études, INRA Montpellier : ingénierie documentaire.
Diane LEFEBVRE, ingénieur de recherche, INRA Versailles : ingénierie documentaire.
Fabienne GIRARD, secrétaire-gestionnaire : logistique de l'expertise.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Photos : © Inra

INRA

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147 rue de l'Université • 75338 Paris cedex 07
Tél : 01 42 75 90 00 • Fax : 01 42 75 91 72
www.inra.fr