



Université Mohamed BOUDIAF M'Sila
Collection Scientifique de la Faculté des Sciences

**BIEN ÊTRE ANIMAL ET
TRAÇABILITÉ**



Docteur Abdelhamid BAA

ISBN : 978-9931-251-74-3

Mars 2025

Bien-être animal et traçabilité

Docteur Abdelhamid BAA
Département des Sciences Agronomiques
Université de M'Sila



Nom de l'ouvrage : Bien-être animal et traçabilité

Catégories d'ouvrage : Académique

Auteur : Dr. BAA Abdelhamid

Première édition : Mars 2025

ISBN : 978-9931-251-74-3

Nombre de page : 30

Dimensions : 21 x 29,7 cm

Edition numérique de la Faculté des Sciences – Université Mohamed BOUDIAF M'Sila

Web : <https://www.univ-msila.dz>

Pour citer ce document :

Baa., A. 2025. Bien-être animal et traçabilité. Collection scientifique de la faculté des sciences – Université Mohamed BOUDIAF M'Sila.

Couverture : Photo personnel (2025)

Table des Matières

1.	Historique et apparition de bien-être animal	1
2.	Concept du bien-être animal	2
3.	Dispositif règlementaire et principes garantissant le bien-être	4
3.1.	Protection des animaux dans les différentes phases de leur production	5
3.1.1.	Élevage et détention d'animaux	5
3.1.2.	Transport des animaux	6
3.1.3.	Protection des animaux dans les abattoirs	7
4.	Indicateurs du bien-être	7
4.1.	Critères physiologiques	8
4.2.	Critères comportementaux	8
4.3.	Critères sanitaires	9
4.4.	Critères zootechniques	9
4.5.	L'homme : un facteur de risque souvent négligé	10
5.	Facteurs déterminants le bien-être des animaux	10
5.1.	Conditions de conduite et de logement	10
5.1.1.	Logement en plein air	10
5.1.2.	Logement en bâtiment	11
a.	L'ambiance	11
b.	La liberté des mouvements	11
c.	La litière (conditions de couchage)	12
d.	Le revêtement du sol	13
e.	Les conditions d'alimentation	13
5.2.	L'alimentation	13
5.3.	Les interventions ponctuelles à but zootechnique	15

5.3.1.	Les opérations de convenance ou de routine	15
a.	L'écornage	15
b.	Le débecquage	15
c.	La caudectomie	16
d.	La castration	16
e.	La césarienne	18
f.	La reproduction contrôlée	18
g.	La tonte	18
5.3.2.	Les perturbations sociales	18
a.	Les remaniements de groupes	18
b.	L'isolement des animaux	20
c.	Le sevrage	20
6.	Répertoire émotionnel et régulation neuroendocrinienne	21
7.	Structure cérébrale impliquée dans la genèse des émotions	21
7.1.	Structures impliquées dans la perception des informations environnementales ..	22
7.2.	Structures impliquées dans le traitement des informations	23
7.3.	Physiologie de la réponse émotionnelle au stress	24
7.3.1.	Réponses émotionnelles neurovégétatives	24
7.3.2.	Réponses émotionnelles endocriniennes	25
7.3.3.	Réponses émotionnelles comportementales	25
8.	Impact du mal-être sur la qualité des produits animaux	26
9.	Conséquences du stress ante-mortem sur la qualité de la viande	28
9.1.	Stress dû aux conditions environnementales	28
9.2.	Stress dû au jeûne avant abattage	29
9.3.	Stress dû aux manipulations, à la mise en caisse et au transport	30

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Historique et apparition de la notion de bien-être animal

Pendant des décennies, l'animal d'élevage a été considéré comme un matériel, une «machine à produire» incapable de souffrir et pouvant par conséquent être soumis à n'importe quelle contrainte (Bourdon, 2003). Cette conception de l'animal être insensible, a largement été renforcée par l'industrialisation et l'intensification de la production, notamment après la seconde guerre mondiale (Larrère et Larrère, 2001).

L'élevage fermier de caractère traditionnel ou artisanal a fait place à une véritable activité industrielle, intégrée dans un circuit économique complexe. Il est évident que la taille grandissante des unités de production ne fait alors qu'augmenter la probabilité d'une distorsion entre les conditions qui sont les meilleures d'un point de vue commercial pour l'éleveur et celles qui favorisent le confort de l'animal. Ce processus s'est traduit par d'importantes modifications des conditions de vie des animaux. En effet, en élevage intensif, le confinement et les fortes densités sont la règle. Les poulets de chair sont élevés en bandes de plusieurs milliers dans des locaux conditionnés, les poules sont hébergées en batteries de cages métalliques, les veaux laitiers sont séparés de leurs mères, juste après les mise-bas et placés en cases individuelles (Dantzer et Mormede, 1979). Ce type d'élevage est fortement critiqué par les associations de protection animale et quelques groupes de consommateurs dits « protectionnistes » qui considèrent alors que le fait d'exploiter, d'abattre puis de consommer des animaux ne dispense pas de leur accorder des conditions de vie les moins désagréables possibles.

La notion de « bien-être animal » est apparue après la parution du livre de Ruth Harrison (1964) : « Animal machines » dans les années soixante, qui émeut l'opinion britannique à tel point qu'un groupe de travail composé de « députés » Anglais est chargé de définir le concept. Le comité présidé par Lord Brambell donne ainsi une première définition, inspirée de la Constitution des Etats Unis, connue sous le principe des cinq libertés (five freedoms) (Traïni, 2011).

Dans ce contexte, Marian Dawkins, éthologue Américaine, a écrit en 1980 un ouvrage intitulé « ANIMAL SUFFERING. The science of animal welfare », en le traduisant c'est (LA SOUFFRANCE DES ANIMAUX. La science du bien-être des animaux) qui deviendra la référence sur le stress des animaux en élevage intensif (Dawkins et Dantzer, 1983).

En raison des grandes campagnes d'opinion menées dans les médias par les associations défendant la cause animale, les consommateurs deviennent davantage informés des conditions d'élevage, de transport et d'abattage du bétail et donc plus sensibles à cette notion de confort des animaux. Au départ, directement concerné par la salubrité mais aussi par la qualité des carcasses, le consommateur devient aujourd'hui conscient des contraintes que l'agro-industrie impose aux animaux (Saalburg, 2016).

2. Concept du bien-être animal

Différentes définitions ont été proposées pour définir le bien-être animal :

Définition de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES), 2018 « le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal ».

Selon Hughes (1976) cité par Vandenheede (2003), le bien-être serait « un état de parfaite santé physique et mentale, où l'animal est en parfaite harmonie avec son environnement ».

Une autre vision consiste à expliquer le bien-être de manière plus pratique comme le définit Broom (1986) cité par Vandenheede (2003) : « **le bien-être de l'animal est dépendant des efforts que ce dernier doit fournir pour s'adapter à l'environnement** ».

Pour les adeptes du « welfare » (notion équivalente au bien-être pour les Anglo-saxons), les animaux doivent pouvoir s'adapter aux contraintes de l'élevage sans souffrir ou s'épuiser. Pour ce faire, il convient d'améliorer les conditions de « détention » des animaux en rendant les milieux d'élevage plus proches des milieux originaires des espèces ancestrales ayant donné vie à nos animaux de rente.

Il faut donc prendre en compte, selon l'optique lorenzienne (*rappelons que Konrad Lorenz est un des pères fondateurs de l'éthologie et qu'il reçut le prix Nobel de médecine en 1973*) les exigences comportementales des individus (ex : l'obligation de matériaux pour construire un nid, de perchoirs et de grattoirs pour les poules pondeuses).

Pour Duncan (1996) cité par Vandenheede (2003), « le bien-être est tout ce qui est en rapport avec ce que l'animal ressent ». En d'autres termes, le bien-être serait l'absence de « souffrance » et la présence de sensations agréables.

En 2007, l'académie vétérinaire a rédigé un rapport afin de définir clairement la bientraitance et d'éviter les confusions souvent faites avec la notion de bien-être animal (Milhaud, 2007) : « le bien-être correspond à un état de l'animal. Quant à la bientraitance, elle correspond aux bons soins de l'homme envers l'animal ». La bientraitance est une notion éthique, couramment utilisée en médecine humaine en miroir au « care » des Anglo-saxons pour les personnes gravement handicapées mentales, en état de coma ou de dépendance. Ce sont donc deux notions complémentaires et non équivalentes : la bientraitance qui est une des conditions du bien-être animal.

L'organisation mondiale de la santé animale (OIE) a donné une définition au bien-être animal qui fait aujourd'hui référence dans le domaine, il est couramment admis que l'on peut considérer cette notion sous cinq angles différents, ou Cinq libertés fondamentales de l'animal (Webster, 1994) :

- ✿ Liberté physiologique : absence de faim, de soif et de malnutrition en général (accès à un point d'eau et régime alimentaire adapté au maintien d'une bonne santé physique) ;
- ✿ Liberté environnementale : logement adapté, absence de stress climatique ou physique, absence d'inconfort (aire de repos confortable) ;
- ✿ Liberté sanitaire : absence de souffrance, blessures et maladies (prévention, diagnostic rapide et traitement) ;
- ✿ Liberté comportementale : liberté donnée à l'expression d'un comportement normal (espace suffisant, présence d'autres animaux de la même espèce)
- ✿ Liberté psychologique : protection contre la peur et le stress (conditions rassurantes évitant les souffrances mentales).

Ces cinq principes indépendants doivent être respectés pour assurer un état de bien-être des animaux d'élevage. Ils sont à la base de la plupart des réglementations de la protection animale existantes, sous la forme de normes minimales qui en garantissent le respect. A titre d'exemple, le projet Welfare Quality propose une évaluation globale du bien-être animal et lui intègre plusieurs dimensions. Ce projet a été développé et testé pour plusieurs espèces animales. Pour les vaches laitières par exemple, le protocole Welfare Quality comporte plus de 30 mesures, agrégées en 12 critères qui décrivent les 5 principes de bien-être. Ces mesures sont réalisées sur les animaux, à l'échelle individuelle ou par groupe, ou

leur environnement. Le niveau de conformité de l'élevage pour chaque critère est exprimé par un score de 0 à 100 (tableau 1).

Tableau 01. Grille d'observation des vaches laitières proposée par le projet *Welfare Quality®*

Principes	Critères	Mesures
Alimentation correcte	Absence de faim prolongée	Etat d'engraissement (pourcentage de vaches trop maigres)
	Absence de soif prolongée	Approvisionnement en eau (nombre d'abreuvoirs, débit, propreté, état de fonctionnement)
Logement adapté	Confort autour du repos	<ul style="list-style-type: none"> - Comportement autour du repos (temps nécessaire pour se coucher, - % de vaches entrant en collision avec un élément du logement quand elles se couchent, - % de vaches couchées au moins en partie en dehors de la zone de couchage - Notes de propreté (mamelle, flanc et cuisses, pattes)
	Confort thermique	Pas de mesure disponible pour le moment*
	Facilité de déplacement	<ul style="list-style-type: none"> - Les animaux sont-ils attachés ? - Accès régulier à une aire d'exercice
Bonne santé	Absence de blessures	<ul style="list-style-type: none"> - Note de boiterie (gravité et fréquence des boiteries) - Altérations du tégument (pertes de poils, lésions ou gonflements)
	Absence de maladies	<ul style="list-style-type: none"> - Problèmes respiratoires (toux, éternuements, écoulements nasaux et oculaires, fréquence respiratoire augmentée) - Problèmes digestifs (diarrhées) - Problèmes de reproduction (comptage cellulaire, écoulements vulvaires) - Autres paramètres (mortalité, taux de renouvellement)
	Absence de douleur causée par des pratiques d'élevage	Mutilations de routine (écornage, coupe de la queue ; avec prise en compte de la procédure suivie, de l'âge des animaux et de l'utilisation d'anesthésiques ou analgésiques)
Comportement approprié	Expression des comportements sociaux	Fréquence des comportements agressifs
	Expression des autres comportements	Evaluation qualitative du comportement
	Bonne relation Homme-Animal	Distance de fuite face à un homme inconnu au cornadis
	Absence de peur (en général)	Pas de mesure disponible pour le moment*

* Certaines mesures sont encore à l'étude au sein du projet *Welfare Quality®*

3. Dispositif réglementaire et principes garantissant le bien-être

A travers le temps, la réglementation a profondément évolué avec la prise de conscience croissante de l'homme de devoir éviter toute souffrance " inutile " et de rechercher des conditions de vie optimale pour les animaux. Un important dispositif juridique est en place, tant au plan national que communautaire ou international.

La législation a pour objectif d'éviter de causer à l'animal toute douleur, souffrance ou dommage inutiles, en raison de ses conditions d'habitat, d'alimentation ou de soins. Elle tient compte des spécificités et des besoins des animaux (espèce, âge et mode d'élevage) et détermine différents niveaux d'exigence.

La réglementation impose ainsi le respect de nombreuses prescriptions, à différents postes de l'élevage tels que les locaux et les équipements, l'alimentation des animaux, leur suivi sanitaire. Elle se fonde sur le respect des cinq libertés fondamentales de l'animal (citées dans la page 3).

Un véritable développement de l'idée de bien-être animal a suivi la disparition des soucis humain et matériel dus à la seconde guerre mondiale. Ainsi, depuis l'année 1960, les règles de droit relatives à la protection des animaux se sont multipliées et renforcées.

3.1. Protection des animaux dans les différentes phases de leur production

3.1.1. Élevage et détention d'animaux

La loi pilier est celle du 17/06/1976 qui considère l'animal comme « un être sensible qui doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce » (Article 9). Ceci constituera la ligne directrice de tous les décrets et arrêtés qui suivront. Ainsi, le décret 80-791 du 01/10/1980 pris pour l'application de l'article 276 du code rural précise ces « conditions compatibles ». Tous les possesseurs d'animaux doivent :

- ❖ Les nourrir, les abreuver pour satisfaire leurs besoins ;
- ❖ Soigner leurs maladies ou blessures ;
- ❖ Les placer et les maintenir dans un habitat ou environnement non « susceptibles d'être une cause de blessures ou d'accidents » ;
- ❖ « Ne pas utiliser, sauf cas de nécessité absolue, tout mode de détention inadapté à l'espèce considérée ou de nature à provoquer des souffrances » (Article 1).

L'arrêté du 25/01/1982 relatif à l'élevage et la détention d'animaux, précise les points que doivent obligatoirement suivre les bâtiments. Ainsi, ceux-ci doivent être ventilés, doivent protéger les animaux des conditions climatiques et être suffisamment vastes. L'hygiène est essentielle. Pour l'élevage en plein air, le décret 80-791 (Article 2) impose la présence de clôtures empêchant les animaux de s'échapper et de risquer un accident.

Seuls quelques cas d'élevages intensifs sont plus particulièrement développés et réglementés par des instructions techniques à la fois strictes et très détaillées. Pour les veaux par exemple, la directive 91/629/CEE veille à ce que les nouvelles exploitations depuis le 1^{er} janvier 1994, et toutes les autres, à compter du 01/01/2003, répondent au moins aux exigences suivantes :

- Quand il s'agit d'un logement en groupe, l'espace libre doit être « d'au moins 1,5 m² par veau de poids vif de 150 kg » ;
- Quand le logement est individuel, la largeur du box ne doit pas être inférieure, soit à 90 cm soit à 0,8 fois la hauteur au garrot ».

Plus récemment, les **poules pondeuses** sont le troisième élevage intensif à bénéficier d'une réglementation aussi précise et complète.

3.1.2. Transport des animaux

Le décret 80/791 du 01/10/1980 aborde aussi le problème du transport, mais il sera abrogé par le décret 95-1285 du 13/12/1995 relatif à la protection des animaux au cours du transport. Celui-ci prend sa source dans la directive 91/628/CEE du 19/11/1991 qui définit le transport comme « tout mouvement d'animaux, effectué par un moyen de transport qui comprend le chargement et le déchargement des animaux ».

Les états membres veillent à ce que « les animaux ne puissent être transportés que s'ils sont aptes au voyage prévu et si les dispositions voulues ont été prises pour les soigner durant le voyage et à leur arrivée au lieu de destination. Les animaux qui sont malades ou blessés ne sont pas aptes au transport ».

Le transport est interdit s'il n'y a pas présence d'un convoyeur qualifié chargé de la garde et du bien-être des animaux, d'assurer leur abreuvement et leur alimentation ainsi que de prodiguer les premiers soins en cas de nécessité. Il faut également que les dispositions convenables touchant l'organisation du voyage soient prises pour un cas de retard.

Enfin et surtout, le véhicule doit être conçu pour assurer le confort des animaux et doit permettre de les protéger des écarts climatiques. L'aération doit être suffisante et les risques de blessure et souffrance qui peuvent être évitées doivent être éliminés. L'arrêté du 05/11/1996 précise les densités de chargement requises pour certains animaux de telle sorte qu'ils ne soient pas trop serrés mais suffisamment pour ne pas risquer de blessure en cas de freinage.

3.1.3. Protection des animaux dans les abattoirs

Le 18/11/1974, une directive Européenne relative à l'étourdissement des animaux avant l'abattage (74/577/CEE) est publié. Elle vise à « ne faire subir aux animaux, lors de leur abattage, que les souffrances absolument inévitables ». Ainsi, il faut que « l'étourdissement intervienne immédiatement avant l'abattage selon des procédés appropriés » et il doit « être effectué au moyen d'un appareil approuvé pour l'espèce animale » qui doit être « employé d'une façon adéquate par une personne ayant les capacités et connaissances nécessaires ».

L'arrêté du 10/04/1981 développe les conditions d'immobilisation, d'étourdissement et de mise à mort des animaux de boucherie, de charcuterie, de basse-cour et des gibiers d'élevage destinés à l'abattage. Ainsi, les procédés d'immobilisation et d'étourdissement doivent « être en toute circonstance immédiatement efficaces et peu bruyants » ce qui est également valable pour les procédés de mise à mort sans saignée des gibiers d'élevage. Ces derniers comportent :

- Trépanation et percussion de la boîte crânienne au moyen d'un « pistolet d'abattage » ;
- Electro-anesthésie ;
- Anesthésie provoquée par une atmosphère gazeuse.

Chaque type d'installation, d'appareil ou d'instrument doit être agréé par le Ministre de l'Agriculture. Ainsi, sont régulièrement publiés des arrêtés portant sur l'agrément des matériels et des installations.

L'arrêté du 17/06/1996 modifiant celui du 25/10/1982 précise que « les animaux destinés à l'abattage reconnus gravement malades, blessés ou en état de misère physiologique doivent être conduits à l'abattoir le plus proche pour y être abattus immédiatement.

4. Indicateurs du bien-être

L'évaluation du bien-être peut servir à différents objectifs. Dans une approche analytique, on cherche à connaître les facteurs de variations du bien-être. A partir de la connaissance des besoins des animaux et des conditions habituelles d'élevage, des points critiques pourront être identifiés et leurs conséquences, évaluées (Veissier et al, 2007).

Pour évaluer le bien-être, il est nécessaire de disposer d'indicateurs fiables, mesurables et valides au regard de l'objectif poursuivi. Ces indicateurs peuvent être de deux ordres : la maîtrise des ressources, c'est-à-dire des paramètres de l'environnement et des pratiques

d'élevage qui conditionnent le bien-être des animaux, ou la mesure du résultat sur l'animal ; la première catégorie relève surtout d'une approche indirecte et suppose une validité du lien entre le paramètre mesuré et son effet sur l'animal, la seconde catégorie vise à estimer l'effet direct sur l'animal. Quelle que soit leurs nature, il est possible de classer les indicateurs mesurés par rapport aux déterminants du bien-être animal, notamment vis-à-vis de la définition communément admise des cinq libertés.

Pour apprécier le confort des animaux d'élevage, chaque spécialiste a tendance à avoir recours aux mesures qu'il connaît le mieux. De cette manière, le pathologiste ou vétérinaire recherche l'absence de maladies, le zootechnicien examine les courbes de production, le comportementaliste se fonde sur l'absence de troubles comportementaux, et le physiologiste vérifie qu'il n'existe pas de signes de stress (Dantzer, 1995). On considère ainsi différents critères, mentionnés par-dessous. :

4.1. Critères physiologiques

Ces critères sont dominés par la notion de stress, qui, pouvant être défini une réaction physiologique non spécifique d'adaptation face à un environnement contraignant. La réaction de stress fait intervenir deux systèmes : l'axe corticotrope et le système sympathique et médullo-surrénalien. Ce dernier comprend la branche ortho-sympathique du système nerveux autonome et la médullo-surrénale (Dantzer, 1994). Ces paramètres présentent également des inconvénients importants, comme la difficulté pratique d'un échantillonnage représentatif ou la nécessaire prudence d'interprétation des résultats suite aux nombreux biais possibles (Vandenheede, 2003).

4.2. Critères comportementaux

De nombreux troubles peuvent alors signer d'un bien-être insuffisant (Boussely, 2003 ; Le Neindre et al, 2004). Ils peuvent s'agir :

- Troubles des comportements reproducteur ou maternel (comme un comportement sexuel juvénile, le rejet de la progéniture, un comportement prolique (acte de tuer le petit) ;
- Troubles plus classiques comme une agressivité exacerbée, de la dépression (état réactionnel caractérisé par une diminution de la réceptivité aux stimuli et une inhibition spontanée irréversible), des stéréotypies, ...

Le comportement des animaux est un indicateur présentant l'avantage de traduire rapidement une réponse de l'animal, et donc de diagnostiquer précocement une inadéquation des conditions de vie et les besoins de l'animal. La sensibilité des indicateurs comportementaux leur permet d'être utilisés pour estimer l'ergonomie de l'environnement de l'animal, par exemple l'observation du comportement de coucher pour mesurer le confort ressenti dans un système de logement ou les comportements oraux du veau pour mesurer les effets du mode d'alimentation. La principale difficulté est de choisir l'indicateur comportemental adapté, et de bien connaître l'origine de ce comportement. Il doit être fiable et spécifique.

4.3. Critères sanitaires (pathologiques)

Un bien-être correct requiert l'absence de blessures et de maladies. On peut mesurer alors les taux de mortalité et de morbidité, la présence, le nombre et la gravité des blessures (Le Neindre et al, 2004). En élevage, le sol et les modes d'attaches sont souvent à l'origine des blessures observées (Dantzer, 1995).

Les pathologies bien décrites qui provoquent douleurs et souffrance variables, une mauvaise adéquation entre l'animal et les conditions d'élevage, entraînent ce qu'on pourrait appeler « états pré-pathologiques », où l'animal fragilisé souffre d'un manque de condition accompagné de pathologies apparemment anodines mais récurrentes et réfractaires comme des affections digestives, urinaires ou respiratoires (Vandenheede, 2003).

4.4. Critères zootechniques

Le bien-être peut être évalué en fonction de la productivité d'un élevage ; en effet, en élevage on recherche une production optimale et, pour ce faire, il faut satisfaire les besoins des animaux. Si la production est optimale, le bien-être des animaux peut donc être estimé bon (Boussely, 2003).

Beaucoup d'éleveurs s'appuient sur les performances zootechniques pour nier ou évaluer l'existence d'éventuelles atteintes au bien-être de leurs animaux. Cependant, ces performances se mesurent à l'échelle d'un lot et non d'un individu, et la souffrance est un phénomène individuel et non collectif (Dantzer, 1995). Longtemps perçues comme seules garantes du bien-être, elles ne sont plus considérées comme suffisantes à l'heure actuelle. Ensuite, la sélection s'est axée essentiellement sur l'amélioration des caractéristiques de productivité et on peut se demander quelle est encore la valeur d'une mesure comme l'âge

à la première parturition pour des espèces qui ont été sélectionnées pendant des millénaires sur ce critère. Enfin, des animaux en souffrance peuvent encore présenter une productivité considérée comme suffisante (Vandenheede, 2003).

4.5. L'homme : un facteur de risque souvent négligé

La relation entre l'humain et l'animal est à la fois un facteur de risque pour le bien-être animal mais aussi le résultat du bien-être ressenti par l'animal durant ses expériences de situations ou interventions qui obligent à la relation avec l'homme. Le comportement de l'éleveur dans les situations quotidiennes d'élevage ou durant les interventions impacte fortement sur la réactivité de l'animal. Il est cependant encore peu utilisé dans les outils portant sur l'évaluation des risques en élevage, et peut rencontrer des freins à son utilisation par certains éleveurs car il remet en question leurs propres pratiques. L'analyse des pratiques relationnelles entre l'homme et l'animal apparaît toutefois comme un facteur de progrès important pour augmenter le bien-être des animaux.

5. Facteurs déterminants le bien-être des animaux

Les conditions d'élevage des animaux sont très diverses, certaines intensives et d'autres au contraire, plus extensives. Au cours des dernières décennies, l'intensification de certaines conduites a suscité un questionnement sur le respect du bien-être animal, qui s'est entre autres traduit par l'adoption de règlements.

5.1. Conditions de conduite et de logement

Les conditions de logement des animaux peuvent être très variées, allant du plein air intégral (vaches allaitantes, ovins, ...) jusqu'au logement permanent en bâtiment (taurillons, veaux de boucherie, ...).

5.1.1. Logement en plein air

La conduite à l'extérieur permet le plus souvent l'expression de la majorité des comportements des animaux. Ainsi, le pâturage permet généralement un comportement de couchage correct, l'expression du comportement social et du comportement alimentaire. Toutefois, l'exposition à des conditions thermiques excessives peut conduire à de l'inconfort, voire dans les cas extrêmes se conclure par la mort par hyper- ou hypothermie. L'impact du climat est influencé par l'espèce, la race, l'âge et la période du cycle de production.

Ainsi, les caprins sont plus sensibles au froid que les ovins et les jeunes plus que les adultes alors que les bovins adultes supportent plus difficilement la chaleur que le **froid**. Les ovins tondus récemment sont également plus sensibles aux conditions climatiques, la toison protégeant du froid (la température critique minimale passe de - 40°C à + 13°C après la tonte) mais aussi du chaud (la tonte est suivie pendant plusieurs semaines d'une augmentation de plus de 1°C de la température rectale). Les ruminants élevés à l'extérieur doivent donc disposer d'abris pour être protégés du vent, du soleil et des intempéries.

L'élevage en plein air peut avoir des répercussions négatives sur la mortalité des jeunes et l'état sanitaire, notamment à cause du parasitisme, en cas de gestion inadaptée du pâturage et d'une prophylaxie insuffisante. Des clôtures mal conçues peuvent entraîner des blessures notamment chez les petits ruminants munis de cornes. Enfin, le logement en plein air peut exposer les petits ruminants aux attaques de prédateurs. Les chiens errants sont les premiers prédateurs de petits ruminants loin devant la faune sauvage. Ils leur inspirent des réactions de peur intense.

5.1.2. Logement en bâtiment

Il existe de très nombreux types de logements : stabulation entravée, libre à aire paillée ou en caillebotis intégral, libre à logettes, etc. Le logement doit permettre l'expression normale des comportements essentiels comme le repos, le déplacement, l'alimentation et l'abreuvement et ne pas avoir une incidence négative sur l'état de l'animal (conditions d'ambiance, innocuité des équipements, ...).

a. L'ambiance

Les paramètres d'ambiance (température, hygrométrie, ventilation, qualité de l'air et lumière) sont évidemment importants pour le bien-être des ruminants. Nous n'aborderons pas ici les nombreuses recommandations qui permettent de respecter le confort et l'état sanitaire des animaux.

b. La liberté des mouvements

Le logement entravé, en déclin au profit des stabulations libres, est encore majoritaire dans les élevages bovins de faible taille (moins de 20 bovins) et fréquent en zones montagneuses. Bien que les bovins ne soient généralement attachés que durant la période hivernale et soient chez certains éleveurs détachés quotidiennement à l'occasion de la traite, la stabulation entravée restreint très fortement leurs mouvements. Cette absence

de mouvement est à l'origine d'une frustration chez les vaches laitières. En stabulation libre, chaque ruminant nécessite une surface minimale pour le respect de son espace individuel et l'expression de son comportement, notamment de ses mouvements. Une restriction de cette surface est préjudiciable car elle peut être à l'origine d'une augmentation des agressions entre les animaux, être stressante, et augmenter la fréquence des pathologies.

c. La litière (conditions de couchage)

Une surface minimale est nécessaire également au confort de couchage (*International Commission of Agricultural Engineering*), un veau de 1 à 5 semaines passant 90% du temps couché et un bovin adulte encore 60%. Chez les brebis par exemple, la réduction de l'espace disponible de 1 à 0,5m²/ animal conduit à une réduction et une désynchronisation du temps de repos, ce qui est préjudiciable chez une espèce à forte cohésion sociale. Ce confort peut être influencé par le type de logement, le revêtement et la conception de l'aire de couchage. Ainsi, les vaches laitières passent plus de temps couchées en aire paillée ou en logettes qu'en étable entravée. Le logement en logette permet généralement le respect d'une surface de couchage minimale et donc améliore le confort de couchage. Toutefois, une bonne conception des loglettes (largeur, longueur, séparations, ...) est primordiale afin d'éviter toute blessure et tout comportement anormal de couchage. De même, des dispositions particulières peuvent être adaptées en fonction des productions. Chez les taurillons, par exemple, une inclinaison du sol de 5 % permet une bonne évacuation des urines.

L'utilisation d'une litière améliore le confort et l'état sanitaire des bovins (Fregonesi et Leaver, 2001) et des ovins, notamment pour ceux récemment tondus. Dans le système logettes par exemple, un revêtement souple, tapis de caoutchouc ou paille augmente la durée du repos des bovins et réduit les blessures aux membres. Aussi, le caillebotis intégral sans aucun substrat de couchage apparaît-il peu favorable au bien-être. Cependant la litière doit être sèche, propre et ne pas générer trop de poussière afin de ne pas favoriser les pathologies, notamment respiratoires. Chez les veaux de boucherie par exemple, la conduite en grands groupes sur paille par rapport à un système sur caillebotis, conduit à plus de problèmes respiratoires et une plus grande mortalité. Ceci pourrait être lié au fait que la paille n'est pas souvent renouvelée pour éviter que les animaux ne la consomment. Chez les vaches laitières, il n'a pas été établi de relation entre la paille et l'incidence de pathologies comme les mammites, lorsque le paillage est effectué correctement.

d. Le revêtement du sol

Le revêtement et la conception du sol interviennent dans le confort au couchage mais également lors du déplacement. La boiterie constitue l'une des plus graves et fréquentes affections qui puissent toucher les bovins laitiers. Une boiterie peut être causée par de nombreux facteurs : l'alimentation (risques d'acidose), le logement (entravé, logettes), ... etc. Dans la majorité des cas, elle est due à des affections des pieds. Un sol en béton entraîne une augmentation des problèmes de pieds et les bovins préfèrent les sols moins durs qui absorbent les chocs pour se tenir debout et lors de leurs déplacements. L'installation de revêtements plus compressibles et moins glissants, par exemple un revêtement de caoutchouc recouvert d'un matériau mince rugueux, au niveau des couloirs et devant les mangeoires peut donc être bénéfique au bien-être des bovins.

e. Les conditions d'alimentation

Une conduite d'élevage avec accès au pâturage permet un comportement alimentaire proche du comportement naturel. En effet, en stabulation, si le nombre de places à l'auge est insuffisant et les ressources alimentaires sont limitées, une compétition entre les animaux s'établit restreignant l'accès à la nourriture des animaux de faible rang. Cette restriction d'accès peut conduire à une inhibition totale et un arrêt de la prise alimentaire de certains individus. Dans des conditions moins extrêmes, elle conduit à une modification des activités, notamment une augmentation du temps passé debout, pouvant accroître le risque de boiteries chez ces animaux. Une alimentation fournie *ad libitum* permet un *turnover* des animaux dans l'aire d'alimentation, permettant de limiter les compétitions à l'auge.

5.2. L'alimentation

L'énergie et les protéines de la ration alimentaire sont des éléments déterminant le niveau de production et peuvent être apportées en excès en élevage intensif. Lorsque les régimes alimentaires ne sont pas adaptés, ils peuvent aboutir à une augmentation de l'incidence et de la gravité de certaines maladies métaboliques. Ainsi, une ration trop riche en énergie, comme cela peut être le cas chez les vaches laitières hautes productrices ou chez les taurillons, peut conduire à un état d'acidose.

L'incidence de l'acidose est également liée à la disponibilité en fibres de la ration et il semble qu'un minimum de 10 % de la matière sèche doit être composé de fibres longues. Dans la mesure où ces maladies métaboliques sont à l'origine d'une altération du bien-être

des animaux, il paraît nécessaire de mieux adapter les régimes alimentaires au niveau de production des animaux.

Toutefois, le comportement alimentaire et d'autres facteurs, tels que l'environnement social, semblent également jouer un rôle dans l'apparition de ces troubles métaboliques et méritent donc aussi une attention particulière.

Une ingestion excessive de concentré peut par exemple, aboutir à des accidents métaboliques. Les concentrés éventuels doivent donc être donnés à la bonne quantité et en plusieurs portions, et les installations automatiques de distribution doivent être contrôlées fréquemment. Les transitions alimentaires doivent être progressives. A l'inverse, les animaux en extensif peuvent rencontrer des périodes de sous-alimentation en fonction de la disponibilité des ressources.

Un problème particulier se pose pour l'alimentation du veau de boucherie qui reçoit une alimentation essentiellement lactée souvent distribuée au seau. Une telle alimentation ne permet pas une expression normale du comportement alimentaire. Elle est souvent associée à un niveau élevé de comportements anormaux, comme la succion dirigée vers les congénères, les grignotages des parois et les jeux de langue. La succion mutuelle des oreilles, du prépuce ou du scrotum peut conduire à l'absorption d'urine et à la formation d'abcès. Cette activité orale non alimentaire se développe pendant le jeune âge (avant 8 semaines) et une fois développée, il est difficile d'y remédier.

L'ingestion de lait stimule la tétée et les succions mutuelles surviennent quasiment toute la journée chez les veaux nourris au DAL (distributeur automatique de lait) et souvent uniquement autour de la distribution de lait chez ceux élevés au seau. Cependant, la satisfaction du besoin de tétée réduit l'incidence des succions et les veaux nourris à l'aide d'une tétine artificielle présentent peu ou pas de succions mutuelles. De même, l'augmentation de la quantité de lait absorbé par buvée, éventuellement en le diluant, réduit les succions mutuelles.

Enfin, l'apport d'aliments solides, même en faibles quantités, permet de réduire les activités non alimentaires de grignotages. Ces aliments doivent contenir préférentiellement de la cellulose et des glucides facilement fermentescibles. Il est donc recommandé de satisfaire le besoin de téter des veaux et de leur fournir une complémentation solide.

5.3. Les interventions ponctuelles à but zootechnique

Les interventions ponctuelles à but zootechnique sont réalisées sur les animaux pour répondre à un objectif donné : opérations de convenance, modifications du groupe social par exemple.

5.3.1. Les opérations de convenance ou de routine

De nombreuses opérations chirurgicales effectuées en production, telles que la castration, l'écornage, ou la caudectomie, peuvent être à l'origine de douleur. Aussi, ne devraient-elles pas être effectuées systématiquement et sans justification. L'importance de la douleur dépend de l'opérateur, de la méthode utilisée et également des moyens mis en œuvre pour minimiser cette douleur (tableau 2).

a. L'écornage : fréquemment effectué pour diminuer les risques de blessures entre animaux et les accidents pour les manipulateurs. Les réactions physiologiques des veaux indiquent que ces interventions sont douloureuses. Il est recommandé d'écarter les bourgeons par cautérisation chez les veaux avant l'âge de deux (2) mois. Que ce soit pour la castration ou l'écornage, une anesthésie locale et une analgésie avec un anti-inflammatoire non stéroïdien pratiquées dans les 20 minutes précédent l'intervention, diminuent la douleur et sont donc recommandées. On peut toutefois se poser la question de savoir si l'écornage est absolument nécessaire. D'une part, la présence de cornes n'est corrélée ni à la présence de lésions sur la peau, ni à la fréquence des interactions agressives lorsque la conduite de l'élevage est adaptée en conséquence (augmentation de l'espace disponible par vache, précaution lors de l'introduction de nouvelles vaches dans le groupe, amélioration de la relation homme-animal, ...). D'autre part, il existe des lignées de animaux sans corne qu'il est possible de sélectionner et d'utiliser dans les élevages.

b. Le débecquage : correspond à une amputation partielle du bec. Il consiste en la suppression d'une partie du bec supérieur, mais peut parfois concerner le bec inférieur. La portion de bec enlevée au cours du débecquage est très variable : la moitié du bec supérieur (débecquage à moitié), les deux tiers du bec supérieur et un tiers du bec inférieur (débecquage au trois-quarts) ou la partie située entre l'extrémité du bec et les narines (débecquage total).

Le débecquage des volailles a pour but essentiel de limiter le cannibalisme et de réduire le picage des plumes des congénères. En réduisant la prise alimentaire, le débecquage

permettrait aussi une limitation du gaspillage de nourriture et un retard de la maturité sexuelle. Les poussins sont souvent débecqués jeunes car la procédure est moins stressante et plus efficace en termes de production que chez des volailles plus âgées. Cependant l'âge du débecquage, est un facteur de variation essentiel des conséquences induites par cette opération sur la douleur.

Les récepteurs à la douleur du bec de poulet sont localisés au niveau du nerf intramandibulaire. Ces nocicepteurs ont des propriétés similaires à ceux existant dans la peau des mammifères. L'activité neurale provenant des névromes du nerf trijumeau est identique à celle mise en évidence au niveau de lésions de la peau chez le rat, la souris et le chat. Les sensations de « malaise » peuvent difficilement être déterminées directement chez les animaux, et les changements comportementaux constituent alors les paramètres majeurs pour mesurer la douleur.

La réponse à la douleur peut être séparée en trois phases :

- Une première phase ayant lieu juste après le débecquage, au cours de laquelle l'animal ne souffre pas ou peu ;
- Une phase intermédiaire caractérisée par les effets de la perte de tissu sur la douleur et l'anxiété ;
- Une phase chronique dont les traits principaux sont une augmentation du temps de sommeil, de l'inactivité et des perturbations de la prise de nourriture, des toilettes et des comportements sociaux.

c. La caudectomie : chez les ovins, elle peut être justifiée comme mesure prophylactique envers les myiasés, mais ne devrait être pratiquée que si la situation le nécessite. Dans ce cas, la section chirurgicale provoque nettement moins de réactions négatives que la caudectomie par bracelet de caoutchouc. De plus, une ablation totale de la queue favorise les prolapsus du rectum ou du vagin, il est donc recommandé de laisser trois vertèbres.

d. La castration : correspond à l'ablation des testicules d'un animal mâle. Elle peut être soit immédiate (technique chirurgicale, en utilisant une lame) soit retardée (non chirurgicale, en utilisant un élastique ou une pince). Il vaut que l'animal soit castré jeune. La castration précoce réduit significativement :

- La douleur et l'inconfort pour l'animal,

- Le risque de saignement et d'infection,
- Le temps de récupération après la castration,
- La perte de poids après la castration,
- Les difficultés de maîtriser l'animal pendant l'acte de castration,
- Les risques pour l'opérateur et la quantité de travail nécessaire.

Les veaux peuvent être castrés dès l'âge de deux (2) jours, de façon générale ils devraient être castrés de préférence avant l'âge de six (6) mois ou lors du premier rassemblement du troupeau avant le sevrage. La castration des veaux peut s'envisager jusqu'à l'âge de 1 an mais il est beaucoup plus efficace de castrer le plus tôt possible. Il n'est pas recommandé de castrer les bovins destinés à être abattus en veaux de boucherie car le stress engendré provoque un retard de croissance temporaire qui se rattrape mal en quelques mois. La castration est destinée aux bovins destinés à être engrangés pour être commercialisés dans la catégorie grosse bovine.

Tableau 02. Moyenne et erreur standard (ES) du pic de cortisolémie atteint après la castration par différentes techniques chez des veaux âgés de 2 à 4 mois.

Techniques de castration	Pic de cortisol (nmol L ⁻¹)		
	Sans anesthésie ni analgésie	Avec anesthésie ^a sans analgésie	Avec anesthésie et analgésie ^b
Ecrasement à l'aide d'un élastique	76 (11)	24 (3)	31 (14)
Technique chirurgicale avec ablation des testicules par traction	68 (7)	66 (14)	30 (14)
Technique chirurgicale avec ablation des testicules par section	56 (12)	84 (4)	31 (6)
Technique de Burdizzo	64 (7)	56 (5)	21 (2)

^a : 3 ml de lignocaïne 2%, 20 mn avant la castration

^b : 3 mg kg⁻¹ de ketoprofen, 20mn avant la castration

La douleur causée par la castration chirurgicale est plus intense, durant une période plus courte que la douleur occasionnée par l'utilisation des pinces à castrer (pince de Burdizzo). L'anesthésie locale et/ou l'administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens soulagent la douleur aiguë causée par la castration chirurgicale. Il faut donc administrer un traitement

analgésique par injection juste avant le début de l'opération et d'administrer un traitement antibiotique et un sérum antitétanique pour limiter le risque d'infection.

e. La césarienne : est une opération chirurgicale relativement rare pour la majorité des bovins sauf pour la race Blanc Bleu Belge. L'utilisation de cette race est critiquée pour des raisons éthiques, car pour cette race, une reproduction « naturelle » ne semble plus possible et la césarienne systématique peut être une source de douleur pour l'animal. Toutefois, il n'est pas évident de conclure qu'une césarienne soit plus douloureuse ou contraignante pour la vache qu'une mise bas avec complications. Seule une sélection sur des veaux moins lourds et de gabarit plus petit à la naissance ainsi qu'un accroissement de la taille du pelvis de la mère peuvent permettre de revenir à une mise-bas par voie naturelle sans complication.

f. La reproduction contrôlée : la reproduction contrôlée effectuée à contre-saison chez les petits ruminants ne semble pas poser de problème particulier de bien-être animal. La pratique de l'insémination à la manipulation des animaux ne provoque pas de douleur. La transplantation embryonnaire nécessite par contre un acte de chirurgie qui peut avoir des conséquences négatives sur le bien-être.

g. La tonte : chez les ovins, la tonte est une source de stress, de par la manipulation qu'elle nécessite mais également en elle-même, particulièrement au stade de la coupe de la toison, avec une élévation significative de l'hématocrite et de la cortisolémie (Hargreaves et Hutson, 1990). Elle peut de plus être source de blessures du fait de rasoirs mal réglés.

5.3.2. Les perturbations sociales

L'intensification actuelle des exploitations conduit à la constitution d'unités de taille importante où les remaniements entre animaux sont fréquents.

a. Les remaniements de groupes

Les remaniements des troupeaux ou l'introduction d'individus dans un groupe déjà organisé en fonction d'impératifs économiques (ajustement de la ration alimentaire au niveau de production par exemple) sont courants en élevage de ruminants. Ainsi, les vaches laitières changent de groupe en fonction de leur stade physiologique (vaches en lactation vs taries) et les taurillons sont réallotés en début d'engraissement afin de former des lots homogènes en poids. Or, les bovins sont des animaux sociaux vivant en groupes stables

basés sur des relations de dominance qui permettent l'établissement d'une hiérarchie et sur des relations d'affinité qui assurent la cohésion du groupe.

Des remaniements du groupe social peuvent être à l'origine d'une augmentation des interactions agonistiques due à une réorganisation des relations hiérarchiques, d'une moindre tolérance des animaux à l'origine d'une exacerbation des compétitions et d'une augmentation des réactions de peur des animaux face à certaines situations, notamment lors de leur transfert vers l'abattoir. Ils peuvent conduire à un état de stress chronique chez les animaux. Les réallotements sont également fréquents dans la production de veaux de boucherie en cases collectives avec une alimentation à l'auge afin d'homogénéiser la vitesse de buvée entre les veaux. Cela entraîne des modifications répétées des liens sociaux pouvant entraîner un stress chronique. Les remaniements sociaux sont donc préjudiciables au bien-être des ruminants, et ce même en l'absence de compétitions alimentaires, et sont donc si possible à éviter.

Dans le cas où les remaniements sociaux sont rendus obligatoires par la conduite d'élevage, certains facteurs peuvent être pris en compte pour les rendre plus faciles. Ainsi, le rassemblement d'animaux dès leur plus jeune âge réduit le nombre d'interactions agonistiques et facilite l'établissement des relations d'affinité. De même, lors du réallotement des taurillons, les interactions agonistiques sont moins fréquentes lorsque les animaux sont hétérogènes en poids vraisemblablement du fait d'une mise en place plus facile de la hiérarchie.

La taille des groupes doit également être prise en considération. En effet, la stabilité de la hiérarchie entre les individus repose sur leur capacité de reconnaissance qui semble limitée à un certain nombre d'individus. Dans les très grands groupes, l'instauration d'une hiérarchie peut donc être plus difficile et conduire à des combats plus fréquents. Cependant, la taille critique à partir de laquelle la reconnaissance devient difficile entre les individus n'est pas déterminée avec précision et des travaux supplémentaires seraient nécessaires pour établir des recommandations. Chez les veaux par contre, où les relations de dominance sont moins marquées, il n'y a pas de corrélation entre la taille du groupe et la fréquence des interactions agonistiques. Ces perturbations sociales sont exacerbées par une faible surface disponible par animal, les animaux dominés ayant plus de difficulté à éviter les dominants.

b. L'isolement des animaux

L'isolement est un événement non naturel pour les ruminants, en particulier chez les ovins, sauf chez les vieux mâles ou chez les femelles parturientes. La séparation d'un animal de ses congénères entraîne une augmentation de l'activité ambulatoire, des vocalisations, une tachycardie ou encore une augmentation de la cortisolémie. Il est donc recommandé d'éviter l'isolement total d'un animal ou du moins de maintenir un contact visuel entre les individus. Au moment de la mise-bas, la motivation sociale diminue et les femelles ont tendance à s'isoler du reste du troupeau.

Les brebis gestantes par exemple réagissent de manière moins intense à la séparation de leurs congénères. Il est donc souhaitable d'offrir dans la période qui entoure la mise-bas une possibilité d'isolement tout en gardant un contact visuel et auditif avec le reste du groupe.

c. Le sevrage

Chez les petits ruminants, le lien entre la mère et le jeune s'établit dans les heures suivant la naissance. La perturbation des rapports lors des deux premières heures chez la chèvre ou des 12 premières chez la brebis peut provoquer une diminution du comportement maternel et un rejet du jeune, conduisant à un risque élevé de mortalité néonatale. Dans les systèmes allaitants, le mode de sevrage peut être soit brutal à 3 mois soit progressif avec une séparation quotidienne de durée croissante à partir de 3,5 semaines. Les séparations quotidiennes s'accompagnent de vocalisations des brebis et des agneaux qui s'atténuent au cours du temps signant un état de détresse temporaire, alors que les vocalisations sont plus intenses dans le cas d'un sevrage brutal mais disparaissent plus rapidement.

Il n'est pour l'instant pas possible d'affirmer qu'une méthode est préférable à l'autre. Chez les bovins, dans les conditions naturelles, la séparation mère/jeune s'effectue graduellement. En système laitier, elle a lieu le plus souvent brutalement après la naissance alors qu'elle intervient plus tardivement (6 à 8 mois) en système allaitant. Les vaches et les veaux réagissent moins fortement (activité générale, meuglements) lorsque la séparation intervient le premier jour que plus tard. Une séparation tardive est toutefois bénéfique à long terme, et donc à recommander, pour la santé, le gain de poids et le futur comportement social des veaux et n'affecte pas la productivité laitière de la mère. L'âge optimal du sevrage artificiel reste encore à déterminer avec précision.

6. Répertoire émotionnel et régulation neuroendocrinienne

La question de la capacité des animaux à ressentir et exprimer des émotions s'est posée avec l'émergence de l'intérêt de la société pour le bien-être animal (Mellor et Stafford, 2001). En condition d'élevage, les animaux domestiques sont soumis à différentes pratiques connues pour générer des réactions négatives, caractérisées par des vocalisations, des tentatives de fuite, des concentrations plasmatiques élevées de glucocorticoïdes et de catécholamines, des accélérations du rythme cardiaque (Hargreaves et Hutson, 1990 ; Manteca et Deag, 1993 ; Grandin et Shivley, 2015). Ces modifications comportementales et physiologiques se rencontrent notamment lors de la tonte chez la brebis, d'interventions vétérinaires, du transport (Santurtun et al, 2015), de perturbation sociales (Grandin et Shivley 2015), ou en présence d'un prédateur (Apfelbach et al 2005).

« L'émotion se définit comme une réponse affective intense et de courte durée induite par un évènement particulier (Kirouac, 1989), et résultant de processus mentaux complexes qui peuvent être déclinés en trois étapes : la perception, la réaction et le contrôle cognitif. Par ailleurs, l'émotion peut être caractérisée par trois composantes : comportementale, physiologique et subjective (Dantzer, 2002) ».

« Une émotion peut être définie de manière descriptive, comme étant une réponse à un évènement ou un stimulus, faite de plusieurs composantes : subjective, physiologique, comportementale et cognitive (Paul et Mendl, 2018) ».

« Anderson et Adolphs (2014), définissent une émotion comme étant un état interne du système nerveux central qui mène à des réponses physiologique, comportementale, cognitive (et subjective) ».

Il existe une grande diversité de modalités d'expression émotionnelle dans le règne animal (visuelle, olfactive, auditive, etc.). La prépondérance de l'une ou l'autre de ces modalités est à mettre en relation avec les capacités de communication de l'espèce (Alonso, 2018).

7. Structure cérébrale impliquée dans la genèse des émotions

L'implication du système nerveux central dans la naissance et l'expression des émotions peut être étudiée à différents niveaux, selon que l'on s'intéresse à la perception des informations environnementales, à leur traitement ou directement à l'expression des réponses émotionnelles (figures 01).

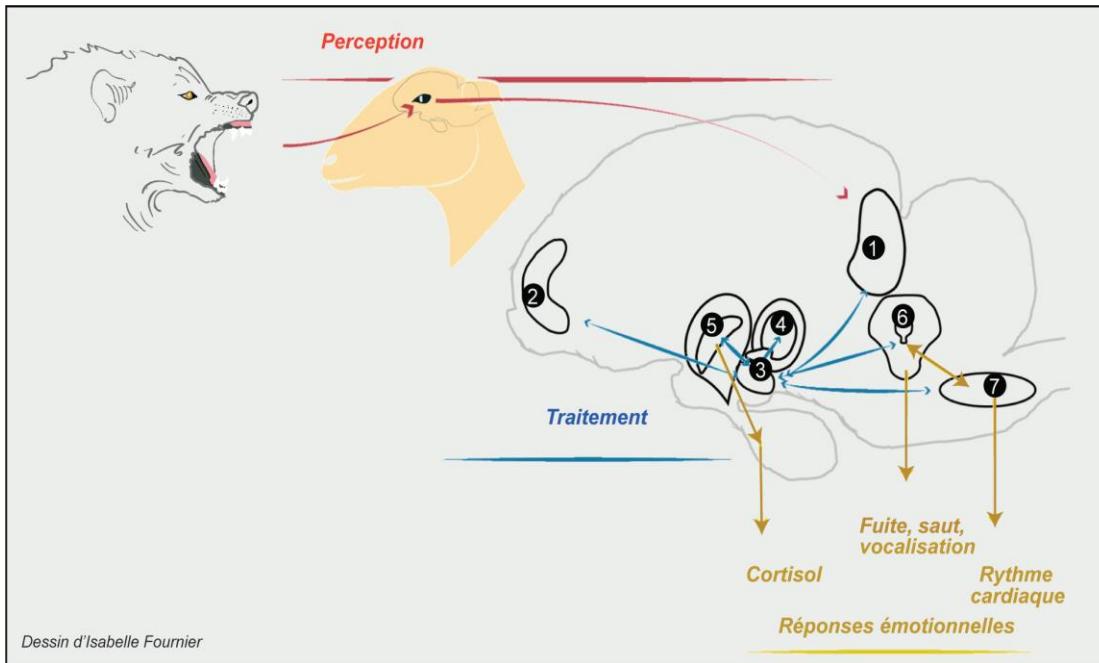


Figure 1. Représentation schématique du réseau neuronal des émotions, proposé chez la brebis (d'après l'exposition « un cerveau dans toutes les têtes », panneau « que d'émotions... ») (Chaillou et al, 2015).

Les structures cérébrales associées aux différentes sensorialités (1, cortex visuel) jouent un rôle important dans la naissance des émotions puisqu'elles permettent la *perception* (flèches rouges) des informations de l'environnement (le loup). Ces informations sont *traitées* (flèches bleues) par différentes structures cérébrales telles que le cortex frontal (2), l'amygdale (3) et l'hippocampe (4) et conduisent à l'expression des *réponses émotionnelles*. Ces dernières sont régulées (flèches jaunes) plus spécifiquement par le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus (5) pour les sécrétions endocrines (cortisol), probablement par la substance grise péliaqueducale (6) pour les réponses comportementales (fuite, saut, vocalisation), et par la médulla (7) pour les réponses neurovégétatives (rythme cardiaque).

7.1. Structures impliquées dans la perception des informations environnementales

Chez les animaux d'élevage, la perception sensorielle a surtout été étudiée en relation avec la reconnaissance entre congénères et le comportement alimentaire. Il a été montré que la sensibilité gustative évolue au cours de la vie périnatale chez l'agneau dont certaines structures cérébrales comme le noyau du tractus solitaire répondent au goût salé. Dans ce type de paradigme expérimental, les animaux sont exposés à un stimulus au départ neutre comme un son ou une lumière. Dès que ce stimulus est présenté, il est suivi d'un second stimulus, la plupart du temps douloureux. Les animaux apprennent alors que le son

ou la lumière prédit la survenue du stimulus douloureux et la simple présentation de ce stimulus suffit alors à déclencher une réponse de peur.

Toutefois, l'activation des régions impliquées dans la perception sensorielle n'est pas suffisante pour induire une réaction émotionnelle. Et à l'inverse, ces régions impliquées dans la perception sensorielle peuvent être activées de façon similaire par des stimuli connus pour induire des réponses.

Chez le bétail par exemple, l'exposition à l'odeur de laine de mâle ou de femelle entraîne des activations cellulaires différentes dans l'amygdale ou l'hippocampe, deux structures cérébrales profondes impliquées dans le traitement de l'information.

7.2. Structures impliquées dans le traitement des informations

Le cortex frontal et l'amygdale comptent parmi les structures les plus étudiées en relation avec les émotions des animaux. Le rôle de l'amygdale a surtout été étudié chez les rongeurs dans les paradigmes de peur apprise. Cette structure complexe est organisée en plusieurs noyaux aux rôles complémentaires. Ainsi, le noyau latéral de l'amygdale reçoit des afférences en provenance des aires corticales qui intègrent les informations sensorielles. Les informations renseignant sur l'environnement seraient alors traitées par le noyau basolatéral de l'amygdale avant d'être transmises par les connexions du noyau de l'amygdale central vers d'autres structures cérébrales, mises en jeu dans l'expression émotionnelle.

Chez les animaux d'élevage, le rôle de l'amygdale a aussi été décrit dans la mise en place de certains comportements sociaux chez la brebis. Son rôle dans la régulation des émotions a été mis en évidence chez la brebis exposée à un chien qui aboie (prédateur) (figure1) et en situation d'isolement social. Dans le premier cas, l'étude décrit une augmentation de la quantité de corticolibérine libérée dans l'amygdale de brebis mises en présence d'un chien qui aboie, effet amoindri lorsque les animaux ont la possibilité de s'échapper. Dans le second cas, l'étude montre un effet de l'isolement social sur les réponses émotionnelles (cortisolémie, vocalisation, locomotion) qui est amoindri lorsque les brebis socialement isolées sont en présence d'une photographie de mouton. Cet effet sur l'expression des réponses émotionnelles est associé à des variations d'activation neuronale dans les cortex préfrontal, cingulaire et orbitofrontal, et dans différents noyaux amygdaliens. Dans le cas plus précis des structures impliquées dans l'expression des réponses émotionnelles, pourront être distinguées les structures régulant les réponses endocriniennes (libération de

cortisol...), celles régulant les réponses neurovégétatives (rythme cardiaque, température...) et celles régulant les réponses comportementales (fuite, attaque...).

7.3. Physiologie de la réponse émotionnelle au stress

Lorsqu'un stimulus sensoriel apparaît, l'information est traduite en potentiel d'action qui est conduite via les nerfs jusqu'au thalamus. Le thalamus est la porte d'entrée sensorielle du cerveau et un centre de relais. Deux voies sont ensuite possibles :

Une voie thalamo-amygdalienne : cette voie est courte, sous-corticale et va directement à l'amygdale ; elle est à l'origine de la réponse émotionnelle.

Une voie thalamo-cortico-amygdalienne : cette voie, plus longue, passe par le cortex. Elle permet une analyse de la situation et ainsi de moduler la réponse émotionnelle.

La réponse émotionnelle déclenchée par l'amygdale se décompose en quatre réponses :

- Une réponse neurovégétative immédiate
- Une réponse endocrinienne dans un deuxième temps
- Une réponse comportementale
- Une réponse motivationnelle

7.3.1. Réponses émotionnelles neurovégétatives

La réponse neurovégétative est immédiate, elle est induite par l'action de l'amygdale sur la formation réticulée du tronc cérébral, qui active à son tour le système nerveux autonome sympathique. L'activation sympathique stimule la libération de catécholamines (adrénaline et noradrénaline) par les médullo-surrénales.

Les catécholamines sont à l'origine de modifications physiologiques ou état d'urgence qui facilite la fuite ou le combat et permet à l'organisme de soigner d'éventuelles blessures.

Les réponses émotionnelles neurovégétatives mettent en jeu différents circuits de régulation selon les fonctions concernées : cardio-vasculaire (rythme cardiaque), respiratoire (ventilation) ou excrétoire (défécation, miction).

Chez les animaux d'élevage (ovin, caille, ...), il est fréquent de mesurer le nombre de défécations ou la variabilité du rythme cardiaque, deux indicateurs de réponses émotionnelles neurovégétatives.

7.3.2. Réponses émotionnelles endocriniennes

La réponse endocrinienne arrive dans un second temps, elle résulte de l'activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien par l'amygdale. L'hypothalamus sécrète du CRH (*cortico-releasing-factor*) qui stimule la sécrétion d'ACTH (*adrénocorticotropic-hormone*) par l'hypophyse, qui elle-même active la sécrétion de cortisol par les cortico-surrénales. Le cortisol permet de continuer à libérer du glucose par stimulation de la néoglucogénèse hépatique (Dantzer, 2002).

Chez les animaux d'élevage, les structures impliquées dans la régulation des réponses émotionnelles endocriniennes ont été les plus étudiées, en particulier le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus. Ce noyau contient des neurones à corticolibérine, neuropeptide qui agit sur l'adénohypophyse pour contrôler la libération de l'hormone adrénocorticotrope dans le système sanguin. Cette hormone, en agissant sur les glandes surrénales, est le dernier acteur de l'axe corticotrope qui régule la libération des corticoïdes dont le cortisol.

Chez le mouton, plusieurs études se sont intéressées à l'activation des neurones à corticolibérine du noyau paraventriculaire de l'hypothalamus ou à la libération de ce neuropeptide. Ainsi, la concentration porte-hypophysaire de corticolibérine est augmentée chez des bêliers soumis à un isolement social associé à une contention. De plus, plusieurs études ont montré une activation des neurones du noyau paraventriculaire de l'hypothalamus chez la brebis soumise au retrait de ses congénères.

7.3.3. Réponses émotionnelles comportementales

La réponse comportementale correspond par exemple à la fuite en cas de peur, ou à l'agression en cas de colère. Elle est induite par l'action de l'amygdale sur la substance grise péliaqueducale. Cette dernière est un ensemble de neurones formant une masse de substance grise localisée autour de l'aqueduc cérébral au sein du tegmentum du mésencéphale.

La substance grise péliaqueducale est une structure complexe du mésencéphale, organisée en subdivisions. Elle présente un intérêt particulier puisque sa stimulation génère des réponses comportementales caractéristiques des réactions émotionnelles telles que la fuite, l'agressivité ou l'immobilité. Outre son rôle dans les réponses comportementales émotionnelles, cette structure est aussi impliquée dans la régulation des réponses

neurovégétatives et dans le contrôle de l'émission de vocalisations. Ces différents rôles sont par ailleurs spécifiques de certaines de ses subdivisions.

Il faut noter ici que les études portant sur les structures neuronales impliquées dans les réponses émotionnelles se sont focalisées sur des émotions qualifiées d'émotions négatives. Les raisons qui peuvent expliquer ce constat sont d'une part la difficulté à identifier des indicateurs de réponses émotionnelles positives et d'autre part le fait que certaines des réponses sont similaires que l'émotion ressentie soit positive ou négative (exemple du rythme cardiaque).

Chez les animaux, l'ingestion d'une solution sucrée peut être utilisée comme situation déclenchant d'émotion positive, mais une telle stimulation met en jeu des structures neuronales impliquées à la fois dans les émotions et dans le métabolisme (exemple du noyau paraventriculaire de l'hypothalamus).

Il est aussi possible d'induire une émotion positive en apaisant l'animal après qu'il ait été placé dans une situation déclenchant d'émotion négative. C'est l'exemple de l'animal séparé de son groupe puis apaisé par l'introduction d'un congénère.

8. Impact du mal-être sur la qualité des produits animaux

L'abattage comprend une série de procédures potentiellement stressantes. Elles débutent généralement depuis la capture et la mise à jeun, passent par le transport pour l'abattoir et prennent fin avec la mise à mort de l'animal. Les causes de stress pendant la période ante-mortem sont variées. Pendant cette période, certains facteurs de stress sont d'origine physique ou physiologique, comme la privation alimentaire, la fatigue ou la douleur, et d'autres sont d'origine psychologique, comme la présence de l'homme, l'absence de congénères familiers ou la confrontation à des environnements nouveaux.

Chez les bovins, il est bien établi que le mélange d'animaux ou le transport de longue durée sont stressants. Pendant le transport et l'attente ante-mortem à l'abattoir, les coups de fouet, le tirage de la queue et les coups de pierres figurent parmi les pratiques de manipulations les plus stressantes pour les bovins.

Chez les ovins, la mise à jeun, les manipulations, le chargement et le déchargement du camion, le confinement, les perturbations sociales durant le transport et à l'abattoir sont des sources de stress qui peuvent détériorer les qualités des viandes. Au cours du transport, plusieurs paramètres sont à considérer. Le type de conduite (notamment les accélérations,

les virages pris en grande vitesse et les freinages) influence le comportement des ovins. Une mauvaise conduite aura un effet restreint sur les pertes d'équilibre mais limite la possibilité pour les ovins de se reposer. Les transports d'agneaux sur des routes secondaires ou non goudronnées sont associés à des augmentations plus prononcées du cortisol et de la fréquence cardiaque.

Les manipulations à l'abattoir peuvent aussi être sources de stress émotionnel. L'utilisation d'un chien, des contacts directs avec le bouvier ou l'utilisation d'un sifflet pour déplacer les animaux sont positivement corrélées avec le niveau de cortisol plasmatique.

Chez la volaille, les principales causes de stress connues sont celles liées à la mise en caisse, au transport, à l'attente à l'abattoir, à l'accrochage et à la privation alimentaire. En effet, la manipulation et la mise en caisse des animaux constituent des actes stressants. En particulier, la durée de mise en caisse augmente significativement le niveau de corticostérone plasmatique traduisant un état de stress accru des animaux. Au cours du transport, le stress peut être occasionné par les vibrations, les mouvements du camion, les perturbations sociales, le bruit et les conditions thermiques.

Les manifestations physiologiques du stress chez l'animal peuvent conduire à des réactions comportementales se traduisant par exemple par la fuite ou des attaques. Ces réactions physiologiques et comportementales *ante-mortem* pourraient avoir des effets mesurables sur les qualités des viandes.

La qualité technologique de la viande pour sa part, représente sa capacité à être transformée et conservée. Elle peut être exprimée principalement par le pH et par la capacité de rétention d'eau :

- Le pH : est la caractéristique de la viande fraîche la plus fréquemment mesurée et est déterminé par les réserves en glycogène de l'animal au moment de sa mort. L'évolution du pH post-mortem est caractérisée par la vitesse et l'amplitude de sa chute. La vitesse de chute du pH est directement proportionnelle à l'activité d'hydrolyse de l'ATP mesurée par le pH à 15 minutes post-mortem et l'amplitude par le pH ultime, 24 heures après la mort de l'animal ;
- La capacité de rétention de l'eau : de la viande (CRE) est sa capacité à retenir l'eau intrinsèque. Elle est fortement influencée par la vitesse et l'amplitude de la diminution du pH post-mortem. En effet, quand le pH s'éloigne du point

isoélectrique des protéines ($\text{pHi}=5$), le réseau protéique s'écarte laissant plus ou moins de place disponible pour l'eau, entraînant des modifications de la CRE. Les viandes à tendance acide retiennent donc mal l'eau. Autrement, une chute trop rapide combinée à une température élevée provoque la dénaturation des protéines musculaires, une réduction de la CRE et la production de viandes exsudatives chez les volailles. Une amplitude importante de chute du pH (viandes acides) diminue la charge nette des protéines, entraînant aussi une baisse de la CRE.

9. Conséquences du stress ante-mortem sur la qualité de la viande

9.1. Stress dû aux conditions environnementales

Les variations de la température environnementale sont à l'origine des changements comportementaux et métaboliques et influencent la qualité de la viande des animaux. Les températures élevées en élevage de poulets de chair influencent négativement la qualité de la viande suite à une forte température au cours des 21 premiers jours d'élevage, le pH de la viande 15 minutes post mortem est plus bas et elle a une tendance à mal retenir l'eau.

L'exposition des poulets à des températures de plus de 30°C avant l'abattage peut augmenter ou diminuer le pH ultime des muscles pectoraux ou des cuisses. Des températures en dessous de 0°C avant l'abattage diminuent les teneurs en glycogène des pectoraux de manière plus prononcée dans les cuisses et augmentent la proportion de viandes à coupe sombre. Les périodes de températures élevées ou de fortes amplitudes thermiques augmentent la fréquence des viandes PSE (pâle, soft, exsudative). Les périodes les plus critiques sont l'été et l'automne. La saison est à l'origine de l'augmentation de la valeur moyenne de la luminosité en conditions commerciales en été.

Par ailleurs, des viandes de couleur sombre sont la conséquence de basses températures au cours du transport ou de l'accrochage ante-mortem). La fréquence des viandes DFD (dark, firm and dry) est élevée pendant l'hiver. Le transport des animaux à une température inférieure à 0°C donne des viandes DFD à l'abattage. Lorsqu'on ajoute aux températures basses une période d'attente à l'abattoir de 2h, la production de viandes à coupe sombre est encore plus fréquente. Les viandes PSE et DFD sont qualifiées de défauts métaboliques (figure 02).



Figure 2. (1) : viande DFD (sombre, dure, sèche) : pH_{Hu}* > à 6,2
(2) : viande PSE (pâle, souple, exsudative) : pH_{Hu}* < à 5,7

9.2. Stress dû jeûne avant abattage

La diète hydrique avant abattage modifie les caractéristiques métaboliques et la qualité des viandes, avec cependant des variations en fonction des conditions expérimentales. Ainsi, un jeûne de 10 heures occasionne une diminution progressive des réserves en glycogène. Les diètes de 12 heures et de 36 heures conduisent à une réduction marquée progressive de la quantité de glycogène dans le filet rendant les animaux plus sensibles aux stress subis par la suite pendant le transport et à l'abattoir. Mais la réduction de glycogène musculaire apparaît beaucoup plus modérée après un jeûne de 24 heures. En termes de qualité de la viande, une diminution significative du pH initial (3 min post-mortem) et de la tendreté s'observe après un jeûne allant de 0 à 36 heures mais toutefois sans différences significatives du pH ultime, de la couleur ou du pourcentage d'humidité (rélié à la jutosité) de la viande, quelles que soient les durées de mise à jeûne étudiées.

Le pH de la viande évolue de façon croissante avec l'augmentation de la durée de diète hydrique sans pour autant aboutir à des viandes DFD. Les diètes hydriques de longues durées affectent la cinétique de chute du pH post-mortem, la couleur et les pertes de jus de la viande. La diète hydrique augmente la luminance et l'indice du jaune de la viande mais réduit l'indice du rouge. Les poulets ayant subi une petite durée de diète hydrique (4 heure) présentent les fortes valeurs de luminosité de la viande.

9.3. Stress dû aux manipulations, à la mise en caisse et au transport

En termes de qualité de la viande, aucune différence de perte en eau à la cuisson, de texture ou de couleur du filet ne se note entre des lots de poulets mis en caisse pendant des durées variant de 0 à 4 heures. Par ailleurs, la capture des poulets, la mise en caisse et le chargement en véhicule de transport sont susceptibles de causer des accidents physiques avec des répercussions ultérieures sur la qualité de la carcasse. Pendant le transport, plusieurs facteurs de stress tels que la température élevée ou basse, la forte humidité, le bruit, l'alimentation et la diète hydrique affectent l'animal. Ces facteurs influencent fortement les propriétés de qualité finale de la viande.

Chez les bovins, le mélange d'animaux ou le transport de longue durée augmentent le risque de production de viandes à pH ultime élevé. Aussi, des manipulations inhumaines lors du transport et de l'attente ante-mortem des bovins tels que les coups de fouet, le tirage de la queue, des pattes, des cornes, les coups de pierres, les gifles et les chutes forcées peuvent occasionner des meurtrissures sur la carcasse et conduire à une forte fréquence de viande DFD et à une faible moyenne de perte de jus à la cuisson.

Des agneaux transportés pendant 8 ou 24h produisent des viandes plus dures et plus rouges ou plus sombres que des témoins non transportés ou transportés pendant seulement 1heure. Les ovins passent parfois par des centres de tri où ils peuvent séjourner quelques heures mais parfois plusieurs semaines jusqu'à ce qu'ils aient atteint le poids d'abattage. Au terme de cette étape, les agneaux expriment de nombreux comportements agressifs, ainsi que des mâchonnements et des comportements stéréotypés. Toutefois, la durée du séjour dans le centre de tri n'a pas d'effet notable sur le pH ultime, la flaveur, la jutosité ou la tendreté de la viande.

Références bibliographiques

- Alonso A., 2018. Impact de la douleur sur les émotions. Thèse de Docteur Vétérinaire. VetAgro Sup Campus Vétérinaire de Lyon.110p.
- Anses., 2018. *Avis de l'anses relatif au « Bien-être animal : contexte, définition et évaluation»*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2016SA0288.pdf>
- Apfelbach R., Blanchard C D., Blanchard R J., Hayes R A and McGregor I S., 2005. The effects of predator odors in mammalian prey species: A review of field and laboratory studies. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 29, 1123-1144.
- 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
- Boussely L M., 2003. Étude bibliographique du bien-être chez le cheval. Thèse Doctorat Vétérinaire, faculté de médecine de CRETEIL. École Nationale Vétérinaire D'ALFORT. 141p.
- Chambre d'Agriculture de Nouvelle-Calédonie, l'UPRA bovine, l'UCS et le SENC, 2017 : Guide des bonnes pratiques en élevage bovin. Castration / Écornage / Marquage.
http://www.nouvelle-caledonie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Outre-Mer/134_Inst-Nouvelle-caledonie/Actualites/2017/fichiers/CASTRATION_BAT_web.pdf
- Dantzer R et Mormede P., 1979. *Le stress en élevage intensif*, Paris, Masson, 118p.
- Dantzer R., 1994. Méthodologie et critères en matière de bien-être des animaux. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, volume 13, (1), 277-302.
- Dantzer R., 1995. Confort et bien-être des animaux en élevage intensif. *Le Point Vétérinaire*, volume 26, (165), 29-36.
- Dantzer R., 2002. Les émotions, Que sais-je ? Presses universitaires de France. 128p.

Dawkins M et Dantzer R., 1983. La Souffrance animale ou l'étude objective du bien-être animal, Paris, Le point Vétérinaire, 151p

Grandin T., Shivley C., 2015. How Farm Animals React and Perceive Stressful Situations Such As Handling, Restraint, and Transport. *Animals*, 5, 1233-1251.

Hargreaves A L., Hutson G D., 1990. The effect of gentling on heart rate, flight distance and aversion of sheep to a handling procedure. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 26, 243-252.

Kirouac G., 1989. Les émotions (monographies de psychologie). Presses de l'Université du Québec.

Larrère C et Larrère R., 2001. L'animal, machine à produire : la rupture du contrat domestique. In : les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être ? Burgat F. et Dantzer R. (eds), INRA Éditions, Paris, France, 9-24.

Le Neindre P., Guemene D., Arnould C., Leterrier C., Faure J M., Prunier A., Meunier-Salaun M C., 2004. Space, environmental design and behaviour: Effect of space and environment on animal welfare. In : Office International des Epizooties, Organisation Mondiale de la Santé Animale (eds). Global conference on animal welfare an OIE initiative. OIE, Paris, 23, 24 et 25 Février 2004, 135-141.

Manteca X and Deag J M., 1993. Use of physiological measures to assess individual differences in reactivity. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 37, 265-270.

Mellor D J., Stafford K J., 2001. Integrating practical, regulatory and ethical strategies for enhancing farm animal welfare. *Aust. Vet. J.*, 79, 762-768.

Milhaud C., 2007. Rapport sur l'utilisation du néologisme bientraitance à propos de la protection animale. In : Académie vétérinaire de France. Paris, 21 juin 2007, 1-29

Paul E S et Mendl M T., 2018. Animal émotion : Descriptive and prescriptive définitions and their implications for a comparative perspective. *Applied Animal Behavior Science* 205. 202-209.

-
- Saalburg L., 2016. Introduction de la notion de bien-être animal au sein de l'oie : Historique-actualités-perspectives. Thèse de Docteur vétérinaire. École Nationale Vétérinaire d'Alfort. 78p.
- Santurtun E., Moreau V., Marchant-Forde J N and Phillips C J C., 2015. Physiological and behavioral responses of sheep to simulated sea transport motions. *J. Anim. Sci.*, 93, 1250.
- Traïni C., 2011. La cause animale (1820-1980). Paris, Presses Universitaires de France.
- Vandenheede M., 2003. Bien-être animal : les apports de l'éthologie. FORMATION CONTINUE – ARTICLE DE SYNTHESE. *Ann. Méd. Vét.* 147, 17-22.
- Veissier I., Botreau R., Capdeville J et Perny P., 2007. L'évaluation en ferme du bien-être des animaux : objectifs, outils disponibles, utilisations, exemple du projet Welfare Quality®. *Renc. Rech. Ruminants*, 14. 277-284p.
- Webster A J F., 1994. Welfare research – husbandry systems, dans : Proceedings of the 9th European Poultry Conference, Glasgow, Royaume-Uni, WPSA, Vol. 2, 228-229.

Bien Être Animal Et Traçabilité

La protection contre toutes les agressions permet de garantir les cinq libertés des animaux : physiologiques, environnementale, comportementale, sanitaire et psychologiques. Le bien-être animal est un sujet complexe aux aspects multiples aux dimensions scientifiques, éthiques, économiques, culturelles et

Dr. Abdelhamid BAA

Maitre de conférences A en Sciences Agronomiques, Spécialité Production Animale. Actuellement « Enseignant-Chercheur » au Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences. Université de M'Sila, Algérie. Domaine de la recherche : Production Animale ; alimentation, nutrition, petits ruminants,

Collection scientifique de
la Faculté des Sciences
Université Mohamed
BOUDIAF M'Sila
Dépôt légal : Mars 2025

ISBN : 978-9931-251-74-3

