

## **AVIS**

### **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail**

**relatif à « la protection des veaux de boucherie au moment de leur mise à mort en l'absence d'étourdissement »**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont rendus publics.*

---

L'Anses a été saisie le 30 septembre 2012 par la Direction générale de l'alimentation (DGAI) d'une demande d'avis scientifique sur un projet de guide de bonnes pratiques de protection des bovins au moment de leur mise à mort (saisine 2012-SA-0231). Cette demande prévoyait une évaluation globale du guide ainsi qu'un avis scientifique sur un certain nombre de questions précises portant sur la mise à mort des bovins, jeunes ou adultes.

Pour des raisons d'urgence, l'Anses a été saisie le 9 octobre 2012 d'un complément de saisine prioritaire (saisine 2012-SA-0239) portant plus précisément sur des questions relatives uniquement à l'abattage de veaux de boucherie sans étourdissement et devant être traitées avant la fin de l'année 2012.

#### **CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

Le nouveau règlement européen (CE) 1099/2009 du 24 septembre 2009 sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort entre en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2013.

Ce règlement vise principalement trois objectifs :

- Une harmonisation des interprétations de la réglementation sur ce sujet, la précédente Directive 93/119/CE du Conseil du 22 décembre 1993 ayant abouti à des mises en œuvre différentes dans les États membres, génératrices de distorsions.
- Une obligation de vérification de l'efficacité de l'étourdissement pour les animaux abattus.
- Une responsabilisation de l'exploitant d'établissement vis-à-vis des questions relatives à la protection animale, selon un principe identique à celui qui incombe

aux exploitants du secteur alimentaire, au regard du Paquet Hygiène (règlements 852 et 853/2004/CE).

Son article 13 prévoit que les États membres encouragent l'élaboration et la diffusion de guides de bonnes pratiques pour les organisations d'exploitants en concertation avec les représentants d'organisations non gouvernementales et compte tenu des avis scientifiques émis par l'assistance scientifique disponible sur leur territoire.

Ces guides ont deux finalités principales :

- Ils viennent en appui aux formations prévues par le règlement 1099/2009 des « responsables en protection animale » des abattoirs, ainsi que du reste du personnel d'abattoir.
- Ils doivent permettre la mise en œuvre, dans les établissements d'abattage, de modes opératoires normalisés (MON), faisant l'objet de l'article 6 du règlement, pour les différentes étapes de la mise à mort et des opérations connexes.

S'agissant de la mise à mort des bovins, une première version du guide, élaborée par les professionnels, a été étudiée par la DGAL et revue par les rédacteurs. Le guide soumis à expertise collective de l'Anses correspond donc à une deuxième version « *Guide de bonnes pratiques de maîtrise de la protection des bovins à l'abattoir. Version 2. 18.06.2012* ».

Dans la saisine principale (2012-SA-0231), l'avis de l'Anses est sollicité quant à :

- Une évaluation globale du projet de guide et sa conformité au règlement (CE) 1099/2009, à l'arrêté du 28 décembre 2011 et à la note de service DGAL/SDSPA/SDSSA/N2012-8056 du 13 mars 2012 relative aux conditions d'autorisation des établissements d'abattage à déroger à l'obligation d'étourdissement des animaux, ainsi qu'aux connaissances scientifiques (modifiée par la note de service N2012-8250 du 5 décembre 2012),
- Une analyse de points problématiques soulevés par le demandeur,
- Des recommandations éventuelles d'amélioration ou d'enrichissement du guide étayées par des éléments scientifiques.

Le complément de saisine 2012-SA-0239 porte spécifiquement sur la question de l'abattage sans étourdissement des veaux de boucherie.

Le guide de bonnes pratiques soumis à expertise présente en effet des délais à respecter entre temps opératoires, qui ne correspondent pas à ceux spécifiés par la réglementation française en vigueur (Note de service N2012-8056 modifiée par la note de service N2012-8250 du 5 décembre 2012). Pour ce type d'abattage, ce guide et les modes opératoires normalisés qu'il définit reposent sur une étude de l'Institut de l'Élevage (E. Michard et L. Mirabito. 2012<sup>1</sup>).

Plus précisément, les délais ne correspondant pas à ceux retenus dans la note de service N2012-8056 modifiée sont les suivants :

- La durée minimale de contention après jugulation ;
- La durée minimale entre la jugulation et le début de l'habillage.

---

<sup>1</sup> *Bonnes pratiques pour garantir la protection animale lors de l'abattage rituel des bovins, évaluation de la perte de conscience chez le veau.* Rapport préliminaire. Institut de l'élevage. 25p. Bibliothèque INTERBEV

Ces deux questions sont à mettre en relation avec la durée entre la jugulation et la perte de conscience des animaux, dont l'évaluation dépend notamment des indicateurs de perte de conscience utilisés.

Ces points de divergence (cf. ci-dessous) observés entre le « Guide de bonnes pratiques de maîtrise de la protection des bovins à l'abattoir. Version 2. 18.06.2012 » et la note de service N2012-8056 modifiée correspondent à deux modes opératoires normalisés (MON), numérotés dans le Guide de Bonnes Pratiques MON KOOK 10.11 et MON KOOK 10.12.

Pour chacun de ces modes opératoires normalisés, les questions posées sont respectivement les suivantes :

- *« Lors d'un abattage rituel sans étourdissement préalable d'un jeune bovin, le guide préconise d'attendre dans le box de contention la perte de posture suivant la saignée qui devrait s'observer sous 30 à 40 secondes, puis de libérer l'animal dans une zone d'affalage et de l'observer durant 30 à 40 secondes pour vérifier qu'il n'y a pas de tentative de redressement avant de le suspendre. Ce protocole permet-il de garantir que l'animal est inconscient et insensible lorsqu'il sera suspendu ? Quelles valeurs proposez-vous en ce qui concerne les veaux ?*
- *Lors d'un abattage rituel sans étourdissement préalable : après la jugulation, quelle durée minimale d'attente recommandez-vous avant de commencer les opérations d'habillage afin de garantir que l'habillage sera effectué sur un veau effectivement mort ? »*

#### **PERIMETRE ET LIMITATIONS DU CHAMP D'EXPERTISE**

Les questions faisant l'objet de ce complément de saisine (2012-SA-0239) ont été précisées lors de la première réunion du groupe de travail (GT) « Bien-être animal » de l'Anses le 01.10.2012, lors de l'audition du demandeur et par messages électroniques complémentaires (classe ou catégorie d'animaux ciblés par ces questions [jeunes bovins/veaux de boucherie], ...).

Le travail d'expertise réalisé pour fournir des réponses aux questions soulevées par la DGAI s'est déroulé dans un contexte d'urgence, en raison d'un calendrier contraint de mise en application des textes de loi, rappelé par les pétitionnaires.

Dans ce contexte d'urgence, les experts ont été limités dans leur réflexion et leur analyse, sans possibilité d'émettre une réponse totalement documentée aux questions posées. Ils n'ont pas pu bénéficier du recul qui aurait été nécessaire pour inscrire ces questions dans le contexte plus global du guide de bonnes pratiques de maîtrise de la protection animale des bovins à l'abattoir, qui sera analysé ultérieurement.

Le GECU « GBPA veaux » a été appelé à se positionner sur trois questions précises relatives à la mise à mort des veaux dans le cadre de l'abattage sans étourdissement préalable :

- *« Durée minimale de contention*
- *Signes de perte de conscience : réflexes à considérer en tant qu'indicateurs*
- *Durée entre la jugulation et le début de l'habillage ».*

Enfin, le cadre restreint de cette expertise a placé les experts dans ce contexte particulier de l'abattage sans étourdissement préalable, sans avoir à le discuter scientifiquement dans toutes ses composantes.

Par ailleurs, l'abattage sans étourdissement préalable pose la question de son acceptabilité sociale et économique et de son appropriation par les différents acteurs concernés, qui ne pourront être traitées dans le présent avis. Celui-ci ne portera donc pas sur les problématiques suivantes :

- l'hétérogénéité de ces pratiques et l'acceptabilité des solutions envisagées par les groupes concernés,
- les intérêts et risques économiques pour les acteurs de ces filières liés à une application potentiellement inégale de la réglementation et à un déclassement des carcasses selon les pratiques adoptées sur la chaîne d'abattage.

## **ORGANISATION DE L'EXPERTISE**

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé « Santé animale » (CES SANT), auquel rapporte le GT « Bien-être animal ».

L'Anses a confié l'expertise au groupe d'expertise collective d'urgence (GECU) « Abattage sans étourdissement de jeunes bovins » (GBPA veaux) dont les travaux ont été présentés au GT « Bien-être animal » réuni le 3 décembre 2012. L'avis du GECU a été validé par voie télématique par les experts du GECU le 20 décembre 2012.-

L'expertise s'est appuyée sur les éléments suivants :

- Les lettres de saisines en date du 29 septembre 2012 et du 9 octobre 2012 numérotées respectivement 2012-SA-0231 et 2012-SA-0239.
- Les textes réglementaires suivants :
  - Règlement CE 1099/2009 du Conseil du 24 septembre 2009 sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort ;
  - Arrêté du 18 décembre 2009 relatif aux règles sanitaires applicables aux produits d'origine animale et aux denrées alimentaires en contenant ;
  - Arrêté du 28 décembre 2011 relatif aux conditions d'autorisation des établissements d'abattage à déroger à l'obligation d'étourdissement des animaux ;
  - Note de service N2012-8056 du 13 mars 2012, modifiée par la Note de service N2012-8250 du 5 décembre 2012, ayant pour objet l'entrée en application au 1<sup>er</sup> juillet 2012 du décret et de l'arrêté du 28 décembre 2012 relatifs à l'autorisation des établissements d'abattage à déroger à l'obligation d'étourdissement des animaux.
- Le projet de guide de bonnes pratiques « *Guide de bonnes pratiques de maîtrise de la protection des bovins à l'abattoir. Version 2. 18.06.2012* ».
- Les rapports d'expertise et documents scientifiques suivants :
  - Rapport d'expertise INRA (2009) : Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage (INRA, 2009) ;
  - Rapport d'expertise EFSA (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, (EFSA, 2004) ;

- Rapport d'expertise Dialrel (2010) : Report on good and adverse practices - Animal welfare concerns in relation to slaughter practices from the viewpoint of veterinary sciences. von Holleben *et al.* ww.dialrel.eu (Dialrel, 2010) ;
  - Rapport préliminaire de l'Institut de l'élevage. E. Michard et L. Mirabito (2012). *Bonnes pratiques pour garantir la protection animale lors de l'abattage rituel des bovins - Evaluation de la perte de conscience chez le veau.*
  - Les références bibliographiques indiquées en fin de rapport.
- La conférence organisée par la Commission européenne « *Conference on the protection of animals in slaughterhouses : getting ready for 2013* » en date du 24.10.2012.
  - Les auditions de l'un des deux auteurs de l'étude "*Bonnes pratiques pour garantir la protection animale lors de l'abattage rituel des bovins - Evaluation de la perte de conscience chez le veau*" sur laquelle s'est appuyée la rédaction du guide de bonnes pratiques « *Guide de bonnes pratiques de maîtrise de la protection des bovin à l'abattoir. Version 2. 18.06.2012* ». Deux auditions ont été conduites, la première a eu lieu lors d'une conférence téléphonique le 26.11.2012. La seconde lors d'une réunion du GT BEA le 03.12.2012.

## ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES SANT

### Introduction

En préambule de leur analyse, même si la saisine est placée dans un cadre différent, les experts rappellent que l'étourdissement avant la jugulation est la pratique la plus respectueuse de la protection des animaux.

Les experts du GECU soulignent l'importance de certains éléments relatifs à l'abattage, non sollicités dans la présente saisine, mais dont la prise en compte conditionne également fortement le respect de la protection animale en abattoir :

- Le contexte de la mise à mort de l'animal et son effet sur l'état émotionnel (stress) des animaux, qui influencent largement le temps nécessaire à l'obtention de la perte de conscience des animaux (Grandin et Regenstein, 1994),
- La formation des différents personnels de la chaîne d'abattage, élément crucial pour la compréhension et l'appropriation des règles de protection animale,
- La technique de jugulation adoptée,
- Le matériel, qui doit être de qualité et adapté à la situation.

Pour la réalisation de son expertise, le GECU a noté un important déficit de données disponibles sur la situation réelle et la diversité des abattoirs au regard de l'ensemble des pratiques de la mise à mort et sur les délais de pertes de conscience et de vie. A cet égard, les textes publiés dans des journaux scientifiques, tout comme les rapports professionnels disponibles ainsi que le rapport Dialrel, ne donnent qu'une vision très limitée de la situation et manquent d'informations importantes pour permettre cette mise en perspective.

La présente expertise est donc étayée par un faible nombre de publications, rapportant des données obtenues sur de faibles effectifs. De ce fait, les propositions émises dans cet avis devraient être soumises à réévaluation lorsque de nouveaux documents significatifs rapportant la collecte et l'analyse de données seront disponibles.

## **Plan de l'expertise**

Dans un premier temps, le GECU « GBPA veaux » a orienté sa réflexion vers une recherche de définitions communes des mots-clés et des éléments neurophysiologiques nécessaires à la compréhension des phénomènes analysés dans le présent Avis.

A partir des éléments bibliographiques analysés, ainsi que des données issues d'études de terrain, le GECU s'est prononcé sur une liste d'indicateurs de perte de conscience utilisables en pratique dans les établissements d'abattage.

Des réponses sont ensuite formulées aux trois questions jugées prioritaires par la DGAI.

Trois scénarios relatifs au déroulé des opérations post jugulation sont enfin présentés au regard de la protection des animaux.

Des propositions de recommandations sont formulées en dernier lieu.

## **1) Définitions et contexte**

### **1.1 Animal cible : veau de boucherie**

La saisine porte exclusivement sur l'abattage sans étourdissement des veaux. Un veau est un bovin mâle ou femelle âgé de moins de 8 mois (cf. règlement CE N° 700/2007 applicable depuis juillet 2008).

### **1.2 Définitions des principaux concepts**

L'association, voire la confusion, entre les termes douleur et nociception, douleur et souffrance, douleur et détresse est courante.

Cependant, un examen attentif des données acquises par les neurosciences et les études comportementales, indique que les concepts douleur, détresse et souffrance ne recouvrent pas exactement ni les mêmes mécanismes, ni les mêmes sensations ou perceptions (INRA, 2009).

- **Douleur**

En 1997, Molony et Kent (1997) ont proposé une définition de la douleur applicable aux animaux non humains : « *la douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle, représentée par la « conscience d'alerte » que l'animal a de la rupture ou de la menace de rupture de l'intégrité de ses tissus* ».

Chez de nombreux espèces animales, dont les bovins, l'expérience sensorielle douloureuse déclenche (Molony et Kent, 1997 ; Zimmerman, 1986) :

- des réactions motrices de protection, par exemple le retrait d'un membre ;
- des réponses neuro-végétatives, dont l'accélération du rythme cardiaque ; l'augmentation de la pression artérielle, la vasoconstriction périphérique, la modification transitoire du rythme respiratoire ;
- des réponses d'évitement apprises, par exemple, une aversion durable vis-à-vis d'un congénère, ou d'un lieu associé à l'expérience aversive ;

- une typologie comportementale modifiée, par exemple une crainte accrue de l'animal ;
- ou une diminution de l'exploration des lieux nouveaux.

Selon P. Wall (1979), la douleur diffère des autres modalités sensorielles en ce sens qu'elle avertit ou alerte sur un certain état du corps ; c'est une « auscultation » qui déclenche une « alerte », et s'accompagne inévitablement d'un « besoin essentiel ou primordial », celui de tenter d'assurer une forme de protection et de récupération ou de retour à un état d'équilibre antérieur.

- **Détresse**

Si l'intention comportementale déclenchée par l'émotion puissante d'alerte corporelle n'a pas la possibilité matérielle de se réaliser, par exemple, lorsque l'animal est en contention, l'alerte initiale, qui se traduit par la réaction physiologique et psychique de stress, sera rapidement associée à une émotion d'impuissance à agir, ce qui correspond à la « détresse ». Ce terme de détresse est fréquemment employé pour faire référence, à la fois à l'état physique et psychologique d'un animal (équivalent au terme anglais « *distress* »), qui recouvre des états émotionnels associés à un stress et à de la douleur.

- **Souffrance**

Chez l'homme, la souffrance est un terme défini comme un « *état émotionnel de détresse associé aux événements qui menacent l'intégrité biologique ou psychologique de l'individu* » (IASP, 1979).

Dans le contexte d'urgence de la saisine, il n'a pas été possible de conduire une réflexion suffisante pour mobiliser ce concept vis-à-vis de l'espèce bovine, c'est la raison pour laquelle le mot « souffrance » ne sera pas utilisé dans le présent Avis.

- **Conscience sensorielle**

La conscience sensorielle est un élément clé pour l'évaluation des processus d'abattage au regard de la protection des animaux. La dimension fonctionnelle de la conscience, comme un état d'éveil et de vigilance, a en effet une implication très importante pour l'animal au moment de l'abattage. C'est le niveau de vigilance qui permet ou qui abolit la possibilité que l'application d'un stimulus nociceptif, tel que la jugulation, soit ressentie comme une douleur.

L'inverse de cette forme de conscience, ou d'éveil, correspond à l'inconscience dans laquelle les structures supérieures du système nerveux (essentiellement, ici, le cortex télencéphalique et le thalamus), ne peuvent plus intégrer les informations sensorielles en tant que sensations. En cas d'inconscience, l'organisme est en état « d'insensibilité » partielle ou totale, telle qu'on peut la constater dans des états caractérisés par les formes particulières d'activité électrophysiologique du système nerveux que sont le sommeil, certaines épilepsies ou le coma profond (INRA, 2009).

- **Sensibilité**

La perte de conscience sensorielle peut résulter d'un arrêt brutal de fonctionnement du système nerveux central, suite, par exemple, à une commotion induite par un choc électrique ou mécanique, ou d'une cessation fonctionnelle plus lente, du fait d'une hémorragie spontanée ou provoquée. L'insensibilité consiste en la perte de toute forme de sensibilité, en particulier à des stimulations générées par des lésions tissulaires créatrices de douleur. Dans le cas de l'abattage d'un animal initialement intact et pleinement sensible, l'état d'insensibilité est l'état qui devrait être atteint dans les plus brefs délais.

### 1.3 Eléments de neurophysiologie et de physiologie

#### 1.3.1 Données neurophysiologiques sur l'état du corps

Cette section vise à rappeler / résumer les fonctions qui renseignent un animal sur ce qui advient à son corps.

Les structures nerveuses contenues dans l'ensemble anatomique décrit par le terme « tronc cérébral » sont nécessaires à la perception de toutes les stimulations, nociceptives incluses.

La sensibilité corporelle, encore nommée somesthésique, peut être décomposée en une série de fonctions élémentaires qui possèdent une dimension analytique, cognitive et parfois, une dimension émotionnelle associée :

- **la fonction extéroceptive** (sensibilité cutanée et sensibilité musculo-squelettique) comprend la sensibilité mécanique (tact à la pression et aux vibrations), la sensibilité thermique (chaud ou froid), la sensibilité chimique (acide, hyper ou hypotonicité) et la sensibilité aux stimulations nocives (la nociception). Les sensibilités associées donnent le plus souvent naissance à des sensations conscientes.

Dans le cas de l'abattage, la fonction extéroceptive permet par exemple de détecter les stimulations mécaniques associées à la section mécanique des tissus de la zone du cou.

- **la fonction intéroceptive** est souvent assimilée à « une auscultation permanente non consciente » des viscères et de leur état de fonctionnement. Lorsque l'homéostasie des grandes fonctions est perturbée, en cas de pathologie, elle peut déboucher sur des formes d'alerte, de conscience sensorielle, amenant un sujet humain à évaluer « comment il se sent ». Dans ce cas, l'évaluation peut être associée à une sensation de douleur viscérale.

Dans le cas de l'abattage, la fonction intéroceptive permet de détecter la brutale chute de pression sanguine associée à la section des vaisseaux du cou.

- **la fonction proprioceptive** renseigne le système nerveux central sur la position et le mouvement des segments du corps. Lorsque les positions relatives des segments corporels deviennent inconfortables ou génératrices de douleurs, une conscience de la présence de ces sensations émerge. L'individu qui perçoit leur présence, les identifie en tant que telles, reconnaît leur nature, leur intensité et repère le/(les) segment(s) corporel(s) d'où elles proviennent.

**Dans le cas de l'abattage** avec maintien en contention du corps et de la tête, l'animal perçoit la contrainte ce qui peut déclencher un stress d'immobilisation, potentiellement accompagné d'inconfort si le piège de contention exerce des contraintes trop importantes ou inadaptées à la conformation du corps.

Combinées entre elles, les différentes composantes de la sensation douloureuse relèvent d'une « fonction homéostatique » (Craig, 2002 ; 2009) associée à une « émotion également homéostatique », c'est-à-dire destinée à réguler les grandes fonctions vitales. Cette fonction d'interrogation de l'état du corps correspond à une forme de vigilance ciblée sur la maintenance de l'intégrité corporelle qui est assurée :

- par des réponses neurovégétatives permanentes et inconscientes, dans le cas où les réponses adaptatives de régulation automatiques restent possibles ; c'est l'homéostasie basale ;
- par des réactions motrices intégrées en un comportement volontaire dirigé si cela est possible, comme l'évitement et la protection vis-à-vis des stimulations aversives.

Dans le cas de l'abattage par jugulation sans étourdissement, ces grandes composantes de la douleur agissent de manières concourantes, faisant émerger une émotion homéostatique majeure, aversive et stressante.

### 1.3.2 Evènements physiologiques et neuro-physiologiques survenant lors de la jugulation sans étourdissement préalable

- **Douleur liée à la jugulation**

Les experts soulignent que le terme de jugulation est considéré ici dans le sens plus large « d'égorgeage » car il s'agit, en pratique à l'abattoir, d'une section touchant non seulement les veines jugulaires et les artères carotides, mais également la peau, les muscles, la trachée, l'œsophage et certains nerfs crâniens. L'atteinte à l'intégrité des tissus par la jugulation est la composante essentielle de la définition de la douleur.

Selon la qualité de la section, des cas d'occlusions des vaisseaux par coagulation peuvent intervenir, amenant l'opérateur à dégager ces occlusions, notamment par un ou des coups de couteau supplémentaires. Ces « mesures correctives » infligées à des animaux conscients sur des tissus déjà sectionnés sont des causes identifiées de nociception et de douleur supplémentaires (Dialrel, 2010).

Des travaux conduits sur des veaux ont montré que la section des tissus lors de la saignée provoque des changements d'activité cérébrale similaires à ceux que l'on observe pendant des interventions douloureuses telles que l'écornage. Gibson *et al.*, 2009, a, b) considèrent que ces changements ne s'expliquent pas par la perte de sang mais par la stimulation nociceptive. La technique de coupe utilisée influence probablement également le niveau de douleur provoquée (Gregory *et al.*, 2012 ; Regenstein, 2012).

- **Effet de la perte de sang sur la physiologie du cerveau**

Suite à la jugulation, la perte de conscience résulte essentiellement de la réduction du flux sanguin dans le cerveau qui perturbe son fonctionnement normal. Pendant la saignée, les animaux perdent environ 50 % de leur volume de sang. L'hémorragie induit une forte réduction de la pression sanguine. Il a été établi que la pression artérielle chute de 110 à 0 mm de mercure, chez la plupart des animaux, en 35 à 45 secondes. Ce délai peut s'étendre jusqu'à 200 secondes, la plupart du temps du fait d'occlusion spontanée des carotides, ce qui retarde d'autant la perte de conscience et l'atteinte de l'état d'insensibilité consécutive à l'arrêt d'apport en oxygène, conditionnant le fonctionnement du système nerveux (Anil *et al.*, 1995a, 1995b ; Bager *et al.*, 1992). La perte de conscience de l'animal débute lorsque la pression artérielle descend en dessous de 50 mm Hg (Gregory, 2005). Elle est due, au moins en partie, à un métabolisme oxydatif cérébral insuffisant (hypoxie cérébrale) provoquant un dysfonctionnement des structures impliquées dans la conscience.

Les travaux chez l'homme montrent que l'hémorragie peut induire un état d'anxiété et la sensation de manquer d'air. Il a été suggéré que l'hémorragie peut induire un état de stress chez les animaux pour les mêmes raisons (Gregory, 2005).

- **Phénomènes de reprise de conscience**

Des travaux sur des chiens et des singes montrent qu'après une première hémorragie, une deuxième, plus limitée, peut avoir lieu dans 43% des cas. Cette deuxième hémorragie semble liée à une vasoconstriction et un mouvement des fluides de l'espace extravasculaire vers l'espace intravasculaire (Bar-Joseph *et al.*, 1989, cité dans Gregory, 2005, Bowhunting deer).

Gregory (2005) explique les reprises temporaires de la conscience post-jugulation par une augmentation de la pression artérielle.

Des travaux chez des caprins, ovins et bovins montrent également que des augmentations transitoires de pression sanguine peuvent être observées au cours de la saignée. Ces fluctuations font suite à des obstructions, même légères, de l'écoulement du sang vers l'extérieur du corps (Lieben, 1925 In Von Holleben *et al.*, 2010 ; Newhook et Blackmore, 1982).

- **Conclusion**

Dans le cas de la jugulation d'un animal non étourdi, l'essentiel des éléments à prendre en compte concerne le délai avec lequel un bovin, « alerté » par ce qui survient à son corps et empêché d'exprimer les réponses de protection qui correspondent à des « pulsions » de survie, cessera de percevoir les informations sensorielles issues de ses nocicepteurs. Ce processus de perte de conscience sensorielle et émotionnelle aboutit progressivement à l'insensibilité.

#### 1.4 Définition du risque à évaluer/ Objectif de l'expertise

En matière d'évaluation des risques, on définit par **danger** toute source potentielle de dommage, de préjudice ou d'effet nocif à l'égard d'une chose ou d'un animal ou d'une personne.

Le concept de **risque**, quant à lui, prend en compte deux éléments : la probabilité que survienne un élément dangereux et la sévérité de ses conséquences.

Répondre aux questions posées dans la saisine suppose d'évaluer le risque lié à la fixation d'une valeur donnée, pour le délai entre les différentes opérations de mise à mort du veau, au regard du danger que l'animal puisse ressentir douleur et détresse.

Les travaux d'expertise doivent donc fournir au demandeur des éléments scientifiques pour répondre aux questions suivantes :

- Les délais prévus entre les différentes opérations de mise à mort du veau, sans étourdissement préalable, exposent-ils l'animal à ce danger ?
- Si oui, pendant quelle durée, notamment par rapport aux recommandations de la NS 2012-8056 ?

Tous les moyens permettant de limiter les risques doivent être mis en œuvre. La réponse à cet objectif repose en particulier sur **l'examen de l'état de conscience** de l'animal aux différentes étapes considérées. Cet examen s'effectue en pratique par l'évaluation d'indicateurs de conscience qu'il importe tout particulièrement de définir et de valider.

## 2) Signes de perte de conscience après jugulation

### 2.1 Éléments de la bibliographie

Les expérimentations et observations réalisées dans le domaine pour identifier de tels signes ne sont pas nombreuses et sont issues de deux types de protocoles :

- des conditions contrôlées de type expérimental qui laissent suffisamment de temps aux expérimentateurs pour recueillir des données biologiques détaillées ;
- les conditions de l'abattoir, avec leurs contraintes inhérentes de cadences qui laissent très peu de temps pour recueillir en routine des observations détaillées.

Les travaux expérimentaux ont été réalisés essentiellement dans la dernière décennie du 20<sup>ème</sup> siècle. Ils ont surtout porté sur les délais de disparition des signes d'activité électrique du cerveau. Ceux-ci peuvent être évalués par l'électro-encéphalogramme

(EEG). On peut également mesurer des potentiels évoqués (PE) par des stimulations mécaniques ou électriques périphériques, appliquées sur diverses parties du corps.

Ces activités électriques sont enregistrées le plus souvent au niveau du scalp et correspondent à l'arrivée dans le cortex du télencéphale, de messages nerveux induits par des stimulations appliquées sur la surface du corps (mécaniques ou électriques). Leur présence est signe que le cortex est fonctionnel. Leurs modifications, jusqu'à leur éventuelle disparition, témoignent d'états altérés de son fonctionnement. Leur absence est interprétée comme un signe d'absence d'intégration des informations sensorielles. Ces travaux expérimentaux ont été compilés dans un rapport de l'EFSA en 2004 (EFSA, 2004).

### 2.1.1 Nature des données recueillies pour l'évaluation de la perte de conscience

- **Activité électrique**

Une baisse d'amplitude de l'électro-encéphalogramme (EEG) de moins de 10 $\mu$ V, intervient en moyenne 75s après la jugulation d'un bovin. Ce délai reste marqué d'une forte variabilité inter-individuelle ( $\pm$ 48s). La disparition de tout potentiel électrique évoqué par une stimulation somesthésique (PES) s'établit en moyenne après 55 s  $\pm$  33s. D'après ces résultats, presque un bovin sur deux percevrait de la douleur pendant plus d'une minute après la jugulation (Daly *et al.*, 1988). Cependant, il est nécessaire de disposer de plus de données cliniques comportementales et physiologiques pour conforter ces conclusions.

- **Imagerie cérébrale**

Les techniques d'imagerie cérébrale ont permis de décrire les corrélats neurobiologiques d'états de conscience altérée, tout particulièrement chez des patients humains. Ces observations montrent que dans certaines situations, les structures sensorielles relais du tronc cérébral peuvent toujours être activées par certaines stimulations sensorielles alors que les patients ne manifestent pas de signes moteurs évidents d'intention consciente de mouvements (Faugeras *et al.*, 2011 ; Galanaud *et al.*, 2007). Parallèlement, les structures de commandes motrices peuvent être activées, préparant ainsi des séquences motrices sans réalisation comportementale, c'est-à-dire sans mouvement observable (Fox. *et al.*, 2011).

Bien que ces études n'aient pas été réalisées sur des modèles animaux, elles font apparaître un risque important : celui que certaines sensations existent sans présence d'indice clinique manifeste de « conscience ». Ceci doit inciter à adopter une attitude de prudence particulière en ce qui concerne les implications de ces résultats sur les questions relevant de l'objet de la présente saisine.

De telles études pourront utilement à l'avenir compléter les données électrophysiologiques initiales, qui décrivent avant tout une activité au niveau du cortex télencéphalique et qui sont, en fin de compte, celles sur lesquelles ont été fondées une partie des recommandations en matière d'indicateurs, jusqu'à présent.

- **Observations à l'abattoir**

En conditions d'abattoir, peu de signaux fiables sont utilisables et faciles à observer rapidement, du fait de l'accès visuel limité au corps de l'animal, et en particulier à sa tête. Les différents signes moteurs observables sont les suivants°:

- **La perte de la posture debout**

Il s'agit de la perte de posture provoquée par les conséquences physiologiques de la perte de sang, et qui ne doit pas être confondue avec celle pouvant résulter de facteurs extérieurs à la saignée (animal qui se débat, glissade).

Gregory (2005) écrit : « Il est généralement admis que, dans le contexte de l'anesthésie et de l'abattage, l'effondrement et la perte de mouvements orientés des yeux sont des signes importants pour évaluer la conscience. Chez l'animal conscient, le cortex cérébral intègre ces deux fonctions. Par conséquent

*l'effondrement indique que l'animal ne peut contrôler sa stabilité posturale. Cependant, un animal qui s'est déjà effondré peut reprendre conscience du fait de ses mécanismes de régulation. Donc, l'effondrement ne peut pas être considéré comme un signe de perte de conscience définitive mais comme un signe précoce de perte de conscience. Les animaux peuvent avoir des phases successives de perte et regain de conscience<sup>2</sup> ».*

- **L'absence de réflexe cornéen**

Ce réflexe de fermeture de la fente oculaire en réponse au toucher léger de la cornée passe par le tronc cérébral, structure essentielle à la conscience. Par conséquent, l'absence de ce réflexe signifie que l'animal est inconscient, mais sa persistance ne signifie pas forcément que l'animal est encore conscient (Cruccu *et al.*, 1997).

- **L'absence de respiration rythmique**

Le centre de la respiration se trouve dans le tronc cérébral qui est l'un des sièges de la conscience. L'absence de respiration signifie que l'animal est inconscient. De plus, l'absence durable de respiration provoque une anoxie des cellules cérébrales conduisant, à température ambiante, à une perte de conscience en moins de 30s. Si elle perdure, l'anoxie cérébrale conduit à des dommages cérébraux irréversibles et à la mort en moins de 4 minutes (Lowry *et al.*, 1964 ; Lipton, 1999, Safar et Tisherman, 2002 ; Madl et Holzer, 2004).

- **Autres signes**

Le rapport Dialrel (2010) a proposé des signes cliniques permettant d'évaluer la conscience ou l'inconscience des animaux. Il propose comme indicateurs de **conscience** :

- La fermeture des paupières à l'approche rapide d'un objet visuel potentiellement menaçant,
- La poursuite coordonnée des deux yeux, face à un objet en déplacement dans le champ visuel (suivi du regard),

et comme indicateurs d'**inconscience** :

- mouvements respiratoires profonds agoniques (« *gasp* »),
- la langue pendante et flasque.

Bourguet *et al.* (2011) montrent que certains signes moteurs ne sont pas des indicateurs fiables de l'état de conscience ou d'inconscience de l'animal. Ainsi, dans leur étude, les relèvements de la tête n'étaient pas corrélés à la reprise de conscience. Ils peuvent correspondre de fait au déséquilibre entre tonus des groupes musculaires antagonistes extenseurs et fléchisseurs de la tête. Les fléchisseurs étant sectionnés, seul le tonus des extenseurs subsiste provoquant mécaniquement l'extension de la tête sans qu'il soit nécessaire de faire appel à un mouvement conscient.

En abattage sans étourdissement, l'utilisation de ces signes est cruciale puisqu'elle conditionne la possibilité de poursuivre les opérations ultérieures qui doivent impérativement être effectuées sur un animal inconscient (suspension), puis mort (habillage).

### 2.1.2 Variabilité de la durée nécessaire pour parvenir à la perte de conscience

Dans une étude conduite en abattoir (Gregory *et al.*, 2010) des bovins ont été jugulés puis libérés de la contention initiale. Avant la perte de la posture debout, les délais médian et moyen ont été de l'ordre de 11s et de 19,5s. La perte définitive de posture debout a été observée avant 34 secondes pour 90% des animaux (*cf.* figure 1). Dans ces conditions où

<sup>2</sup> Texte traduit par les auteurs du rapport du texte anglais d'origine.

les animaux n'étaient pas maintenus en contention, 14% des animaux ont manifesté des tentatives de reprise de posture après la chute initiale et 8% l'ont perdue au delà de 60 secondes. Un tel résultat tend à indiquer que, sans un étourdissement qui suit la jugulation. Une perte de posture peut être transitoire et interprétée à tort comme résultant d'une perte définitive de conscience.

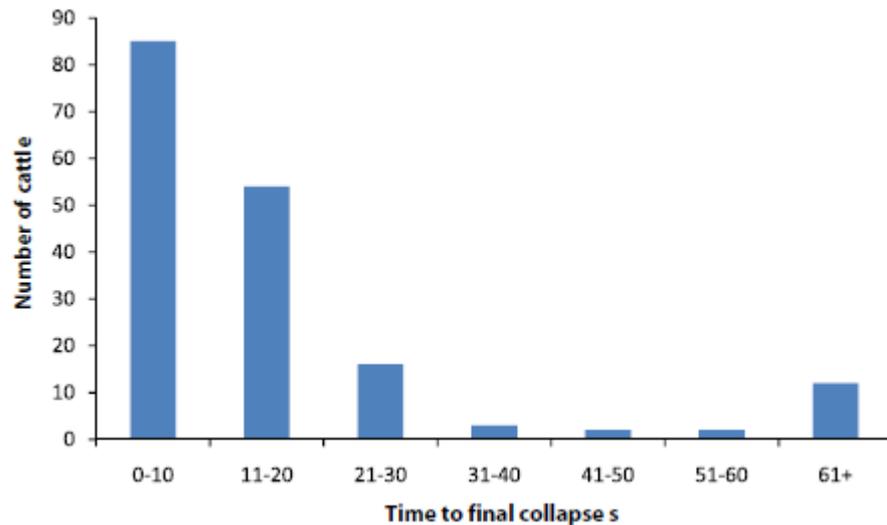


Figure 1 : d'après Gregory *et al.* (2010) : Nombre des bovins effondrés (sur 174) en fonction du temps suivant la jugulation (rituel halal). (Number of cattle = nombre de bovins qui s'effondrent; Time to final collapse s : durée en seconde jusqu'à l'effondrement final)

Comme indiqué au point 1.3.2, la diminution de la pression artérielle dépend de la vitesse de la perte de sang (occlusions), mais aussi des mécanismes compensatoires physiologiques de l'animal. Des variations dans ces deux facteurs peuvent expliquer la grande variabilité entre animaux, au sein d'une même étude et entre études, dans la vitesse de perte de conscience (Tableau 1). D'autres sources de variation correspondent à l'utilisation de différents indicateurs pour évaluer l'état de conscience.

**Tableau 1 : Délais de perte de conscience chez des bovins après jugulation  
(selon différentes publications)**

Type et nombre d'animaux	Délai entre la jugulation et la perte de conscience	Paramètres utilisés	Remarques	Source
<i>veaux</i>				
8 veaux (1 semaine)	24s (1 animal)	amplitude de l'EEG incompatible avec la conscience	123 - 323 s : signes de retour de conscience	Newhook et Blackmore, 1982
	65-85 s (7 animaux)			
	132-336 (8 veaux)	EEG isoélectrique		
10 veaux (40-60 kg)	> 18 s (10 veaux)	premiers changements dans l'EEG	problèmes d'efficacité de la saignée	Schulze <i>et al.</i> , 1978 et Hazem <i>et al.</i> , 1977 (cf.Dialrel, 2010)
	23 s (7 veaux)	EEG isoélectrique		
8 veaux (30-40 kg)	17 ± 4 s (12-23)	perte de PES		Gregory et Wotton, 1984
	23 ± 11s (14-28)	ECoG plat		
1 veau (35-55 kg, 6 semaines)	79 s	EEG < 10µV		Devine <i>et al.</i> , 1986
6 veaux (4-6 semaines)	10 s	ECoG diminué (puissance et fréquence)		Bager <i>et al.</i> , 1992
	49 ± 3.5 s	ECoG plat		
3 veaux (7 jours)	5 - 40 s	perte posture debout	2 veaux avaient les vaisseaux extériorisés pour des raisons expérimentales	Blackmore, 1984*
	30 - 47 s	perte du réflexe de redressement		
822 veaux (2 abattoirs, 6 techniques d'abattage rituel)	13,9 ± 0,3 - 24,1 ± 1,1s	perte de posture	observations en abattoir	Michard et Mirabito, 2012
	30 à > 60 s	perte des clignements		
	10,4 ± 0,9 - 20,9 ± 0,9 s	apparition de la rotation des yeux		
	0 - 40 s	perte de la réaction à la menace		
<i>Bovins adultes</i>				
8 vaches	7.5 ± 2 s (5-13s)	début d'ondes delta (EEG)	shechita	Daly <i>et al.</i> , 1988
	75 ± 48 s (19-113s)	EEG < 10 µV		
	77 ± 32 s (32-126s)	perte de PES		
	55 ± 32 s (20-102)	perte de PEV		
4 bovins	10,8 ± 0,9	fin de l'ECoG	shechita	Kallweit <i>et al.</i> , 1989
174 bovins	19,5 ± 2,5 s (<10s à > 60s)	Perte de posture debout	10% des animaux > 34 s avant perte de posture définitive	Gregory <i>et al.</i> , 2010

EEG : électroencéphalogramme (recueilli sur le scalp) ;

ECoG : électrocorticogramme (recueilli sur la surface même du cortex);

PES : Potentiels évoqués somesthésiques (activités électriques induites par des stimulations électriques ou mécaniques du corps et recueillies au niveau des cortex somesthésiques, en région pariétale) ;

PEV : Potentiels visuels évoqués (activités électriques induites par des stimulations lumineuses et recueillies au niveau des cortex visuels, en région occipitale).

## 2.2 Éléments réglementaires

Au regard de l'objectif de cette étude et de la question qu'elle traite, les textes réglementaires en vigueur en France (NS 2012-8056) ou ceux dont l'application est imminente (Règlement CE 1099/2009) spécifient :

- Pour le **règlement européen** : « Lorsque les animaux sont mis à mort sans étourdissement préalable, les personnes chargées de l'abattage procèdent à des contrôles systématiques pour s'assurer que les animaux ne présentent aucun signe

*de conscience ou de sensibilité avant de mettre fin à leur immobilisation... » (partie 2 de l'article 5 du chapitre II).*

*Le règlement spécifie à l'article 6 partie 1.6 « que les exploitants précisent les mesures à prendre lorsqu'il ressort des contrôles visés à l'article 5 que l'animal n'a pas été étourdi correctement ou, dans le cas d'animaux abattus conformément à l'article 4 paragraphe 4 (i.e. mise à mort sans étourdissement préalable), qu'il présente encore des signes de vie. ».*

Le règlement européen ne fournit donc pas de durée pour la perte de conscience. Il fixe une obligation de résultat : la perte de conscience effective et vérifiée de chaque animal avant la mise en œuvre des opérations suivantes.

- Pour la Note de service N2012-8056 modifiée : *« la durée minimale acceptable d'immobilisation après jugulation est de 45 secondes. Le respect de cette durée minimale ne se substitue pas au contrôle par l'opérateur de la perte de conscience à l'issue de cette durée. L'animal ne sera libéré du piège que s'il est inconscient lors de ce contrôle. Si l'animal est encore conscient au delà de 90 secondes après la phase de jugulation, il est probable qu'il fasse partie des exceptions présentant une perte de conscience très retardée et un étourdissement complémentaire devra être alors systématiquement réalisé. »* L'étourdissement doit donc toujours être possible.

La même note de service précise qu'il est recommandé de laisser l'animal *« sur la zone d'affalage pendant 45 secondes supplémentaires. »*

Ce document rappelle enfin que *« la mise en place des modes opératoires normalisés est un outil permettant d'atteindre les objectifs de protection animale fixés par la réglementation, notamment européenne qui prévoit une obligation de résultats. »*

### **3) Réponses aux questions posées**

#### **3.1 Éléments pris en considération pour répondre à ces questions**

Le GECU a adopté deux préalables pour l'expertise des questions posées par la saisine :

- Le règlement européen ne fournit pas de durée pour la perte de conscience. Il fixe une obligation de résultat et non une obligation de moyens : la perte de conscience effective et vérifiée de chaque animal avant la mise en œuvre des opérations suivantes. Il faut donc baser la décision d'action sur l'observation de signes de conscience et pas uniquement sur des règles de temps fixes. Ceci, d'autant plus qu'il est nécessaire de se préoccuper des animaux perdant conscience tardivement et pas seulement de la durée moyenne de perte de conscience des animaux (Veissier *et al.*, 2011)
- Des travaux récents (Gibson *et al.*, 2009a ; 2009b) soutiennent l'hypothèse du caractère douloureux d'une section large de la peau et des tissus chez un animal vigile, telle que pratiquée lors de l'abattage sans étourdissement. L'atteinte à l'intégrité des tissus est une composante essentielle de la définition de la douleur. L'objectif doit être de mettre en œuvre tous les moyens permettant de limiter cette douleur, notamment en limitant le nombre d'incisions et en parvenant à un état d'inconscience le plus rapidement possible.

Cela donne beaucoup de responsabilités aux opérateurs, d'une part, et implique la nécessité de vérifier que les consignes et règles sont bien respectées, d'autre part.

### 3.2 Indicateurs de perte de conscience utilisables en abattoir

Un certain nombre d'indicateurs cliniques sont associés aux états de conscience et d'inconscience (cf. paragraphe 2.1.1.). Cependant, si la présence de la plupart de ces indicateurs témoigne d'un état de conscience, leur absence ne permet pas toujours d'affirmer avec certitude l'état d'inconscience de l'animal. De plus, l'utilisation de critères simples et efficaces permettant de vérifier la perte de conscience d'un bovin est rendue difficile par les contraintes d'organisation des postes d'abattage.

Le GECU propose que les signes suivants soient, en pratique, pris en considération :

- **La posture debout** : la perte de posture debout est le premier indicateur du processus de perte de conscience, mais il faut se donner les moyens de l'observer (difficultés liées au piège enserrant l'animal). Le relâchement progressif du piège pour vérifier la perte de posture de l'animal est un moyen recommandé s'il peut être développé techniquement.
- **Les mouvements que l'on peut considérer comme intentionnels** : tels que les tentatives de redressement, le suivi du regard, le clignement répété des paupières. La signification des autres signes décrits dans la littérature, et leur intérêt pour caractériser l'état d'inconscience restent à confirmer.
- **Le réflexe cornéen** : l'absence du réflexe cornéen signifie que l'animal est inconscient, mais sa persistance ne signifie pas forcément que l'animal est encore conscient.
- **La respiration rythmique** : l'absence de respiration rythmique signifie, comme l'absence du réflexe cornéen, que le système nerveux est fonctionnellement anéanti. De plus, l'absence de respiration, pendant plus de 4 minutes est un indicateur indirect de la mort de l'animal (dommages irréversibles du cerveau).

### 3.3 Fixation de délais pour les différentes opérations

Après jugulation, la décision de relâcher l'animal du piège ou de l'étourdir doit reposer sur l'association d'une durée minimale de contention après la jugulation et de l'évaluation de l'état de conscience/inconscience de l'animal.

La fixation d'une durée de contention minimale a plusieurs avantages. Elle évitera que l'opérateur commence l'évaluation de l'état de conscience de l'animal trop tôt après la jugulation. Elle permettra à l'opérateur de prendre le temps nécessaire pour effectuer les observations sur l'animal. Par exemple, la perte de posture définitive nécessite une certaine durée d'observation. Enfin, s'inscrivant de manière plus globale dans la cadence de la chaîne de l'abattage, elle permettra une régularité du travail de l'opérateur, ce qui limite le nombre de décisions à prendre par celui-ci et par conséquent, favorise la régularité.

#### 3.3.1. Durée minimale de contention de l'animal entre jugulation et affilage

La durée réglementaire en France (NS 2012-8056) entre la jugulation et la libération du piège est au minimum de 45s. Le guide de bonnes pratiques propose de limiter ce temps minimum à 30s pour les veaux.

L'ensemble de la littérature met en évidence une grande variabilité du temps entre la jugulation et la perte de conscience. Celle-ci dépend de facteurs connus tels que les mauvaises incisions, les occlusions et le niveau de stress des animaux. Cependant, même lorsque tous ces facteurs sont connus et contrôlés, la variabilité individuelle reste très importante.

Les données bibliographiques indiquent que la perte de posture debout, définitive, est observée à 34 secondes pour 90% des animaux (Gregory *et al.*, 2010 données

schématisées en figure 1). La perte de posture observée et schématisée en figure 1 n'étant que le premier signe vers la perte de conscience, on peut considérer que plus de 10% des animaux sont encore conscients au-delà de 30s.

Un changement de pente de la courbe reliant les barres de l'histogramme de perte de posture (figure 1) est noté à 30s. C'est à partir de ce moment qu'il est pertinent de relever les critères d'inconscience des animaux. Ainsi, il apparaît nécessaire que la contention de l'animal soit maintenue jusqu'à 45s, le point clé de la fixation de ce délai étant que l'opérateur puisse avoir le temps de s'assurer du niveau d'inconscience de l'animal avant l'arrêt de la contention.

Le GECU rappelle que le règlement 1099/2009, dans son article 5.2, prévoit que « *lorsque les animaux sont mis à mort sans étourdissement préalable, les personnes chargées de l'abattage procèdent à des contrôles systématiques pour s'assurer que les animaux ne présentent aucun signe de conscience ou de sensibilité avant de mettre fin à leur immobilisation* ».

L'évaluation de la perte de conscience progressive de l'animal se fait à l'aide d'un certain nombre d'indicateurs. Le GECU considère que l'animal peut être affalé **si plusieurs des signes suivants sont observés** :

- Perte de la posture debout :
  - o L'opérateur doit réaliser les gestes nécessaires pour évaluer la capacité de l'animal de se tenir debout : relâchement progressif du système de contention du corps (éventuellement de la mentonnière).
  - o L'opérateur doit s'assurer que la perte de la station debout est directement liée à la perte de sang et non pas à des facteurs extérieurs à la saignée, (animal qui se débat ou glissades).
  - o L'opérateur doit vérifier la perte de la posture debout sans tentatives de redressement de la part de l'animal.
- Absence des signes de conscience : l'opérateur doit vérifier l'absence de poursuite visuelle par l'animal. Eventuellement, il peut vérifier l'absence de fermeture des yeux à l'approche rapide d'un objet visuel.
- Absence du réflexe cornéen, si la situation le permet
- Si l'équipement le permet, il doit vérifier l'absence de respiration.

### 3.3.2 Devenir des animaux encore conscients au-delà du délai minimal de contention

Diminuer le délai entre la jugulation et l'ouverture du piège pourrait être une mesure efficace pour réduire la durée durant laquelle les veaux perçoivent les informations sensorielles issues de leurs nocicepteurs, **sous réserve** que leur état d'inconscience puisse alors être évalué et qu'un étourdissement complémentaire à la jugulation, dit de soulagement, soit effectivement et systématiquement pratiqué lorsque les animaux sont toujours conscients à la fin de cette période.

Toutefois, réduire la période de contention post-jugulation peut conduire à un nombre important d'animaux toujours conscients et nécessitant donc d'être étourdis. Cette mesure est susceptible d'entraîner un déclassement des carcasses correspondantes et donc la réticence des professionnels à appliquer ces mesures palliatives, ou à augmenter le nombre d'animaux abattus sans étourdissement préalable, pour atteindre les objectifs de l'abattoir.

**En conclusion**, les résultats disponibles et les conditions de travail en abattoir ne permettent pas de réduire de 45s à 30s la durée d'immobilisation des animaux après la

jugulation, car l'ouverture du piège vers la zone d'affalage à 30s ne permet pas à l'opérateur d'observer efficacement les signes de perte de conscience et un trop grand nombre d'animaux sont susceptibles d'être étourdis, car encore conscients à 30s. Il convient donc de conserver une durée de contention de 45s, telle que mentionnée dans la NS 2012-8056 modifiée.

Les experts soulignent l'importance de fixer des recommandations minimum et maximum, en matière de pourcentage d'animaux encore conscients, à la fin de la période d'observation à 45s post-jugulation, même si ces valeurs ne peuvent être fournies aujourd'hui en l'absence de données d'abattoirs français suffisantes. Le GECU considère en effet d'une part qu'un taux trop faible d'animaux encore conscients, 45s après jugulation, évoque un défaut d'évaluation de l'état de conscience des animaux et d'autre part, qu'un taux trop élevé reflète un mauvais procédé de jugulation qu'il faut corriger.

Enfin, le GECU souligne que l'analyse des données actuellement disponibles ne permet pas de différencier, sur une base objective, les indications portant sur les veaux et sur les gros bovins.

### 3.3.3 *Durée minimale à respecter entre la jugulation et le début de l'habillage*

La note de service NS 2012-8056 modifiée précise que « *L'habillage ne peut être réalisé que si l'animal ne présente plus de signe de vie* ».

Les experts ont souligné l'importance d'une partition de la période entre jugulation et habillage, en tenant compte des temps opératoires (durée entre la jugulation et la fin de l'immobilisation / durée dans la zone d'affalage, entre la sortie du piège et le hissage / durée entre le hissage et le début de l'habillage) et de ne pas fixer une seule valeur de temps globale.

Après avoir estimé le délai minimal d'immobilisation après jugulation (*cf.* paragraphe 3.3), le délai entre ouverture du piège et suspension pour habillage a ensuite été étudié.

Une fois le piège ouvert, l'animal est laissé en observation sur la zone d'affalage afin de vérifier son état d'inconscience. Les animaux encore conscients, du fait d'une reprise de conscience ou d'une mauvaise évaluation dans la phase précédente, doivent alors être repérés par les opérateurs, afin de procéder à un étourdissement.

Les opérateurs veillent à ce que les animaux puissent glisser sur le tapis d'affalage sans secousses violentes. Ces dernières sont potentiellement à l'origine de retour de flux sanguin vers le système nerveux central, susceptible alors d'engendrer de pseudos réflexes d'échappement (mouvements des pattes), sans reprise de conscience, mais souvent trompeurs.

Sur la zone d'affalage, il a été admis que trois critères devraient être respectés simultanément :

- L'absence de signes de conscience (tentatives éventuelles de redressement, poursuite du regard, clignement des paupières),
- L'absence de respiration spontanée rythmée,
- L'absence de réflexe cornéen.

La note de service N2012-8056 modifiée préconise sur ce point de laisser l'animal « *en observation sur la zone d'affalage pendant 45 secondes supplémentaires avant de le hisser pour se prémunir du risque de reprise de conscience dans les 90 secondes suivant la jugulation* ».

Le GECU n'a pas connaissance, au moment de l'expertise, de l'existence de données scientifiques permettant de proposer une durée autre que celle actuellement en vigueur, selon cette note de service.

L'absence de l'ensemble des signes énoncés ci-dessus, durant le délai réglementaire, atteste de l'inconscience et de l'absence de sensibilité de l'animal, autorisant les opérateurs à suspendre le corps de l'animal pour la phase d'égouttage suivie des opérations d'habillage.

La phase suivante d'égouttage étant d'une durée de 3 minutes (Arrêté du 18 décembre 2009), l'addition de la durée des trois phases précédant le début de l'habillage correspond donc à une durée totale entre jugulation et début d'habillage de 4mn 30s :

- Durée d'estimation de la perte de conscience (en contention) : 45 secondes.
- Durée de confirmation de la perte de conscience (sur la zone d'affalage avant suspension) : 45 secondes.
- Durée d'égouttage : 3 minutes.

Le délai, compté à partir du relâchement du piège, est de 3mn 45s. Il conduit à des lésions cérébrales irréversibles et à la mort (Sugar et Gerard, 1938 ; Kempinsky, 1954 ; Meyer, 1957 ; Lowry *et al.*, 1964 ; Lipton, 1999, Safar et Tisherman, 2002 ; Madl et Holzer, 2004)

### **3.4 Scénarios pour la durée de contention post-jugulation**

Afin de proposer des recommandations, le GECU a élaboré différents scénarios dans le cadre dérogatoire de l'abattage rituel. Ceux-ci ne prennent pas en compte les exigences rituelles de chaque culte, qui ne sont pas connues avec précision par les experts. Les conséquences de ces scénarios pour les animaux sont évaluées à partir des quelques éléments chiffrés disponibles dans la bibliographie.

Pour les comparer, deux paramètres ont été considérés :

- Le premier est le délai moyen entre la première jugulation et la perte de conscience. Ce paramètre est fréquemment retenu par les auteurs, tout en sachant que les distributions de délai avant la perte de posture ne sont pas symétriques mais fortement dissymétriques. Ce fait rend plus délicat la libération précoce du piège. Deux durées sont retenues, la durée moyenne avant l'inconscience et la durée maximale avant l'inconscience.
- Le second paramètre est la proportion d'animaux conscients après 30s. C'est ce groupe d'animaux qui risque de rester le plus longtemps dans une situation douloureuse et qui demande la plus grande attention.

Les données retenues sont estimées à partir de la publication de Gregory *et al.* (2010). La figure 1 du présent avis reprend l'histogramme du nombre d'animaux effondrés après des durées croissantes en secondes suivant la jugulation. Dans cette étude les deux autres critères à observer, recommandés dans le présent avis (absence d'autres signes de conscience, absence du réflexe cornéen), ne sont pas utilisés, ce qui permet de penser que le taux réel d'animaux conscients est en fait supérieur au taux d'animaux non effondrés constaté.

Les différents scénarios considérés sont :

- Scénario a : Tous les veaux sont étourdis juste après la jugulation. Cette procédure est pratiquée dans certains pays, en particulier européens, et dans certains abattoirs français. Il est supposé qu'il faut environ 5 secondes pour étourdir les animaux après la jugulation, ce qui limite au maximum la douleur post- jugulation.

- Scénario b : Les veaux sont étourdis à la fin de la période de 45s, lorsque les critères retenus observés permettent de conclure que les veaux sont encore conscients.
- Scénario c : Les veaux ne sont pas étourdis. La libération du piège s'effectue après une durée minimale de 45s et lorsque les critères d'inconscience retenus observés permettent d'assurer que les veaux sont effectivement inconscients.

Tableau 2 : Conséquences de différents scénarios de mise à mort des veaux en fonction du délai entre la jugulation et un étourdissement éventuel

Scénario	Durées moyenne et maximale avant l'inconscience (secondes) <sup>3</sup>	Pourcentage d'animaux conscients 45s après la jugulation
a : Etourdissement juste après la jugulation	5 - 5	0
b : Etourdissement si conscience à 45s	14,4 - 45	0
c : Pas d'étourdissement	19,3 - 250	10

D'importantes différences en termes de durée de conscience et donc de douleur pour les veaux sont observées entre les scénarios :

- Le scénario a permet de minimiser la durée pendant laquelle le veau est exposé à de la douleur, lorsque la jugulation est effectuée sur un veau non étourdi.
- Le scénario b permet un temps avant l'inconscience plus court que dans le scénario c, bien que ce temps soit plus élevé que dans le scénario a.
- Le scénario c est celui qui laisse le plus longtemps un pourcentage non négligeable (10%) des veaux dans une situation douloureuse.

Le GECU conclut de cette analyse que le scénario a est celui qui est préférable. A défaut, et dans le contexte de cette saisine, le scénario b pourrait être retenu. Il est souhaitable de ne pas retenir le scénario c.

## **4) Conclusions et recommandations**

### **4.1 Conclusions**

En préambule de ses conclusions,

- Le GECU souligne une nette insuffisance de données disponibles, concernant la diversité des pratiques d'abattage et les matériels utilisés dans les différents établissements français. De plus le GECU est conscient des difficultés pratiques que peut poser l'observation de l'état de conscience des animaux en abattoir. Cependant, en l'absence de données disponibles, ces difficultés n'ont pu être prises en considération avec précision.

<sup>3</sup> Ces données ont été estimées à partir des résultats de Gregory *et al.* (2010) et de Michard et Mirabito (2012).

- Si la présente saisine porte sur l'abattage des veaux sans étourdissement préalable, les experts notent qu'au regard des connaissances actuelles, il n'est pas possible de distinguer les veaux des bovins adultes vis-à-vis des questions posées par la saisine. Par ailleurs, le GECU rappelle que cette expertise ne concerne pas d'autres espèces animales.
- Enfin, les experts du GECU rappellent l'importance du contexte de la mise à mort d'un animal à l'abattoir et son effet sur l'état émotionnel des animaux, qui influencent le temps nécessaire à l'obtention de leur perte de conscience. Le caractère très précis des questions de la DGAI et la situation d'urgence imposée par la saisine n'ont pas permis de consacrer le temps nécessaire à cette analyse.
- En matière d'expertise, le GECU souligne le fait qu'au regard des disciplines mobilisées pour le traitement de la présente saisine, les informations produites se placent du point de vue du vécu sensoriel de l'animal, avec pour objectif de minimiser la douleur et la détresse.
- Dans ce domaine, il n'est pas suffisant de s'intéresser à la moyenne des animaux. L'obligation de résultat doit s'appliquer à tous les individus, pour lesquels il s'agit de limiter les douleurs liées à l'abattage. Le doute sur son état de conscience à un moment donné du processus devra profiter à l'animal.

Au regard des questions posées, le GECU émet les conclusions suivantes :

- Concernant les indicateurs à prendre en compte pour vérifier l'état d'inconscience des veaux, l'ensemble des signes suivants doit être recherché :
  - Perte de la posture debout ;
  - Absence de mouvements considérés comme intentionnels tels que les tentatives de redressement, le suivi du regard, le clignement répété des paupières ;
  - Absence de réflexe cornéen ;
  - Absence de respiration rythmique.
- Concernant la durée de la contention post-jugulation, les résultats disponibles et les conditions de travail en abattoir ne permettent pas de justifier la prise en compte d'une durée de 30s. Pour permettre à l'opérateur de vérifier l'état d'inconscience de l'animal avant de le libérer en zone d'affalage, il convient de conserver une durée d'observation de 45s pour les veaux, identique à celle proposée pour l'ensemble des bovins et mentionnée dans la NS 2012-8056 modifiée.
- Concernant la durée séparant la jugulation de l'habillage, les experts ont souligné l'importance de ne pas fixer une seule valeur de temps globale pour cette période et d'en respecter une partition en tenant compte des temps opératoires.

Le GECU n'ayant pas connaissance, au moment de l'expertise, de l'existence de données scientifiques qui permettent de proposer pour les veaux, une durée autre que celle actuellement en vigueur pour l'ensemble des bovins dans la NS 2012-8056 modifiée, il confirme que les durées minimales à prendre en compte sont les suivantes :

- Durée d'estimation de la perte de conscience (en contention) : 45 secondes.
- Durée de confirmation de la perte de conscience (sur la zone d'affalage avant suspension) : 45 secondes.
- Durée d'égouttage : 3 minutes.

La durée totale minimale entre jugulation et début d'habillage est donc de 4mn30s.

#### **4.2 Recommandations**

Le GECU rappelle que le standard pour limiter la douleur au moment de l'abattage est le recours à l'étourdissement avant jugulation. Lors d'abattage rituel dérogatoire, les principes en matière de protection animale doivent conduire à rechercher les moyens adéquats pour laisser l'animal en situation douloureuse le moins longtemps possible.

C'est la raison pour laquelle les experts, dans ce cadre, recommandent de pratiquer un étourdissement des veaux juste après la jugulation.

Dans le cas où cette mesure n'est pas possible, le GECU recommande de pratiquer un étourdissement sur les animaux encore conscients au-delà de la période de contention de 45 secondes.

En outre, le GECU recommande de fixer des valeurs minimum et maximum en matière de pourcentage d'animaux encore conscients après la période de contention de 45 secondes, même si celles-ci ne peuvent être fournies aujourd'hui en l'absence de données suffisantes. Le GECU considère en effet, d'une part qu'un taux trop faible d'animaux encore conscients, 45s après jugulation, évoque un défaut d'évaluation de l'état de conscience des animaux et d'autre part, qu'un taux trop élevé reflète un mauvais procédé de jugulation qu'il faut corriger.

Afin de progresser dans l'obtention de données exploitables, les experts recommandent que soient pratiqués des essais de terrain permettant de comparer les différents délais sus-cités, au moyen de protocoles préalablement établis et validés.

### **1. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE**

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions et recommandations du Gecu.

**Le directeur général**

Marc Mortureux

## MOTS-CLES

Protection animale des bovins à l'abattoir, veaux de boucherie, jugulation, étourdissement, habillage, durée minimale de contention, indicateurs de perte de conscience, délais de perte de conscience.

## GLOSSAIRE

### Abattage

Fait de mettre à mort un animal par saignée.

(Code rural et de la pêche maritime, articles R. 214-63 à R. 214-81).

### Accrochage

Lorsque l'animal est couché sur le sol suite à l'affalage, une chaîne est accrochée à un de ses membres postérieurs. (Bourguet C., 2012).

### Affalage

Le piège est ouvert par le côté et l'animal est évacué du piège, généralement par le biais d'une plateforme inclinée. (Bourguet C., 2012).

### Animal « alerté »

Animal présentant un niveau de vigilance, d'attention généralisée

### Couloir d'abattage (ou d'emmenée)

Couloir conduisant au piège d'étourdissement ou de saignée. (Bourguet C., 2012).

### Egouttage

Écoulement du sang des vaisseaux sanguin par gravité sans intervention du cœur qui a cessé de battre. (B. Houlier, 1998)

### Habillage

L'habillage d'un animal de boucherie consiste à préparer, apprêter la carcasse\* dudit animal pour les usages auxquels sont destinées ses différentes parties. (Agence canadienne d'inspection des aliments, Manuel des Méthodes de l'Hygiène des Viandes : <http://www.cfia-acia.agr.ca/francais/animal/meat/mmap/contents2-f.html>).

*\* carcasse : le corps entier d'un animal de boucherie après saignée, éviscération et ablation des extrémités des membres au niveau du carpe et du tarse, de la tête, de la queue et des mamelles ; en outre, pour les bovins, ovins, caprins et solipèdes après dépouillement;*

Les opérations d'habillage ne peuvent intervenir qu'après saignée complète de l'animal. (Code rural et de la pêche maritime).

### Jugulation

Section des carotides et des jugulaires. (Thieri-pige E., 2009). Le geste de jugulation doit être limité à celui nécessaire pour la saignée uniquement : en aucun cas le sacrificateur ne doit poursuivre en une opération de tranchage du cou et des vertèbres cervicales, ces opérations étant particulièrement douloureuses. (NS 2012-8056 du 13 mars 2012 modifiée).

### Mesures correctives

Action(s) mise(s) en œuvre lorsqu'une surveillance révèle la perte de maîtrise de l'étape du processus (saignée).

La NS 2012-8056 du 13.03.2012 précise : « en cas d'échec de l'incision, notamment si tous les vaisseaux ne sont pas sectionnés, il est recommandé que le sacrificateur réalise immédiatement une seconde incision. Les observations des pratiques conduites dans le cadre d'études scientifiques montrent que jusqu'à 3 passages de la lame peuvent parfois être nécessaires pour que les principaux vaisseaux soient correctement sectionnés. Des échecs fréquents ou répétés doivent cependant amener à s'interroger sur la compétence du sacrificateur ».

### **Piège**

Dispositif d'immobilisation mécanique permettant de contenir l'animal sans intervention humaine, ni liens (qui sont interdits, annexe II, point 2 de l'arrêté ministériel du 12 décembre 1997).

L'immobilisation mécanique a pour but de permettre la contention de l'animal, et une bonne présentation de sa gorge afin que le sacrificateur puisse avoir un geste efficace, et d'éviter les mouvements de l'animal depuis la jugulation jusqu'à la perte de conscience. (NS 2012-8056 du 13 mars 2012 modifiée).

Le Code rural et de la pêche maritime décrit dans son article R. 214-74 : « 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 ».

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. (modifié par l'arrêté du 28 décembre 2011) précise dans son annexe II que les matériels utilisés pour l'immobilisation des animaux doivent :

- « a) Etre en toutes circonstances immédiatement efficaces dans leur emploi en vue d'épargner aux animaux toute douleur, souffrance et excitation, ainsi que toute blessure ou contusion ;
- b) Etre d'un maniement facile permettant un rythme de travail satisfaisant ;
- c) Etre peu bruyants ;
- d) Permettre une saignée aussi complète que possible ».

### **Piège rotatif**

Box individuel métallique utilisé pour procéder à la saignée religieuse des bovins. L'extrémité du piège est une fenêtre ne laissant dépasser que la tête et la gorge de l'animal. Une mentonnière relève la tête de l'animal afin de maintenir le cou tendu. Sur les côtés et l'arrière, des parois s'ajustent contre le corps de l'animal afin de le maintenir totalement. Le piège est ensuite retourné selon un axe horizontal de 90 ou 180° (selon les pièges). L'animal ainsi positionné est donc sur le côté ou sur le dos lors de la saignée. (Bourguet, C., 2012).

### **Saignée**

D'un point de vue « bien-être animal », la saignée est l'opération unitaire qui doit conduire à la mort de l'animal sans souffrance. L'article R214-70 du Code rural (Livre II, Chapitre IV, Section IV) précise que « la saignée commence le plus tôt possible après l'étourdissement et en tout état de cause avant que l'animal ne reprenne conscience ».

D'un point de vue sécurité et qualité des viandes, la saignée est une opération unitaire obligatoire qui doit permettre impérativement la section des veines jugulaires et des deux artères carotides de l'animal pour conduire à une exsanguination rapide et complète des masses musculaires de l'animal. L'évacuation du sang se fait grâce aux contractions cardiaques. (Espallargas., S., 2009)

### **Potentiel électrique évoqué**

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 (INRA, 2009).

**Réflexe cornéen**

Clignement des paupières à la suite de l'effleurement de la cornée.

**Suspension**

L'animal est hissé sur un rail par un des membres postérieurs, la tête en bas.

Lors des abattages conventionnels, la saignée a lieu suite à la suspension. (Bourguet C., 2012).

**BIBLIOGRAPHIE**

- Anil M., McKinsty J., Wotton S., Gregory N. 1995 (a). *Welfare of calves - 1. Investigations into some aspects of calf slaughter*. Meat Sci.41(2):101-12.
- Anil M., McKinsty J., Gregory N., Wotton S., Symonds H. 1995 (b). *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 Sci.41(2):113-23.
- Bager F., Braggins T., Devine C., Graafhuis A., Mellor D., Tavener A., Upsdell M. 1992. *Onset of insensibility at slaughter in calves: effects of electroplectic seizure and exsanguination on spontaneous electrocortical activity and indices of cerebral metabolism*. Res Vet Sci. 52(2):162-73.
- Blackmore D. 1984. *Differences in behaviour between sheep and cattle during slaughter*. Res Vet Sci. 37(2):223-6.
- Bourguet C., Deiss V., Cohen-Tannugi C., Terlouw C. 2011. *Behavioural and physiological reactions of cattle in a commercial abattoir: relationships with context and animal characteristics*. Meat Sci. 88: 158-168.
- Bourguet C. 2012. *Thèse de doctorat d'Université : Stress pendant la période d'abattage chez les bovins : rôle de la réactivité émotionnelle et des facteurs environnementaux*. Soutenue le 18.07.2012. Ecole doctorale des sciences de la vie et de la santé . <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/71/87/86/PDF/2010CLF22079.pdf>
- Craig A. 2002. *How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body*. Nat Rev Neurosci. 3(8):655-66. Review.
- Craig A. 2009. *Emotional moments across time: a possible neural basis for time perception in the anterior insula*. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 364(1525):1933-42. Review.
- Cruccu G., Leardi M., Ferracuti S., Manfredi M. 1997. *Corneal reflex responses to mechanical and electrical stimuli in coma and narcotic analgesia in humans*. Neurosci Lett. 24:222(1):33-6.
- Daly C., Kallweit E., Ellendorf F. 1988. *Cortical function in cattle during slaughter: conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared with shechita slaughter*. Vet Rec. 122(14):325-9.
- Devine C., Tavener A., Gilbert K., Day A. 1986. *Electroencephalographic studies of adult cattle associated with electrical stunning, throat cutting and carcass electro-immobilization*. N Z Vet J. 34(12):210-3.
- Dialrel 2010 : von Holleben K, von Wenzlawowicz M., Gregory N., Anil H., Velarde A., Rodriguez P., Cenci Goga B., Catanese B., Lambooi B. *Report on good and adverse practices Animal welfare concerns in relation to slaughter practices from the viewpoint of veterinary sciences*. Report. 80 pages.
- EFSA 2004 : *Welfare aspects of animal stunning and killing methods - 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*. EFSA-Q-2003-093, [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1178620775454.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178620775454.htm), 241 pp.

- Espallargas S. 2009. *Thèse de doctorat vétérinaire : De l'étourdissement des ruminants de boucherie par électronarcose conséquences pour l'animal et sa carcasse. Une synthèse bibliographique. Soutenue le 02.02.2009.* Ecole nationale vétérinaire de Nantes.  
[http://www.abattagerituel.com/pdf/These\\_electronarcose.pdf](http://www.abattagerituel.com/pdf/These_electronarcose.pdf)
- Faugeras F., Rohaut B., Weiss N., Bekinschtein T., Galanaud D., Puybasset L., Bolgert F., Sergent C., Cohen L., Dehaene S., Naccache L. 2011. *Probing consciousness with event-related potentials in the vegetative state.* Neurology. 77(3):264-8.
- Fox R., Beall E., Bhattacharyya P., Chen J., Sakaie K. 2011. *Advanced MRI in multiple sclerosis: current status and future challenges.* Neurol Clin. 29(2):357-80. Review.
- Galanaud D., Naccache L., Puybasset L. 2007. *Exploring impaired consciousness: the MRI approach.* Curr Opin Neurol. 20(6):627-631.
- Gibson T., Johnson C., Murrell J., Chambers J., Stafford K., Mellor D. 2009 (a). *Components of electroencephalographic responses to slaughter in halothane-anaesthetised calves: Effects of cutting neck tissues compared with major blood vessels.* N Z Vet J. 57(2), 84-89.
- Gibson T., Johnson C., Murrell J., Mitchinson S., Stafford K., Mellor D. 2009 (b). *Electroencephalographic responses of halothane-anaesthetised calves to slaughter by ventral-neck incision without prior stunning.* N Z Vet J. 57(2), 77-83.
- Grandin T. et Regenstein J. 1994. *Religious slaughter and animal welfare: a discussion for meat scientists.* Meat Focus Int. 3: 115-123.
- Grandin T. 2010. *Improving animal welfare: A Practical Approach.* CABI Publishing. Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Gregory N. et Wotton S. 1984. *Time to loss of brain responsiveness following exsanguination in calves.* Res Vet Sci. 37(2):141-3.
- Gregory N. 2005. *Recent concerns about stunning and slaughter.* Meat Sci. Jul;70(3):481-91. Epub Apr 20.
- Gregory N., Fielding H., von Wenzlawowicz M., von Holleben K. 2010. *Time to collapse following slaughter without stunning in cattle.* Meat Sci. 85(1):66-9.
- Gregory N., Schuster P., Mirabito L., Kolesar R., McManus T. 2012. *Arrested blood flow during false aneurysm formation in the carotid arteries of cattle slaughtered with and without stunning.* Meat Sci. 90(2):368-72.
- Hazem, A., Groß, R., Schulze, W. 1977. *Objektivierung von Schmerz und Bewusstsein im Rahmen der konventionellen und rituellen Schlachtung von Wiederkäuern - Abschlussbericht über den Forschungsauftrag.* 108 pp. (In : Dialrel, 2010. Report on good and adverse practices – Animal Welfare concerns in relation to slaughter practices from the viewpoint of veterinary sciences).
- Houlier B. 1998. *Récolte et Traitement du sang des abattoirs : description des procédés.* Editions CEMAGREF. Clermont-Ferrand. 2<sup>ème</sup> édition. 147 p.
- IASP (International Association for the Study of Pain – Association internationale pour l'étude de la douleur). 1979. *Troisième partie : « terminologie de la douleur, liste actuelle comprenant définitions et remarques sur l'usage des termes ».* Classification de la douleur chronique, 2e édition. pp 209-214. ("Part III: Pain Terms, A Current List with Definitions and Notes on Usage" (pp 209-214) Classification of Chronic Pain, Second Edition, edited by H. Merskey and N. Bogduk, IASP Press, Seattle, © 1994).
- INRA. 2009. Le Neindre P., Guatteo R., Guémené D., Guichet J.-L., Latouche K., Leterrier C., Levionnois O., Mormede P., Prunier A., Serrie A., Serviere J. *Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage. Expertise scientifique collective, rapport d'expertise.* [http://www.inra.fr/l\\_institut/expertise/expertises\\_realisees/douleurs\\_animales\\_rapport\\_d\\_expertise](http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise), 339 pp.

- Kallweit E., Ellendorf F., Daly C., Smidt D. **1989**. [Physiologic reactions during the slaughter of cattle and sheep with and without stunning]. [Article in German] Dtsch Tierarztl Wochenschr. 96(3):89-92.
- Kempinsky W. **1954** Steady potential gradients in experimental cerebral vascular occlusion. *EEG Clin. Neurophysiol.* 6:375-388.
- Lipton P. **1999**. Ischemic cell death in brain neurons. *Physiol Rev.* 79(4):1431-568.
- Lieben, S. **1925**. Ueber das Verhalten des Blutdruckes in den Hirngefäßen nach Durchschneidung des Halses. (Schächtschnitt der Juden). *Monatsschrift Tierheilkunde* 31, 481-496. (In : Dialrel, 2010. Report on good and adverse practices – Animal Welfare concerns in relation to slaughter practices from the viewpoint of veterinary sciences.)
- Lowry O., Passonneau J., Hasselberger F., Schulz D. **1964**. Effect of ischemia on own substrates and cofactors of the glycolytic passway in brain.. *J Biol Chem.* 239:18-30.
- Madl C. et Holzer M. **2004** Brain function after resuscitation from cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care.* 10(3):213-7. Review.
- Merskey H., Bogduk N. **1994**. *Classification of Chronic Pain*. IASP Press Seattle, WA .
- Meyer J. **1957** Studies of cerebral circulation in brain injury. IV. Ischemia and hypoxemia of the brain stem and respiratory center. *EEG Clin. Neurophysiol.* 9:83-100.
- Michard E. et Mirabito L. **2012**. Bonnes pratiques pour garantir la protection animale lors de l'abattage rituel des bovins, évaluation de la perte de conscience chez le veau. Rapport préliminaire. Institut de l'Elevage. 25p. Bibliothèque INTERBEV.
- Molony V. et Kent J. **1997**. Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *J Anim Sci.* Jan;75(1):266-72.
- Newhook J. et Blackmore D. **1982**. Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves-part 2: The onset of permanent insensibility in calves during slaughter. *Meat Sci.* 6(4):295-300.
- Regenstein, J. **2012**. *The Politics of Religious Slaughter - How Science Can be Misused*. American Meat Science Association.
- Safar P. et Tisherman S. **2002**. Suspended animation for delayed resuscitation *Curr Opin Anaesthesiol.* 15(2):203-10.
- Schulze, W.; Schultze-Petzold, H.; Hazem, A. S.; Groß, R. **1978**. Versuche zur Objektivierung von Schmerz und Bewusstsein bei der konventionellen (Bolzenschussbetäubung) sowie religionsgesetzlichen ("Schächtschnitt") Schlachtung von Schaf und Kalb. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 85, 62-66.
- Sugar O. et Gerard R. **1938**. Anoxia and brain potentials. *J. Neurophysiol.* 1:558-572.
- Thiery-Pige E. **2009**. Thèse de doctorat vétérinaire : Etourdissement électrique des animaux : acceptabilité par les communautés religieuses. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. [http://www.abattagerituel.com/pdf/These\\_etourdissement\\_rituel.pdf](http://www.abattagerituel.com/pdf/These_etourdissement_rituel.pdf)
- Veissier I., Jensen K., Botreau R. Sandøe P. **2011**. Highlighting ethical decisions underlying the scoring of animal welfare in the Welfare Quality® scheme' *Animal Welfare.* 20(1):89-101.
- Wall P. **1979**. On the relation of injury to pain. The John J. Bonica lecture. *Pain,* 6(3): 253-64.
- Zimmerman M. **1986**. Mechanism of Pain development and pain treatment. *Internist.* 27(7):405-411.