

Evaluation de l'origine des mouvements musculaires des bovins après l'étourdissement et pendant la saignée

TERLOUW, E.M.C. (1), BOURGUET, C. (2), DEISS, V.(1)

1. UMRH 1213, INRA de Theix, 63122 St-Genès Champanelle

2. Bureau ETRE, Le Colombier - 63210 Saint Pierre Roche

En France, avant la saignée, les bovins sont généralement étourdis avant d'être saignés. L'absence de certains signes physiques post-étourdissement permet de confirmer l'état d'inconscience. Après l'étourdissement, on observe fréquemment des mouvements des pattes et/ou du cou. La présente étude a examiné leurs liens potentiels avec la profondeur de l'inconscience. Les résultats montrent qu'après l'étourdissement, chez des bovins présentant l'ensemble des signes classiques d'inconscience, les mouvements musculaires, notamment les pédalages, peuvent continuer jusqu'à 3 minutes après le début de la saignée. La section de la moelle épinière chez une partie de ces animaux n'a pas influencé le niveau des mouvements. Ces résultats suggèrent que chez des bovins inconscients après l'étourdissement, les mouvements sont générés dans le tronc cérébral et/ou la moelle épinière. En réaction à la section de la peau et des vaisseaux, certains animaux ont présenté davantage de mouvements. Il s'agit probablement d'une réponse arc-réflexe à la stimulation nociceptive liée à la section, qui passe par la moelle épinière. Chez les animaux qui étaient inconscients depuis plus longtemps cette réponse réflexe était plus prononcée, probablement parce que l'influence inhibitrice du cerveau était plus faible chez ces animaux. En conclusion, sur le rail d'abattage, les mouvements chez des bovins inconscients après l'étourdissement s'apparentent à des réflexes.

In France, cattle are generally stunned before being bled. After the stun, the absence of certain physical signs allows confirmation of the loss of consciousness. After the stun, cattle show frequently movements of the neck and/or legs. The present study evaluated the possible relationships between these movements and the depth of unconsciousness. Results show that following the stun, cattle showing all the classical signs of unconsciousness, movements, specifically leg movements, may continue until 3 minutes after the start of bleeding. Sectioning of the spinal cord in part of these animals did not influence the amount of movements. Results indicate that in stunned unconscious cattle, movements are generated in the brain stem and/or spinal cord. At bleeding, in reaction to the skin cut and sticking, certain animals have increased their movements. This increase is probably a reflex withdrawal response to a nociceptive stimulus. In animals that had been unconscious for longer, this response was more pronounced, possibly because the inhibitory effect of the brain was less strong in these animals. In conclusion, on the slaughter line, the movements observed in cattle that are unconscious after the stun, are reflex-like movements.

INTRODUCTION

En France, avant la saignée, les bovins sont généralement étourdis à l'aide d'un pistolet à tige perforante. L'objectif est de provoquer une perte de conscience immédiate et sans douleur, qui dure suffisamment longtemps pour éviter que l'animal ne reprenne conscience pendant la saignée. La perte de conscience est due à deux phénomènes. Premièrement, lorsque la tige percute le crâne, elle provoque une onde de choc dans le cerveau qui dépolarise une partie des neurones empêchant leur fonctionnement. Deuxièmement, en traversant le cerveau, elle détruit une partie des structures cérébrales. Les hémorragies qui s'en suivent endommagent les structures plus éloignées de la trajectoire de la tige et renforcent l'effet de l'étourdissement (Finnie, 1993; Finnie et al., 2002). Dans des conditions de terrain, l'efficacité de l'étourdissement peut être évaluée à l'aide de certains indicateurs : l'effondrement immédiat, l'absence du réflexe cornéen et l'absence de respiration rythmique sont les indicateurs de l'inconscience décrits comme parmi les plus fiables (Grandin, 2002; Gregory et al., 2007). Lorsque le réflexe cornéen est présent, l'animal n'est pas nécessairement conscient. En revanche, son absence est considérée comme le signe d'un état d'inconscience. D'autres signes sont décrits comme indicateurs supplémentaires mais moins fiables, par exemple, le nystagmus (Gregory et al., 2007).

Après l'étourdissement par tige perforante, les bovins ne sont en général pas immobiles. On peut observer des pédalages des pattes antérieures et postérieures, ainsi que des mouvements du cou (Grandin, 2002; Gregory et al., 2007; Bourguet et al., 2011). On manque de connaissances pour interpréter ces mouvements musculaires. Dans certains cas, ils peuvent indiquer la persistance d'un certain degré de conscience ou d'un retour de conscience après un étourdissement inefficace (EFSA, 2004; Gregory et al., 2007). Dans d'autres cas, ils apparaissent alors que l'ensemble des indicateurs d'inconscience indiquent que l'étourdissement était efficace et l'animal inconscient (Grandin, 2002; Gregory et al., 2007; Bourguet et al., 2011). L'objectif de la présente étude était d'approfondir nos connaissances sur les liens éventuels entre le type ou la quantité de ces mouvements et le niveau d'inconscience de l'animal. Nous avons étudié chez des bovins, après l'étourdissement, les liens entre les indicateurs de l'inconscience et les mouvements musculaires. Ensuite, nous avons étudié le rôle du cerveau dans l'initiation de ces mouvements, en sectionnant la moelle épinière chez des bovins étourdis.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1 ANIMAUX ET PROCEDURES

La première partie de cette étude portait sur 20 vaches et 20 taureaux âgés de $10,2 \pm 0,6$ ans,

majoritairement de race Limousine. La deuxième partie de cette étude portait initialement sur 58 vaches majoritairement de race Limousine et Prim'Holstein ($10,6 \pm 0,5$ ans). Pour 7 des 58 vaches, un ou plusieurs indicateurs d'inconscience n'étaient pas présents après l'étourdissement et ont uniquement été utilisés pour étudier les liens entre la profondeur de l'étourdissement et les mouvements musculaires. Les 51 vaches restantes ont été utilisées pour constituer 3 groupes expérimentaux. Chez 24 vaches, après l'étourdissement, la moelle épinière a été sectionnée entre la première vertèbre et le trou occipital (M). Chez 19 vaches, seule une incision de la peau était effectuée au même endroit (témoins 1 : T1). La section (lot M) ou l'incision (lot T1) avaient lieu lors du hissage, dès que la tête de l'animal ne touchait plus le sol (fin des interventions $29,2 \pm 3,2$ et $22,5 \pm 2,6$ s après le début du hissage, respectivement). Un troisième groupe de 8 vaches restait intact (témoins 2 : T2).

Pour la partie 1, il y avait 3 périodes d'observations : 1. Affalage (début : animal sur le sol ; fin : fin de l'accrochage du postérieur), 2. Hissage (début : fin de l'accrochage correspondant au début du hissage ; fin : départ pour le poste de saignée) et 3. Saignée (début : arrivée au poste de la saignée ; fin : 180 s suivant le retrait final du couteau de la plaie). Pour la partie 2, le début du hissage correspondait à la fin des interventions (M et T1) ou à 16 s avant le départ pour le poste de saignée afin d'obtenir des périodes de durées identiques pour les 3 groupes.

1.2. OBSERVATIONS ET MESURES

1.2.1. mouvements musculaires

Les animaux étaient individuellement filmés depuis l'étourdissement jusqu'à la fin de la saignée à l'aide de deux caméscopes numériques (JVC, GZ-MG 460-SP). Les analyses de ces films ont ensuite été réalisées à l'aide du logiciel The Observer® (Noldus, Wageningen, Pays-Bas), qui permet d'encoder chaque mouvement ou posture (cf Tableau 1). Ce logiciel permet ensuite d'extraire les informations en termes de latence, de fréquence et de durée (% de temps), pour les différentes phases d'observation.

1.2.1. indicateurs d'inconscience.

Pour évaluer l'état d'inconscience des bovins, les indicateurs suivants ont été relevés : 1. effondrement immédiat, 2. absence de respiration régulière et 3. absence de signes oculaires : a) réflexe cornéen, b) rotation des yeux, c) nystagmus, et d) clignement de paupières. Le terme « signes physiques » sera employé pour la présence de respiration ou de signes oculaires. Des scans (observations instantanées) étaient réalisés pour étudier le réflexe cornéen. Deux scans/animal étaient effectués : dès l'affalage et 15 s après le début du hissage. Pour les animaux des groupes M et T1, un scan supplémentaire était effectué immédiatement après l'intervention (section de la moelle ou incision de la peau). Les autres indicateurs étaient relevés en continu, depuis l'étourdissement jusqu'à la fin de la saignée. L'ensemble de ces signes était relevé en direct à l'aide d'un dictaphone numérique (Olympus DM-10 Digital Voice Recorder).

1.2.3. Traitement des données et analyses statistiques.

Les logiciels XLstat (Addinsoft, version 2011.1.03) et SAS (version sasx8, SAS Inst., Cary, NC USA) ont été utilisés pour analyser les données. La fréquence est exprimée par minute et la durée en pourcentage de temps. Les données comportementales (mouvements musculaires, postures et indicateurs d'inconscience) étaient distribuées anormalement et ne pouvaient pas être normalisées : des analyses non paramétriques (Mann-Whitney et Kruskal-Wallis) et des modèles linéaires mixtes généralisés ont donc été utilisés. Pour les comparaisons de proportions d'animaux, le test binomial a été employé. Les latences d'apparition des postures et des mouvements avaient des distributions normales et ont été analysées par analyse de variance. Pour tous les résultats, l'absence d'effet confondu entre les différents facteurs de variation (race, traitement, âge, sexe) a été vérifiée.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. INDICATEURS DE L'INCONSCIENCE

Partie 1. Un taureau ne s'est pas effondré immédiatement et 3 taureaux et 1 vache ont reçu plusieurs tirs. Un ou plusieurs signes physiques ont été observés chez 15 des 20 taureaux mais jamais chez les vaches (Tableau 2). Cette proportion est significativement différente ($p < 0,001$). La rotation des yeux était le signe le plus fréquent et il était dans la majorité des cas associé à d'autres signes physiques. Ces résultats suggèrent que dans cette partie de l'étude, l'état d'inconscience des mâles était globalement moins profond que celui des femelles. Ils sont en accord avec une autre étude montrant qu'il est plus difficile d'induire un état d'inconscience profond chez les taureaux que chez les vaches (Gregory et al., 2007).

Partie 2. Sur 58 vaches, 3 n'ont pas présenté un effondrement immédiat, 5 ont reçu plusieurs tirs et 7 présentaient un ou plusieurs signes physiques après l'étourdissement (Tableau 2).

2.2. POSTURES ET MOUVEMENTS MUSCULAIRES

2.2.1. Généralités

Partie 1. Après le tir, les mouvements du cou seul étaient les premiers mouvements observés (latence : $36,5 \pm 9,2$ s), suivis par des pédalages des antérieurs ($48,8 \pm 7,9$ s), des pédalages des postérieurs ($52,3 \pm 7,5$ s), et enfin, des mouvements du cou impliquant le dos ($63,8 \pm 7,4$ s). Il n'y avait pas d'effet du sexe des bovins sur ces latences ($p > 0,27$)¹.

Au poste de la saignée, la section de la peau et des vaisseaux était associée à une augmentation des mouvements du cou impliquant ($p < 0,0001$) ou non ($p < 0,04$) le dos. Ceci indique que la coupe de la peau et des vaisseaux provoque des mouvements, en particulier du cou. Pendant les premières phases de la saignée (arrivée, immobilisation des antérieurs et sections de la peau et des vaisseaux), le postérieur libre était moins souvent plié ($p < 0,04$) et pédalait plus.

¹Après exclusion de l'analyse des mouvements du cou seul en raison de l'effectif trop faible de taureaux effectuant ce mouvement ($n = 3$).

Tableau 1. Description des postures et mouvements

| Mouvements et Postures | Catégories comportementales | Description |
|------------------------|---|---|
| Tête dans l'axe | Position de la tête (période post-étourdissement seulement) | Tête dans l'axe vertical du corps, cou détendu |
| Tête désaxée | | Tête déportée par rapport à l'axe vertical du corps (> 5 s) |
| Dos et cou en avant | Cou impliquant le dos | Dos et cou courbés en direction du ventre de l'animal |
| Dos et cou en arrière | | Dos et cou courbés en creusant le dos |
| Cou désaxé en avant | Cou seul | Cou seul courbé en direction du ventre de l'animal |
| Cou désaxé en arrière | | Cou seul courbé en direction du dos |
| Pédalage | Pattes (postérieur gauche/droit, antérieur gauche/droit) | Patte en mouvement |
| Pliée | | Patte immobile et pliée |
| Non pliée | | Patte immobile et non pliée |

Tableau 2. Nombre de fois où certains signes physiques ont été observés pendant l'affalage, le hissage ou plus durablement, sur ces 2 périodes. Un même animal pouvait présenter plusieurs signes à différents moments.

| Animaux | Période | rotation | nystagmus | réflexe cornéen | respiration |
|----------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------------|-------------|
| Vaches (n=58, Partie 1) | <i>affalage</i> | 2 | 1 | 0 | 1 |
| | <i>hissage</i> | 3 | 0 | 1 | 0 |
| | <i>affalage et hissage</i> | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Taureaux (n=20, Partie 2) | <i>affalage</i> | 7 | 3 | 2 | 0 |
| | <i>hissage</i> | 3 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>affalage et hissage</i> | 3 | 0 | 0 | 3 |

($p < 0,02$) par rapport aux deux dernières minutes de la saignée (ex. pédalages arrivée : $6,7 \pm 1,2$ % de temps; 3^{ème} minute de la saignée : $1,8 \pm 0,7$ % de temps). Ces résultats montrent que la relaxation musculaire, atteinte progressivement au cours de la saignée, est associée à l'absence de mouvement du cou et/ou du dos et de pédalages ainsi qu'à un port des antérieurs non plié et du postérieur libre plié.

Partie 2. Après le tir, les premiers mouvements étaient des pédalages des postérieurs (latence : $29,7 \pm 2,7$ s), puis des antérieurs ($50,6 \pm 4,3$ s). Ensuite, intervenaient des mouvements du cou impliquant ($73,5 \pm 6,1$ s) ou non ($74,8 \pm 3,1$ s) le dos.

2.2.1. liens avec la profondeur supposée de l'inconscience.

Hissage, Partie 1. Nous avons comparé les 14 taureaux présentant des signes oculaires avec les 6 qui n'en présentaient pas². Ces premiers ont plus souvent ($p < 0,0001$) effectué des mouvements du cou (avec ou sans implication du dos, $3,33 \pm 1,07$ %) que les 6 autres ($0,0 \pm 0,0$ %). La proportion de taureaux effectuant des mouvements du cou (avec ou sans implication du dos) était également significativement plus élevée chez ceux présentant des signes oculaires (9 sur 14 vs 0 sur 6, $p < 0,01$). Ils tendaient ($p = 0,09$) à effectuer plus ($3,0 \pm 1,3$ % de temps) de pédalages des antérieurs que les autres ($0,0 \pm 0,0$ %).

Hissage, Partie 2. Pendant le hissage, jusqu'au moment des interventions (les T2 pendant toute la période du hissage)³, 4 vaches, dont 3 sans signe

physique, n'ont jamais présenté un port de tête désaxé. Les 7 vaches montrant des signes physiques ne présentaient pas de niveaux différents ($p = 0,64$) du port de la tête ou de pédalages ($p > 0,82$; Tableau 3) que les vaches ne montrant pas ces signes.

Tableau 3. Durées des principales catégories comportementales pendant le hissage (Partie 2).

| Posture ou mouvements musculaires | signes oculaires ou respiration | % de temps (moyenne \pm SEM) |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| tête désaxée | oui | $31,2 \pm 16,1$ |
| | non | $14,2 \pm 3,8$ |
| pédalages antérieurs | oui | $1,2 \pm 0,9$ |
| | non | $1,7 \pm 0,4$ |
| pédalages postérieurs | oui | $6,9 \pm 3,1$ |
| | non | $5,9 \pm 1,1$ |

Ces résultats montrent que le positionnement de la tête pendant le hissage et les pédalages antérieurs pourraient être des indicateurs de la profondeur de l'inconscience chez les taureaux, mais qu'ils n'ont qu'un faible pouvoir discriminant. Il est donc nécessaire de les associer à d'autres indicateurs. Une autre étude rapporte également dans certains cas, le port de la tête peut être lié à la profondeur de l'inconscience (Grandin, 2002).

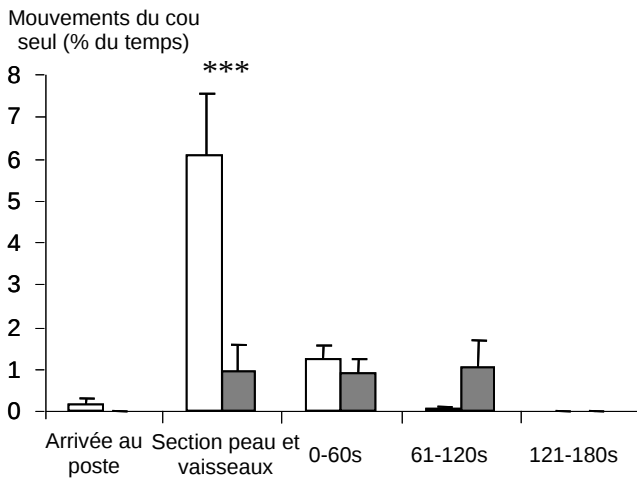
Saignée, Partie 1. Nous avons comparé les bovins (taureaux et vaches) présentant des signes oculaires pendant la période post-étourdissement avec ceux qui n'en présentaient pas. Chez le premier groupe, en réaction à la section de la peau et des vaisseaux, les mouvements du cou seul étaient moins nombreux ($p < 0,04$; Fig. 1). De même, chez ces bovins, la patte

² Les résultats sont identiques selon que le taureau ayant seulement présenté des mouvements de respirations rythmiques pendant le hissage soit inclus ou non dans le groupe des 14 taureaux.

³ Les durées d'observation étaient statistiquement similaires pour les 3 traitements ($p = 0,20$), $36,9 \pm 2,1$ s en moyenne.

postérieure libre était plus souvent détendue pendant la période de la saignée ($p=0,01$).

Fig. 1. Mouvements du cou seul pendant les différentes étapes de la saignée selon l'absence ($n=25$; barres blanches) ou la présence ($n=14$; barres grises) de signes oculaires post-étourdissement (Partie 1).



Ainsi, ces résultats montrent qu'après l'étourdissement, chez des animaux présentant l'ensemble des signes classiques d'inconscience, les mouvements musculaires, notamment les pédalages, peuvent continuer jusqu'à 3 minutes après le début de la saignée. Ces mouvements peuvent être liés à l'activité des centres générateurs de rythme : des structures dans le tronc cérébral et la moelle épinière impliquées dans la production de mouvements moteurs rythmiques, indépendamment de stimuli sensoriels (Guertin, 2009 ; Pearson et al., 1998). Le fonctionnement de ces générateurs est indépendant de la conscience. Deuxièmement, certains animaux ont réagi à la section de la peau et des vaisseaux. Il est probable qu'il s'agisse d'une réponse arc-réflexe à la stimulation nociceptive liée à la section. Il s'agit d'une réponse réflexe qui passe par la moelle épinière. Enfin, chez les animaux qui sont inconscients depuis plus longtemps, cette réponse réflexe était plus prononcée. Ce phénomène peut s'expliquer par l'influence inhibitrice de certaines structures, notamment dans le tronc cérébral, qui chez l'animal intact limitent cette réponse réflexe (Hathway et al., 2009). Cet effet inhibiteur serait donc plus faible chez les animaux étant inconscients depuis plus longtemps. Une hypothèse est que chez ces animaux le dysfonctionnement du cerveau est plus avancé et atteint les structures impliquées dans l'inhibition de mouvements réflexes de retrait à une stimulation nociceptive.

2.2.2. effets de la section de la moelle épinière (Partie 2)

Période post-étourdissement. Après l'intervention, les M ($19,7 \pm 6,0\%$) avaient moins souvent ($p=0,01$) la tête désaxée que les T2 ($69,8 \pm 13,9\%$). Les T1 avaient des niveaux intermédiaires ($37,4 \pm 8,9\%$). Aucun autre effet n'a été observé. Par exemple, les niveaux des pédalages antérieurs étaient ($p=0,15$) de $4,7 \pm 1,6\%$ (M), $0,7 \pm 0,4\%$ (T1) et $4,4 \pm 4,4\%$ (T2).

Saignée : Pendant la saignée, peu d'influence de la section de la moelle épinière sur les mouvements

musculaires et les postures a été observée. Par exemple, lors de la section de la peau et des vaisseaux, les mouvements du cou seul étaient de durées similaires ($p=0,19$) chez les vaches M ($4,0 \pm 1,2\%$), T1 ($4,8 \pm 1,2\%$) et T2 ($11,7 \pm 4,1\%$). Les niveaux de pédalages du postérieure libre et des antérieurs étaient similaires pour les 3 groupes et comparables à ceux de la première partie. La seule tendance statistique observée ($p=0,07$) était un niveau de mouvements du cou seul plus élevé pour les T2 que pour les M ($p=0,03$) sur l'ensemble de la période de la saignée.

Ces résultats montrent que les mouvements musculaires sont possibles en l'absence d'une connexion intacte entre le cerveau et la moelle épinière. Ces mouvements dépendent donc probablement de circuits nerveux impliquant la moelle épinière.

3. CONCLUSIONS

Plusieurs mécanismes sont impliqués dans les mouvements musculaires après l'étourdissement et pendant la saignée. Chez des animaux présentant des signes d'inconscience ou dont la moelle épinière a été sectionnée, les mouvements spontanés sont probablement liés à l'activité des centres générateurs de rythme. Les mouvements induits par des stimulations nociceptives, telle que la saignée, sont probablement des réponses de retrait de type arc-réflexe. Lorsque que l'activité résiduelle dans le cerveau est suffisante, notamment si l'animal n'est pas inconscient immédiatement après l'étourdissement, celui-ci peut exercer une inhibition sur les réponses arc-réflexes. Enfin, post-étourdissement, certains mouvements et postures étaient plus fréquents chez les taureaux qui ne présentaient plus de réflexe cornéen mais qui n'avaient pas perdu l'ensemble des signes physiques. D'autres études sont nécessaires pour déterminer si ces mouvements sont en lien avec la profondeur d'inconscience.

Nous remercions très sincèrement l'ensemble du personnel et la direction de l'abattoir ayant participé à cette étude.

Bourguet, C., Deiss, V., Tannugi, C.C., Terlouw, E.M.C., 2011. Meat Sci 88, 158-168.

Finnie, J.W. 1993. J. Comp. Path. 109, 253-258.

Finnie, J.W., Manavis, J., Blumbergs, P.C.,

Grandin, T. 2002. J. Am. Vet. Med. Assoc., 221, 1258-1261.

Gregory, N.G., Lee, C.J., Widdicombe, J.P. 2007. Meat Sci., 77, 499-503.

Guertin, P.A. 2009. Brain Res. Rev., 62, 45-56.

Hathway, G.J., Koch, S., Low, L., Fitzgerald, M. 2009. J Physiol 587, 2927-2935.

Pearson, K.G., Misiaszek, J.E., Fouad, K. 1998. Ann. NY Acad. Sci., 860, 203-215.

Summersides, G.E. 2002. Aust Vet J 80, 67-69.