

Critères pratiques de mesure de l'efficacité et de la qualité de l'étourdissement par tige perforante chez le bovin

V. MARZIN*, J.F. COLLOBERT, S. JAUNET, L. MARREC

Direction Départementale des Services Vétérinaires du Calvados - 6, Boulevard du Général Vanier, 14040 Caen Cedex, FRANCE.

* Auteur chargé de la correspondance : virginie.marzin@agriculture.gouv.fr

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude, menée sur 500 bovins étourdis à l'aide d'un pistolet à tige perforante, est d'évaluer l'efficacité et la qualité de l'étourdissement dans un abattoir de grande capacité. Dans 93.2 % des cas, un tir est suffisant pour provoquer la chute de l'animal. Cependant, des mouvements des membres après la chute et à la saignée ont été observés respectivement chez 43.8 % et 46.2 % des animaux étourdis et des tentatives de redressement dans 24.6 % des cas. Le site d'impact de la tige perforante sur le crâne influence de manière significative ($p < 0.01$) l'intensité de ces mouvements. La zone de tir située dans un rayon de 4 cm autour du milieu du front et celle distante de 6 à 8 cm de celui-ci se révèlent être les plus efficaces pour assurer la bonne qualité de l'étourdissement.

Mots-clés : Etourdissement, pistolet à tige perforante, qualité, site d'impact, abattoir.

SUMMARY

Measure of efficiency and quality of stunning by penetrating captive bolt in beef cattle

The aim of this study, realized on 500 adult cattles stunned with a penetrating captive bolt pistol, is to assess efficiency and quality of stunning in a large capacity slaughter. Percentage of cattle collapsed with a single shot was 93.2%. However, movements of limbs after the collapse and in the bleeding area were observed respectively in 43.8% and 46.2% of stunned cattles, and righting reflex in 24.6% of cases. Site of impact through the frontal bones significantly influences intensity of this movements ($p < 0.01$). The targets localised in an area respectively 4 cm round, an 6 to 8 cm round the middle of the forehead occur to be the more efficient to obtain the best quality in stunning.

Keywords: Stunning, perforating captive bolt pistol, quality, site of impact, slaughter.

Introduction

L'étourdissement préalable à l'abattage est une exigence réglementaire dans l'Union Européenne avec des exceptions dans certains états membres, notamment pour l'abattage religieux. La directive 93/119/CE du conseil du 22 décembre 1993, modifiée par le règlement CE/806/2003 du 14 avril 2003 et le règlement CE/1/2005 du 22 décembre 2004, définit l'étourdissement comme « tout procédé qui, lorsqu'il est appliqué à un animal, le plonge immédiatement dans un état d'inconscience où il est maintenu jusqu'à sa mort » (Art.2, alinéa 5) et l'impose avant l'abattage (Art.5, alinéa 1.c.).

L'objectif principal de l'étourdissement est de diminuer la souffrance des animaux en provoquant un état d'insensibilité jusqu'à leur mise à mort par saignée. Le second objectif est d'obtenir une immobilité suffisante pour que la saignée puisse être réalisée en toute sécurité par les opérateurs et permettre des cadences de travail élevées.

Plusieurs procédés sont autorisés pour l'étourdissement des animaux : le pistolet à tige perforante, la percussion, l'électroanesthésie et l'exposition au dioxyde de carbone (annexe C de la directive 93/119/CE). Le pistolet à tige perforante, utilisé dans cette étude, est une méthode largement utilisée pour les

bovins. L'arme contient une tige qui, suite à l'explosion d'une cartouche, percute et perce le crâne pour revenir immédiatement à sa position initiale. Cette méthode induit l'insensibilité et l'inconscience à travers des mécanismes additionnels :

- L'impact de la tige sur la boîte crânienne induit une commotion cérébrale résultant de l'onde de choc provoquée par l'impact. En général, cette commotion provoque un trouble de l'activité neurale de courte durée, caractérisé par une perte soudaine de conscience. Elle induit des modifications de la fonction cérébrale qui diffèrent en fonction des différentes régions du système nerveux central, en relation avec leur distance du site d'impact.

- La pénétration de la tige dans l'encéphale provoque des dommages physiques : destruction et perte de tissu nerveux dans le cervelet, le pont, la *medulla oblongata* et la partie caudale des hémisphères cérébraux [5]. D'importantes hémorragies subdurales et subarachnoïdiennes induisent l'augmentation de la pression intracrânienne, bloquant l'afflux de sang et causant l'ischémie des structures vitales de l'encéphale [15]. Dans un second temps, le retrait de la tige forme une cavité temporaire qui provoque un collapsus des tissus [11, 1].

Selon certains auteurs, la commotion cérébrale est le principal facteur de l'efficacité de l'étourdissement [2, 11]. Pour d'autres, les lésions des tissus nerveux sous-jacents et la trajectoire de la tige sont déterminants [13].

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 le abattoirs, dispose que le matériel utilisé pour l'étourdissement doit être, en toutes circonstances, immédiatement efficace de façon à plonger l'animal dans un état d'inconscience où il est maintenu jusqu'à l'intervention de la mort. Pour que l'étourdissement soit efficace, des modalités d'utilisation sont précisées pour chaque méthode. Dans le cas du pistolet à tige perforante, l'instrument doit être placé de telle sorte que le projectile pénètre le cortex cérébral. Il est en outre précisé qu'il est interdit d'abattre les bovins dans la nuque. Afin d'assurer l'efficacité du tir, l'extrémité du pistolet doit être placée, frontalement, en direction du centre de l'encéphale et perpendiculairement à la boîte crânienne [4]. Plus précisément, le point de pénétration idéal pour les bovins se situe à l'intersection entre deux lignes imaginaires allant de la base de la corne à l'œil controlatéral [10, 3] et pas au delà d'un rayon de 2 cm autour de ce point [11].

La directive 93/119/CE du conseil du 22 décembre 1993 impose aux autorités officielles de procéder à la vérification de « la conformité des instruments, du matériel d'immobilisation [...] servant à l'étourdissement » (Art.6) ainsi que « de l'aptitude, des capacités et des connaissances professionnelles des personnes employées pour l'abattage » (Art 7). Cependant, il n'est pas donné les moyens de cette évaluation ni de la vérification de la bonne mise en œuvre de l'étourdissement.

Immédiatement après l'application du procédé d'étourdissement, les animaux montrent des comportements et des réflexes caractéristiques de l'espèce animale et du procédé d'étourdissement utilisé. Ces comportements, qui peuvent être observés jusqu'à la mise à mort par la saignée, peuvent aider à s'assurer de la bonne mise en œuvre de l'étourdissement. Dans le cas des bovins étourdis à l'aide d'un pistolet à tige perforante, on observe, typiquement, un collapsus immédiat, l'absence de tentatives de redressement, l'apnée, la contraction tonique immédiate et généralisée durant 5-10 secondes, la perte du réflexe cornéen, la mydriase progressive [6, 14].

Cette étude propose, à partir d'une enquête en abattoir, de fournir des critères macroscopiques d'évaluation de la qualité de la mise en œuvre de l'étourdissement avec un pistolet à tige perforante qui soient facilement utilisables dans des conditions d'abattage commercial, aussi bien par les organismes de contrôle que les professionnels. Cette étude tente également d'identifier les facteurs de variation de la qualité de l'étourdissement.

Matériels et Méthodes

ANIMAUX

L'étude a été réalisée sur un effectif total de 500 bovins : 134 mâles (jeunes bovins de boucherie) et 366 femelles (vaches de réforme).

ÉTOURDISSEMENT

L'étourdissement est pratiqué au moyen d'un pistolet d'abattage à tige perforante de type Cash Magnum S®. La longueur de la tige perforante est 121 mm.

Son utilisation correcte prévoit plusieurs étapes de manipulation par l'opérateur en poste : le dévissage de la poignée, l'extraction de la cartouche utilisée et l'introduction d'une nouvelle cartouche dans la chambre d'explosion, le remontage de la poignée, la mise en position d'armé et enfin la mise à feu.

Ce procédé est appliqué à chaque bovin après son entrée dans le box d'assomage, la cadence d'abattage étant de 60 bovins à l'heure.

Les observations ont été réalisées quotidiennement sur 25 bovins abattus successivement pendant 20 journées de tuerie différentes. L'opérateur en charge de l'étourdissement est posté pendant tout le temps de la tuerie : de 5h30 à 13h40. Deux pauses sont prévues pendant la journée de travail : à 8h30 (d'une durée de 30 minutes) et à 11h30 (d'une durée de 15 minutes).

Trois opérateurs ont été observés à ce poste lors de l'étude : l'opérateur principal a été présent 17 fois, un deuxième 2 fois, un troisième 1 seule fois.

CRITÈRES MESURÉS

Réactivité des animaux au poste d'étourdissement

La réactivité de l'animal a été évaluée, au poste d'étourdissement, immédiatement après la chute et jusqu'à la saignée. Trois critères macroscopiques ont été retenus et mesurés pour chacun des bovins de l'étude : les mouvements des membres entre la chute et l'accrochage, les tentatives de redressement entre la chute et l'accrochage, les mouvements des membres au moment de la saignée.

Pour chacun de ces critères de réactivité, un score a été attribué :

Mouvements des membres entre la chute et l'accrochage (0 : Absence de mouvements ; 1 : Mouvements légers, discontinus ; 2 : Mouvements des membres continus et intenses).

Tentatives de redressement entre la chute et l'accrochage (0 : Pas de tentative de redressement ; 1 : Redressement de la tête ; 2 : Redressement de la tête et du dos)

Mouvements des membres au moment de la saignée (0 : Absence de mouvements ; 1 : Mouvements légers, discontinus ; 2 : Mouvements des membres continus et intenses).

Trois autres critères (présence du réflexe oculaire, présence de vocalisations, présence d'un rythme respiratoire), moins faciles à mesurer mais fréquemment retenus dans les études sur la caractérisation de l'état d'étourdissement ont été conservés mais leur mesure n'a pas pu se faire de manière systématique pour des raisons de sécurité. Leur observation s'est en effet révélée, soit dangereuse pour l'observateur, soit non mesurable de façon systématique (vocalisations inaudibles dans un environnement extrêmement bruyant).

Les autres paramètres qui ont été notés sont le sexe de l'animal, la date et l'heure du contrôle, ainsi que le nom de l'opérateur en poste.

Nombre et localisation des impacts de la tige perforante sur le crâne

Deux critères macroscopiques supplémentaires ont été retenus pour chacun des bovins de l'étude : le nombre de tirs nécessaires à provoquer le collapsus de l'animal ainsi que leur localisation au niveau des os frontaux. Ces critères ont été évalués par un examen macroscopique des têtes après le retrait de la peau et des muscles. Le nombre de tirs a été noté après comptage du nombre de trous observés sur les os frontaux. L'absence totale de trou indique un tir dans la nuque.

La localisation des impacts de la tige perforante a été déterminée pour chaque bovin en utilisant la distance entre le trou observé sur l'os frontal et le point idéal, représenté par l'intersection de deux lignes imaginaires allant de l'angle médial de l'œil à l'angle externe de la corne opposée [10]. Cinq zones ont ainsi été définies :

Zone 1 : De 0 à 2 cm du point idéal

Zone 2 : de 2 à 4 cm du point idéal

Zone 3 : De 4 à 6 cm du point idéal

Zone 4 : De 6 à 8 cm du point idéal

Zone 5 : Plus de 8 cm du point idéal

La zone d'impact dans laquelle se situe le trou provoqué par la tige est notée. Pour cela, un outil de mesure constitué

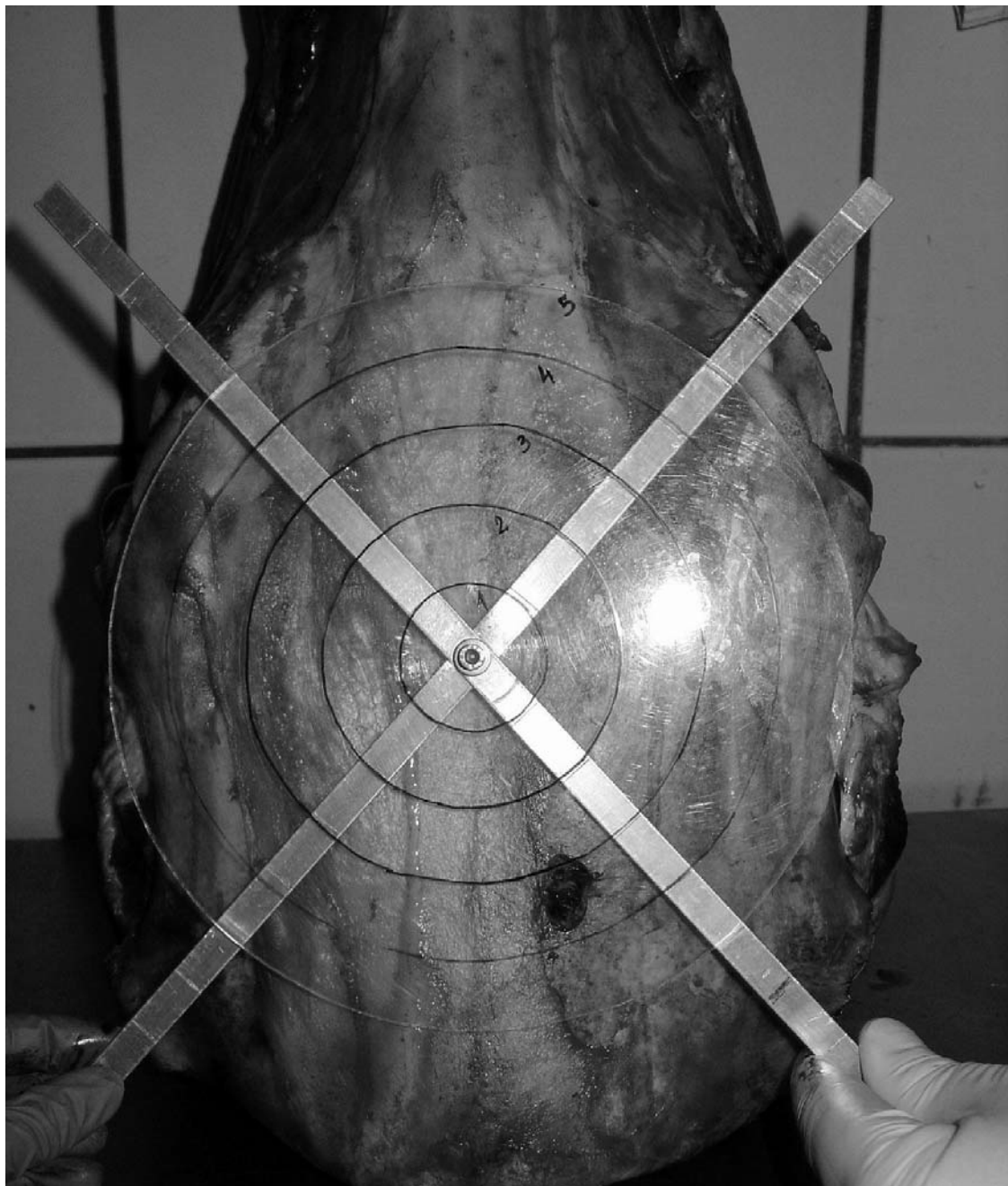


FIGURE 1: Détermination du site d'impact de la tige perforante sur le crâne des bovins.

de deux tiges en inox, de 30 cm de longueur, articulées entre elles, et représentant les lignes imaginaires a été utilisé. Au niveau de leur intersection, un disque de PVC transparent de 12 cm de diamètre a été fixé. Sur ce disque, 5 cercles concentriques, tracés tous les 2 centimètres, délimitent les 5 zones d'impact. Des marques sont également tracées tous les 2 centimètres sur chaque tige afin de centrer l'outil sur le crâne lors de la mesure.

ANALYSE DES DONNÉES

Le matériel d'abattage devant être immédiatement efficace, l'étourdissement est considéré conforme lorsque un seul tir suffit à provoquer la chute de l'animal et non conforme lors de tirs multiples ou de tirs dans la nuque (pratique interdite).

L'efficacité de l'étourdissement au sein de l'abattoir est ensuite évaluée en utilisant la classification suivante :
 Excellente : de 99 à 100 % d'étourdissements conformes;
 Acceptable : de 95 à 98 % d'étourdissements conformes.
 Médiocre : de 90 % à 94 % d'étourdissements conformes.
 Inacceptable : Inférieur à 90 % d'étourdissements conformes.

L'objectif de l'étourdissement étant de rendre les animaux insensibles, la qualité de l'étourdissement est définie sur la base de la réactivité des animaux après la chute. La somme des scores obtenus pour les trois critères de réactivité lors d'un étourdissement conforme est utilisée pour définir la qualité de l'étourdissement de chaque bovin :

Excellente : somme des scores égale à 0.

Satisfaisante : somme = 1 ou 2.

Médiocre : somme = 3 ou 4.

Inacceptable : somme = 5 ou 6.

Une analyse statistique du khi deux avec une probabilité de 1 % et 5 % a été utilisée pour déterminer s'il existe des différences significatives de réactivité des animaux en fonction des différents sites d'impact de la tige perforante sur le crâne.

Résultats

NOMBRE ET POURCENTAGE DE TIRS NÉCESSAIRES À PROVOQUER LE COLLAPSUS

Dans 92.8 % des cas, l'étourdissement des bovins s'est révélé conforme puisqu'un seul tir a été nécessaire pour provoquer la chute de l'animal. En revanche, dans 7.2 % des cas, l'étourdissement a été considéré non conforme puisque le collapsus a été obtenu après plusieurs tentatives de tir de la

part de l'opérateur (tableau I) ou bien après un tir dans la nuque. Selon la grille de classification utilisée, l'efficacité de l'étourdissement dans l'abattoir étudié peut être définie de « médiocre ».

NOMBRE ET POURCENTAGE DE BOVINS MONTRANT DES SIGNES DE RÉACTIVITÉ APRÈS LE COLLAPSUS

Le tableau II reporte les scores obtenus pour chacun des critères de réactivité par l'ensemble des bovins étudiés. Les mouvements des membres après la chute et au moment de la saignée sont fréquemment observés: ils sont présents respectivement chez 43.8 % et 46.2 % des animaux. Les tentatives de redressement sont moins fréquentes mais ont été observées dans près de 25 % des cas.

LOCALISATION DES IMPACTS DE LA TIGE PERFORANTE SUR LES CRÂNES

Le tableau III reporte la distribution des impacts de la tige perforante sur les crânes des bovins. Ces impacts ont été retrouvés exclusivement en position dorsale par rapport au point idéal, entre le milieu du front et le chignon. La zone la plus représentée (avec 43,1 % des tirs) est la zone 3 (entre 4 et 6 cm du point idéal), puis les zones 2 et 4 comprenant chacune 25 % des tirs. En revanche, dans seulement 4,3 % des cas, l'impact est retrouvé dans la zone idéale (zone 1). Les impacts situés dans la zone 5, peu fréquents chez les bovins présentant un seul impact (2,2 % des cas), sont en revanche souvent observés sur les crânes présentant des impacts multiples (14 cas soit 41 % des impacts multiples). Il est à noter que le tir dans la nuque, dont la pratique est interdite, a été utilisé à deux reprises (0.4 %).

INFLUENCE DE LA LOCALISATION DE L'IMPACT SUR LES SCORES OBTENUS POUR CHACUN DES CRITÈRES DE RÉACTIVITÉ

Mouvements des membres après la chute

Le site d'impact de la tige perforante sur le crâne influence de manière significative l'intensité des mouvements des membres après la chute ($p < 0.01$). Dans le cas de tirs en zone 1, 2 ou 4, la grande majorité des bovins (respectivement 95 %, 72 % et 63 %) a obtenu un score nul pour ce critère en restant immobiles jusqu'à l'accrochage. Les animaux ayant obtenu un score de 2 suite à un tir dans une de ces 3 zones sont rares (respectivement 5 %, 8 % et 12 %). En revanche, lors de tirs

Nombre de tirs nécessaires à provoquer le collapsus	Nombre de bovins	Pourcentage	Mâles	Femelles
1	464	92.8 %	347	119
2	32	6.4 %	17	15
3	1	0.2 %	1	0
4	1	0.2 %	1	0
Nuque	2	0.4 %	1	1
Total	500	100 %	366	134

TABLEAU I : Nombre et pourcentage de tirs engagés avant collapsus.

en zone 3 et 5 les scores semblent suivre une tendance inverse : seuls 40 % des animaux atteints en zone 3 et 30 % de ceux présentant un impact en zone 5 restent complètement immobiles après leur chute (score = 0). De plus, les épisodes de forte réactivité (score = 2) se retrouvent dans 22 % des cas d'impact en zone 3 et 50 % de ceux en zone 5 (tableau IV).

Tentatives de redressement après la chute

Des tentatives de redressement après la chute ont été observées

chez 24,6 % des animaux. La localisation de l'impact de la tige sur la tête influence de manière significative ($p < 0.01$) l'intensité des tentatives de redressement après l'étourdissement. En particulier, suite aux tirs en zone 1, 2 et 4, la grande majorité des bovins (respectivement 95 %, 86 % et 82 %) ne montrent aucune tentative de redressement (score = 0). Ce pourcentage n'atteint que 65 % et 30 % lorsque le tir est effectué respectivement en zone 3 ou 5.

Signes de réactivité	Score	Nombre de bovins	Pourcentage des bovins
Mouvements des membres Chute-accrochage	0	281	56.2 %
	1	141	28.2 %
	2	78	15.6 %
Tentatives de redressement Chute-accrochage	0	377	75.4 %
	1	88	17.6 %
	2	35	7 %
Mouvements des membres Saignée	0	269	53.8 %
	1	167	33.4 %
	2	64	12.8 %

TABLEAU II : Nombre et pourcentage de bovins montrant des signes de réactivité après le tir effectif.

Localisation de l'impact	Nombre de bovins	Pourcentage des bovins
Zone 1	20	4.3 %
Zone 2	117	25.1 %
Zone 3	201	43.1 %
Zone 4	116	24.9 %
Zone 5	10	2.2 %
Nuque	2	0.4 %
Total tirs uniques	466	100 %

TABLEAU III : Localisation des impacts chez les bovins étourdis avec un seul tir.

Site d'impact	Score Mouvements des membres Chute-accrochage						Score Tentatives de redressement Chute-accrochage						Score Mouvement des membres Saignée					
	0		1		2		0		1		2		0		1		2	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Zone 1 n = 20	19	95	0	0	1	5	19	95	0	0	1	5	15	75	3	15	2	10
Zone 2 n = 117	84	72	23	20	10	8	101	86	12	10.5	4	3.5	68	58	38	32.5	11	9.5
Zone 3 N = 201	80	40	76	38	45	22	131	65	47	24	23	11	78	39	86	43	37	18
Zone 4 N = 116	73	63	29	25	14	12	95	82	16	14	5	4	81	70	26	22	9	8
Zone 5 N = 10	3	30	2	20	5	50	3	30	3	30	4	40	4	40	4	40	2	20
Impacts multiples N = 34	21	62	10	29	3	9	26	76	7	21	1	3	21	62	10	29	3	9
Nuque N = 2	1	50	1	50	0	0	2	100	0	0	0	0	2	100	0	0	0	0
Totaux	281		141		78		377		85		38		269		167		64	

TABLEAU IV : Scores de réactivité obtenus en fonction du site d'impact de la tige perforante.

Mouvements des membres à la saignée

Le site d'impact de la tige perforante sur le crâne influence de manière significative l'intensité des mouvements des membres à la saignée ($p < 0.01$). Les animaux ayant subi un tir dans les zones 1, 2 ou 4 obtiennent un score nul dans respectivement 75 %, 58 % et 70 % des cas, alors qu'environ 60 % de ceux atteints en zone 3 ou 5 ont réagi de manière plus ou moins intense (score 1 ou 2).

QUALITÉ DE L'ÉTOURDISSEMENT

Le tableau V indique la qualité de l'étourdissement des bovins en fonction de la somme des scores obtenus pour les trois critères de réactivité. Pour 30.2 % des animaux, la qualité se révèle excellente et pour 47.6 % satisfaisante. En revanche, pour près de 18 % des animaux l'étourdissement est qualifié de médiocre, et, dans 4.3 % des cas, il est inacceptable.

La probabilité d'obtenir un étourdissement de qualité excellente ou satisfaisante est très élevé lors de tirs en zone 1 (0.95), en zone 2 (0.9) ou en zone 4 (0.87). Cette probabilité est de 0.6 lors d'un tir en zone 3, et 0.3 lors d'un tir en zone 5.

INFLUENCE DES AUTRES PARAMETRES

Opérateur

Pendant la durée de l'étude, trois opérateurs différents ont occupé le poste d'assommage. La majeure partie des données (80 %) a été obtenue alors que la personne habituellement en

poste était présente, les données restantes ayant été relevées lors de son remplacement par des personnes habituellement à des postes différents.

Le tableau VI reporte la répartition des impacts en fonction de l'opérateur. La localisation des impacts est influencée de manière significative ($p < 0.05$) par l'opérateur en poste. Alors que les tirs de l'opérateur habituellement en poste se trouvent, en grande majorité (72 %) à moins de 6 cm du point idéal, ce pourcentage est de 44 % pour le second opérateur. De même, le nombre d'impacts multiples est supérieur chez les remplaçants (10.5 % et 13.6 %) par rapport à l'opérateur habituel (5.7 %).

Sexe de l'animal

Aucune différence significative dans la répartition des impacts n'a été mise en évidence entre mâles et femelles. On a pu cependant noter que les impacts multiples ont été observés chez 12 % des jeunes bovins mâles contre seulement 3.3 % des vaches.

Dates et horaires

Les horaires de l'abattoir sont organisées comme suit : l'assommage commence à 5h et les pauses de la matinée ont lieu vers 8h45 et vers 11h45. L'opérateur habituel a été observé lors de 16 journées de travail différentes. Des 23 impacts multiples recensés pour cet opérateur, 14 ont eu lieu entre 8h et 8h30 (soit 61 %) et les autres entre 10h30 et 11h30.

Somme des scores de réactivité	Excellente Somme = 0		Satisfaisante Somme = 1 ou 2		Médiocre Somme = 3 ou 4		Inacceptable Somme = 5 ou 6		Total
Zone 1	15	75 %	4	20 %	0	0 %	1	5 %	20
Zone 2	41	35 %	65	55.5 %	10	8.5 %	1	1 %	117
Zone 3	30	15 %	102	51 %	57	28 %	12	6 %	201
Zone 4	53	46 %	48	41 %	11	9.5 %	4	3.5 %	116
Zone 5	1	10 %	2	20 %	5	50 %	2	20 %	10
Total	140	30.2 %	221	47.6 %	83	17.9 %	20	4.3 %	464

TABLEAU V : Qualité de l'étourdissement en fonction du site d'impact de la tige perforante.

Localisation de l'impact	Opérateur habituellement en poste		Opérateur 2		Opérateur 3	
	Nombre de tirs	Pourcentage	Nombre de tirs	Pourcentage	Nombre de tirs	Pourcentage
Zone 1	19	4.7	1	1.3	0	0
Zone 2	102	25.3	8	10.7	73	1.8
Zone 3	169	42	24	32	8	36.4
Zone 4	82	20.3	30	40	4	18.2
Zone 5	6	1.5	4	5.3	0	0
Impacts multiples	23	5.7	8	10.7	3	13.6
Nuque	2	0.5	0	0	0	0
Total	403	100	75	100	22	100

TABLEAU VI : Localisation des impacts en fonction des opérateurs.

Discussion

Le premier objectif de l'étourdissement est d'induire immédiatement un état d'insensibilité et d'inconscience qui persiste jusqu'à la mort par saignée. Quelque soit la méthode utilisée pour étourdir les animaux, celle-ci doit donc être immédiatement efficace. Des études menées dans divers pays ont montré que le nombre d'impacts multiples est généralement compris entre 4 et 6,6 % [3]. Ces chiffres confirment qu'avec un taux de 7 % d'impacts multiples, l'efficacité de l'étourdissement dans l'abattoir étudié est effectivement médiocre. Ce chiffre ne prend cependant pas en compte les résultats individuels de chaque opérateur et notre étude a démontré que le taux de réussite est significativement différent d'un opérateur à l'autre. Les résultats peuvent être imputés au manque d'expérience et de formation de ces remplaçants, appelés à n'occuper ce poste que de rares fois dans l'année.

L'étude de la répartition des points d'impact sur les têtes confirme l'hypothèse d'un manque de formation du personnel. En effet, 90 % des tirs se trouvent au delà de la zone idéale recommandée. L'opérateur sait qu'il doit viser au milieu du front mais semble ignorer que le tir doit être effectué en un point bien précis, ceci malgré les recommandations du fabricant du pistolet. Cette méconnaissance des recommandations semble être aggravée par l'absence de système d'immobilisation des têtes au poste d'étourdissement comme le montrent les données concernant les impacts multiples : sur les 23 cas d'impacts multiples réalisés par l'opérateur habituel, 15 concernaient de jeunes bovins (65 %), de même que les deux tirs effectués dans la nuque. Ces jeunes mâles, beaucoup plus agités et moins habitués au contact de l'homme que les vaches, représentent probablement une difficulté supplémentaire pour effectuer un tir précis et efficace, d'autant plus que le temps à disposition est très réduit. La fatigue de l'opérateur, déjà signalée par divers auteurs [7, 10] comme un facteur déterminant dans la qualité de l'étourdissement, pourrait également avoir eu une incidence sur les irrégularités observées lors de cette étude : les impacts multiples sont survenus, pour la plupart, dans l'heure précédant les deux pauses de la matinée.

Dans la pratique, l'utilisation de paramètres décrits par divers auteurs [6, 14] comme moyen de contrôle de l'étourdissement s'est révélée difficilement applicable. En effet, la réactivité des animaux après l'étourdissement est d'intensité très variable d'un individu à l'autre : certains restent totalement immobiles jusqu'à la saignée, d'autres tentent de se redresser en présentant ou non des mouvements des membres, d'autres encore réagissent de façon extrêmement violente. Cette variabilité de la réactivité des animaux confirme que l'évaluation de la qualité de l'étourdissement sur la base des mouvements nécessite d'une part un œil expert et d'autre part l'attribution de scores d'intensité. En effet, il est nécessaire de distinguer en un temps très réduit les mouvements qui sont utiles au contrôle de la qualité de l'étourdissement et déterminer leur intensité. Selon certains auteurs, les mouvements des membres doivent être négligés car ils sont le signe de la mort cérébrale, d'autres sont inacceptables (respiration rythmique, vocalisations, réflexe oculaire, tentatives de redressement) car ils témoignent d'un manque d'efficacité totale de l'opération ou d'un retour de conscience [6,7]. En ce qui concerne les mouvements des membres, nos

résultats semblent cependant être en désaccord avec ces auteurs puisque notre étude montre que leur intensité est corrélée avec celle des tentatives de redressement.

Les épisodes de forte réactivité qui se sont vérifiés à plusieurs reprises, posent des interrogations relatives à la protection animale mais aussi à la sécurité du personnel lors de la pose du bouchon frontal, de l'accrochage et de la saignée et rendent en outre l'observation et le contrôle extrêmement dangereux. Certains paramètres, pourtant utiles à l'évaluation de l'étourdissement, n'ont d'ailleurs pas pu être mesurés pour des raisons de sécurité (réflexe oculaire, respiration).

L'étude des scores de réactivité obtenus par les animaux étourdis avec un seul tir a permis de déterminer que la qualité de l'étourdissement chez ces animaux est satisfaisante ou excellente dans 78 % des cas. Notre étude a montré en outre que la diversité des effets de l'étourdissement ainsi que la nécessité, dans certains cas, d'effectuer plusieurs tirs pour obtenir le collapsus de l'animal dépendent de la localisation du tir sur le crâne. En particulier, pour obtenir au moins un étourdissement de qualité satisfaisante, les tirs dans les zones 1, 2 et 4 devraient être recherchés alors que les zones 3 et 5 devraient être évitées. Deux hypothèses peuvent expliquer la variation de la qualité de l'étourdissement en fonction du site d'impact ainsi que l'obtention de résultats discordants dans une même zone :

- L'onde de choc induite par l'impact de la tige sur le crâne est plus ou moins bien transmise aux structures nerveuses sous-jacentes car elle se trouve en partie absorbée par l'os dont l'épaisseur et donc la résistance peut varier d'une zone à l'autre.

- les structures cérébrales détruites par la tige sont différentes, expliquant la variété des effets observés. Certains auteurs soulignent d'ailleurs la variété des lésions observées en fonction de la trajectoire de la tige et de la déviation verticale et/ou longitudinale du tir par rapport au positionnement idéal du pistolet [13]. Dans ce cas, des déviations minimales de l'alignement du pistolet au point d'impact de la tige se trouvent amplifiées au point maximal d'extension de la tige dans le crâne et peuvent même doubler [13].

Conclusion

L'amélioration de la qualité de l'étourdissement passe par la formation du personnel et en particulier par le respect des recommandations concernant la partie du front où le pistolet doit être appliqué. Les conditions et les cadences de travail dans les abattoirs de grande capacité sont telles que la qualité de cette phase de l'abattage soit négligée. Dans le contexte actuel, où qualité éthique des produits et bien-être animal font partie intégrante des exigences du consommateur, harmoniser son contrôle semble indispensable.

Devant la difficulté d'analyser des paramètres dont l'observation est dangereuse ou l'interprétation complexe, l'utilisation des impacts comme marqueurs de la qualité de l'étourdissement semble fournir une base intéressante à l'élaboration d'une méthode accessible et objective, pouvant être utilisée à tout moment et sur des échantillons représentatifs de bêtes.

Bibliographie

1. - CROCKARD H.A.: An experimental cerebral missile injury model in primates. *J. Neurosurg.*, 1977, **46**, 776-783.
2. - DALY C.C., WHITTINGTON P.E.: Investigation into the principal determinants of effective captive bolt stunning of sheep. *Res. Vet. Sc.*, 1989, **46**, 406-408.
3. - EFSA: Welfare aspects of animal stunning and killing methods. AHAW/04-027, www.efsa.europa.eu, 2004, 61.
4. - FINNIE J.W.: Brain damage caused by a captive bolt pistol. *J. Comp. Path.*, 1993, **109**, 253-258.
5. - FINNIE J.W.: Traumatic head injury in ruminant livestock. *Aust. Vet. J.*, 1997, **75**, 204-208.
6. - GRANDIN T.: Euthanasia and slaughter of livestock. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1994, **204**, 1354-1360.
7. - GRANDIN T.: Objective scoring of animal handling and stunning practices at slaughter plants. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1998, **212**, 36-39.
8. - GRANDIN T.: Good manufacturing practices for animal handling and stunning. www.grandin.com, 1999.
9. - GRANDIN T.: How to determine insensibility. www.grandin.com, 2004.
10. - HUMAN SLAUGHTER ASSOCIATION: Captive bolt stunning of livestock, 2nd edition, 1998, 2-16.
11. - LAMBOOIJ E., SPANJAARD W.: Effect of the shooting position on the stunning of calves by captive bolt. *Vet. Rec.*, 1981, **109**, 359-361.
12. - LAMBOOIJ E.: Mechanical aspects of skull penetration by captive bolt pistol in bulls, veal calves and pigs. *Fleischwirtschaft*, 1981, **61**, 359-361.
13. - MILLAR G.I., MILLS D.S.: Observations on the trajectory of the bullet in 15 horses euthanased by free bullet. *Vet. Rec.*, 2000, **146**, 754-757.
14. - OIE : Lignes directrices pour l'abattage des animaux. In : Code sanitaire pour les animaux terrestres, annexe 3.7.5, www.oie.int, 2007.
15. - OMMAYA A.K.: Experimental concussion: a first report. *J. Neurosurg.*, 1964, **21**, 249-264.
16. - PALMER A.C.: Concussion: the result of impact injury to the brain *Vet. Rec.*, 1982, **76**, 88.