



HAL
open science

Électronarcose des poulets : comment concilier bien-être animal et qualité des carcasses

Cécile Bourguet, Véronique Deiss, Claudia Terlouw

► **To cite this version:**

Cécile Bourguet, Véronique Deiss, Claudia Terlouw. Électronarcose des poulets : comment concilier bien-être animal et qualité des carcasses. Bulletin des G.T.V., 2016, 79, pp.95-101. hal-02630159

HAL Id: hal-02630159

<https://hal.inrae.fr/hal-02630159v1>

Submitted on 27 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Par **Cécile BOURGUET** ⁽¹⁾, **Véronique DEISS** ⁽²⁾ et **Claudia TERLOUW** ⁽²⁾

Chargées de recherches, spécialistes du stress à l'abattage

1. Bureau E.T.R.E. – Bureau d'Études & Travaux de Recherches en Éthologie
Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, F-63122 Saint Genès Champanelle, FRANCE.

2. INRA UMR-1213 Herbivores, équipe Adaptation et Comportements Sociaux,
Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, F-63122 Saint Genès Champanelle, FRANCE.

cbouguet@bureau-etre.fr

••• Électronarcose des poulets : comment concilier bien-être animal et qualité des carcasses

La technique d'étourdissement des poulets la plus répandue en France questionne les associations et les professionnels en termes de bien-être animal et de qualité des carcasses. Cette synthèse fait le point sur la littérature scientifique en la matière.

Dans le contexte de l'abattage, sauf dérogation, la saignée des animaux est précédée d'une étape d'étourdissement. Son objectif est d'induire le plus rapidement possible une perte de conscience profonde afin que l'animal ne perçoive pas la douleur et la peur associées à la saignée.

Introduction

► L'étourdissement des volailles

Selon les techniques et les paramètres utilisés, l'étourdissement peut aussi provoquer un arrêt cardiaque et, par conséquent, la mort de l'animal. Lorsque ce n'est pas le cas, la perte de conscience qu'il induit doit être suffisamment longue pour que l'animal n'ait pas le temps de se réveiller avant d'être saigné.

En France, la technique majoritairement employée chez les volailles est l'étourdissement électrique, ou électronarcose, par bain d'eau : un courant électrique traverse un bain d'eau dans lequel les animaux sont plongés (tête et cou) quelques secondes (Photo 1). Les paramètres de l'électronarcose sont définis par une

RÉSUMÉ

Dans le contexte de l'abattage, sauf dérogation, la saignée des animaux est précédée d'une étape d'étourdissement. La technique majoritairement employée en France pour étourdir les poulets est l'immersion dans un bain d'eau électrifiée. Selon les paramètres électriques employés, l'efficacité de cette étape et la prévalence des défauts de présentation des carcasses varient. Cette synthèse des données scientifiques existantes permet d'identifier des combinaisons de paramètres pouvant être optimales à la fois en termes de bien-être animal et de qualité des carcasses. Celles-ci devront toutefois faire l'objet d'expérimentations complémentaires pour être validées et précisées. Afin d'optimiser cette technique d'étourdissement, d'autres obstacles sont à surmonter, notamment la variabilité entre les animaux dans le courant reçu.



Photo 1. Bain d'eau utilisé pour l'électronarcose des poulets en abattoir commercial.

La présente synthèse a été réalisée à la demande de l'Œuvre d'assistance aux bêtes d'abattoirs (OABA)*, association française de protection animale reconnue d'utilité publique depuis 1965. Le travail a été financé en intégralité par cette association.

* 10 place Léon Blum, 75011 Paris, mail : contact@oaba.fr, tél. 01 43 79 46 46.

Cliché : Véronique Deiss et Cécile Bourguet.

intensité, un voltage et une fréquence. L'intensité et le voltage sont interdépendants. Ainsi, le paramétrage de l'électronarcose correspond à une combinaison entre un certain voltage, afin d'obtenir une intensité donnée, et une fréquence.

► **Contexte sociétal et scientifique**

La méthode d'étourdissement par bain électrifié fait débat entre les associations de protection animale et les professionnels de l'abattage. Elle soulève de nombreuses questions relatives à l'efficacité de cette technique, d'une part du point de vue du bien-être animal en termes d'induction de l'inconscience et, d'autre part, au regard des défauts de présentation des carcasses qu'elle peut provoquer. Selon la réglementation en vigueur relative à la protection des animaux en abattoirs ⁽¹⁾, des combinaisons d'intensité/fréquence minimales du courant électrique appliqué sont exigées (Tableau 1). Cependant, de telles combinaisons seraient associées à davantage de défauts de présentation sur les carcasses (2). Ainsi, dans la pratique, il semble que les paramètres utilisés soient souvent minimisés pour éviter de trop endommager la carcasse: une étude récente menée dans 8 abattoirs français montre que les poulets reçoivent en moyenne 71,1 mA, ce qui est insuffisant pour étourdir efficacement tous les animaux (15).

De nombreuses études ont été consacrées à l'influence de différentes combinaisons de paramètres électriques sur la perte de conscience et/ou les défauts de présentation des carcasses. Mais face à la diversité et à la multiplicité de cette bibliographie spécialisée, il n'est pas facile de disposer d'une vision d'ensemble claire. De plus, les études sont le plus souvent consacrées soit à la perte de conscience, soit aux conséquences en termes de qualité de la carcasse dans des expérimentations distinctes. Ceci ne permet donc pas d'évaluer l'impact d'une même combinaison de paramètres électriques sur ces deux aspects simultanément.

► **Objectif**

La présente revue a pour objectif de faire un état des lieux des connaissances existantes sur l'électronarcose par bain d'eau chez le poulet. Il s'agit tout d'abord d'exposer de manière synthé-

tique les résultats des études portant sur les effets des paramètres électriques sur la perte de conscience. Ensuite, ce sont les résultats des études portant sur les effets des paramètres électriques sur les défauts de présentation des carcasses qui sont présentés. Enfin, la dernière partie de cette revue propose une vision transversale de ces différentes études afin d'identifier des combinaisons de paramètres électriques qui permettraient à la fois d'induire une perte de conscience tout en minimisant les effets délétères sur la qualité des carcasses.

La perte de conscience

Comment la définir et l'évaluer

La perte de conscience est le résultat de la détérioration temporaire ou permanente des fonctions cérébrales, induisant une absence de réponse de la part de l'individu aux stimulations provenant de l'environnement (3). Dans le contexte de l'abattage, l'état d'inconscience que doit produire l'étourdissement empêche le cerveau de l'animal de ressentir des douleurs ou de la peur (24). Dans le cas de l'électronarcose, la perte de conscience est provoquée par le passage d'un courant à travers le cerveau produisant une décharge synchronisée des neurones qui, dès lors, ne conduisent plus l'information nerveuse. Selon les paramètres utilisés, ces effets peuvent être temporaires, avec des durées plus ou moins longues, ou alors irréversibles et induire dans ce cas la mort de l'animal *via* un arrêt cardiaque.

Diverses méthodes sont employées pour évaluer la perte de conscience. Elles varient dans leur performance et leur facilité d'utilisation et d'interprétation. Dans la présente revue, les animaux dits « inconscients » ont été étudiés sur la base de l'un ou de plusieurs de ces différents critères.

La méthode sans doute la plus précise, mais aussi la plus difficile à mesurer et la plus complexe à interpréter, consiste en la mesure de l'activité cérébrale *via* l'analyse de l'électroencéphalogramme (EEG). Un ou plusieurs critères sont analysés, tels que la puissance de certaines ondes, la complexité de l'EEG ou la réponse de l'EEG à la suite d'une stimulation sensorielle (via un son, une lumière ou un courant électrique) (24).

L'absence du réflexe cornéen est l'un des signes les plus simples et fiables pour identifier un état d'inconscience. La présence de ce réflexe oculaire n'indique pas forcément que l'animal est conscient, mais son absence traduit un état d'inconscience (6). Le réflexe cornéen correspond à la fermeture spontanée des paupières à

(1) Règlement (CE) N° 1099/2009 du Conseil du 24 septembre 2009 portant sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort.

TABLEAU 1. Paramètres électriques (combinaisons intensité/fréquence) exigées par la réglementation en vigueur pour l'électronarcose par bain d'eau des poulets (valeurs moyennes par animal)

Fréquences (Hz)	Intensités (mA)
< 200	100
De 200 à 400	150
De 400 à 1500	200

la suite d'une stimulation tactile exercée sur la cornée. Il est généralement évalué à l'aide d'une légère pression exercée avec le doigt sur la cornée de l'animal. Chez les volailles, les yeux se ferment rapidement après l'étourdissement et/ou le début de la saignée. Ainsi, plutôt que la paupière supérieure, c'est généralement la réponse de la membrane nictitante que l'on mesure car sa fermeture se perçoit facilement au toucher (4).

Dans le contexte de l'électronarcose, la présence de la « crise tonique/clonique » est aussi un indicateur d'étourdissement efficace. Elle correspond à l'enchaînement de deux phases spécifiques. La première apparaît immédiatement à la suite de l'électronarcose (phase tonique) : l'animal est tendu, le cou est arqué dorsalement ; le corps, bien qu'immobile, est parcouru de tremblements musculaires, les yeux sont ouverts et l'animal est en apnée (16). La seconde phase (phase clonique) survient immédiatement après : l'animal est parcouru de spasmes correspondant à des mouvements saccadés, rapides, énergiques et beaucoup plus amples que les tremblements musculaires de la première phase (3).

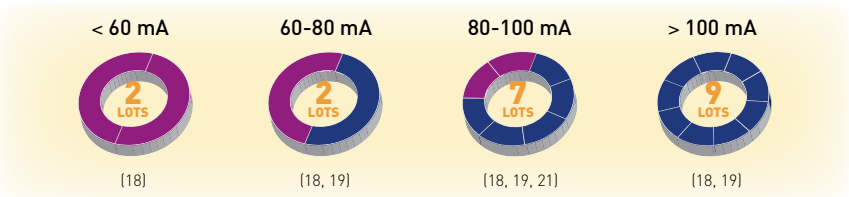
La respiration rythmique et la tension dans le cou sont, quant à elles, plutôt utilisées pour évaluer la durée de la phase d'inconscience induite par l'électronarcose. La prise en compte de cette durée est indispensable pour s'assurer que l'inconscience provoquée par l'électronarcose dure suffisamment de temps et que l'animal demeure inconscient et insensible pendant la saignée.

Enfin, en fonction des paramètres utilisés, l'électronarcose peut entraîner une fibrillation cardiaque, souvent irréversible. Celle-ci peut être identifiée à l'aide d'un électrocardiogramme (ECG) ou d'un stéthoscope, ou par l'arrêt définitif de la respiration et la perte totale du tonus musculaire.

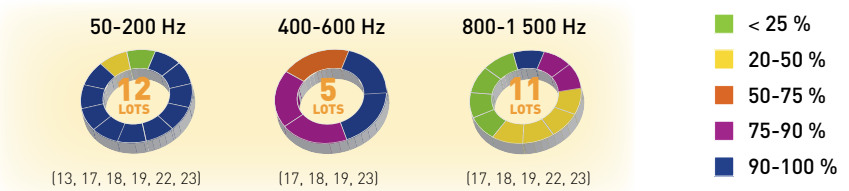
L'influence des paramètres électriques sur la perte de conscience

Chez les poulets, près de la moitié des études scientifiques relatives à la perte de conscience dans le contexte de l'électronarcose par bain d'eau ont examiné l'effet de fréquences de 50 Hz, 200 Hz et 1 500 Hz. Les fréquences de 70 Hz à 100 Hz, 400 Hz, 500 Hz et 800 Hz se retrouvent dans seulement 20 à 35 % des études. Ainsi, les fréquences dites « basses » et « très hautes » sont beaucoup plus documentées que les fréquences « intermédiaires ». Concernant les intensités, elles sont quant à elles beaucoup mieux réparties dans la littérature et seules les intensités très élevées (> 150 mA) sont moins représentées.

▼ Figure 1a.



▼ Figure 1b.



Chaque portion des diagrammes correspond à un lot d'animaux. Les lots varient selon le type d'animal (sexe, souche), les modalités du courant testé (type de courant, durée du choc électrique...) et/ou les indicateurs utilisés. Les chiffres notés entre parenthèses indiquent les références bibliographiques dont sont issus les résultats

Figure 1.

Pourcentages de poulets inconscients.

1a - En fonction de l'intensité du courant suite à une électronarcose comprise entre 70 Hz et 100 Hz.

1b - En fonction de la fréquence du courant suite à une électronarcose comprise entre 120 mA et 150 mA.

Afin de pouvoir tirer des conclusions générales, les études citées dans le présent travail ont été regroupées selon que les paramètres testés permettent d'atteindre moins de 25 %, de 25 à 50 %, de 50 à 75 %, de 75 à 90 % et entre 90 et 100 % d'animaux inconscients (Figure 1).

De manière générale, la hausse de l'intensité augmente la proportion d'animaux inconscients (13, 22), et ce quelle que soit la fréquence (22, Figure 1a). À moins de 60 mA, le seuil de 90 % des animaux inconscients n'est jamais dépassé (1, 17, 19). À l'inverse, l'augmentation de la fréquence diminue la proportion d'animaux inconscients, et ce quelle que soit l'intensité (17, 18, 21, 22, 23, Figure 1b). Au-delà de 550 Hz, il est très rare d'obtenir au moins 90 % d'animaux inconscients : ce résultat fut atteint 1 seule fois sur 57 lots issus de 7 études différentes (1, 17, 18, 19, 21, 22, 23).

En plus de la prise en compte du pourcentage d'animaux inconscients, la durée de l'inconscience est un autre facteur important à considérer (Tableau 2, page suivante). Lorsque les deux carotides et les deux jugulaires sont correctement sectionnées, la perte de sang provoque une ischémie cérébrale associée à un état d'inconscience dans les vingt-cinq secondes qui suivent le début de la saignée (8). Par conséquent, la durée d'inconscience doit être au moins égale à ces 25 secondes, auxquelles doit s'ajouter le temps nécessaire pour le transfert des animaux entre le bain d'eau et le poste de saignée. Pour une fréquence de 50 Hz, la hausse

de l'intensité augmente la durée de l'inconscience (13). En revanche, la fréquence semble avoir pas ou peu d'influence : les données obtenues pour une intensité de 90 à 110 mA indiquent qu'il n'y a pas d'effet de l'augmentation de la fréquence sur la durée de l'inconscience (26, 27, Tableau 2).

Les combinaisons de fréquence/intensité réglementaires (Tableau 1) sont connues pour provoquer la mort de l'animal en favorisant l'induction d'un arrêt cardiaque. Cela évite que l'animal ne puisse se réveiller avant d'être saigné.

À 50 Hz, les études indiquent qu'avec une intensité inférieure à 60 mA, la prévalence des arrêts cardiaques est faible (9, 10, 13, 14). En revanche, au-dessus de 150 mA, près de 100 % des animaux sont en arrêt cardiaque (12, 13). Entre les deux, l'augmentation de l'intensité entraîne une augmentation de la prévalence des arrêts cardiaques (9, 10, 11, 13, 14, 26, 27).

Entre 50 et 800 Hz, les effets de l'intensité et de la fréquence se contrecarrent : la prévalence des arrêts cardiaques augmente avec l'intensité (10, 18, 19) et diminue avec la fréquence (26, 27). Par exemple, pour atteindre 80 % d'animaux en arrêt cardiaque avec une fréquence de 70 Hz à 100 Hz, 120 mA sont nécessaires. À 200 Hz, il faut augmenter l'intensité à 150 mA (19).

Au-delà de 800 Hz, la prévalence des arrêts cardiaques est nulle, et ce, quelle que soit l'intensité (10, 22, 26, 27).

dire à des défauts essentiellement liés à l'aspect visuel de la carcasse, sans forcément affecter les qualités technologiques et/ou organoleptiques de la viande, telles que la couleur, la jutosité, la texture, etc.

Les principaux défauts de présentation de carcasses peuvent se grouper en 3 grandes catégories : hémorragies et hématomes, fractures, et engorgement des veines.

Les hémorragies et les hématomes recouvrent toutes les rougeurs, les pétéchies et les autres formes d'accumulation plus ou moins étendue de sang dans les muscles. En général, ils sont mesurés à l'aide d'une échelle à 3 niveaux (0, 1 et 2) : au niveau 0, les défauts sont absents ou légers (carcasse acceptable) ; au niveau 1, les défauts sont plus prononcés et entraînent un déclassement de la carcasse ; au niveau 2, les défauts sont sévères et requièrent parfois un rejet de tout ou partie de la carcasse.

Concernant les fractures, elles sont le plus souvent relevées en termes de présence/absence. L'engorgement des veines correspond à une accumulation de sang dans les veines, souvent celles des ailes, voire des cuisses. Ce défaut peut être évalué par un score de présence/absence ou par une échelle de sévérité croissante en 3 points.

L'influence des paramètres électriques sur la qualité des carcasses

Chez les poulets, la très grande majorité des études relatives à l'influence de l'électronarcose par bain d'eau sur les qualités des carcasses s'est focalisée sur des courants de fréquence de 50 Hz et d'intensité de 100 mA à 120 mA.

Il est à noter en premier lieu que le niveau 2 des défauts d'hémorragies et d'hématomes est rarement atteint. Ainsi, la grande majorité des études regroupent les défauts de niveaux 1 et 2 dans leurs analyses. Par ailleurs, on ne distingue pas toujours les fractures selon qu'elles soient ou non associées à des hémorragies. Pourtant, lorsque qu'il n'y a pas d'hématome local au niveau d'une fracture, cela signifie que cette dernière s'est sans doute produite alors que la circulation sanguine était interrompue, soit après la saignée. Ainsi, seules les fractures associées à une hémorragie sont potentiellement redevables à l'électronarcose (27). Or, celles-ci ne représenteraient qu'une petite partie des fractures relevées. Par exemple, dans une étude testant 12 combinaisons de paramètres compris entre 80 et 150 mA et allant de 50 à 1 500 Hz, les auteurs rapportent que seules 1/20 à 1/3 des fractures sont associées à des hémorragies (27). La prévalence des défauts de carcasse tend à augmenter avec la hausse de l'intensité et/ou avec la baisse de la fréquence (Figure 2). Mais il

La qualité de présentation des carcasses

Comment la définir et l'évaluer ?

La qualité de la carcasse se distingue de la qualité de la viande. Elle fait référence à des défauts de présentation de la carcasse, c'est-à-

TABEAU 2. Délais de retour de conscience (évaluée sur la base de la reprise de la respiration rythmique et du tonus dans le cou) en fonction de l'intensité et de la fréquence du courant pour l'électronarcose par bain d'eau chez le poulet

Intensités (mA)	Fréquences (Hz)	Respiration rythmique (s)	Tension dans le cou (s)	Références
45	50	16	45	13
60 à 75	50	18 à 23	55 à 70	11 et 13
90 à 110	50	12 à 21	38 à 104	13, 26 et 27
90 à 110	100	12 à 14	40 à 49	26
90 à 110	500	11 à 15	42 à 59	26 et 27
90 à 110	1 500	12 à 16	42 à 57	26 et 27

demeure très difficile à l'heure actuelle de donner une interprétation globale des effets des paramètres électriques sur la qualité de présentation de la carcasse, et ce pour plusieurs raisons :

- Tout d'abord, tous les indicateurs ne varient pas dans le même sens. À titre d'exemple, la hausse de l'intensité est associée à une augmentation de la prévalence des hématomes au niveau du filet ou des pattes, mais aussi à une diminution de celles du pygostyle (9).

- Ensuite, la relation entre l'augmentation de l'intensité ou de la fréquence et la prévalence des défauts de présentation des carcasses est parfois complexe. Pour une fréquence de 50 Hz à 60 Hz par exemple, la prévalence des hématomes au niveau des pointes des ailes augmente avec la hausse de l'intensité jusqu'à 110-130 mA (2, 9), puis diminue si la hausse de l'intensité est poursuivie jusqu'à 220 mA (9).

- Ensuite, pour beaucoup de défauts de carcasses, les résultats ne sont pas cohérents d'une étude à l'autre. C'est le cas notamment pour les hématomes au niveau des ailes entières (10, 26), les hématomes superficiels des filets, l'engorgement des veines et les fractures de la furcula (2, 9). Ces divergences peuvent être liées à des différences méthodologiques (durée du choc électrique, souche ou sexe des animaux...).

- Enfin, certains défauts de carcasse, tels que les fractures pectorales (au niveau du thorax), ne semblent pas influencés par les paramètres électriques (26, 27). Leur origine est probablement due à d'autres facteurs que les paramètres de l'électroneurose, comme le poids des animaux (25).

Comment garantir à la fois une perte de conscience et une bonne qualité des carcasses ?

Les combinaisons optimales

Que ce soit en termes d'efficacité de l'étourdissement ou de qualité de la carcasse, nous disposons de peu de recul sur les fréquences intermédiaires qui demeurent peu étudiées. Des études complémentaires, associant à la fois évaluation de la perte de conscience et qualité des carcasses sont indispensables. Il semble cependant que certaines combinaisons d'intensité/fréquence peuvent être précibées pour orienter ces futures études.

Nous avons vu qu'une fréquence comprise entre 50 à 200 Hz, associée à une intensité de 120 à 150 mA, permet d'induire un état d'inconscience chez 90 à 100 % des animaux. Pour de telles intensités, nous savons qu'une fréquence de 50 Hz est le plus souvent associée à une prévalence d'hématomes généralement inférieure à 20 % des carcasses. Or, comme exposé précédemment, les études indiquent que l'augmentation de la fréquence est plutôt favorable aux qualités des carcasses. Ainsi, un courant d'une intensité de 120 à 150 mA, associée à une fréquence comprise entre 100 et 200 Hz, pourrait aboutir au meilleur compromis et permettre de concilier bien-être animal et qualité des carcasses. Il est à noter que ces combinaisons (100 mA/60-100 Hz et 120-150 mA/100-200 Hz) sont compatibles avec les minimums réglementaires (Tableau 1).

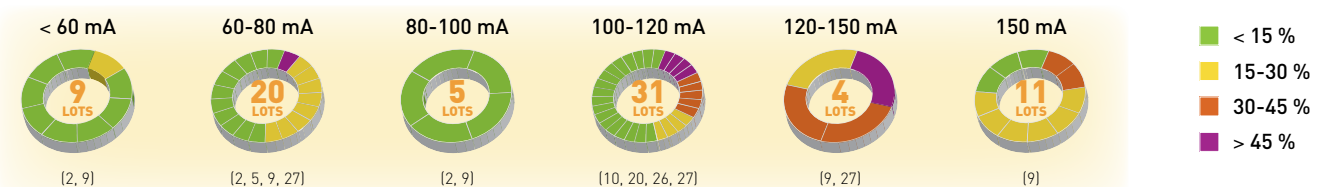
Figure 2.

Prévalence des défauts de carcasses en fonction de l'intensité.

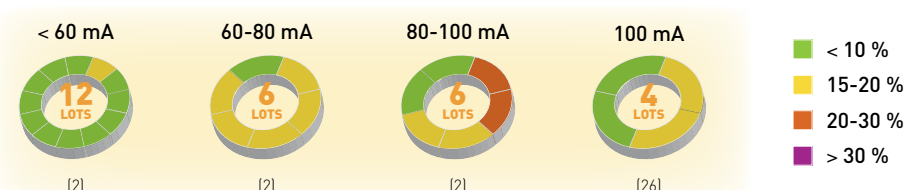
2a. Proportion de carcasses de poulets présentant une fracture à la suite d'une électroneurose de 50 Hz.

2b. Proportion de carcasses de poulets présentant un hématome de niveau 1 ou 2 à la suite d'une électroneurose comprise entre 70 Hz et 100 Hz.

▼ Figure 2a. Proportion de carcasses présentant une fracture



▼ Figure 2b. Proportion de carcasses présentant un hématome



Chaque portion des diagrammes correspond à un lot d'animaux. Les lots varient selon le type d'animal (sexe, souche), les modalités du courant testé (type de courant, durée du choc électrique...) et/ou les indicateurs utilisés. Les chiffres notés entre parenthèses indiquent les références bibliographiques dont sont issus les résultats.

Par ailleurs, un courant de 80 à 100 mA et compris entre 60 et 100 Hz pourrait induire un état d'inconscience chez plus de 90 % des animaux, tout en assurant une prévalence de fractures généralement inférieure à 15 % des carcasses. La prévalence de certains types d'hématomes (pointes des ailes et pétéchies profondes du filet) pourrait atteindre un maximum de 30 % des carcasses dans certains cas. Il est cependant à noter que les défauts seraient en grande majorité de niveau 1, donc sans impliquer de potentiel rejet de tout ou partie de la carcasse. Cette deuxième combinaison présente donc une autre piste de recherche intéressante.

La variabilité interindividuelle dans le courant reçu

Le courant reçu par chaque animal dépend de plusieurs facteurs, tels que la qualité de leur immersion dans le bain et du passage du courant, et le nombre d'oiseaux présents en même temps dans le bain. Ces facteurs sont liés aux caractéristiques de l'équipement et de l'organisation de l'abattoir et peuvent donc être contrôlés. Par exemple, la présence d'un guide qui accompagne la tête des oiseaux jusque dans le bain peut optimiser la qualité de l'immersion.

D'autres facteurs sont toutefois difficiles à maîtriser, notamment la variabilité dans l'impédance entre les oiseaux (i.e. leur « résistance au courant électrique »). L'impédance varie notamment en fonction du poids et du sexe : les oiseaux moins lourds et les femelles ont une impédance plus élevée. Pour un voltage donné, les oiseaux ayant une impédance supérieure reçoivent donc moins de courant électrique que les autres oiseaux présents en même temps dans le bain. Si la variabilité dans l'impédance entre les oiseaux est élevée, certains oiseaux peuvent recevoir un courant insuffisant pour être étourdis efficacement, tandis que d'autres peuvent recevoir un courant trop élevé, ce qui peut compromettre la qualité ultérieure de la carcasse (9). Plus la variabilité dans les impédances est grande, plus ce risque est élevé. Pour limiter ce risque, il convient d'étourdir des lots les plus homogènes possible (en termes de poids, de sexe, de souches) et d'adapter les paramètres électriques utilisés à chaque lot. Par ailleurs, le développement de systèmes à intensité constante permettrait d'avoir une meilleure adéquation entre les caractéristiques des lots et l'intensité du courant souhaitée.

Conclusions

D'un point de vue éthique, un étourdissement optimal devrait rendre la totalité des animaux inconscients. La présente synthèse montre que de manière générale, on observe que l'augmentation de l'intensité et/ou la baisse de la fréquence qui vont dans le sens de l'amélioration de l'efficacité de l'étourdissement peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de présentation des carcasses. Toutefois, très peu d'études ont examiné les effets des paramètres électriques de l'électronarcose sur la perte de conscience des poulets et la qualité des carcasses simultanément. De plus, il apparaît que certains paramètres électriques, notamment l'effet des fréquences de 100 à 200 Hz sur les qualités des carcasses, ont peu été étudiés. Par ailleurs, il existe aussi quelques résultats contradictoires. Ceci a pour conséquences d'entretenir le doute quant à la possibilité de garantir à la fois perte de conscience et bonne qualité de présentation de la carcasse.

La présente revue montre pourtant qu'en recoupant les données existantes dans des études distinctes, il est possible d'identifier des combinaisons qui permettraient d'aboutir à un tel compromis. Par exemple, l'utilisation d'un courant d'une intensité de 120 à 150 mA associée à une fréquence comprise entre 100 et 200 Hz, ou d'un courant de 80 à 100 mA et compris entre 60 et 100 Hz, représentent des pistes de recherche pertinentes. Des études complémentaires sont cependant nécessaires pour tester les effets de ces combinaisons mises en avant dans la présente synthèse, afin de confirmer nos conclusions et ainsi de garantir 100 % d'animaux inconscients sans altérer les exigences de production. Les études à venir doivent avoir pour objectif non seulement d'optimiser la combinaison intensité/fréquence, mais aussi d'homogénéiser autant que possible la quantité de courant électrique reçu par chaque animal.

Remerciements :

Les auteurs remercient vivement l'O.A.B.A., son président le Dr. Jean-Pierre Kieffer et son directeur Frédéric Freund, d'avoir permis la réalisation de ce travail de synthèse. Le bureau E.T.R.E. remercie également ses partenaires du Centre INRA Auvergne Rhône-Alpes pour leur soutien logistique et scientifique.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANASTASOV MI, WOTTON SB. Survey of the incidence of post-stun behavioural reflexes in electrically stunned broilers in commercial conditions and the relationships of their incidence with the applied water-bath electrical parameters. *Animal Welfare*. 2012; 21: 247-256.
- 2 - CONTRERAS CC, BERAQUET NJ. Electrical stunning, hot boning, and meat quality of chicken breast meat. *Poultry Science*. 2001; 80: 501-507.
- 3 - EFSA. Welfare aspects of animal stunning and killing methods. Scientific report of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. 2004 :accepted in June 2004 by the European Food Safety Authority.
- 4 - ERASMUS MA, TURNER PV, WIDOWSKI TM. Measures of insensibility used to determine effective stunning and killing of poultry. *The Journal of Applied Poultry Research*. 2010; 19: 288-298.
- 5 - GÖKSOY EO, MCKINSTRY LJ, WILKINS LJ, PARKMAN I, PHILLIPS A, R. I. RICHARDSON RI, ANIL M. Broiler stunning and meat quality. *Poultry Science*. 1999; 78: 1796-1800.
- 6 - GREGORY NG. *Animal welfare and meat science*. Wallingford. Edition CABI Publishing. 1998: 298 pages.
- 8 - GREGORY NG, WILKINS LJ. Effect of slaughter on bleeding efficiency in Chickens. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 1989; 47: 13-20.
- 9 - GREGORY NG, WILKINS LJ. Effect of stunning current on carcase quality in chickens. *The Veterinary Record*. 1989; 124: 530-532.
- 10 - GREGORY NG, WILKINS LJ, WOTTON SB. Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broilers, hens and quails. *British Veterinary Journal*. 1991; 147: 71-77.
- 11 - GREGORY NG, WOTTON SB. Effect of depth of immersion in the waterbath on the effectiveness of electrical stunning in chickens. *Research in Veterinary Science*. 1991; 51: 200-202.
- 12 - GREGORY NG, WOTTON SB. Effect of electrical stunning on somatosensory evoked responses in the turkey's brain. *British Veterinary Journal*. 1991; 147: 270-274.
- 13 - GREGORY NG, WOTTON SB. Effect of stunning on spontaneous physical activity and evoked activity in the brain. *British Poultry Science*. 1990; 31: 215-220.
- 14 - GREGORY NG, WOTTON SB. Effect of electrical stunning on the electroencephalogram in chicken. *British Veterinary Journal*. 1987; 143: 175-183.
- 15 - GUARDIA S, GIGAUD V, MOIRE C, MIKA A, BERRI C, BIGNON L. Impact de l'électronarcose sur le bien-être des volailles et la qualité des produits. *Viandes & Produits Carnés*. 2014; édition du 27 mai 2014.
- 16 - HEWSON PI, RUSSELL J. The welfare of poultry at slaughter. *The State Veterinary Journal*. 1991; 1: 75-81.
- 17 - HINDLE VA, LAMBOOIJ E, REIMERT HGM, WORKEL LD, GERRITZEN MA. Animal welfare concerns during the use of the water bath for stunning broilers, hens, and ducks. *Poultry Science*. 2010; 89: 401-412.
- 18 - PRINZ S, VAN OIJEN G, EHINGER F, COENEN A, BESSEI W. Effects of waterbath stunning on the electroencephalograms and physical reflexes of broilers using a pulsed direct current. *Poultry Science*. 2010; 89: 1275-1284.
- 19 - PRINZ S, VAN OIJEN G, EHINGER F, BESSEI W, COENEN A. Electroencephalograms and physical reflexes of broilers after electrical waterbath stunning using an alternating current. *Poultry Science*. 2010; 89: 1265-1274.
- 20 - RAJ ABM, GREGORY NG, AUSTIN SD. Prevalence of broken bones in broilers killed by different stunning methods. *The Veterinary Record*. 1990; 127: 285-287.
- 21 - RAJ ABM, O'CALLAGHAN M. Effects of electrical water bath stunning current frequencies on the spontaneous electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in hens. *British Poultry Science*. 2004; 45: 230-236.
- 22 - RAJ ABM O'CALLAGHAN M, HUGHES SI. The effects of amount and frequency of pulsed direct current used in pulse water bath stunning and of slaughter methods on spontaneous electroencephalograms in broilers. *Animal Welfare*. 2006; 15:19-24.
- 23 - RAJ ABM., O'CALLAGHAN M, KNOWLES TG. The effects of amount and frequency of alternating current used in water bath stunning and of slaughter methods on electroencephalograms in broilers. *Animal Welfare*. 2006; 15: 7-18.
- 24 - TERLOUW EMC, BOURGUET C, DEISS V. La conscience, l'inconscience et la mort dans le contexte de l'abattage. Partie I. Mécanismes neurobiologiques impliqués lors de l'étourdissement et de la mise à mort. *Viandes & Produits Carnés*. 2015; édition du 19 mars.
- 25 - WILKINS LJ, GREGORY NG, WOTTON SB. Effectiveness of different electrical stunning regimens for turkeys and consequences for carcase quality. *British Poultry Science*. 1999; 40: 478-484.
- 26 - WILKINS LJ, GREGORY NG, WOTTON SB, PARKMAN ID. Effectiveness of electrical stunning applied using a variety of waveform-frequency combinations and consequences for carcase quality in broiler chickens. *British Poultry Science*. 1998; 39: 511-518.
- 27 - WILKINS LJ, WOTTON SB, PARKMAN ID, KE'TTLEWELL PJ, GRIFFITHS P. Constant current stunning effects on bird welfare and carcass quality. *Journal of Applied Poultry Research*. 1999; 8: 465-471.