

Améliorer les conditions d'abattage des saumons atlantique



© iStockphoto

Recommandations de CIWF

Tous les animaux destinés à la consommation humaine devraient bénéficier d'un abattage respectueux. Il convient donc d'utiliser des techniques d'étourdissement efficaces entraînant une perte de conscience instantanée et sans reprise de conscience jusqu'à la mort de l'animal.

Pour le saumon atlantique

- Le recours à une méthode unique (à savoir, par percussion ou par électronarcose) entraînant simultanément une perte de conscience instantanée et la mort de l'animal devrait être privilégié autant que possible.
- Un étourdissement par percussion ou par électronarcose suivi d'une autre méthode de mise à mort (voir ci-dessous) est également acceptable, à condition que l'animal ne présente aucun signe de conscience dans l'intervalle entre son étourdissement et sa mise à mort.
- Les méthodes d'abattage post-étourdissement considérées comme acceptables sont : la décapitation, la décérébration (perforation du cerveau) à l'aide d'une pointe ou d'un emporte-pièce et la section des branchies (suite à étourdissement par percussion efficace uniquement).
- L'utilisation de systèmes au dioxyde de carbone pour l'étourdissement des saumons atlantique n'est pas acceptable et doit être abandonné.



Introduction

Les poissons sont des êtres sensibles, capables de ressentir de la souffrance et de la douleur.¹ À ce titre, ils sont couverts par la réglementation relative au bien-être animal qui préconise de restreindre au minimum la souffrance des animaux au moment de l'abattage et d'appliquer des procédés provoquant une perte de conscience aussi rapide que possible et maintenue jusqu'à la mort. Les poissons sont couverts par le Règlement du Conseil de l'UE relatif à la protection des animaux au moment de leur mise à mort ; ils devraient donc bénéficier des mesures recommandées visant à réduire au maximum la douleur, la détresse ou la souffrance au moment de l'abattage et des opérations associées. Selon la Commission européenne, ce Règlement est conforme avec les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE) sur l'étourdissement et l'abattage des poissons d'élevage ratifiées par l'ensemble des États membres de l'Union européenne.²

Un récent rapport de la Commission³ conclut néanmoins que la plupart des États membres évalués sont en réalité en situation d'infraction face à ces directives. La plupart des producteurs utilisent des méthodes d'abattage considérées comme non respectueuses de la protection animale par l'OIE. Par ailleurs, les entreprises du secteur agro-alimentaire intègrent de plus en plus le bien-être des poissons dans leurs politiques et leurs pratiques de responsabilité sociétale et environnementale. Le présent document vise à dresser un état des lieux des pratiques permettant un abattage plus respectueux du saumon d'Atlantique, notamment :

- un aperçu des problématiques de bien-être animal liées à la privation de nourriture et à la manipulation qui précèdent la mise à mort,
- un aperçu des principales méthodes d'abattage utilisées dans la filière
- des recommandations pour la mise en place de politiques et de pratiques en faveur du bien-être animal par la filière
- des méthodes d'évaluation du bien-être animal au moment de l'abattage.



Procédures préalables à l'abattage

Un abattage respectueux des poissons n'est possible qu'en réduisant au maximum le stress et les blessures susceptibles d'être occasionnés au cours de la phase de pré-abattage, ainsi que durant la procédure de mise à mort elle-même. Certaines pratiques, telles que le regroupement des poissons et leur transfert depuis les bassins d'élevage vers les unités d'abattage peuvent être très stressantes et durer plusieurs heures. Une réduction du stress et de l'activité avant l'abattage améliore non seulement le bien-être des poissons, mais a également un impact positif sur la qualité de leur chair, chez le saumon notamment.^{4,5}

Privation de nourriture

Les saumons d'élevage sont privés de nourriture avant l'abattage afin de diminuer leur activité métabolique (et donc leur besoin en oxygène) ainsi que leur activité musculaire avant leur collecte et leur transport. Cette pratique vise également à vider le tube digestif de l'animal avant sa mise à mort et à diminuer ainsi la quantité de rejets biologiques (aliments non digérés, matières fécales et microorganismes) durant le transport, ce qui facilite un traitement hygiénique après abattage. Les poissons ne devraient jamais être privés de nourriture pour une amélioration présumée de la qualité de la chair.



Pour une diminution notable de l'activité métabolique des salmonidés, un jeûne de 2 à 3 jours est nécessaire.⁶ Chez le poisson, le temps nécessaire aux intestins pour se vider dépend de la température extérieure (et augmente en cas de températures basses). Au-dessus de 10°C, il faut moins de 48 heures pour réduire à < 5 % le contenu gastrique d'un saumon. En Écosse, les températures marines oscillent entre 6 et 14°C selon les saisons. Au cours des mois plus chauds, il est donc inutile de priver les poissons de nourriture pendant plus de 48 heures pour vider leur système digestif. Dans tous les cas, un saumon ne devrait pas être privé de nourriture plus de 72 heures.⁷

Peu d'informations sur les effets de la durée de privation de nourriture sur le bien-être des poissons sont disponibles. Alors que les poissons sauvages peuvent ne pas se nourrir pendant de longues périodes, les poissons d'élevage sont quant à eux nourris à intervalles réguliers, d'où un impact direct probable sur leur bien-être en cas de privation de nourriture. Par exemple, la privation de nourriture concourt notamment à une augmentation des comportements agressifs ; lorsque les poissons sont moins nourris, on constate une recrudescence de l'érosion de la nageoire dorsale.⁸ Ces données suggèrent que la période de privation de nourriture devrait être la plus courte possible.

Regroupement

Les saumons sont regroupés dans les cages afin de faciliter leur pompage ou leur collecte à l'aide de filets avant de les transférer vers les unités d'abattage. Lorsque les saumons sont regroupés à une densité trop élevée, le risque de blessures et de stress augmente fortement. S'il n'est pas géré correctement, le regroupement peut entraîner une diminution de la concentration en oxygène dans l'eau, une exposition des poissons à une forte intensité lumineuse à mesure qu'ils sont hissés vers la surface de l'eau et la survenue de lésions causées par le frottement avec les filets ou avec leurs congénères.⁹ Une augmentation de la vitesse de nage, des comportements de fuite (sauts) et d'enfouissement dans les filets indiquent clairement que les animaux sont en situation de stress.¹⁰ D'autres manifestations incluent des signes de suffocation, des rotations latérales, un changement de couleur, une augmentation des mouvements et des battements de queue, ainsi que la présence d'écaillés à la surface de l'eau.^{11,12}

Le regroupement constituant une source de stress pour l'animal, il est préconisé de réduire au maximum son intensité et sa durée. Les standards de la RSPCA indiquent que « les poissons ne doivent pas être regroupés plus de deux heures » et concernant l'abattage que « le regroupement et les contentions préalables à la mise à mort doivent être réduits le plus possible » et « qu'aucune cage ne doit être regroupée plus de deux fois par semaine ou trois fois au cours d'un même mois ».7

Des filets profonds et étroits sont plus adaptés que des filets larges et peu profonds pour le regroupement. Les filets étroits et profonds permettent une plus grande amplitude de mouvement des poissons, un moindre contact des animaux avec le filet et évitent une surexposition à une forte intensité lumineuse.

Transfert des poissons

Les saumons sont soit abattus sur le site d'élevage, soit transférés vers une unité d'abattage centralisée. L'abattage sur site est préférable, étant donné que les procédures stressantes, comme la manipulation et le transport, sont réduites.

Lorsque les saumons sont abattus sur site, ils sont transférés depuis les cages vers un bateau de ramassage à proximité. Les poissons passent directement de leur bassin à la machine d'abattage, au moyen de filets suspendus (entraînant une exposition à l'air) ou par pompage (transfert par courants d'eau). L'utilisation de filets suspendus n'est pas recommandée en raison de l'exposition à l'air associée ainsi que du risque élevé de blessures dues à la pression exercée par les poissons

les uns sur les autres dans les filets et à l'abrasion provoquée par le frottement avec la surface du filet. Le pompage des poissons est une technique plus respectueuse en termes de bien-être des poissons, mais elle dépend fortement de la conception du matériel et de sa bonne manipulation. Les systèmes de pompage doivent bénéficier d'une conception minutieuse visant à transférer les poissons de la manière la plus fluide et efficace possible.

Le transfert des poissons vers un abattoir externe se fait en général par bateau-vivier, avec des temps de transport allant jusqu'à plusieurs heures. Ces navires spécialisés doivent impérativement être équipés de systèmes de contrôle et de maintien de la qualité de l'eau visant à garantir le maintien d'une bonne qualité de l'eau au cours du transit. Notamment, la concentration en oxygène doit être maintenue à un minimum de 80 % de saturation et/ou de 7 mg/litre.7 Les bateaux-viviers ne doivent pas naviguer à une vitesse trop élevée ou les poissons risquent de s'épuiser dans leur tentative de maintenir l'allure de l'embarcation.

À leur arrivée à l'abattoir, les saumons peuvent être pompés directement dans le système d'abattage, ou bien maintenus dans des filets de maintien localisés à proximité pendant une durée de 1 à 6 jours (sans apport de nourriture) avant d'être pompés sur la ligne d'abattage.13 La privation de nourriture ne devrait jamais excéder 72 heures et être limitée à des périodes courtes afin de préserver le bien-être des saumons (voir la rubrique « Privation de nourriture »).



Méthodes d'abattage plus respectueuses pour le saumon d'Atlantique

Les techniques d'étourdissement par percussion et par électronarcose sont utilisées commercialement et peuvent permettre un abattage sans cruauté si elles sont correctement appliquées. L'asphyxie par exposition au dioxyde de carbone dans l'eau (voir Encadré 1) est également utilisée chez le saumon dans certains cas. Toutefois, cette méthode n'est pas acceptable et doit être éliminée dans les plus brefs délais.

1. Percussion

L'étourdissement par percussion est considéré par l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE) comme permettant un abattage respectueux des salmonidés² et constitue la méthode principalement utilisée pour le saumon atlantique à l'échelle internationale.

Une perte de conscience immédiate peut être obtenue par le biais d'un coup correctement appliqué sur la tête de l'animal, lequel vise à projeter le cerveau contre la boîte crânienne avec suffisamment de puissance pour entraîner des lésions cérébrales fatales et faire cesser toute activité électrique. Un coup correctement appliqué avec suffisamment de puissance peut éviter une reprise de conscience de l'animal.¹⁴ Lorsque la perte de conscience causée par l'étourdissement par percussion est réversible, une méthode d'abattage consécutive est de rigueur. Celle-ci doit être réalisée rapidement et entraîner la mort avant toute reprise de conscience de l'animal. Les saumons sont généralement mis à mort par exsanguination par section des branchies (voir Encadré 2) après leur étourdissement par percussion. Le recours à la décapitation est également possible pour mettre à mort les poissons ayant été étourdis par percussion (voir Encadré 3).

Les systèmes de percussion automatisés sont aujourd'hui la méthode prédominante, car ils permettent un rendement élevé comparé aux méthodes d'étourdissement par percussion manuelle, l'efficacité de ces dernières variant en fonction de l'état de fatigue de l'opérateur et de l'erreur humaine associée. Les méthodes de percussion, qu'elles soient automatisées ou manuelles, visent à un abattage plus respectueux des poissons, mais comportent également des risques pour la protection animale lors de l'abattage.

a. Étourdissement par percussion automatisé :

Un marteau de forme cylindrique, actionné par un système pneumatique, assène un coup sur la tête de chaque saumon selon une force spécifique visant à faire circuler une onde de choc au travers du cerveau de l'animal. Pour que cette technique soit acceptable, il convient que l'animal bénéficie d'un étourdissement immédiat porté par un coup unique. La plupart des systèmes automatisés disposent également d'un système à couteaux automatisé permettant une exsanguination par section des branchies, laquelle intervient généralement dans les 10 secondes suivant le coup porté par percussion. Plusieurs facteurs doivent toutefois être pris en compte :

- Les variations de taille entre poissons peuvent rendre les systèmes par percussion inefficaces, lorsque le coup porté par le marteau atteint une autre zone du corps du poisson que celle normalement visée. Certaines variations sont dues à des différences individuelles de vitesse de croissance, à des déformations ou à la maturité sexuelle chez les mâles qui cause une élongation des mâchoires. Pour cette raison, il est nécessaire que tous les poissons présentés à l'étourdissement aient été récemment classés (par groupes de poissons de taille similaire) et que la machine ait été réglée de telle sorte à frapper la tête en un point spécifique. Pour le saumon, la position idéale du coup administré par percussion se situe sur la zone directement située au-dessus et légèrement à l'arrière des yeux.⁹
- La puissance du coup de percussion doit être suffisante pour entraîner un étourdissement instantané et prolongé. Le choix de la puissance du coup porté

est un compromis entre une force suffisamment importante pour garantir un état d'inconscience immédiat et prolongé (visant à garantir un état d'inconscience de l'animal entre son étourdissement et sa mise à mort) et une force suffisamment raisonnable pour ne pas détériorer la carcasse de l'animal (par exemple, par une fracture des mâchoires ou un prolapsus des globes oculaires). Il n'existe pas actuellement de recommandations de la filière sur les forces à appliquer, toutefois, une étude ayant évalué les différentes pressions de percussion a montré qu'une force d'au moins 8,1 bars était nécessaire à l'étourdissement instantané d'un saumon, et que la proportion des saumons étourdis de manière efficace augmentait proportionnellement à la force du coup porté.¹⁵ Ce point est corroboré par une autre étude, qui indique qu'une force supérieure à 80 N est nécessaire à l'étourdissement de la majorité des saumons et à la prévention d'une reprise de conscience.¹⁴

- **La forme du marteau** a un impact direct sur l'efficacité du coup porté. Un marteau à tête cylindrique à bord plat est plus efficace qu'un marteau à tête conique ou à tige perforante. En effet, cette forme crée une onde de choc qui vient projeter le cerveau contre la boîte crânienne et est préférable aux méthodes ciblant une zone du cerveau spécifique, lesquelles exigent un niveau de précision élevé pour garantir une efficacité pour chaque animal¹⁴. L'usage du marteau à tête cylindrique à bord plat nécessite également un bon niveau de précision pour que l'énergie cinétique fasse pénétrer l'onde de choc recherchée directement dans le crâne de l'animal, au lieu de seulement repousser le poisson vers l'arrière et vers le haut.¹⁴
- **La méthode d'introduction des poissons dans le dispositif d'étourdissement** a un impact sur le stress ressenti par les poissons avant l'abattage. Certains systèmes automatisés nécessitent malgré tout qu'un opérateur oriente les poissons à leur entrée dans le dispositif d'étourdissement. Il existe des systèmes d'introduction des poissons par courants d'eau (ex. le système Swim-In BAADER

101ⁱ à courant d'eau automatisé) dans lesquels les poissons doivent nager dans des canaux débouchant directement dans le dispositif d'étourdissement. Les systèmes à courants d'eau offrent un niveau de bien-être animal supérieur, car ils réduisent au minimum la manipulation par l'homme et conservent l'animal dans son milieu marin jusqu'à son étourdissement.

b. Étourdissement par percussion manuelle : Cette technique consiste à porter un coup sur la tête du poisson à l'aide d'un « assommoir » (masse en bois ou en plastique). L'étourdissement par percussion manuelle peut être une méthode d'étourdissement acceptable pour le saumon atlantique, toutefois, elle ne peut être raisonnablement utilisée que pour l'abattage d'un nombre restreint de poissons, étant donné la fatigue occasionnée pour l'opérateur. Le taux de succès peut également s'avérer variable, en raison des mouvements incontrôlés de l'animal ou de l'expérience et des compétences de l'opérateur. Il peut s'agir d'une méthode d'étourdissement alternative, mais elle requiert une formation importante en amont si l'on veut que les opérateurs l'appliquent avec précision.

2. Electronarcose

L'étourdissement par électronarcose est aujourd'hui utilisé pour environ la moitié du saumon produit en Norvège et pour un faible pourcentage du saumon produit au Royaume-Uni¹⁶. S'il est réalisé correctement, l'étourdissement par électronarcose peut entraîner une insensibilité instantanée chez le saumon atlantique.¹⁷ Toutefois, son effet est généralement réversible. De ce fait, afin de répondre aux exigences d'un abattage respectueux de l'animal, l'étourdissement par électronarcose doit être suivi d'une méthode de mise à mort garantissant l'absence de reprise de conscience.

La mise à mort des saumons par section des branchies sans étourdissement préalable est généralement synonyme d'une agonie de plusieurs minutes avant que la perte de conscience de l'animal soit effective.

ⁱ https://www.baader.com/en/products/fish_processing/salmonides/salmon_and_seatrout/harvesting.html

Une étude a montré que la perte de conscience pouvait prendre jusqu'à 7,5 minutes.¹⁸ Le délai nécessaire à la mort du poisson par section des branchies est vraisemblablement supérieur à la période d'inconscience préalablement obtenue par électronarcose. Les saumons peuvent reprendre conscience une fois leurs branchies sectionnées¹⁶ après un étourdissement par électronarcose. En conséquence, un étourdissement par électronarcose suivi d'une section des branchies ne constitue par une méthode d'abattage respectueuse de l'animal.

L'étourdissement par électronarcose est considéré comme acceptable uniquement s'il est suivi de l'une des méthodes suivantes (dès lors qu'elles sont appliquées de manière efficace) :

- Coup par percussion induisant la mort
- Coup par percussion visant à prolonger l'étourdissement, suivi d'une section des branchies
- Décapitation
- Perforation du cerveau à l'aide d'une pointe ou d'un emporte-pièce (voir Encadré 4).

Les systèmes permettant un étourdissement par électronarcose des saumons peuvent varier (voir ci-dessous), mais plus généralement, les paramètres qu'il convient de prendre en compte sont les suivants :

- Les paramètres électriques spécifiques utilisés sont essentiels à la garantie d'un étourdissement efficace. En cas de courant ou de tension électriques trop faibles, ou si la durée d'application est trop courte, l'étourdissement peut se révéler inefficace et douloureux et les poissons encore conscients peuvent alors souffrir de lésions¹⁹. Il est également possible que les poissons reprennent conscience au cours de l'abattage ou du traitement consécutif, ce qui a pour conséquences une douleur et des souffrances intenses. En cas de courant ou de tension électriques trop élevés, une détérioration de la carcasse de l'animal est possible et entraîner la survenue d'hémorragies, de taches de sang sur la chair et de fractures de l'arête centrale (blessures spinales)^{20,21}. Il est fondamental que les machines d'étourdissement par

électronarcose utilisées soient validées par des études réalisées par des instituts de recherche et que leurs utilisateurs respectent les paramètres recommandés.

- Un étourdissement par électronarcose inefficace peut passer inaperçu, étant donné que l'animal se retrouve physiquement immobilisé, son corps est immobile et sans réponse motrice réflexe, tandis que l'animal est toujours conscient (ainsi qu'attesté par les mesures de l'activité cérébrale) et sensible à la douleur.^{20,22-24} Afin d'éviter cette situation, il est important que les réglages des systèmes d'étourdissement électriques respectent les recommandations issues de la recherche, lesquelles valident les paramètres de réglage sur la base de mesures de l'activité cérébrale des animaux (à l'aide d'un électroencéphalogramme [EEG]) et pas uniquement sur les signes comportementaux.

Il existe des dispositifs d'électronarcose pour le saumon dans l'eau ou bien à l'air libre.

On considère que l'étourdissement des poissons dans l'air réduit le risque de détérioration de la carcasse et des lésions susceptibles de survenir chez l'animal²⁵ comparé aux systèmes d'électronarcose dans l'eau. Néanmoins, l'étourdissement dans l'eau est jugé préférable en termes de bien-être animal, car il évite l'isolement de chaque individu, sa contention et sa manipulation, ainsi que son exposition à l'air (tous facteurs de stress) avant son étourdissement²¹.

a. Procédés d'électronarcose dans l'eau
les poissons sont exposés à un courant électrique directement appliqué dans l'eau, soit dans une cuve (par lot), soit au moment de leur pompage dans un tuyau (flux continu), ce qui permet une mise en œuvre plus rapide de l'opération.

Dans le cas de l'étourdissement par électronarcose dans l'eau, le gradient de tension ou l'intensité du champ électrique (mesurée en volts par mètre) sont à privilégier par rapport au courant total appliqué. En effet, le courant électrique

passer non seulement dans le corps du poisson, mais également dans l'eau, si bien que le courant appliqué dépend de la conductivité électrique de l'eau et également de la quantité d'eau dans laquelle baigne l'animal. La conductivité électrique de l'eau diffère en fonction de sa salinité, l'eau saumâtre étant généralement cent fois plus conductrice que l'eau douce. Le champ électrique requis pour l'étourdissement d'un poisson diminue légèrement à mesure que la conductivité de l'eau augmente. Toutefois, en cas de conductivité accrue, le courant et donc la puissance électrique augmente quasiment de manière proportionnelle à la conductivité. L'étourdissement des poissons dans l'eau saumâtre peut par conséquent nécessiter jusqu'à 50 fois plus de puissance que leur étourdissement dans l'eau douce²⁶.

Il est difficile d'établir des recommandations générales sur les paramètres électriques les mieux adaptés aux systèmes d'étourdissement par électronarcose, étant donné qu'ils dépendent largement, entre autres facteurs, du réglage individuel de chaque système, de la taille et du nombre de poissons à abattre et de la conductivité de l'eau.

b. Étourdissement par électronarcose à l'air libre : Les poissons sont extraits de l'eau et passent sur un tapis roulant jouant le rôle d'électrodes, surmontés par une chaîne d'électrodes plates (en acier) qui permettent de fermer le circuit électrique. Dans certains systèmes, les poissons sont aspergés d'eau entre le moment où ils sont extraits de l'eau et leur étourdissement, d'où le terme employé d'étourdissement par « semi-immersion ».

Il est impératif que les poissons pénètrent dans le dispositif d'étourdissement correctement, c'est-à-dire la tête la première, et d'une manière la plus fluide possible. Une orientation incorrecte de l'animal comporte un risque significatif de choc électrique avant l'étourdissement, accompagné d'un étourdissement inefficace, ce qui est inacceptable, le poisson étant susceptible de ressentir le courant électrique pendant quelques secondes avant que les électrodes n'atteignent son crâne.¹¹

Une étude sur l'étourdissement par électronarcose à l'air libre menée en Norvège a révélé que seuls 25-30 % des poissons sont orientés la tête la première lorsqu'ils pénètrent dans le dispositif d'étourdissement, indiquant un étourdissement inefficace chez près des trois quarts des poissons dans ce type de système. Si une orientation appropriée de l'animal est assurée, l'étourdissement par électronarcose à l'air libre peut constituer une méthode d'étourdissement acceptable, à condition qu'elle soit suivie d'une méthode de mise à mort adéquate.

On considère qu'il est préférable de privilégier une combinaison de courant alternatif et de courant continu à l'usage d'un courant alternatif ou d'un continu appliqué seul, car la combinaison de courants peut étourdir l'animal efficacement, sans altérer la qualité de la chair.¹⁵



Encadré 1

Asphyxie par dioxyde de carbone (CO₂) – une méthode d'abattage inacceptable

Le recours au CO₂ (avec ou sans refroidissement vivant) est une méthode inacceptable, car lente et peu fiable pour la perte de conscience, et très aversive pour les animaux. Le saumon montre par exemple des mouvements de tête et de queue importants jusqu'à deux minutes après l'exposition au CO₂¹⁸, et ainsi s'épuise avant la perte de conscience.

Le gaz peut également immobiliser le poisson (paralyse) avant sa perte de conscience ; par conséquent, sa souffrance dure vraisemblablement plus longtemps que ce que ses mouvements peuvent indiquer. Ainsi, une étude a montré que si le saumon atlantique montrait des réactions aversives au CO₂ pendant près de 2 minutes, son activité cérébrale indiquait un état de conscience pouvant persister jusqu'à 6,1 minutes en moyenne à 6°C.¹⁸ Les poissons souffrent donc pendant plusieurs minutes avant de perdre conscience, avec le risque qu'ils soient saignés ou éviscérés encore conscients.

Le dioxyde de carbone (CO₂) est diffusé dans un bassin d'eau (souvent refroidi avec de la glace), jusqu'à ce que les concentrations recherchées soient obtenues. Dans le cas du saumon, les concentrations en dioxyde de carbone utilisées varient entre 250 mg/l et 460 mg/l-1.²⁷ Les poissons sont acheminés vers le bassin où les concentrations élevées en dioxyde de carbone modifient leur pH sanguin, ce qui entraîne une altération de leur fonction cérébrale.²⁸ Suite à une exposition de 2 à 4 minutes, ils sont extraits de l'eau afin de procéder à leur exsanguination par section des branchies.

Cette méthode, utilisée pour environ 7-8 % des saumons en Irlande, est en train d'être abandonnée. Elle a déjà fait l'objet d'une interdiction au Royaume-Uni, à l'exception des situations de mise à mort en urgence.²⁹ Le recours au CO₂ seul est interdit pour le saumon en Norvège, mais reste autorisé s'il est combiné à un refroidissement des animaux vivants¹⁶, une pratique également considérée comme cruelle.



Encadré 2

Section des branchies – à utiliser uniquement suite à un étourdissement efficace et non individuellement

La section des branchies (pour sectionner les vaisseaux sanguins) est une méthode de mise à mort couramment utilisée chez le saumon et fait partie intégrante de la préparation du poisson à sa transformation. Les poissons doivent être étourdis (ou morts) avant la coupe de leurs ouïes pour exsanguination, et doivent rester étourdis jusqu'à leur mort. La section des branchies peut être effectuée manuellement ou à l'aide de systèmes automatisés, comme des couteaux rotatifs intégrés au dispositif d'étourdissement, ce qui permet une excision quasiment consécutive à l'étourdissement de l'animal. Dans la plupart des cas, l'exsanguination est obtenue par la section des ouïes sur un côté du poisson seulement.

Encadré 3

Décapitation – à utiliser uniquement suite à un étourdissement efficace et non individuellement

La tête du poisson est rapidement sectionnée, à l'aide d'un couteau à main ou d'un couteau rotatif automatisé. Les poissons doivent être étourdis (ou morts) avant leur décapitation, et doivent rester étourdis jusqu'à leur mort. Il est à noter que la décapitation n'entraîne pas une mort instantanée et ni une perte de conscience n'est pas immédiate. Si la méthode d'étourdissement n'entraîne pas une perte de conscience maintenue jusqu'à la mort cérébrale après décapitation, alors le cerveau doit être détruit manuellement après la décapitation, par exemple par perforation ou broyage.



Encadré 4

Perforation du cerveau à l'aide d'une pointe ou d'un emporte-pièce

La technique de perforation du cerveau à l'aide d'une pointe (également appelée *iki jime*) ou l'utilisation d'un emporte-pièce sont utilisés pour étourdir et tuer le poisson en causant des lésions cérébrales sévères et irréversibles (FAWC, 2014)³⁰. Le cerveau est atteint, soit par l'introduction d'une tige en métal solide et pointue (perforation) dans la tête, que l'on fait ensuite bouger de manière à endommager le cerveau, soit par l'introduction d'une tige en métal creuse (emporte-pièce), généralement enfoncée dans le cerveau à l'aide d'un maillet. Dans ces deux méthodes, la précision dans le positionnement et la manipulation de l'outil est impérative si l'on veut éviter blessures et souffrance (FAWC, 2014). L'EFSA (2004)³¹ recommande d'éviter la perforation, car cette technique est « lente à réaliser ». Certaines méthodes mécaniques de perforation peuvent toutefois s'avérer acceptables. Les pistolets à air comprimé utilisés pour introduire la pointe constituent par exemple un procédé plus efficace.

Recommandations pour une politique d'entreprise sur l'abattage sans cruauté du saumon atlantique

1. Tous les animaux destinés à la consommation humaine devraient bénéficier d'un abattage respectueux. Il convient donc d'utiliser des techniques d'étourdissement efficaces entraînant une perte de conscience instantanée et sans reprise de conscience jusqu'à la mort de l'animal. Dans le cas du saumon atlantique, les méthodes d'étourdissement-abattage sont à privilégier dès que possible. L'étourdissement par percussion ou électroanesthésie suivi d'une méthode de mise à mort sont aussi acceptables, sous réserve que les poissons ne reprennent pas conscience après l'étourdissement. L'utilisation du dioxyde de carbone n'est pas acceptable et doit être abandonné (voir Encadré 1)
2. L'abattage par exsanguination sans étourdissement préalable n'est pas acceptable. Les politiques d'entreprise sur le bien-être animal doivent stipuler que tous les produits de la mer dans les approvisionnements soient issus de poissons soumis à un étourdissement préalable.
3. Les poissons retirés de la ligne de production (à savoir, en cas de maladie ou de blessures, ou ceux ne répondant pas aux critères du marché) doivent bénéficier d'une mise à mort sans cruauté.
4. Tous les systèmes d'abattage doivent faire l'objet d'une gestion correcte et d'un contrôle continu, incluant :
 - la rédaction et la mise en œuvre de modes opératoires normalisés (MON) pour toutes les opérations relatives à des animaux vivants.
 - une formation efficace de tous les opérateurs impliqués dans la manipulation des animaux vivants.
 - la désignation d'un responsable protection animal au sein de l'abattoir, dont le rôle est de surveiller que les opérations réalisées sont conformes aux MON et d'exiger que des actions correctives soient mises en place en cas de non-respect des MON ou d'autres anomalies découvertes.
5. L'installation de caméras de vidéosurveillance dans toutes les zones de manipulation des animaux vivants, avec contrôle des enregistrements.
- La mesure efficace et la gestion proactive des enjeux de protection animale dans les abattoirs.
5. Les périodes de privation de nourriture pré-abattage ne doivent pas dépasser ce qui est nécessaire au bien-être des poissons (à savoir, réduction de leurs besoins en oxygène et des rejets biologiques dans l'eau) et ne doivent pas excéder 72 heures pour chaque poisson. Des procédures doivent être mises en place afin de garantir un respect du délai maximal pour chaque individu dans le bassin. Lorsque plusieurs ramassages/jours sont requis pour l'abattage de tous les poissons de l'enclos, les poissons doivent être séparés en lots afin de respecter les durées de privation de nourriture minimales. Les dates et durées de jeûne appliquées doivent être consignées.
6. La durée et l'intensité des périodes de regroupement doivent être limitées au minimum nécessaire.
 - Des filets profonds et étroits sont à privilégier pour le regroupement, car ils sont plus respectueux du bien-être des poissons que les nasses peu profondes.
 - Le regroupement doit faire l'objet d'une surveillance et d'une gestion appropriée, afin que cette étape se déroule dans le calme, avec un nombre de poissons montrant des signes de souffrance (sauts, battements de queue) le plus restreint possible. Si de telles manifestations sont observées, cela signifie que le regroupement est excessif.



- Les poissons ne doivent pas être regroupés plus de 2 heures d'affilée et le regroupement répété est à éviter. Si cela n'est pas possible, il convient de respecter une période de 24-48 heures entre les différents regroupements.
- Les taux de saturation en oxygène de l'eau doivent être contrôlés tout au long du processus de regroupement et les producteurs doivent garantir une concentration en oxygène toujours supérieure à 7 mg/l. En cas de manifestations de stress de la part des individus, ou si la concentration en oxygène chute à moins de 7 mg/l, les poissons doivent alors pouvoir bénéficier de davantage d'espace, par un relâchement des filets. Au cours de la phase de regroupement, l'eau doit être aérée et/ou supplémentée en oxygène. Les filets doivent être maintenus propres, les différents débris biologiques étant susceptibles de réduire la circulation de l'eau.

7. Le transfert des poissons jusqu'à l'unité d'abattage doit faire l'objet d'une gestion attentive visant à réduire leur stress au minimum.

- Seuls les poissons sains doivent être transportés. Par conséquent, un bilan de santé doit être réalisé avant le transfert des poissons.
- Si des épauillettes sont utilisées (par exemple, pour extraire les poissons malades de l'enclos), alors elles ne doivent être utilisées que pour un faible nombre de poissons. Les filets doivent présenter une surface lisse et être utilisés avec précaution, avec un temps d'exposition des poissons à l'air de 15 secondes au maximum.
- Les filets ne doivent pas être utilisés pour extraire les poissons hors de l'eau. Des systèmes de pompage doivent être privilégiés pour transférer les poissons en les gardant



immergés, lesquels doivent bénéficier d'une conception adéquate et d'une gestion appropriée visant à garantir une circulation fluide des poissons dans les tuyaux. Les points suivants sont importants :

- un flux de poissons régulier doit être mis en place plutôt que les techniques de pompage déversant les individus par salves.
- Les poissons doivent pouvoir se mouvoir au travers des tuyaux à une vitesse adéquate - les poissons ne doivent pas pouvoir nager à contre-courant dans les tuyaux, étant donné le risque de blessures et d'épuisement encouru, et ne pas être maintenus dans le tuyau plus longtemps que nécessaire. En revanche, si le courant de pompage est trop fort, les poissons risquent de se blesser à la fois à l'intérieur du tuyau et lors de la sortie.
- Les tuyaux doivent être d'une dimension adaptée à la taille des poissons et au nombre de poissons pompés et présenter une surface interne lisse, y compris aux niveaux des raccordement entre les tuyaux.
- Les tuyaux doivent être aussi courts et rectilignes que possible.
- Tous les poissons doivent avoir été sortis des tuyaux/pompes avant tout arrêt/pause du pompage, et les poissons ne doivent pas séjourner dans les tuyaux plus longtemps que nécessaire. À l'intérieur des tuyaux, la teneur en oxygène est épuisée rapidement, d'où une mort certaine des individus s'ils restent coincés.
- En cas de blessures (lésions des nageoires, perte d'écaillés, blessures au museau, hématomes musculaires, etc.) occasionnées à l'intérieur des tuyaux, des mesures doivent être prises afin de rechercher leur origine et de corriger les éventuelles anomalies du système.
- Le transport des poissons sur de longues distances (par bateaux-viviers notamment) doit faire l'objet d'une gestion attentive. La qualité de l'eau doit être contrôlée en continu, à la fois en termes de concentration en oxygène (supérieure ou égale à 7 mg/l) et de pH (compris impérativement entre 6,8 et 8).⁷ Les densités de stockage au cours du transport doivent se fonder sur le poids vif des poissons et ne pas excéder 125 kg/m³ (pour un saumon de 5 kg), 110 kg/m³ (pour un saumon de 4 kg) et 100 kg/m³ (pour un saumon de 3,5 kg)⁷.

8. Si les poissons sont asséchés avant l'abattage, cette étape doit être conçue de telle sorte que les individus soient transférés avec le moins d'impact et risque de blessures possibles. Le temps d'exposition des poissons à l'air doit être limité au minimum nécessaire et ne pas excéder les 15 secondes.

9. Concernant les systèmes à percussion :

- Les machines à percussion automatisées sont à privilégier aux techniques de percussion manuelles, en particulier lorsqu'un nombre conséquent d'individus est traité. Néanmoins, lorsqu'un étourdissement manuel est effectué (par exemple, en tant que méthode utilisée en urgence), les opérateurs doivent avoir été formés pour porter un coup unique garantissant un étourdissement efficace de l'animal.
- Une méthode de mise à mort (section des branchies, décapitation ou décérébration) doit être pratiquée dès que possible suite à l'étourdissement afin de réduire le risque de reprise de conscience avant la mort de l'animal.
- Les poissons doivent être triés (en cas de variations de taille importantes) avant leur étourdissement à l'aide d'une machine à percussion automatisée afin de garantir un étourdissement efficace pour tous les poissons, le positionnement idéal du coup percutant pour le saumon se situant au-dessus et légèrement à l'arrière des yeux.
- Tous les poissons doivent pénétrer dans le système à percussion automatisé la tête la première. Des opérateurs doivent être présents afin d'orienter les poissons manuellement et vérifier que chaque individu est correctement aligné, même dans les systèmes à courants d'eau.

10. Concernant les systèmes électriques :

- Aucune concession relative au bien-être des poissons ne doit être faite pour la qualité des produits. Des paramètres électriques doivent être choisis pour garantir un étourdissement efficace et maintenu jusqu'à la mort de l'animal et réduire au minimum le risque d'électro-immobilisation (poissons paralysés mais conscients). Les paramètres doivent être adaptés à la taille et au nombre de poissons abattus, à l'équipement et à la conductivité de l'eau.

- Dans les systèmes à l'air libre ou en semi-immersion, tous les poissons doivent pénétrer dans le système la tête la première. Des opérateurs doivent être présents afin d'orienter les poissons manuellement et vérifier que chaque individu est correctement aligné.

- Dans les systèmes à l'air libre ou par semi-immersion, le temps d'exposition à l'air doit être réduit au minimum (la Humane Slaughter Association recommande qu'un maximum de 15 secondes soit observé entre l'extraction des individus hors de l'eau et leur étourdissement)⁹, ceci afin de réduire au minimum le stress et d'éviter tout comportement d'évitement susceptible de faire obstacle à une entrée fluide dans le dispositif d'étourdissement.

- Les poissons doivent être triés (en cas de variations de taille importantes) avant leur étourdissement, étant donné que les très petits ou très grands poissons, ceux présentant des déformations ou les mâles sexuellement matures seront hors paramètres du système d'étourdissement.³²

- Une méthode de mise à mort (décapitation, percussion ou perforation) doit être pratiquée dès que possible suite à l'étourdissement, afin d'éviter toute reprise de conscience avant la mort de l'animal. La section des branchies ne constitue pas une méthode de mise à mort acceptable, sauf avec un étourdissement préalable.

- Dans les systèmes à courants d'eau, il est important de nettoyer et assurer la maintenance des électrodes de manière quotidienne, leur corrosion pouvant survenir rapidement, en particulier dans les systèmes utilisant de l'eau saumâtre, avec le risque que la quantité de courant appliquée ne permette pas un étourdissement efficace.

11. Une observation de tous les poissons suite à leur étourdissement par un opérateur formé est de mise. Si des signes de reprise de conscience sont observés, comme un mouvement operculaire ou une rotation des globes oculaires, ou en cas de panne de l'équipement destiné à l'étourdissement, un plan de remplacement en urgence doit être mis en œuvre afin d'étourdir et mettre à mort le poisson immédiatement, par exemple par percussion manuelle et section des branchies ou perforation du cerveau à l'aide d'une pointe.

Suivi d'indicateurs à l'abattage

Afin de contrôler de manière proactive et d'améliorer la protection animale à l'abattoir, il est nécessaire de commencer par identifier les mesures adaptées pour les saumons. S'il est important (et dans la plupart des cas, obligatoire) de consigner toutes les mesures non relatives à l'animal, tels que les paramètres électriques essentiels, l'observation de l'animal lui-même reste fondamentale. Les indicateurs de résultats mesurés directement sur les animaux, donnent une vision plus explicite de leur expérience, qui ne peut être évaluée par la mesure d'indicateurs de moyens uniquement. Ces indicateurs sont influencés par divers facteurs et des actions correctives peuvent nécessiter la recherche d'un éventail de solutions potentielles.

Les politiques d'entreprise relatives au bien-être animal devraient exiger que des indicateurs de bien-être animal soient utilisés au cours de l'abattage. Les indicateurs à suivre lors de l'abattage du saumon atlantique sont listés ci-dessous.



Indicateur	Détail
Activité pendant le regroupement	<p>QUOI : Évaluation qualitative de l'activité des poissons pendant regroupement.</p> <p>POURQUOI : L'activité des poissons au cours du regroupement, telle qu'elle peut être observée à la surface de l'eau, est un indicateur du stress ressenti par les animaux au cours de cette étape.</p> <p>COMMENT : Cette mesure doit être mesurée en continu. L'activité des individus peut être évaluée à l'aide d'une échelle en 5 points, disponible ici : https://www.hsa.org.uk/downloads/publications/harvestingfishdownload-updated-with-2016-logo.pdf</p> <p>OBJECTIF : Attribution d'un score de 1 à 100 % des procédures de regroupement</p>
Signes de conscience	<p>QUOI : Évaluation de l'état de conscience de l'animal au cours de l'intervalle entre l'étourdissement et la mise à mort.</p> <p>POURQUOI : Pour qu'un abattage soit considéré comme respectueux, il convient que les poissons soient efficacement étourdis (état d'inconscience), afin qu'ils ne ressentent aucune douleur ni aucun stress au cours du processus.</p> <p>COMMENT : Cette mesure doit être mesurée en continu. Évaluer les indicateurs de conscience au cours de l'exsanguination (voir le tableau suivant pour une liste complète des indicateurs qu'il est possible d'utiliser) et consigner le nombre et le pourcentage de poissons présentant des signes de récupération. Consigner également les mesures prises lorsque des signes de récupération sont détectés.</p> <p>OBJECTIF : 0 % de poissons montrant des signes de reprise de conscience.³³</p> <p><i>Si des signes de reprise de conscience sont observés, un nouvel étourdissement des poissons doit être immédiatement appliqué, à l'aide d'une méthode alternative, dite de secours.</i></p>
Chocs pré-étourdissement	<p>QUOI : Les poissons sont susceptibles de recevoir des chocs électriques lorsqu'ils pénètrent dans un dispositif d'étourdissement par électronarcose. Ceux-ci ne sont pas suffisants pour provoquer un état d'inconscience, toutefois ils sont source de douleur. Ils peuvent se produire, par exemple, lorsqu'un poisson se débat vigoureusement et qu'il entre en contact avec une seule des deux électrodes, ou s'il entre la queue la première dans l'étourdisseur.</p> <p>POURQUOI : Les poissons sont toujours conscients et les chocs préalables à l'étourdissement sont une source de douleur. Les chocs reçus préalablement à l'étourdissement indiquent que le système d'étourdissement souffre d'une mauvaise conception et/ou une manipulation.</p> <p>COMMENT : Cette mesure doit être mesurée en continu. L'incidence des poissons pénétrant dans l'étourdisseur la tête la première et de manière fluide (sans se débattre) peut être consignée.</p> <p>OBJECTIF : 100 % des poissons pénétrant l'étourdisseur la tête la première et sans se débattre</p>
Qualité de la chair post-mortem	<p>QUOI : Délai avant rigor mortis et ramollissement du tissu musculaire.</p> <p>POURQUOI : La qualité de la chair post-mortem est un indicateur fiable du traitement pré-abattage du poisson. Lorsque les poissons sont stressés avant (par exemple pendant le regroupement) et au cours de l'abattage, leur activité augmente soudainement, d'où un épuisement de leur réserve en énergie et une</p>

Indicateur	Détail
Hémorragies post-mortem	<p>production accrue d'acide lactique. Le stress a un impact négatif sur la qualité de la texture, en effet le délai avant la rigor mortis diminue (réduisant ainsi rendement et durée de conservation) et le ramollissement des chairs s'accélère (diminuant ainsi le rendement et l'appétence vis-à-vis du consommateur).</p> <p>COMMENT : Consigner le délai avant rigor et ramollissement des muscles à partir d'un échantillon de carcasses.</p>
Pertes d'écaillés post-mortem	<p>QUOI : Perte ou détérioration des écaillés.</p> <p>POURQUOI : Les détériorations physiques observables post-mortem sont un indicateur fiable du traitement pré-abattage du poisson. Les poissons qui ont été regroupés et stressés peuvent voir leurs écaillés détériorées suite aux frottements avec la surface du filet ou avec leurs congénères.</p> <p>COMMENT : Consigner l'incidence des détériorations des écaillés à partir d'un échantillon de carcasses.</p>
Lésions aux yeux post-mortem	<p>QUOI : Lésions oculaires.</p> <p>POURQUOI : Les détériorations physiques observables post-mortem sont un indicateur fiable du traitement pré-abattage du poisson. Des lésions oculaires surviennent au cours de l'étourdissement par percussion, lorsque le coup est porté en position incorrecte et qu'il atteint l'œil directement ou une zone suffisamment proche de celui-ci pour provoquer une rupture du globe oculaire. Des lésions aux yeux sont également possibles en cas de filets mal entretenus.</p> <p>COMMENT : Consigner l'incidence des lésions aux yeux à partir d'un échantillon de carcasses.</p>
Lésions au museau post-mortem	<p>QUOI : Les lésions au museau, telles que saignements et/ou tuméfactions.</p> <p>POURQUOI : Les détériorations physiques observables post-mortem sont un indicateur fiable du traitement pré-abattage du poisson. Des lésions au museau surviennent lorsque le regroupement pré-abattage n'a pas été correctement effectué et que les poissons ont percuté les filets ou leurs congénères.</p> <p>COMMENT : Consigner l'incidence et le niveau de lésion au museau à partir d'un échantillon de carcasses.</p>

Indicateurs clés de bien-être animal

La mesure d'indicateurs clés de bien-être animal doit être employée dans le cadre d'un programme pro-actif de mesure et d'amélioration continue incluant des objectifs. Un tel programme doit intégrer la mise en œuvre des facteurs suivants en cycle continu :



Un suivi régulier d'indicateurs clés permet de détecter rapidement les problèmes, de mettre en place des actions correctives et de garantir une amélioration continue.

Certains indicateurs doivent être mesurés en continu. Pour d'autres indicateurs, il est recommandé de les mesurer sur un échantillon représentatif d'au moins 50 poissons. La définition d'objectifs doit être utilisée pour tous les indicateurs, afin d'encourager l'amélioration.

Signes de reprise de conscience

Il est difficile de déterminer avec précision la perte de conscience chez le poisson (et par conséquent si son étourdissement est efficace) à l'abattoir (des mesures d'EEG sont nécessaires, et celles-ci sont uniquement possibles en laboratoire), il est toutefois important de garantir l'absence de signes de reprise de conscience après l'étourdissement. Si l'un des signes de reprise de conscience suivants est observé, cela signifie que l'étourdissement a probablement été inefficace. En cas de doute sur l'état d'inconscience d'un poisson, il ne faut pas hésiter à répéter la procédure d'étourdissement ou à employer une mesure alternative, dite de secours.

Signes d'étourdissement inefficace	Comment	Méthodes d'abattage applicables à
Respiration	Des mouvements operculaires réguliers indiquent que le poisson est vraisemblablement conscient.	Tous
Rotation des globes oculaires	Le réflexe vestibulo-oculaire (RVO), également appelé « rotation des globes », correspond au mouvement des globes oculaires chez un poisson en mouvement. Chez un poisson conscient, les yeux montrent une rotation dorso-ventrale lorsque le poisson est ballotté d'un côté puis de l'autre.	Tous
Mouvements coordonnés	Des mouvements coordonnés, comme la nage ou des tentatives de fuite sont des signes que le poisson est conscient	Tous
Réponse au pincement de la queue	Une réponse comportementale, telle qu'un mouvement de recul par rapport au stimulus, indique que le poisson est vraisemblablement conscient.	Tous
Maintien de l'équilibre	Si un poisson est capable de se maintenir en équilibre après avoir été remis à l'eau, cela indique qu'il est vraisemblablement conscient.	Tous

Avertissement

Toute nouvelle information relative à l'abattage respectueux des poissons sera intégrée dans les versions ultérieures de ces ressources. Certains résultats de recherche peuvent modifier notre conception de la pratique actuellement en vigueur. Date de dernière mise à jour : novembre 2018

RÉFÉRENCES

- ¹ Chandroo KP, Duncan IJH, Moccia RD. Can fish suffer?: Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Appl Anim Behav Sci.* 2004;86(3-4):225-250. doi:10.1016/j.applanim.2004.02.004
- ² OIE. *Aquatic Animal Health Code* - 21st Edition. 17th ed.; 2018.
- ³ EFSA. *Welfare of Farmed Fish: Common Practices during Transport and at Slaughter.*; 2017. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_platform_20180621_pre-06.pdf
- ⁴ Skjervold PO, Skjervold PO, Fjæra SO, et al. Live chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture.* 2001;192:265-280.
- ⁵ Sigholt T, Erikson U, Rustad T, Johansen S, Nordtvedt TS, Seland A. Handling Stress and Storage Temperature Affect Meat Quality of Farmed-raised Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). *J Food Sci.* 1997;62(4):898-905. doi:10.1111/j.1365-2621.1997.tb15482.x
- ⁶ Wedemeyer G. Transportation and handling. In: Barton WP& BA, ed. *Principles of Salmonid Culture.* Amsterdam: Elsevier; 1996:727-758.
- ⁷ RSPCA. RSPCA welfare standards for farmed Atlantic salmon. 2018.
- ⁸ Noble C, Kadri S, Mitchell DF, Huntingford FA. Growth, production and fin damage in cage-held 0+ Atlantic salmon pre-smolts (*Salmo salar* L.) fed either a) on-demand, or b) to a fixed satiation-restriction regime: Data from a commercial farm. *Aquaculture.* 2008; v. 275(1-4):163-168-2008 v.275 nos.1-4. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.12.028
- ⁹ Humane Slaughter Association. *Humane Harvesting of Fish.* 2014.
- ¹⁰ RSPCA. RSPCA welfare standards for farmed Atlantic salmon. *RSPCA Welf Stand Farmed Atl Salmon.* 2015;(September):1-80. doi:10.1111/jfb.12677
- ¹¹ EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the European Commission on welfare aspect of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic salmon. *EFSA J.* 2009;(1012):1-77.
- ¹² Farm Animal Welfare Committee (FAWC). *Opinion on the Welfare of Farmed Fish at the Time of Killing.* 2014:1-36.
- ¹³ Erikson U, Gansel L, Frank K, Svendsen E, Digre H. Crowding of Atlantic salmon in net-pen before slaughter. *Aquaculture.* 2016;465:395-400. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.09.018
- ¹⁴ Roth B, Slinde E, Robb DHF. Percussive stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the relation between force and stunning. *Aquac Eng.* 2007;36(2):192-197. doi:10.1016/j.aquaeng.2006.11.001
- ¹⁵ Lambooij E, Grimsbø E, de Vis JW van, Reimert HGM, Nortvedt R, Roth B. Percussion and electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) after dewatering and subsequent effect on brain and heart activities. *Aquaculture.* 2010;300(1-4):107-112. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.12.022
- ¹⁶ IBF, VetEffecT, Wageningen University, (SANTE) RC for the ECDH and FS. *Welfare of farmed fish: Common practices during transport and at slaughter.* 2017.
- ¹⁷ Robb DH., Roth B. Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. *Aquaculture.* 2003;216(1-4):363-369. doi:10.1016/S0044-8486(02)00494-5

- ¹⁸ Robb DH, Wotton SB, McKinstry JL, Sørensen NK, Kestin SC. Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset of brain failure by electroencephalography. *Vet Rec.* 2000;147(11):298-303. doi:10.1136/vr.147.11.298
- ¹⁹ van de Vis H., Kestin S, Robb D, *et al.* Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquac Res.* 2003;34(3):211-220.
- ²⁰ Kestin SC, van de Vis JW, Robb DHF. Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun and kill them. *Vet Rec.* 2002;150(10):302-307. doi:10.1136/vr.150.10.302
- ²¹ Lines JA, Robb DH, Kestin SC, Crook SC, Benson T. Electric stunning: A humane slaughter method for trout. *Aquac Eng.* 2003;28(3-4):141-154. doi:10.1016/S0144-8609(03)00021-9
- ²² Kestin S, Wotton S, Adams S. The effect of CO₂, concussion or electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on fish welfare. *Qual Aquac.* 1995;Special Pu(23):380-381.
- ²³ Retter K. Untersuchung zur Elektrobetäubung von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). 2014.
- ²⁴ Robb DHF, Kestin SC. Methods used to kill fish: Field observations and literature reviewed. *Anim Welf.* 2002;11:269-292.
- ²⁵ van de Vis H, Abbink W, Lambooi B, Bracke M. *Stunning and Killing of Farmed Fish: How to Put It into Practice?* Vol 3. Elsevier Ltd.; 2014. doi:10.1016/B978-0-12-384731-7.00199-9
- ²⁶ Lines J, Kestin S. Electrical stunning of fish: the relationship between the electric field strength and water conductivity. *Aquaculture.* 2004; 241(1-4):219-234. doi:10.1016/j.aquaculture.2004.07.023
- ²⁷ Erikson U. Live chilling and carbon dioxide sedation at slaughter of farmed Atlantic salmon: A description of a number of commercial case studies. *J Appl Aquac.* 2008;20(1):38-61. doi:10.1080/10454430802022078
- ²⁸ Robb DHF, O'Callaghan M, Lines JA, Kestin SC. Electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Factors that affect stun duration. *Aquaculture.* 2002;205(3-4):359-371. doi:10.1016/S0044-8486(01)00677-9
- ²⁹ Ashley PJ. Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Appl Anim Behav Sci.* 2007;104(3-4):199-235. doi:10.1016/j.applanim.2006.09.001
- ³⁰ Farm Animal Welfare Council. Opinion on the Welfare of Farmed Fish at the Time of Killing. *Farm Anim Welf Com FAWC.* 2014;(May):1-36.
- ³¹ EFSA. 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. *Assessment.* 2004:1-25. doi:10.2903/j.efsa.2004.122
- ³² Lines JA, Spence J. Humane harvesting and slaughter of farmed fish. *Rev sci tech Off int Epiz.* 2014.
- ³³ HSA. *Humane Harvesting of Fish.*; 2016. <https://www.hsa.org.uk/downloads/publications/harvestingfishdownload-updated-with-2016-logo.pdf>.