

### Salmoniculture marine : la collecte, une étape clé

Camille Knockaert

Ifremer  
Rue de l'Île d'Yeu  
BP 21105  
44311 Nantes  
France  
<camille.knockaert@ifremer.fr>

#### Résumé

La collecte du poisson en pisciculture est une étape importante qui, lorsqu'elle est mal maîtrisée, peut anéantir les efforts déployés pendant toute la durée de l'élevage. Cette opération, consistant à pêcher et à abattre le poisson en vue de sa commercialisation, doit être effectuée en prenant en considération quelques précautions qui permettront d'optimiser la qualité du produit sous les aspects sensoriel, sanitaire et aptitude à la transformation. Ainsi, l'observation des nombreux griefs émis par les utilisateurs sur la qualité des saumons d'aquaculture permet très souvent d'identifier l'opération de collecte comme cause principale de ces défauts. Parmi ceux-ci, le problème du *gaping* (bâillement des myotomes du filet constatés au moment du filetage), les taches brunes (« spots » de sang), la texture molle, la couleur et l'oxydation précoce de la chair. Ces défauts sont dans la majorité des cas imputables à la phase finale de production. Il est, par conséquent, important de ne pas mésestimer cette étape et de la considérer au même titre que la sélection génétique et les conditions d'alimentation et d'élevage.

**Mots clés :** abattage ; commercialisation ; pisciculture ; qualité ; saumon ; traitement du poisson.

**Thèmes :** pêches et aquaculture ; productions animales ; transformation, commercialisation.

#### Abstract

##### Salmon marine farming: Fish harvesting, a key stage

For several reasons, the harvest stage is most important in aquaculture. Not properly managed, it may diminish efforts invested throughout the whole culture cycle. This operation consists in harvesting and in killing the fish for marketing purposes and must be achieved with care to optimizing the final quality of the product in terms of flavor, sanitary aspects and preparing it well for processing. Analysing the numerous complaints expressed by endusers concerning the quality of cultured salmon demonstrates that the harvest stage is the main cause of these failures. Among the failures reported, we can quote the problems of "gaping" (disconnection of the myotomes in the fillets), of brown spots (spotlights of blood), of soft texture, discoloration and early oxidation of the flesh. These failures are mostly connected with the final stage of production. It is consequently important not to underestimate this stage and moreover to consider it in the same way as, for example, the genetic improvement, the feeding and culture practices.

**Key words:** fish processing; fish culture; marketing; quality; salmon; slaughtering.

**Subjects:** animal productions; fishing and aquaculture; processing, marketing.

#### Introduction

##### Utilisation des salmonidés en France

Le marché international des salmonidés s'est développé très rapidement au cours des dernières décennies, avec une pro-

duction proche de 1 600 000 tonnes, dont 1 300 000 tonnes de saumons atlantiques (*Salmo salar*) et un peu moins de 200 000 tonnes de truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) en 2005, le reste concernant essentiellement la production de saumon argenté (*Oncorhynchus kisutch*) et celle plus anecdotique de saumon royal (*Oncorhynchus tshawytscha*) (FAO, Fishstat 2007).

La Norvège, le Chili, le Royaume-Uni et le Canada assurent 94 % de la production mondiale du saumon atlantique d'élevage. Il existe aussi une production de saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*) provenant du Chili, du Japon et du Canada (FAO, Fishstat 2007). En France, la production du saumon atlantique en mer était de 1 190 tonnes en 2005, réalisée sur deux sites marins, en Normandie et en Bretagne, alors que c'est la première espèce de poissons consommée.

La France, avec 130 000 tonnes importées en 2007, est le plus gros consommateur de saumon en Europe et le deuxième au niveau mondial, derrière les États-Unis. Trois « labels rouges » (dont deux avec fumage) concernant le *S. salar* cadrent la qualité supérieure.

Le saumon d'élevage est vendu sous diverses formes : frais (préemballé, congelé, fumé, entier ou en darnes, en filets), un peu en conserve, transformé ou en plats préparés.

Les industries du fumage, avec 23 entreprises dont sept produisent plus de 1 000 tonnes, ont traité 52 % des importations de saumon réfrigéré. En 2005, 49 200 tonnes de saumons et 5 300 tonnes de truites ont ainsi été transformées.

Les principaux producteurs européens sont aussi les fournisseurs de la France, soit par ordre d'importance, la Norvège et l'Écosse (figure 1), les autres pays étant l'Irlande et le Chili.

Les prévisions de production sont de l'ordre de 750 000 tonnes pour la Norvège en 2009 et de 147 000 tonnes pour l'Écosse qui devrait probablement atteindre le maximum de son potentiel.

## Caractéristiques du processus de production du saumon

La phase de production du saumon dite « classique » dure environ 36 mois et comprend trois stades (figure 2) :

- le premier consiste à produire des œufs et à les faire éclore en éclosérie, puis à élever les saumoneaux (ou smolts) en eau douce ;
- le deuxième stade est l'élevage en mer du saumon jusqu'à son poids commercial (quatre à six kilogrammes). La durée de l'élevage, de 12 à 18 mois, dépend, entre autres, de la température de l'eau (fourchette de 6 à 15 °C) et du régime alimentaire ;
- le troisième stade est la collecte qui consiste à préparer le saumon à l'abattage, à l'abattre, à le vider et à le condi-

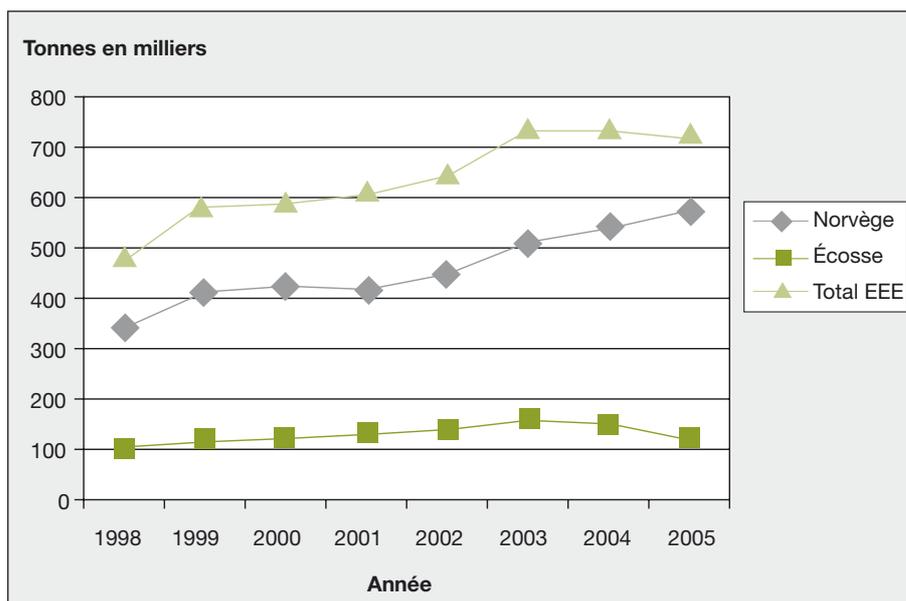


Figure 1. Évolution de la production de saumon atlantique dans l'espace économique européen (EEE) (DGCCRF, 2007).

Figure 1. Evolution of the production of atlantic salmon in the European economic area.

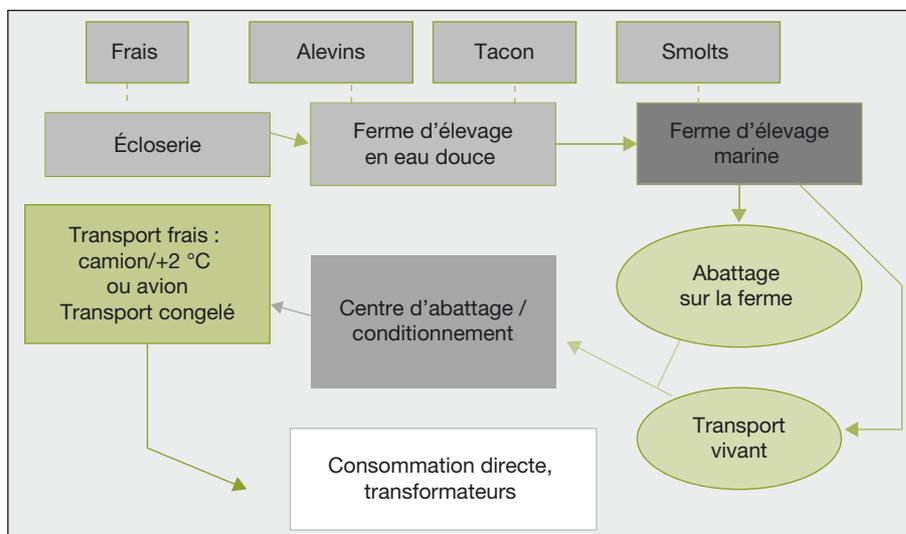


Figure 2. De l'alevin au saumon commercialement exploitable.

Figure 2. From fry to market size salmon.

tionner. Ce dernier stade est également appelé transformation primaire.

## Importance de la collecte au regard de la qualité

La qualité des salmonidés d'élevage est liée aux stratégies de production et se

décline en plusieurs standards définis par les acheteurs, en relation avec des critères propres à l'utilisation du produit (frais, surgelé, fumage, marinades, etc.). Cela implique d'identifier l'impact des pratiques à chaque étape de l'élevage et, en particulier, la collecte.

Dans tous les types d'élevage, cette étape est stressante pour les poissons avec, ici, des manipulations rendues compliquées en raison du vecteur « eau », mais aussi

souvent d'un positionnement géographique pénalisant. Enfin, pour des motivations éthiques et pour contribuer à assurer une qualité optimale, le respect du bien-être des sujets est important.

Les défauts de qualité répertoriés par les utilisateurs sont, pour l'essentiel, liés aux problèmes de texture (chair molle), au *gaping* (bâillement des myotomes du filet), aux taches brunes, à la présence de caillots de sang, à l'odeur, à la couleur et aux rendements médiocres. Parmi les causes, on peut impliquer pour une grande part de ces défauts les opérations de collecte comportant les manipulations du péri-abattage (jeûne, tri, capture, anesthésie, abattage, saignée), l'éviscération, parfois le filetage (*pre-* ou *post-rigor*), le refroidissement, le conditionnement en caisse, le glaçage et la température de stockage (Magnussen *et al.*, 1996).

Ainsi, la collecte mal maîtrisée peut ruiner les efforts d'une bonne pratique d'élevage par ses répercussions sur la qualité. L'objet de cet article est d'en faire une description point par point afin d'en évaluer les conséquences sur la qualité.

## Facteurs à maîtriser lors de la collecte

### Cahier des charges

Deux critères sont à considérer au moment de la récolte des poissons : l'aspect éthique du procédé et la qualité du produit. D'une manière générale, les techniques d'abattage doivent minimiser la douleur, ne pas induire de stress, être rapides, reproductibles, simples à appliquer en toute sécurité et prendre en compte les rejets.

### Deux scénarii types rencontrés en salmoniculture

#### Scénario avec acheminement du poisson vivant depuis les cages jusqu'au centre de traitement

Le transport se réalise depuis les fermes situées en mer jusqu'aux usines de traitement à l'aide de bateaux viviers baptisés *Well-boats* (en Norvège), équipés pour maintenir la qualité de l'eau et la température. Pour y parvenir, ils sont isolés thermiquement et équipés de refroidisseurs, de réducteurs de dioxyde de carbone, de

systèmes antimousse, d'amortisseurs de mouvements de l'eau, de pompes de circulation et de sources d'oxygène.

Mal adaptés, ils peuvent provoquer un stress dû à une faible teneur en oxygène et à l'accumulation d'excrétions, de dioxyde de carbone et d'ammoniaque (Erikson *et al.*, 1997 ; Farrel, 2006).

Selon McDonald *et al.*, (1993), dans de bonnes conditions, le transport de salmonidés sur une durée supérieure à 11 heures avec des densités atteignant 170 kg/m<sup>3</sup> n'a que des effets mineurs sur les réponses physiologiques du poisson.

#### Scénario avec abattage en mer et transport jusqu'au centre de conditionnement

Selon la configuration géographique, il est parfois nécessaire d'abattre les poissons en mer, puis de les acheminer par la route. La durée de la collecte sur la barge est en relation avec le volume traité, mais peut être de l'ordre de cinq heures pour remplir ensuite un camion de type semi-remorque, avec une durée globale moyenne du voyage mer-route souvent supérieure à six heures. Au final, le premier « conteneur » de pêche peut totaliser jusqu'à plus de 11 heures de transport à son arrivée en usine (*figure 3*). D'une manière générale, cette configuration peut être pénalisante pour la qualité, dans la mesure où le travail de l'abattage sur barge est souvent compliqué à gérer, essentiellement en relation avec les opérations de saignée et de stockage en vue du transport. La gestion de la *rigor mortis* s'avère aussi plus difficile en relation avec l'éloignement du centre de traitement.

### Jeûne avant abattage

Le jeûne avant abattage permet de vider les intestins du bol alimentaire, améliorant ainsi la qualité microbiologique et la conservation. Selon Einen *et al.* (1998), trois à quatre jours de jeûne sont un délai suffisant. Le label rouge (LA SAFU V15) introduit la notion de degré-jour avec 70 °C jour minimum et 30 jours maximum. Enfin, pour des raisons éthiques, le jeûne ne doit pas être utilisé pour corriger les effets du régime alimentaire (Grigorakis et Alexis, 2005).

### Précautions à prendre lors de la pêche

Pour ne pas endommager la couche de mucus, ainsi que les écailles, et limiter le risque d'invasion parasitaire ou patho-

gène, la capture est organisée pour limiter au maximum les chocs des poissons entre eux, ainsi qu'avec le matériel.

L'emploi d'épuisette à fond plein laisse le poisson immergé et limite l'impact des dommages corporels dus à la compression et aux épines des nageoires, l'idéal consistant à déplacer le poisson en utilisant une pompe à poisson.

Enfin, dans la mesure où l'eau a une moindre capacité à maintenir son oxygénation à des températures élevées (Lawson, 1995), la pêche matinale, où l'eau est sensiblement plus froide, permet de bénéficier de meilleures conditions.

### Abattage respectueux du bien-être et qualité

Le stress subi avant et pendant l'abattage a des conséquences sur la qualité du produit, quelle que soit la méthode pratiquée. Effectué sans stress, l'abattage permet de ralentir les réactions *post-mortem* et rallonge la durée de vie du produit (Pater-son, 1997 ; Lowe *et al.*, 1993). Sigolth *et al.* (1995) constate qu'un saumon (*S. salar*) qui a subi un stress important développe la *rigor mortis* deux heures après la mort contre cinq heures pour un individu non stressé. Nakayama *et al.* (1999) et Dunajski (1979) observent que le stress avant la mort provoque une texture plus molle et l'apparition de *gaping*.

Enfin, plus le stress est important, plus la couleur de la chair (échelle Roche) peut se trouver affaiblie après plusieurs jours de stockage, malgré un niveau identique de pigmentation liée à l'absorption d'astaxanthine (Robb, 2000).

Afin de minimiser la souffrance animale et de rendre le poisson immédiatement inconscient et insensible à la douleur, la percussion et l'électricité sont des méthodes adaptées (Wall, 1999 ; Roth *et al.*, 2001 ; Roth *et al.*, 2007 ; Roth et Robb, 2007), tandis que l'asphyxie à l'air sans refroidissement ou par contact avec de la glace (par choc thermique) sont des méthodes qui conduisent à laisser mourir lentement le poisson et seraient à proscrire selon Robb *et al.* (2000). En ce qui concerne l'anesthésie au CO<sub>2</sub>, on constate qu'elle est souvent incomplète ; en effet pour augmenter les rendements des lignes d'abattage, le temps d'application du traitement est insuffisant laissant un poisson vivant se débattre et provoquant ainsi blessures et hématomes ; de ce fait, il s'agit en plus d'une pratique non recevable sur le plan éthique.

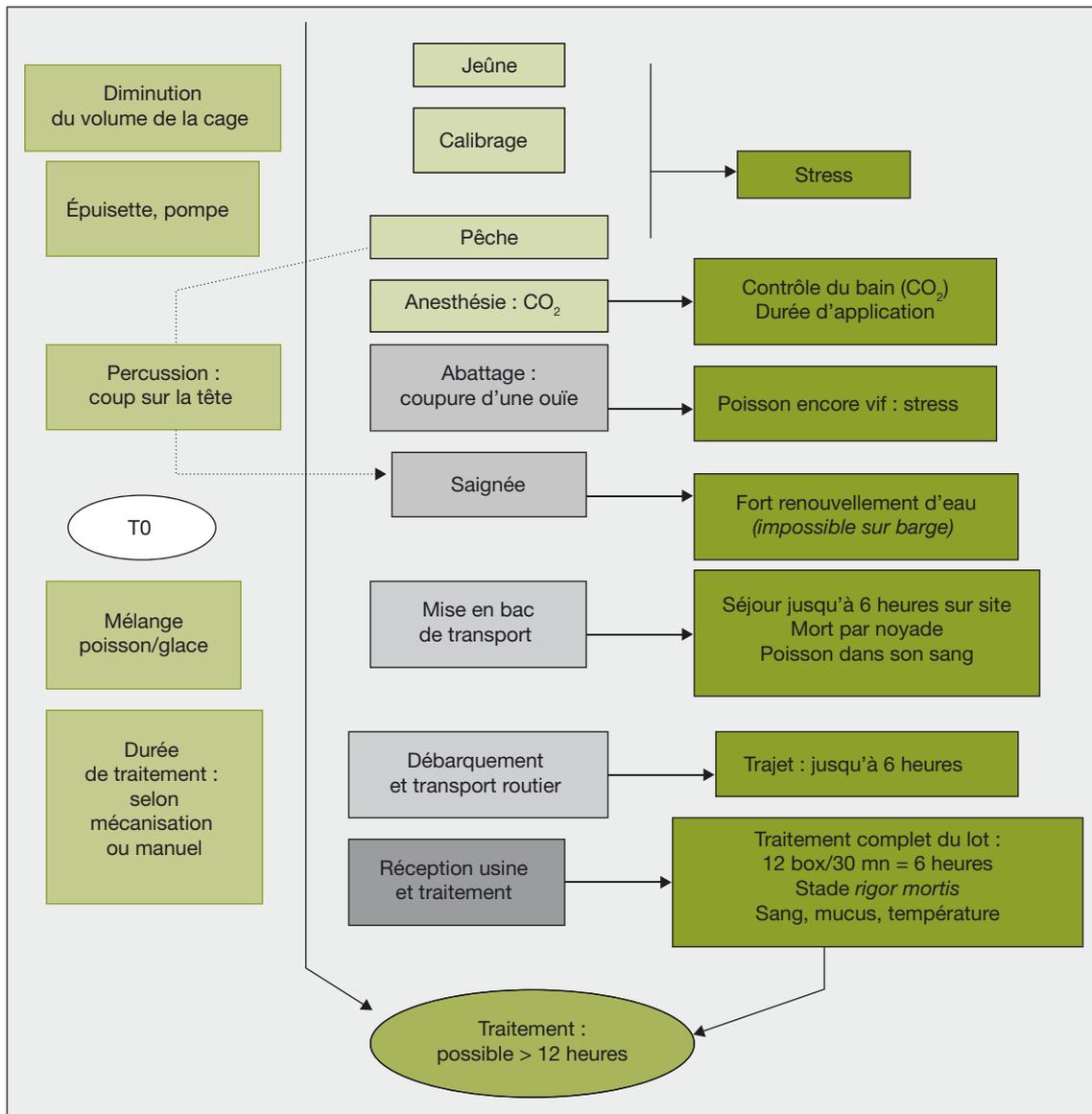


Figure 3. Exemple de scénario avec abattage sur le site des cages, puis transport jusqu'au centre de conditionnement (Knockaert, 2006).

Figure 3. Example of scenario with slaughter in cages, then transport to the processing center (Knockaert, 2006).

En conclusion, le stress, subi par le poisson au moment de la collecte, peut influencer physiquement (hématomes, *gaping*, chair molle, etc.) et chimiquement (baisse du pH par production d'acide lactique et modification de la couleur) sur la qualité du produit fini.

## Saignée : une phase importante

Une fois étourdis, les saumons sont tués en pointant un couteau dans la zone car-

diaque pour sectionner l'aorte et provoquer ainsi une saignée abondante (figure 4). D'un point de vue pratique, certains coupent les branchies plutôt que l'aorte. Selon Huss (1988), le volume sanguin dans le poisson représente à peu près 3 % du poids corporel, et la saignée doit en retirer environ 80 %.

Cette opération dure environ 20 minutes, sachant que l'écoulement du sang est affecté par la température corporelle du poisson (Whittle, 1996) qui est un facteur à intégrer dans la procédure.

La vitesse de coagulation du sang de poisson est très rapide et peut être la cause de contenu résiduel en sang (Connell, 1991).

Enfin, sans une saignée rapide, il n'y a pas d'abaissement suffisant de la pression artérielle, ce qui a pour conséquence la rupture des vaisseaux capillaires entraînant la diffusion du sang dans le tissu musculaire (Leach, 1985). L'éviscération complète après l'abattage permet de couper des vaisseaux majeurs, ce qui facilite le retrait du sang et évite la présence de taches (spots) qui ont tendance à s'assombrir au fumage (Roth *et al.*, 2005).

La saignée doit être suivie d'un « rinçage » en eau à fort renouvellement pour contribuer à l'élimination des odeurs qualifiées d'*off flavor* (Paterson, 1997).

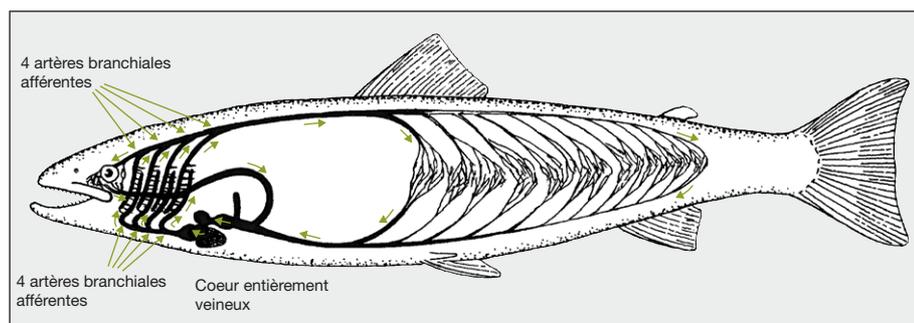


Figure 4. Circulation sanguine dans le poisson (d'après Eriksson et Johnson, 1979).

Figure 4. Blood circulation in fish (according to Eriksson and Johnson, 1979).

Le cœur irrigue les branchies par les artères branchiales afférentes. La distribution du sang oxygéné est réalisée depuis les artères branchiales efférentes. Puis le sang retourne au cœur.

La saignée, quand elle a lieu sur barge, s'effectue dans la caisse de transport de 500 kg (*big box*) dans un mélange de mucus et de sang, milieu riche en bactéries, pouvant être enrichi de la matière fécale des poissons comprimés, puis absorbé par le poisson souvent encore vif. Beaucoup de composants du sang ont le potentiel de promouvoir l'oxydation des lipides, cause majeure de la détérioration de la qualité, et Trestven *et al.* (1981) ont montré que la pratique de la saignée réduisait la rancidité dans le cas de la truite arc-en-ciel.

Selon Genot *et al.* (2004), la dégradation de la saveur, de l'odeur, de la couleur, de la texture et la production de composés toxiques peuvent avoir comme origine cette oxydation.

## Préparation du poisson

La bonne gestion de la collecte par rapport aux capacités des unités de conditionnement est importante pour réaliser un traitement rapide des flux de matière, sachant que la rupture de la chaîne du froid a des conséquences sur la qualité et représente le principal danger des opérations de préparation.

Le saumon destiné à la transformation (fumage, marinade, pasteurisation) ne doit pas être fileté sur les lieux de production. Ces procédés imposent une matière première d'excellente qualité compte tenu de leur faible impact réducteur des contaminations pour une durée de vie de la semi-conserve qui est souvent d'un mois, voire plus. Laisser le poisson entier éviscéré, lors du transport, évite la contamination, sachant qu'en mareyage (étape

intermédiaire de distribution commerciale correspondant à la vente en gros du poisson par le mareyeur), la flore psychrotrophe de la chair de poisson peut être multipliée par 7 et celle des filets par 200 en moyenne (Jehanno, 1994).

## Gestion de la rigidité cadavérique : impact sur la qualité des filets

L'état de rigidité cadavérique se divise en trois étapes : *pre-rigor*, *rigor mortis* (raidur caractéristique) et *post-rigor*, dernière étape au cours de laquelle la chair des animaux subit des modifications de texture et des caractéristiques organoleptiques (Cottin et Ducastaing, 1996).

En état de *rigor mortis*, le poisson ne doit pas être manipulé (risque de chair molle et bâillement des myotomes entre autres, etc.).

Le refroidissement du poisson vivant avant abattage permet d'allonger le délai d'apparition de la *rigor mortis* et de fileter le poisson pendant ce laps de temps.

Ce filetage *pre-rigor* rend le filet de *S. salar* plus ferme ; la contraction se réalise librement, le filet étant désolidarisé de l'arête centrale au moment où celle-ci intervient (Skerjvold *et al.*, 2001). Il procure un taux moins élevé de bâillement et des filets plus courts de l'ordre de 9 %, avec une couleur jusqu'à deux points supérieurs en référence à l'échelle Roche (Skerjvold *et al.*, 2001).

## Contraintes générales de la « matière première » destinée à la transformation

Quels que soient les types de transformation envisagés, il est possible de travailler la matière première fraîche ou congelée. Dans les deux cas, il faut avoir la garantie de disposer de produits de qualité, et plusieurs critères doivent être respectés en entrée d'atelier de production :

- fraîcheur du produit : dans le cas du produit frais, seuls les poissons ne dépassant pas six jours en glace peuvent être transformés ; dans le cas du produit congelé, les produits l'auront été dans un délai ne dépassant pas 24 heures après la pêche ;
- homogénéité de taille : c'est un facteur très important, même pour une petite unité et quel que soit le type de transformation ; la durée de chaque traitement prend en compte la taille du filet ou du poisson et son poids ;
- composition chimique : celle-ci doit être le plus proche possible de celle d'un produit de référence ; les variations du pourcentage de lipides doivent être connues sur un cycle annuel et l'écart d'un même lot ne doit pas dépasser quelques pour cent.

En cas d'utilisation de saumon congelé, celui-ci doit être congelé sur les sites de production et non à réception en unité de transformation.

Enfin, on peut remarquer que la maîtrise de ces critères est plus facile à respecter pour les produits d'aquaculture que pour ceux issus de la pêche grâce à une traçabilité totale ; cet élément peut inciter certains industriels de la transformation à utiliser préférentiellement cette matière première.

## Conclusion

L'origine génétique et la conduite des différentes étapes de l'élevage déterminent la qualité intrinsèque du produit avec des points-clés comme la stratégie d'alimentation, la conduite de l'élevage, l'environnement et son management.

Au stade de la collecte, certains pisciculteurs estiment avoir accompli leur tâche et l'intègrent insuffisamment dans leur démarche qualité. Or, il apparaît que de

très nombreux griefs des acheteurs sont imputables à cette étape ; aussi est-il indispensable de sensibiliser les éleveurs à la nécessité d'en assurer une meilleure prise en compte. La gestion de cette étape finale de l'élevage doit se réaliser avec une attention particulière autour du respect de deux axes, à savoir la qualité éthique du procédé et la qualité organoleptique du poisson. Parmi les points importants, on soulignera l'importance de la limitation du stress à toutes les étapes de l'opération, le respect d'un jeune adapté, la maîtrise de la température et la rapidité d'exécution, la bonne conduite de la saignée et la gestion de la *rigor mortis* en relation avec la préparation du poisson et son conditionnement. ■

## Références

- Connell JJ. *Control of Fish Quality*. 4th ed. Chichester ; Oxford : Wiley-Blackwell, 1991.
- Cottin P, Ducasting A. Rigor mortis : *mécanismes et conséquences*. Discussion. Institut international du froid. Commission C2. Conférence Réfrigération and aquaculture. Bordeaux, 20-22 March 1996.
- DGCCRF. BOCCRF 2007 ; 1 bis, 25 janvier.
- Dunajski E. Texture of fish muscle. Review paper. *J Texture Stud* 1979 ; 10 : 301-18.
- Einen O, Waagan B, Thomassen MS. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*). I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. *Aquaculture* 1998 ; 16 : 85-104.
- Einen O, Thomassen MS. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*). II. White muscle composition and evaluation of freshness, texture and colour characteristics in raw and cooked fillets. *Aquaculture* 1998 ; 169 : 37-53.
- Eriksson NE, Johnson G. Fischen, Landbruksforlaget, Oslo. 1979. In : Huss HH, ed. *Quality and quality change in fresh fish*. FAO Fisheries Technical Paper 348. Rome : FAO, 1995.
- Erikson U, Sigholt T, Seland A. Handling stress and water quality during live transportation and slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 1997 ; 149 : 243-52.
- Farrel T. Bulk oxygen uptake measured with over 60,000 kg of adult salmon during live-haul transportation at sea. *Aquaculture* 2006 ; 254 : 646-52.
- Fishstat FAO. 2007. [www.fao.org/fishery/statistics](http://www.fao.org/fishery/statistics).
- Genot C, Eymard S, Viau M. Comment protéger les acides gras poly-insaturés à longues chaînes oméga 3 (AGPI-LC) vis-à-vis de l'oxydation ? *OCL* 2004 ; 11 : 133-41.
- Grigorakis K, Alexis MN. Effects of fasting on the meat quality and fat deposition of commercial-size farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed different dietary regimes. *Aquaculture Nutr* 2005 ; 11 : 341-4.
- Huss HH. *Le poisson frais : qualité et altérations de la qualité*. Coll. FAO. FAO/DANIDA, 1988.
- Jehanno D. Les facteurs de qualité du poisson frais le long de la filière pêche. *Rencontres halieutiques de Rennes*, Actes du colloque, Session 1 : jouer la qualité, 1994.
- Knockaert C. *Salmonidés d'aquaculture. De la production à la consommation*. Paris : Éditions QUAE, 2006.
- Lawson TB. *Fundamentals of Aquaculture Engineering*. New York: Chapman and Hall, 1995.
- Leach TM. Pre-slaughter stunning. In : Lawrie R, ed. *Developments in meat Science*. New York : Elsevier, Allied Science Publishers, 1985.
- Lowe TE, Ryder JM, Carragher JF, Wells RMG. Flesh quality in snapper, *Pagrus auratus*, affected by handling stress. *J Food Sci* 1993 ; 58 : 770-96.
- McDonald DG, Goldstein MD, Mitton C. Response of the hatchery reared brook trout, lake trout and splake to transport stress. *J Am Fish Soc* 1993 ; 122 : 1127-38.
- Magnussen OM, Johansen S, Nordtvedt TS. *Effect of icing and storage temperatures on salmon quality. Discussion*. Commission C2. Conférence Réfrigération and Aquaculture, Bordeaux, 20-22 March 1996.
- Nakayama T, Ooguchi N, Ooi A. Change in rigor mortis of red sea bream dependent on season and killing method. *Fish Sci* 1999 ; 65 : 284-90.
- Paterson B, Goodrick B, Frost S. Controlling the quality of aquaculture food products. *Food Sci Technol* 1997 ; 8 : 253-7.
- Robb D. *Qualité du poisson : l'influence de l'abattage. Trouvit aqualité (Trouw France)*. Trouvit aqualité. Fontaine les Vervins (France) : Trouw France, 2000.
- Roth B, Imsland A, Gunnarsson S, Foss A, Schelvis-Smit R. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scophthalmus maximus*); a comparison between different stunning methods. *Aquaculture* 2007 ; 272 : 754-61.
- Roth B, Robb DHF. Percussive stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the relation between force and stunning. *Aquacult Eng* 2007 ; 36 : 192-7.
- Roth B, Torrissen OJ, Slinde E. The effect of slaughtering procedures on blood spotting in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 2005 ; 250 : 796-803.
- Roth B, Torrissen OJ, Slinde E. The effect of slaughtering procedures on bleeding in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In : Kestin SC, Warriss PD, eds. *Farmed Fish Quality*. Oxford : Blackwell, 2001.
- Sigholt T, Erikson U, Rustad T, Johansen S. *Effect of slaughter method on the quality of Atlantic salmon (Salmo salar)*. Short communication, SINTEF Applied Chemistry. Aquaculture Research Group, N-7034 Trondheim, Norway 1995.
- Skjervold PO, Bencze Rørå AM, Olav Fjæra S, Vegusdal A, Vorre A, Einen O. Effects of pre- or post-rigor filleting of live chilled atlantic salmon. *Aquaculture* 2001 ; 194 : 315-26.
- Tretsven WI, Patten BG. Effect of arterial incisions on the amount of bleeding and flesh quality of rainbow trout. *Mar Fish Rev* 1981 ; 43 : 16-8.
- Wall AE. Fish Farming. In : Ray P, Kim-Madslie F, Hart B, Ewbank R, eds. *Management and Welfare of Farm Animals*. SI : UFAW, 1999.
- Whittle KJ. *Factors affecting the quality of farmed salmon (Salmo salar)*. Institut international du froid. Commission C2. Conférence Réfrigération and Aquaculture, Bordeaux, 20-22 March 1996.