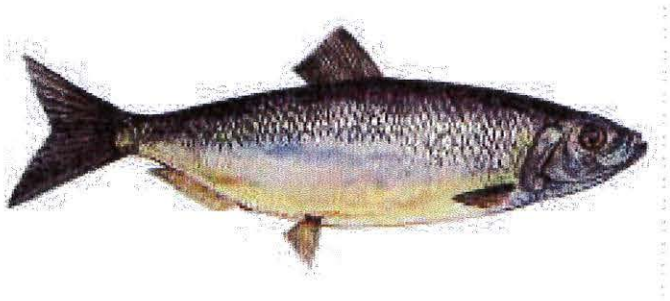
Rapports internes de la
Direction des Ressources Vivantes
de l'IFREMER



Camille KNOCKAERT

Comparaison du salage par injection au mode par immersion sur du hareng fumé de manière traditionnelle et électrostatique

Laboratoire de Génie Alimentaire
DRV 02/ 06/VP/Nantes

Ifremer

(11/06/2002)

FICHE DOCUMENTAIRE

	Organisme / Direction / Service, laboratoire DRV/VP/GA
Collaborateur(s) : nom, prénom	Organisme / Direction / Service, laboratoire DRV/VP/GA

Travaux universitaires :
diplôme : discipline :
établissement de soutenance : année de soutenance :

Titre du contrat de recherche : n° de contrat IFREMER

Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse

Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s)

Responsable scientifique :

Cadre de la recherche :
Programme de recherche laboratoire GA: Convention :

Projet : Autres (préciser) :

Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)

avril 1997 IFREMER *Copyright*

FICHE DOCUMENTAIRE

Résumé :

L'utilisation industrielle de l'injection, que ce soit dans le cas des produits de la mer ou de la viande, vise à gagner du poids dans l'objectif d'être compétitif sur les premiers prix, mais parfois des raisons technologiques peuvent primer dans le choix de cette technique.

Les principaux produits concernés sont le saumon , la truite, les longes de thon, et maintenant le hareng avec pour objet dans le cas de la plupart de ces produits de gagner du poids, sauf peut être pour le thon ou l'épaisseur est un facteur limitant en mode traditionnel.

Le hareng en filets semblent par conséquent, également être traité par injection pour des raisons liées à une meilleure productivité : dans ce cas la suppression des bacs de saumurage et de leur gestion individuelle (temps, force de saumure, recyclage, traçabilité de chaque panier, ...) permet un gain de temps très important et une simplification des opérations.

Les «longes » de thon sont aussi traitées de cette façon pour permettre un salage à cœur, compte tenu de leur épaisseur qui est souvent de 5 à 10 centimètres.

Enfin, dans tous les cas, l'autre principal argument favorable à l'utilisation de cette technologie est de permettre une réduction de la surface d'usine.

L'étude qui constitue une première approche de cette technologie s'est orientée sur la faisabilité appliquée au hareng, deuxième produit de la mer fumé en France. Différents protocoles ont été expérimentés, à savoir, l'utilisation de saumures saturées en sel ou à 260g/l et le mélange des saumures binaires (sel et sucre simultanément. Tous les essais ont été comparés avec le mode traditionnel en immersion et ce dans le cadre de la technique du fumage traditionnel, ainsi qu'en mode électrostatique. L'analyse pondérale , ainsi que l'évaluation de la composition chimique des produits à été réalisée sur tous les essais.

De cette étude, on peut conclure qu'en mode traditionnel, ce procédé, permet un gain de poids de l'ordre de 2 à 3% sur le produit fini. Dépendant de la durée de l'opération de séchage/fumage, ce rendement peut être optimisé : les essais réalisés dans ce rapport mettent en évidence un procédé non optimisé en terme de durée de séchage et de fumage , la déshydratation étant trop importante et le fumage trop intense. On peut , compte tenu de la teneur en eau des produits finis, envisager un gain supplémentaire de 2% en poids et ce en réalisant un produit dans la fourchette « AFNOR ».

En mode électrostatique, l'injection de saumure salée et salée / sucrée ne permet pas de réaliser un produit dans la fourchette d'humidité correcte. En associant un pré séchage en temps équivalent à un procédé traditionnel, le produit entre dans le cadre de la norme AFNOR, mais le procédé ne présente plus d'intérêt technologique .

Sur l'ensemble des essais la teneur en sel s'est située dans une fourchette de 4 à 5%.

Abstract :

Mots-clés :

Salage, Saumurage, Injection de saumure, Fumage, Fumage électrostatique, Déshydratation Imprégnation Immersion , Hareng,

Keywords :

Commentaire : Ce travail est précurseur d'une étude concernant l'optimisation de la teneur en sel en relation avec la santé du consommateur et compatible avec une qualité gustative et une conservation satisfaisante du produit. Projet Ofimer 2001. Il s'inscrit également dans le cadre de l'optimisation du procédé électrostatique.

avril 1997 IFREMER *Copyright*

SOMMAIRE

1.1.Le contexte et les motivations de la filière industrielle P1

1.2.Les premières approches du laboratoire de l'IFREMER P1

1.3.Intérêts du salage des produits de la mer par injecteur multi-aiguilles P2

1.4.Les problèmes liés à l'hygiène P2

2 .Présentation de l'étude P2
2.1.Injection de saumure salée. P4
2.1.1.Injection de saumure salée : Rendements P5
2.1.2.Injection de saumure salée : Observations sur les résultats : P6
2.1.3.Injection de saumure salée : Composition des produits finis. P7
2.1.4.Injection de saumure salée : Observations sur les résultats : P7
2.2.Injection de saumure salée et sucrée. P8
2.2.1.Injection de saumure salée/sucrée en mode de fumage traditionnel : Aspects rendements. P10
2.2.2.Injection de saumure salée/sucrée en mode de fumage électrostatique : Aspects rendement. P11
2.2.3. Injection de saumure salée/sucrée en mode de fumage traditionnel et électrostatique : Composition chimique des produits finis. P12

Conclusions P13

Annexes P14

avril 1997 IFREMER *Copyright*

1.1. Le contexte et les motivations de la filière industrielle

L'utilisation industrielle de l'injection, vise à gagner du poids dans l'objectif d'être compétitif sur les premiers prix, mais parfois des raisons technologiques priment dans le choix de cette technique.

Les principaux produits concernés sont le saumon et la truite et dans la plupart des cas, il s'agit de gagner du poids.

Le hareng en filets semble également être traité par injection pour des raisons liées à une meilleure productivité : dans ce cas la suppression des bacs de saumurage et de leur gestion individuelle (temps, force de saumure, recyclage, traçabilité de chaque panier, ...) permet un gain de temps très important et une simplification des opérations.

Les «longes » de thon sont aussi traitées de cette façon pour permettre un salage à cœur, compte tenu de leur épaisseur qui est souvent de 5 à 10 centimètres.

Enfin, dans tous les cas, l'autre principal argument favorable à l'utilisation de cette technologie est de permettre une réduction de la surface d'usine.

1.2. Les premières approches du laboratoire de l'Ifremer

Environ la moitié des produits de la mer fumés en France sont salés par injection. Les raisons sont liées d'une part à l'amélioration de la productivité et d'autre part au gain de poids réalisé sur le produit fini. Plusieurs méthodes sont appliqués : le salage par injection de saumure simple, et ce avec des objectifs allant de 4 à 8% en gain de poids, et le salage mixte. Cette dernière méthode associe le salage au sel sec, à l'injection. Ce procédé est parfois suivi d'une période de maturation de quelques heures à +12°C. Dans d'autres cas le produit est introduit au fumoir directement.

Afin d'étudier ce procédé de salage, l'Ifremer a fait réaliser un injecteur multi-aiguilles adapté au poisson, et ce sur un modèle destiné à l'industrie de la viande (marque Inject Star).

L'adaptation de cette machine industrielle a consisté à changer les pompes pour injecter la saumure à plus basse pression (inférieur à 4 bar), remplacer les 72 aiguilles par de plus petites de type hypodermique (2mm de diamètre) et modifier le portique de support des aiguilles pour l'adapter à l'épaisseur du poisson (0.5 à 3 cm).

D'autre part un système spécial de désinfection des tuyaux et des aiguilles a été conçu pour garantir les conditions hygiéniques maximales, ce point étant critique à l'utilisation de ce type de machine.

avril 1997 IFREMER *Copyright*

Photo n° 1 : Injecteur « STALE » modifié

Une campagne d'essais sur le saumon et le hareng a permis à l'Ifremer de se familiariser avec ce matériel.

En fonction des modes de réglages (force de saumure, vitesse de passage, simple passe ou double passe, pression d'injection), il été possible d'obtenir sur le saumon avant fumage, des gains de poids de l'ordre de 8 à 14% par rapport à la méthode au sel sec et ce' tout en restant dans le cadre de la norme AFNOR (taux de sel de 2.5 à 3.5g pour 100g et teneur en eau inférieure à 65%).

Ces mêmes essais répétés sur une base de matière congelée ont montré la nécessité d'appliquer une pression relativement basse d'injection pour compenser la fragilité de la chair et préserver l'intégrité du filet après traitement. Cependant, les bons réglages trouvés, cette technique s'avère applicable à ce type de matière première.

Enfin toujours en concernant le saumon, l'Ifremer a testé la méthode dite mixte qui consiste à pré-saler le saumon à cœur par injection et à le traiter en surface par épandage d'une fine couche de sel sec. Nous avons constaté que cette méthode procure de meilleurs résultats organoleptiques, tout en autorisant un gain de poids conséquent mais inférieur à l'injection seule (de l'ordre de 7.4% avant fumage), ainsi qu'un gain de temps global de process.

Des essais réalisés sur du hareng ont permis d'établir la faisabilité de cette méthode sur des filets de 40 grammes : après fumage et conditionnement sous vide, l'analyse de filets traités par injection de saumure saturée à permis de constater que le produit entrait dans le cadre de la norme AFNOR (filets de harengs doux : eau :61.2% et chlorures : 3.3%).

avril 1997 IFREMER *Copyright*

1.3. Intérêts du salage des produits de la mer par injecteur multi-aiguilles

Le salage par injection présente d'un point de vue industriel, plusieurs avantages majeurs. Le premier concerne le traitement en ligne, limitant les manipulations du produit. Le deuxième est de permettre de diminuer la durée de l'opération et par voie de conséquence l'exposition du produit à des températures favorables à la prolifération des bactéries (soit 12 à 15°C en salage traditionnel). Le troisième argument favorable à l'utilisation de cette technologie est de permettre de traiter les produits à cœur avec une meilleure répartition du sel et ce de manière plus reproductible.

Cette méthode permet aussi d'introduire en même temps que la saumure d'autres ingrédients, comme des extraits aromatiques, des alginates (cas du poulet), du sucre, des extraits de fumée ...

Par conséquent, cette technologie permet de nombreuses approches différentes du produit que ce soit d'un point de vue qualité, productivité, rendement pondéral, ou homogénéité des produits finis ...

1.4. Les problèmes liés à l'hygiène

Cette technique pose cependant de nombreux problèmes liés à l'hygiène. En cas de présence d'un filet contaminé en cours de transformation, c'est l'ensemble du lot traité qui peut se trouver ensemencé.

L'appareil de conception assez complexe est toujours difficile à nettoyer : dans le cas du poisson ces machines fonctionnent à des pressions faibles pour ne pas détériorer la chair, soit à l'entrée de la rampe d'injection, une pression de l'ordre d'environ 2 à 3 bars. Le nettoyage / désinfection s'effectue de la même façon, mais en cas d'obstruction importante d'une aiguille il faut utiliser des pressions beaucoup plus élevées, mais dans ce cas le fluide à tendance à prendre le chemin dégagé, c'est à dire les aiguilles débouchées; de plus le diamètre des aiguilles est très fin (2mm).

La seule façon de limiter l'obstruction des aiguilles est d'injecter en descente et en relevage, mais la saumure surabondante dans ce cas est nécessairement recyclée pour d'évidentes raisons économiques. A ce stade se pose le problème de la gestion de la saumure riche en protéines et en lipides ...Mais jusqu'ou peut aller la réutilisation de la saumure ?

On le voit cette technique séduisante d'un point de vue processus, pose de nombreux problèmes en terme de garantie hygiénique.

2 .Présentation de l'étude

L'étude a eu pour objectif d'étudier les potentialités d'utilisation de la méthode d'injection de saumure salée et salée-sucrée en mode de fumage traditionnel et électrostatique. La méthode d'injection a été comparée dans tous les cas à la méthode traditionnelle de salage , qui est dans le cas du hareng, l'immersion. Les produits finis ont été évalués d'un point de vue pondéral, ainsi qu'évalué au niveau de la composition chimique.

Tous les essais ont été réalisés sur des filets de hareng congelés en bloc de 20kg.

Ils ont été réalisés dans le respect des règles d'hygiène appliquées en industrie.

avril 1997 IFREMER Copyright

La matière première utilisée correspond à l'étiquetage relevé sur les emballage de blocs standard congelés en plaque de20kg.

Ces produits ont été stockés en chambre froide à –20°C jusqu'à la date de transformation, soit 11 mois de stockage depuis la pêche.

Fish type : Frozen herring
Product : Skinn off
Size : 35 –55
Packing date : 07/06/2001
Vessel : 102215
N.Weight :20kg
Trademark : DOMSTEIN

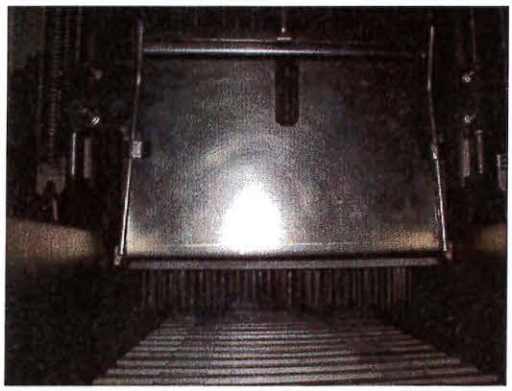


Photo n° 2 : Rampe d'aiguilles en position basse

Photo n°3 : Filets de hareng après salage

Composition chimique de la matière première « filets de hareng »

Teneur en lipides des filets de hareng : 17.1g/100g.
Teneur en eau : 65.15g/100g.
Teneur en peroxydes : 4.3mg/100g (seuil d'acceptabilité :3mg/100g)

avril 1997 IFREMER *Copyright*

2.1. Injection de saumure salée.

Protocole d' injection et d'immersion de saumure salée dans des filets de harengs de 30 à 50 grammes : objectif, filets doux.

Bloc de 20kg de filets de hareng congelés *
Décongélation 16 heures à +12°C
Rinçage par douchage des filets
Répartition en différents lots et pesée de chaque lot

Filets de hareng répartis par lots
Préparation des saumures salées de forces 260g/L et 360g/L
et des saumures diluées à 5 , 10, et 15 % de fumée liquide LUTETIA

Injection de saumure
360g/L et 260g/L et fumée liquide
pression maximale soit 3.5 bars

Immersion dans la saumure
20 minutes à 360g/L et
30 minutes à 260g/L

Pesée des lots après salage
Répartition en vue du type de fumage
et
Séchage une nuit en chambre froide à 4°C

Fumage traditionnel
3 heures à 32°C
HR : 65%

Séchage une heure à 32°C dans la cellule traditionnelle

Pesée des lots après séchage

Fumage électrostatique
10 minutes à 45kV
HR : environ 65%

Pesée des lots après fumage

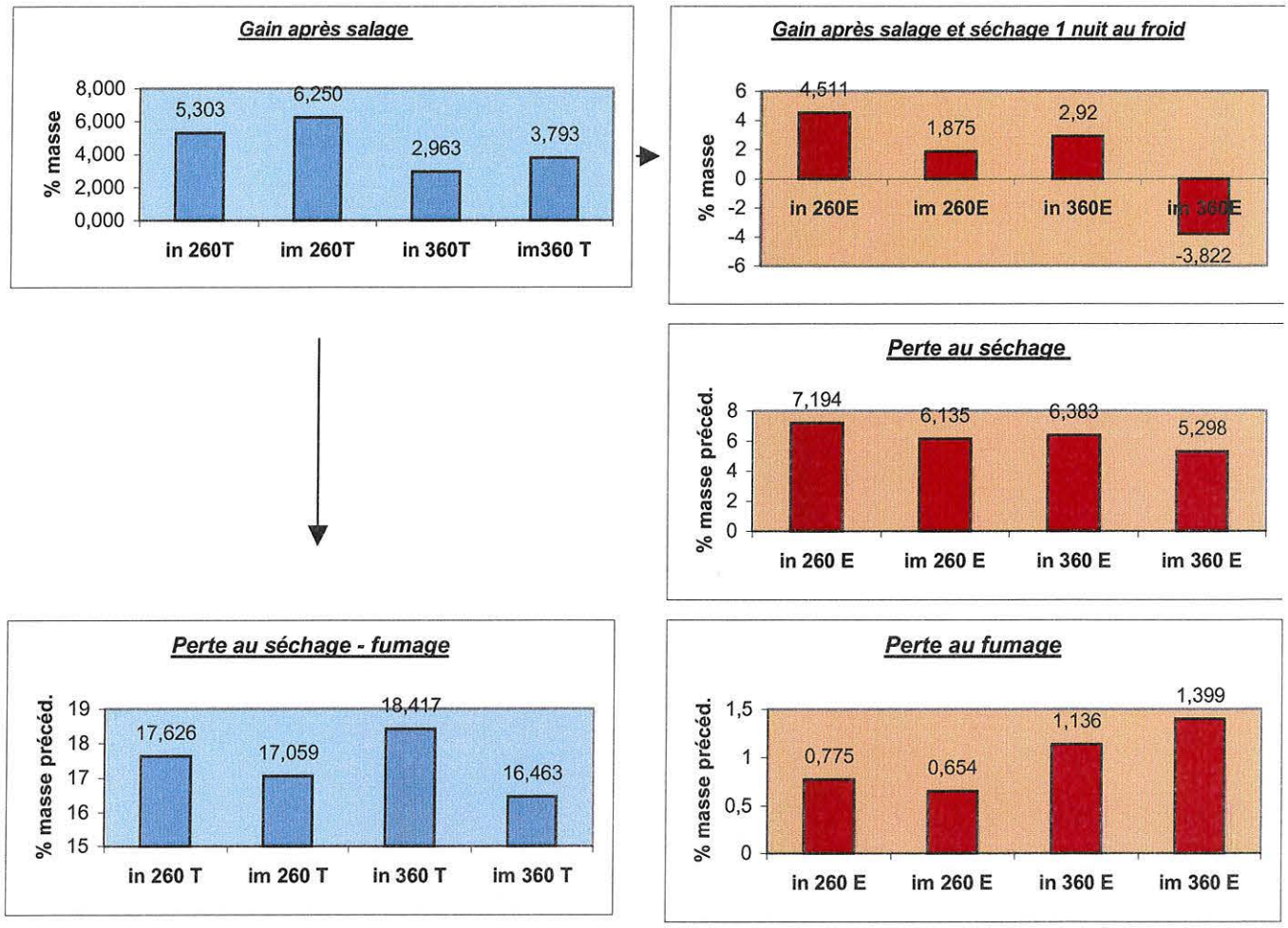
Mise sous vide et conservation à 4°C

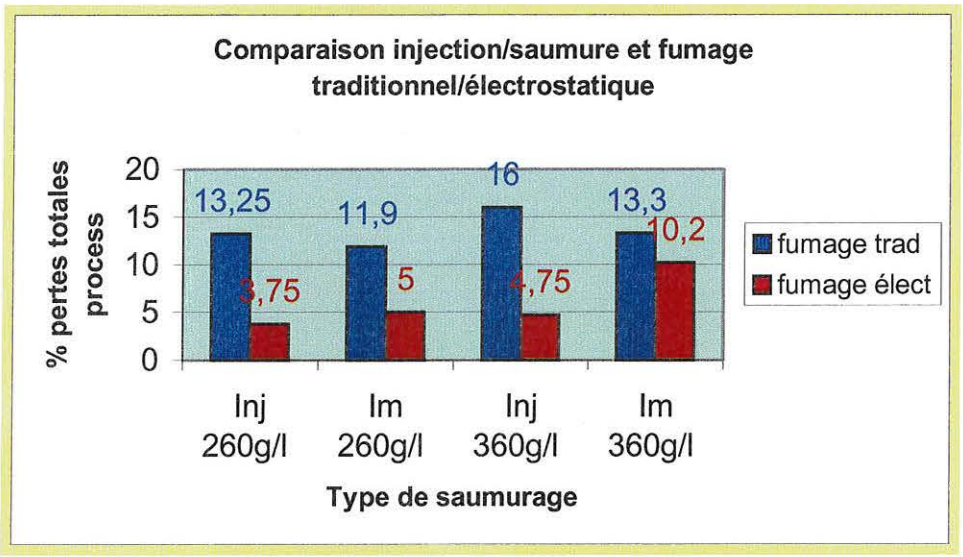
Analyses à 8 jours de stockage à +2°C : Rendement pondéral, eau, graisse, chlorures, Phénols

2.1.1. Injection de saumure salée : Rendements

En mode traditionnel, le procédé de transformation comprend une étape de salage par immersion en saumure dépendant de l'objectif ciblé, à savoir « doux ou

fort » (260 à 360gr/l de sel) et ce dans des bacs avec agitation suivi d'un fumage (28 à 32°C) plus ou moins long selon le matériel utilisé. (Norme AFNOR en annexes)





1. Comparaison du salage par immersion et injection dans le cadre du fumage traditionnel et électrostatique : aspects rendements.

avril 1997 IFREMER *Copyright*

2.1.2. Injection de saumure salée : Observations sur les résultats :

Procédé de fumage traditionnel :

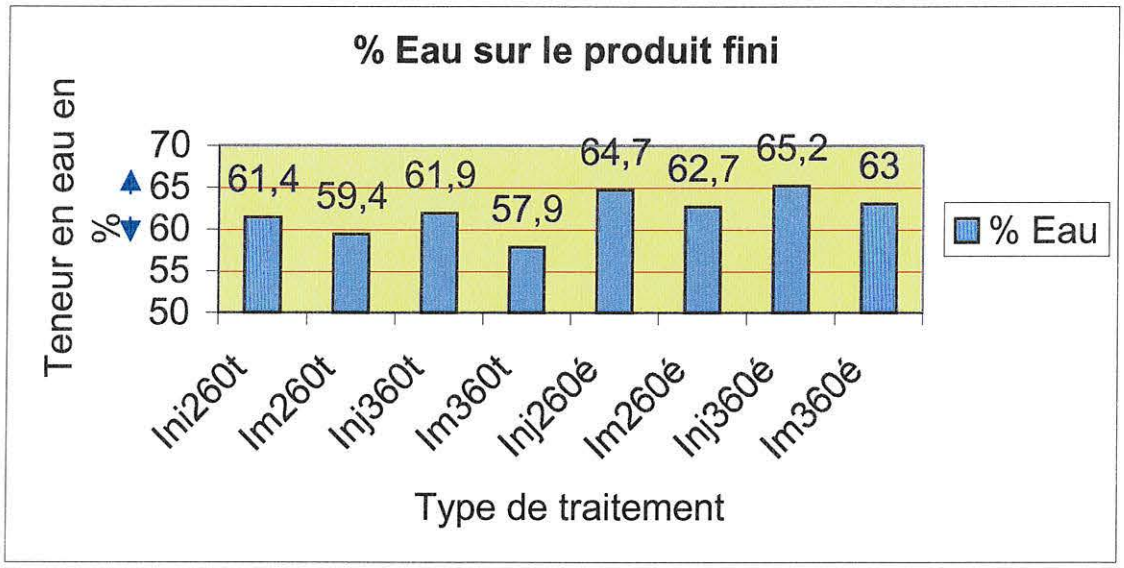
Immédiatement après salage, on constate que la prise de poids est plus élevée en saumure non saturée, que ce soit par injection ou immersion.
Le procédé traditionnel, saumurage par immersion à 260g/l est celui qui assure le plus important gain de poids , et fournit le meilleur rendement en fin de process, avec une perte en poids globale de 11.9% .
L'injection dans le même contexte à un moindre rendement, soit 13.25% de perte.
La saumure saturée en immersion assure un gain de masse moindre après traitement, mais la perte est réduite au séchage fumage, et globalement la perte de poids est de 13.3% soit légèrement supérieure par rapport à la saumure faible.
L'injection de saumure saturée est la méthode qui autorise le moindre gain de poids après salage et le plus de pertes au séchage fumage, avec au final une perte globale la plus élevée, soit 16%.

En résumé d'un point de vue rendement, **l'utilisation de saumure à 260g/l limite la perte en poids, quelque soit le type de traitement**. L'utilisation de saumure saturée entraîne un échange osmotique plus intense et par conséquent une sortie d'eau plus importante. On peut remarquer qu'en injection, le gain de poids est faible aussitôt après traitement, mais lors des étapes de séchage fumage , l'échange osmotique est encore plus intense occasionnant plus de perte. **Le meilleur rendement est obtenu avec le procédé traditionnel en saumure légère.**

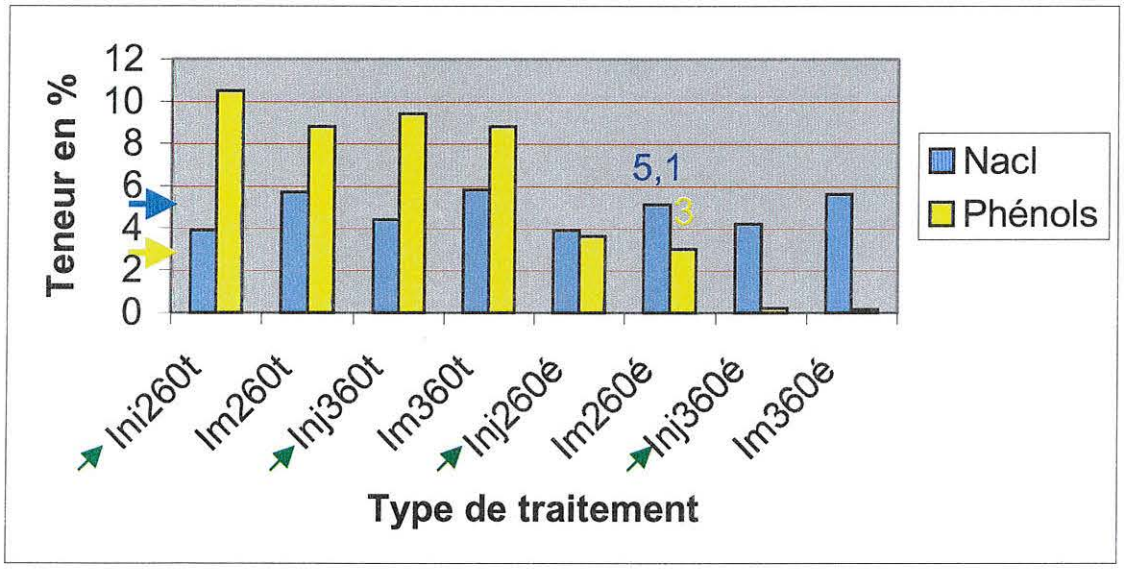
Procédé de fumage électrostatique :

Globalement les pertes sont plus réduites qu'en mode traditionnel, et ce en relation avec le temps de séchage plus réduit.
La saumure saturée entraîne une perte de poids plus élevée dans les deux types de procédé de salage, mais l'immersion occasionne une perte de poids du double de l'injection.
L'intérêt en mode électrostatique étant de fonctionner en continu, cette moindre perte peut en fonction des caractéristiques de la matière première, présenter des difficultés de mise en œuvre , l'objectif étant de cibler la fourchette d'eau résiduelle comprise entre 60 et 65%.

2.1.3. Injection de saumure salée : Composition des produits finis.



Teneur en eau sur le produit fini après ouverture du sachet (en g/100g).



Teneurs en chlorures et en phénols totaux :
Nacl : g /100g
Phénols : mg /100g

2.1.4. Injection de saumure salée : Observations sur les résultats :

Procédé de fumage traditionnel :

avril 1997 IFREMER Copyright

L'injection de saumure permet d'obtenir de meilleurs rendements , tout en étant au bas de la fourchette d'eau résiduelle préconisée par l 'AFNOR .
Globalement, le niveau de phénols est trop important en mode traditionnel, indiquant que la durée de fumage a été trop importante. La teneur en sel est trop élevée en mode de salage par immersion., tandis qu'en **injection la teneur moyenne de 4 % est correcte.** (D'après la norme NF V 45-067 de septembre 1996 la teneur en sel d'un filet de hareng fumé selon le type de produit fini doit se situer entre 3 et 5% et jusqu'à 10% selon le produit fini visé)

Procédé de fumage électrostatique :

En mode électrostatique, malgré un séchage préalable d'une heure en enceinte climatisée, le niveau d'eau sur les produits finis est trop élevé. L'immersion permet quand à elle, de se situer dans la « fourchette ».
Le niveau de phénols est correct sur les produits à 260g/l, et insuffisant sur les produits salés à 360g/l. Il s'agit vraisemblablement d'un problème lié au fonctionnement du tunnel de fumage.

2.2. Injection de saumure salée et sucrée.

L'objectif de cette étape est d'observer les conséquences d'un « mixte de sel sucre » dans le cas de l'injection. Cette méthode sera comparée à la méthode de DID (Déshydratation Imprégnation Immersion ou Douchage) qui permet de saler et déshydrater simultanément par échange osmotique contrôlé.

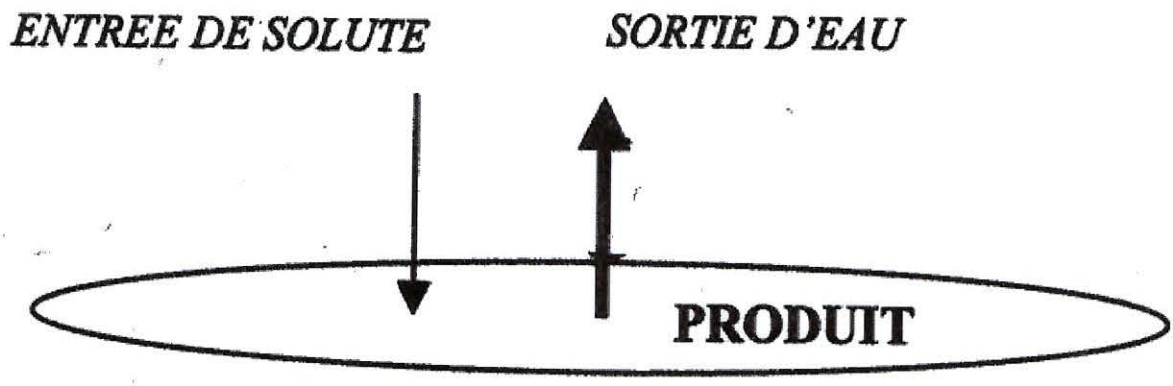


Schéma de principe de la déshydratation Imprégnation immersion

Protocole d'immersion et d'injection de saumure salée-sucrée

Bloc de 20kg de filets de hareng congelés
Décongélation 16 heures à +12°C
Lavage par douchage des filets
Répartition des filets en différents lots et pesée des lots

Filets de hareng répartis par lots
Préparation des saumures 260g/L et saturées en sel
et de concentration en dextrose 21 300g/L et 250g/L

Injection de la saumure à 360g/l et à 260g/L
Immersion en saumure : 20mn pour 360g/L et 30 mn pour 260g/L

Injection de la saumure saturée additionnée à 250g/L de sucre et 300g/L
Immersion en saumure : 30 mn pour 250g/L et 20mn pour 300g/L

Pesée des différents lots

Fumage traditionnel
2°C,3h,HR :65%

Séchage 4 heures

Pesée après séchage

Fumage électrostatique
10 minutes à 45kV
HR : environ 65%

Pesée des lots après fumage

Mise sous vide et conservation à +4°C

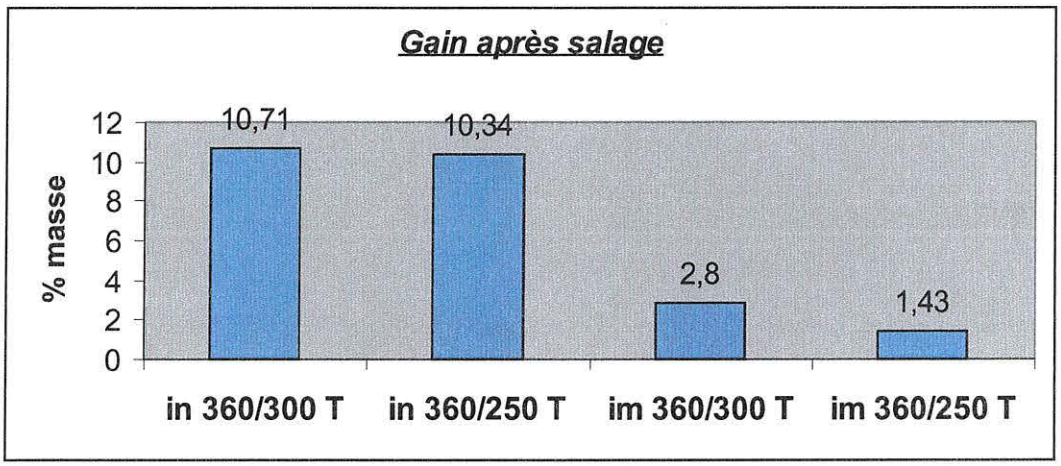
Analyses : composition eau , lipides, sel

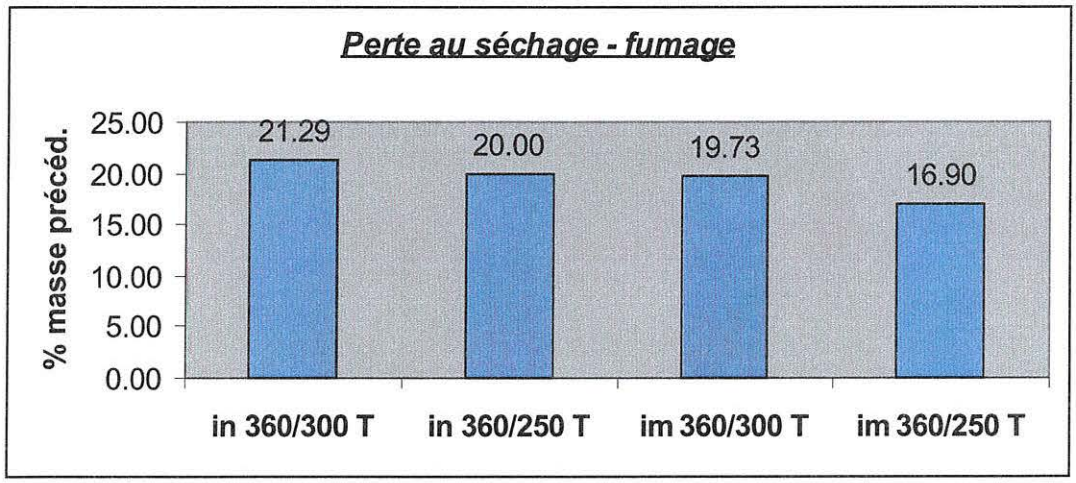
***Matière première :**

Fish type : Frozen herring
Product : Skinn off
Size : 35 –55
Packing date : 07/06/2001
Vessel : 102215
N.Weight :20kg
Trademark : DOMSTEIN

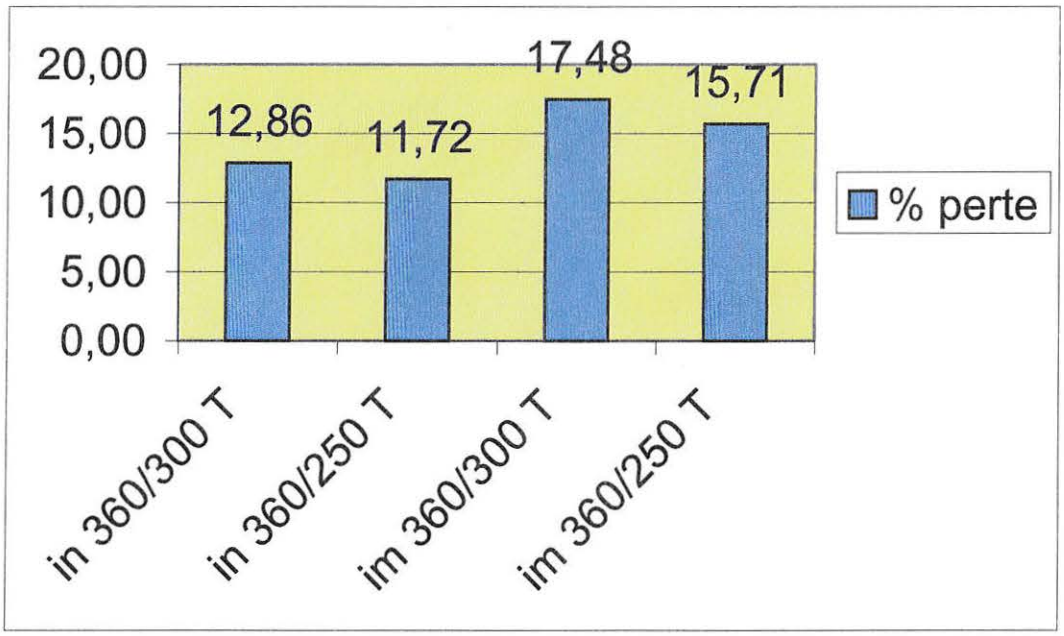
avril 1997 IFREMER *Copyright*

2.2.1. Injection de saumure salée/sucrée en mode de fumage traditionnel : Aspects rendements.





avril 1997 IFREMER Copyright

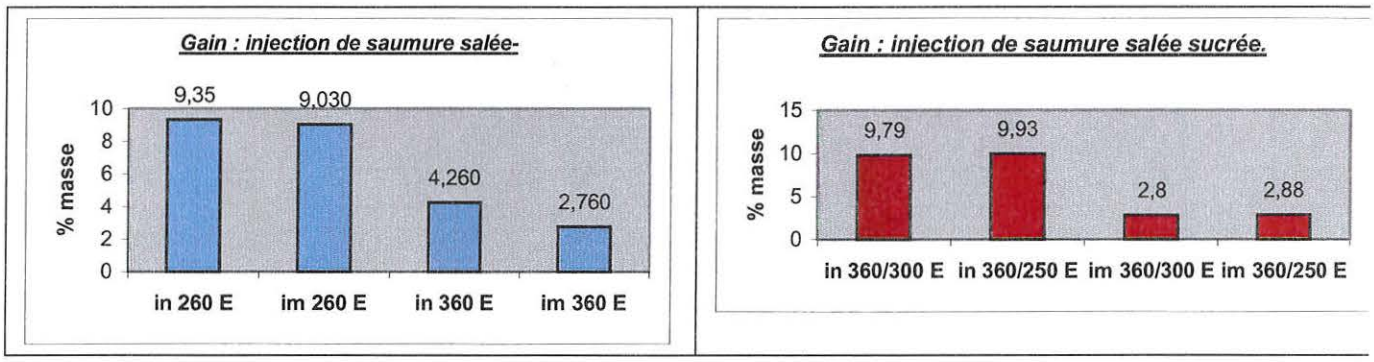


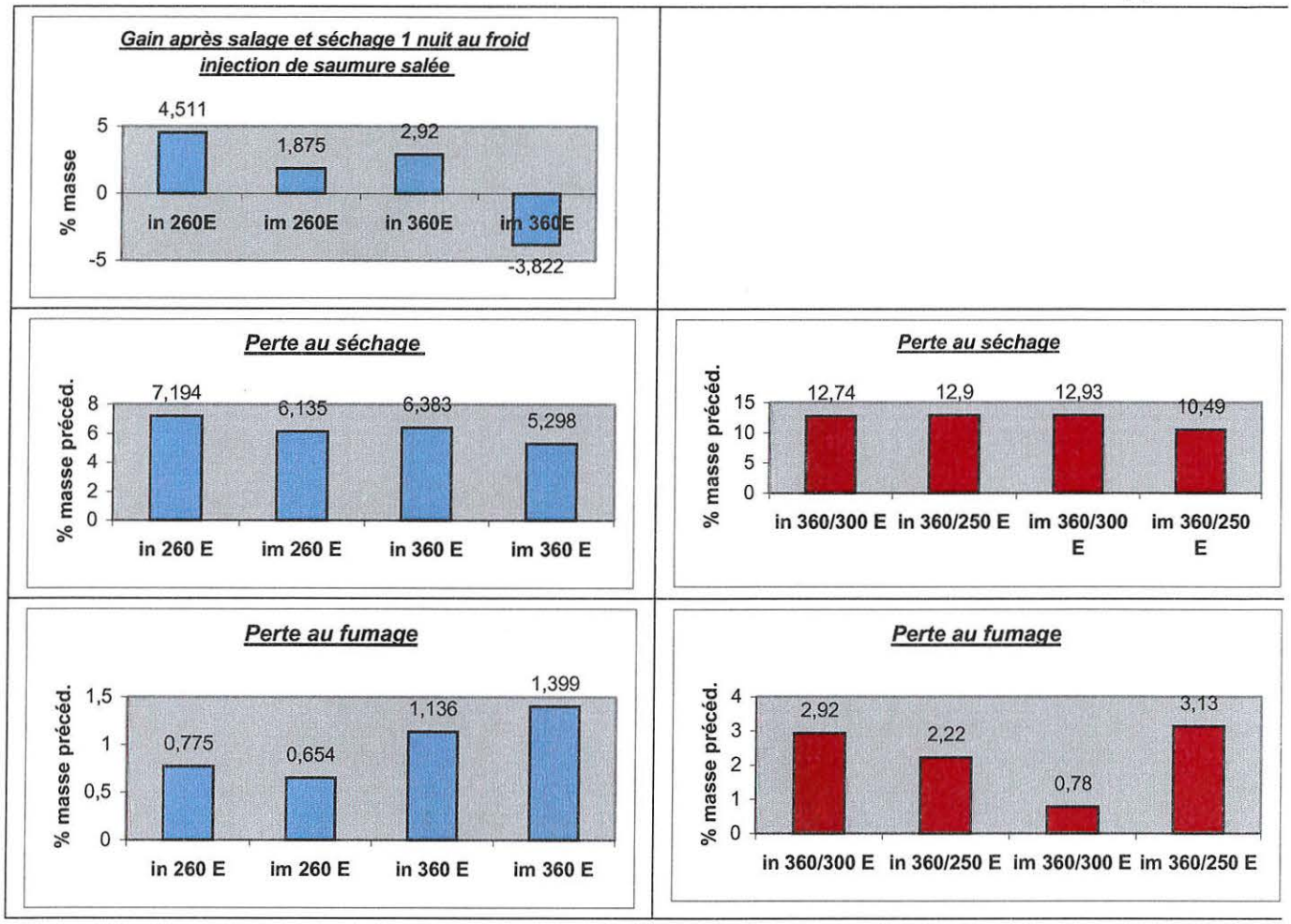
Evaluation des pertes en mode de fumage traditionnel : Procédé de salage par injection et saumurage par saumures mixtes sel/sucre.

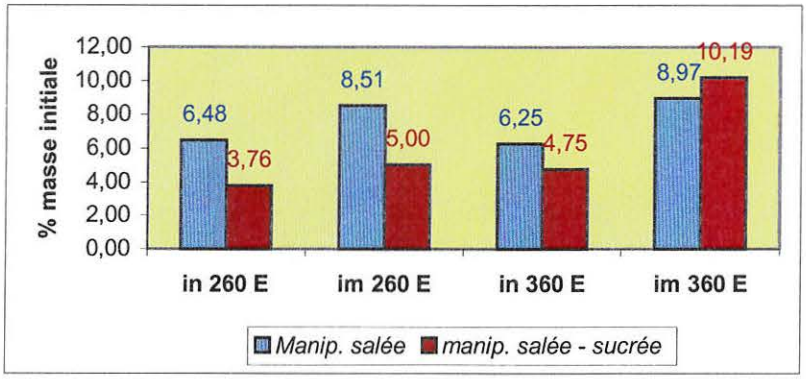
Injection de saumure salée/sucrée en mode de fumage traditionnel : Observations sur les résultats pondéraux.

Immédiatement après salage on constate une prise de poids beaucoup plus importante en injection (10.5% en moyenne), et ce indépendamment du niveau de sucre. En mode d'immersion, le principe de l'échange osmotique permet de réaliser un salage séchage simultané, ce qui explique la faible prise de poids.
Pendant l'étape de séchage fumage, les pertes sont légèrement plus élevées sur le hareng injecté. **Le bilan global est une perte inférieure de 4 % en moyenne, sur le produit injecté.**

2.2.2. Injection de saumure salée/sucrée en mode de fumage électrostatique : Aspects rendement.







Pertes de poids en mode électrostatique en fonction des types de saumurage.

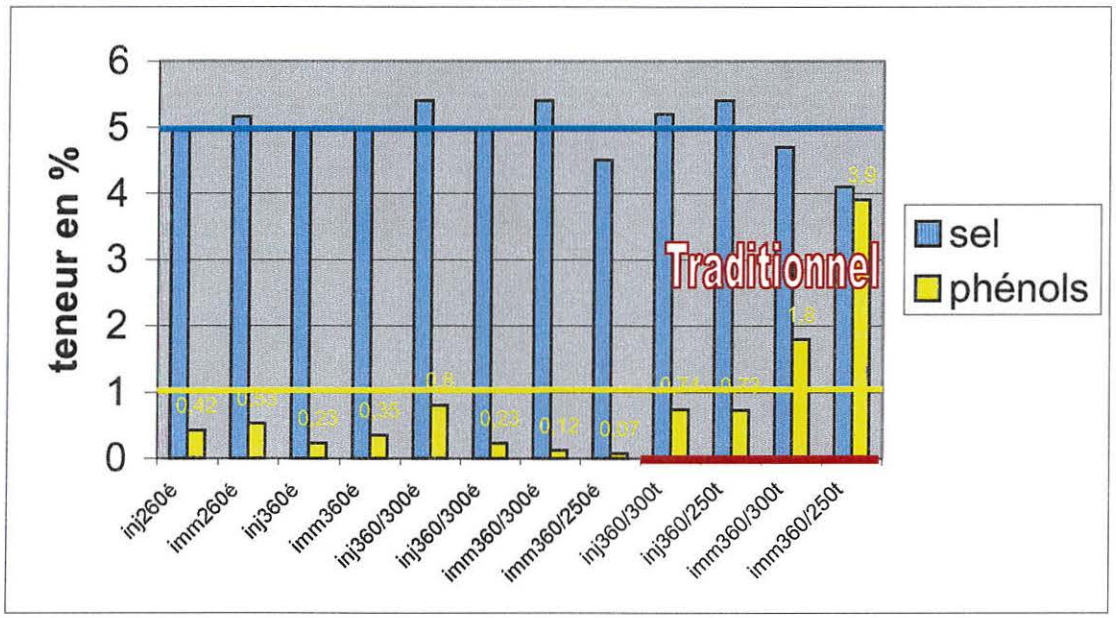
Injection de saumure salée et salée/sucrée en mode de fumage électrostatique :observations sur les résultats pondéraux.

Saumure salée :
Globalement l'utilisation de saumure à 260g/l permet un gain de masse plus important quelque soit le mode d'application et ce immédiatement après l'opération . Après process complet, les niveaux de perte sont plus important en immersion, avec une perte moyenne de 8.7% contre 6.3% en mode d'injection.

Saumure salée sucrée :
Après traitement, l'action « DII » est constatable en immersion, avec un gain en poids de 2.8% en moyenne, alors qu'en injection, le gain moyen est de 9.8% l'action du mélange n'ayant pas eu le temps d'agir.

Après process complet, la perte la plus importante concerne le hareng immergé à 360g sel /250g sucre . La perte dans le cas de l'injection est moindre à 260g sel/300g sucre.
L'adjonction de sucre réduit les pertes par rapport au traitement en saumure simple, sauf en immersion avec une quantité de sucre à 250g.

2.2.3. Injection de saumure salée/sucrée en mode de fumage traditionnel et électrostatique : Composition chimique des produits finis.

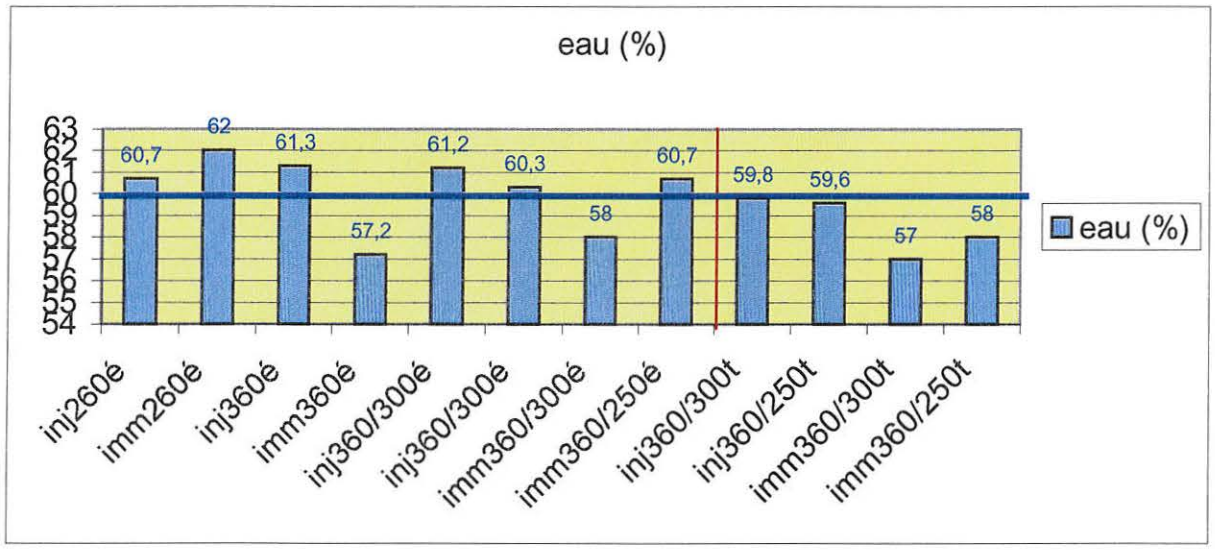


Teneur en sel (g/100g) et phénols (Mg/100g) en fonction des différents traitement

Interprétation :

L'objectif de teneur en sel est atteint dans pratiquement tous les cas, à l'exception du produit immergé à 360G Sel / 250g Sucre.

La teneur en phénols est assez variable en raison du faible remplissage du tunnel électrostatique pendant les essais. Par conséquent, il est difficile d'émettre des observations en relation avec le type de salage.



Teneur en eau sur les produits finis (g/100g)

Le produit est trop déshydraté dans le cas de l'immersion, que ce soit en traditionnel ou en électrostatique. Les produits injectés sont tous compris dans la fourchette de 60 à 62%. Ce qui les positionne au milieu des exigences concernant la teneur en eau de la norme AFNOR .

3. Conclusions

La matière première utilisée pour ces essais est riche en lipides (17% en moyenne) et par conséquent ne nécessite pas de séchage « poussé ». Il est de fait, possible d'optimiser le procédé en utilisant l'injection de saumure pour améliorer le rendement tout en répondant aux exigences de la norme AFNOR .

En mode traditionnel, ce procédé d'après ces essais, permet un gain de poids de l'ordre de 2 à 3% sur le produit fini. Dépendant de la durée de l'opération de séchage/fumage, ce rendement peut être optimisé : les essais réalisés dans ce rapport mettent en évidence un procédé non optimisé en terme de durée de séchage et de fumage , la déshydratation étant trop importante et le fumage trop intense. On peut , compte tenu de la teneur en eau des produits finis, envisager un gain supplémentaire de 2% en poids et ce en réalisant un produit dans la fourchette « AFNOR ».

L'utilisation de sucre additionné en injection n'apporte pas d'amélioration de rendement, tandis qu'en mode d'immersion, le rendement est diminué, du fait de l'application du principe « DID » d'échange osmotique.

En mode électrostatique, l'injection de saumure salée et salée / sucrée de permet pas de réaliser un produit dans la fourchette d'humidité correcte. En associant un pré séchage en temps équivalent à un procédé traditionnel, le produit entre dans le cadre de la norme AFNOR, mais le procédé ne présente plus d'intérêt technologique .

Sur l'ensemble des essais la teneur en sel s'est située dans une fourchette de 4 à 5%.

Annexes

		Teneur en MGL en pourcentage	Teneur en eau en pourcentage	Teneur en peroxydes en mg par kg
Matière première décongelée	Essai n°1	17.112	65.177	3.719
	Essai n°2	17.1132	65.123	4.93
	Moyenne	17.1126	65.150	4.324
		Teneur en NaCl en pourcentage	Teneur en eau en pourcentage	Teneur en phénols en mg pour 100g
Injection à 260g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	3.925	61.476	9.767
	Essai n°2	3.935	61.377	11.246
	Moyenne	3.93	61.4265	10.5065
Immersion à 260g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	5.689	59.482	8.379
	Essai n°2	5.735	59.379	9.29
	Moyenne	5.712	59.4305	8.8345
Injection à 360g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	4.383	61.916	9.672
	Essai n°2	4.433	61.849	9.156
	Moyenne	4.408	61.8825	9.414
Immersion à 360g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	5.9	57.941	8.784
	Essai n°2	5.806	57.891	8.835
	Moyenne	5.853	57.916	8.8095
Injection à 260g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	3.917	64.61	3.605
	Essai n°2	3.883	64.829	3.625
	Moyenne	3.9	64.7195	3.615
Immersion à 260g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.186	62.682	3.165
	Essai n°2	5.152	62.808	2.898
	Moyenne	5.169	62.745	3.0315
Injection à 360g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	4.207	65.155	0.172
	Essai n°2	4.222	65.312	0.269
	Moyenne	4.2145	65.2335	0.2205
Immersion à 360g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.661	62.913	0.1214
	Essai n°2	5.573	63.188	0.188
	Moyenne	5.617	63.0505	0.1547
Injection à 360g/L 5% fumée liquide Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1			0.228
	Essai n°2			0.206
	Moyenne			0.217
Injection à 360g/L 5% fumée liquide Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1			1.562
	Essai n°2			0.215
	Moyenne			0.8885
Injection à 360g/L 10% fumée liquide Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1			11.114
	Essai n°2			9.836
	Moyenne			10.475
Injection à 360g/L 10% fumée liquide Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1			5.752
	Essai n°2			0.491
	Moyenne			3.1215
Injection à 360g/L 15% fumée liquide Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1			0.267
	Essai n°2			0.389
	Moyenne			0.328
Injection à 360g/L 15% fumée liquide Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1			0.111
	Essai n°2			0.335
	Moyenne			0.223

Récapitulatif des résultats d'analyses sur la manipulation d'injection de saumure salée

avril 1997 IFREMER *Copyright*

		en pourcentage	en pourcentage	en mg par kg
Matière première décongelée	Essai n°1	17.1120	65.177	4.347
	Essai n°2	17.1132	65.123	4.532
	Moyenne	17.1126	65.150	4.440
		Teneur en NaCl en pourcentage	Teneur en eau en pourcentage	Teneur en phénols en mg pour 100g
Injection à 260g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.084	60.796	0.319
	Essai n°2	5.032	60.770	0.530
	Moyenne	5.058	60.783	0.424
Immersion à 260g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.154	62.085	0.524
	Essai n°2	5.213	62.132	0.554
	Moyenne	5.184	62.109	0.539
Injection à 360g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.064	61.330	0.433
	Essai n°2	5.000	61.365	0.037
	Moyenne	5.032	61.348	0.235
Immersion à 360g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.029	57.189	0.255
	Essai n°2	5.020	57.153	0.446
	Moyenne	5.025	57.171	0.350
Inject. sel 360g/L sucre 300 g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.372	61.400	1.221
	Essai n°2	5.371	61.179	0.396
	Moyenne	5.372	61.290	0.808
Inject. sel 360g/L sucre 250 g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	4.943	60.557	0.222
	Essai n°2	4.948	60.230	0.237
	Moyenne	4.946	60.394	0.230
Immers. sel 360g/L sucre 300 g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	5.313	57.915	0.136
	Essai n°2	5.562	58.406	0.113
	Moyenne	5.438	58.161	0.124
Immers. sel 360g/L sucre 250 g/L Fumage électrost. 10 min à 45 kV	Essai n°1	4.533	61.299	0.087
	Essai n°2	4.571	60.062	0.063
	Moyenne	4.552	60.681	0.075
Inject. sel 360g/L sucre 300 g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	5.166	60.314	0.600
	Essai n°2	5.179	59.183	0.749
	Moyenne	5.173	59.749	0.675
Inject. sel 360g/L sucre 250 g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	5.682	59.176	0.504
	Essai n°2	5.065	59.987	0.958
	Moyenne	5.374	59.582	0.731
Immers. sel 360g/L sucre 300 g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	4.823	56.797	0.898
	Essai n°2	4.735	57.120	2.653
	Moyenne	4.779	56.959	1.775
Immers. sel 360g/L sucre 250 g/L Fumage tradit. 3 heures à 32°C	Essai n°1	3.721	57.888	6.514
	Essai n°2	4.570	57.939	1.394
	Moyenne	4.146	57.914	3.954

Récapitulatif des résultats d'analyses sur la manipulation d'injection de saumure salée - sucrée

FILETS DE HARENG FUME :

Norme NF V 45.067

20 Septembre 1996

Espèces concernées : Clupea harengus(hareng commun)
Clupea pallasii (hareng du Pacifique)

Caractéristiques qualitatives : Catégorie de fraîcheur « extra ou A »

Salage :

Sel alimentaire « Chlorure de sodium »

Fumage :

Durée variable selon la matière première avec une **température < à 30°C.**
Résineux prohibés. Pyrolise < 450°C.
Refroidissement à 4°Cà cœur en moins de 6 heures après fumage.

Congélation :

Arrêté du 29/12/92 : les harengs doivent subir une congélation à -20°C à cœur, pendant au moins 24H sauf si salage > à 21 jours en saumure > 0264g/l..(Mention « Ne pas recongeler » si congélation).

Dénomination de vente :

Filet de hareng fumé au naturel :

- Teneur en **sel entre 7 et 10% :.DLC :50jours sortie fabrication.**

Filet de hareng fumé doux :

- Teneur en **sel entre 4 et 7% : DLC :30jours sortie fabrication**

Autres préparations : à l'huile et aux aromates

Teneur en sel demeure la même au moment de la mise sous couverture assaisonnante.

Caractéristiques microbiologiques

Coliformes thermotolérants : (44,5°C) : E Coli : 1/g

Salmonella : Absence/25g

Staphylococcus aureus 10^2/g

Anaérobies sulfito-réducteurs : (ASR) 10^2/g

Listéria monocytogenes : 10^2/g

Microorganismes aérobies à 30°C : 10^6/g

Caractéristiques chimiques

- Teneur en **lipides** selon norme NF V04 403 :entre **5 et 13 %.**
- Teneur en **eau** NF V 04 401 :**Inférieure à 74 %(HPD)**

avril 1997 IFREMER *Copyright*

BIBLIOGRAPHIE

- Bancelin Aude, (2001) Technologie du fumage, Evaluation de la qualité des produits fumés, Rapport de stage Université de Nantes.

- Cardinal Mireille, Knockaert Camille, Ole Torrisen, Sjofn Sigurgisladottir, Turid Morkore, Magny Tommassen, Jean Luc Vallet. (2001) Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (salmo salar), Food Research International 34, 537-550.

- Knockaert Camille , (1990) : Le fumage du poisson, ouvrage IFREMER SDP , IFREMER Brest

- Knockaert Camille, (1995) Fumage électrostatique : Application aux produits de la mer rapport interne de l'Ifremer, DRV/95/12/VP Nantes.

- Lavazay Anthony, (2000) Fumage par atomisation :étude comparative sur deux espèces de poissons, rapport de stage Legta de Bel Air.

- Papot Karine, (2001) Saumon Fumé : influence de la température et de la mise sous vide , rapport de stage BTS ENTIAA.

- Sainclivier M., Sciences agronomiques – Rennes – Premier volume, 1983 : L'industrie alimentaire halieutique. Le poisson matière première

- Vallet Jean Luc, Knockaert Camille, Raoult-Wack Anne Lucie, Collignan Antoine. (1994) Le fumage du saumon : Méthodes traditionnelles et perspectives d'innovations associées à la DII. Cahiers de l'ASFA , n°10.p 69-81.

avril 1997 IFREMER *Copyright*