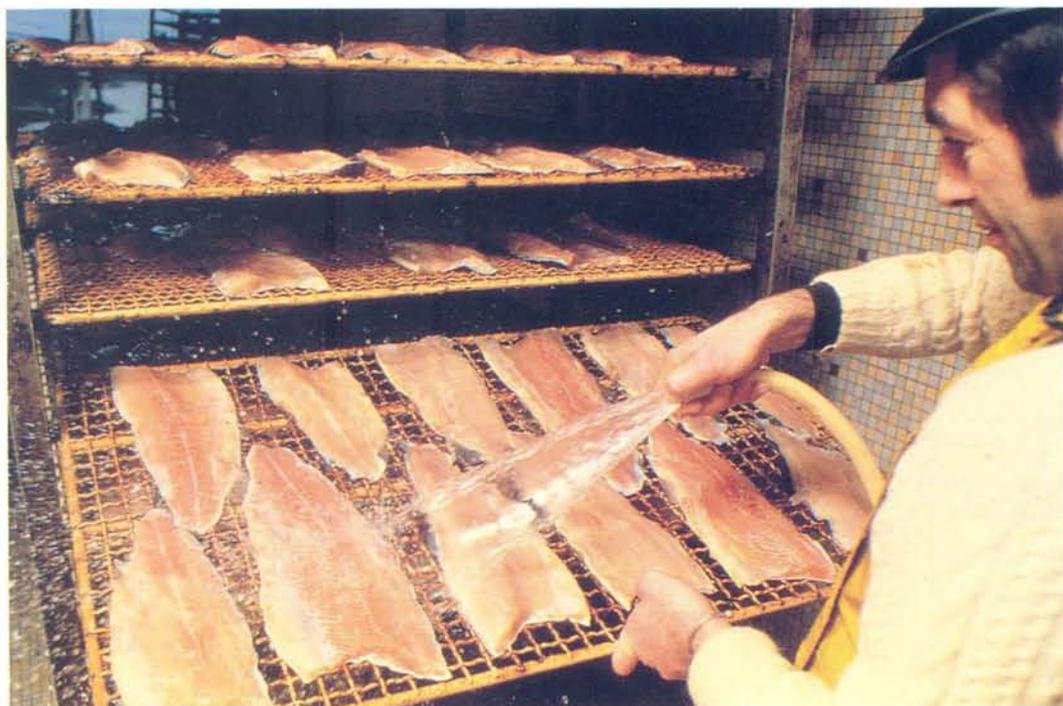


VALORISATION DES PRODUITS DE LA MER

# LE FUMAGE DU POISSON

Camille KNOCKAERT

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer



## **VALORISATION DES PRODUITS DE LA MER**

**Directeur de collection: Jean-Yves LE GALL**

La consommation annuelle des produits de la mer en France est caractérisée par sa stabilité au cours des cinq dernières années, de l'ordre de 1,2 million de tonnes et, par son accroissement régulier en valeur, en raison de l'augmentation de la consommation des produits transformés au détriment des produits frais. Cette modification des habitudes alimentaires entraîne l'adaptation des industries de transformation et se traduit notamment par une floraison de petites et moyennes entreprises œuvrant dans le domaine du surgelé, des produits fumés, des plats cuisinés, etc. L'objectif de cette collection est de permettre à ces entrepreneurs une actualisation de leurs connaissances dans le domaine de la valorisation des produits de la mer, sous une forme pratique, simple et accessible. Les thèmes qui seront abordés et feront l'objet de titres dans la collection portent sur :

**Parus :**

- **les marinades**
- **les conserves**
- **le fumage**

**À paraître :**

- **l'ionisation des produits de la mer**
- **le transport des crustacés**
- **le surimi : procédés et produits**
- **le froid : congélation-surgélation**
- **la conteneurisation à bord et à terre**
- **le contrôle de la qualité**

Photo de couverture : Fumage du saumon. Cliché Claude RIVES-MARINA/CEDRI-IFREMER

### **ÉDITIONS IFREMER**

**Centre de Brest**  
B.P. 70 - 29280 PLOUZANÉ (France)  
Tél. 98 22 40 13 - Fax : 98 22 45 86

ISSN : 0998-4089

ISBN : 2-905434-34-1 1<sup>ère</sup> édition  
2-905434-24-4 2<sup>ème</sup> édition  
2-905434-49-X 3<sup>ème</sup> édition  
2-905434-71-6 4<sup>ème</sup> édition

© Copyright IFREMER - 1995

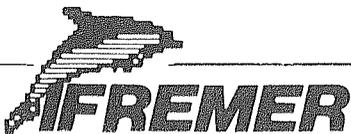
Collection « VALORISATION DES PRODUITS DE LA MER »

# LE FUMAGE DU POISSON

Camille KNOCKAERT

Institut Français de Recherche  
pour l'Exploitation de la Mer

1990





## Avant-propos

Traditionnellement les denrées alimentaires d'origine animale étaient protégées de l'action des bactéries, moisissures et champignons en vue de leur consommation humaine par trois méthodes : le **séchage** au soleil le plus souvent, le **salage** ou l'immersion dans un produit biologiquement neutre : graisse, huile, vinaigre, alcool. En 1910, Appert ajoutait une nouvelle méthode les **conserves** par son traité sur « L'art de conserver pendant plusieurs années toutes les substances animales et végétales en les exposant à la température de l'eau bouillante dans des vases bien fermés », méthode dénommée depuis l'**appertisation**.

Les deux volumes précédents de cette collection « Valorisation des Produits de la Mer » ont traité de la conservation par immersion (**« Les marinades »**), par appertisation (**« Les conserves »**). Il est donc logique d'aborder maintenant le mode traditionnel : le **fumage**, technique ancienne qui connaît un regain et même un fort développement en raison de l'accroissement de la consommation des produits de luxe issus du fumage particulièrement. L'exemple le plus présent à l'esprit est celui du saumon fumé, mais le présent ouvrage montre que le nombre d'espèces ou de produits traités s'accroît d'année en année : hareng, sprat, maquereau, chinchard, truite, saumon, anguille, lamproie, lieu noir, flétan, thon, espadon, mullet, requin, œufs de morue et de mullet, etc. La diversité des produits ne cesse de croître en réponse à l'accroissement de la demande. On estime à 15 % par an l'accroissement de la consommation nationale des produits marins transformés, le seul saumon fumé ayant de 1986 à 1987 connu une croissance de consommation de 20 %.

Cet ouvrage technique vient donc à point à un moment où la profession des industriels de fumage des produits de la mer vit une période d'évolution très active et développe une politique de diversification des produits.

Jean-Yves LE GALL  
*Service des publications*  
*Direction des Ressources Vivantes*

**Remerciements :** L'auteur remercie pour sa collaboration le personnel du Département Utilisation et Valorisation des Produits du Centre IFREMER de Nantes et particulièrement Mme Josiane Cornet et M. Jean-Luc Valet, M. Giboire de la Direction de l'Informatique pour son aide à la réalisation de certains graphiques, et M. Faure du Centre IFREMER de Brest (Station de SEMII-Camaret), et M. Jean-Yves Le Gall, Service des Publications de la Direction des Ressources Vivantes, pour la refonte de ce manuscrit ronéotypé sous une forme provisoire en 1985.

<b>Introduction</b>	<b>9</b>
<b>I. LES PHASES DE LA FABRICATION</b>	<b>13</b>
<b>La matière première</b>	<b>15</b>
<i>Matière première fraîche</i>	15
<i>Matière première congelée</i>	17
<i>Stockage à - 20° C</i>	17
<i>Décongélation</i>	18
<b>Etêtage – Eviscération</b>	<b>22</b>
<b>Filetage</b>	<b>22</b>
<b>Salage</b>	<b>28</b>
<i>Objectifs du salage</i>	25
<i>Méthodes du salage</i>	26
<i>Salage en sel sec</i>	26
<i>Salage en saumure</i>	26
<i>Comparaison des méthodes</i>	27
<i>Rinçage</i>	27
<i>Dynamique du salage</i>	29
<i>Facteurs influençant le salage</i>	29
<i>Conclusion</i>	31
<i>Autres méthodes</i>	31
<i>Saumurage par injection</i>	31
<i>Sel nitrité</i>	33
<b>Baudruchage</b>	<b>33</b>
<b>Séchage</b>	<b>35</b>
<i>Principes</i>	35
<i>Séchoirs traditionnels</i>	35
<i>Séchoirs climatisés</i>	36
<i>Principe de fonctionnement</i>	36
<i>Procédure d'utilisation</i>	37
<i>Principes de régulation</i>	38
<i>Précautions d'utilisation et entretien</i>	39
<b>Fumage</b>	<b>39</b>
<i>Principe</i>	39
<i>La fumée</i>	39
<i>Composition physique</i>	39
<i>Composition chimique</i>	40

<b>Le bois</b>	<b>41</b>
<i>Nature</i>	41
<i>Composition</i>	42
<i>Dégradation</i>	42
<i>Taux d'humidité</i>	43
<i>Paramètres influençant le dépôt de la fumée sur le poisson</i>	43
<i>Humidité du produit à fumer</i>	43
<i>Humidité relative du fumoir</i>	43
<i>Circulation et température de l'air</i>	43
<i>Durée d'exposition</i>	43
<i>Densité de la fumée</i>	44
<i>Hygrométrie de la fumée</i>	44
<i>Action de la fumée</i>	44
<i>Aspect organoleptique</i>	44
<i>Aspect chimique</i>	44
<i>Aspect bactériologique</i>	44
<i>Modes de production de fumée</i>	45
<i>Fumoir à fumée directe</i>	45
<i>Générateur de fumée conventionnel</i>	49
<i>Générateur de fumée à autocombustion</i>	50
<i>Générateur de fumée à friction</i>	51
<i>Autres types de générateurs</i>	54
<i>Production de fumée par carbonisation</i>	54
<i>Générateur de fumée fluide</i>	54
<i>Caractéristiques des fumées obtenues</i>	54
<i>Cellules de fumage</i>	56
<i>Modèles classiques</i>	56
<i>Modèles avec climatisation et déshumidification</i>	57
<i>Commande de la cellule</i>	59
<i>Cellule de fumage à flux horizontal ou vertical</i>	62
<i>Adaptation de cellule « Afos » au fumage à froid</i>	69
<i>Problème posé et solution</i>	69
<i>Installation</i>	69
<i>Observations</i>	71
<i>Automatisme</i>	73
<i>Armoire de commande</i>	74
<i>Conclusion</i>	74
<i>Observations annexes</i>	74
<i>Installation de séchage-fumage à chaud et continu</i>	75
<i>Comparaison des méthodes de fumage à froid</i>	
<i>et de fumage à chaud</i>	75
<i>Le fumage électrostatique</i>	78
<i>Utilisation d'arôme de fumée</i>	78
<b>Parage</b>	<b>79</b>
<b>Conditionnement</b>	<b>80</b>
<i>Poissons ou filets entiers</i>	80
<i>Prétranchage : saumon, thon, espadon</i>	80

<i>Trancheur Maas</i>	81
<i>Trancheur Geba</i>	82
<i>Autres trancheurs</i>	83
<b>Distribution</b>	<b>83</b>
<i>Vente à l'état réfrigéré</i>	84
<i>Vente à l'état réfrigéré après stockage en congelé et décongélation en usine</i>	85
<i>Observations relatives au poisson prétranché</i>	86
<i>L'ionisation des produits fumés</i>	88

## **II. ETUDE D'UN ATELIER DE FABRICATION** 91

<b>Projet d'atelier</b>	<b>93</b>
<i>Chambre de stockage de la matière première fraîche</i>	93
<i>Chambre de stockage de la matière première congelée</i>	94
<i>Salle de décongélation</i>	94
<i>Salle de travail</i>	94
<i>Salle de fumage</i>	97
<i>Chambre de stockage des produits finis pour expédition rapide</i>	100
<i>Chambre de stockage des produits finis congelés</i>	100
<i>Locaux annexes</i>	100
<i>Récapitulatif</i>	101
<b>Exemples de réalisation d'ateliers</b>	<b>101</b>
<i>Plan type et équipement standard</i>	101
<i>Choix de l'équipement</i>	101
<i>Tables de travail</i>	101
<i>Plaques de découpe</i>	102
<i>Couteaux</i>	102
<i>Bacs de saumure</i>	102
<i>Lavabos règlementaires</i>	102
<i>Dispositif de stérilisation</i>	102
<i>Trancheuse</i>	102
<i>Scelleuse sous-vide</i>	102
<i>Séchoir-fumoir</i>	103
<i>Chauffage au gaz et à l'électricité</i>	103
<i>Chauffage à vapeur</i>	103
<i>Atelier de dimensions moyennes</i>	106
<i>Atelier de petites dimensions</i>	106

### III. — PROCÉDÉS DE TRANSFORMATION DE QUELQUES ESPÈCES 109

<i>Les produits de la pêche</i>	111
Le thon blanc ou germon	113
L'espadon	115
Les requins	117
Le maquereau	118
Le hareng	119
La sardine	122
Le chinchard	125
Le mullet	126
Le flétan	127
Le lieu de l'Alaska	128
Les rogues (œufs de morue)	128
<i>Les produits de l'aquaculture</i>	129
La qualité des produits de l'aquaculture	131
Les saumons	137
Les truites : truite arc-en-ciel et truite commune	140
L'anguille	142

### IV. — HYGIÈNE 145

<i>Atelier</i>	147
<i>Sol</i>	147
<i>Eau</i>	147
<i>Atmosphère</i>	147
<i>Locaux</i>	147
<i>Chambres froides</i>	148
<i>Machines et outillages</i>	148
<i>Personnel</i>	148
<i>Contamination d'un aliment</i>	149
<i>Interprétation d'un bulletin d'analyse</i>	149
<i>Déroulement des analyses</i>	149
<i>Contrôle bactériologique</i>	150
<i>Contrôle chimique</i>	150
<i>Indice d'altération</i>	150
<i>Composition du produit</i>	151
<i>Conclusion</i>	151

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 153

### ANNEXES 154

## Introduction

Le procédé de fumage remonte probablement à la préhistoire et constitue l'une des plus anciennes méthodes connues de conservation des produits carnés, après le séchage et le salage. Dans l'Antiquité, le poisson était réservé aux populations côtières. Puis, grâce à ces procédés, la consommation du poisson a pu gagner vers l'intérieur des terres. Dans de nombreux pays nordiques et de l'Europe de l'Est principalement, le fumage du poisson est une technique de conservation traditionnelle.

Pendant longtemps en France, seul le hareng était fumé industriellement dans le Boulonnais. Les fumoirs étaient de grandes cheminées à tirage naturel, baptisées du nom de local de « coresses » (Figure 1). Le foyer était situé à la base, dans un sous-sol où la fumée était produite par auto-combustion de sciure ou de copeaux de bois. Les coresses étaient généralement équipées de deux étages de chariots où les poissons étaient suspendus. Dans une première phase, le poisson était séché à l'étage inférieur proche du foyer et ensuite remonté au deuxième étage où se terminait le fumage.

Aujourd'hui, le but du fumage n'est plus tant d'assurer une longue conservation du produit (au moins dans les pays industrialisés) que de donner une couleur et un goût particulier au poisson traité. Le traitement complet comprend trois phases qui ont chacune leur importance dans la future durée de vie du produit : le **salage**, le **séchage**, le **fumage**.

La tendance actuelle (pour des raisons diététiques) est de saler de moins en moins les produits alimentaires. Ainsi sur le saumon fumé, on observe des teneurs en sel NaCl de l'ordre de 2 à 2,5 %. La combinaison du salage (même faible), de la déshydratation (10 %) et du fumage léger (2 mg p.100 de phénols totaux) assurent à un poisson fumé à froid, emballé sous vide et stocké à + 2° C, une durée de vie de l'ordre de 3 à 4 semaines.

Les produits fumés connaissent depuis quelques années un regain d'intérêt. Avec l'arrivée sur le marché de fumoirs industriels climatisés, permettant de travailler quelles que soient les conditions atmosphériques, des petites entreprises ainsi équipées peuvent assurer des productions régulières importantes.

Le **hareng** reste le produit fumé le plus fabriqué en France, avec 15 000 t de produits finis en 1987 (principalement dans la région de Boulogne-sur-Mer et de Fécamp). En deuxième position, se trouve le **saumon** fumé avec 9 500 t de produits finis en 1987 (provenance du Pacifique ou de Norvège). Ces deux espèces forment l'essentiel de la production. L'industrie du saumon fumé emploie 2 400 personnes dans 40 entreprises, dont 5 représentent 90 % de la production.

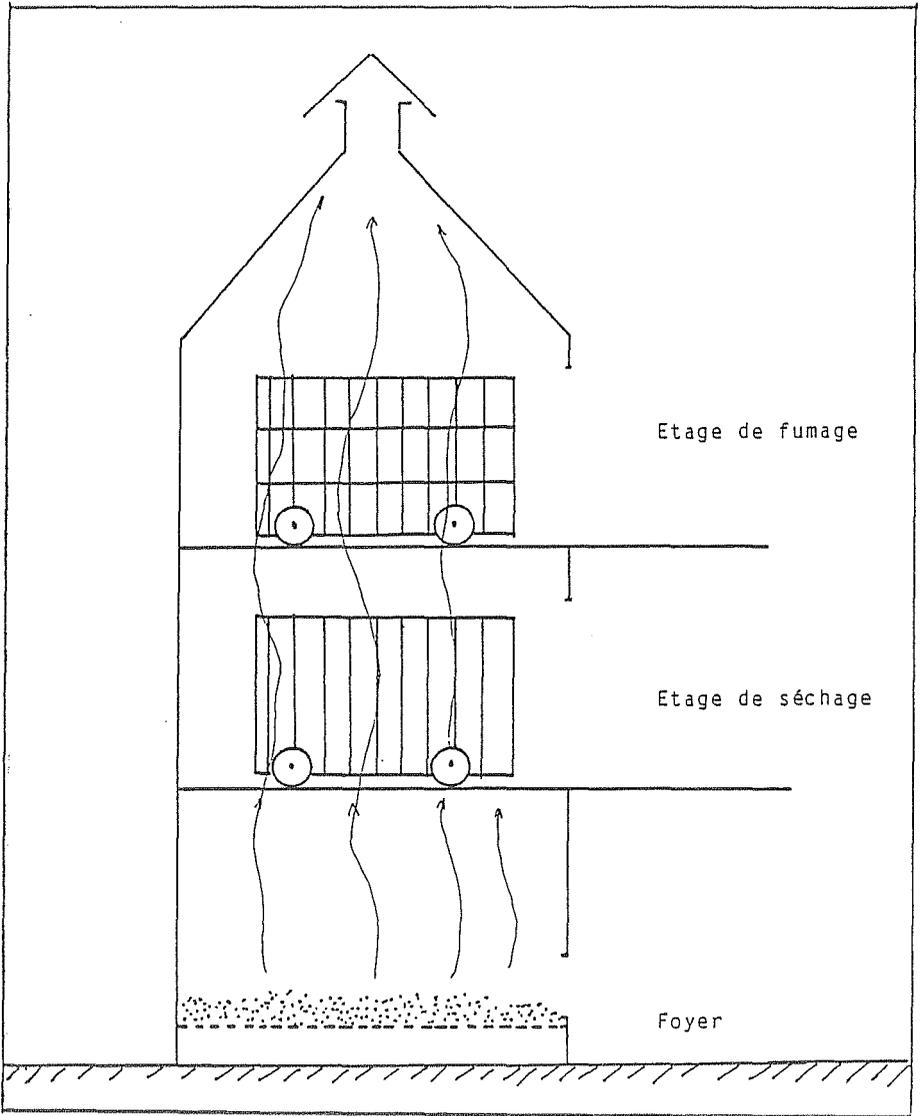


Figure 1 – Coupe d'un fumoir à hareng appelé « Coresse » dans le Nord de la France.

Les disparités régionales sont très importantes :

- 35 % des produits finis consommés à Paris sont constitués de saumon fumé et 49 % des produits fumés consommés dans le Nord le sont de hareng.

Année	Types de produits		
	Frais %	Salé, séché et fumé %	Surgelé %
1979.....	73,9	4,5	21,6
1980.....	71,1	4,9	24,1
1981.....	71,5	4,7	23,8
1982.....	70,3	4,9	24,9
1983.....	70	5	
1984.....	68,6	4,8	26,6
1985.....	64,8	5,1	30,1
1986.....	62,3	5,1	32,6
1987.....	60,2	5,3	34,5

Tableau 1 – Evolution de 1979 à 1987 de la consommation du poisson en France par type de produit (source : SECODIP et FIOM)

SECODIP : Société d'étude de la consommation, de la distribution et de la publicité.

FIOM : Fonds d'intervention et d'organisation des marchés.

Année	Saumon fumé %	Hareng saur %	Morue %	Autres fumés %	Autres sortes %
1978.....	15	23	50	7	5
1979.....	13	24	50	7	6
1980.....	16	20	52	7	5
1981.....	18	22	46	9	5
1982.....	20	23	43	9	5
1983.....	21	26	40	9	4
1984.....	19	24	43	9	5
1985.....	19	26	40	10	5
1986.....	23	24	38	10	5
1987.....	27	23	34	12	4

Tableau 2 – Evolution de 1978 à 1987 de la consommation française des produits de poisson salé, séché et fumé.

Les autres produits sont le **haddock** (filet d'églefin fumé à froid), le **sprat** fumé à chaud, le **maquereau** fumé à chaud, le **lieu noir** en filet fumé à froid; le **thon** fumé à froid, l'**anguille** fumée à chaud, les **œufs de cabillaud** fumés à chaud, la **truite** fumée à chaud et à froid; l'**esturgeon** fumé à froid (très petites quantités), l'**espadon** fumé à froid, le **chinchard** fumé à froid.

La distribution est faite à 62 % dans les grandes surfaces, 17 % par les poissonneries, 11 % sur les marchés et le reste par les traiteurs et la restauration.

Le but de cet ouvrage est d'initier de futurs fabricants aux méthodes actuelles de préparation du poisson fumé (aspects théoriques et techniques des diverses phases de fabrication), de les guider dans la réalisation d'un atelier compatible avec les normes d'hygiène et les critères de productivité, et de leur permettre d'apporter des améliorations aux ateliers déjà existants.

L'évolution des prix de 1986 à 1987, pour l'ensemble des produits fumés, salés, séchés a été de + 14,5 %. Durant cette même période, le prix du saumon fumé a augmenté de 6,6 % (variété la plus chère), alors que celui de la morue salée a augmenté de 10,3 %.

On constate un tassement relatif du prix du saumon dont la cause est la baisse du coût de la matière première et la concurrence vive entre les fabricants.

En 1986, les achats de saumon fumé progressent de 21,9 % par rapport à 1987. Ce produit prend la deuxième place du marché avec une part de 27 %. Ce marché devient de plus en plus saisonnier : le dernier trimestre de l'année représente 51 % des ventes de saumon fumé et cette espèce contribue à 70,5 % des ventes de cette période.

# **I. LES PHASES DE LA FABRICATION**

---

**Matière première**

**Etêtage – Eviscération**

**Filetage**

**Salage**

**Baudruchage**

**Séchage**

**Fumage**

**Parage**

**Conditionnement**

**Distribution**

**Récapitulatif des phases de fabrication**



# La matière première

## *Matière première fraîche*

La durée du stockage du poisson à + 2° C ne doit pas dépasser la semaine et peut être réduite en fonction de la qualité du poisson. Un tableau de cotation CEE permet d'apprécier l'état de fraîcheur (Annexe 1).

Un poisson, même éviscéré, qui a séjourné trop longtemps dans la glace *ne doit pas être congelé*, d'une part parce qu'il a moins de tenue du fait de l'affaiblissement des tissus et de la formation de cristaux de glace dans les tissus qui altéreront encore davantage sa structure et, d'autre part, parce que l'effet de conservation par la congélation est fonction de la qualité initiale (Tableau 3).

Stade	Contamination initiale (Nombre de bactéries par gramme)		
Avant congélation .....	25 000	500 000	12 000 000
Après congélation .....	1 500	28 000	950 000
Après 1 mois à - 18° C .....	900	16 000	430 000
Après 6 mois à - 18° C .....	700	14 000	300 000
Après 12 mois à - 18° C .....	600	11 000	270 000

Tableau 3 – Contamination du poisson congelé selon l'état de fraîcheur et évolution à l'entreposage (Stanley, 1956)

La lutte contre l'altération consiste à tenter de limiter la prolifération des bactéries. Les espèces bactériennes responsables de la dégradation proviennent essentiellement de la flore des poissons. Afin de préserver la qualité initiale, deux modes d'action peuvent être mis en œuvre par : la *limitation de la contamination* par élimination des foyers d'infection et la *réduction du développement* des bactéries restantes par voie bactériostatique.

### **Limitation de la contamination**

Afin d'éliminer la contamination par des foyers infectieux, les mesures à prendre lors de la réception de la matière première sont les suivantes : ouvrir toutes les caisses dès leur réception; mettre de côté et transformer au plus vite les poissons qui le nécessitent; contrôler régulièrement la

quantité de glace et en rajouter au cours de la semaine; nettoyer et désinfecter le sol de la chambre froide tous les jours; ne pas utiliser de détergent risquant de former un brouillard et d'entrer en contact direct avec les poissons.

### **Ralentissement du développement des bactéries**

La température proche de 0° C a un effet bactériostatique. La phase de latence augmente et la vitesse de croissance des bactéries diminue. C'est pourquoi un bon glaçage est nécessaire pour ralentir la multiplication de la flore initiale.

### **Utilisation de la glace**

- La quantité de glace utilisée doit représenter entre un quart et un tiers de la charge.
- La glace concassée forme assez facilement des voûtes et réfrigère moins vite le poisson que la glace en écailles qui s'affaisse lors de la fusion et garde ainsi un bon contact avec le poisson.
- L'efficacité de la réfrigération en glace est liée à sa répartition autour du poisson, l'idéal étant de l'entourer au maximum.
- La qualité de la glace est importante; si les fragments sont trop gros, la surface exposée à l'air est augmentée, accélérant la fusion et diminuant le contact poisson-glace; si les fragments sont trop fins, l'eau de fusion s'écoule mal et les poissons risquent de baigner dans un milieu contaminé; enfin des angles trop vifs écorchent la peau des poissons.
- De manière générale, pour préserver la qualité, il est bon d'éviter toute manipulation brutale des poissons pouvant entraîner des meurtrissures de la chair.

### **La chambre froide**

- Des aménagements intérieurs doivent être prévus : le poisson ne doit jamais être disposé à même le sol, de telle manière qu'il puisse recevoir des éclaboussures.
- L'agencement de la chambre doit permettre la libre circulation de l'air entre les caisses de stockage.
- Le sol doit être lavé chaque jour; les murs et le sol doivent être pourvus d'un enduit lisse : les revêtements en céramique sont les plus appropriés.

## Matière première congelée

### – Stockage à – 20° C

L'utilisation de rayonnages permettant une libre circulation de l'air est importante. Une bonne ventilation est indispensable pour la répartition du froid.

Pour une bonne gestion de la matière première, utilisant le principe du « premier entré, premier sorti », il faut identifier les claies de rangement. Il suffit de coller sur la porte une chemise plastique transparente contenant, un plan représentant l'agencement de la chambre avec des numéros identifiant les produits. A chaque modification des stocks, le plan est remplacé par une photocopie mise à jour.

Les poissons gras, riches en lipides, sont sensibles à l'oxydation; ceci constitue le facteur limitant la conservation de ces poissons par le froid.

Les graisses sous-cutanées ou présentes au niveau de la paroi ventrale, donc au contact de l'oxygène de l'air, sont particulièrement sujettes au rancissement.

Par ailleurs, les protéines du poisson sont également très sensibles à un entreposage à l'état congelé (Figure 2).

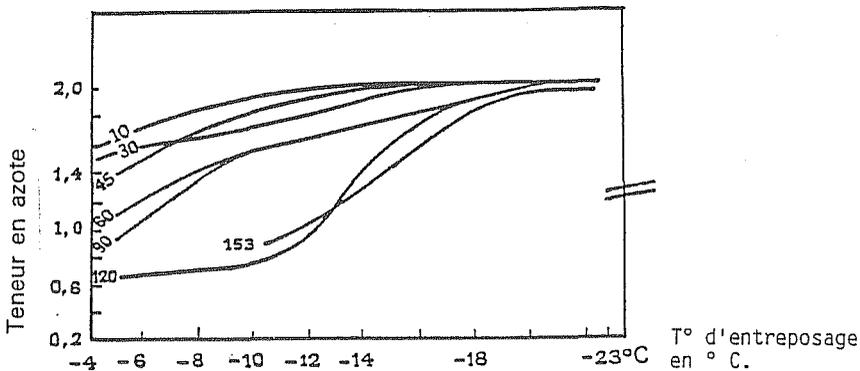


Figure 2 – Influence de la température et de la durée d'entreposage sur la dénaturation des protéines (Dyer, 1953).

Afin de préserver au mieux la qualité de la matière première, il est nécessaire de :

- veiller au conditionnement et à ne pas laisser le poisson au contact de l'air. Chaque poisson doit être emballé individuellement dans un sachet plastique afin d'éviter la dessiccation et les brûlures par le froid. Cette dessiccation du produit, outre les pertes de poids qu'elle occasionne, provoque une oxydation accélérée en supprimant le glaçage superficiel protecteur et en permettant à l'oxygène de pénétrer dans les tissus du poisson. De plus, un poisson déshydraté sera difficilement transformable pour le fumage. Il présente un aspect blanc en surface;
- limiter l'accès à la chambre froide au maximum et contrôler en continu la température par un disque enregistreur afin de mettre en évidence les fluctuations de températures et d'y remédier.

Ces fluctuations provoquent des altérations physiques par élévation de la température qui transforme un certain pourcentage de glace en vapeur d'eau. Ce changement d'état entraîne une détérioration des tissus et une augmentation de l'exsudat (liquide généré et libéré par le poisson) lors de la décongélation.

Les réactions de dégradation au cours de l'entreposage sont d'autant plus ralenties que la température est basse. Pour un stockage de très longue durée, la température idéale se situe vers  $- 60^{\circ} \text{C}$ , mais il est évident que le coût d'entretien devient prohibitif. Dans la pratique, le poisson est stocké congelé à une température de  $- 20^{\circ} \text{C}$ .

Le tableau 4 établi par l'*Institut international du froid* illustre bien l'importance de la température de stockage sur la qualité.

Température de stockage	$- 9^{\circ} \text{C}$		$- 21^{\circ} \text{C}$		$- 29^{\circ} \text{C}$	
	B	NC	B	NC	B	NC
Qualité.....	B	NC	B	NC	B	NC
Poisson maigre (éviscéré) .....	1 mois	4 mois	4 mois	15 mois	8 mois	4 ans
Hareng (éviscéré).....	1 mois	3 mois	3 mois	6 mois	6 mois	1,5 an

Tableau 4 – Estimation subjective de la qualité du poisson congelé après diverses durées d'entreposage à des températures différentes (B = bon, NC = non consommable – Institut international du froid).

### – Décongélation

L'arrêté du Journal officiel du 31 juin 1984 réglementant les conditions hygiéniques de congélation, conservation et décongélation, stipule (art. 20,

type IV) « qu'en absence de méthode autorisée, la décongélation des denrées animales ou d'origine animale doit être effectuée à l'abri des souillures, dans une enceinte à une température comprise entre 0 et + 4° C ».

Cependant, une étude effectuée à l'IFREMER, sur des plaques de sardines de 65 mm d'épaisseur décongelées en air calme à + 4° C, a montré que le temps de latence avant la multiplication bactérienne équivaut à la durée nécessaire à la décongélation (Han-Ching, 1980).

Il faut donc s'attendre à une prolifération des bactéries aérobies dans les heures suivantes, c'est-à-dire au moment où le poisson va être travaillé.

La décongélation en air calme, si elle est simple de mise en œuvre, n'est pas la meilleure. Les échanges thermiques sont très mauvais, l'air ayant un coefficient de conduction médiocre (10 kcal/h.m<sup>2</sup>.° C). Aussi, les couches superficielles restent longtemps à température ambiante, alors que le « cœur » est toujours congelé et la formation d'exsudat, excellent milieu de culture bactérienne, favorise le développement de la flore.

### ● **Décongélation par aspersion d'eau**

Une méthode rapide, telle que la décongélation par aspersion d'eau (entre 10 et 15° C) est préférable. Elle consiste en un douchage du poisson, judicieusement réparti, et présente les avantages suivants :

- suppression de la stagnation de l'exsudat de décongélation,
- bon coefficient de convection de l'eau (100 kcal/h.m<sup>2</sup>.° C),
- pas de déshydratation et d'oxydation du produit,
- coût de décongélation raisonnable (peu de matériel mis en œuvre),
- durée de traitement assez courte.

Un inconvénient est cependant à signaler : un léger lessivage du produit peut atténuer la saveur spécifique de celui-ci, mais en comparaison des avantages précités cela nous semble négligeable. D'une manière évidente, il est nécessaire d'utiliser une eau potable. De façon pratique, pour décongeler par aspersion d'eau, il est nécessaire d'équiper un local spécialement réservé à cet effet. L'enceinte peut se présenter sous l'aspect d'un couloir fermé à ses deux extrémités par un rideau en lamelles de caoutchouc (du style chambre froide) ou d'un tunnel (Figure 3).

Les poissons sont disposés sur des chariots pouvant être utilisés durant toute la fabrication (Figure 4). Le douchage se fait par le dessus et éventuellement par les côtés.

La méthode préconisée ci-dessus paraît être un juste compromis (temps, température) pour préserver au mieux la qualité de la matière première. En particulier, les poissons gras, parfois stockés depuis un an, ne doivent subir aucun dommage supplémentaire au cours de la décongélation.

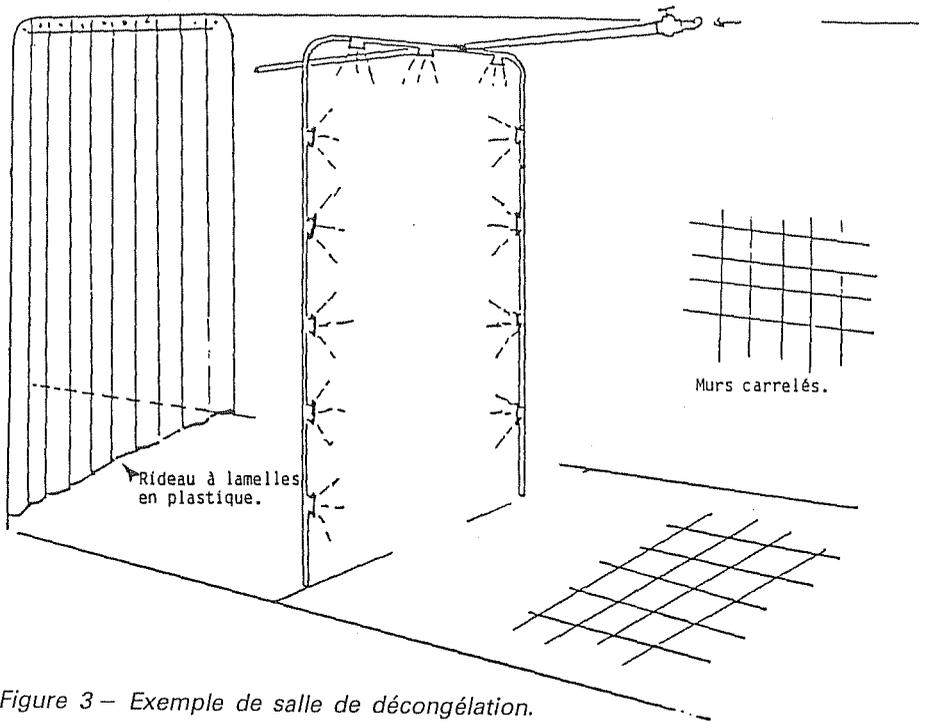


Figure 3 – Exemple de salle de décongélation.

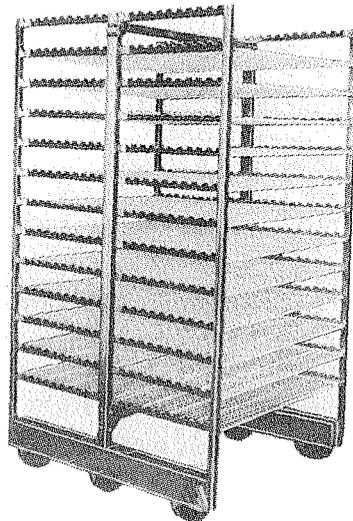


Figure 4 – Chariot standard utilisable pendant toute la fabrication.

Dimensions : 1 000 × 1 000 mm ou 1 000 × 1 150 mm; hauteur, 2 000 mm. Construction en fer ou inox. Douze étages à vingt-six étages espacés de 130 mm. Ces chariots peuvent recevoir des aiguilles en fil d'acier inoxydable, des bâtons en acier inoxydable, des claies Rilsan ou Téflon.

## ● Décongélation par air pulsé et hygrométrie saturée

Une autre méthode de décongélation consiste à utiliser l'air chaud pulsé à hygrométrie saturée. Des appareils sont proposés par divers fabricants comme les tunnels de CEGF (France) et Frigoscandia (Suède) ou l'enceinte (Thirode SFEC) et les cellules AFOS (Grande-Bretagne) ou Cabinplant (Danemark). La température ambiante peut atteindre 20° C. Dans certains cas, cette température est diminuée au fur et à mesure que le produit décongèle (sonde thermique à cœur des poissons). Les principaux avantages présentés par l'utilisation de ces types d'appareils sont les suivants :

- maîtrise des denrées de décongélation. Equipées d'un programmeur à mémoire, ces appareils permettent de traiter de façon uniforme les produits en fonction des espèces et de la charge;
- lessivage moindre que par l'aspersion;
- pas de consommation d'eau;
- temps de traitements très courts (3 à 5 heures pour du saumon de calibre 3/4).

## ● Précautions

Dans le cas de décongélation à l'air, il est important de bien nettoyer le poisson avant de commencer à le travailler afin d'éliminer l'exsudat.

Quelle que soit la méthode retenue, la décongélation doit amener le produit à une température facilitant les diverses opérations de préparation, et cela le plus rapidement possible afin de préserver les qualités hygiéniques et organoleptiques du produit.

Enfin, toute attente doit être évitée après cette opération, c'est pourquoi il est indispensable de bien programmer la fabrication pour traiter le poisson aussitôt décongelé.

Il faut garder à l'esprit que les pertes de poids peuvent varier entre 1 et 1,5 %. Elles sont dues à la fonte de la pellicule de glace qui recouvre le poisson et de celle contenue dans la cavité abdominale, auxquelles s'ajoutent les pertes par exsudation.

## ● Conclusions

La qualité du produit fini dépend directement de celle de la matière première.

- Les opérations de salage, séchage et fumage sont des procédés qui permettent de stabiliser le produit et non de stériliser (Nicolle et Knockaert, 1989), ce qui veut dire que les enzymes et les micro-organismes ne sont pas tous détruits ou inactivés.

- Si la matière première contient beaucoup de germes, l'inhibition réalisée sera mauvaise (Halle et Tailleux, 1981).
- D'autre part, il a été prouvé que le pouvoir bactéricide de la fumée est en relation directe avec la qualité de la matière première. La présence de certaines substances issues de la dégradation diminue de façon importante l'action létale du fumage sur les bactéries (Halle et Tailleux, 1981).

## **Etêtage et éviscération**

Ces deux opérations sont effectuées en chambre climatisée à + 12° C. Elles sont une source de contamination : les manipulations répandent le sang, le mucus et les bactéries des viscères sur les parties fraîchement découpées et à l'intérieur de la cavité abdominale.

Le plus souvent, le péritoine qui est comme la peau un obstacle à la pénétration des bactéries est arraché.

## **Filetage**

Il est effectué en chambre climatisée à + 12° C.

Les poissons sont soigneusement rincés afin d'éliminer les souillures dues aux étapes précédentes, et le mucus, s'il s'agit de poisson frais. Dans le cas du congelé, l'aspersion d'eau peut avoir lavé les poissons.

L'utilisation d'une douche est préférable à un trempage dans un bac, à cause des risques de contamination d'un individu à l'autre.

Les tableaux 5 et 6 mettent en évidence l'influence du lavage du poisson avant filetage sur la contamination bactérienne de filets (Castell, 1954) et sur leur durée de conservation.

Afin d'éviter la propagation des germes pathogènes apportés par le personnel, ce dernier doit être sensibilisé aux notions d'hygiène stricte.

Pendant toute l'opération de filetage, la température doit rester inférieure à 7° C, à cœur des filets. Cette condition est assurée en travaillant les poissons immédiatement après décongélation (Nicolle, 1978). La température ambiante de + 12° C est recommandée pour effectuer le filetage et les opérations suivantes. Il n'est pas utile de descendre plus bas pour plusieurs raisons :

- une température inférieure devient pénible pour le personnel,
- des variations de température entraînent une forte condensation sur les murs,
- la dépense énergétique est superflue,

— à + 12° C, la croissance microbienne est suffisamment ralentie pour permettre la transformation du poisson dans de bonnes conditions hygiéniques.

Espèce de poisson	Nombre de filets examinés	Nombre moyen de bactéries par gramme de filet		Réduction due au lavage
		Poisson non lavé	Poisson lavé	
Eglefin .....	10	279 000	22 000	92 %
	10	339 000	7 200	98 %
Morue .....	10	44 000	8 500	81 %
	6	94 000	32 000	66 %
	8	202 000	18 000	91 %
	2	138 000	20 000	83 %
	8	63 000	13 000	78 %
	4	132 000	23 300	82 %
	10	142 000	11 600	92 %
Sole .....	6	36 000	14 100	61 %
	18	320 000	30 000	91 %
	16	395 000	32 000	88 %
	12	440 000	14 700	96 %

Tableau 5 – Influence du lavage sur la contamination bactérienne des filets.

Qualité initiale	pH moyen	Teneur en azote triméthyl aminé	Durée de conservation des filets en jour	
			Poisson non lavé	Poisson lavé
Presque altéré .....	7,0	10,2	2	3
Qualité médiocre .....	6,8	5,3	3	5
Qualité moyenne .....	6,9	1,2	4	6
	6,9	0,9	4	6
	6,8	1,9	5	7
Qualité supérieure .....	6,7	0,8	5	9
	6,5	0,2	6	11
	6,4	0,2	6	11

Tableau 6 – Influence du lavage sur la durée de conservation des filets.

## **Filetage mécanique du saumon**

Dans la plupart des usines, le saumon est fileté manuellement, même dans des unités ayant une production de plusieurs dizaines de tonnes par jour. L'opération consiste à « lever » les deux filets, évacuer l'arête centrale et ôter les arêtes sur la paroi ventrale. Le filetage manuel, réalisé par des spécialistes « maison » est dans l'ensemble de bonne qualité. Le niveau de perte est régulier : il reste au maximum 7 % de chair par rapport au poisson en entrée d'usine sur l'arête centrale. Le poisson est manipulé avec douceur limitant les risques de ramollissement de la chair provoquée par les coups et les chutes. Cependant, en cas de changement d'ouvrier à ce poste (congelés, maladies, etc.), l'entreprise fait appel à du personnel de remplacement occasionnant des pertes plus importantes et un rendement inférieur. D'autre part, un bon fileteur ne peut pas dépasser la cadence de deux poissons à la minute en moyenne, même si et c'est souvent le cas, le poisson lui est amené au poste de travail et retiré au fur et à mesure. Enfin, pour faire face à la demande précédant les fêtes, des ouvriers non expérimentés sont placés à ce poste avec les conséquences déjà citées.

Face à l'augmentation de la production, les unités de transformation s'intéressent de plus en plus à la mécanisation de ce poste, aussi bien pour assurer une qualité constante au niveau bactériologique que pour limiter les fluctuations des pertes dues au facteur « humain ». Depuis quelques années, la société FTC (Food Technology Company, Suède) propose une fileteuse à saumon : le modèle FTC TAF Salmon Filletting System.

Cette machine permet le filetage de trente saumons à la minute d'un calibre de 1 à 6 kg.

Au niveau du rendement, il semble que les pertes soient plus importantes qu'en filetage manuel (de l'ordre de 4 % en plus). D'autre part, en cas de changement de calibre à traiter, les réglages sont assez fastidieux et demandent un peu de temps. Globalement, malgré la perte plus importante que celle due au traitement manuel, l'acquisition semble intéressante, le gain de temps étant très important et la main-d'œuvre réduite sur ce poste.

La société Baader (RFA) propose également une machine à fileter le saumon (Baader 200). Les performances annoncées sont les suivantes :

- saumon de 1,5 à 5,5 kg, étêté et éviscéré;
- capacité de l'ordre de quinze poissons à la minute.

Des rendements effectués sur du saumon *Salmo salar* ont donné les résultats suivants :

- 1 – Filet avec peau, collet sans arêtes de flanc :
  - 88,8 % à partir de poisson étêté, éviscéré
  - 80,6 % à partir de poisson éviscéré avec tête

2 – Filet avec peau, collet et arêtes de flanc :

- 92,7 % à partir de poisson étêté, éviscéré
- 84,7 % à partir de poisson éviscéré avec tête

En conclusion, la mécanisation du poste « filetage » présente les avantages suivants :

- Rendements constants
- Gain en productivité
- Meilleure qualité bactériologique (limitation des manipulations, rapidité d'exécution)
- Homogénéité de la présentation du filet

En conclusion, les industriels gagneront à mécaniser cette phase de la fabrication, afin d'améliorer la qualité du produit et la productivité de l'ensemble.

### **Utilisation des arêtes**

Les arêtes peuvent être passées dans une machine Baader 694 afin de récupérer la chair résiduelle : pour une tonne de matières premières, il est possible d'obtenir 70 kg de pulpe, pouvant entrer dans la composition de plats cuisinés. Cette activité doit se dérouler dans un local indépendant du reste de la fabrication et climatisé.

## **Salage**

Les sels marins utilisés pour cette opération ont des compositions voisines : en plus du chlorure de sodium NaCl qui représente 85 à 95 %, ils contiennent 1 à 11 % de sulfates, 0 à 2 % de chlorure de calcium et de magnésium et généralement moins de 0,2 % de minéraux solubles. Le chlorure de calcium dont la présence est rare confère un goût amer, cependant depuis que la majeure partie du sel produit est absorbé par l'industrie chimique, on peut se procurer un sel relativement pur.

### **Objectifs du salage**

Cette opération, très importante pour le devenir du produit, contribue à éliminer une partie de l'eau de constitution. La déshydratation provoquée diminue la disponibilité de l'eau pour la croissance des germes. Le sel sélectionne les flores en fonction de l'activité de l'eau, inhibe la multiplication de la plupart des bactéries intervenant dans l'altération, mais favorise la croissance des halophiles. A partir d'une concentration de 5 %, il inhibe la plupart des bactéries anaérobies et les *Pseudomonas* et ralentit la croissance des bactéries aérobies.

Sur le plan purement organoleptique, on considère que 3 à 3,5 % de sel et environ 60 à 65 % d'eau sont des teneurs acceptables dans le cas d'un produit moyennement gras traité au goût « moderne » actuel. Dans ce cas, le salage n'a que peu d'effet sur les bactéries, l'eau restant liée en quantité trop importante.

En conclusion, le salage provoque un raffermissement des chairs, empêche la décoloration et confère un certain goût au poisson. Aux teneurs choisies, il ralentit seulement la croissance bactérienne, sans empêcher l'altération de se produire (Halle et Taillez, 1981).

## **Méthodes de salage**

### **– Salage au sel sec**

Les filets de poisson sont posés à plat côté peau sur un lit de sel fin et en sont recouverts d'une fine couche côté chair, en évitant d'en mettre sur la queue.

Afin de réduire au maximum les manipulations, l'idéal est de saler directement les filets de poisson sur le chariot standard de séchage/fumage. Cette technique permet de réduire le risque d'endommager physiquement et bactériologiquement les filets. Dans ce cas, le filet est frotté au sel sec côté peau avant d'être disposé sur la grille du chariot.

En pratique, il est alors nécessaire d'incliner légèrement le chariot pendant toute la durée du salage de telle manière que la queue des filets se trouve vers le bas. Cette position évite la stagnation de l'eau et permet à la saumure de se répandre sur la queue qui n'a pas reçu de sel.

Pendant toute la durée du salage, la température doit être maintenue entre 12 et 15° C. Une température inférieure ne favorisera pas particulièrement la pénétration du sel et une température supérieure est à conseiller pour des raisons hygiéniques (Cf. ci-dessous : Dynamique du salage).

Afin d'améliorer le salage du poisson, certaines entreprises utilisent la technique dite de « scarification » : en pratiquant des entailles de 2 à 3 cm au rasoir sur la peau de l'ensemble de la « planche ». Une étude menée à l'IFREMER sur du poisson moyennement gras (5 à 6 %) semble montrer que cette technique offre assez peu d'intérêt. Le taux de sel dans la chair est le même avec ou sans scarification. Dans le cas de poisson plus gras (saumon norvégien), il importe de vérifier cette observation.

### **– Salage en saumure**

Les poissons sont immergés dans des solutions plus ou moins concentrées en sel (Annexe 3).

Le salage est dit *léger* avec des saumures à 16 % de sel, *moyen* à 20 % et *fort* à 25 %. Un litre de saumure saturée contient 360 g de sel.

Ces saumures peuvent être épicées (girofle, poivre, etc.). Leur température ne doit pas dépasser 10° C.

Une saumure de bonne qualité doit être claire, transparente, sans odeur désagréable et présenter peu d'écume. Son pH doit être compris entre 5,6 et 6,2. En cas de mauvaise odeur, la saumure est rejetée. Les saumures doivent être changées fréquemment, les cuves nettoyées et désinfectées après chaque vidange, faute de quoi le poisson risque d'être contaminé par les écailles, les morceaux de viscères ainsi que par les « grumeaux » formés par les protéines du poisson dissoutes dans l'eau.

En général, on utilise une saumure de 18 à 20 %, plutôt qu'une solution saturée qui nuit à l'aspect du produit fini par la formation de sel poudreux.

### ***Comparaison des méthodes***

Dans le cas du salage au sel sec, la pénétration du sel est rapide : la saumure concentrée qui se forme en surface extrait l'eau du poisson, puis se substitue à l'eau de constitution dans les cellules, la concentration n'étant pas modifiée en raison de l'excès de sel.

Le sel fin se répartit uniformément et « déshydrate » le poisson rapidement. Il peut cependant donner l'aspect « huilé » : déshydratation trop accélérée entraînant une coagulation des protéines; le salage en profondeur est alors retardé.

Le taux d'humidité du poisson salé au sel sec est plus faible que celui du poisson salé en saumure.

Le risque de contamination et de développement microbien est plus important dans le cas de salage en saumure. Cette dernière doit être attentivement contrôlée. Il convient pendant son utilisation, d'éviter toute élévation de température ou modification de pH ainsi que toute manipulation risquant d'entraîner une contamination.

### ***Rinçage***

Le rinçage doit être effectué sur tous les filets, de façon uniforme. Dans le cas de salage au sel sec, l'aspersion d'eau (douchage) est la meilleure solution : elle peut se faire à l'aide d'une rampe d'arrosage (Figure 5), sans retirer les filets du chariot. Ce rinçage doit être léger à cause du dessalage rapide, mais cependant suffisant pour ne pas permettre la formation de cristaux de sel en surface des filets.

Dans le cas du salage en saumure, le rinçage s'effectue par trempage dans des cuves (Figure 6).

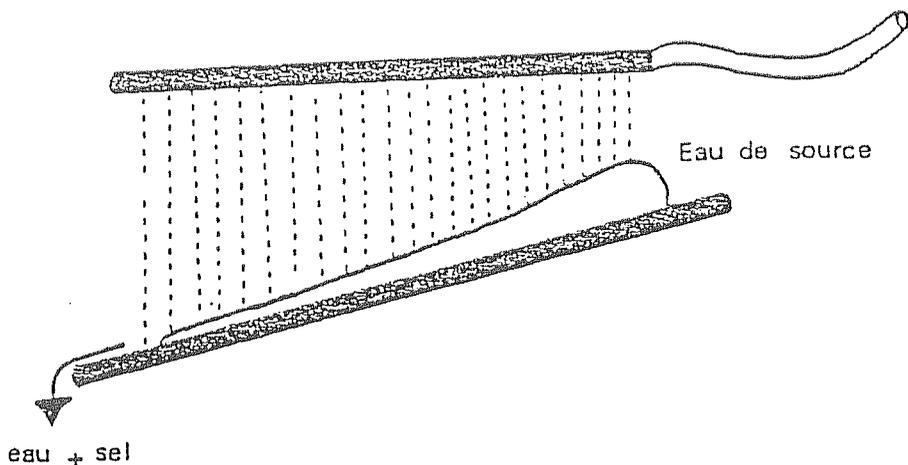


Figure 5 – Rinçage par aspersion

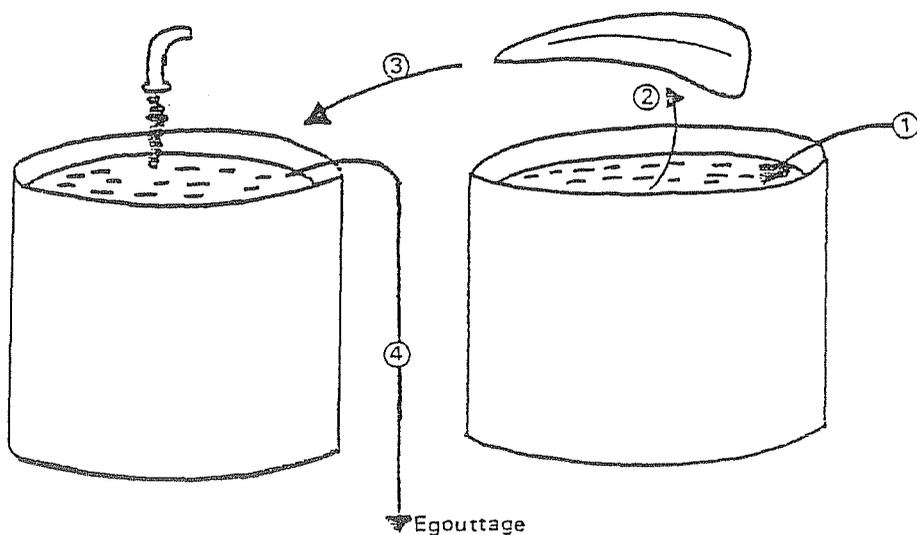


Figure 6 – Rinçage en cuve

Cette opération ne doit pas laisser trop d'eau résiduelle sur les filets afin de limiter le temps de séchage. Pour éliminer ce risque, il est conseillé de chasser cette eau avant de rentrer le chariot dans la cellule à l'aide d'air comprimé. Une deuxième solution consiste à faire un cycle de pré-séchage à grande vitesse de ventilation.

## ***Dynamique du salage***

La vitesse de migration du sel dans les tissus du poisson est liée à la différence de concentration saline, à la plus petite dimension d'acheminement, à la température et à la texture des tissus. Le sel provoque une exosmose en captant une partie de l'eau de constitution de la chair et pénètre dans les tissus.

Au cours de la pénétration du sel, on observe deux phases :

- une première phase à coefficient de diffusion élevé, qui va en augmentant pour passer par un maximum, puis ensuite décroît; ce coefficient est en relation directe avec le degré d'hydratation du muscle;
- une deuxième phase à coefficient faible, allant en diminuant.

La pénétration du sel est donc rapide au début de l'opération puis est ralentie au fur et à mesure du salage.

## ***Facteurs influençant le degré de salage***

Le salage dépend essentiellement de :

- la qualité du « sel »,
- la qualité de la « matière première »,
- la qualité de la température.
- **Le sel** (qualité et granulométrie)

Le sel **doit être de bonne qualité** si l'on veut contrôler correctement le salage. Il doit également être approprié au type de salage utilisé et à la matière première à traiter. Ainsi, le saumon étant salé en filet, le sel fin est utilisé afin de ne pas abîmer la chair du poisson. Le gros sel a en effet tendance à lacérer la chair.

L'industrie de transformation des produits marins utilise d'une manière générale des sels marins raffinés très peu chargés en impuretés. Plus le sel contient d'impuretés, plus il est hygroscopique. Les principales impuretés rencontrées dans le sel sont les sels de calcium et de magnésium. Ces sels diminuent la perméabilité des membranes cellulaires.

La progression du sel est donc bloquée. Le calcium et le magnésium modifient également le goût, donnent une saveur âcre au poisson et le rendent plus « salé » qu'en réalité. Il est par conséquent préférable d'utiliser du sel de mer épuré plutôt que du sel de mine (sel-gemme).

La **granulométrie du sel** dans le salage du poisson influe sur la vitesse de pénétration. Elle joue un rôle dans l'aspect final du poisson, mais, la teneur finale en sel est la même quel que soit le sel utilisé (fin ou gros).

Selon Sainclivier (1980), le sel fin pénètre très rapidement dans la chair, provoquant une exsudation importante au départ. Ceci est parfois à l'origine de « brûlures ». Le gros sel n'a pas cet inconvénient mais sa pénétration dans les chairs semble plus lente. La taille des cristaux n'a que très peu d'influence sur la vitesse de pénétration, surtout si le salage est de courte durée (moins de deux jours).

Pour le salage du saumon, on utilise du sel fin pour ne pas blesser la chair du poisson. Le saumon étant un poisson gras, il est peu sensible aux « brûlures ».

#### – **La matière première** (fraîcheur, calibre, graisses)

La fraîcheur du poisson, son calibre, sa teneur en graisse sont les principales caractéristiques à considérer.

*Moins le poisson est frais*, plus la pénétration du sel est rapide, plus la perte de poids est grande. Au cours du temps, les phénomènes d'autolyse (ils commencent environ quatre heures après la capture) des tissus ou l'altération microbienne, augmentent. D'un point de vue microbiologique, il est donc préférable de saler très rapidement afin de limiter ces altérations. Cependant, il faut laisser en chambre froide le poisson au moins vingt-quatre heures après la mort, afin de dépasser le stade « rigor mortis ». Pendant cette période, il est impossible de faire pénétrer le sel en raison de la contraction musculaire.

Dans le cas d'un poisson congelé, le salage est accéléré. La congélation provoque la désorganisation des tissus et même l'éclatement des cellules. Cela dépend de la vitesse à laquelle s'est faite la congélation. Quand elle est effectuée rapidement (on parle alors de surgélation), les cristaux de glace se forment à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des cellules et sont de petite dimension. Au contraire, si la congélation est lente, les cristaux se forment d'abord dans les cellules et sont de taille plus importante. Ils peuvent dans ce cas être à l'origine de l'altération des cellules, ce qui favorise l'exsudation à la décongélation. Le salage se voit alors accéléré du fait de la présence de cette eau d'exsudation.

*Plus un poisson est gros* et plus sa peau est épaisse, plus le sel a de difficultés à pénétrer.

La peau ne serait pas le principal responsable du retardement de la pénétration du sel. Les arêtes et la présence de graisse sous-cutanée auraient également une part de responsabilité dans ce retard.

*La présence de graisse* ralentit la vitesse de pénétration du sel et limite la teneur finale en sel du muscle. La teneur en graisse peut atteindre 20 % chez les poissons gras tels que le saumon. Ce paramètre est actuellement mal maîtrisé. Il faut savoir que la teneur en graisse, dans un même poisson, varie selon le muscle considéré.

Il est intéressant de noter que la teneur en lipides varie en sens inverse de la teneur en eau. Les graisses ralentissent la progression du sel indirectement puisque leur présence en quantité importante est associée à une faible teneur en eau.

*La température a une action sur le salage* d'un point de vue chimique et physique. D'une manière générale, plus la température à laquelle se déroule le salage est élevée, plus la pénétration du sel est rapide.

Au niveau bio-chimique, plus la température augmente, moins l'eau est liée aux protéines et le salage en est facilité.

Au niveau physique, la pression osmotique et la diffusion sont fonction de la température. La tension superficielle est inversement proportionnelle à la température qui facilite donc la pénétration du sel. De plus, la saumure pénètre d'autant plus facilement que la viscosité et la densité sont faibles et donc que la température est élevée.

La température est donc un paramètre important dans le salage. Toutefois, son augmentation afin d'accélérer le salage est limitée car elle aurait des conséquences néfastes sur la qualité bactériologique du produit.

## ***Conclusion sur le salage***

Dans l'industrie du fumage, le salage constitue une opération importante qui conditionne en grande partie la durée de vie du produit. De nos jours, les goûts des consommateurs ayant évolué vers des produits faiblement salés, la maîtrise de cette phase du procédé devient très importante. La matière première étant peu homogène, il est difficile de standardiser le traitement. Nous avons établi une abaque définissant les temps de salage au sel sec de filets de saumons congelés d'un poids unitaire de 1,2 à 1,5 kg (Figure 7). Ces courbes mettent en évidence l'importance de la température de traitement ainsi que la teneur en graisse. On constate, par exemple, qu'il faut trois fois plus de temps pour saler un filet à 3,5 % de matière grasse à 0° C qu'à 20° C.

## ***Autres méthodes de salage***

### **– Saumurage par injection**

Pratiquée dans certaines usines, cette usure consiste à injecter une saumure sous pression, à l'aide d'aiguilles, dans la chair du poisson.

L'opération a pour but d'uniformiser le salage, en faisant pénétrer la saumure à différentes profondeurs du produit, grâce à de nombreux trous pratiqués le long du corps de chaque aiguille.

Une des principales conséquences est d'améliorer le rendement. Par exemple, sur des filets de saumon fumé, le gain de poids final, après

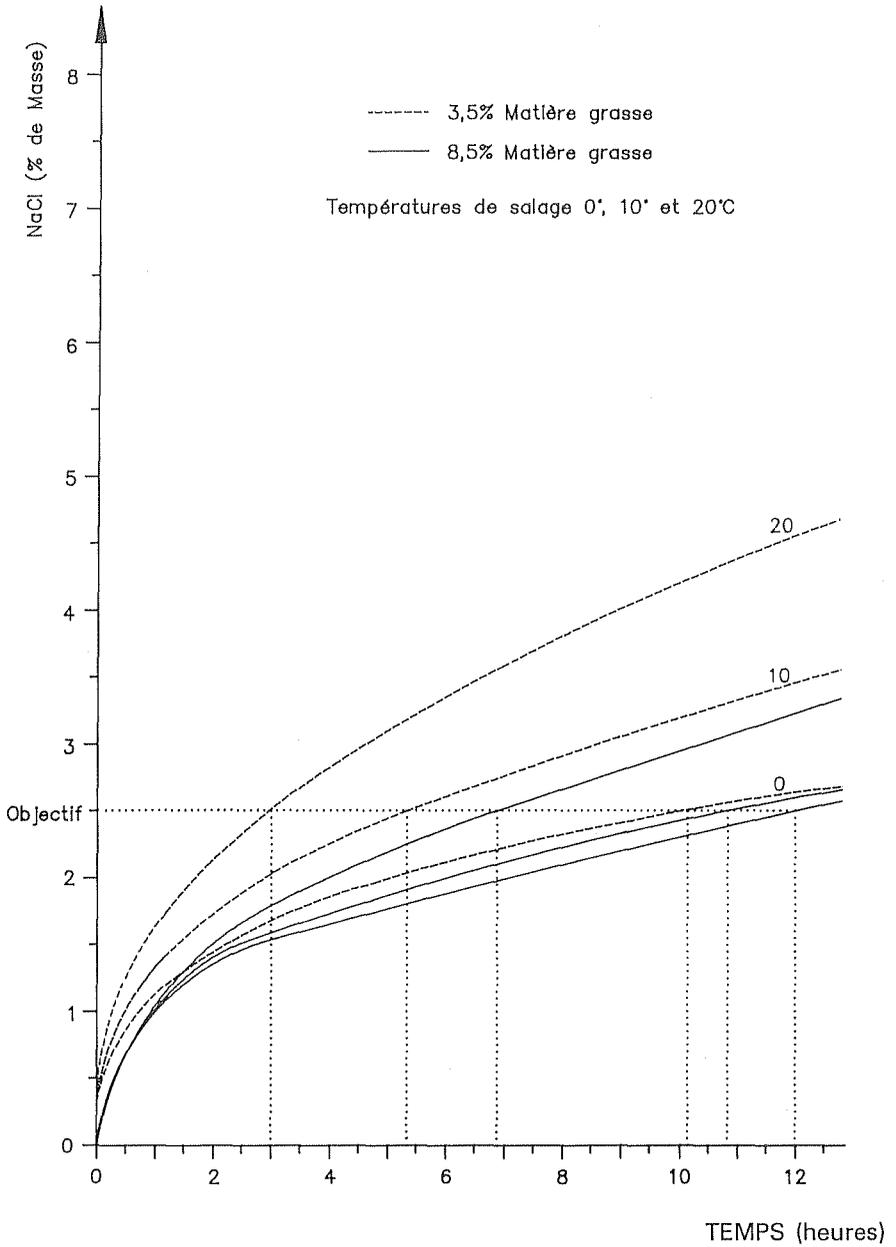


Figure 7 – Influence de la température et de la teneur en graisse sur le temps de salage à sec du saumon

séchage et fumage, est de 9 % environ, par rapport à la méthode de salage au sel sec.

Des machines proposées par différents constructeurs permettent de saumurer en continu, la saumure en excès étant recyclée.

Cependant, ce système de salage présente de nombreux désavantages :

- la teneur en eau du produit fini est trop élevée pour permettre une bonne conservation. Dans ce cas, le séchage ne sert plus qu'à déhumidifier simplement la surface du produit, pour qu'il puisse « prendre » la fumée,
- le système d'injection en continu, par piquage des poissons défilant sur un tapis est, du point de vue hygiénique, peu recommandable; en effet, si un élément est contaminé, il affectera toute la production suivante,
- le recyclage de la saumure en excès entraîne des risques importants de contamination.

#### – **Sel nitrité**

En France, la réglementation interdit l'usage des nitrites dans la transformation des produits de la pêche.

Un suivi comparatif de l'évolution chimique et bactériologique d'un lot de saumon traité au sel et d'un autre non traité, ne fait apparaître aucun avantage en faveur du premier (Nicolle et Knockaërt, 1977).

## **Baudruchage du saumon fumé**

Après dessalage, les filets peuvent présenter des craquelures, surtout si la matière première a été congelée. Le baudruchage remédie à ce problème (Figure 8).

Deux types de baudruche existent :

- la première dite « feuille collagène » est fabriquée à partir de la partie dermique des peaux de bovins dans les tanneries;
- la seconde est une peau de baudruche naturelle de bœuf, livrée par les boyaudiers, salée en fût et devant être conservée à une température comprise entre 0 et + 4° C.

L'emploi de la feuille collagène est préférable pour plusieurs raisons (Nicolle et Knockaërt, 1978) :

facilité d'approvisionnement, stockage aisé (à l'abri de l'humidité) et gain de productivité.

La pose de cette boudruche doit être effectuée à une température ambiante de 12° C.

L'utilisation de peau de boudruche de bœuf nécessite de nombreuses manipulations : dessalage, lavage en eau javellisée, rinçage. Un grand soin doit être apporté pendant toutes ces manipulations au niveau de l'hygiène. En particulier, il ne faut surtout pas utiliser d'eau tiède pour désengourdir les mains lors du trempage de la boudruche comme c'est souvent le cas. Cette pratique, si elle est compréhensible, est nuisible car toute élévation de température est un facteur favorable à la croissance des bactéries.

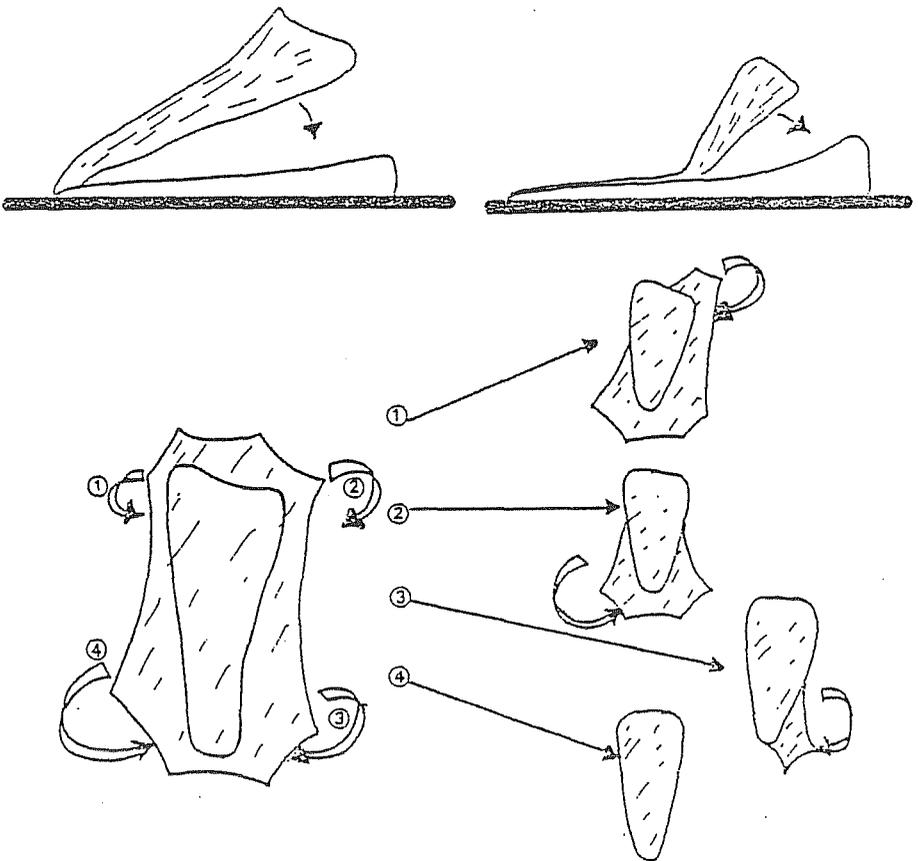


Figure 8 – Boudruchage du saumon (Nicolle, 1978)

## **Séchage**

Il s'effectue uniquement avant le fumage à froid.

### ***Principe du séchage***

Le séchage a pour but de réduire la teneur en eau afin de favoriser la conservation du produit ayant préalablement subi un salage.

Cette eau est un vecteur de contaminations diverses et intervient dans les réactions de dégradation du produit (bactériologiques, chimiques et biochimiques). Il est donc nécessaire de déshydrater partiellement le produit pour le stabiliser, en ôtant une partie de l'eau dite « libre ».

Un séchage correct n'est vraiment réalisable toute l'année qu'à condition de contrôler la température, l'hygrométrie et la ventilation.

Sans la maîtrise de ces trois paramètres, les temps de séchage peuvent devenir très longs, en fonction des conditions climatiques (régions humides).

L'évaporation peut se produire à n'importe quelle température supérieure au point de congélation, mais elle n'est réalisable que si l'atmosphère ambiante n'est pas déjà trop chargée en vapeur d'eau, à la température choisie.

En effet, les tissus du poisson tendent à céder de l'eau jusqu'à l'équilibre avec le milieu. Si l'ambiance est déjà très humide, le séchage devient irréalisable.

D'autre part, afin de limiter l'altération du poisson à ce stade, il est impératif de ne pas dépasser une température de l'ordre de 24 à 26° C et de veiller en outre à ce que la durée du séchage soit la plus courte possible.

En résumé, sous nos latitudes, un bon séchage se réalise à une température comprise entre 22 et 26° C et avec une hygrométrie de 60 %. Un air saturé de vapeur d'eau a une humidité relative à 100 %. L'air qui contient la moitié de la vapeur d'eau qu'il peut retenir à une température déterminée est considérée comme ayant une humidité relative (HR) de 50 %.

A une température de 25° C, l'humidité relative optimale est de 60 % à 65 %. Au-dessous, le produit se dessèche trop vite en formant une croûte en surface qui s'oppose à toute migration future d'eau ou de produits présents dans la fumée.

### ***Séchoirs traditionnels***

Jusqu'à ces dernières années, le séchage en enceinte industrielle s'opérait en contrôlant uniquement la température et la vitesse de renouvellement de l'air.

Durant une grande partie de l'année et suivant la région, les conditions de fabrication étaient bonnes, la température extérieure ne dépassant pas souvent 24 à 26° C.

Cependant, les durées de séchage étaient plus ou moins longues selon l'hygrométrie de l'air. Le préposé à ce poste était obligé d'examiner périodiquement la surface du produit afin d'éviter le « croûtage » et de déterminer le moment idéal du début du fumage (un bon test dans le cas des filets : la surface du produit doit adhérer au doigt). Le phénomène de croûtage peut s'expliquer de la façon suivante : on élimine l'humidité à un taux qui dépend de la capacité de séchage de l'air, ainsi que de la vitesse à laquelle il passe sur le produit. Lorsque la surface du poisson a séché, sa température se rapproche de la température ambiante. Le taux de séchage se ralentit alors que l'humidité des couches inférieures migre vers l'extérieur. A ce stade du séchage, si la température est trop élevée et la ventilation trop forte, il y a risque de « croûtage » superficiel, ce qui rendra impossible l'évaporation de l'humidité provenant de l'intérieur et donnera un aspect sec en surface. De plus, ce produit absorbera difficilement les composés de la fumée.

On peut considérer que lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 70 %, l'opération de séchage est trop lente et si elle est inférieure à 50 %, la dessiccation superficielle est trop importante. Ceci explique les difficultés rencontrées avec les séchoirs traditionnels où les régulations sont impossibles.

## **Séchoirs climatisés**

Actuellement, l'industrie s'oriente vers l'utilisation de séchoirs climatisés. Ce type d'appareil est la solution idéale car il permet de contrôler et réguler l'hygrométrie, la température et la ventilation. Quels que soient alors les facteurs climatiques, les conditions de séchage, et par conséquent la qualité du produit, peuvent être constants tout au long de l'année.

### **Principe de fonctionnement (Figure 9)**

Une partie de l'air présent dans la cellule passe sur une batterie froide (+ 4° C). Cet air chargé d'une certaine humidité en perd une partie par condensation. Il est ensuite réinjecté dans la cellule.

A ce stade, l'humidité peut être trop faible, risquant de provoquer un croûtage superficiel du produit. L'automatisme de la cellule déclenche alors la vaporisation d'un brouillard au niveau du ventilateur situé sur la partie supérieure.

En outre, cet air ayant été refroidi, il est nécessaire de réchauffer l'ambiance par l'intervention d'une résistance électrique.

On considère que 55 à 60 % d'humidité relative et un renouvellement d'air de 2 500 m<sup>3</sup>/heure sont deux paramètres permettant de sécher le produit sans croûtage superficiel, dans le cas d'une cellule de volume utile de 2 m<sup>3</sup> (exemple : SFEC, Société Française Equipement Cuisine).

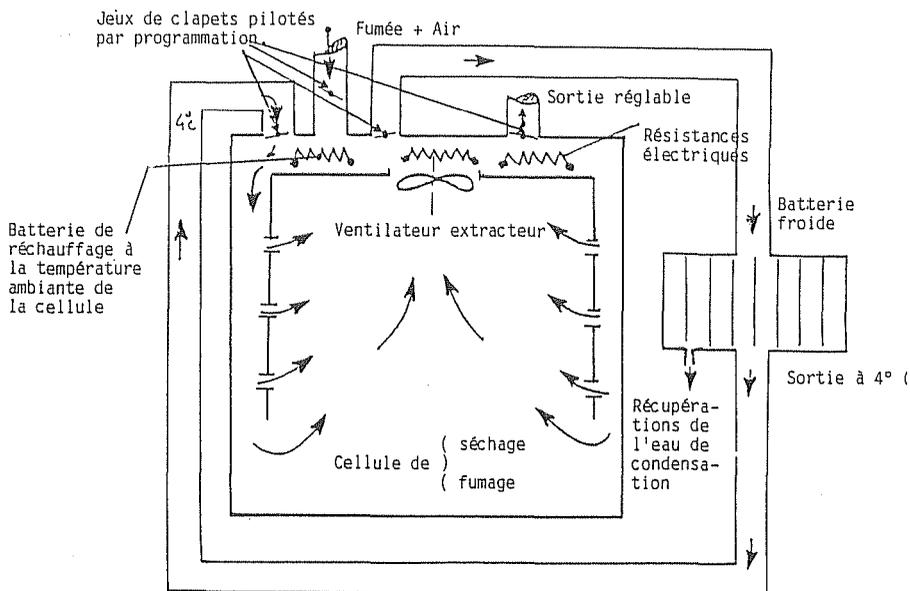


Figure 9 –Schéma de principe d'une enceinte de séchage climatisée

## Procédure d'utilisation

Les chariots, sur lesquels sont disposés les poissons dessalés, bauruchés ou non, sont introduits dans la cellule de séchage/fumage.

A titre indicatif, la procédure peut être la suivante dans le cas d'une enceinte (exemple : Thirode P 180), munie de deux chariots, permettant le traitement de 400 kg de filets de saumon atlantique ou pacifique :

- affichage de l'hygrométrie : 55 à 60 % HR, c'est-à-dire en température sèche : 24° C pour le saumon atlantique (*Salmo salar*), gras, il risque de « suinter » au-delà ; 26° C pour le saumon du Pacifique *Oncorhynchus sp.*

par lecture d'une abaque (annexe 4), on obtient la température à afficher sur le bulbe humide : 18° C et 20° C respectivement).

- réglage du ventilateur sur 3 000 t/mn : ce qui correspond à un renouvellement de l'air de 530 m<sup>3</sup>/heure.

A titre d'exemple et pour du saumon 6/9, du Pacifique, 4 heures sont alors nécessaires pour perdre 9 % de poids, avec un écart de + ou – 0,75 %.

## Principe de régulations

### – Régulation de la température

Le contrôle de la température se fait à l'aide d'un régulateur électronique agissant sur la commande de chauffage par des résistances électriques si la température est inférieure à la consigne, ou sur la mise en marche d'un compresseur frigorifique si la température est supérieure. Le type de régulateur utilisé empêche tout risque de chevauchement du chauffage et du refroidissement (alternance chaud/froid) (Figure 10).

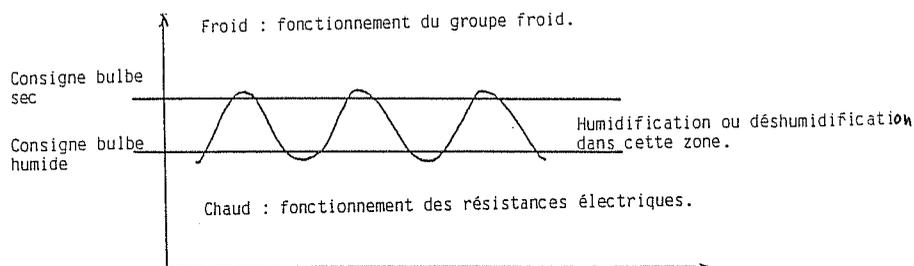


Figure 10 – Principe de régulation de température d'une chambre froide

### – Régulation de l'hygrométrie (système SFEC)

Le réglage de l'hygrométrie est assuré par un deuxième régulateur électronique; ce dernier contrôle la température à l'aide d'une sonde constamment humidifiée par une mèche.

Un tableau psychométrique (Annexe 4) donne directement l'écart à afficher entre la température humide et la température sèche, en fonction du pourcentage d'humidité désiré et de la température sèche préalablement choisie.

L'humidité relative peut être réglée de 50 à 95 %.

Le régulateur « humide » intervient directement :

- sur l'électrovanne « humidification » si le pourcentage d'hygrométrie à l'intérieur de la cellule est inférieur à celui initialement programmé (pulvérisation d'eau);
- sur l'électrovanne « froid » commandant le groupe si le pourcentage d'hygrométrie est supérieur à celui initialement programmé (passage de l'air sur la batterie froide);
- sur le doseur de groupe, si le pourcentage d'hygrométrie avoisine la valeur inférieure et la valeur supérieure.

Le type de régulateur utilisé interdit tout risque de chevauchement humidification/séchage et permet la programmation d'une fourchette dans l'affichage de l'humidité relative.

## **Précaution d'utilisation et d'entretien**

Il est indispensable de disposer de capteurs propres et de ne rien placer au-dessus ni autour : la ventilation ayant une grande importance dans la mesure des températures. Le respect des consignes affichées dépend de ces sondes.

Le réservoir du bulbe humide doit toujours être plein grâce à un goutte à goutte constant, ni plus, ni moins. Un renouvellement trop important déséquilibrerait la température du réservoir et fausserait la mesure. Il faut prendre soin de nettoyer périodiquement la « chaussette », sorte de linge recouvrant le bulbe. Un « brouillard » d'eau peut être vaporisé pour éviter un croûtage du poisson lorsque l'air est injecté trop sec dans la cellule. La buse (mélangeur air + eau) doit être régulièrement nettoyée pour un bon fonctionnement.

## **Fumage**

### ***Principe***

Le poisson légèrement salé, séché est soumis un certain temps à l'action de la fumée provenant de la combustion du bois.

Pendant la phase du fumage, le poisson continue à se déshydrater en même temps qu'il s'imprègne des composés volatils de la fumée.

Le fumage, au goût actuel, est très léger et n'assure que faiblement deux types d'actions : antioxydante et bactériostatique.

C'est avant tout un goût et une couleur que l'on donne au produit, la conservation étant assurée principalement par les opérations précédentes (salage et surtout séchage) et le maintien du produit fini à + 2° C, emballé sous vide.

### ***La fumée***

#### **Composition physique**

La fumée est constituée d'une suspension de particules solides et liquides en milieu gazeux; les substances contenues dans ces phases sont les mêmes, mais en concentration différente.

La phase liquide représente environ 90 % de la fumée; ses particules mesurent 0,1 micron, sont peu solubles et ont des points d'ébullition élevés.

Les substances chimiques les plus volatiles, et qui sont absorbées par le poisson, se trouvent principalement dans la phase vapeur. Elles se dissolvent dans l'eau superficielle du poisson.

Les gouttelettes ou phase particulaire, ne jouent pas un rôle essentiel dans le processus de fumage mais servent plutôt de réservoir à constituants pour la phase gazeuse.

L'équilibre entre les deux phases peut être modifié par la température et par l'admission d'air; la proportion de particules solides et liquides dans le milieu gazeux détermine la densité de fumée (Talon et Girard, 1980).

### Composition chimique

Elle est très variable selon la température et la quantité d'air présente lors de la pyrolyse.

On y trouve des phénols, alcools, acides organiques, composés carbonylés et hydrocarbures, etc.

Certains composés sont cancérigènes, principalement les 3-4 benzopyrène (3-4 B). D'autres hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) contenus dans la fumée sont également dangereux. Ces produits se situeraient plus dans la phase particulaire que dans la phase gazeuse.

La production de la fumée se fait en deux étapes :

- une combustion (env. 500° C) qui décompose par pyrolyse les constituants du bois (cellulose, hémicellulose et lignine);
- une oxydation par l'air des produits résultants.

La teneur en 3-4 benzopyrène peut être limitée avec une température de pyrolyse de 450° C (Talon et Girard, 1980).

Dans le cas du fumage à chaud, le dépôt sur le poisson est environ huit fois plus élevé que pour le fumage à froid (Tableau 7).

Technologie de fumage	Microgramme de 3-4 B par kg de produit fumé	Nombre d'échantillons testés	% supérieur 1 ppo
Générateur traditionnel	nd-36.23	95	23
Générateur fumée humide	0.09-0.77	6	-
Générateur de fumée par friction	0.01-4.56	66	6
Fumage à chaud :			
– fumage léger	nd-2.08	48	5
–fumage intense (couleur sombre)	0.22-36.23	30	67
Fumage à froid :			
– fumage léger	0.10-3.16	23	13
– fumage intense	0.10-56.04	43	73

Tableau 7 –Quantités de 3-4 benzopyrène dans des viandes fumées selon diverses technologies de fumage (Potthast, 1978).

L'Office mondial de la santé admet une teneur maximale de 1 microgramme/kg de chair de 3-4 B, seuil rarement dépassé en France.

## Le bois

### Nature

Selon la nature du bois choisi, la couleur, l'odeur et la saveur du poisson fumé peuvent varier (Tableau 8).

Espèces	Couleur et son intensité	Saveur	Remarques particulières
• BOIS DURS (les meilleurs) :			
Chêne .....	Jaune foncé à brun	Excellente	Fumée très dense et supérieure Utiliser en mélange au chêne de préférence pour le poisson
Hêtre (1) .....	Jaune clair	Excellente	
Noyer .....	Jaune foncé à brun	Agréable	Coloration rapide Utiliser en mélange
Acajou .....	Brun doré prononcé	Agréable	
Frêne, orme, charme, châtaignier .....	Jaune	Bonne	Utiliser en mélange
Arbres fruitiers .....	Jaune	Bonne	Utiliser en mélange
• BOIS TENDRES :			
Tilleul .....	Jaune	Moyenne	Utilisation courante en mélange au hêtre
Bouleau, peuplier, saule	Quelconque	Quelconque	
Aulne .....	Jaune doré à brun	Moyenne	Utilisation courante en mélange au hêtre
Sarments de vigne .....	Brun doré	Excellente et peu prononcée	Fumée peu dense
• CONIFERES :			
Pin, sapin et conifères .....	Médiocre avec dépôt de suie	Acre et résineux	A proscrire
Genévriers (ou baiss) .....	Brun sombre	Très odoriférante	Utiliser en petite quantité
• ARBUSTES ET PLANTES AROMATIQUES :			
Bruyère sèche .....	Très belle	Spéciale	Rarement utilisée Utiliser en petite quantité
Romarin sec .....		Très fine	
Laurier sec, genêt .....		Prononcée et spéciale	
Thym, marjolaine secs .....		Parfumée	Utiliser en petite quantité
Sauge sèche .....		Parfumée	Utiliser en petite quantité

(1) Généralement utilisé dans la préparation des extraits de fumée concentrés.

Tableau 8 – Essences d'arbres et de plantes utilisés en fumaison (Pallu, 1971).

Les bois durs sont pratiquement les seuls utilisés, mais, dans certaines régions, on a recours aux bois tendres pour des raisons d'approvisionnement.

Les bois les plus couramment employés sont, dans l'ordre : le hêtre, le chêne, le noyer, l'orme, le bouleau. Les générateurs de fumée modernes travaillent essentiellement avec des copeaux calibrés, préalablement séchés ou avec de la sciure à humidifier plus ou moins avant usage. Les résineux sont à proscrire en raison de la saveur acide qu'ils confèrent au produit et de la contamination importante en 3-4 benzopyrène qu'ils entraînent.

## Composition

Le bois se compose de deux fractions :

- les polyoses : essentiellement de la cellulose et de l'hémicellulose (partie tendre du bois);
- la lignine : partie dure du bois.

En général, le mélange comporte deux parties de cellulose pour une d'hémicellulose et une de lignine.

## Dégradation

La pyrolyse de la cellulose aboutit à la formation d'acide acétique, d'eau et de phénols. La pyrolyse de l'hémicellulose donne des acides carboxyliques aliphatiques. La pyrolyse de la lignine conduit à des composés phénoliques (phénols, éthers, phénoliques).

La combustion complète du bois produit du gaz carbonique, de l'eau et un résidu minéral. Pour produire de la fumée, la réaction est incomplète et met en jeu :

- la décomposition, sous l'action de la chaleur, des polymères constitutifs du bois en molécules organiques de faible poids moléculaire;
- des réactions d'oxydation, de polymérisation et de condensation.

On peut ainsi résumer la dégradation du bois en fonction de la température (Toth et Hamm, 1979).

Température ° C	Effet sur le bois
170° a	Déshydratation
270° b	Pyrolyse endotherme
400° c	Pyrolyse exotherme avec formation de charbon de bois
1 200° d	Combustion du charbon de bois précédent
e	Condensation et formation de nouvelles substances
f	Oxydation des produits de condensation et de ceux formés lors de la pyrolyse en présence d'oxygène
g	Nouvelle pyrolyse à partir de e et f

## **Taux d'humidité**

Une fumée à taux d'humidité élevé aura une teneur en phénols faible et sera riche en acides et composés carbonylés. Une humidification du bois est souhaitable pour conférer une bonne saveur au produit (16 à 20 %) (Talon et Girard, 1980).

## ***Paramètres influençant le dépôt de la fumée sur le poisson***

### **Humidité du produit à fumer**

Si le poisson est sec, les phénols les plus volatils de la phase gazeuse se déposent en surface. La phase aqueuse étant faible, la quantité de phénols dissoute est peu importante.

Si le poisson est humide, le dépôt de phénols est élevé, ceux-ci se dissolvent dans l'eau de surface jusqu'à saturation par rapport à la pression partielle de la fumée.

### **Humidité relative du fumoir**

A chaque température de fumage correspond une valeur d'humidité relative optimale. Cependant, on note une diminution de l'absorption des composés de la fumée en fonction de l'augmentation de l'humidité relative du fumoir.

### **Circulation et température de l'air**

Si on introduit de l'air, il se mélange à la fumée et dilue les composés qui y sont présents.

Si cet air fait baisser la température de la cellule de telle sorte qu'elle devienne inférieure au point d'ébullition de certains composés, ceux-ci vont se condenser (Talon et Girard, 1980) :

- air et fumée à la même température : dilution et diminution proportionnelle des phénols;
- air à température inférieure à celle de la fumée :
  - ★température supérieure au point d'ébullition : la concentration en phénols de la phase gazeuse diminue de façon linéaire;
  - ★température voisine du point d'ébullition : les phénols passent dans la phase particulaire par condensation/dilution.

### **Durée d'exposition**

Le dépôt des constituants de la fumée est rapide au début et lent ensuite.

## **Densité de la fumée**

Le pouvoir bactériostatique de la fumée augmente avec son opacité. Cependant, une fumée trop épaisse, grisâtre, contient des goudrons acides qui communiquent au poisson traité une saveur désagréable.

## **Hygrométrie de la fumée**

La fumée, pour être efficace, doit avoir une hygrométrie de 60 %. En-dessus de cette valeur, elle provoque un croûtage sur lequel des traces de ruissellement par condensation peuvent apparaître (Nicolle, 1978).

## ***Action de la fumée***

Le dépôt des différents produits chimiques contenus dans la fumée et leur pénétration dans le poisson dépend, nous l'avons vu, de nombreux facteurs. Les résultats seront différents selon les techniques employées (arôme, couleur, etc.), mais le but du fumage doit être atteint aussi bien au niveau organoleptique que chimique et bactériologique (résistance à l'oxydation et aux bactéries).

## **Aspect organoleptique**

Les arômes typiques semblent dus aux phénols, mais les carbonyles et les acides sont à l'origine de différence dans les saveurs. La coloration varie avec les bois utilisés et peut s'expliquer par la couleur des composés carbonyles et phénoliques.

## **Aspect chimique** (Tableau 9)

Dans le cas du fumage à froid, le goût de produit rance dû à l'oxydation peut être retardée par l'action antioxydante des phénols à point d'ébullition élevé. Mais l'oxydation des graisses augmente d'autant plus rapidement, au bout d'un certain temps, que la température de fumage a été élevée.

On observe un abaissement léger du pH, dû à la formation d'acides qui peut favoriser une bonne conservation.

## **Aspect bactériologique**

La fumée peut avoir un rôle antiseptique grâce à la fraction phénolique à bas point d'ébullition qui prolonge la phase en latence des micro-organismes. Mais cette action est faible et l'humidité réduite du poisson fumé peut permettre le développement de moisissures.

	Phénols	Alcools	Acides organiques	Composés carbonylés	PAH nocivité
Antioxydant	Très important	–	–	–	–
Arôme Odeur	Important (gaïacol syringol)	–	–	Important (composés à chaînes courtes)	–
Couleur	Faible rôle	–	–	Essentiel réaction de Maillard	–
Désinfection Préservation	Bactéricide bactériostatique	Faible	Par légère augmentation d'acidité	–	–
Observations	Critère de pénétration dans le poisson	Porteur des autres composés volatils	–	–	Cancérogènes

Tableau 9 – Rôle des composés chimiques (Saintclivier, 1981).

## ***Modes de production de fumée***

### **Fumoir à fumée directe** (Figures 11, 12, 13)

Sur ce type d'appareil, le foyer est situé sur le côté ou directement sous l'armoire de fumage.

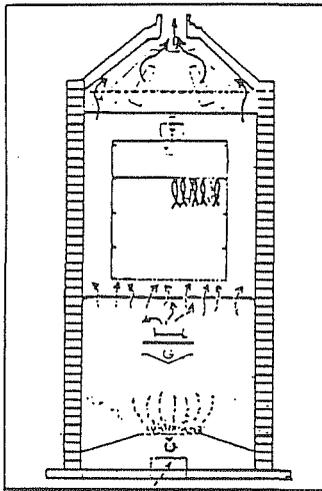


Figure 11 – Fumoir à fumée directe (Pallu, 1971) (Foyer au-dessous)

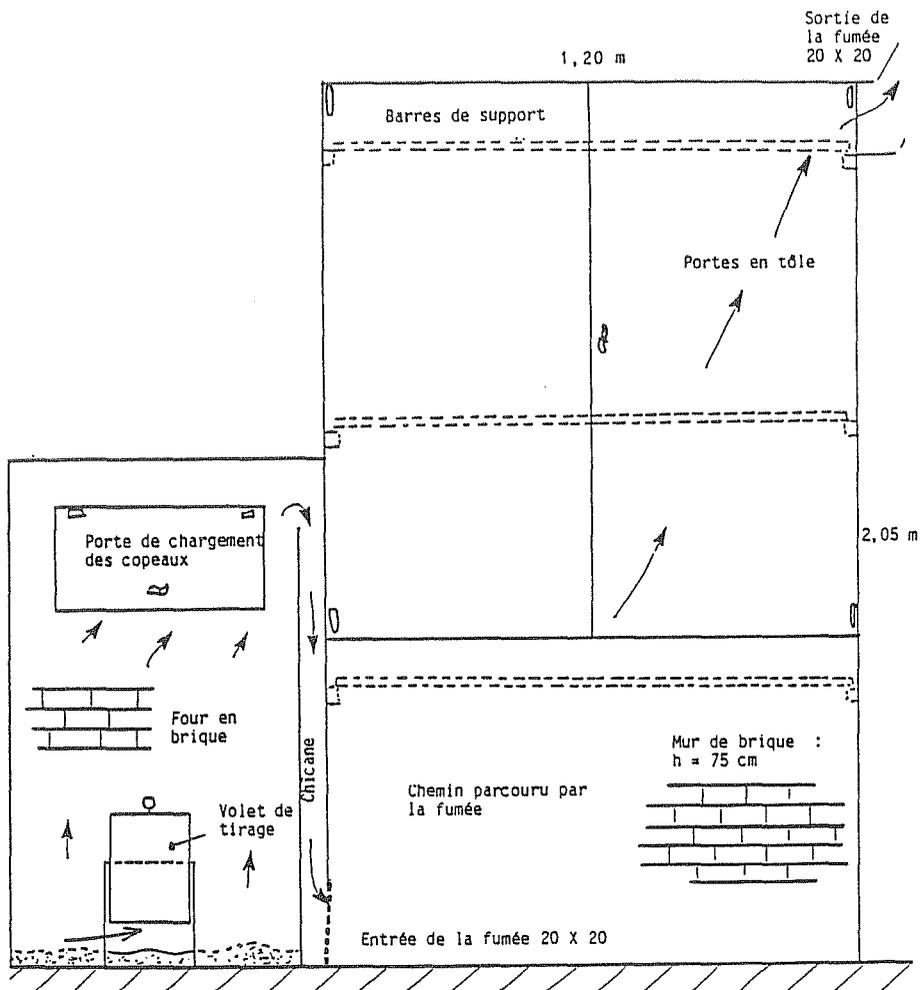


Figure 12 – Armoire de fumage avec générateur séparé (construction années 40), capacité 30 à 40 bandes

La pyrogénéation des copeaux se fait par combustion naturelle. Ces copeaux sont souvent humidifiés à 20 % pour éviter qu'ils ne s'enflamment.

Le tirage d'air est réglé directement sur le devant du foyer. La densité de fumée est très variable et la répartition plus ou moins uniforme, ce qui amène à changer les poissons de place pendant le fumage et à surveiller le foyer assez souvent.

Ces appareils de construction artisanale sont souvent en tôle ou en brique (ou les deux à la fois), rendant le nettoyage difficile. Les poissons sont suspendus à des barres ou des crochets. Dans le cas de grosses pièces comme le saumon de calibre 9/12, il est nécessaire de renforcer le filet par des « aînets » (Figure 14) pour éviter une élongation excessive du filet. Avec ces fumoirs, on ne peut espérer travailler que périodiquement dans de bonnes conditions ( $t^{\circ} < 25^{\circ} \text{ C}$ ,  $\text{HR} < 70 \%$ ), sauf dans le cas du fumage à chaud qui nécessite ni séchage ni température inférieure à  $25^{\circ} \text{ C}$ .

Les durées de chargement et déchargement sont très longues et nécessitent beaucoup de main-d'œuvre.

En résumé, les facteurs limitant l'utilisation de ce type d'installation, dans le cas du fumage à froid, sont les suivants :

- température non contrôlée,
- hygrométrie non contrôlée,

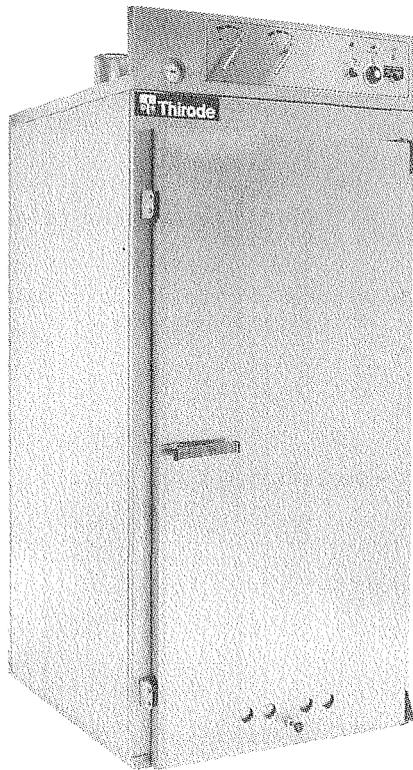
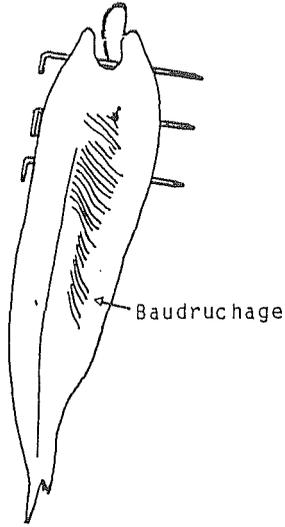
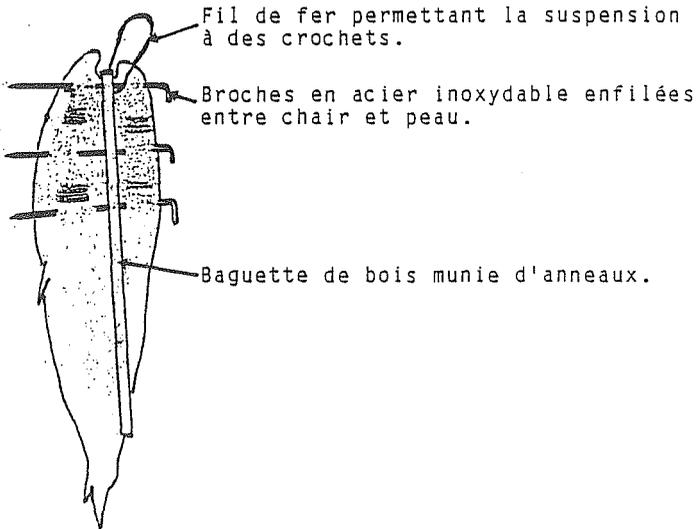


Figure 13 – Fumoir à fumée directe (Production Thirode)



Filet vu côté chair.



Filet vu côté peau.

Figure 14 – Exemple de système d'accrochage de grosses bandes de saumon norvégien (9/12) dans un fumoir à fumée directe (méthode norvégienne)

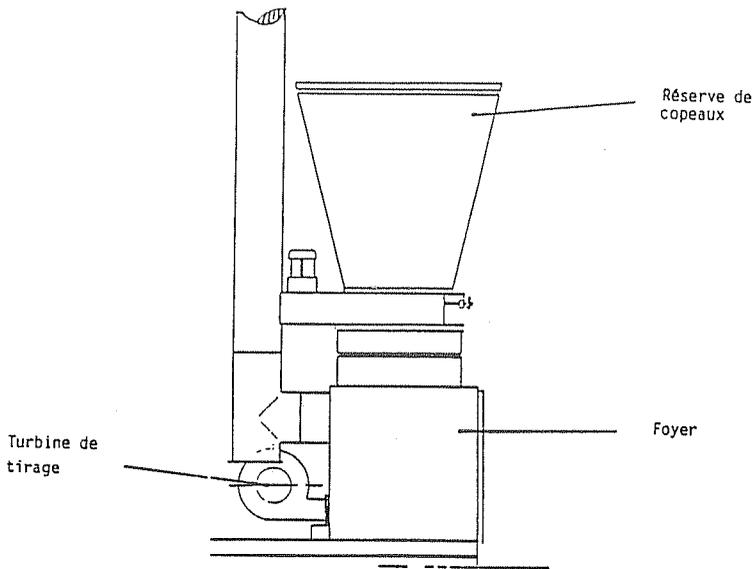


Figure 15 – Générateur de fumée conventionnel

- répartition plus ou moins défectueuse de la fumée,
- densité de fumée plus ou moins régulière,
- durée de fumage trop longue,
- manipulations trop nombreuses du poisson.

L'usage de ce type d'installation doit être limité à de petites fabrications artisanales.

### **Générateur de fumée conventionnel**

La production de la fumée est assurée par un générateur indépendant, pouvant alimenter selon sa puissance une ou plusieurs cellules (Figures 15 et 16).

Construits en tôle de forte épaisseur ou en acier inoxydable, ces appareils sont constitués essentiellement d'une trémie de réserve de sciure (ou de copeaux), d'une chambre de production de fumée et d'un épurateur permettant de refroidir la fumée par son passage au travers de chicanes. Ainsi, la fumée largue les constituants les plus lourds, tels que les 3-4 benzopyrène. Un système mécanique répartit régulièrement la sciure sur la plaque chauffante thermostatée puis, après un temps de pyrolyse programmé, les cendres sont enlevées à l'aide d'un racleur. La densité de la fumée varie en fonction de la température de la plaque chauffante, du temps de pyrolyse

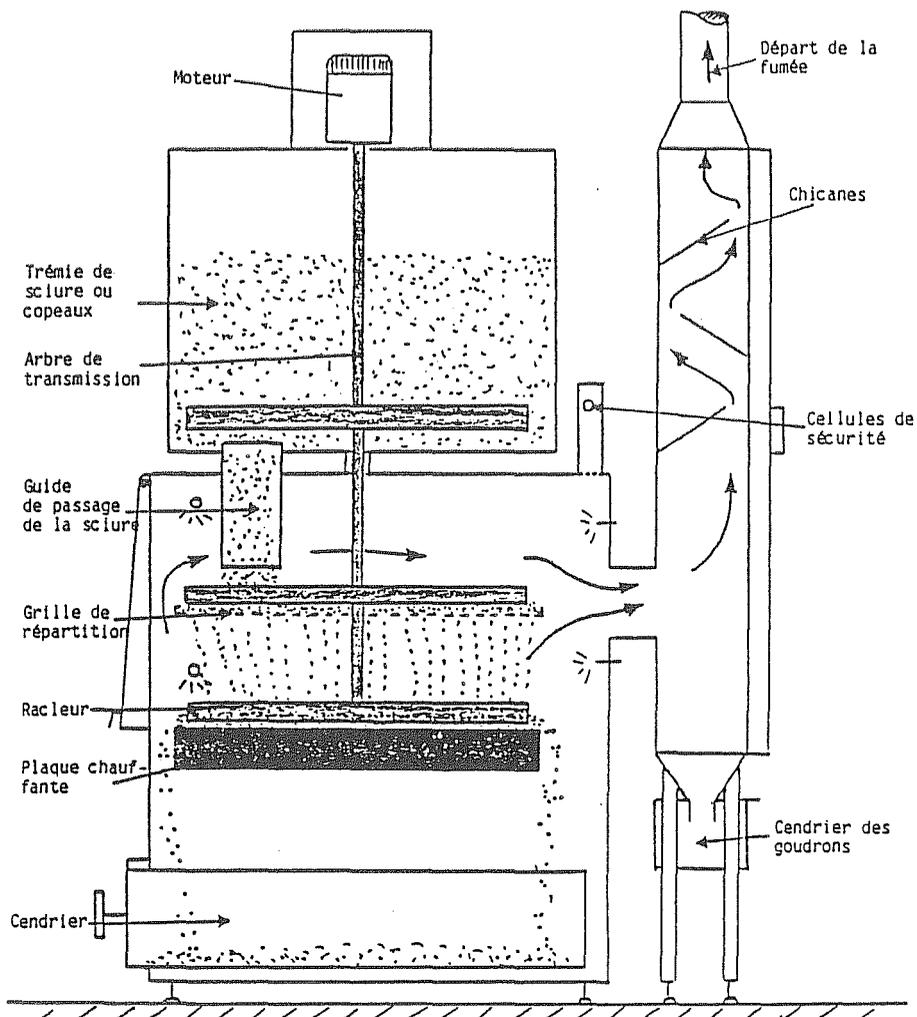


Figure 16 – Coupe d'un générateur de fumée à plaque chauffante thermostatée. Modèle SFEC (Société française d'équipement de cuisine)

et du bois utilisé. En cas de tirage insuffisant de la part de la cellule, un ventilateur pulse la fumée vers celle-ci. Une cellule photoélectrique commande l'arrosage du foyer et de la cheminée en cas d'inflammation de la sciure.

### Générateur de fumée à autocombustion

Cet appareil comprend également une trémie de réserve des copeaux, une chambre de combustion et un épurateur (Figures 17 et 18).

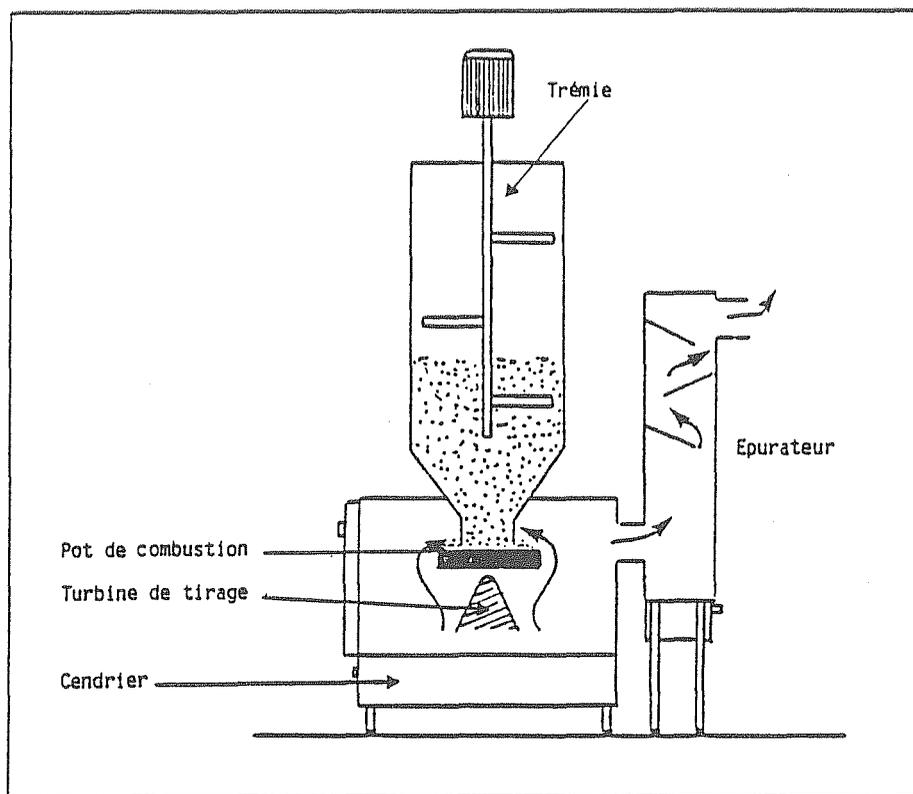


Figure 17 – Générateur de fumée à autocombustion

Les copeaux (ou la sciure) tombent par gravité, en provenance de la trémie, sur une couronne préchauffée à l'électricité.

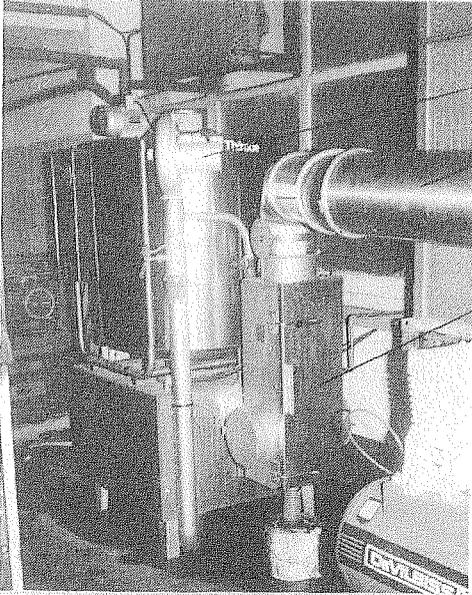
Le tirage de l'air se fait par turbine aspirante, à débit variable. Après une durée de chauffage suffisante, la pyrolyse du bois s'effectue d'elle-même, le chauffage électrique étant automatiquement coupé. En cas de besoin (extinction), une petite séquence de chauffage est programmée.

Cet appareil présente de nombreux avantages : une faible consommation d'électricité, une régularité de production de fumée, une bonne sécurité de fonctionnement, ce qui en fait le générateur le plus utilisé pour le fumage des produits de la mer.

### Générateur de fumée à friction (Figures 19 et 20)

Un moteur entraîne une râpe sur laquelle s'appuie fortement une bûche de bois calibrée. La pyrolyse se produit sous l'effet de la friction. La densité de la fumée est réglable en intervenant sur la vitesse de rotation de la

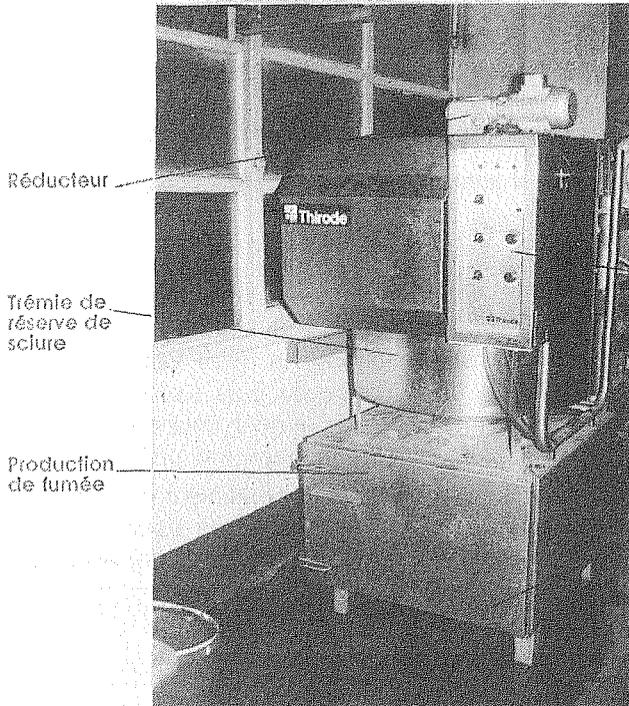
Générateur de fumée 80/500 inox



Système de ventilation pour réglage de la production de fumée.

Evacuation de la fumée vers la cellule.

Epurateur pour filtrage des fumées.



Réducteur

Trémie de réserve de sclure

Production de fumée

Générateur de fumée 80/500 inox

Boîtier de commande

Cendrier

Figure 18 – Générateurs de fumée à autocombustion Thirode : Modèle 80/300 (1 à 3 chariots) et modèle 80/500 (4 à 6 chariots)

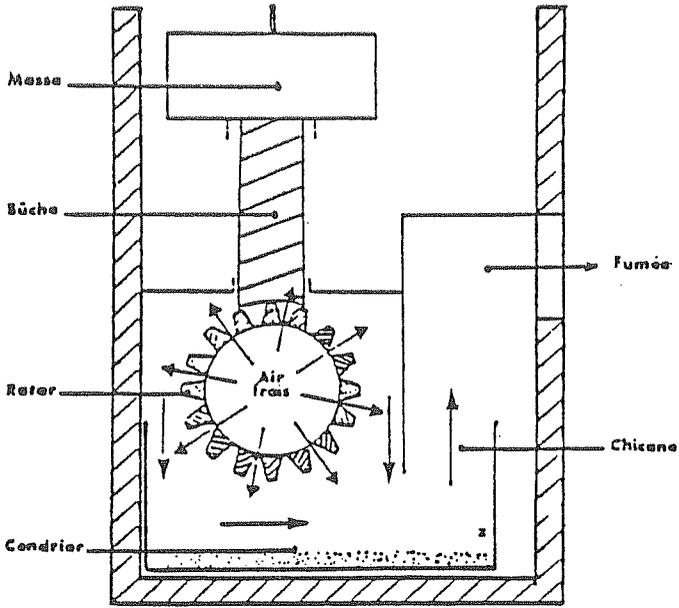


Figure 19 – Générateur de fumée à friction (Klettner, 1979)

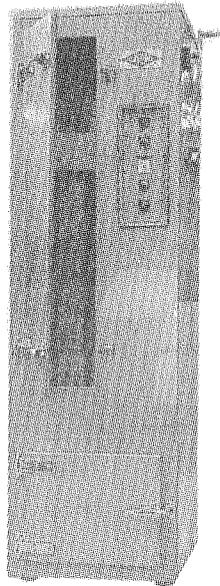


Figure 20 – Générateur de fumée à friction. Modèle à une bûche (Production Sté Capic)

râpe et sur la pression d'appui du bois. Le principal inconvénient réside dans le fait que seules des bûches parfaitement calibrées, non déformées par l'humidité et sans nœuds, peuvent être utilisées. Le bruit est une nuisance à ne pas négliger.

### **Autres types de générateurs**

#### **– Production de fumée par « carbonisation »**

De la sciure est comprimée, à l'aide d'une vis, dans un tube à l'extrémité duquel une résistance électrique porte la sciure à 300/400° C. Par ce procédé, la carbonisation de la sciure requiert de très petites quantités d'air et le maximum de fumée est ainsi obtenu avec un taux minimum d'air emprisonné dans le cylindre.

#### **– Générateur de fumée fluide**

La sciure est introduite dans un réacteur avec de l'air comprimé. Elle y est ensuite maintenue en suspension par de l'air chauffé à 300/400° C par une résistance électrique. La sciure est pyrolysée dans ces conditions.

Les cendres sont évacuées dans un cendrier et la fumée vers le fumoir.

### ***Caractéristiques des fumées obtenues***

La fumée produite doit être le plus faiblement possible chargée en goudrons et en hydrocarbures polycycliques aromatiques. C'est pourquoi

<b>Technologie de production</b>	<b>Température de combustion en degrés celsius</b>	<b>Mode de combustion</b>	<b>Température de la fumée en degrés celsius</b>	<b>Caractéristiques des fumées obtenues</b>
Générateur de fumée conventionnel	400-800	avec flamme	20	sèche, dense, riche en oxygène
Générateur de fumée par friction	300-500	sans flamme	20	sèche, dense, très riche en oxygène
Générateur de fumée humide	300-400	sans flamme	80	humide, dense, pauvre en oxygène
Générateur de fumée fluide	300-400	sans flamme	20	sèche, dense, riche en oxygène
Production de fumée en deux étapes	300-400	sans flamme	30	sèche, dense, riche en oxygène
Production de fumée par carbonisation	300-400	sans flamme	20	sèche, dense, pauvre en oxygène

Tableau 10 – Technologie de production de la fumée et caractéristique des fumées obtenues (Klettner, 1979)

il est nécessaire de faciliter la sédimentation des particules goudroneuses de l'aérosol par des systèmes de filtration.

Le plus simple consiste en un épurateur à chicanes, placé à la sortie de la chambre de pyrolyse.

D'autres systèmes filtrent la fumée à l'aide d'un rideau d'eau, ou par le passage dans un champ électrique.

La température de la fumée obtenue est conditionnée par :

- la température de pyrolyse du bois,
- la température d'oxydation,
- le passage dans le système de purification,
- la température du fumoir,
- la température extérieure.

Le tableau 10 (Klettner, 1979) donne les caractéristiques des fumées obtenues en fonction de la technologie de production.

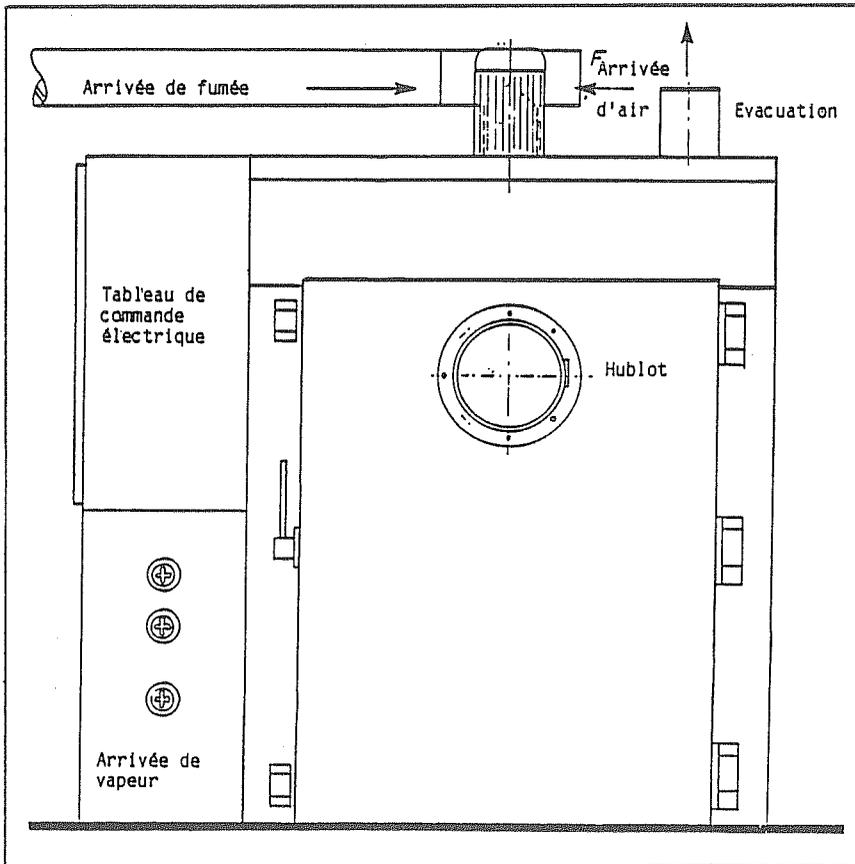


Figure 21 – Cellule mixte : cuisson à la vapeur et séchage fumage classique

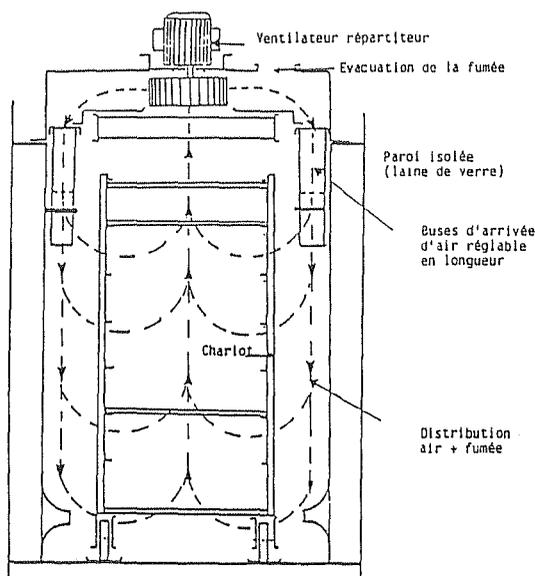


Figure 22 – Vue en coupe d'une cellule « Pulsair » (Thirot)

## Cellule de fumage

### Modèles classiques (Figures 21 et 22)

La cellule de fumage est généralement disposée à une certaine distance du générateur de fumée (quelques mètres), ce qui permet à celle-ci de se refroidir pendant son trajet dans le conduit. Une cellule moderne est une armoire pouvant recevoir un ou plusieurs chariots. Les dimensions de ce dernier commencent à être standardisées : 1 m × 1 m × 2 m.

L'admission de la fumée et l'arrivée de l'air sont situées dans la partie supérieure de l'armoire. Chacune est équipée d'un clapet souvent commandé par vérins pneumatiques.

L'air doit être puisé à l'extérieur du local. L'évacuation de la fumée se fait par tirage naturel. En fin de fumage, elle peut être éliminée rapidement au moyen d'un moteur extracteur. La répartition de la fumée dans l'enceinte s'effectue à l'aide d'un ventilateur et d'un jeu de gaines. Sur les cellules importantes (4 chariots), il est souvent fait appel à un système de flux « inversable » : le mélange air-fumée arrive alternativement d'un côté puis de l'autre, ce qui permet d'atteindre la totalité des produits (Figure 23). Les fumoirs industriels sont assez variés, selon l'usage qui en est fait. La cellule est souvent constituée de panneaux modulaires en acier inoxydable dont l'étanchéité est assurée par joints au silicone.

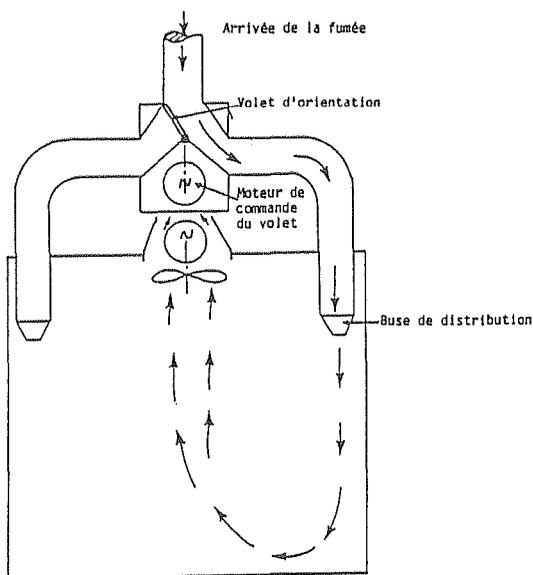


Figure 23 – Cellule de fumage à « inversion de flux » (la fumée est distribuée alternativement à droite puis à gauche)

L'isolation est réalisée en laine de roche.

Le sol de la cellule peut être en ciment (sol du local) et muni d'une évacuation d'eau.

Dans le faux plafond, se trouve une batterie de résistances électriques permettant de fumer à chaud.

### **Modèle avec climatisation et déshumidification**(Figures 24 et 25)

La climatisation, généralement présentée en option par rapport à la cellule de base, rend possible le fumage à basse température sans tenir compte des conditions climatiques extérieures.

L'ensemble ajoutée à la cellule est constitué :

- d'une batterie froide,
- d'un compresseur frigorifique,
- d'une batterie chaude,
- d'un ensemble moteur-ventilateur,
- d'un système de gaines en acier inoxydable.

La puissance du groupe frigorifique est déterminée en fonction des produits à traiter, du volume des enceintes et de la région où se situe l'installation.

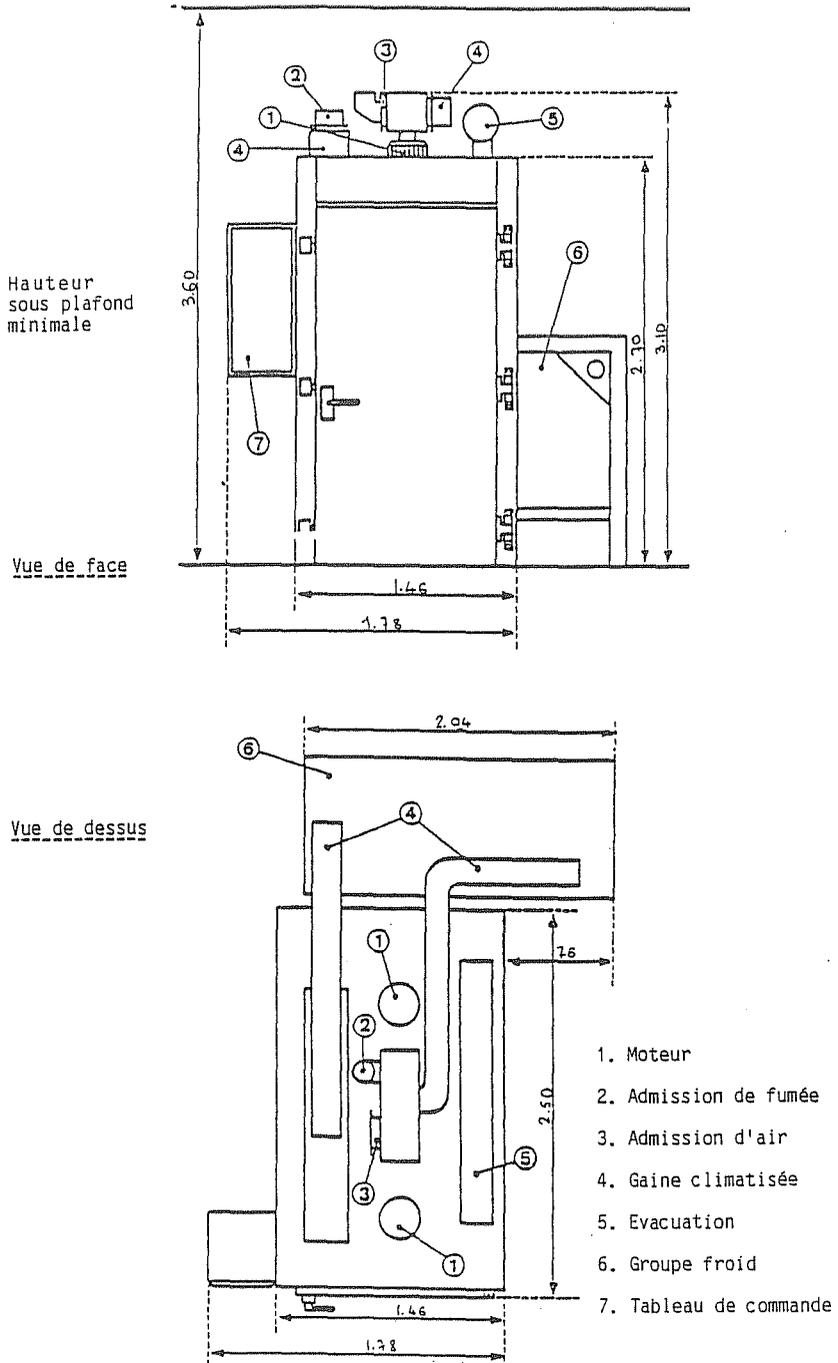
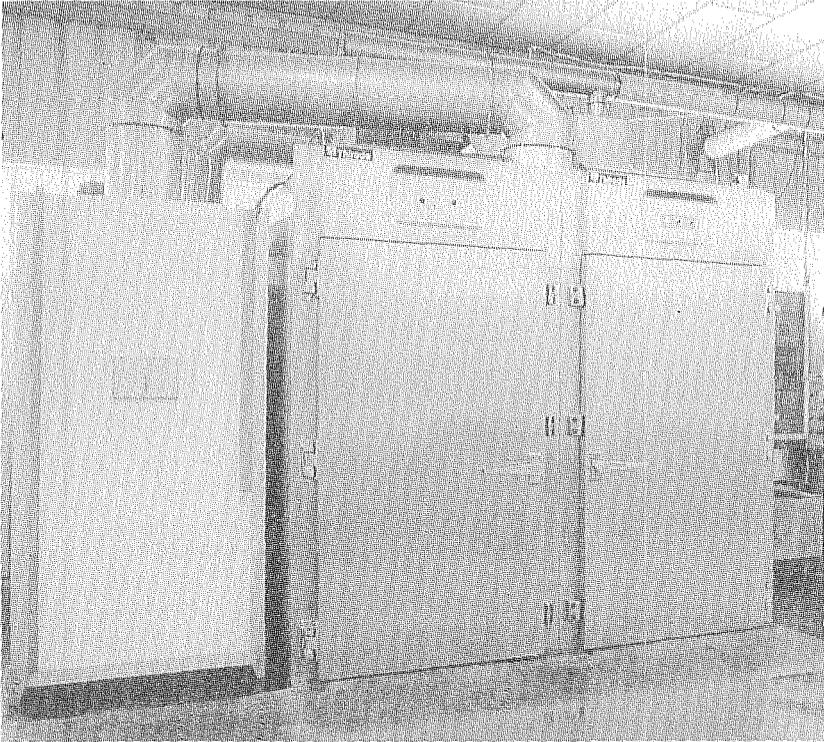


Figure 24 – Cellule climatisée (Production SFEC)



*Figure 25 – Cellule 4 chariots avec son bloc de climatisation (à gauche) et son armoire de commande (à droite) (Production Thirode)*

### **Commande de la cellule**

Dans le cas d'une cellule à commandes manuelles, le préposé doit mettre en route lui-même chaque cycle et effectuer les réglages nécessaires. Dans le cas de commande automatique, les opérations de séchage, fumage, cuisson peuvent être entièrement programmées en temps, température et humidité. Les paramètres de chaque cycle sont affichés sur un étage de programmation. Il est nécessaire d'avoir autant d'étages que de cycles. Par exemple, si l'on désire faire un fumage à chaud avec trois températures différentes, le programmeur devra comporter 3 étages (Figure 26). L'enchaînement de chaque opération se fait, bien sûr, automatiquement. Ce mode de commande permet de travailler nuit et jour et limite le nombre de personnes affectées à ce poste. Elle comprend principalement par étage :

- une minuterie par cycle,
- un régulateur de température et un régulateur d'hygrométrie (cas d'une cellule climatisée),
- un réglage de la vitesse de ventilation,
- un réglage de l'admission d'air frais ou de fumée,

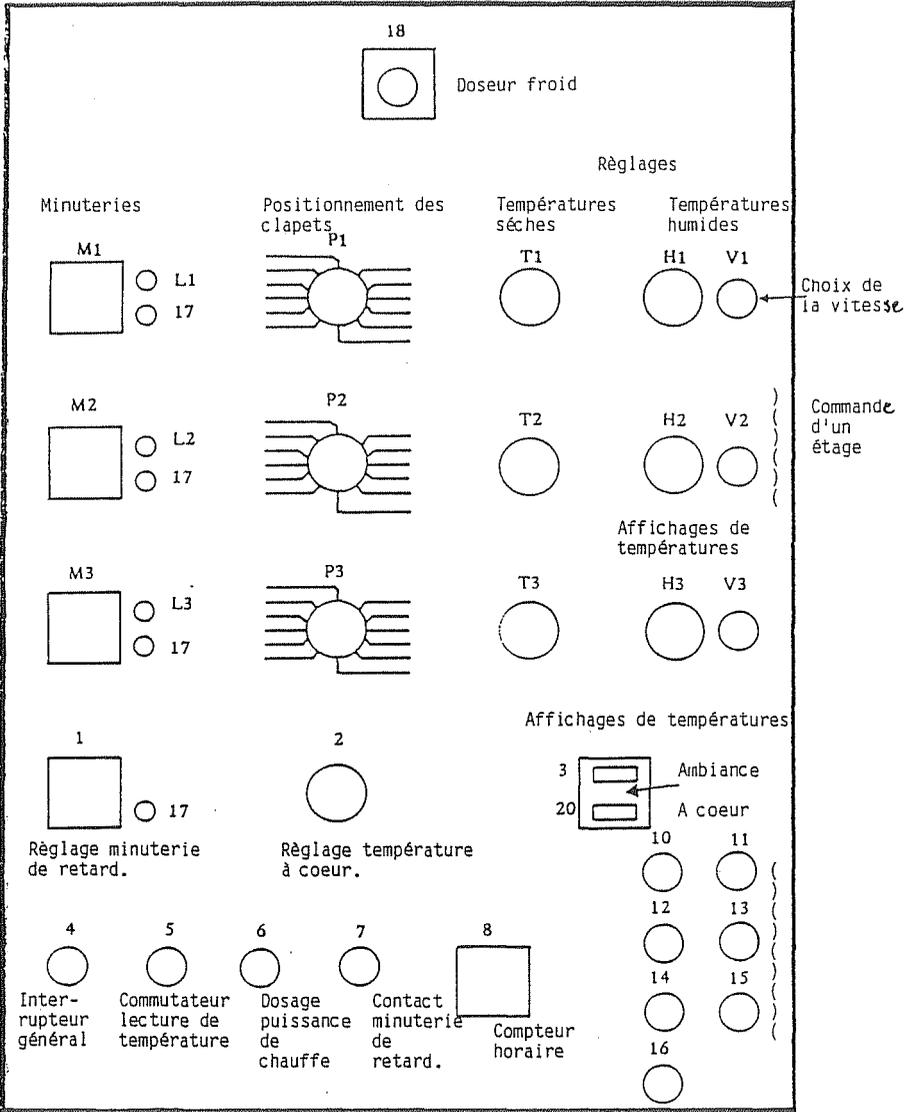


Figure 26 – Exemple de tableau de commande à étages (SFEC)

V1 Choix de la vitesse

V2 Commande d'un étage

10 Arrêt général – 11 Humidité

12 Petite vitesse – 13 Chauffage 1

14 Grande vitesse – 15 Chauffage 2

16 Climatisation



Cet appareil permet de piloter intégralement la cellule et ses accessoires. Les possibilités de ce véritable « ordinateur » sont pratiquement illimitées : on peut y mémoriser jusqu'à quatre-vingt-dix-neuf programmes contenant six séquences de travail, protégées contre les coupures de courant.

Son tableau à touches sensibles et affichage digital fait apparaître toutes les valeurs réelles et de consignes du procédé en cours. Ainsi, il est possible de connaître en permanence la température ambiante, l'humidité relative de l'air, la température à cœur du produit ou le temps restant de la séquence affichée. Toutes les données peuvent être mémorisées sur un enregistreur linéaire multivoies.

Cette nouvelle génération d'automatismes associée aux possibilités offertes par la climatisation laisse entrevoir quelles seront les installations des années à venir.

Le tableau de commande détaillé (Figure 27) montre un exemple d'utilisation de ce régulateur qui équipe la plupart des cellules de fumage industrielles installées depuis 1988.

L'avantage d'une programmation du procédé réside surtout dans le fait qu'il est alors possible d'établir une fiche de réglages par produit, et de pallier une absence éventuelle du manipulateur habituel ou une erreur humaine.

### **Cellule de fumage à flux horizontal ou vertical**

En 1987, l'IFREMER et un partenaire industriel, la société Thirode, ont entrepris l'étude d'un prototype de cellule spécialement adapté au fumage à froid des produits de la mer (avec la possibilité de monter la température jusqu'à 80° C dans le cas de fumage à chaud). Le cahier des charges retenu fut le suivant :

- réalisation simple et diminution des coûts de fabrication,
- augmentation du double de la capacité sur un chariot,
- homogénéité de traitement avec une précision de régulation de 1° C en tous points de l'enceinte et 5 % en hygrométrie,
- admission de l'air et de la fumée sur un plan horizontal ou vertical,
- possibilité de faire varier la vitesse de transit de l'air.

Le prototype réalisé en 1988 répond à ces exigences. Ainsi, par exemple, la charge par chariot est passée dans le cas du saumon de 180 à 360 kg (Figures 28 et 29).

Le traitement de l'air est effectué dans un caisson situé à l'intérieur de la cellule, supprimant le bloc de climatisation et ses deux imposants tuyaux de connexion. Le volume d'air traité peut être réglé grâce à un registre situé au-dessus du piège (Figure 30). Son ouverture plus ou moins importante permet de doser le débit d'air sur le « piège ». Ce dernier est constitué

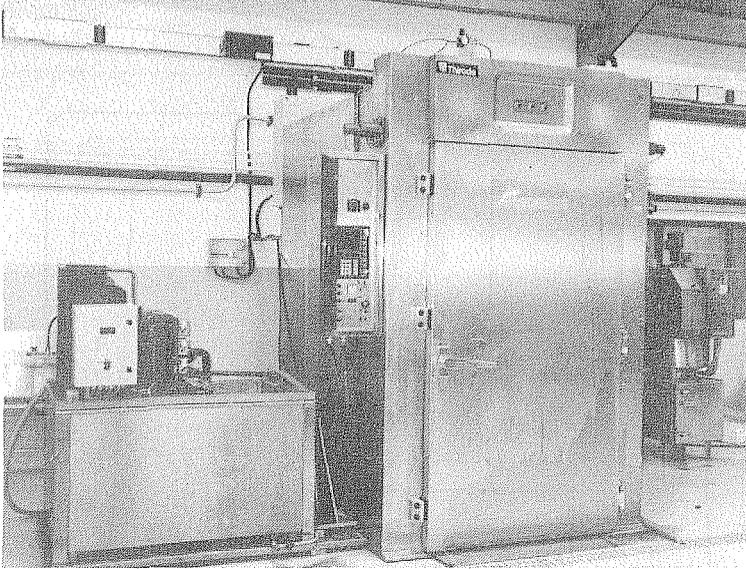


Figure 28 – Vue du prototype de séchage/fumage avec, à gauche, la réserve d'eau glycolée et, à droite, le générateur de fumée

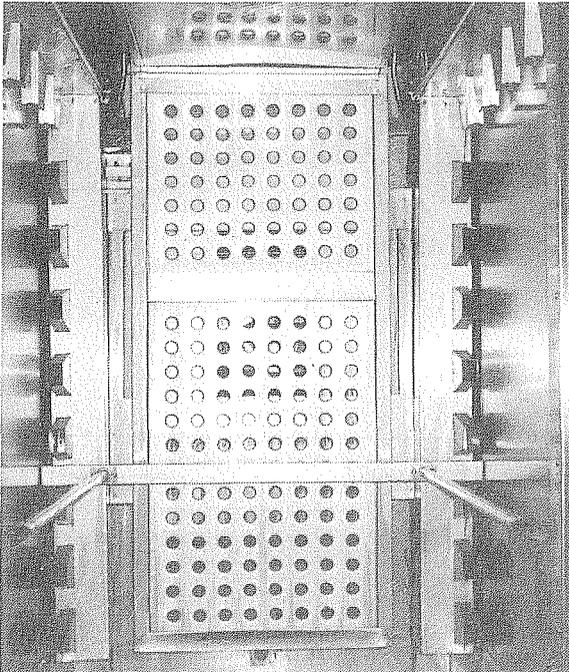


Figure 29 – Intérieur de la cellule du prototype IFREMER/Thirote : caisson de climatisation et buses d'injection

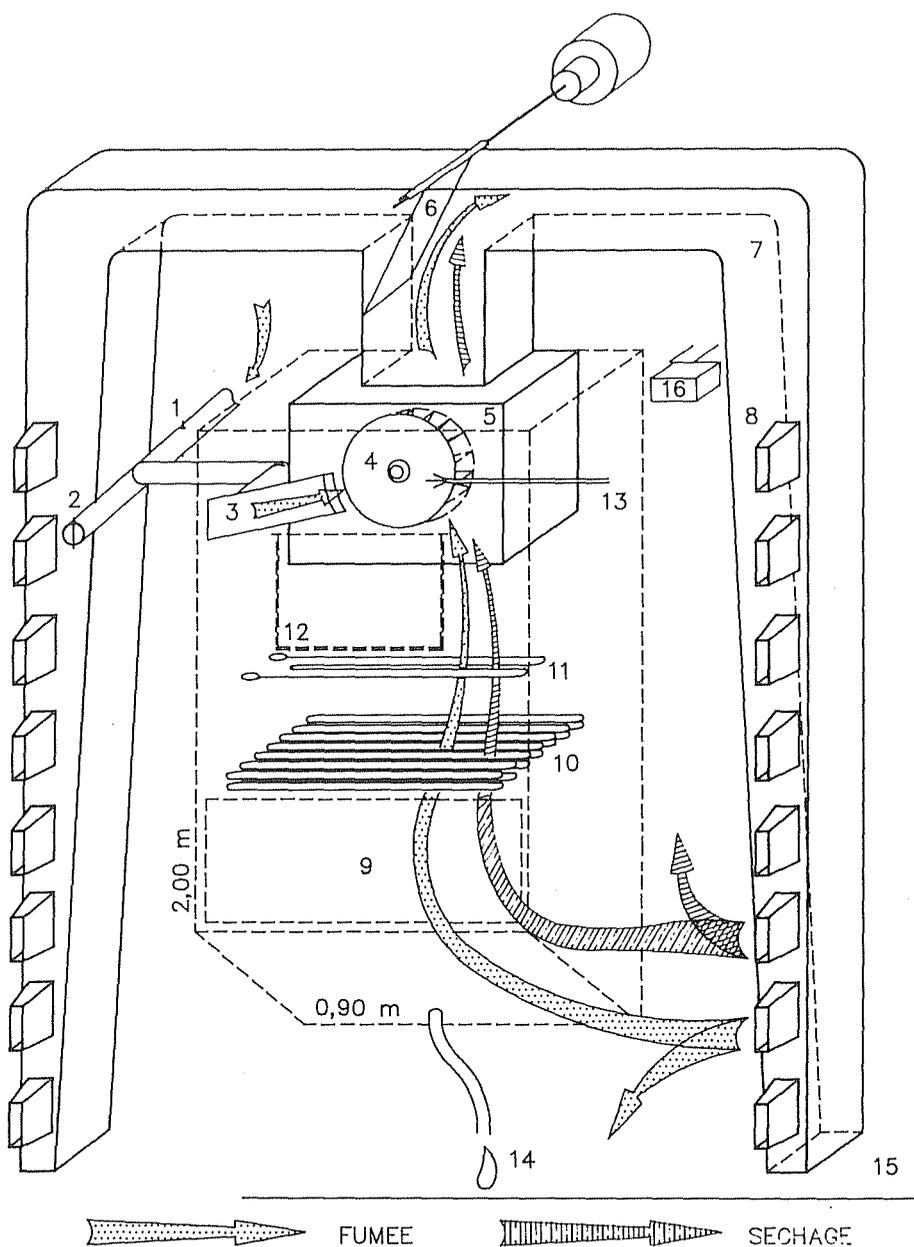


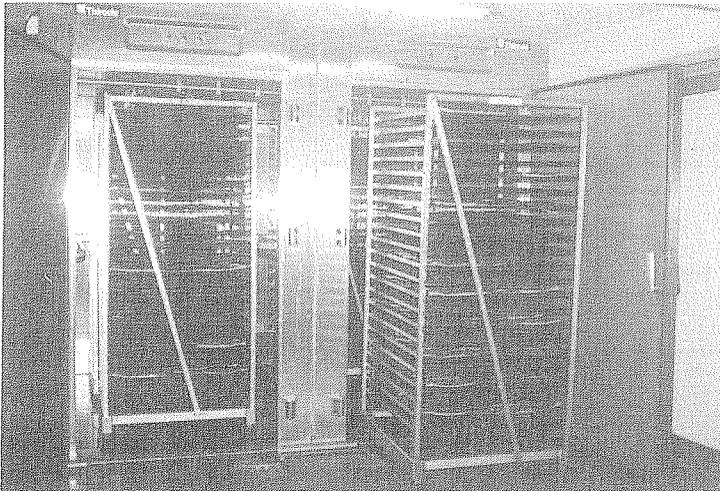
Figure 30 – Schéma de principe du caisson de climatisation du prototype IFREMER/Thirode

- 1 – Clapet commandé pneumatiquement d'admission de fumée
- 2 – Clapet commandé pneumatiquement d'admission d'air
- 3 – Bouche d'admission d'air ou de fumée
- 4 – Turbine de ventilation à vitesse variable
- 5 – Caisson du ventilateur
- 6 – Volet de distribution avec moto-réducteur

- 7 –Gaine de distribution
- 8 –Buses (8 par rampe)
- 9 –Trappe de reprise
- 10 –Batterie froide en acier inoxydable
- 11 –Résistances électriques
- 12 –Trappe de réglage du débit à traiter (Shunt)
- 13 –Buse d'injection d'eau (Spray)
- 14 –Evacuation des condensats
- 15 –Fond de la cellule
- 16 –Sondes de régulation (t° et HR)



*Figure 31 –  
Cellule avec ventilation arrière.  
Soufflage de chaque côté.  
Réaspiration au centre.  
Guide chariots intérieurs recevant  
des chariots de 1 m × 1,15 m × 2 m  
de haut avec 26 étages, chaque étage  
étant équipé de 1/2 grille inox  
de 0,92 × 0,56 (Exemple : saumon 350 kg  
par chariot filet de 1 kg à 1,200 kg)*



*Figure 32 – Cellule 2 chariots à soufflage horizontal*

d'une batterie froide en acier inoxydable pour résister au nettoyage à la soude diluée et d'un jeu de résistances électriques. Afin de disposer d'une puissance de froid instantanée, l'évaporateur est alimenté en eau glycolée depuis une réserve de 200 l à température réglable selon la charge à traiter. Afin d'assurer une bonne homogénéité de traitement, l'admission de l'air ou de la fumée est à flux alternatif. L'ensemble est piloté par microprocesseur de marque Jumo qui assure également la commande du générateur de fumée et du système d'autonettoyage. Le brassage d'air, et son renouvellement, est assuré par un ventilateur centrifuge à vitesse variable. Grâce à cet équipement, il est également possible de stocker les produits à basse température (+ 3° C) automatiquement en fin de cycle de fumage sans occasionner le dessèchement des produits puisque la vitesse d'air peut être réduite et l'hygrométrie contrôlée.

### Applications industrielles

Dès 1989, la société Thirode a pu commercialiser une machine de série reprenant les principales innovations apportées par le prototype (Figures 31 et 32) :

- fumage horizontal,
- traitement de l'air sur batterie froide avec reprise sur le fond,
- utilisation de panneaux standard propre à tous les modèles (1 à 4 chariots),
- fonction « chambre froide » après fumage.

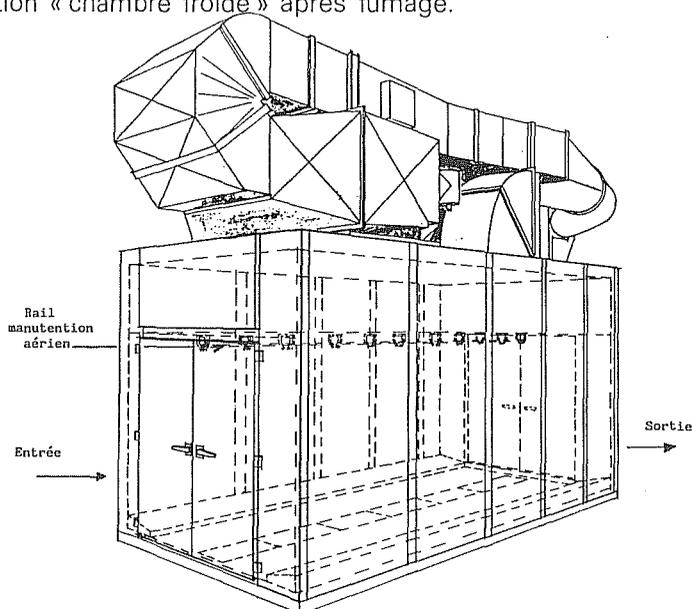


Figure 33 – Cellule tunnel climatisée Thirode type TC 89/6 pour séchage et fumage du poisson. Capacité 6 chariots de 1,30 m de large × 1 m de profondeur × 2,10 m de haut, comportant chacun 30 étages permettant une surface de traitement de 234 m<sup>2</sup>

Le principe de fumage horizontal avec traitement de l'air par piégeage a également été appliqué à la première réalisation en tunnel de fumage à froid et hygrométrie contrôlée. Plusieurs de ces tunnels sont opérationnels depuis fin 1989 dans l'un des plus grands contextes mondiaux de fumage du saumon (Figure 33).

### Description de l'installation

L'enceinte de traitement est composée d'un tunnel d'une longueur d'environ 8 m et comportant 2 portes à double battant aux extrémités.

Les produits sont disposés sur des chariots spéciaux adaptés à ce type de tunnel : 1,30 m de large × 1 m de profondeur × 2,10 m de hauteur. Ces chariots au nombre de six par unité sont suspendus à un rail de manutention aérien. Ce système permet d'adapter l'opération de séchage/fumage à une production en semi-continu. Tous les organes extérieurs à la cellule, tels que générateurs de fumée et unités de traitement de l'air, sont disposés sur le toit de l'installation. De cette façon, on parvient à une complète séparation de l'entretien du matériel et de la production. L'ensemble est piloté par un microprocesseur de type Jumo.

### Principe de fonctionnement

#### – Phase de séchage (Figure 34)

Une partie de l'air présent dans le tunnel passe sur une batterie froide (+ 4° C). Cet air chargé d'une certaine humidité en perd une partie par

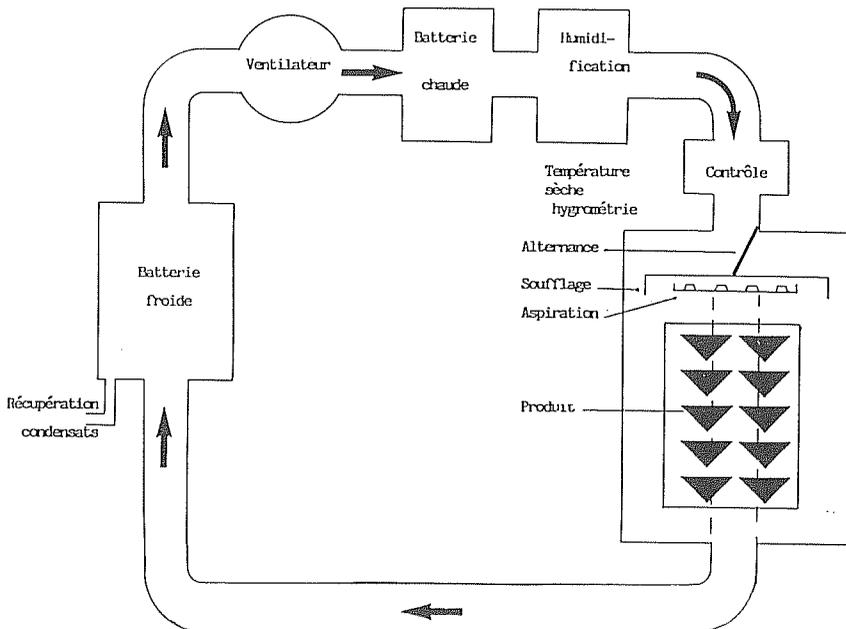


Figure 34 – Schéma de principe de la phase de séchage

condensation, avant d'être ensuite réinjecté dans la cellule.

A ce stade, le pourcentage d'humidité dans le tunnel est contrôlé par un automatisme déclenchant soit la vaporisation d'un brouillard dans le circuit de ventilation si l'hygrométrie est supérieure à celle demandée, soit par la mise en route du système climatisé si l'hygrométrie est inférieure à celle demandée. La partie de l'air refroidie est remise en température par un échangeur électrique pour être ramenée à la température ambiante.

*Important* : Dans tous les cas, l'air est remis en hygrométrie et température avant de revenir sur les produits disposés dans l'enceinte.

#### – Phase de fumage (Figure 35)

L'air présent dans le tunnel se charge de fumée produite par un générateur de fumée extérieur à l'enceinte. Cette fumée est mise en température et hygrométrie avant de passer sur les produits (température et hygrométrie correspondant aux réglages effectués dans l'enceinte).

Après passage sur les produits, une partie de l'air chargé de fumée est recyclée, l'autre est évacuée.

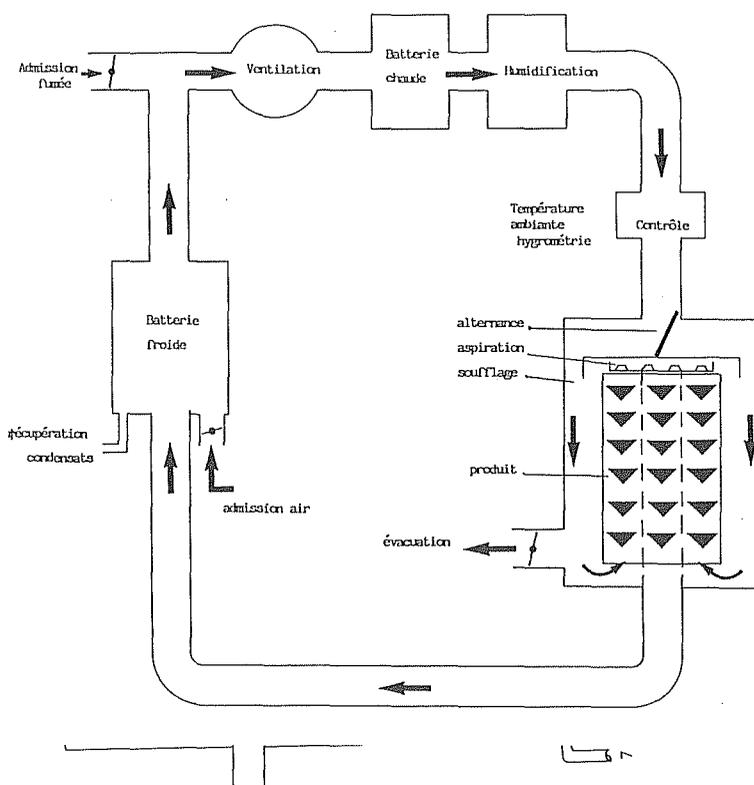


Figure 35 – Schéma de principe de la phase de fumage

## **Adaptation de cellule « Afos » au fumage à froid**

Cette modification peut intéresser de nombreux ateliers de fumage installés essentiellement dans le Nord et l'Ouest de la France et équipé de système « Afos » (Figure 36).

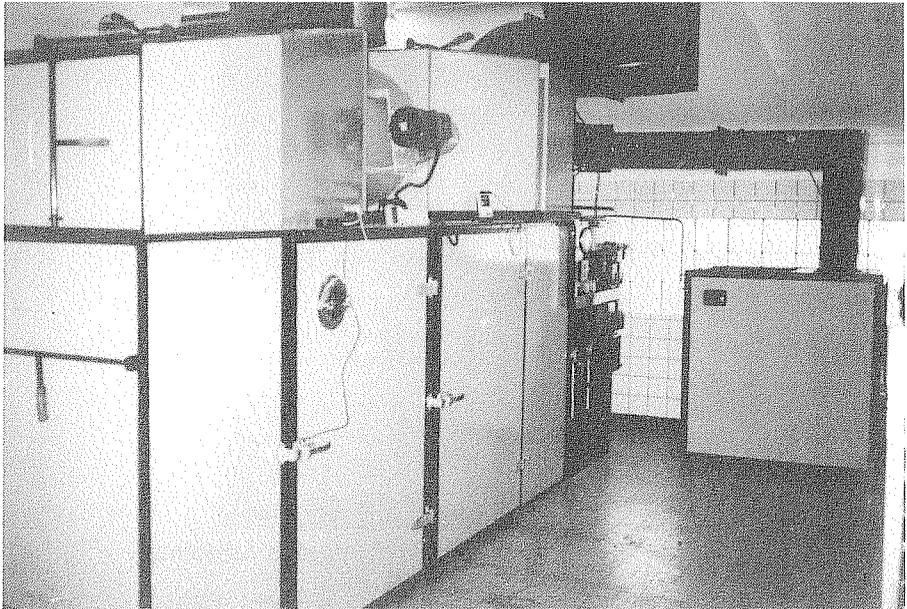


Figure 36 – Cellule de fumage « Afos » à 2 chariots

### **Problème posé et solution**

L'entreprise *Prodial* à Genève souhaitait disposer d'un matériel permettant la production de saumon fumé de qualité constante quelle que soit la période de l'année. L'installation ne permettait pas de maîtriser la température et l'hygrométrie. Deux solutions ont été étudiées : remplacement pur et simple de la cellule ou l'adaptation d'une climatisation.

La deuxième solution a été retenue pour les raisons suivantes :

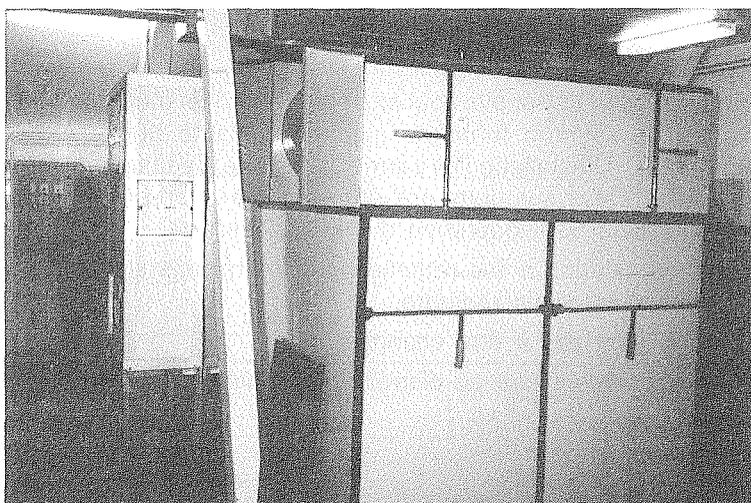
- coût environ quatre fois moindre,
- les chariots n'ont pas à être changés,
- il n'y a pratiquement pas eu d'arrêt de fabrication.

### **Installation**

L'entreprise *Miniclimate* a étudié un bloc de climatisation (P90 Miniclimate) permettant le traitement de l'air en circuit fermé pendant la phase de



*Figure 37 – Bloc climatiseur P 90 (Production Miniclíma)*



*Figure 38 – Bloc climatiseur P 90-Miniclíma et son armoire de régulation*

séchage. Ce bloc est composé d'un échangeur présentant une surface d'échange de 0,292 m<sup>2</sup>. Le ventilateur hélicoïde diamètre 500 mm permet un renouvellement de l'air de ( $V = 3 \text{ m/s}$ ) 3 000 m<sup>3</sup>/h sur l'échangeur avec une vitesse de rotation de 1 000 tours/minute. La commande de ventilation fonctionne indépendamment de celle de la cellule Afos. Le groupe frigorifique d'une puissance de 5 000 frigories par heure est à condensation à eau.

Le bloc de climatisation (dimension : 1,9 × 1,15 × 0,7) est installé sur le côté de la cellule Afos au niveau de la gaine de reprise d'air (Figures 38 et 39). Deux trous ont été pratiqués de manière à aspirer l'air par le bas (rectangle de 400 mm × 200 mm) et le restituer après passage sur la batterie froide (ouverture de Ø 500 mm). L'air refroidi est réchauffé par la résistance électrique d'origine située dans la gaine de ventilation.

La régulation de l'ensemble est commandée par deux sondes :

● La première pour la température (Figure 39 - Point 4) est un thermocouple relié à un régulateur électronique. L'emplacement judicieusement choisi se situe entre les deux chariots au niveau de l'«Aérofoil» central. Cet endroit a été retenu après plusieurs essais dans d'autres emplacements et représente l'emplacement idéal.

● La deuxième sonde (6 sur le schéma) (Figure 39 - Point 6) est celle de régulation humidité. Pour la première fois, nous utilisons un modèle de type « capacitif ». Selon la société Miniclimate, à condition de respecter des conditions d'hygiène stricte et quelques précautions, ce système ne pose pas de problèmes. Cependant, il va falloir être particulièrement vigilant pour l'entretien de ce matériel. L'avantage principal de ce type de sonde réside dans sa grande précision. Les inconvénients sont les suivants :

- elle ne résiste pas à une température supérieure à 70° C maximum. Il faut impérativement retirer cette sonde avant d'effectuer un fumage à chaud;
- elle craint l'eau et les produits détergents : il faut également penser à la mettre hors de portée lors des nettoyages;
- le revêtement de protection du capteur s'encrasse avec les goudrons, aussi faut-il penser à nettoyer pratiquement deux fois par semaine cette partie de la sonde.

La mesure d'hygrométrie est effectuée au niveau de la reprise d'air du climatiseur.

Cette régulation peut être remplacée par le système conventionnel « bulbes sec et humide » dans le cas d'une utilisation mixte de la cellule (froid et chaud).

## **Observations**

La mesure de vitesse d'air effectuée sur le chariot (en phase de séchage)

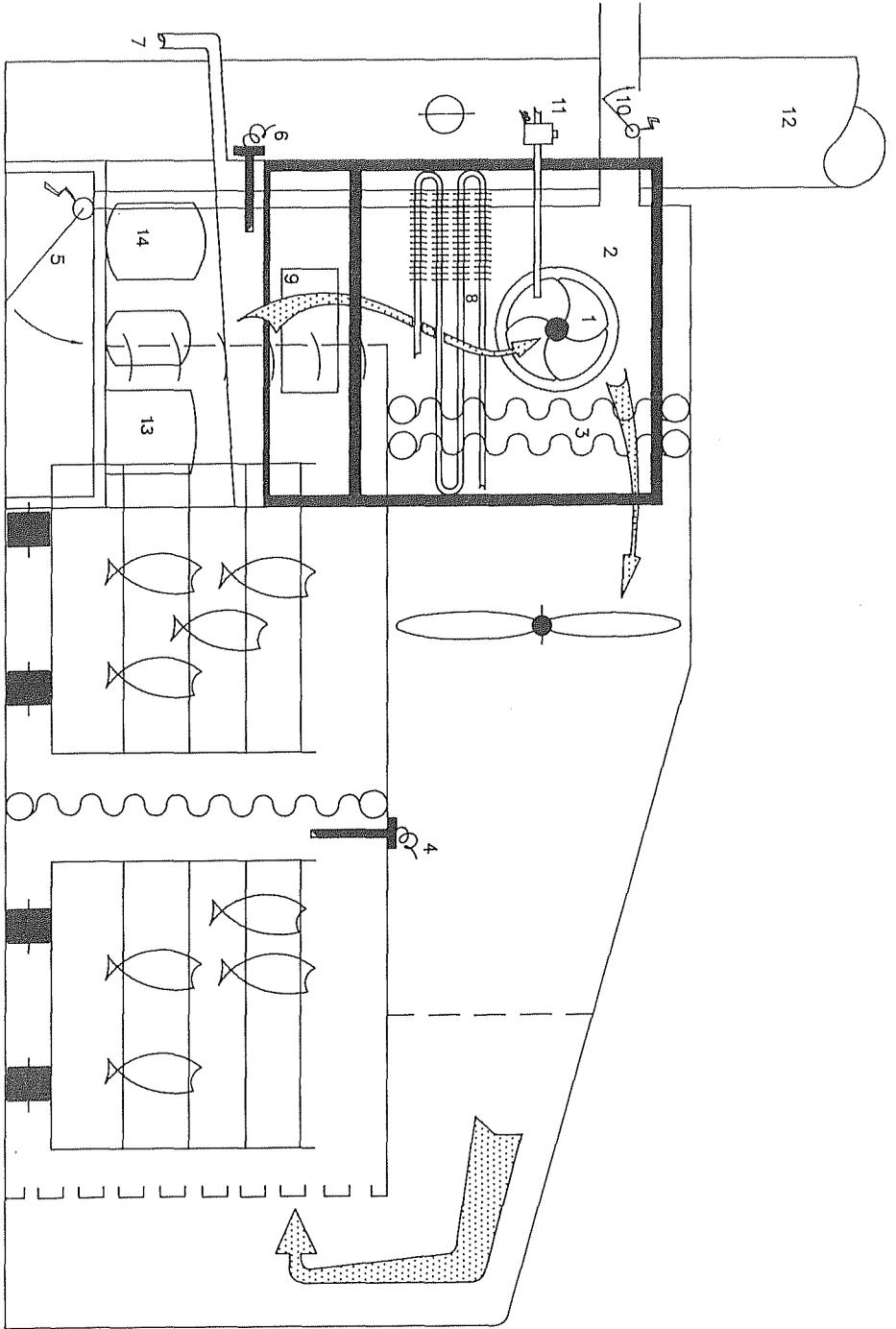


Figure 39 – Nomenclature du climatiseur installé sur cellule « Afos »

- 1 –Ventilation hélicoïde Ø 500 mm, 1 000 tr/mn, 2 900 m³/h, V. air, 3 m/s
- 2 –Caisson de réinjection d'air
- 3 –Résistance (2 × 8 Kw)
- 4 –Sonde de température
- 5 –Volet d'évacuation et de recyclage de l'air
- 6 –Sonde HR
- 7 –Evacuation des condensats
- 8 –Batterie froide : S = 0,292 m²
- 9 –Trappe de reprise d'air (400 × 200 mm)
- 10 –Volet d'arrivée de fumée
- 11 –Electrovanne de réhumidification
- 12 –Cheminée d'évacuation
- 13 –Groupe frigo : 5 000 frigories/h
- 14 –Refroidisseur à eau

n° 1, c'est-à-dire le premier en sortie de gaine de ventilation est de 5 m/s (niveau milieu du chariot plein) et sur le deuxième chariot au même endroit de 3,8 m/s.

La température est uniforme en tous points : à pleine charge, soit environ 400 kg de filets de saumon, on stabilise l'hygrométrie à 53 %, limite maximum au-dessous de laquelle l'installation ne peut descendre. En phase de fumage, on ne note pas d'incidence du groupe froid sur le fonctionnement du générateur de fumée, cependant il faut veiller à laisser libre le volet de tirage naturel de la cheminée d'évacuation.

### Automatismes

La cellule Afos est équipée de deux trappes : la première étant la prise d'air extérieure pour le séchage a été condamnée ne servant plus à rien dans ce système. Le volet bas est commandé par un vérin électrique ainsi que le volet d'admission de fumée.

En fin de phase de séchage, le volet inférieur s'ouvre ainsi que celui d'admission de fumée.

Le fonctionnement des volets se résume ainsi :

	Volet bas	Volet admission fumée
Stockage froid :		
+ 8° C.....	fermé	fermé
Séchage.....	fermé	fermé
Fumage.....	ouvert	ouvert
Stockage froid.....	fermé	fermé

Le volet fumage est en fait un « by pass » : dans la position « fermé » vers la cellule, il évacue les fumées du générateur dans la cheminée.

En cycle de stockage froid, le ventilateur de brassage de la cellule Afos est inopérant évitant ainsi de dessécher le produit. Sur ce mode de fonctionnement, la cellule (à pleine charge) descend à 8° C en 20 à 30 mn. Dans ce cas, le ventilateur du groupe froid brasse l'air constamment.

### **Armoire de commande**

Il s'agit d'une programmation à « 3 étages » utilisant les régulateurs d'HR et de température en commun. Deux pendules règlent les temps de cycle de séchage/fumage. Un programme horaire permet un démarrage différé.

Un microprocesseur de type « Jumo » peut également commander cet ensemble.

### **Conclusion**

Le bloc conditionneur P 90 "Miniclimate" satisfait pleinement aux objectifs fixés, c'est-à-dire la maîtrise de l'hygrométrie et de la température de la cellule « Afos ». D'une conception simple et robuste, l'ensemble installé exige peu d'entretien. Il ne faut pas négliger le nettoyage de la sonde d'hygrométrie et il faut vérifier périodiquement l'arrivée de la buse d'humidification située dans le caisson du bloc climatiseur.

La cellule Afos particulièrement adaptée au fumage du poisson grâce à une ventilation étudiée ne répondait pas aux nouvelles exigences imposées par le saumon *Salmo salar*. Essentiellement utilisé dans les pays nordiques et le nord de la France, pour fumer du hareng ou du saumon canadien à des températures de 32° C et 28° C, cet aménagement permet à moindre frais le fumage du *Salmo salar* dans de bonnes conditions.

Au niveau du produit, les essais pratiqués ont montré l'impossibilité de croûter. Ceci est d'une importance capitale, ce phénomène empêchant un séchage correct ainsi que la diffusion de la fumée. D'autre part, il n'y aura plus lieu de passer le couteau « Wizard » (lame rotative) sur les filets avant prétranchage. Cette opération présentait les inconvénients suivants :

- manipulation excessive des filets,
- retrait de la couche fumée assurant une partie de la conservation du produit,
- présentation à l'air libre de chair n'ayant subi qu'un traitement de séchage léger et appelée à être longuement manipulée (congélation, prétranchage, conditionnement).

### **Observations annexes**

En cas de panne de la climatisation, il est possible de revenir à un mode manuel de fonctionnement. Dans ce cas, il faut impérativement ouvrir le volet de prise d'air extérieur pour la phase de séchage et le fermer pour la phase de fumage. Pour le volet d'évacuation/recyclage, il s'agit de l'actionner à la main après l'avoir désolidarisé du vérin. La manœuvre est identique pour le vérin d'admission de fumée.

## ***Installation de séchage/fumage à chaud en continu***

Les poissons en filets sont disposés à plat sur des grils. Ces derniers sont entraînés par une bande transporteuse vers le séchoir/fumoir. L'accès dans ce dernier se fait à travers un sas empêchant la fumée de s'échapper dans la salle de travail.

Le produit est d'abord véhiculé dans une zone de séchage puis vers le fumage. La durée du passage est facilement réglable pour chaque produit.

Ce type d'installation est particulièrement adapté au poisson fumé mis en conserve (Figure 40).

En effet, après fumage et pré-cuisson, ce système en continu permet d'intégrer le séchoir-fumoir à une ligne d'emboîtage pouvant traiter jusqu'à 3 000 boîtes format « Hansa » à l'heure.

La production en poisson fumé peut aller de 225 kg/h à 900 kg/h selon l'importance de l'installation. Dans le domaine du poisson, cette technologie n'est pas actuellement utilisée en France.

## ***Comparaison des méthodes de fumage à chaud et de fumage à froid***

Dans **le cas du fumage à froid**, la température est maintenue entre 20 et 25° C et en aucun cas n'excède 28° C. Elle est régulée, soit par admission d'air frais, soit par passage de la fumée dans un échangeur.

La durée du traitement varie de 2 heures à 12 heures environ selon le type d'installation et le produit désiré. La chair du poisson reste crue.

Dans **le cas du fumage à chaud**, on cherche à cuire le poisson tout en lui donnant un goût fumé. On applique au produit un traitement dit de « cuisson-fumage progressif ». Les pertes de poids sont beaucoup plus élevées : 20 à 25 % contre 10 à 15 % dans le cas du fumage à froid. La durée du fumage est plus courte à la suite de l'augmentation importante de la vitesse de dépôt de la fumée dans les conditions de température et d'hygrométrie mises en application.

Dans le cas du fumage à chaud, la cuisson permet de faire exsuder les graisses. En règle générale, les poissons maigres sont fumés à froid, les poissons gras peuvent être fumés à chaud ou à froid.

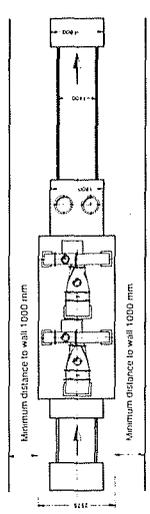
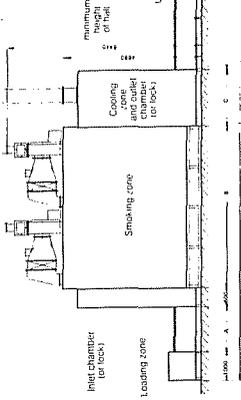
Les poissons dits « maigres », « demi-gras » ou « gras » ne correspondent pas à une classification des poissons par rapport aux autres aliments, mais plutôt à une classification permettant de les distinguer entre eux. On peut donner à titre d'exemple les teneurs en lipide de quelques types de poissons.

Poissons « maigres » : sole (0,05 à 0,4 %), bar (1 %), esturgeon (1,5 %), gadidés (1-2 %).

Poissons « demi-gras » : dorade (1 à 3 %), flétan (0,5 à 9,5 %), baudroie (7 %), mullet (3 à 14 %), chinchard (1 à 9 %).

Top	DA 1000	DA 2000	DA 3000	DA 4000
L	19700	16000	12400	10600
A	750	1500	2250	3000
B	2785	5475	8165	10795
C	1315	1925	2635	3205
D	2250	4500	6750	9000

Measurements in mm



	DA 1000	DA 2000	DA 3000	DA 4000
Workers required for loading	2	12	13	24
Workers required for unloading	6	42	41	39
Capacity with 30 mm process conveying desk/tn	225	450	675	900
Capacity with 35 mm process conveying desk/tn	1335	2650	3975	5300
House capacity 10,225 kg/drum				
Capacity with 35 mm process conveying desk/tn	53	49	48	46
Capacity with 40 mm process conveying desk/tn	183	386	579	772
House capacity 10,225 kg/drum	1140	2280	3420	4560
Capacity with 40 mm process conveying desk/tn	60	56	54	52
Capacity with 45 mm process conveying desk/tn	169	339	507	676
House capacity 10,225 kg/drum	1050	2100	3150	4200
Steam Connection	270	440	660	880
6 bar saturated steam t/tn	130	300	450	600
0.5-2.5 bar saturated steam t/tn	12	24	36	48
Inspection door top	1	2	3	4
Inspection door bottom	1	2	3	4
E heated pipes 500 mm Ø	2	2	3	4
Number of transport chutes	225	400	580	770

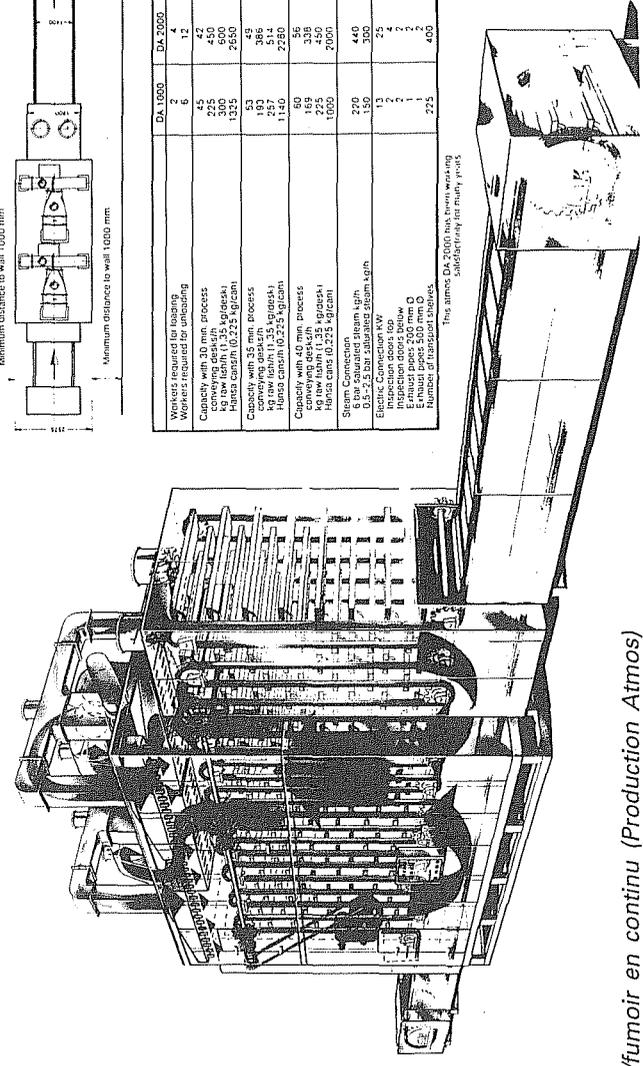


Figure 40 – Séchoir/fumoir en continu (Production Atmos)

## Comparaison des méthodes de fumage à chaud et à froid

Paramètres	Fumage à chaud	Fumage à froid
<i>Méthode</i>	<p>Le poisson est soumis à l'action combinée de la chaleur et de la fumée. Le but recherché est de cuire le poisson, tout en limitant la dessiccation de celui-ci.</p> <p>Anciennement, le poisson était exposé à la fumée non loin du foyer de combustion.</p> <p>Selon la distance, il était soumis à une température plus ou moins élevée. De cette manière, on déshydratait partiellement le poisson, le rendant ainsi plus ferme avant la cuisson. Sans cette phase, le poisson trop mou tombait dans le foyer.</p> <p>Actuellement, on procède à une élévation de température progressive grâce à l'action de résistances électriques.</p>	<p>Le poisson est préalablement plus ou moins séché à une température ne dépassant pas 28° C. Autrefois, le poisson se déshydratait au-dessus du feu, à une distance suffisante pour ne pas le cuire.</p> <p>Dans un second temps, le feu était étouffé avec de la sciure pour produire de la fumée.</p> <p>De nos jours, on effectue un séchage superficiel, en évitant de « croûter » le produit.</p> <p>Cette opération doit être conduite en surveillant les trois paramètres : ventilation, température et hygrométrie. Ensuite, le produit est fumé : la durée peut varier de quelques heures à plusieurs jours, suivant le matériel utilisé et le produit désiré.</p>
<i>Température</i>	<p>Le fumage à chaud se fait généralement en trois étapes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– une période de séchage-fumage à 30° C ;</li> <li>– une cuisson-fumage à 60° C ;</li> <li>– un séjour à température de 90/100° C pour cuire et faire exsuder les graisses : la température à cœur doit atteindre au minimum 65° C et ce pendant quelques minutes.</li> </ul>	<p>La température est de l'ordre de 22 à 26° C et ne dépasse jamais 28° C tout au long du traitement.</p> <p>Selon les régions, il est indispensable d'installer une batterie froide permettant de traiter le mélange air-fumée.</p>
<i>Durée</i>	<p>Une augmentation importante de la vitesse de dépôt de la fumée, due aux conditions d'hygrométrie et de température permet d'appliquer des temps plus courts que pour le fumage à froid. La fixation des produits résultants de la combustion du bois est maximale à la température de 75° C pour une humidité relative de 60 % (Nicolle, 1978).</p>	<p>La durée du traitement varie d'une installation à l'autre.</p> <p>Elle dépend du goût et de la couleur recherchés.</p>
<i>Hygrométrie</i>	<p>Il peut être nécessaire d'introduire de la vapeur ou un « spray » (mélange air-vapeur) afin d'augmenter l'hygrométrie. Dans le cas de températures élevées, on évite ainsi le séchage du produit.</p>	<p>Le degré hygrométrique est de 60 à 70 %.</p> <p>Sur les installations récentes, ce paramètre est contrôlé grâce aux climatiseurs.</p> <p>Avec les fumeurs classiques, la sciure doit être humidifiée.</p>
<i>Circulation de l'air</i>	<p>La ventilation doit être suffisante pour uniformiser la température dans la cellule.</p>	<p>Afin d'éviter le « croûtage », il est important de ne pas ventiler trop violemment l'enceinte.</p> <p>D'autre part, une ventilation trop forte peut provoquer un déséquilibre au niveau du foyer du générateur occasionnant par aspiration des risques d'incendie.</p>
<i>Conservation</i>	<p>La durée de conservation est relativement courte : la cuisson provoque la désorganisation des tissus du poisson et celui-ci devient plus sensible aux dégradations.</p> <p>De plus, la teneur en eau est encore élevée.</p> <p>La conservation, selon la nature du poisson, varie entre 8 et 10 jours (produit emballé sous vide et stocké à + 2° C).</p>	<p>La conservation du produit fini dépend de la teneur en sel, de la perte en eau occasionnée par le traitement et de l'intensité du fumage.</p> <p>En général, la durée de conservation est de 4 semaines à + 2° C (emballé sous vide).</p> <p>Le hareng saur se conserve plus longtemps car il est très salé et fortement séché/fumé.</p>
<i>Nuisance</i>	<p>Le 3-4 benzopyrène est présent en quantité 8 à 9 fois plus élevée dans les produits fumés à chaud.</p>	

Poissons « gras » : hareng (2 à 22 %), anguille (1 à 30 %), saumon (1 à 14 % et plus), sardine (2 à 20 %).

Parmi les espèces fumées à chaud, on citera :

- **Bückling** (Allemagne) : pour la préparation de ce produit, on utilise des harengs frais ou congelés de bonne qualité. Le poisson est traité entier, avec ses entrailles, la laitance ou les œufs laissés à leur place. Le hareng qui a été salé à bord des bateaux est également utilisé, à condition de le dessaler dans l'eau douce avant traitement.
- **Maquereaux** : la technologie est identique à celle utilisée pour le Bückling, cependant, le poisson est préalablement vidé.
- **Sprats** : après saumurage (20 mn en saumure saturée) et égouttage, on le fume pendu sur des baguettes minces passées au travers des yeux (45 mn environ à 30/40° C puis 1 h 30 à 60/90° C).
- **Anchois** : vidés et étêtés.
- **Sardines** : vidées.
- **Anguilles** : vidées (voir technique chapitre suivant).
- **Truites** : vidées ou en filets (voir technique chapitre suivant).

### ***Le fumage électrostatique***

Dans ce procédé, les particules qui composent la fumée sont soumises à l'action d'un champ électrique. Il est possible ainsi de réduire considérablement les durées de fumage, en précipitant les composés de la fumée sur le produit (Girard, Talon, Sirami, 1982). L'ionisation des particules est réalisée par le passage de celle-ci sur une électrode, l'autre électrode étant le chariot de fumage relié à la masse. L'intensité du courant de passage est inférieur à 1 mA et la tension est de 15 à 20 000 V. Les durées de fumage sont réduites à quelques minutes.

Il existe des installations (essentiellement aux Etats-Unis) utilisant ce procédé en continu, dans le domaine de la salaison. Dans le cas du poisson, l'inconvénient principal est qu'il est nécessaire, de toute façon, de sécher un temps plus ou moins long, avant et pendant le fumage.

D'autre part, cette technologie nécessite des mesures de protection du personnel en raison des risques de courts-circuits inévitables.

La méthode de fumage électrostatique du poisson n'est pas encore appliquée en France.

### ***Utilisation d'arôme de fumée***

Cette méthode consiste à déposer sur le produit un arôme naturel de fumée. Cet arôme est obtenu par condensation de fumée ou par dilution de fumée dans de l'eau. Dans ce dernier cas, la fumée circulant dans une

tour passe à contre-courant dans de l'eau, récupérée par la suite. Les arômes de fumée sont vendus sous forme de solution ou à l'état pulvérulent.

L'utilisation se fait par trempage direct du poisson dans une solution pendant une durée variable (60 secondes). Cette méthode donne une couleur satisfaisante au produit mais la saveur de fumée est très faible.

Une autre méthode consiste à pulvériser l'arôme à l'aide d'un mélange produit-air sous pression. On obtient ainsi un brouillard ayant l'aspect de la fumée. Les résultats obtenus se rapprochent davantage d'un produit fumé de façon classique.

La législation française permet l'emploi de ces arômes, à condition que soit portée sur le produit, la mention : « au goût fumé » ou arôme fumé ».

## Parage

Les filets après fumage sont débarrassés de la pellicule formée en surface pendant le séchage/fumage. Cette opération n'intervient que dans le cas d'utilisation de cellule non climatisée. Ce travail est accompli manuellement (couteaux) ou à l'aide de couteaux électriques circulaires « Whizard » (Figure 41).

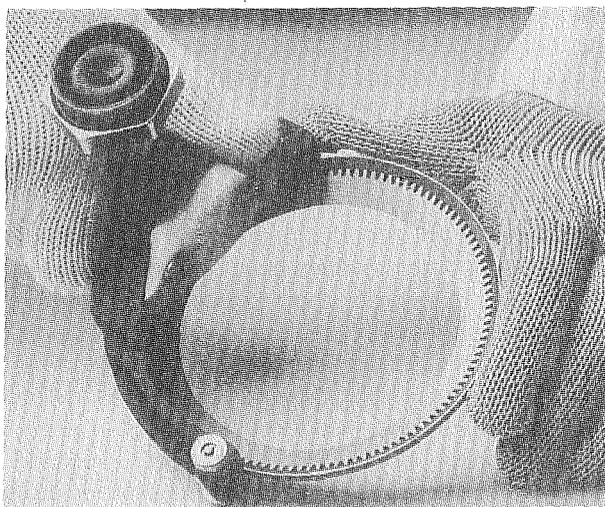


Figure 41 – Couteau circulaire Whizard (Production Sté Bettcher, Suisse)

Ce type d'appareil permet également d'ôter la graisse en excédent sur la partie dorsale, ainsi que les éventuelles traces de chute de goudron ou résidus de combustion déposées sur la surface des filets. Cet appareil à lame rotative ne doit être lubrifié qu'à l'aide de graisse alimentaire. Son démontage aisé ne pose pas de problème et doit être effectué après chaque utilisation en vue d'être désinfecté.

Le parage consiste également à retirer les arêtes afin de limiter les risques de perforation des sachets.

# Conditionnement

## ***Poissons ou filets entiers***

La mise sous vide doit s'effectuer lorsque le produit est suffisamment refroidi. Sa température doit correspondre à celle de la salle de conditionnement (12° C) pour éviter des phénomènes de condensation à l'intérieur du sachet.

Les sachets en plastique étanches aux liquides et aux gaz participent à la durée de conservation.

- L'étiquetage et la pesée doivent avoir lieu en salle climatisée.
- Les produits sont conditionnés sous vide essentiellement sous trois formes : sachet sous vide, sous « skin » (film thermorétractable) et en barquettes plastiques (type Dyno, etc.).

## ***Prétranchage : saumon, thon, espadon***

Environ 80 % de la production de saumon fumé est présentée prétranchée, ce qui signifie que 8 à 9 000 t de filets fumés doivent être traitées de cette façon. Cette opération est réalisée à la main chez les petits artisans et quelques industriels soucieux de présenter un produit « artisanal ». Cette façon de procéder exige beaucoup de main-d'œuvre et les produits finis ne sont pas toujours réguliers en qualité. En effet, le saumon fumé est un produit « festif » et de ce fait les entreprises font appel à un personnel saisonnier souvent non formé pour réaliser cette opération. Afin de répondre aux exigences de production et aussi pour livrer un produit de qualité constante, les industriels utilisent des machines leur permettant de trancher et quelquefois de reconstituer les filets avec dépose automatique de feuilles intercalaires. Dans ce cas, le produit est partiellement « durci » ou « croûté » (on ne parle pas de congélation, puisque la température atteinte à cœur varie de - 7° C à - 14° C selon les cas). Cette pratique est inévitable à l'heure actuelle avec les techniques utilisées : lames rotatives ou lames de scie à ruban. A cette fin, l'utilisation d'un tunnel à - 40° C est idéale. Un temps de passage de 20 à 25 mn suffit, dans le cas de planches de saumon de calibre 6/9 pour que la température à cœur atteigne - 8° C.

Avant le prétranchage, la peau est ôtée soit manuellement par arrachage ou mécaniquement à l'aide d'une peleuse de type Varlet, Cretel, Baader 52, FICCSS29. Dans certains cas, cette peau est réintroduite après tranchage sous le filet pour des raisons de présentation.

Plusieurs fabricants comme Maas, Geba, Salmco, Varlet proposent des trancheurs, et ce depuis quelques années. Certaines grosses entreprises françaises de fumage ont fait réaliser des machines adaptées à leur production. Cette opération est une phase importante du procédé de fabrication de cette semi-conservé et justifie la présentation de quelques matériels parmi les plus performants sur le marché.

**Trancheurs Maas :** Cette société allemande (RFA) a installé en France plus de 50 machines entre 1984 et 1989. Elle est le leader sur ce marché. Le trancheur Maas (Figure 42) est proposé avec tapis de réception, machine de reconstitution et pose automatique de feuillets entre chaque tranche et/ou avec contrôle de poids pour le conditionnement en poids constant. Dans ce dernier cas, le système Maas Salmpn « Checkweigher » contrôle jusqu'à 140 tranches à la minute. L'ensemble est contrôlé par un microprocesseur, les informations sont transmises au trancheur et par la correction de l'angle de coupe, on obtient des tranches de poids identique. Chaque fois que le poids déterminé est atteint, une commande automatique effectue la séparation.

Les avantages de ce système peuvent se résumer ainsi :

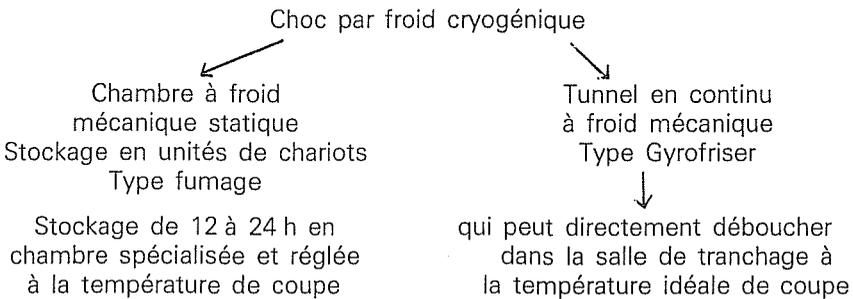
- gain de matière grâce à une limitation des pertes,
- qualité accrue par le poids constant des tranches,
- rendement supérieur, le contrôle manuel étant superflu.

Les points essentiels à respecter afin d'obtenir un bon tranchage avec parfaite reconstitution des filets de saumon (communication société AIAA, Agencement industriel agro-alimentaire, importateur en France).

**Préparation :**

Au cours des opérations de filetage, salage, fumage, il est très important que les filets restent bien en ligne et bien à plat sur les claies.

**Surgélation,** deux méthodes sont à retenir :



Exemple des températures de coupe :  
 Canadien : - 7° à - 9° C  
 Norvégien : - 10° à - 14° C  
 (suivant taille des filets et teneur en gras)

En marge de ce trancheur, ce constructeur propose également un trancheur adapté aux petites fabrications : le modèle 834 autorisant un débit de 50 tranches à la minute.

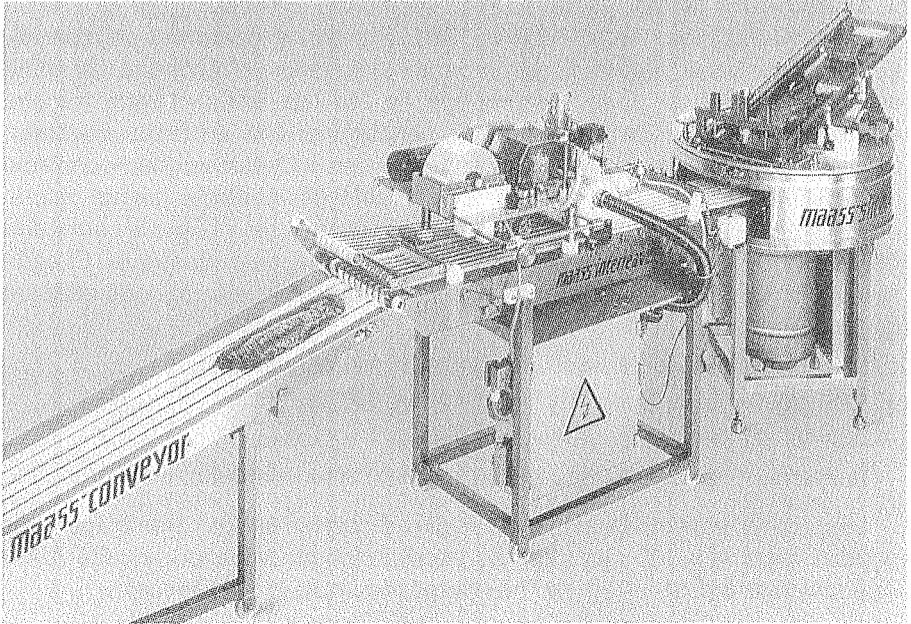


Figure 42 – Trancheur Mass avec reconstitution automatique

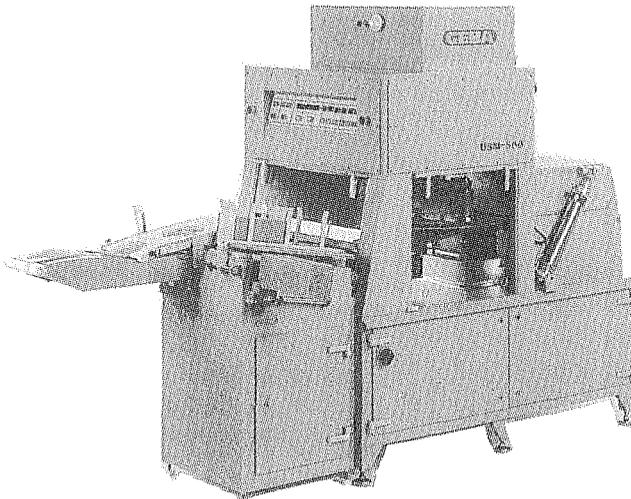


Figure 43 – Trancheur Geba USM 500

**Trancheurs Geba :** Cette société allemande (RFA) récente propose un matériel concurrent de la précédente. Le modèle LSM 400 peut être intégré en ligne avec un tunnel de durcissement au CO<sub>2</sub> proposé par ce même fabricant. Ce constructeur présente depuis fin 1989 une machine référencée USM 500 (Figure 43) permettant le traitement de 1 à 2 tonnes par jour. Ce

modèle autorise également le contrôle du poids. Une conditionneuse en sachet peut être intégrée directement en sortie de machine.

Plus avancé le modèle récent WSM 200 (Figure 44) est la première machine à trancher et reconstituer sans durcissement préalable du produit. Le procédé nouveau est basé sur l'utilisation d'un couteau oscillant de 300 mm de largeur. L'épaisseur de la tranche peut être réglée de 0 à 20 mm et le débit varie de 30 à 60 tranches à la minute. La température de travail est comprise entre + 5° C et - 4° C.

**Autres trancheurs :** La société Varlet (France) propose un trancheur depuis de très nombreuses années. Le trancheur VO5 permet une cadence de travail de 11 à 55 coups/mn avec une épaisseur de tranche de 0 à 12 mm.

Salmco propose des petites machines destinées aux unités artisanales.

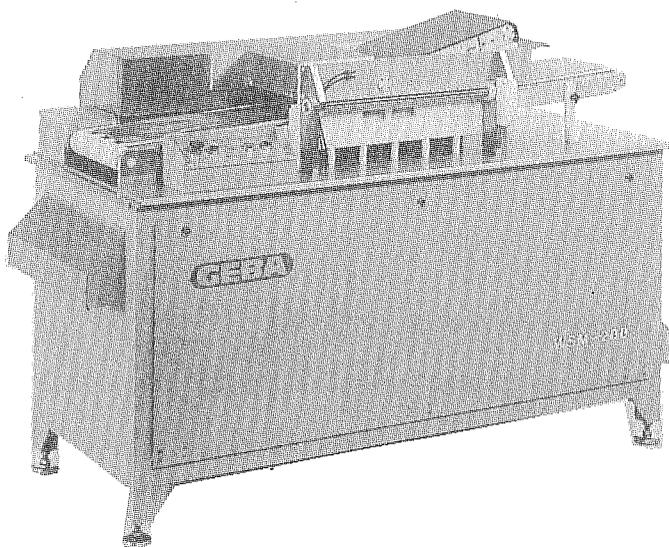


Figure 44 – Trancheur Geba VSM 200 (produits non congelés)

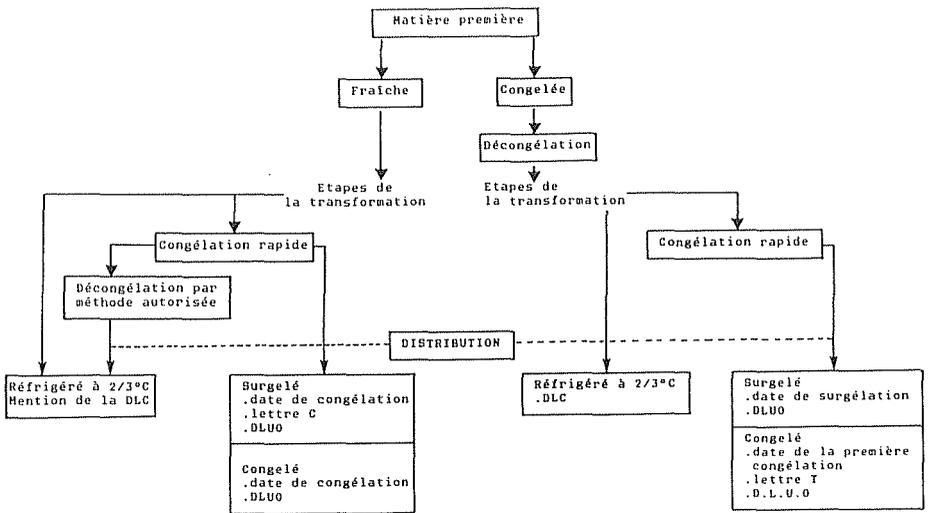
## Distribution

- Deux cas de figures se présentent en fin de cycle de transformation :
- expédition du produit fini immédiatement en frais;
  - stockage en chambre négative à - 20° C après une congélation rapide.

Cependant, il faut savoir que des obligations réglementaires sont à respecter. Le diagramme des filières autorisées ci-joint décrit tous les modes de vente autorisés en fonction de l'origine de la matière première (fraîche ou congelée).

En annexe (n° 9), la note vétérinaire du 17 octobre 1989 donne toutes les précisions concernant ce diagramme.

Filières autorisées en distribution en fonction de la matière première



### Vente à l'état réfrigéré (2/3° C)

La flore bactérienne du poisson fumé étant surtout constituée de germes psychrophiles, le stockage à une température de 2/3° C maximum doit intervenir immédiatement.

D'autre part, le conditionnement sous vide inhibe le développement des germes aérobies mais favorise le développement de la flore micro-aérophile et anaérobie. Au stade de la fabrication, il faut éviter la formation d'exsudat dû en partie aux congélations et décongélations des opérations antérieures.

Toute rupture de la chaîne du froid est à éviter au cours du stockage, du transport et de la distribution.

Les produits finis doivent être expédiés rapidement.

#### La conservation du poisson fumé est liée :

– aux contaminations bactériennes

La qualité microbiologique du produit fini dépend de celle de la matière première et des soins apportés à chaque stade du traitement.

En effet, le salage, séchage et fumage ont un rôle inhibiteur et non stérilisateur. Comme d'autres traitements conservateurs, la technologie du fumage ne permet pas d'obtenir un produit de bonne qualité à partir d'une matière première contaminée.

– à la composition chimique finale

Pour assurer une bonne stabilisation, chaque opération doit être menée avec rigueur : salage correct ( $\tau$  ou = 3 %), séchage suffisant pour diminuer la teneur en eau (8 à 12 % de retrait d'eau en fonction de la teneur en lipide de la matière première), et fumage conduisant à une teneur en phénols totaux de 2 mg %g, environ.

D'autre part, le taux de lipides reste un facteur important pour la limite de durée de conservation (oxydation).

– *aux facteurs technologiques*

Ils ont été développés dans l'analyse de la fabrication.

En règle générale, le poisson fumé à froid, s'il est d'excellente qualité en fin de fabrication, se conserve quatre semaines, entreposé à 2/3° C.

En admettant que le consommateur veuille garder le produit dans son réfrigérateur durant une semaine, la date limite de consommation (DLC conseillée) à indiquer est de trois semaines maximum.

### ***Vente à l'état réfrigéré après stockage en congelé et décongélation en usine***

Dans le cas du stockage à l'état congelé, une température de – 30° C est souhaitable.

Il est préférable de disposer les sachets sur des étagères plutôt que dans des caisses en polystyrène (écran thermique).

La congélation, après transformation, en vue d'un stockage pour faire face à la demande en période de fête est souvent inévitable, mais elle ne peut être pratiquée que sur un produit frais, si le fabricant désire vendre le produit fumé à l'état décongelé (note DSV du 17 octobre 1989, Annexe 9).

Une comparaison a été effectuée à l'IFREMER entre deux lots de saumons fumés traités dans les mêmes conditions. Le premier lot a été stocké à 2/3° C aussitôt après transformation et le deuxième congelé à – 20° C pendant trois mois puis décongelé et stocké à 2/3° C. On a constaté ainsi que le premier lot pouvait afficher une DLC (Date limite de consommation) de quatre semaines contre trois semaines pour le second. On a pu constater également une dégradation au niveau de la texture et de la saveur sur le deuxième lot.

L'effet conservateur des opérations de salage/séchage/fumage est atténué par l'entreposage à – 30° C. Le double choc thermique et les manipulations supplémentaires altèrent la qualité du produit.

Au stade de la distribution, il faut tenir compte de cette pratique et dans ce cas, diminuer d'une semaine la date d'utilisation optimale de ce produit par rapport à du saumon fumé emballé sous vide et directement stocké à + 2° C (Cosnard *et al.*, 1984).

## **Observations relatives au poisson prétranché (Tableau 11)**

La durée de conservation du poisson prétranché est sensiblement plus réduite que celle du poisson entier et ce, pour plusieurs raisons :

- la décongélation partielle désorganise la structure du poisson et le rend plus mou;
- la contamination est plus élevée que pour un filet entier, du fait des nombreuses manipulations, en particulier au niveau de la trancheuse (source potentielle de contamination microbienne);
- la durée qui s'écoule entre le fumage et la mise sous vide est plus longue;
- la chair de poisson de grosse taille (thon, saumon, espadon, etc.) peu salée et peu fumée à cœur, et inévitablement contaminée au cours du prétranchage, peut permettre après la mise sous vide le développement d'une flore anaérobie putréfiante.

Afin d'éviter tout accident avec ce type de produit, il est indispensable de surveiller particulièrement toutes les phases de sa préparation et de ne pas prétrancher des filets qui paraissent insuffisamment salés, séchés ou fumés.

**La matière première destinée au prétranchage doit être d'excellente qualité. Il vaut mieux un poisson congelé et décongelé dans de bonnes conditions, plutôt qu'un poisson ayant plusieurs jours de glace (plus de huit jours après la pêche).**

	<b>Saumon fumé prétranché</b>	<b>Saumon fumé entier</b>
Prélèvements.....	25 g	25 g
Aérobioses 10° C – colonies/lg....	–	–
Aérobioses 20° C – colonies/lg....	55 000 000	25 000
Anaérobiose gaz + – colonies/lg ..	–	–
Spores de clostridies $S_{O_3}+$ .....	– /lg	– /lg
Coliformes .....	innombrables dans 0,2 g	– /0,2 g
E. coli .....	– /g	– /lg
Entérobactéries.....	+ /lg	+ /15 g
Entérobactéries – Numération.....	–	–
Entérobactéries – Identification....	Serratia liquefaciens Enterobacter cloacae	Enterobactercloacae Citrobacter freundii
Aérobiose-colonies/lg.....	35 000 000	15 000
Entérocoques.....	50 /lg	5 /lg
Staphylocoques pathogènes .....	– /lg	– /lg
Levures.....	– /0,02 g	– /0,02 g
Moisissures .....	– /0,02 g	– /0,02 g
Lipidolytiques.....	innombrables dans 0,02 g	500 colonies/lg
Lactobacilles .....	–	–

Tableau 11 – Comparaison de contamination d'un saumon fumé prétranché et d'un saumon fumé entier (Colin Y., 1980).

## ***L'ionisation des produits fumés***

Avertissement :

*Applications au saumon et point de vue du Département Utilisation et Valorisation des Produits de l'IFREMER (Etude du laboratoire Technologie de Traitement, janvier 1989).*

Ces vingt dernières années, et en particulier depuis 1980 où les experts du Comité Mixte FAO/JAEAWHO ont affirmé l'innocuité des produits alimentaires ionisés, les études relatives à ce type de traitement se sont multipliées.

L'ionisation a deux objectifs : améliorer la qualité hygiénique des denrées par destruction des germes pathogènes et accroître la durée de conservation par réduction de la flore d'altération.

Plusieurs types de produits subissent désormais ce traitement, en France et à l'étranger, (épices, légumes déshydratés, viande séparée mécaniquement, etc.) et les demandes d'autorisation sont de plus en plus nombreuses.

Une étude précédente menée par le Département « Utilisation et Valorisation des Produits » de l'IFREMER, soutenue par le FIOM, avait déjà permis de mettre en évidence l'intérêt de l'application d'une telle technique sur des filets de poisson frais conditionnés sous vide.

Nous avons alors envisagé l'ionisation dans le cas du saumon fumé tranché pré-emballé sous vide, avec un objectif sanitaire d'une part et afin de prolonger la durée de conservation d'autre part.

La technologie de ce type de semi-conserve impose en effet de nombreuses manipulations, sources de contamination. De plus, les goûts actuels des consommateurs ont conduit les industriels à diminuer l'intensité des traitements conservateurs (salage, séchage, fumage).

Or, la consommation du saumon fumé, en France, reste encore assez saisonnière et à connotation festive. Dans cette conjoncture, la faible durée de conservation de ce produit (trois à quatre semaines à 2/3° C) pose de nombreux problèmes de commercialisation qu'une DLC (date limite de consommation) portée à six semaines pourrait contribuer à résoudre.

### ***Préparation des échantillons***

Afin d'être significatifs, les essais ont porté sur des échantillons préparés industriellement.

Le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*), à teneur en lipides élevée, a été choisi afin de mettre en évidence d'éventuels phénomènes d'oxydation dus à l'ionisation.

Le process traditionnel français a été appliqué au poisson :

- filetage manuel,
- salage en sel sec,

- rinçage à l'eau,
- séchage à froid en enceinte climatisée,
- fumage à froid en enceinte climatisée,
- congélation partielle destinée à durcir le produit,
- tranchage mécanique,
- conditionnement.

Chaque échantillon conditionné sous vide était constitué d'un sachet « façon traiteur » d'environ 500 g.

Le transport des échantillons a été effectué en respectant scrupuleusement les conditions de froid (0° + 1° C).

### ***Ionisation***

Lors de l'ionisation, les produits sont soumis à l'action de rayonnements qui, par des réactions énergétiques, en particulier au niveau des molécules d'eau, conduisent à la formation d'ions et de radicaux libres.

Les systèmes enzymatiques sont alors perturbés à la fois dans le produit et chez les micro-organismes présents.

Les radiations ionisantes peuvent être les rayons gamma provenant du Cobalt 60 ou du Caesium 137 ou bien les faisceaux d'électrons.

Ces derniers sont produits par des équipements électriques qui émettent un rayonnement constitué par des électrons arrachés à une cathode, accélérés par un champ électrique et rassemblés en un faisceau mono-directionnel.

Ce type d'appareil a été choisi pour l'ionisation de nos échantillons, principalement en raison de la brièveté de la durée de traitement (3 à 4 mm), qui évite au produit toute fluctuation de température.

L'accélérateur CIRCEI du Laboratoire Caric, produit un faisceau d'énergie moyenne de 6,1 MeV, ce qui limite l'épaisseur traversée à environ 2 cm pour un échantillon de densité égale à 1.

Les sachets de saumon fumé remplissent ces conditions. Pour des produits d'épaisseur comprise entre 2 et 4 cm un traitement double face serait nécessaire.

Le nouvel accélérateur CIRCEII, d'énergie 10 MeV, permettra d'ioniser des produits de 3,5 cm d'épaisseur, en un seul passage.

Pour obtenir une réduction sensible de la charge microbienne, des doses inférieures ou égales à 5 kGy sont recommandées. On effectue alors une « radurisation ».

Cependant, l'étude que nous avons effectuée sur le poisson frais, avait mis en évidence des modifications notables au niveau organoleptique pour des doses de 3 kGy. Nous nous sommes donc limités à 1 et 2 kGy pour le saumon fumé.

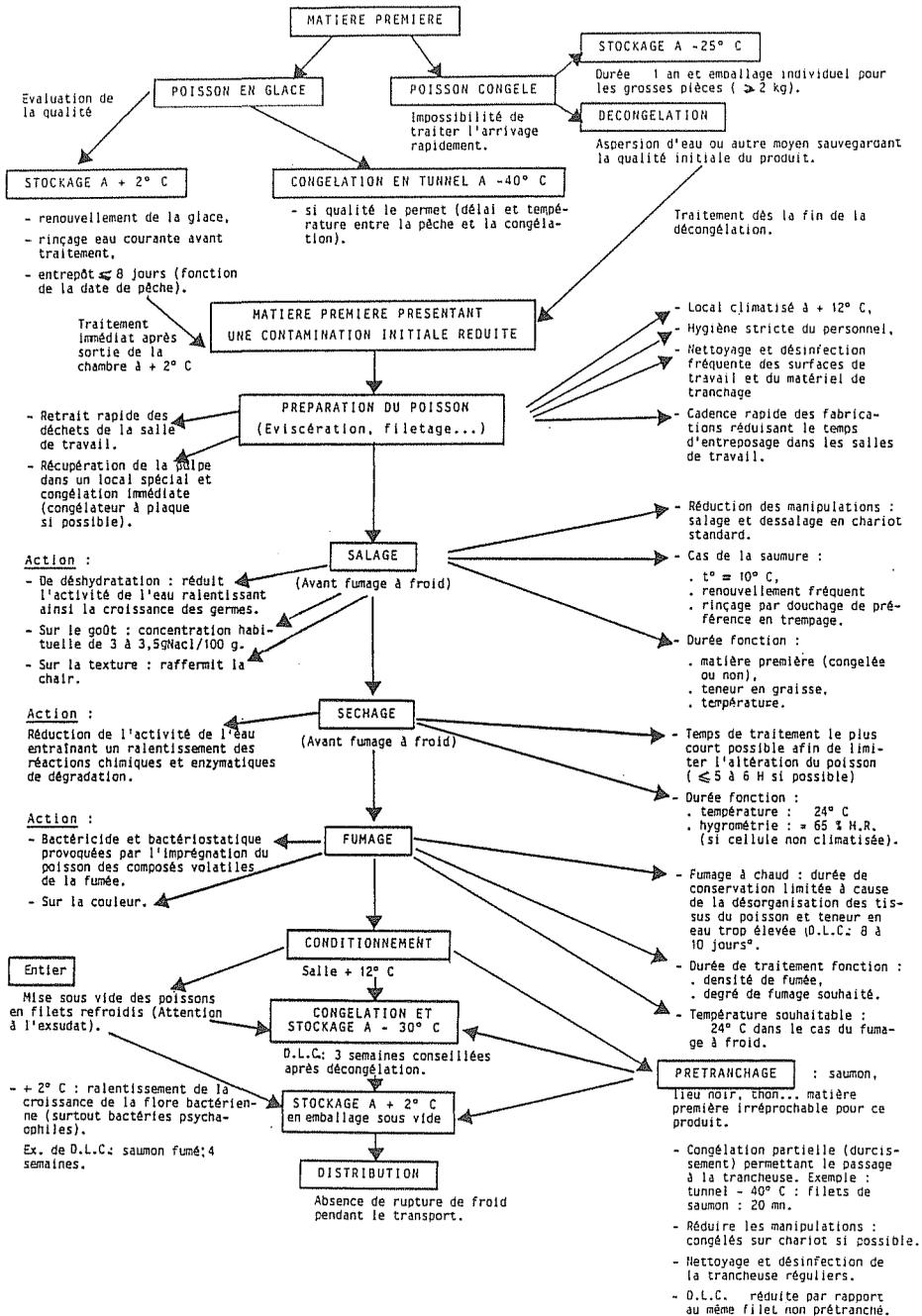


Tableau 12 – Organisation du fumage – Rôle de chaque phase de traitement

La vitesse du convoyeur qui achemine les produits sous l'accélérateur détermine la dose absorbée.

## **Conclusion**

Les travaux réalisés au cours de cette série de dix semaines d'analyses montrent que les radiations ionisantes permettent en réduisant la flore d'altération, de prolonger la durée de conservation du saumon fumé pré-tranché.

Les doses de 1 et 2 kGy ont été testées. Elles sont toutes deux efficaces. Le choix doit s'effectuer selon le but recherché. Cependant, la dose de 2 kGy ne doit pas être dépassée, sous peine d'entraîner des modifications de couleur trop marquées. Les autres modifications au niveau organoleptique sont sans commune mesure avec celles observées dans le cas du poisson frais ionisé. Aucun phénomène d'oxydation marqué n'a été relevé.

Dans les conditions utilisées, une durée de conservation de six semaines pour le *Salmo salar* est donc une réalité en ayant à l'esprit la nécessité du respect d'une chaîne du froid stricte.

L'apparition de l'ionisation devrait représenter une évolution importante dans le traitement des produits alimentaires. Le poisson frais ou fumé, qui est un produit particulièrement sensible à l'altération bactérienne, devrait en être un bénéficiaire important.

On peut imaginer des répercussions importantes sur le marché du saumon fumé dont la production pourrait débuter début décembre et couvrir largement la période des fêtes sans risquer les inévitables « retours » du fait d'une DLC dépassée.

Cependant l'utilisation de l'ionisation doit être envisagée avec prudence. Elle pourrait en effet conduire indirectement à un relâchement des règles d'hygiène, ce qui serait inacceptable en même temps que négatif pour le développement de cette technologie.

Or, il faut signaler qu'aux doses de 1 à 2 kGy, cette technologie est sans effet sur les spores de certains germes pathogènes, et de toutes façons inefficace vis-à-vis des toxines qui peuvent produire leur forme végétative.

D'autres études devront être menées en particulier en relation avec la radiorésistance de *Clostridium botulinum*.

Dans la mesure où les industriels montreraient un intérêt marqué pour cette technique, il conviendrait d'approfondir l'étude bactériologique afin de constituer un dossier de demande d'autorisation auprès de l'Administration.

Notons cependant la réticence de certains pays européens face à cette technique, dont notamment la RFA.

## **II. ETUDE D'UN ATELIER DE FABRICATION**

---

### **Projet d'atelier**

*Chambre de stockage de la matière première fraîche*  
*Chambre de stockage de la matière première congelée*  
*Salle de décongélation*  
*Salle de travail*  
*Salle de fumage*  
*Chambre de stockage des produits finis*  
*pour expédition rapide*  
*Chambre de stockage des produits finis congelés*  
*Locaux annexes*  
*Récapitulatif*

### **Exemples de réalisation d'ateliers**

*Plan type et équipement standard*  
*Choix de l'équipement*

*Tables de travail*  
*Plaques de découpe*  
*Couteaux*  
*Bacs de saumures*  
*Lavabos réglementaires*  
*Dispositif de stérilisation*  
*Trancheuse*  
*Scelleuse sous vide*  
*Séchoir fumoir*

*Atelier de dimensions moyennes*  
*Atelier de petites dimensions*



La réglementation des conditions d'hygiène applicables aux établissements dans lesquels sont préparés ou transformés des produits de la mer et d'eau douce est donnée en annexe 5.

Deux thèmes principaux peuvent guider cette étude : l'hygiène et la productivité. Ils sont compatibles et finalement intimement liés.

### **Hygiène**

- Réduction du temps de passage du produit
- Pas de « court circuit » dans la fabrication
- Nettoyage facile du matériel
- Séparation produits frais/produits finis au stockage
- Manipulations minimales du poisson

### **Productivité**

- Cadence de fabrication (attente minimale entre chaque phase)
- Déplacements réduits du personnel
- Entretien facile des machines (dépannage, révision)

Le plan de l'atelier doit tenir compte de ces impératifs. L'usage du chariot standard de la cellule séchage/fumage est indispensable pour diminuer considérablement les manipulations tout au long de la fabrication.

## **Projet d'atelier**

L'objectif est de réaliser un atelier de fumage à froid (avec possibilité de fumage à chaud), en envisageant de fabriquer 390 kg de produits finis par jour (saumon ou autres espèces).

La matière première est de préférence du poisson frais (non congelé), dont l'approvisionnement se fait au rythme de deux fois par semaine.

Cependant, compte tenu des aléas d'arrivée, il est souhaitable de disposer d'une réserve de poisson congelé de dix jours environ.

Avec ces éléments, le volume des chambres froides nécessaires pour entreposer la matière première peut d'ores et déjà être calculé (Figure 45).

### ***Chambre de stockage de la matière première fraîche (+ 2/3° C)***

Le volume est calculé sur la base de 250 kg/m<sup>3</sup> : remplissage tenant compte de l'agencement de la chambre (circulation de l'air entre les caisses et déplacement du personnel).

La quantité de matière première à traiter par jour est déduite de la quantité de produits finis, en tenant compte des pertes se produisant à chaque étape du traitement.

Les pertes au séchage/fumage peuvent être évaluées à 12 % maximum dans le cas du fumage à froid. La quantité de poisson à rentrer dans la cellule est de :

$$\frac{390 \times 100}{88} = 440 \text{ kg}$$

88

La perte à la transformation, toutes opérations confondues, étêtage, éviscération et filetage, peut être estimée à 50 %. Le coefficient de 50 % est à modifier si l'on utilise une matière première congelée déjà étêtée et éviscérée (ex. : saumon du Pacifique).

A raison de deux approvisionnements par semaine et de cinq jours de travail, on peut être amené à stocker au maximum trois jours de matière première fraîche soit :  $880 \times 3 = 2\,640 \text{ kg}$ . Le volume de la chambre froide doit être de :  $2\,640 \div 250 = 10 \text{ m}^3$  environ.

### ***Chambre de stockage de la matière première congelée (- 20° C)***

Pour une réserve de dix jours de travail, en considérant le poisson entier, il faut  $880 \times 10 = 8\,800 \text{ kg}$ .

A raison de 250 à 300 kg/m<sup>3</sup>, le volume de la chambre doit être de :  $8\,800 \div 275 = 32 \text{ m}^3$ .

### ***Salle de décongélation***

On doit pouvoir y décongeler la matière première nécessaire à une journée de travail (880 kg).

Avec le système d'aspersion d'eau et en disposant les poissons sur trois ou quatre chariots standard de 1 m × 1 m × 2 m, il suffit d'un local, conçu comme une chambre froide (revêtement), de 5 m<sup>2</sup> au sol environ, en tenant compte des manœuvres des chariots.

### ***Salle de travail***

Celle-ci doit être séparée en deux parties bien distinctes (Figure 46) :

- une zone de préparation du poisson, avec les postes suivants :
  - lavage du poisson (dans le cas de poisson frais),
  - table de filetage,
  - salage : sur table, sur chariot, ou en bac de saumure,
  - boudruchage (éventuellement),
  - zone de chargement des chariots.

- une zone de conditionnement du produit fini comprenant les postes de :
  - parage,
  - tranchage (si besoin) (table de 2,40 × 0,80 avec évier et douchette),
  - reconstitution (si besoin),
  - mise en sachet,

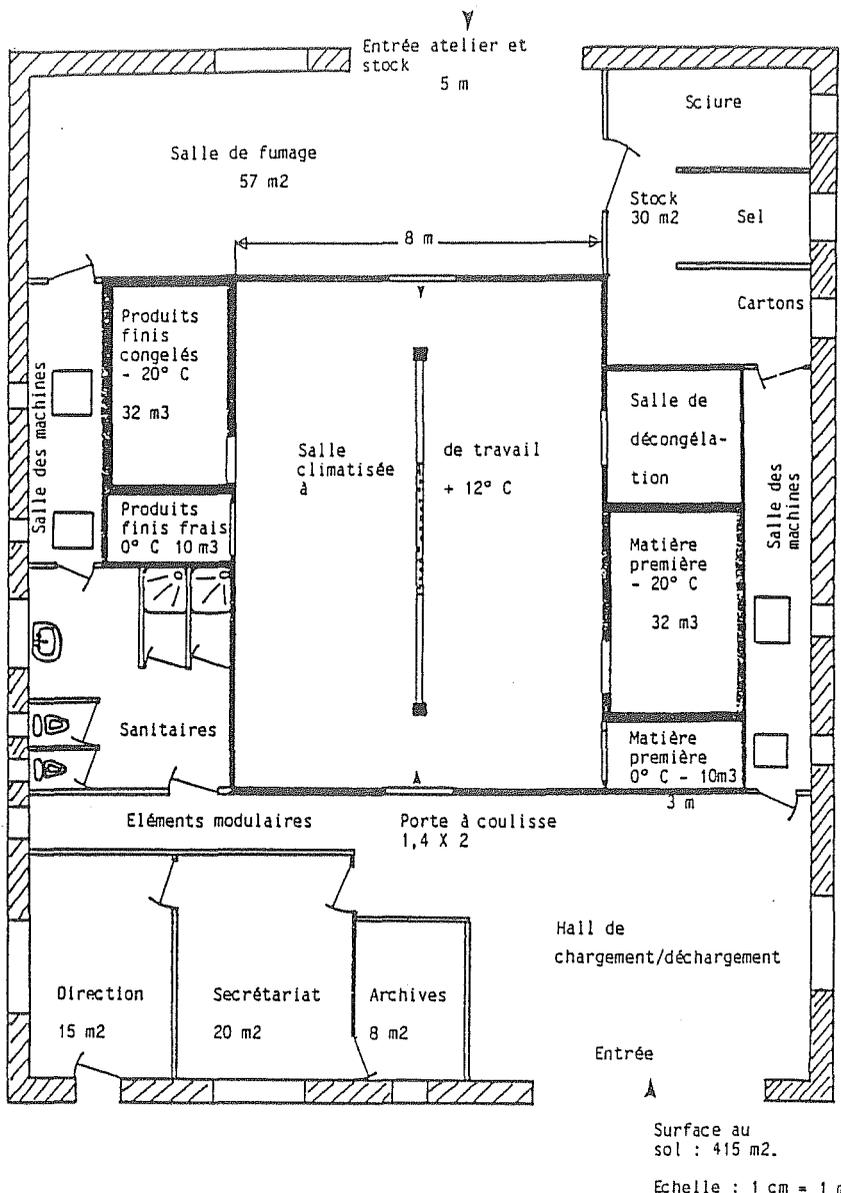


Figure 45 – Plan de l'atelier

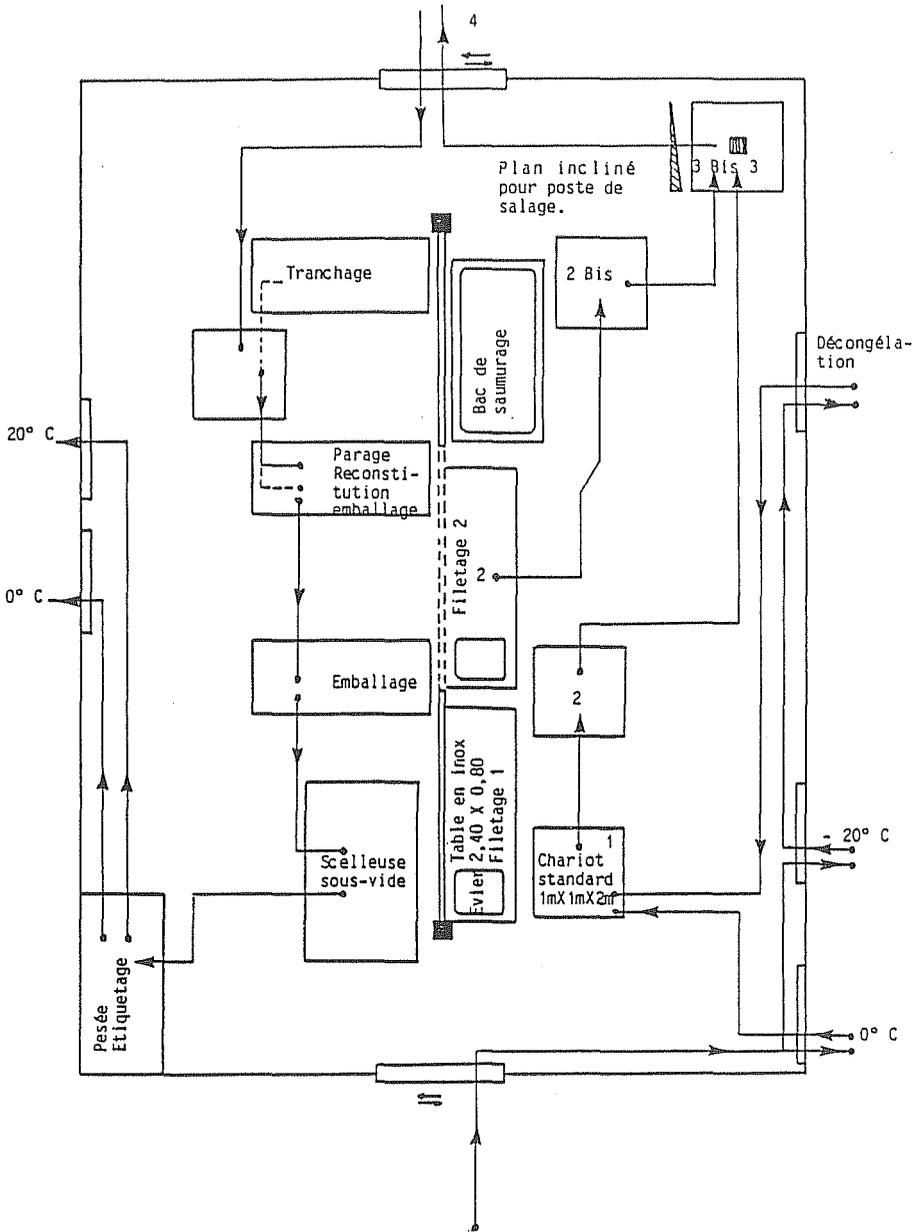


Figure 46 – Aménagement de la salle de travail à + 12° C

- scellage sous vide,
- pesage et étiquetage.

La conception de la salle de transformation est conditionnée par le chemin que suit le produit. Elle peut être séparée en deux parties par une

cloison laissant à chaque extrémité le passage d'un chariot. La surface totale doit être suffisante pour permettre la circulation du personnel et faciliter le nettoyage. Dans le cas de l'étude actuelle, une surface de 90 m<sup>2</sup> est correcte. La température de cette salle doit être comprise entre 12 et 15° C. Il est bon de bénéficier d'un minimum de lumière naturelle, éventuellement complétée par un apport d'éclairage. Au plafond, on placera un piège à insectes. Les différentes chambres froides sont situées autour de l'atelier, ce qui évite d'avoir à transiter dans des couloirs non climatisés.

Au niveau de l'entretien, il est très intéressant de disposer de postes fixes délivrant, à partir d'une installation centrale, un détergent sous pression (système Th. Goldschmidt) (Figure 47).

Les portes d'accès de cette salle doivent être équipées de rideau à lamelles facilitant les passages fréquents, sans causer trop de déperditions.

### ***Salle de fumage (Figure 47)***

Les accès doivent être suffisamment grands pour rentrer la cellule de fumage et ses accessoires.

La hauteur sous plafond à prévoir est fonction de la cellule. On doit pouvoir intervenir sur le dessus de l'appareil, en cas de panne de ventilateurs ou de clapets. A titre d'exemple, une cellule de marque Thirode (réf. P 180), équipée de deux chariots, répond aux besoins que l'on s'est fixés dans cette étude. La quantité de filets de saumon pouvant être placés sur un chariot est d'environ 200 à 220 kg; par fournée sont traités ainsi 400 à 440 kg de matière première.

La quantité de truites suspendues sur un chariot est de 160 kg, soit 320 kg de capacité totale.

Dans le cas de rôtis (type espadon, thon, etc.), on peut atteindre 700 kg pour les deux chariots. Cette cellule a une hauteur hors tout de 3,60 m, ce qui donne environ 5,50 m de hauteur totale minimum au local.

Le générateur de fumée est placé à proximité de la cellule dans le cas d'un équipement avec climatisation. S'il n'y a pas de traitement de l'air, il est conseillé d'éloigner le générateur pour que la fumée se refroidisse au maximum dans le conduit qui l'amène.

Le compresseur d'air, assurant le fonctionnement des vérins, peut être disposé sur le côté de la cellule.

Les passages laissés libres doivent permettre l'entretien de tous les accessoires (compresseurs, climatiseur, etc.) et la recharge en produits détergents de la bonbonne du système de nettoyage incorporé à la cellule.

La salle du fumage n'a pas besoin d'être climatisée. Un sol carrelé ou cimenté limite le dépôt de poussière : les produits transitent dans cette

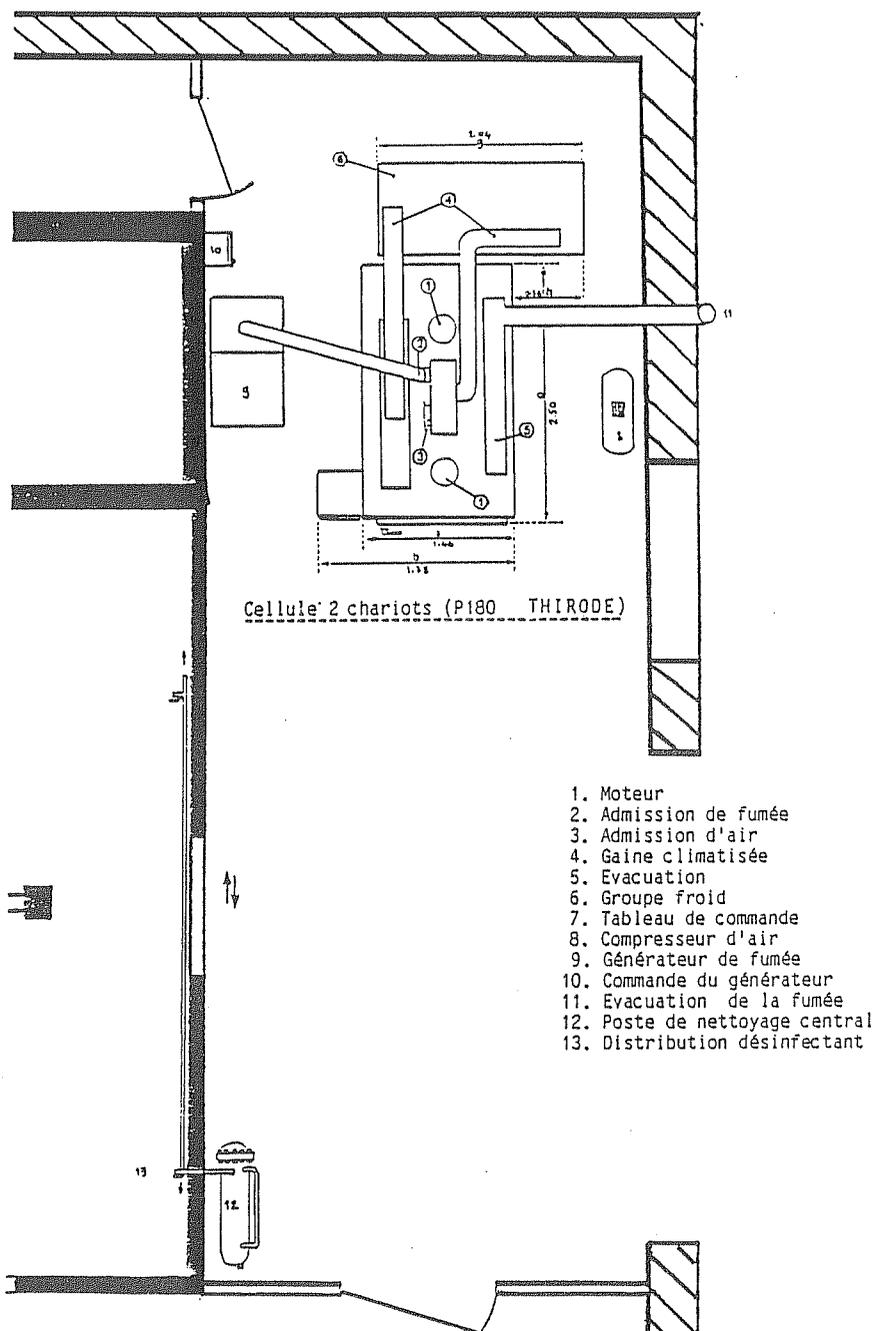


Figure 47 – Aménagement de la salle de fumage

	8 h	12 h	14 h	14 h 30	17 h
LUNDI	Filetage lot 1 Base 300 kg/h/ personne 4 h avec les manutentions	Salage lot 1 (durée 2 H 30)	Séchage/fumage lot 1 (6 h en tout)	Conditionnement lot 5	Décongélation lot 2 (si nécessaire)
MARDI	Retrait lot 1 du séchoir/fumoir Filetage lot 2	Salage lot 2	Séchage/fumage lot 2.	Conditionnement lot 1	Décongélation lot 3
MERCREDI	Retrait du lot 2 du séchoir/fumoir Filetage lot 3	Salage lot 3	Séchage/fumage lot 3	Conditionnement lot 2	Décongélation lot 4
JEUDI	Retrait du lot 3 du séchoir/fumoir Filetage lot 4	Salage lot 4	Séchage/fumage lot 4	Conditionnement lot 3	Décongélation lot 5
VENDREDI	Retrait du lot 4 du séchoir/fumoir Filetage lot 5	Salage lot 5	Séchage/fumage lot 5	Conditionnement lot 4	
SAMEDI	Retrait du lot 5 du séchoir/fumoir -> mise des charlots à + 2° C.				

Exemple du plan de travail possible. Dans ce cas, il s'agit d'assurer la production de 2 t de saumon fumé par semaine. La cellule a une capacité de 440 kg de filets. Ce plan varie en fonction du nombre d'employés. Dans le cas présent, une seule personne assure la transformation et le conditionnement, une autre les nettoyages, une troisième les expéditions.

salle et avec les courants d'air toujours inévitables, des impuretés peuvent se déposer sur le poisson.

Pour circuler avec aisance dans ce local (chariot, transpalette, etc.), la surface prévue doit être assez grande : 50 à 60 m<sup>2</sup> est un bon choix.

### ***Chambre de stockage des produits finis en vue d'une expédition rapide (2/3° C)***

A raison de 390 kg/jour de produits finis et compte tenu que ces produits doivent partir rapidement, cinq jours de production, au maximum, devraient pouvoir être stockés, soit :

$$390 \times 5 = 1\,950 \text{ kg occupant un volume de } 1\,950 \div 250 = 8 \text{ m}^3.$$

En considérant que les produits finis sont encombrants à cause de leur emballage, le volume de cette chambre peut être arrondi à 10 m<sup>3</sup>.

### ***Chambre de stockage des produits finis congelés (- 30° C)***

La quantité à stocker doit correspondre à une demande saisonnière. Les fêtes de fin d'année restent la période où les produits fumés sont le plus achetés, en général.

A titre d'exemple, pour vingt jours de production, soit :  $390 \times 20 = 7\,800$  kg,  $7\,800 \div 250 = 32$  m<sup>3</sup> sont nécessaires.

### ***Locaux annexes***

– *Local de réserve de sciure*

Il doit avoir un volume important car la sciure est livrée en grande quantité : 10 m<sup>2</sup> au sol.

– *Local de réserve de sel*

Même remarque que pour la sciure : 10 m<sup>2</sup>.

– *Local de stockage des cartons et autres emballages* : 10 m<sup>2</sup>.

– *Salle des machines*

Les compresseurs qui sont à refroidissement à air, doivent pouvoir bénéficier d'un local à part, bien aéré.

Dans le cas de l'installation étudiée ici, les groupes frigorifiques des quatre chambres et celui de la salle climatisée, sont placés dans des couloirs adjacents (largeur : 1,50 m).

– *Bureaux et sanitaires*

Bureaux : direction, 15 m<sup>2</sup>; secrétariat, 20 m<sup>2</sup>; archives, 9 m<sup>2</sup>; soit : 44 m<sup>2</sup>.  
Sanitaires : 20 m<sup>2</sup>.

## Récapitulatif

1. Chambres froides	0° C	10 m <sup>3</sup>
	- 20° C	32 m <sup>3</sup>
	0° C	10 m <sup>3</sup>
	- 30° C	32 m <sup>3</sup>
2. Salle de décongélation .....		5 m <sup>2</sup>
3. Salle climatisée.....		90 m <sup>2</sup> (2,50 m de hauteur sous plafond)
4. Salle de fumage.....		57 m <sup>2</sup>
5. Salles de stockage divers 10 m <sup>2</sup> × 3 .....		30 m <sup>2</sup>
6. Salle des machines 1,50 m × 9 m + 1,50 m × 6 .....		22,5 m <sup>2</sup>
7. Bureaux et sanitaires .....		64 m <sup>2</sup>

La surface totale de l'atelier est approximativement de 415 m<sup>2</sup>.

## Exemples de réalisation d'ateliers

### *Plan type et équipement standard*

Les chambres froides, la salle de décongélation et la salle de travail peuvent être réalisées à partir d'éléments modulaires de chambre froide.

L'ensemble est monté dans un atelier en « dur ».

Partout, les ouvertures doivent permettre le passage des chariots standards.

Les autres locaux se répartissent autour de cet ensemble « froid/travail ».

### *Choix de l'équipement*

#### **– Tables de travail**

Elles sont construites en acier inoxydable (obligatoire). Leurs pieds sont munis de vis afin d'incliner légèrement la table qui est ainsi plus facilement rincée. Il est utile de doter les tables de douchettes permettant de rincer souvent les produits ou le plan de travail.

### – **Plaques de découpe**

L'usage des plaques en bois est interdit. Des plaques en polyéthylène (haute pression, garanti alimentaire) sont plus adaptées.

L'entretien en est facile : eau tiède additionnée d'eau de javel.

Ce matériau ne doit pas être employé pour le travail au couperet, il est par contre parfait pour les opérations d'étêtage/éviscération et filetage.

Ces plaques sont généralement fournies dans des dimensions standard (100 × 50 ou 150 × 100 cm).

### – **Couteaux**

La lame doit être en acier inoxydable; le manche en matière inaltérable (nylon résistant à la corrosion et au nettoyage à température élevée), ne doit pas favoriser l'adhérence des graisses et autres impuretés.

### – **Bacs de saumure**

Soit en inox, soit en polyéthylène haute pression inattaquable par le sel, les acides et bases, ce bac peut être monté sur un chariot et être équipé d'une bonde.

### – **Lavabos réglementaires**

Le système de lavabo « lave bras » est obligatoire à la sortie des toilettes et des postes de travail. Il doit répondre aux normes de l'arrêté du 2 octobre 1973 (Annexe 5) : commande à pied, prédosage eau chaude/eau froide, réserve nécessaire au nettoyage et à la désinfection des mains, essuie-main à usage unique.

### – **Dispositif de « stérilisation »**

Pour les couteaux, un dispositif de « stérilisation » peut être associé au lave-bras, et monté sur le côté du bâti du lavabo.

Il se présente sous la forme d'une cuve cylindrique ou d'un bac rectangulaire en acier inoxydable, muni d'une grille porte-couteaux.

Une résistance électrique thermostatée maintient l'eau à plus de 80° C. L'eau est renouvelée en continu grâce à un trop plein. La puissance électrique de cet appareil est de 2 kw.

### – **Trancheuse**

Quel que soit le système, l'intérieur de la machine doit être facilement accessible pour effectuer un entretien rapide et efficace plusieurs fois par jour.

### – **Scelleuse sous vide**

Le modèle double cloche a un rendement maximum.

Le remplacement des barres de chauffe doit être simple et rapide.

Le volume interne de la cloche doit pouvoir varier, à l'aide de plateaux amovibles, en fonction des produits à traiter. En enlevant les plateaux, le volume d'air augmente et l'évacuation est prolongée d'autant.

La température de soudure à appliquer est liée à la qualité des sachets utilisés; elle est à déterminer visuellement : une ligne de soudure trop froide se laisse facilement décoller à la main et une ligne trop chaude présente des « vésicules » ou des traces brunes.

L'entretien de cette machine doit se faire tous les jours. La cloche vidée de ses plateaux est nettoyée à l'eau, sans précautions particulières, le fond ne contenant pas d'organes électriques.

Le bord du couvercle est également lavé et le joint talqué pour améliorer sa longévité et son étanchéité.

### – **Séchoir/fumoir**

Le choix dépend de la quantité à produire, du type de fumage (à chaud ou/et à froid) et de la région d'implantation.

#### *Dimensions*

Les plus petites enceintes industrielles permettent de traiter la capacité d'un chariot, soit entre 200 et 400 kg de produits selon la matière première.

Pour de faibles quantités, il existe des armoires surtout adaptées au fumage à chaud, le foyer se situant dans la partie inférieure. Leurs capacités sont d'environ 50 kg.

#### *Ventilation*

Une bonne répartition de la fumée est assurée par la ventilation. Il ne faut pas qu'elle soit trop puissante, ni qu'elle arrive directement sur le produit (risque de croûtage). De plus, une ventilation bien étudiée diminue les écarts de température dans la cellule.

#### *Température et humidité relative*

Un calorifugeage correct (laine de roche) évite les déperditions de chaleur et améliore le rendement thermique.

Dans le cas du fumage à basse température, si l'on veut travailler sans tenir compte des conditions atmosphériques extérieures, il est indispensable d'installer un climatiseur déshumidificateur. Dans ce système, l'air est « traité » (voir Séchage).

Certains fabricants proposent un système abaissant la température de l'air à l'entrée de la cellule (souvent dénommée « climatisation ouverte”), mais cela ne règle pas le problème de l'hygrométrie.

#### *Nettoyage*

Le nettoyage doit être intégré. Il s'agit le plus souvent d'une projection au niveau de la ventilation de vapeur d'eau additionnée de produits de nettoyage.

Selon le mode de chauffage de l'enceinte, il existe trois types de systèmes, dont deux pour le chauffage à gaz ou électrique et un pour la vapeur.

- Chauffage au gaz ou électrique

– *Système à air comprimé*

On pulvérise au niveau des gaines d'aspiration, à l'air de la buse, un produit de nettoyage contenu dans un réservoir sous pression.

— *Système à pompe*

Même système que précédemment, mais la pression est maintenue grâce à une pompe.

- Chauffage à vapeur

Un venturi sur le circuit vapeur aspire le produit de nettoyage. La vapeur additionnée au produit de nettoyage est détendue au niveau de la ventilation.

*Générateur de fumée*

Le générateur doit être très fiable s'il est associé à une cellule automatique pouvant être appelée à fonctionner jour et nuit. A cette fin, une sécurité thermostatique contrôlant la surchauffe au niveau du foyer est indispensable. Un détecteur de flamme (cellule photo-électrique) assure la même sécurité à condition de le nettoyer régulièrement. Ces détecteurs agissent sur des pulvérisateurs d'eau placé sur le foyer et dans l'épurateur de fumée.

A l'heure actuelle, le meilleur système de production de fumée est le générateur à autocombustion. Il est possible de le faire fonctionner en continu sans problème, contrairement au générateur à plaque chauffante qui, lui, nécessite une surveillance. En effet, en usage intensif, la plaque chauffante arrive à se déformer par la chaleur, rendant difficile l'opération de ramassage des cendres à l'aide du « racleur » après chaque cycle de pyrolyse. Ces cendres s'accumulent sur le plateau de chauffage et finissent par enflammer les nouveaux copeaux qui arrivent.

Dans le cas du générateur à autocombustion, ce problème n'existe plus; la trémie de sciure reposant sur le foyer, il n'y a plus d'alimentation cyclique. D'autre part, la braise est entretenue par un tirage continu, réglé d'avance; la résistance électrique sert à lancer l'opération de pyrolyse du bois ou d'appoint de chauffe en cas d'extinction.

Outre le fait que cet appareil est plus simple, il permet d'économiser l'énergie de façon appréciable par rapport à un générateur à plaque thermostatée (600 W en appoint contre 3 000 W réglé en continu).

Les précautions à prendre sont essentiellement de veiller à bien remplir la trémie de sciure et de l'humidifier à hauteur de 20 % :

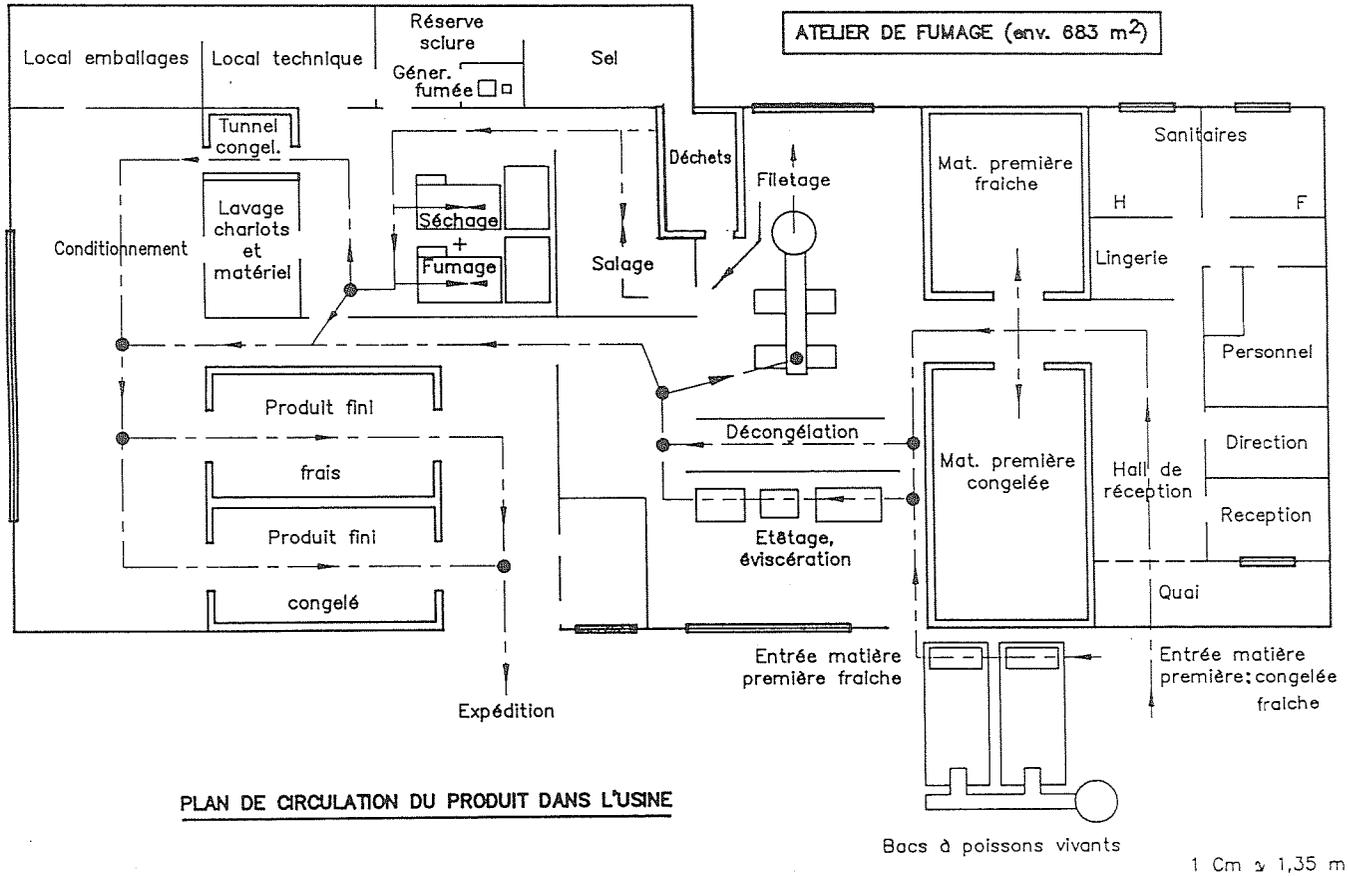
Un sous-remplissage peut rendre le contenu inflammable, un tirage d'air pouvant se produire dans la sciure depuis le foyer en passant par la trémie; de plus, une trémie bien pleine sèche moins vite.

L'emplacement choisi pour le générateur ne doit pas perturber le bon fonctionnement. Il faut donc éviter de l'installer dans un courant d'air, derrière la ventilation de la climatisation par exemple.

En outre, l'air aspiré à cet endroit pour alimenter le tirage est chaud, ce qui fait augmenter la température d'admission de la fumée et oblige la climatisation à fonctionner, donc à réchauffer encore l'air ambiant.

Figure 48 – Plan de circulation du produit dans l'usine

105



- Quelques précautions sont également à prendre pour l'installation :
- éviter de faire passer des faisceaux de câbles électriques à proximité de l'appareil;
  - ne pas laisser de matériaux inflammables aux alentours;
  - vérifier périodiquement le bon fonctionnement de la sécurité de flamme;
  - nettoyer régulièrement le « bistre » accumulé dans l'épurateur;
  - vider les « imbrûlés » tous les jours, l'appareil étant à l'arrêt.

Les cendres risquent en effet d'être aspirées par la turbine et d'envahir la cellule.

- ne pas dérégler le tirage d'air.

### ***Atelier de dimensions moyennes***

Cette configuration type différente est développée sur une surface de 680 m<sup>2</sup> (Figure 48).

Cet atelier permet la transformation de poisson frais ou congelé en produit fini fumé et en conditionnement frais ou surgelé.

La production de produits finis fumés peut être avec la nouvelle génération de matériel de :

- quatre chariots de 300 kg de truites portions par fournée; la durée du cycle est de 3 heures, soit 1,2 t (fumage à plat);
- quatre chariots de 350 kg de saumon en calibre 2/3; la durée du cycle est de 7 heures, soit une production de 1,4 t de produit fini.

La réception de la matière première et l'expédition se font dans deux zones distinctes, ce qui est préférable si la surface le permet (accès, surface au sol).

Les emballages et les produits, tels que le sel et la sciure, sont stockés à l'arrière de l'usine. La surface de ces locaux est à prévoir en fonction des possibilités d'approvisionnement. Le générateur de fumée est disposé seul dans un local spécial, ce qui du point de vue sécurité est souhaitable.

Les salles de préparation du poisson et de conditionnement sont climatisées (+ 12° C).

### ***Atelier de petites dimensions***

Pour des raisons budgétaires ou des objectifs de production plus modestes que ceux des études précédentes, l'atelier à réaliser sera de plus petites dimensions (Figure 49).

Il faut optimiser l'occupation du sol et rendre le plus rationnel possible le cheminement des opérations.

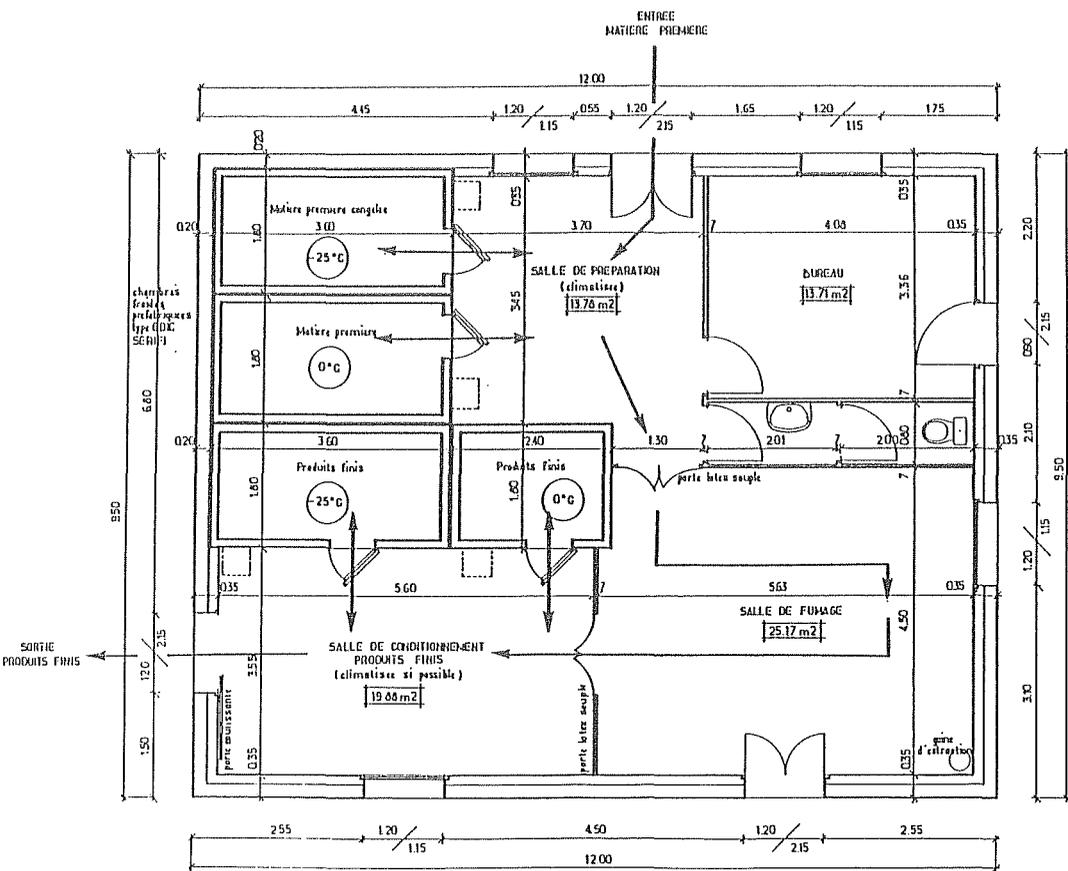


Figure 49 – Plan d'un petit atelier de 114 m<sup>3</sup> (circuit de transformation, échelle 1 : 70)

Le plan proposé en est un exemple. La salle de compresseurs peut se situer dans les combles. Il est possible également de stocker les différents emballages à cet endroit.

La climatisation des deux salles de manipulation du poisson est souhaitable ou, tout au moins, il faut prévoir une bonne isolation de ces locaux.



### **III. PROCEDES DE TRANSFORMATION DE QUELQUES ESPECES**

---

**Les produits de la pêche**

**Les produits de l'aquaculture**



## **Les produits de la pêche**

*Le thon blanc ou germon*

*L'espadon*

*Les requins*

*Le maquereau*

*Le hareng*

*La sardine*

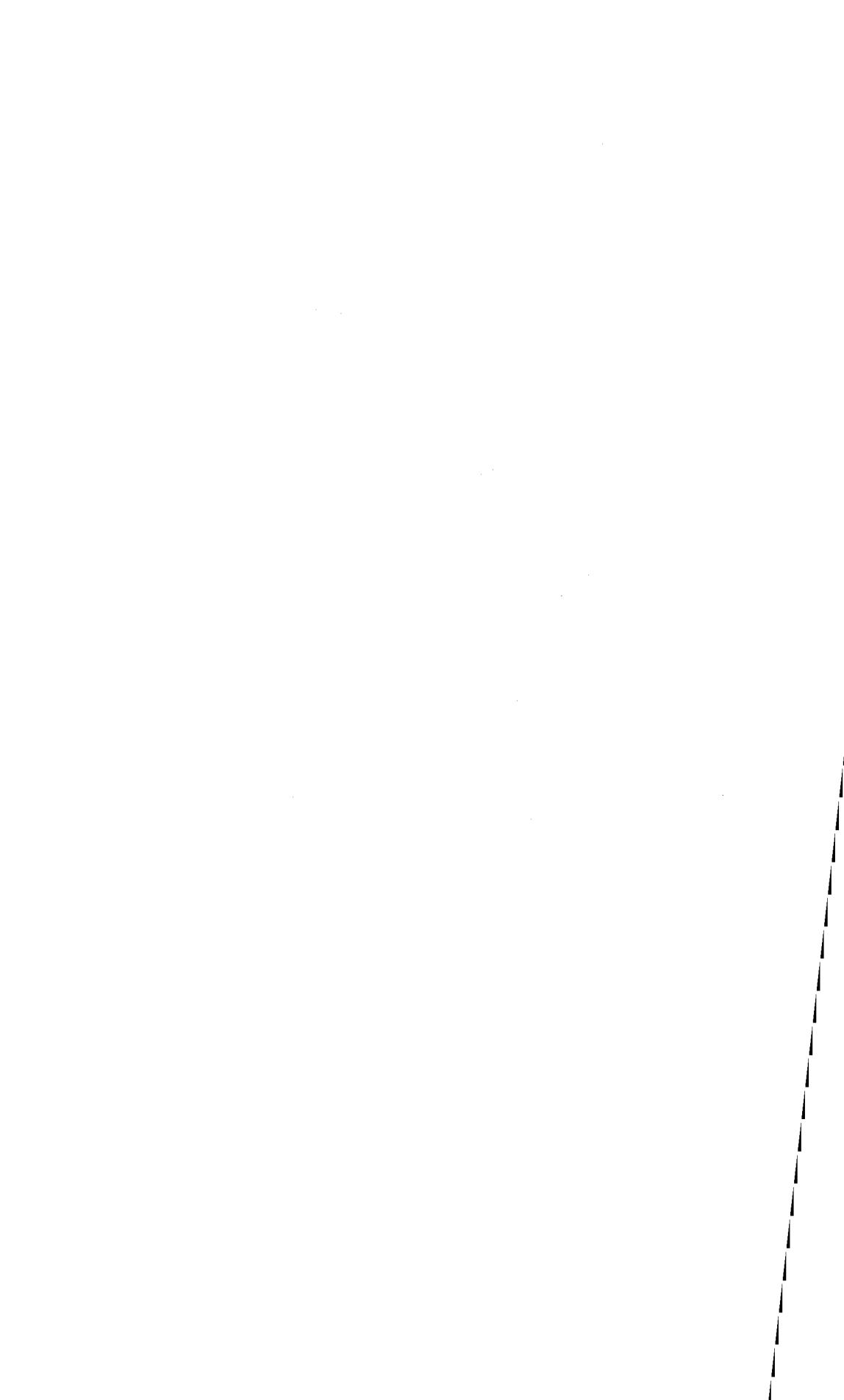
*Le chinchard*

*Le mullet*

*Le flétan*

*Le lieu de l'Alaska*

*Les rogues (œufs de morue)*



## Le thon blanc ou germon (*Thunnus alalunga*)

### ***Fumage à froid du germon (Figure 50)*** **(Nicolle et Knockaert, 1981)**

Rendement : 40-45 %

Filets dérarassés des parties sanguines (muscle rouge)

Dimension : épaisseur 5 cm, longueur 30 à 35 cm

Rendement : 105 % par rapport au poids de filets

Salage en saumure à 25 % pendant 90 mn

Séchage :

Filets placés en boyaux synthétiques élastiques ajourés.

Température : 25° C.

Humidité relative : 65 à 70 %.

Durée : 150 à 180 mn.

Fumage : filets suspendus

Rendement : 42 % (rapport entre filets après fumage et thon entier éviscéré)

à des crochets.

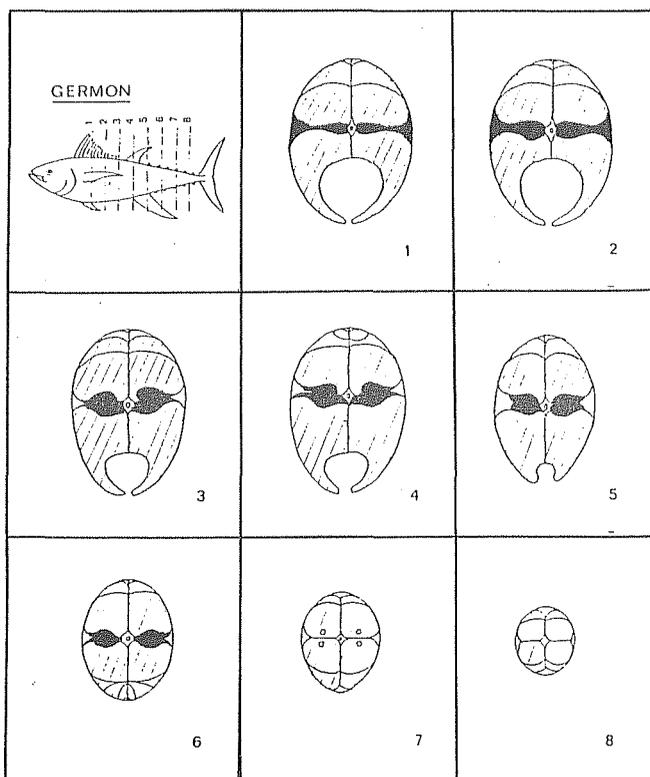
Température : 25° C.

Humidité relative : 70 %.

Durée : 210 mn.

Présentation :

Filets conditionnés sous vide ou découpés en rondelles et présentés en barquettes.



*Séparation des filets*

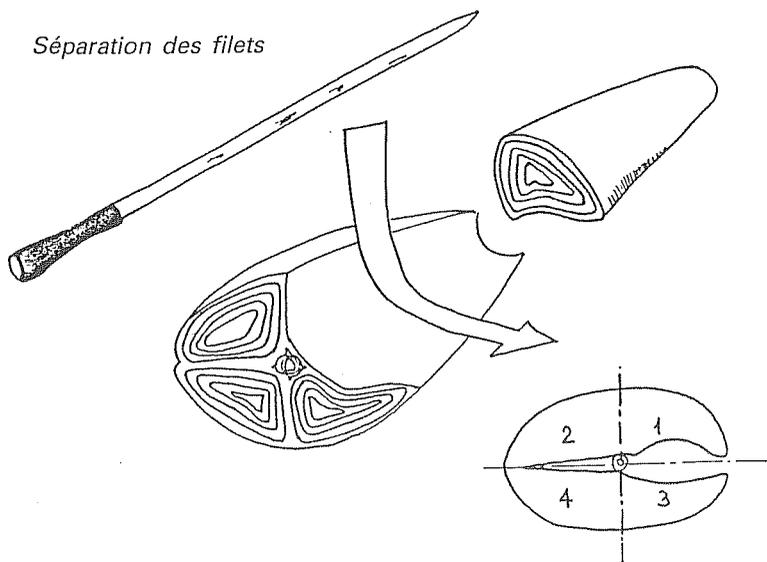
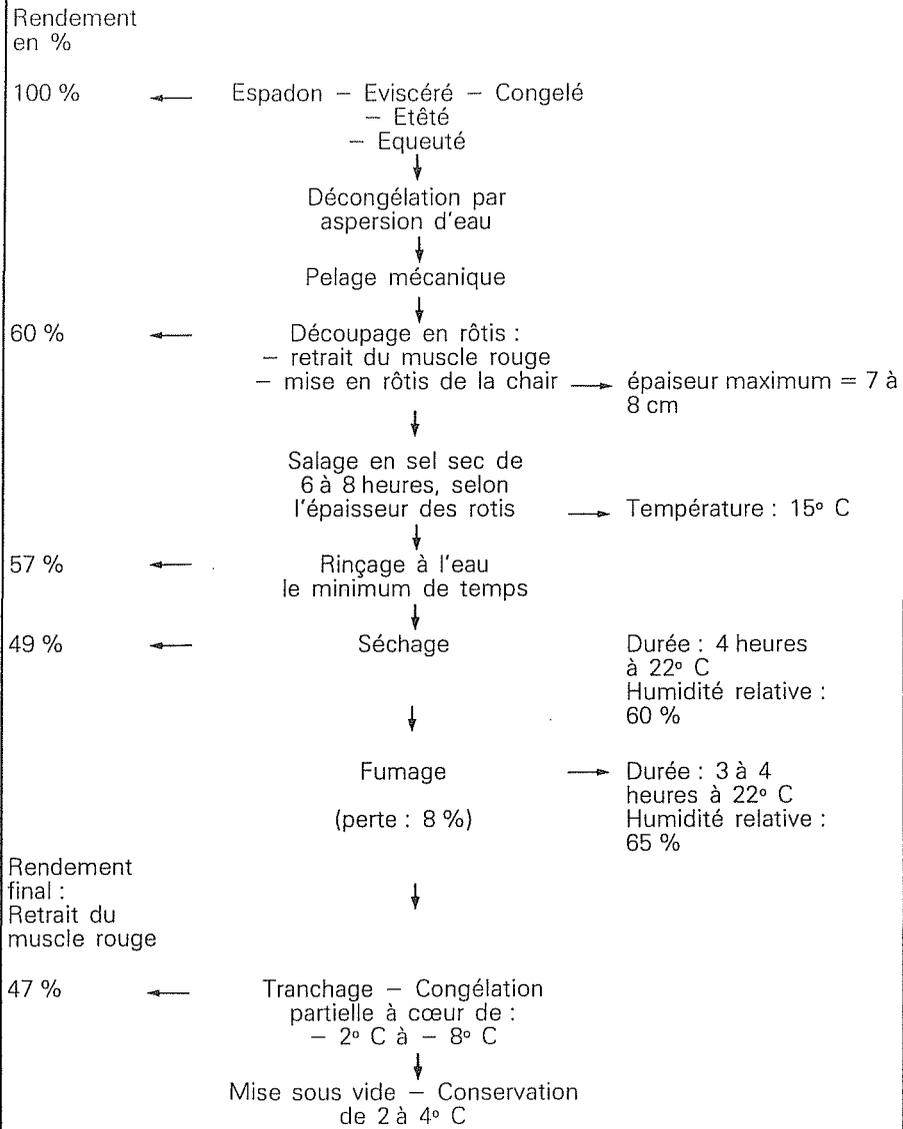


Figure 50 – Coupes transversales d'un germon : en hachuré, partie à utiliser lors du fumage; en noir, muscle rouge à éliminer.

# L'espadon (*Xiphias gladius*) (1)

## Fumage à froid de l'espadon (Figure 51)



(1) La transformation du marlin est identique, cependant les produits doivent être impérativement différenciés au niveau des appellations.

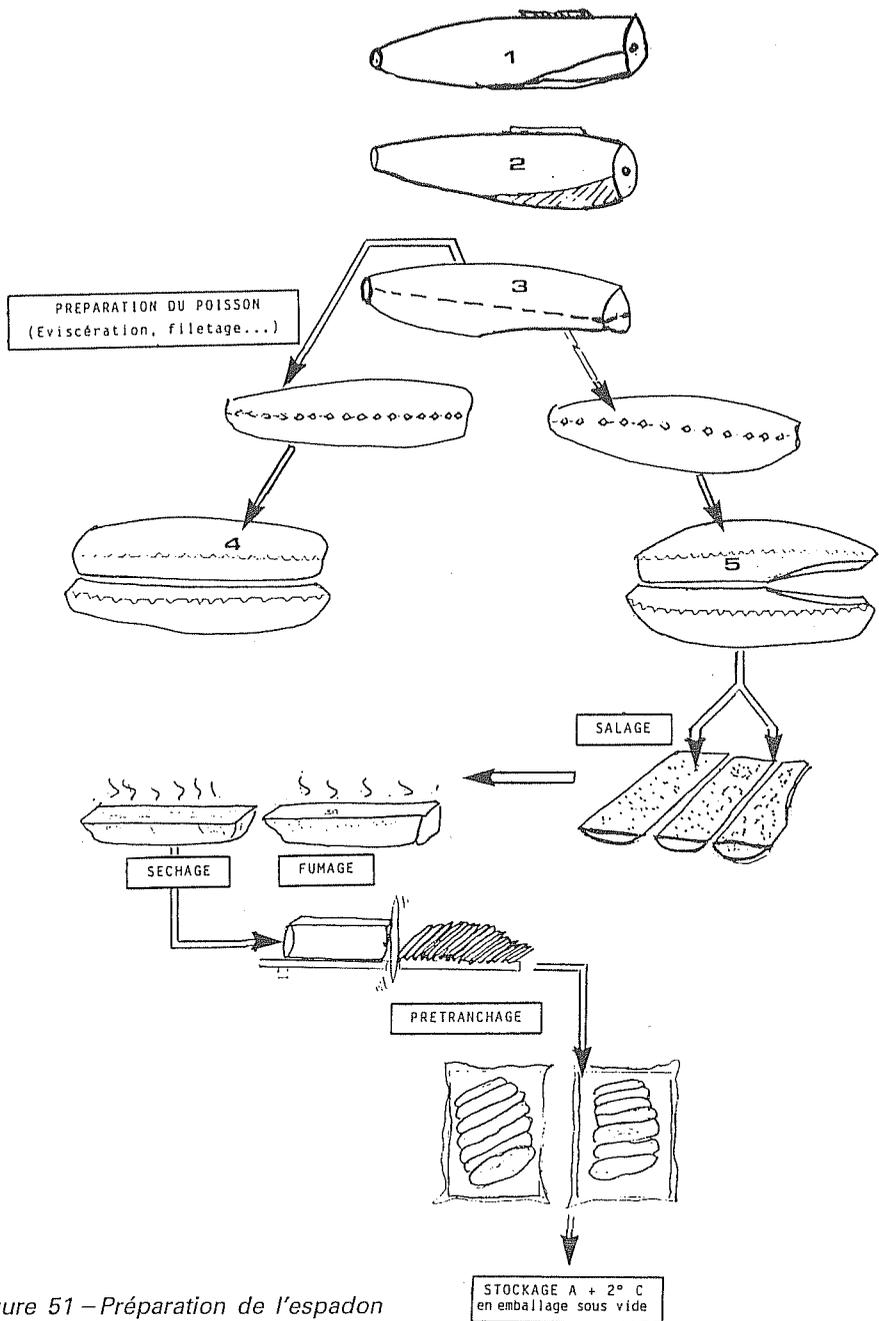


Figure 51 – Préparation de l'espadon

- 1 –Présentation du tronc en sortie de congélateur
- 2 –Retrait de l'épine dorsale et des restes de viscères
- 3 –Coupe en deux morceaux : le dos est sur le dessus
- 4 –Partie dorsale : séparation en deux morceaux
- 5 –Partie ventrale : séparation en deux morceaux

## Les requins

Le requin fumé à froid en filet, pour être apprécié, doit être présenté en tranches très minces, façon « saumon » (ce qui nécessite une recongélation partielle), sinon la texture fibreuse de la chair rend le produit désagréable.

### Technologie de transformation

La partie comestible du requin est représentée par le schéma suivant :

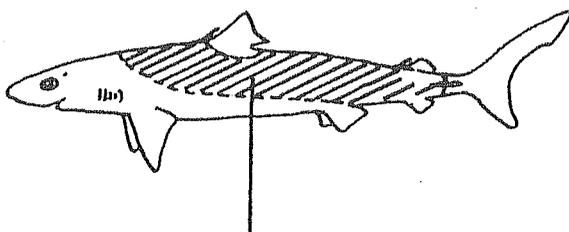


Figure 52 – Partie consommée du requin

Les rendements aux différents stades de la transformation pour les quatre espèces étudiées (salage, séchage, fumage à froid) sont regroupés dans le tableau 15 (Figure 52).

Espèce traitée	Rendement au parage (filet sans eau)	Temps de salage 250 g/l NaCl	Temps de séchage fumage T 20° C H.R. : 65 %	Appréciation organoleptique
Taupe ....	35 à 40 %	3 heures (pertes 6,5 %)	3 heures + 3 heures (pertes 6,9 %)	- chair onctueuse - se découpe facilement - goût très agréable
Hâ.....	35 %	30 mn	1 h 30 + 2 h 30 (pertes 20 %)	- chair très tendre - belle couleur - goût agréable
Rousette	25 %	45 mn	1 h 00 + 1 h 30 (pertes 20 %)	- chair ferme - couleur brun foncé - goût agréable
Aiguillat...	30 à 40 %	30 mn	1 h 30 + 2 h 00 (pertes 21 %)	- chair tendre - belle prise de couleur au fumage - goût très appréciable

Tableau 14 – Rendement et technique de fumage de requins débarqués en France métropolitaine

## Le maquereau (*Scomber scomber*)

### Fumage à chaud du maquereau (Keay, 1979)

Pour un produit de bonne qualité, utiliser du maquereau contenant au minimum 10 % de graisse

Etêtage/Eviscération (facultatif)

↓  
Mise en filets

↓  
Saumurage :

Température de la saumure : < 10° C

Maquereaux entiers		
Poids	Saumure	Temps
200 g .....	120 g/l'eau Nacl	17 h
300 g .....	140 g/l'eau Nacl	17 h
400 g .....	155 g/l'eau Nacl	17 h

Filets de maquereaux :

3 mn dans une saumure à 260 g/l

→ Séchage/fumage

A plat (filets) ou suspendu (entiers)

(Température : 30°

) Temps : 3/4 h à 1 h

(HR : 65 %

1ère séquence

(Température : 50° C

) Temps : 30 mn

(HR élevée : 70 %

2ème séquence

(Température : 80° C

) Temps : 40/45 mn pour les petits maquereaux

jusqu'à 75 mn pour les gros (ou jusqu'à atteindre 65° C pendant quelques minutes)

3ème séquence

La préparation du poisson fumé entier vidé passe par l'éviscération (rendement 94 %). Le rendement au fumage est d'environ 80 %, ce qui donne un rendement final de 74 %.

## **Le hareng** (*Clupea harengus*)

Pendant très longtemps, le hareng a pratiquement été le seul poisson fumé en France. Les normes de la Confédération des industries de traitement des produits de la pêche ne couvrent d'ailleurs que cette espèce. Le produit type était le hareng saur fortement salé et fumé. Depuis un certain nombre d'années, on voit, d'autre part, les conditions de préparation du hareng s'adoucir et, d'autre part, le développement du traitement d'autres espèces, le saumon principalement. L'industrie du fumage du hareng est localisée dans les régions de Boulogne-sur-Mer et Fécamp. On y prépare les harengs saurs entiers ou en filets, des filets dits « doux », ainsi que des produits moins connus comme les kippers et les bouffis.

### ***Hareng saur***

Le poisson destiné à la fabrication du hareng saur est la plupart du temps conservé par salage en attendant son traitement. On mélange soigneusement le poisson entier et le sel, à raison de 30 kg de sel pour 100 kg de poisson, dans de grandes cuves cimentées, enterrées pour limiter les variations de température. Au bout d'une dizaine de jours, le hareng est salé à cœur et on peut l'utiliser. La durée de stockage permise est de six à huit mois environ.

Pour préparer le hareng saur, on commence par dessaler le poisson dans des cuves d'eau douce que l'on renouvelle plusieurs fois. La durée du dessalage va de 24 à 48 heures selon les fabricants. Les harengs sont ensuite filetés sur des « aînets », tiges passant par la bouche et un opercule. Les aînets sont ensuite placés sur des chariots et mis en fumoir. Actuellement, dans les coresses traditionnelles, la durée du fumage varie de 24 à 48 heures maximum selon les conditions atmosphériques, la teneur en graisses du poisson, la clientèle du fabricant. Elle peut parfois descendre à 15 heures. En fumoir mécanique, elle varie de 10 à 18 heures à la température de 32° C en moyenne. Les normes de 1941 imposaient une durée minimale de 48 heures. Les conditions de préparation ont donc bien été adoucies par rapport au passé.

Les harengs saurs sont commercialisés entiers ou en filets. Les poissons entiers sont conditionnés en caissettes de bois, parfois en sachets plastiques sous vide. Ils peuvent être présentés comme filets au naturel sans aucun adjuvant ou comme filets à l'huile avec quelques condiments.

### ***Kipper (Royaume-Uni)***

Il ne faut utiliser que du hareng frais ou congelé de bonne qualité. Le hareng frais doit être conservé à la température de la glace fondante, 0° C, jusqu'à ce qu'il soit traité. Il doit être fumé dans les 24 ou 48 heures qui suivent sa prise.

On lave les harengs entiers pour en éliminer les écailles détachées. On les fend ensuite le long du dos, puis on les vide et on enlève les œufs. Cette opération est généralement effectuée à la machine. On n'enlève pas les arêtes du poisson. Le poisson fendu est lavé de nouveau pour éliminer toutes traces d'entrailles et de sang.

Le saumurage dépend de deux facteurs : la dimension du poisson et sa teneur en matières grasses. Les poissons d'une taille moyenne qui contiennent jusqu'à 20 % de matières grasses, doivent passer 15 minutes dans de la saumure saturée à 70 ou 80 %, tandis que les poissons maigres doivent être saumurés un peu moins longtemps. Le gros poisson doit être saumuré pendant 20 à 30 minutes.

Le poisson étant saumuré, on le pend pour égoutter sur des baguettes de bois munies de crochets, pendant 1 heure. Le temps d'égouttage et de séchage est moins long pour le poisson maigre, étant donné que le brillant du produit final dépend dans une large mesure de l'huile qui remonte à la surface du hareng pendant le fumage.

Pour obtenir un kipper convenablement préparé, le poisson doit être fumé pendant 4 à 5 heures dans un four mécanique moderne.

Lorsque le fumage est effectué dans un fumoir traditionnel, le temps peut varier de 6 à 18 heures suivant le type de fumoir, les conditions ambiantes, la dimension du poisson.

La température de la fumée ne doit pas dépasser 29° C, mais pendant la dernière demi-heure, elle peut, dans certains cas, être portée à 35° afin de faire apparaître une couleur plus foncée et faire remonter l'huile à la surface du poisson. Cependant, les poissons très gras peuvent devenir trop mous pour être manipulés si on chauffe à une température trop élevée. Ils se cassent et tombent dans le fumoir. Avec une perte de poids de 5 % au séchage, les kippers restent suffisamment frais pendant 2 jours à 15° C. Pour une perte de 13 %, la durée de conservation est de 4 jours, pour 15 % de 6 jours. Les kippers qui doivent être mis ensuite en conserve sont fumés 2 à 3 heures en four mécanique.

### ***Filets de kippers***

Ils sont préparés en fendant le hareng le long de l'un des deux côtés du ventre de façon à enlever l'arête centrale et la tête. Les deux côtés de la chair sont ensuite enlevés d'un seul morceau. L'opération se fait à la machine. Les filets de dimension moyenne sont saumurés pendant 3 à 4 minutes. Les gros pendant 6 à 8 minutes. Le temps de fumage est de 2 à 3 heures dans un four mécanique. Fumés moins longtemps que les kippers, les filets se conservent moins longtemps.

## ***Craquelots ou bouffis***

Ils sont préparés à partir de *harengs entiers non vidés*, légèrement salés et leur saveur caractéristique est due aux enzymes ou aux ferments des entrailles. Le poisson est mélangé avec du sel sec pendant 12 heures, puis le sel se trouvant en surface est éliminé par trempage dans l'eau douce. Ils sont ensuite enfilés sur des aînets, soit à travers les ouïes et la bouche, soit à travers les yeux. Comme il n'est pas nécessaire que la surface soit brillante, ils sont placés dans le fumoir sans égouttage. Le fumage dure 4 heures à 25° C. Pendant les deux premières heures, on procède uniquement à un séchage, le fumage de 2 heures confère au poisson une légère saveur fumée. La perte en poids est de 6 % environ. La durée de conservation est de 2 à 3 jours à 15° C.

### ***Fumage à froid de filets de hareng (Clupea harengus)***

Salage après filetage en saumure saturée :

Durée : 1 heure

↓  
Séchage : 2 heures à 25° C

HR : 65 %

↓  
Fumage : 3 heures de 28° à 30° C

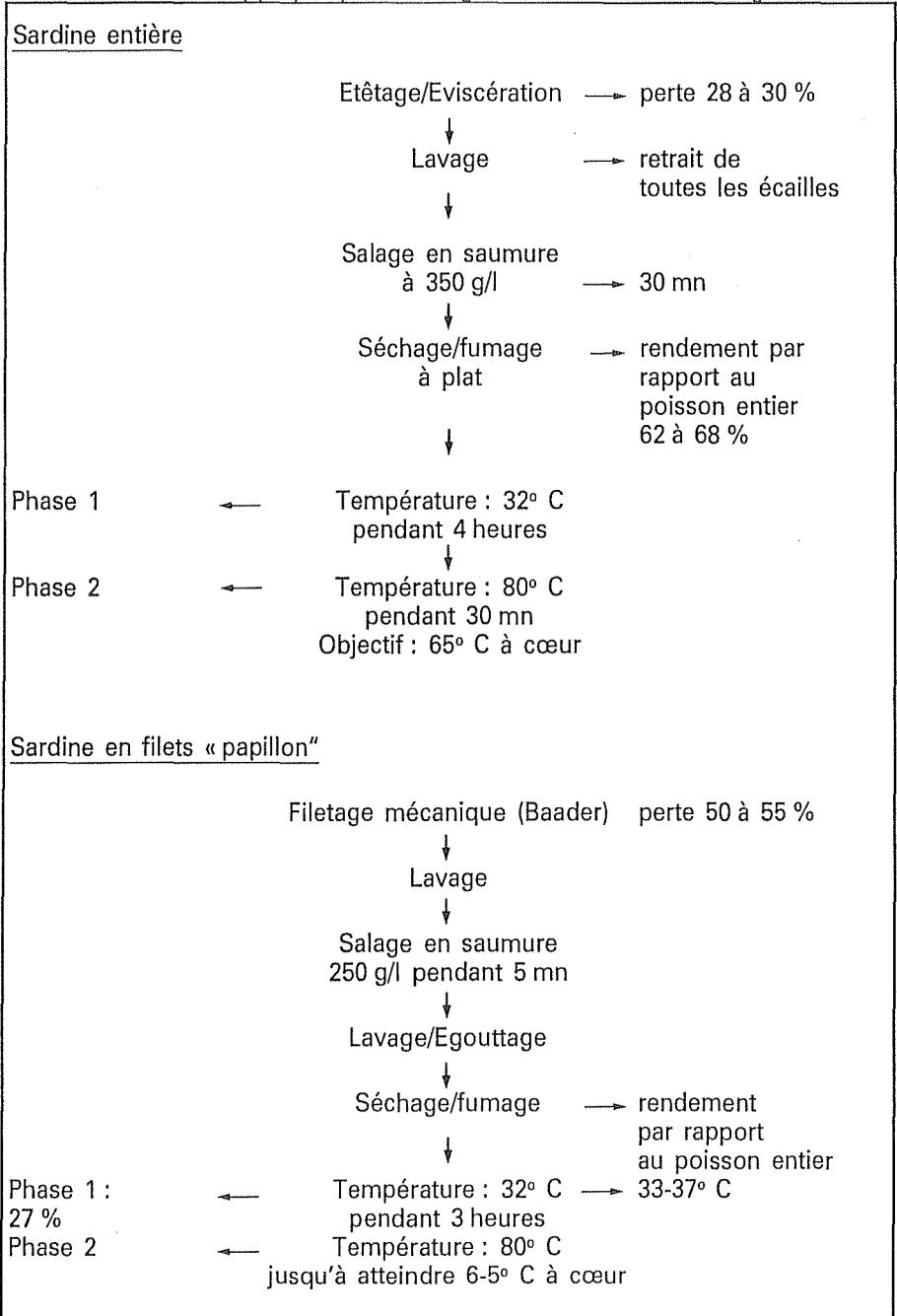
HR 65 %

Rendements :

- Poisson entier congelé : filets, perte 55 %
- Perte au fumage : 11 %
- Perte totale par rapport à la matière première : environ 60 %

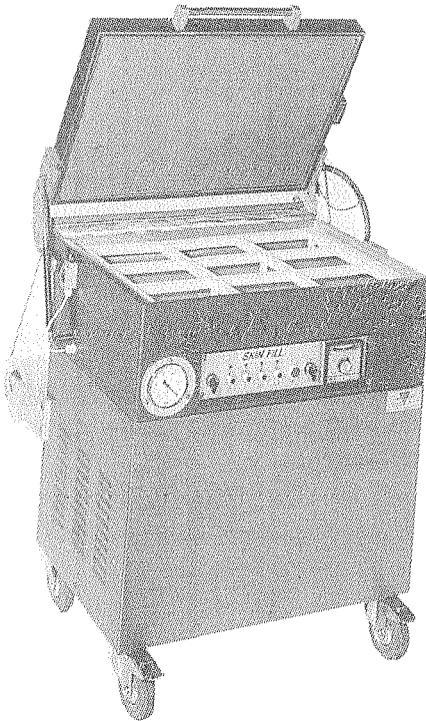
# La sardine (*Sardina pilchardus*)

Le traitement s'applique pour des grosses sardines de 80 g.



## **Conditionnement**

La chair relativement molle de ce produit le rend difficile à conditionner dans les emballages sous vide traditionnels. En effet, la chair a tendance à s'écraser. Depuis quelques temps, une nouvelle présentation est possible grâce à l'apparition de petites machines à conditionner sous film thermorétractable ou sous « SKIN ». La société Quattro propose une machine adaptée aux petites productions et référencée Skinfill (vide + film) (Figure 53).



*Figure 53 – Machine Skinfill de conditionnement et mise sous film thermorétractable (ou sous « skin ») des poissons fragiles tels la sardine (Production Quattro)*

Ce système permet une présentation nouvelle très valorisante pour les produits.

La technologie de transformation de ce produit doit être l'objet de soins et de conditions d'hygiène particulièrement draconiens. A titre de renseignement, les manipulations que subit la matière première avant d'arriver dans l'assiette du consommateur sont :

Etêtage, éviscération.....	1
Congélation, conditionnement.....	2
Décongélation.....	2
Filetage.....	2
Salage.....	2
Rinçage.....	1
Baudruchage.....	2 (dans certains cas)
Séchage, fumage	
Retrait des arêtes restant.....	1
Congélation partielle.....	2
Parage.....	2
Tranchage.....	2
Reconstitution.....	1
Emballage.....	1
<b>Total.....</b>	<b>21 manipulations</b>

En tout, le produit aura été manipulé une vingtaine de fois. Outre ces trop nombreuses manipulations, il ne faut pas omettre les sources de contamination importantes que représentent les étapes de décongélation (nature de l'eau), de tranchage (nettoyage des trancheuses pas assez fréquent) et de la reconstitution.

Tout ceci devrait inciter les industriels de la transformation à être intransigeants avec la propreté du travail et des locaux.

## Le chincharde

(*Trachurus trachurus* ou *T. mediterraneus*)  
(Nicolle et Knockaert, 1981)

### **Fumage à froid du chincharde**

Etêtage et éviscération	→ Perte : 35-40 %
↓	
Filetage avec peau (1)	→ Perte par rapport au poisson entier : 50-55 %
↓	
Retrait de la peau	→ Perte par rapport au poisson entier : 60 %
↓	
Salage en saumure	→ 250 g/l (19° B)
↓	
Séchage à plat	→ T : 25° C Humidité relative : 65 % Temps : 120 mn
↓	
Fumage	→ T : 25° C Humidité relative : 70 % Temps : 180 mn

(1) En 1989, la société Baader (RFA) a présenté une fileteuse automatique pour le chincharde qui permet le retrait des écailles latérales (scutelles) et la présentation finale en filets « papillon ».

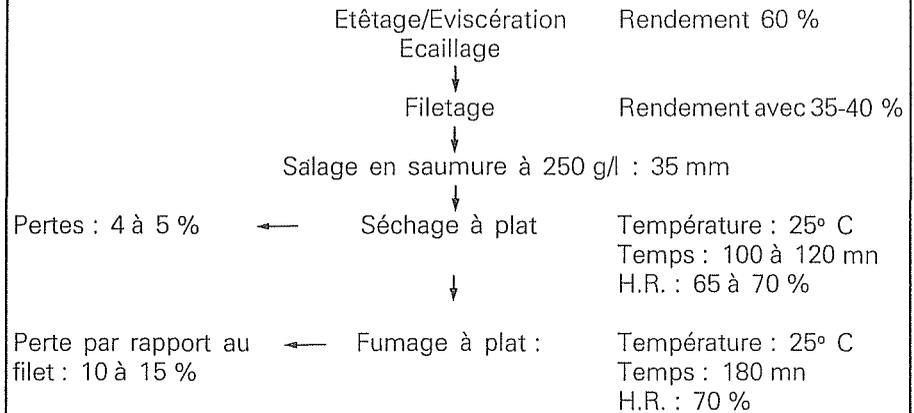
### **Fumage à chaud du chincharde**

	Etêtage/Eviscération
	↓
	Salage en saumure concentrée 350 g/l pendant 90 mn
	↓
Rendement par rapport au poisson entier : 45-50 %	← Séchage/Fumage : 3 séquences
	• 25° C : 90 mn,
	• 60° C : 60 mn,
	• 95/100° C : 60 mn
	↓
	Retrait des « scutelles » (écailles latérales)
	pour prévenir les risques de perforation des sachets

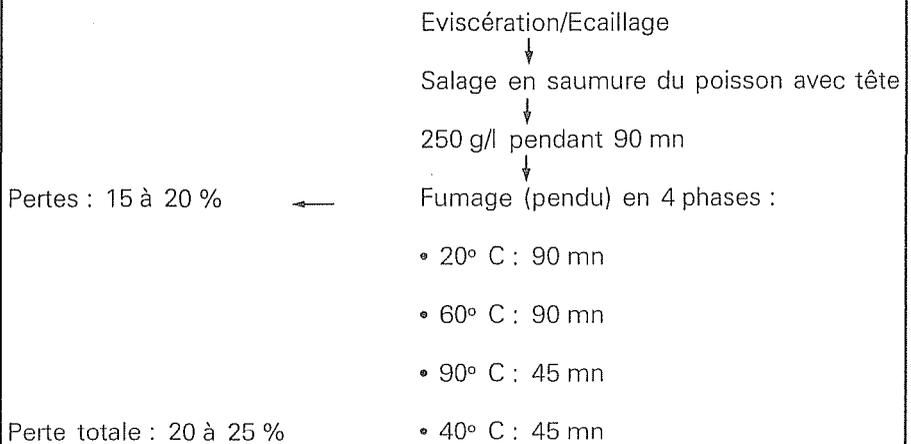
## Le mullet

(*Mugil cephalus*, *Lizza ramada*, *Chelon labrosus*,  
*Lizza aurata*, *Oedachilus labeo* et *Lizza saliens...*)

### Fumage à froid du mullet



### Fumage à chaud du mullet

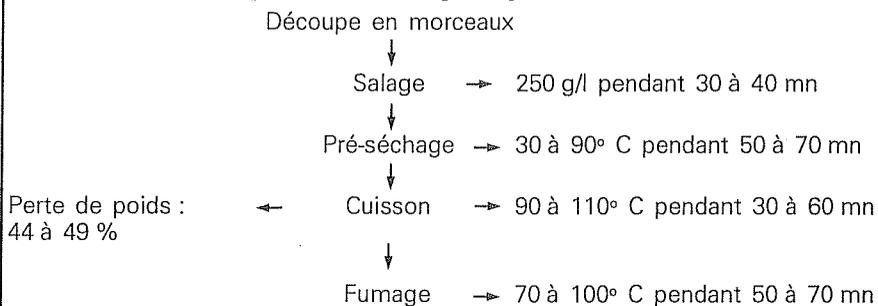


## Le flétan et flétan noir

(*Hippoglossus hippoglossus*,  
*Reinhardtius hippoglossoides*)

### **Fumage à chaud**

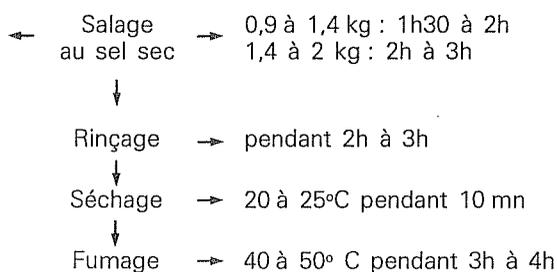
(Burt J.R., 1988, procédé d'origine polonaise)



### **Fumage applicable aux deux espèces**

Flétan commun et flétan noir

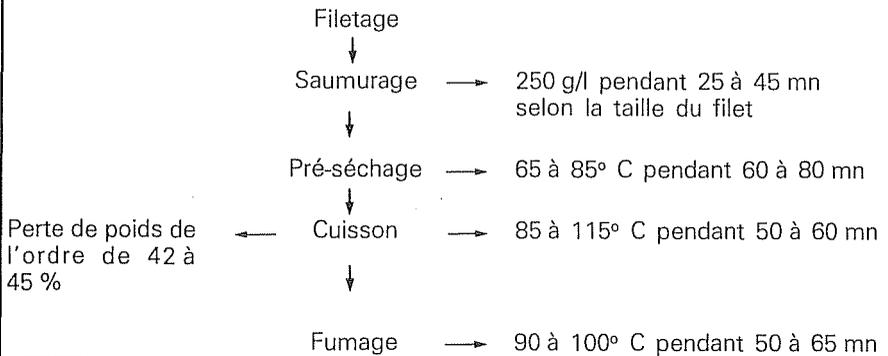
Flétan noir présenté  
étêté, éviscéré et  
les deux faces



Ces poissons peuvent être prétranchés à la façon du saumon.

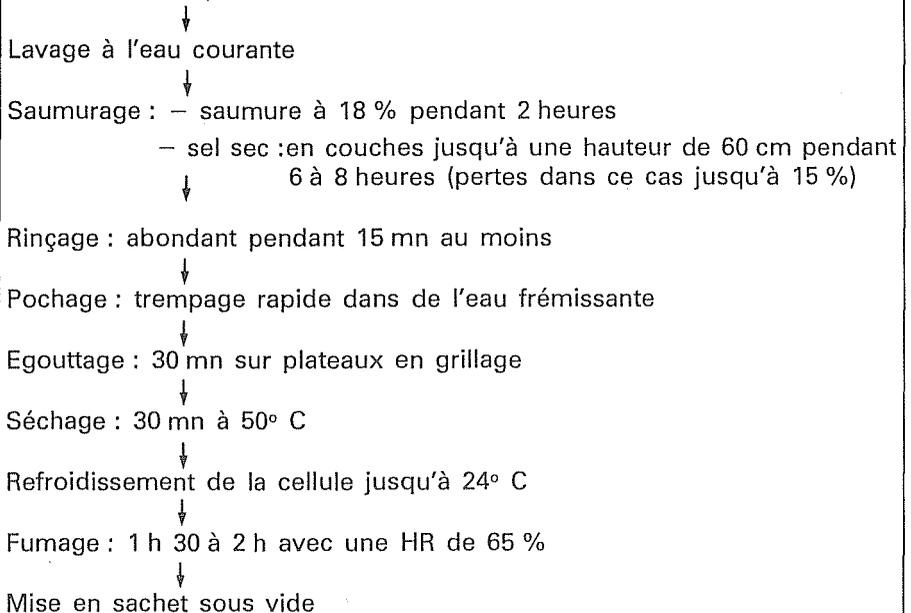
## Le lieu de l'Alaska (*Theragra chalcogramma*)

(Burt J.R., 1988, procédé d'origine polonaise)



### Préparation de la rogue

Matière première fraîche, ferme à manipuler avec soin (risque d'éclatement de la membrane)



## **Les produits de l'aquaculture**

*La qualité des produits de l'aquaculture*

*Les saumons*

*Les truites : truite arc-en-ciel et truite commune*

*L'anguille*



# La qualité des produits de l'aquaculture

par André FAURÉ,

Station INRA/IFREMER de Salmoniculture expérimentale (S.E.M.II) à Camaret

## ***Comment définir la qualité ?***

La qualité est une notion particulièrement complexe qui résulte de l'amalgame entre des caractéristiques du produit mesurables ou quantifiables et d'autres qui ne peuvent faire l'objet que d'appréciations beaucoup plus subjectives.

Si la qualité bactériologique, la composition physico-chimique, la texture voire la conformation ou l'aspect extérieur du poisson peuvent faire l'objet de mesures, soit directes, soit à travers une grille codifiée, il n'en est pas de même de la qualité organoleptique qui reste strictement liée à l'appréciation finale du consommateur.

Les critères pris en compte dans la qualité dépendent aussi de la destination du produit. Les exigences de l'industrie de la transformation seront très différentes de celle du marché du frais, la première étant sensible aux notions de rendement, de teneur en lipides s'il s'agit de fumage, alors que le second prendra essentiellement en compte l'aspect extérieur du poisson et l'état de fraîcheur.

La qualité du produit, prise au sens global du terme, est en grande partie déterminée par les conditions d'élevage, mais le mode d'abattage et l'ensemble des opérations que subira le poisson jusqu'à l'assiette du consommateur seront tout aussi déterminants.

## ***L'effet des conditions d'élevage sur la qualité des produits***

La gestion du cheptel intervient sur plusieurs critères de qualité :

- l'aspect extérieur du poisson,
- la composition corporelle et chimique,
- la texture et la coloration de la chair.

### **Aspect extérieur du poisson**

***La conformation du poisson*** est sensiblement influencée par le taux de rationnement. La distribution d'aliment à satiété a tendance à produire des poissons ventrus, notamment chez la truite arc en ciel. Cet aspect extérieur est lié à la masse des graisses périviscérales. Chez la truite arc en ciel, il faut descendre à un taux de rationnement inférieur à 80 % de la satiété pour obtenir un produit plus proche de l'image que l'on recherche chez les salmonidés.

Lors de la transformation de ces produits, notamment par fumage, la perte de rendement au parage – élimination du bandeau de graisse de la paroi abdominale – est importante et peut atteindre 6 à 7 % du poids vif.

### ***L'intégrité de la robe et des nageoires***

Une densité d'élevage supérieure à 30 kg/m<sup>3</sup> provoque une nécrose des nageoires par la création d'un milieu organique favorable au développement des myxobactéries.

La manipulation des poissons et la perte d'écaillés qui l'accompagne en général contribue également à une détérioration plus ou moins marquée de l'aspect de la robe. Un traitement par bain au furoxone à 20 g/m<sup>3</sup> pendant ou après l'opération limite les agressions secondaires qui pourraient se développer.

Enfin certaines maladies, notamment la vibriose, ou les parasitoses externes génèrent des plaies qui affectent plus ou moins l'aspect du poisson.

### ***La coloration de la robe***

La robe de la truite peut noircir (mélanose) du fait d'un état de stress chronique lié notamment à une mauvaise adaptation à l'eau de mer. En période de maturation, la robe se colore, notamment chez les mâles et perd son aspect argenté.

### **Composition corporelle**

La composition corporelle des poissons est importante pour l'industrie de la transformation. La proportion des différents compartiments corporels détermine le rendement aux différents stades de la découpe.

La composition corporelle moyenne des différents salmonidés élevés en mer est donnée dans le tableau 15.

% du poids vif	Espèce			
	Arc en ciel 1,5 à 2 kg	Arc en ciel triploïde 2 à 3 kg	Salar 2 à 3 kg	Fario 2 à 3 kg
Tête .....	13 à 14,8	12 à 14	13 à 17	13 à 17
Peau .....	7,6 à 8,5	58,5 à 69,5	67 à 71	84 à 88
Muscle .....	50 à 51,7			
Arêtes .....	11,5 à 13	11,5	8,9	8,9
Viscères .....	11 à 17	12 à 16	7,5	9,8 à 11,8

Tableau 15 – Composition corporelle moyenne relevée à Camaret sur différentes espèces de salmonidés

La part des viscères est celle qui varie le plus et celle qui est le plus influencée par le taux de rationnement. Celle d'une truite nourrie à satiété peut être de 70 % supérieure à celle de poissons rationnés.

La teneur en lipides de la ration dans une fourchette de 12 à 18 % semble avoir peu d'influence sur la composition corporelle, par contre tout mode de gestion altérant les performances de croissance, forte densité par exemple, diminue la proportion de graisses périviscérales.

Pays	Espèce (1)	Année	
		1987	1990
Norvège .....	S.s	54 000	90 000
Ecosse .....	S.s	15 000	25 000
Irlande .....	S.s	2 500	22 000
Féroé .....	S.s	2 900	—
France .....	S.s et Coho	80	4 000
Islande .....	S.s	850	4 500
Etats-Unis .....	Coho	—	5 000
Canada .....	Coho	1 500	15 000
Chili .....	Coho	4 400	10 000
Japon .....	Coho	11 000	15 000

(1) S.s : *Salmo salar* Atlantique; Coho : saumon du Pacifique, *Oncorhynchus*

Tableau 16 – Production mondiale de saumon d'aquaculture (unités : tonnes; données non disponibles).

(Source : FIOM)

### Composition physico-chimique

Elle est également déterminante pour la transformation, pour le fumage en particulier, mais elle détermine aussi en grande partie la qualité organoleptique du produit qu'il soit consommé frais ou fumé.

Les teneurs en matières grasses et en humidité sont déterminantes dans tous les cas. Elles sont d'ailleurs étroitement corrélées, la concentration en eau diminuant quand celle en lipides augmente.

Pour le fumage, les teneurs en eau et en lipides vont déterminer les pertes lors des opérations de salage et de séchage. Elles peuvent augmenter de 7 à 8 % du poids du filet pour une différence de teneur en lipides de seulement 2 points. Cependant, au-delà d'un certain seuil de lipides, on peut noter des pertes supplémentaires par exsudation lors du fumage. La concentration en graisse intervient également sur la texture du produit fumé en lui donnant une impression de moelleux et de fondant recherchée.

Le taux de rationnement est là aussi déterminant alors que la teneur en lipides de la ration ne semble pas avoir d'influence significative dans la gamme habituellement rencontrée dans les aliments du commerce.

### Coloration de la chair

Obtenue artificiellement par adjonction de canthaxanthine dans l'aliment, son intensité est fonction de la quantité de canthaxanthine utilisée (concentration et durée de distribution), et de la teneur en lipides du muscle. Elle diminue à l'approche de la maturation par migration des caroténoïdes du muscle vers les ovules pour la femelle et la peau pour les mâles.

## Texture de la chair

La texture de la chair semble dépendre plus de l'espèce que d'une quelconque pratique d'élevage. On peut ainsi opposer des espèces à chair molle (coho, arc en ciel) à des espèces à chair ferme (salar, fario). Cependant, le taux d'engraissement peut faire varier ce critère par ailleurs assez difficile à mesurer.

Pays	Tonnage
France.....	9 500 t
Etats-Unis.....	4 900 t (1/3 S. Salar; 2/3 Coho)
Japon.....	4 700 t
Danemark.....	3 400 t

Tableau 17 – Production de salmonidés fumés en 1986

## L'effet du mode d'abattage

Son rôle sur la qualité dépend de la destination du produit.

**L'abattage à l'électricité** provoque, lors de la tétanisation qui l'accompagne, une rupture de certains vaisseaux sanguins qui marquent les filets dont l'aspect après fumage peut être altéré. Sur certaines espèces, on observe fréquemment une rupture de la colonne vertébrale, notamment chez le saumon coho. Tous ces phénomènes sont atténués par l'utilisation d'une faible tension (48 volts).

La mise à sec du poisson entre la pêche et l'abattage induit, même si elle ne dure que quelques secondes, des pertes d'écaillés plus ou moins marquées suivant les espèces, ce qui peut nuire à l'aspect du poisson.

**L'abattage par mise à sec du poisson** est à éviter car il altère beaucoup trop l'aspect du poisson (pertes d'écaillés, blessures, échymoses).

**L'abattage au gaz carbonique** est certainement la technique qui respecte le plus la qualité du poisson. Le poisson est toujours dans l'eau. Il est calmé en 2 minutes et tué en 5, et le CO<sub>2</sub> provoque un afflux de sang vers les branchies en leur donnant une coloration vive du plus bel effet.

De plus, il est possible de profiter de cette opération pour refroidir rapidement le poisson en mettant de la glace dans le bac d'abattage. A ce propos, il est intéressant de noter que l'eau de mer se refroidit beaucoup plus facilement que l'eau douce, et qu'il suffit par exemple de 40 kg de glace pour refroidir à 2 degrés 200 litres d'eau de mer à 15 degrés et à 4 degrés 100 kg de truites immergées dans ce bain qui peut d'ailleurs être réutilisé plusieurs fois.

En l'absence de bibliographie ou d'expérimentations précises sur ce sujet, il est difficile de définir la quantité de CO<sub>2</sub> nécessaire. En première approche, il semble correct de prévoir une recharge de 30 kg de gaz pour 3 à 4 tonnes de poissons. Le gaz doit être diffusé uniformément au fond du bac d'abattage en bulles de 1 à 2 mm de diamètre.

**Le saignage après abattage** est très pratiqué dans les pays producteurs éloignés des centres de consommation parce qu'il permet une meilleure conservation du poisson si celle-ci doit être de longue durée. Il est quasiment indispensable si le poisson est destiné au fumage et s'il n'est pas immédiatement éviscéré pour éviter la présence de sang en surface des filets. Il se pratique par incision des carotides à l'arrière immédiat des nageoires pectorales.

Frais (1)	%	Congelé	%
Norvège .....	70 %	Norvège .....	12 %
Ecosse .....	11 %	Etats-Unis.....	55 %
CEE.....	29 %	Canada.....	26 %

(1) 11 731 tonnes en 1986

Tableau 18 – Pays fournisseurs de l'industrie française

### ***L'effet du mode de conservation après abattage***

La conservation doit être impérativement effectuée au froid, en chambre froide ou sous glace. Il n'est pas inutile de rappeler qu'un glaçage efficace doit s'effectuer dans le rapport d'un tiers de glace pour deux tiers de poisson. Le glaçage doit intervenir immédiatement après l'abattage, l'altération bactériologique étant très rapide si la conservation du poisson est mal assurée. Le refroidissement du poisson par bain pendant l'abattage étant très rapide, il permet d'améliorer sensiblement l'efficacité du glaçage par temps chaud.

Poids en grammes	Filets de 600 à 700	Filets de 700 à 800	Filets de 800 à 900	Filets de 900 à 1 000	Filets de 1 000 à 1 100
Perte moyenne en poids % après salage .....	9,4	8,6	7,5	7,5	5,4
Perte moyenne en poids % après salage fumage	3,6	4,0	3,7	3,5	3,1
Perte totale en poids % .....	12,7	12,3	11,4	10,7	8,4
Eau % poids humide (moyenne) .....	65,9	70,6	73,7	67,0	68,2

Tableau 19 – Exemple de perte à la fabrication lors du fumage du saumon du Pacifique

Nom scientifique	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	<i>Oncorhynchus keta</i>	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	<i>Oncorhynchus nerka</i>
Appellation française . . . . .	Saumon royal	Saumon keta	Saumon argenté	Saumon rose	Saumon rouge
Appellation anglo/saxonne . . .	King; Chinook	Chum; Keta	Coho; Silver salmon	Pink Salmon	Sockeye Red Salmon
Poids . . . . .	2 à 30/40 kg	3,5 à 15 kg	2 à 5 kg	1,4 à 2,3 kg	3 à 5 kg
Pêche . . . . .	- ligne - senne	- senne ou filet maillant	- filet - ligne	- senne	- senne - ligne
Couleur . . . . .	Blanc crémeux à orange très foncé	Rose bistre ou rose pâle	Orange	Rose	Rouge
Destination . . . . .	Très recherché pour le fumage (de préférence celui pêché à la ligne)	Peu prisé pour le fumage	Recherché pour le fumage à cause de sa ressemblance avec le « Royal »	Destiné essentiellement à la conserve	Saumon destiné à la conserve de qualité

Tableau 20 – Principales espèces de saumon du Pacifique

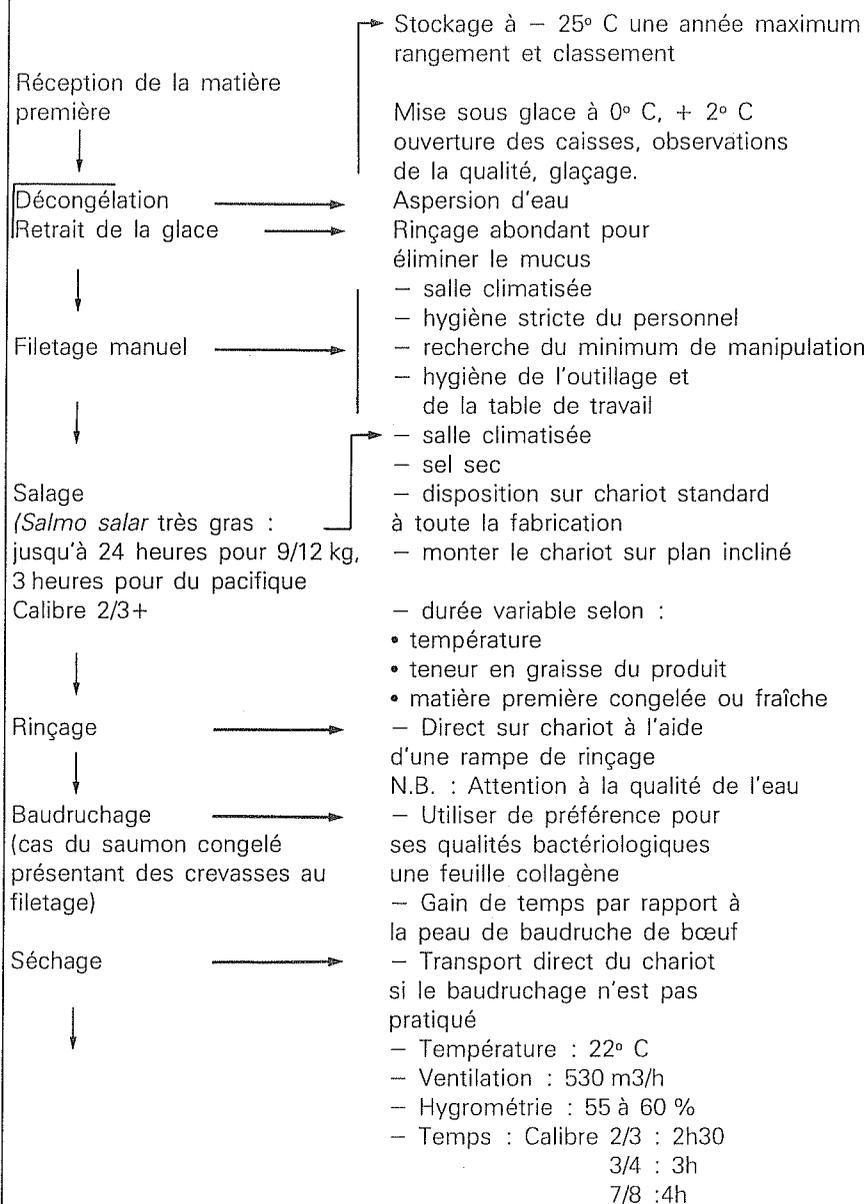
Les saumons du Pacifique sont expédiés en Europe congelés en emballage individuel par caisse de 12 ou 15 individus.

Le saumon norvégien est disponible en frais ou congelé (*Salmo salar*). D'autre part, il existe deux produits très différents : le saumon d'élevage souvent très gras (10 à 22 % de graisse) et le saumon sauvage. Ce dernier devient de plus en plus rare. Le meilleur saumon fumé est celui réalisé à partir de *Salmo salar*. « Sauvage » et n'ayant subi aucune congélation (ni avant fumage, ni après en vue de le prétrancher).

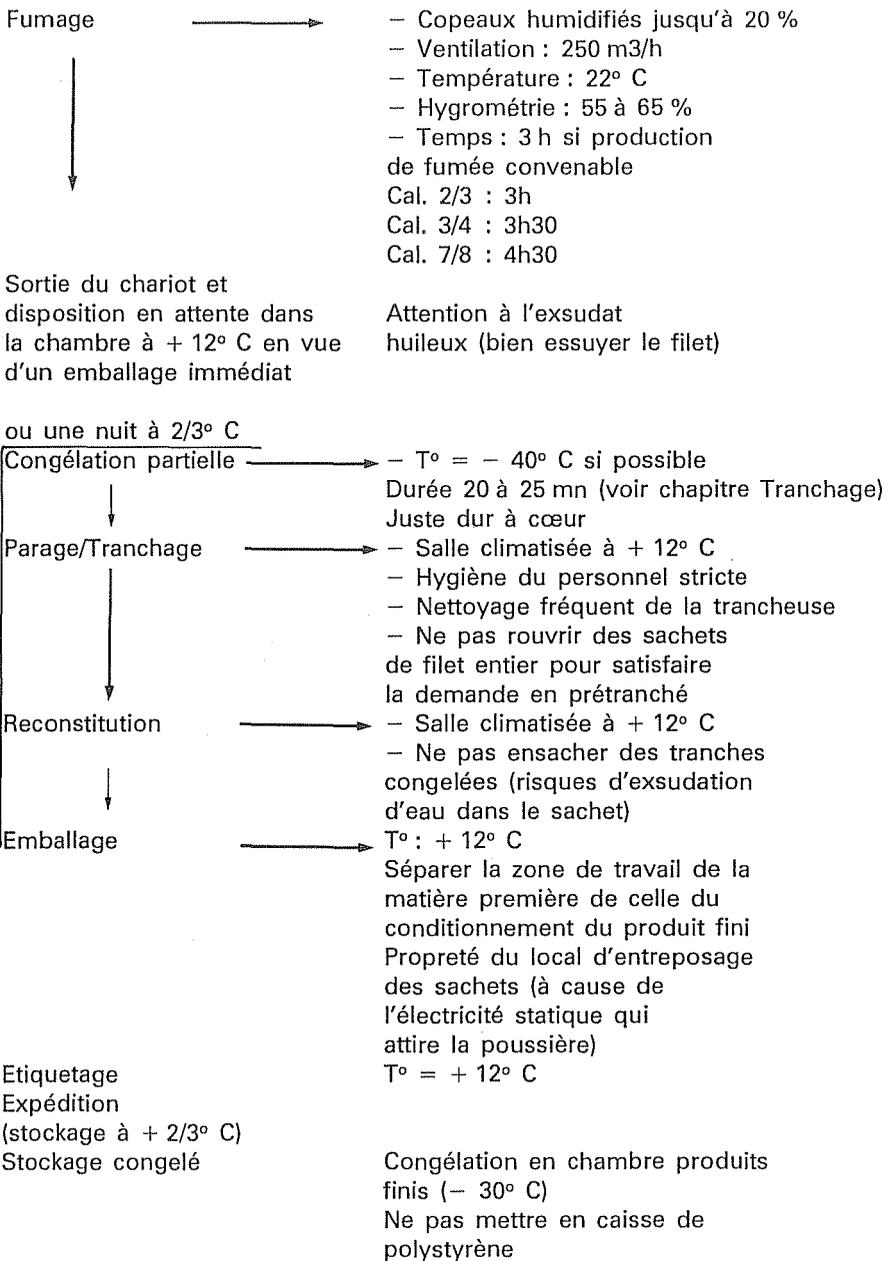
# Le saumon

(*Salmo salar*)

## Fumage à froid du saumon atlantique



## Fumage à froid du saumon atlantique (suite)



## **Fumage à chaud de filets de saumon du Pacifique Coho (USA)**

(*Oncorhynchus spp.*)

Saumurage des filets de 800 à 900 grammes



1 heure à raison de 250 gr de sel par litre d'eau



Rinçage à l'eau courante



Séchage : 1 h HR = 65 %



Fumage progressif : la sciure de hêtre peut être mélangée avec un peu  
d'huiles aromatisantes

1 h à 30° C

1 h à 50° C

1 h à 80° C

### **RENDEMENTS**

La transformation du poisson entier éviscéré avec tête en filets entraîne une perte de 27 %.

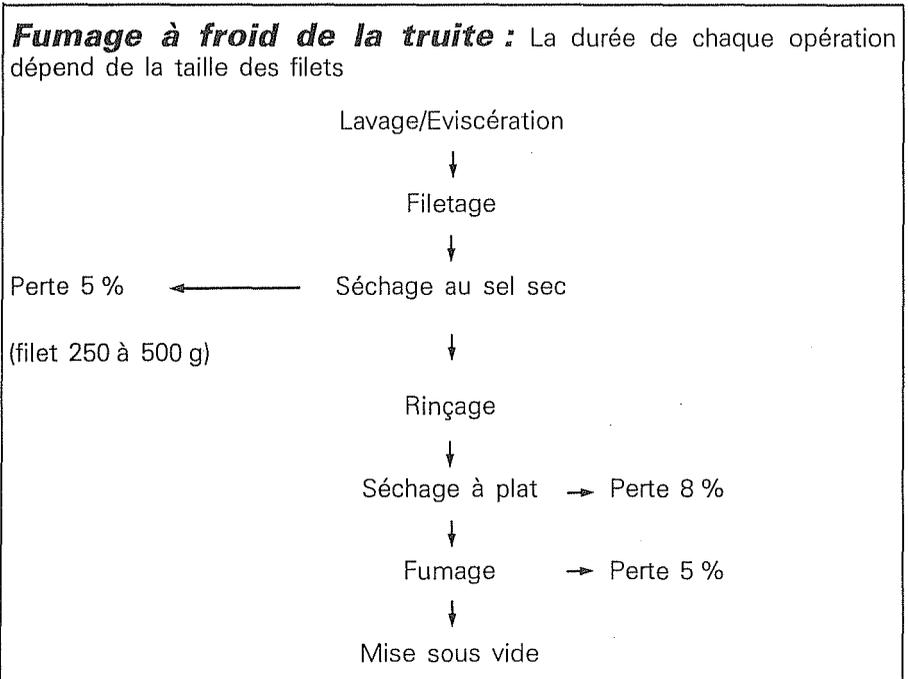
Perte au fumage : 22 %.

Perte totale par rapport au poids de poisson congelé : environ 40 %.

La technique de fumage à chaud des filets de saumon est pratiquée dans les pays nordiques sur du *Salmo salar*. On rajoute dans la saumure, des épices qui donnent un goût spécial à ce produit. Le produit fini est emballé sous vide avec des herbes recouvrant une partie du filet, ce qui le rend très attrayant.

## La truite de mer ou d'élevage en mer (*Salmo trutta*, *Salmo fario*)

La truite possède une teneur en lipides qui peut être importante. Cette caractéristique lui confère un aspect brillant après traitement et exige une température de fumage relativement basse afin d'éviter une exsudation des graisses. La durée de conservation des filets fumés à froid emballés sous vide ne dépasse pas trois semaines.



On peut trouver sur le marché de la truite « Arc en ciel » *Salmo gairdenerii* et de la truite commune *Salmo trutta*, produites par les salmoniculteurs-pisciculteurs français, de poids variant de 3,5 à 6 kg permettant de traiter et de présenter ce produit **truite** comme le produit **saumon**.

## ***Fumage à chaud de la truite « portion »***

Perte 14 % ← Eviscération



Lavage



Saumurage 1 h en saumure saturée



Rinçage



Perte 23 % ← Séchage/Fumage (suspendu par l'ouïe) (1)

1 heure à 30-36° C

1 heure à 60-62° C

1/2 heure à 72° C

(ou 10 mn à 65° C à cœur,  
ce qui nécessite de placer une sonde à cœur de la  
truite)



Rendement global : 66 % pour des truites de 200 g  
environ

(1) Le fumage à plat peut également être réalisé sur ce produit, limitant ainsi les pertes dues au décrochage inévitable d'une partie de la fournée.

## **L'anguille** (*Anguilla anguilla*)

### **Généralités**

L'anguille se prêtant le mieux au fumage est celle de 250 à 375 g, avec un aspect brillant et clair. Dans la mesure du possible, il faut traiter les anguilles vivantes. Le salage en saumure donne un produit tendre et savoureux; en sel sec, la chair est plus ferme et plus colorée, elle se conserve mieux. Les anguilles peuvent être classées en plusieurs catégories :

- fortes : 1 kg et au-dessus;
- moyennes grosses : 500 à 750 g;
- moyennes : 375 à 500 g;
- moyennes petites : 250 à 375 g;
- petites : 125 g environ.

Une anguille est bien fumée lorsque les chairs proches de la colonne vertébrale, au niveau de l'anus, se défont facilement sans qu'apparaissent de traces de graisse ou d'eau le long de l'arête. Le rendement est de 60 kg d'anguilles fumées pour 100 kg de fraîches : les pertes à l'éviscération sont de 5 à 8 % et aux salage/séchage/fumage de 28 à 32 %.

## Fumage à chaud de l'anguille suspendue

Matière première :

Anguille fraîche  
ou congelée

→ Lavée dans une  
solution d'ammoniaque  
à 1 % pour éliminer  
le mucus dans le cas  
d'anguilles fraîches

Salage en saumure  
à 275 g/l à la  
température de 10° C :  
temps : 30 mn pour 200 g

OU

Bac de sel pendant 2 à 3 heures (cas  
d'anguilles vivantes, ce qui élimine  
le mucus et permet de les tuer)

Rinçage à l'eau courante

Possibilité de  
mécanisation (machines  
peu efficaces  
semble-t-il)

Eviscération :

Fendre le ventre 2 cm 1/  
2 au-delà de l'anus  
Laisser la tête  
(perte 5 à 8 %)

Manuellement : sciure  
répandue  
sur l'anguille afin  
de la maintenir

Montage sur tige :

Gorge percée d'avant en  
arrière

Rinçage après  
éviscération à l'aide  
d'une saumure à 10 %

Parois ventrales ouvertes  
à l'aide d'une baguette  
ou par trempage en eau  
bouillante quelques  
secondes

Fortes (1 kg) : suspension  
par crochet

Fumage à plat pour les ca-  
libres < 400 g

Perte au salage/fumage

Fumage à chaud :

30 à 35 % par rapport au poisson frais

1. - 3 à 5 mm de séchage avec fort tirage : T° C : 30° C
2. - Fumage de 2 à 4 heures à 30° C (selon la taille) (puis fumer en cuisant jusqu'à 65° C à cœur)

Parage : ↓

- Brossage avec de l'huile pour l'aspect.
- Découpage en tronçon (retrait de la tête).

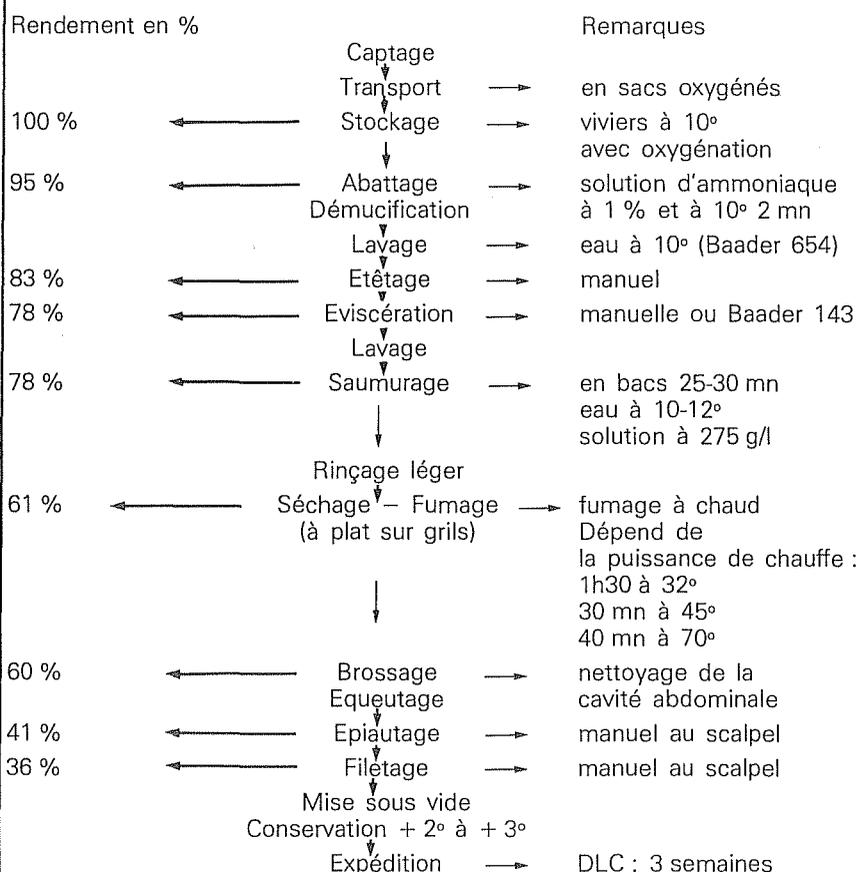
↓

Emballage : sous vide

↓

Stockage : à + 2 à 3° C.

**Fumage de l'anguille à plat sur grill**  
 (Anguilles présentées pelées et en filet sous vide et de calibre 200 à 250 g)



N.B. : Dans le cas d'anguilles de plus gros calibres, le troisième cycle de fumage dure jusqu'à ce que la température à cœur ait atteint 65° C.

## **IV. HYGIENE – BULLETIN D'ANALYSE**

---

**Atelier**

**Chambres froides**

**Machines et outillages**

**Personnel**

**Contamination d'un aliment**

**Interprétation d'un bulletin d'analyse**



## **Atelier**

Avant d'analyser le produit lui-même, il faut commencer par considérer l'atelier de fabrication, la qualité du produit dépendant beaucoup de celui-ci.

Les sources principales de contamination des aliments les plus courantes sont les suivantes (Leclerc *et al.*, 1977).

### **Le sol**

Il contient de nombreux micro-organismes en surface et en profondeur (selon sa nature) : des pathogènes toxigènes ou des saprophytes capables d'altérer les aliments. Beaucoup disparaissent naturellement (dessiccation mais les sporulés peuvent résister).

Ces germes véhiculés par les poussières atmosphériques sont déposés sur le produit, ainsi que des fragments de déchets organiques.

### **L'eau**

En provenance de nappes profondes, elle peut contenir quelques bactéries psychrotrophes ou oligotrophes d'origine tellurique.

Venant de nappes phréatiques ou de fleuves, elle peut être beaucoup plus contaminée par des résidus industriels ou polluée par les engrais (nitrates, phosphates).

Les traitements par le chlore ou l'ozone détruisent les germes pathogènes (salmonelles, etc.) mais certains germes saprophytes y résistent. L'eau est alors potable mais non stérile.

### **L'atmosphère**

Les courants d'air véhiculent les micro-organismes contenus dans les poussières. Pour les éviter, on peut séparer du reste de l'usine l'atelier où l'on traite le produit et, si besoin est, alimenter cette salle en air filtré et conditionné.

### **Les locaux : conception et entretien**

Chaque fissure ou cassure du sol ou des murs renferme des micro-organismes, aussi est-il préférable que les locaux soient revêtus de matériaux lisses qui facilitent le nettoyage.

Le sol doit être imperméable. Les égoûts munis de siphons de dimension suffisante, et une légère pente favorisent une bonne évacuation de l'eau. A la fin du travail, un rinçage grossier suivi d'un brossage avec un détergent désinfectant est effectué; on termine par un rinçage à l'eau chaude pour permettre un séchage rapide.

Les murs recouverts d'un revêtement lavable sont souvent le siège de projections de denrées et de condensation d'eau. Un lavage quotidien par pulvérisation est recommandé.

Les plafonds, sujet aux condensations, seront recouverts d'une peinture fongicide. Pour éviter la formation de moisissures sur murs et plafonds, traiter l'atmosphère par une solution de formol et bien aérer ensuite.

Les ouvertures seront conçues pour empêcher l'incursion d'insectes ou d'animaux porteurs de germes. Des pièges à insectes peuvent être installés au-dessus des lignes de fabrication.

## **Les chambres froides (réfrigération)**

Une bonne hygiène n'y est pas souvent respectée; du fait de la température, on aurait tort de se croire à l'abri des contaminations.

Ainsi, les aliments sont souvent stockés sur des étagères en bois ou métal présentant un développement important de psychrotrophes, de levures et de moisissures. Un nettoyage régulier s'impose donc.

Les légumes ou ingrédients divers ne doivent pas être entreposés dans la même chambre que les produits transformés.

## **Les machines et l'outillage**

A chaque fabrication, ceux-ci peuvent être le siège de contamination s'ils restent non nettoyés; en effet, les matières organiques présentes en surface ou dans les moindres recoins sont un bon milieu de culture.

L'acier inoxydable est indispensable, le bois et les matériaux poreux étant interdits. Les couteaux et autres ustensiles peuvent être stérilisés dans une armoire à ultra-violets. Quant à la ligne de production, elle doit être nettoyée et désinfectée à chaque interruption de fabrication ou même toutes les deux heures dans certains cas.

Les torchons et les éponges sont propices au développement des bactéries, un renouvellement fréquent est indispensable. L'idéal est le papier à usage unique.

## **Le personnel**

Il est porteur de germes de différentes provenances et peut souiller les produits, surtout par des pathogènes.

Quelques règles de bons sens sont à respecter :

- Les membres du personnel doivent impérativement se nettoyer les mains après chaque passage aux toilettes. L'essuyage se fait avec du papier à usage unique ou à l'aide d'un séchoir mural. Les robinets des lavabos sont commandés au pied.
- Le port du masque est très utile pour éviter de propager des microbes rhino-pharyngés.
- Des coiffes pour les cheveux et des gants pour les mains sont également conseillés.

- Les vêtements de travail sont remplacés le plus souvent possible et aseptisés de temps en temps.
- Un ouvrier malade ne doit pas manipuler les produits.
- L'accès à la salle de travail ne doit se faire qu'avec des bottes désinfectées régulièrement.

## **Contamination d'un aliment sain par un autre pollué**

Elle peut avoir lieu à tous les niveaux (table de travail, bain de saumure, chambre froide, etc.) dès le moment où les produits se succèdent ou se côtoient. Si les précautions énumérées précédemment sont respectées, ce type de contamination est limité.

Les déchets doivent être enlevés tous les jours et ne pas séjourner dans la salle de travail. Les poubelles doivent être fermées avec un couvercle pour éviter la prolifération des mouches, ainsi que les mauvaises odeurs.

## **Interprétation d'un bulletin d'analyse**

Cf. l'exemplaire de bulletin d'analyse en annexe 8.

Rappel : voir l'arrêté définissant la semi-conserve ainsi que le traitement de fumage (annexe 7)

### ***Déroulement des analyses***

Les analyses sont effectuées à la date limite de consommation indiquée sur le produit. Cette date est apposée sous l'entière responsabilité du fabricant.

L'examen organoleptique pratiqué par un jury de spécialistes permet de juger de la qualité du produit (odeur, saveur, texture et couleur).

Celle-ci dépend des réactions de dégradation qu'a subi le poisson sous l'influence de ses propres enzymes et sous l'effet des enzymes bactériennes.

Les analyses bactériologiques et chimiques déterminent si la semi-conserve est encore consommable en date limite conservation (DLC).

Si ce n'est pas le cas, l'analyse bactériologique peut apporter des informations sur les conditions d'hygiène de fabrication.

Les analyses chimiques, quant à elles, renseignent sur la composition du produit (eau, chlorures, lipides, phénols, etc.) et peuvent mettre en évidence un ou des défauts au niveau du salage, séchage, fumage.

## **Contrôle bactériologique**

La dégradation du poisson est due en partie aux enzymes bactériennes, aussi le dénombrement des germes constitue un test d'appréciation de la qualité.

Si certains germes sont indispensables en vertu de leur participation à l'élaboration ou à la transformation d'un aliment, d'autres sont nuisibles (germes banals de contamination) ou dangereux pour la santé (germes pathogènes).

Les analyses bactériologiques du poisson fumé montrent qu'il s'agit souvent d'un produit très contaminé : souvent plusieurs millions de germes par gramme dans le cas du saumon fumé (critère limite :  $10^6$  germes/g; annexe 6).

Les germes pathogènes sont plus rares. La norme en exige l'absence mais admet un staphylocoque pathogène/gramme pour le saumon fumé (annexe 6).

La flore microbienne des produits fumés est en majeure partie constituée de bactéries aérobies et anaérobies et d'une quantité plus ou moins élevée de coliformes et levures ou moisissures.

On rencontre parfois des spores de *Clostridium* ou des staphylocoques pathogènes.

Un bulletin d'analyse, tel qu'établi par le service des contrôles, est joint à cette étude à titre d'exemple (annexe 8).

## **Contrôle chimique**

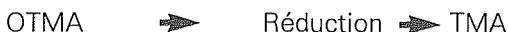
### **– Indice d'altération**

Les méthodes chimiques utilisées sont basées sur le dosage des produits qui résultent des réactions de dégradation.

Les dosages de l'azote basique volatil total (ABVT) et de la triméthylamine (TMA) servent d'indice d'appréciation de la qualité du poisson.

A la mort du poisson, il y a disparition de la sélectivité des membranes cellulaires, ce qui implique une diffusion des bactéries à partir des foyers normaux d'infection (branchies, viscères, etc.) vers les muscles.

La TMA est issue de l'utilisation par les bactéries de l'oxyde de triméthylamine (OTMA : constituant naturel du poisson) pour leur croissance.



L'ABVT est la somme des composants : ammoniac, triméthylamine, diméthylamine et monométhylamine.

La DMA et MMA étant négligeables dans l'altération du poisson frais, en dosant l'ABVT et la TMA, on connaît la teneur en ammoniac.

Les seuils limites conseillés pour le poisson non transformé sont de 40 mg/100 g pour l'ABVT et de 14 mg/100 g dans le cas de la TMA.

Dans le cas du produit transformé, il faut cependant tenir compte du fait que ces valeurs ne sont pas toujours représentatives d'une altération, car elles peuvent être modifiées par le traitement lui-même. Il s'agit plutôt de disposer d'éléments de comparaison par rapport à un produit identique fabriqué dans de bonnes conditions.

#### – **Composition du produit**

La teneur en chlorure de sodium de la chair apporte des indications sur le salage. Il n'y a pas de seuil réglementaire, cependant, il est bon de savoir qu'en moyenne, dans le cas du saumon fumé, ce dernier est apprécié avec une teneur de 3,5 %.

La mesure d'humidité du produit permet de constater l'intensité du séchage. Mais il ne faut pas oublier que la teneur en eau est également liée à la quantité de lipides.

Les teneurs en eau et en lipides s'expriment en grammes pour 100 grammes de chair.

L'intensité du fumage est appréciée par la mesure de la teneur en phénols totaux.

En effet, Brazer et al. (1969) ont mesuré les coefficients de corrélation entre les produits phénoliques, les carbonyles, les acides et le test d'évaluation du goût et de la couleur et ont obtenu les valeurs suivantes :

- phénols et tests d'évaluation : 0,81;
- carbonyles et tests d'évaluation : 0,37;
- acides et tests d'évaluation : 0,32.

La teneur en phénols semble un bon identificateur de la quantité de fumée déposée sur le produit et de la pénétration de celle-ci. A titre indicatif, un fumage au goût actuel correspond à environ 2 mg de phénols totaux pour 100 g de chair.

## **Conclusion**

Le bulletin d'analyse est un excellent moyen de surveiller la fabrication. Son interprétation doit permettre de trouver l'origine d'une défektivité précoce du produit et ne doit pas servir uniquement à constater un état de fait, c'est-à-dire s'il est commercialisable ou non. L'intérêt est surtout de faire une analyse « témoin » sur un produit dont on est sûr de la qualité et qui correspond organoleptiquement au « goût » souhaité. Cette analyse sert ensuite de référence aux futurs contrôles.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURY, 1934. — Etude sur le salage du poisson. — *Rev. Travaux Office pêches maritimes*, Tome VII, Fasc. 1, 195 p.
- BURT (J.R.), 1988. — Fish smoking and drying. The effect of smoking and drying on the nutritinal properties of fish. Elsevier Applied Science, 1988, XII, 166 p.
- BRATZLER et al., 1969. — Smoke flavor as related to phenol, carbonyl and acid contents of Bologna. — *J. of Food Science*, 34 (2).
- CASTELL (C.M.), 1954. — Spoilage problems in fresh fish production. — *Bull. Fish Res. Bd Canada*, (100).
- COLIN (Y.), 1980. — Technologie et contrôle du saumon fumé. — Rapp. stage IUT, La Rochelle.
- COSNARD (Y.), NICOLLE (J.P.) et MICHALET (A.), 1984. — Influence de la congélation du saumon, après fumage, sur sa durée de conservation à l'état réfrigéré. — Comm. 14ème Congrès West Europ. Fish Technol. Assoc.
- CUTTING (C.L.), 1953. — The general principles of smoke curing of fish. — *DSIR Food Investigation*, 13.
- DYER (W.), 1953. — Problems of fish protein denaturation. — Proceedings n° 7, *SIK Publ.*, n° 100, Symposium on cured and frozen fish technology Göteborg.
- GIRARD (J.P.), TALON (R.) et SIRAMI (J.), 1982. — Le fumage électrostatique son efficacité relativement à deux paramètres technologiques. — *Sciences des aliments*, n° 2.
- HALLE (P.) et TAILLEZ (R.), 1981. — Le fumage du saumon. Influence de la qualité de la matière première sur l'action antiseptique de la fumée. — *Rev. Techn. Vétér. Alim.*, n° 172.
- HAN CHING (L.), 1980. — Qualité hygiénique et technologique des produits. — Thèse Univ. Sciences et Techniques du Languedoc, Académie de Montpellier.
- KEAY (J.N.), 1979. — Handling and processing mackerel. — *Torry advisory Note*, n° 66. — Torry Res. Station, Aberdeen.
- KLETTNER (P.), 1979. — Modern methods of smoking meat products. — *Die Fleischwirtschaft*, 55, n° 1.
- LECLERC (H.), BUTTIAUX (R.), GUILLAUME (J.) et WATTRE (P.), 1977. — Microbiologie appliquée. — 1 vol., Doin Ed. Paris.
- NICOLLE (J.P.), 1978. — Technologie du fumage — Application au saumon. — *Rapp. Inst. Pêches marit.*, (IFREMER).
- NICOLLE (J.P.), CAMPELLO (P.), COSNARD (M.) et MOREL (M.), 1977. — Conservation du saumon au sel nitrité ou non. — Comm. 8ème Congrès West Europ. Fish Technol. Assoc., Tromso.
- NICOLLE (J.P.) et KNOCKAERT (C.), 1982. — Fumage du thon. Utilisation du chinchard et du mullet. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 326.
- NICOLLE (J.P.) et KNOCKAERT (C.), 1983. — Utilisation et valorisation des squales. — Note technique, ISTPM (IFREMER), n° 10.
- NICOLLE (J.P.) et KNOCKAERT (C.), 1984. — Technologie du fumage à froid du thon. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 310.
- NICOLLE (J.P.) et KNOCKAERT (C.), 1982. — Les conserves des produits de la mer. — IFREMER *Coll. Valorisation des produits de la mer*, 1989, 159 p.

- PALLU (R.), 1971. — Etuvage et fumaison. Action du facteur température sur les viandes et préparations de charcuterie. — In La charcuterie en France, Pallu R. Nlle ed.
- PINEL (M.), 1983. — Aspects microbiologiques et durée de conservation des produits fumés. — *Bull. Assoc. Dével. Rech. Ind. Alim.*
- POTTASHT (K.), 1978. — Verfahren des Räucherns und ihr Einfluss auf den Gehalt an 3-4 B und anderen Inhaltsstoffen des Räucherrayches in geräucherten. — *Fleisherzeugnissen*, 58, n° 3.
- REAY (G.A.), 1949. — The care of fish a food. *Food Investigation*, n° 592.
- SAINCLIVIER (M.) 1980-1981. — Les industries alimentaires halieutiques. Enseignement du DAA halieutique. Ecole Nat. Sup. Agr. Rennes.
- TALON (R.) et GIRARD (J.P.), 1980. — La fumaison de la viande et des produits carnés. — *Actual. Scient. Techn. Ind. Agro. Alim.*, n° 25.
- TOTH (L.) et HAMM (R.), 1979. — *Zwischenbericht*, Ha 517/22.

---

## ANNEXES

- 1.Barèmes de cotation de l'état de fraîcheur (CEE)
- 2.Tableau de cotation pour le poisson congelé
- 3.Composition des saumures de chlorure de sodium
- 4.Tableau psychrométrique 12-40° C
- 5.Extrait du Journal Officiel « Règlementation des conditions d'hygiène applicables dans les établissements dans lesquels sont préparés ou transformés des produits de la mer et d'eau douce » (J.O. du 25 novembre 1973)
- 6.Extrait du Journal Officiel définissant les « Critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées animales ou d'origine animale » (J.O. du 19 janvier 1980)
- 7.Extrait du Journal Officiel définissant les « Traitements de conservation autorisés pour la préparation des semi-conserves d'animaux marins » (J.O. du 9 septembre 1982)
- 8.Extrait d'un bulletin d'analyse sur du saumon fumé
- 9.Présentation de la vente de poissons fumés, prétranchés et conditionnés (Note Service Vétérinaire d'Hygiène Alimentaire) DGA1/SVHA du 17 octobre 1989

## Annexe 1

### BAREMES DE COTATION DE L'ETAT DE FRAICHEUR (CEE)

Objets d'examen		N° des caract.	Critères et cotes d'appréciation			
			3	2	1	0
PEAU	couleur	la	pigmentation vive et chatoyante; pas de décoloration	pigmentation vive mais sans lustre	pigmentation en voie de décoloration et ternie	pigmentation terne (1)
	mucus	lb	mucus aqueux transparent	mucus légèrement trouble	mucus laiteux	mucus opaque
OEIL	forme	lla	convexe (bombé)	convexe et légèrement affaissé	plat	concave au centre (1)
	cornée	llb	cornée transparente	cornée légèrement opalescente	cornée opalescente	cornée laiteuse
	pupille	llc	pupille noire brillante	pupille noire ternie	pupille opaque	pupille grise
BRANCHIES	couleur	llla	couleur brillante	moins colorée	se décolorant	jaunâtres (1)
	mucus	lllb	pas de mucus	traces légères de mucus clair	mucus opaque	mucus laiteux
PERITONE		IV	adhérent totalement à la chair	adhérent	peu adhérent	non adhérent (1)
ORGANES		V	reins et résidus d'autres organes rouges brillant, de même que le sang à l'intérieur de l'aorte	reins et résidus d'autres organes rouge mat; sang se décolorant	reins, résidus d'autres organes et sang rouge pâle	reins, résidus d'autres organes et sang brunâtre (1)
ODEUR (branchies, peau, cavité abdominale)		VI	algue marine	ni d'algue, ni mauvaise	légèrement aigre	aigre (1)
CHAIR	consistance	Vla	ferme et élastique	élasticité diminuée	légèrement molle (flasque) élasticité diminuée	molle (flasque) (1)
	surface	Vlb	surface lisse	—	surface cireuse (veloutée) et ternie	écailles se détachant facilement, surface granuleuse
	couleur (coupure dans l'abdomen)	VIII	bleuâtre, translucide lisse et brillante. Sans aucun changement de coloration originale	veloutée, cireuse, feutrée, couleur légèrement modifiée	légèrement opaque	opaque (1)
COLONNE VERTEBRALE	couleur le long de la colonne vertébrale	—	pas de coloration	légèrement rose	rose	rouge (1)
	adhérence à la chair	X	se brise au lieu de se détacher	adhérente	peu adhérente	non adhérente (1)

(1) ou dans un stade d'altération plus avancé

**Annexe 1 (suite)**

**NOM :**

**DATE DE L'EXAMEN :**

**FICHE DE COTATION – Tableau CEE**

<b>Espèce examinée</b>					
<u>Peau</u> couleur mucus <u>Oeil</u> forme cornée pupille <u>Branchies</u> couleur mucus <u>Péritoine</u> <u>Organes</u> <u>Odeur</u> <u>Chair</u> consistance surface couleur <u>Colonne vertébrale</u> couleur le long de la c.v. adhérence à la chair					
Total Nombre de caractères Moyenne Classe (E, A, B, C)					

## Annexe 2

### TABLEAU DES COTATIONS POUR LE POISSON CONGELE

Etat	Facteur	Description	Points de pénalisation	
Congelé	Dessiccation	Absente	0	
		Légère	2	
		Moyenne	5	
		Forte	10 maximum	
Décongélation	Changement de couleur	Absent	0	
		Léger	2	
		Moyen	5	
		Fort	10 maximum	
	Manque de cohésion	a) Espèces pélagiques	Absent	0
			Présent	2 maximum
		b) Espèces démersales	Absent	0
			Léger	2
			Moyen	4
			Fort	8 maximum
Détérioration de la paroi abdominale	a) Espèces pélagiques	Absente	0	
		Légère	2	
		Moyenne	4	
		Forte	8 maximum	
	b) Espèces démersales	Absente	0	
		Présente	2 maximum	
Odeur	Bonne	0		
	Moyenne	10		
	Mauvaise	25		
Cuit	Odeur	Bonne	0	
		Moyenne	4	
		Mauvaise	10 maximum	
	Saveur	Bonne	0	
		Moyenne	7	
		Mauvaise	15 maximum	
Texture	Bonne	0		
	Moyenne	4		
	Mauvaise	10 maximum		

## Annexe 2 (suite)

### Remarques sur l'emploi du tableau

#### 1. Domaine d'application

Le tableau est prévu pour le poisson entier et le poisson étêté, éviscéré ou non.

#### 2. Utilisation du tableau

On examinera un échantillon représentatif du lot et on attribuera des points de pénalisation prévus par le tableau.

- Le total de ces points déterminera la catégorie de qualité du lot examiné selon le barème suivant :
- catégorie A : 10 points
- catégorie B : de 11 à 24 points
- retrait de la vente : 5 points

L'interpolation entre les différentes valeurs données dans le tableau est autorisée.

L'échantillon sera d'abord examiné à l'état congelé, puis après décongélation. Si on atteint un nombre de points de pénalisation entraînant le rejet, on arrêtera l'examen à ce stade. Dans le cas contraire, on procédera à l'examen à l'état cuit.

#### 3. Remarques sur les différents défauts

##### a) Présence d'odeurs ou de matières étrangères

Si on constate sur l'échantillon la présence d'odeurs ou de matières étrangères, le lot sera automatiquement rejeté.

##### b) Examen à l'état congelé

*Dessiccation :*

- Légère : très faible, ne masquant pas la couleur du produit et n'affectant qu'une petite partie de la surface.
- Moyenne : peu profonde, facilement éliminable par grattage à l'angle, ou dessiccation légère étendue à toute la surface.
- Forte : dessiccation profonde, étendue à la plus grande partie de la surface, ou dessiccation modérée étendue à toute la surface.

##### c) Examen à l'état décongelé

*Dessiccation de couleur*

Il faut prendre en considération le jaunissement dû à l'oxydation des graisses ou une perte excessive de l'aspect présenté normalement par le poisson bien conservé sous glace.

- Léger : modification juste perceptible affectant moins de la moitié de la surface.
- Moyen : modification notable affectant moins de la moitié de la surface ou légère attendue à toute la surface.
- Fort : très important : coloration anormale affectant la plus grande partie de la surface ou défaut moyen affectant toute la surface.

*Manque de cohésion des myotomes et éventration*

Une différence a été faite entre les poissons pélagiques et les poissons démersaux. Les premiers sont surtout affectés par les ruptures de la paroi abdominale et les seconds par la séparation des myotomes (constatée sur le poisson fileté). Une pénalisation plus importante a donc été attribuée au défaut le plus représentatif de l'état d'altération de chacune des deux catégories.

*Détérioration de la paroi abdominale*

- Légère : petites perforations affectant une faible proportion des individus.
- Moyenne : perforations assez importantes pour laisser apparaître les viscères affectant jusqu'à 10 % des individus.
- Forte : perforations laissant apparaître les viscères affectant 50 %, ou plus, des poissons.

Après filetage

- Léger : quelques fissures dans la chair n'affectant pas notablement l'aspect.
- Modéré : fissures s'étendant jusqu'à la moitié de l'épaisseur du filet et diminuant sa cohésion.
- Fort : fissures s'étendant à toute l'épaisseur du filet et pouvant entraîner sa désagrégation.

Odeur

- Bonne : odeur fraîche, caractéristique de l'espèce, mais pouvant être plus faible que celle du poisson très frais conservé sous glace.
- Moyenne : perte de l'odeur fraîche caractéristique, mais absence d'odeurs d'altération; légères odeurs de « frigo » et/ou de rancissement des graisses.
- Mauvaise : nettement dure, sèche, fibreuse ou farineuse.

**Annexe 3**  
**COMPOSITION DES SAUMURES DE CHLORURE DE SODIUM**  
**(Tableau de correspondance)**

Degrés	Poids spécifique à 15° C	NaCl en g p. 1 kg saumure	NaCl en g p. 1 litre saumure	NaCl en g p. 1 litre d'eau	Degrés salinométrique
0.....	1	0	0	0	0
1.....	1,007	10	10,1	10,1	3,8
2.....	1,014	20	20,3	20,4	7,6
3.....	1,021	30	30,6	30,9	11,4
4.....	1,029	40	41,2	41,7	15,1
5.....	1,036	50	51,8	52,6	18,9
6.....	1,043	60	62,6	63,8	22,7
7.....	1,051	70	73,6	75,3	26,5
8.....	1,059	81,2	86,0	88,4	30,8
9.....	1,067	92,5	98,7	101,9	35,0
10.....	1,075	102,5	110,2	114,2	38,8
11.....	1,083	113,7	123,1	128,3	43,1
12.....	1,091	123,7	135,0	141,2	45,9
13.....	1,099	133,7	146,9	154,3	50,6
14.....	1,107	145,0	160,5	169,6	54,9
15.....	1,116	156,2	174,3	185,1	59,3
16.....	1,125	167,5	188,4	201,2	63,4
17.....	1,134	178,7	202,6	217,6	67,7
18.....	1,143	191,2	218,5	236,4	72,4
19.....	1,151	200,0	230,2	250,0	75,8
20.....	1,160	211,2	245,0	267,7	80,0
21.....	1,170	223,7	261,7	288,2	84,7
22.....	1,190	235,5	277,9	308,0	89,2
23.....	1,190	247,5	294,5	328,9	93,7
24.....	1,200	260,0	312,0	351,4	98,5
24.5.....	1,204	264,0	317,9	358,7	100

Le degré salinométrique (mesure américaine) correspond au pourcentage de saturation en poids.

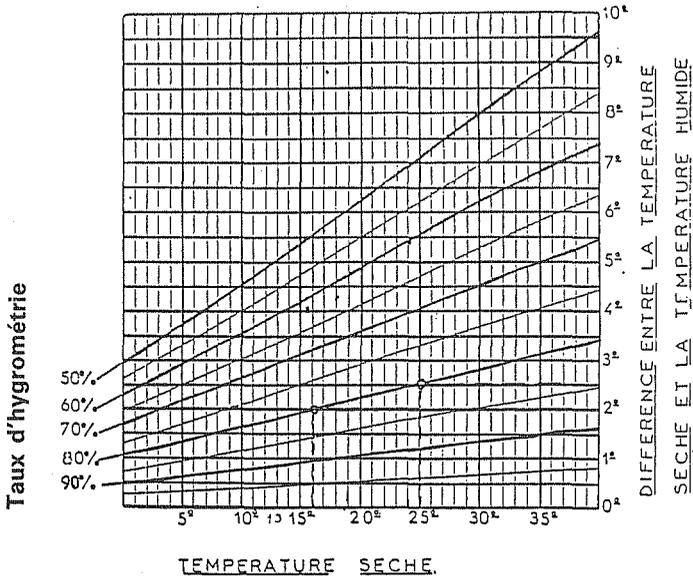
Eau de l'Océan (données moyennes) :

- Salinité : 35 g de sels divers par kg d'eau de mer.
- Concentration : 35,9 g de sels par litre d'eau de mer à 15° C.
- Densité : – à 0° : 1,028; – à 15° : 1,026.

(Correspondances numériques calculées par J. Bonfils).

**Annexe 4**  
**UTILISATION DU TABLEAU DE REGULATION DE L'HYGROMETRIE POUR UN**  
**TRAITEMENT DES PRODUITS A UNE TEMPERATURE INFERIEURE A 40° C**

**Tableau psychrométrique 12-40 degrés C**



**Différence entre la température sèche et la température humide**

1. –Détermination du taux d'hygrométrie en fonction de la température sèche et humide.

Exemple : Température sèche 16°

Température humide 14°

Différence entre la température sèche et la température humide de 2°, soit un taux d'hygrométrie de 80 %.

2. –Détermination de la température humide en fonction du taux d'hygrométrie désiré et de la température sèche affichée.

Exemple : Température sèche 25°

Taux d'hygrométrie 80 %

Différence entre la température sèche et la température humide de 2,5° C.

Température humide :  $25° - 2,5° = 22,5°$ .

Règlementation des conditions d'hygiène applicables dans les établissements dans lesquels sont préparés ou transformés des produits de la mer et d'eau douce.

Le ministre de l'agriculture et du développement rural et le ministre des transports,

Vu le décret n° 67-295 du 31 mars 1967 portant règlement d'administration publique pour l'application des articles 253, 259 et 262 du code rural relatif à l'organisation et au fonctionnement de l'inspection sanitaire et qualitative des animaux et des denrées animales ou d'origine animale ;

Vu le décret n° 71-636 du 21 juillet 1971 pour l'application des articles 253, 259 et 262 du code rural et relatif à l'inspection sanitaire et qualitative des animaux vivants et des denrées animales ou d'origine animale ;

Vu le décret du 20 août 1939 relatif à la salubrité des huîtres, moules et autres coquillages ;

Vu le décret n° 55-241 du 10 février 1955 portant règlement d'administration publique pour l'application, en ce qui concerne le commerce des conserves et semi-conserves alimentaires, de la loi du 1<sup>er</sup> août 1905 modifiée et complétée sur la répression des fraudes ;

Vu le décret n° 60-1524 du 30 décembre 1960 sur le contrôle de la fabrication des conserves et semi-conserves de poissons, crustacés et autres animaux marins ;

Vu le décret n° 64-949 du 9 septembre 1964 portant règlement d'administration publique en ce qui concerne les produits surgelés pour l'application de la loi du 1<sup>er</sup> août 1905 sur la répression des fraudes ;

Vu le décret n° 67-769 du 6 septembre 1967 relatif à l'exercice de la profession de mareyeur expéditeur,

Arrêtent :

Art. 1<sup>er</sup>. — Les conditions d'hygiène réglementées dans le présent arrêté sont applicables dans tous les établissements dans lesquels sont préparés, traités, transformés ou entreposés, sous quelque forme que ce soit, des produits de la mer et d'eau douce, à l'exception toutefois des établissements de conditionnement et d'expédition des huîtres, moules et autres coquillages définis à l'article 3 du décret du 20 août 1939 susvisé.

Au sens du présent arrêté :

a) Les produits de la mer et d'eau douce comprennent tous les animaux ou parties d'animaux marins ou d'eau douce ainsi que les grenouilles et escargots, destinés à être livrés au public en vue de la consommation humaine. Les produits frais sont les produits qui ne sont pas présentés à l'état vivant et qui n'ont subi aucun traitement de nature à assurer leur conservation à l'exception de l'action du froid au-dessus de leur point de congélation.

b) Les établissements comprennent notamment les établissements de mareyage, les établissements de conserves et semi-conserves, les établissements de salage, séchage et fumage, les établissements de congélation ou de surgélation.

Les dispositions du présent arrêté s'appliquent aux locaux annexes aux établissements et dans lesquels sont entreposés des produits de la mer et d'eau douce. Elles ne s'appliquent pas aux entrepôts frigorifiques publics ni aux établissements ou parties d'établissements dans lesquels les produits de la mer et d'eau douce sont exposés à la vente, mis en vente ou vendus, conformément à la réglementation en vigueur.

Section 1. — CONDITIONS D'HYGIENE RELATIVES AUX LOCAUX  
ET AU MATERIEL

Art. 2. — Les dispositions prévues à la présente section sont applicables dans tous les établissements sans exclure les conditions relatives à l'aménagement des locaux et l'équipement en matériel énoncées dans le règlement annexe au décret n° 67-769 du 6 septembre 1967 susvisé pour ce qui concerne les ateliers de mareyage.

Chapitre 1<sup>er</sup>. — Conditions relatives à l'aménagement des locaux  
et à l'équipement en matériel.

Art. 3. — Les locaux et annexes sont de dimensions suffisantes afin que les activités professionnelles puissent s'y exercer dans des conditions d'hygiène convenables. Ils sont conçus de façon à éviter le croisement du circuit propre et du circuit souillé.

Leur hauteur sous plafond est en rapport avec la superficie au sol et dans tous les cas au moins égale à deux mètres cinquante.

Les locaux sont construits de telle façon que la température à l'intérieur soit compatible avec la bonne conservation des produits visés à l'article 1<sup>er</sup> quelle que puisse être notamment la température extérieure.

Art. 4. — Les installations sont conçues de telle sorte que soient évitées les pollutions à l'intérieur des locaux et annexes, notamment celles provoquées par le vent, les afflux d'eau, les insectes et les rongeurs.

Les locaux et annexes ne doivent pas communiquer directement avec des cabinets d'aisances ou des salles d'eau.

Des locaux ou emplacements particuliers sont réservés pour :

L'entreposage des emballages et conditionnements ;

La réception et l'entreposage des matières premières ;

La préparation et le traitement des produits, avec éventuellement un local ou emplacement particulier pour la congélation ou la surgélation ;

Le conditionnement ou l'emballage des produits finis ;

Le dépôt momentané des récipients contenant des déchets.

Art. 5. — Le sol, les murs et les cloisons, jusqu'à une hauteur d'au moins un mètre soixante-quinze, sont constitués ou revêtus de matériaux résistant aux chocs, imperméables, imputrescibles, faciles à laver, à nettoyer et à désinfecter. Si des éléments juxtaposés sont utilisés, ils sont jointoyés de manière à assurer l'étanchéité aux liquides.

Les angles de raccordement des murs et cloisons entre eux et avec le sol sont aménagés en gorge arrondie.

La pente du sol est réglée de façon à diriger les eaux résiduaires ou de lavage vers un orifice d'évacuation, muni d'un grillage et d'un siphon avec raccordement à l'égout public chaque fois qu'il existe.

Lorsque les locaux ne sont pas desservis par le réseau d'égout public, les eaux usées sont collectées et évacuées de telle sorte qu'en aucun cas elles ne constituent un risque d'insalubrité pour les produits.

Art. 6. — Les locaux sont aménagés de telle sorte que l'aération et la ventilation permettent l'évacuation rapide des odeurs, fumées, buées ou vapeurs, sans provoquer de gêne ou d'insalubrité pour le voisinage.

Les locaux sont pourvus d'un éclairage suffisant, naturel ou artificiel, ne modifiant pas les couleurs.

Art. 7. — Les locaux sont approvisionnés en eau potable sous pression. Les prises d'eau sont en nombre suffisant et convenablement disposées pour assurer le nettoyage du sol, des murs, du matériel, ainsi que le lavage des produits visés à l'article 1<sup>er</sup>.

Toutefois, les locaux peuvent comporter une adduction d'eau de mer sous pression à condition que cette eau ne puisse pas nuire

à la qualité ou à la salubrité des produits.

Les tuyauteries d'eau froide sont éventuellement aménagées de telle sorte que l'eau de condensation ne puisse s'écouler sur les produits.

Art. 8. — Les locaux ne doivent pas renfermer de tuyaux d'évacuation d'eaux usées ou pluviales ou aboutissant à des fosses d'aisances, à moins que ces tuyaux n'entraînent aucun risque de pollution.

Des vestiaires, des lavabos et des cabinets d'aisances sont prévus proportionnellement à l'importance numérique du personnel. Les cabinets d'aisances ne doivent pas communiquer directement avec les locaux de travail et annexes.

Des lavabos sont placés à côté des cabinets d'aisances et, autant que de besoin, à proximité des lieux de travail.

Les lavabos sont pourvus d'eau courante chaude et froide ainsi que des produits nécessaires au nettoyage et à la désinfection des mains. Ils sont munis d'essuie-mains à n'utiliser qu'une fois.

Art. 9. — a) Tous les établissements, à l'exception de ceux dans lesquels sont exclusivement traités les anchois, doivent disposer d'une ou plusieurs installations de froid dont la capacité doit permettre au minimum l'entreposage d'une quantité de produits correspondant à la capacité journalière de l'établissement. Le revêtement intérieur est constitué ou revêtu de matériaux résistant aux chocs, imperméables, imputrescibles, faciles à laver, à nettoyer et à désinfecter. Si des éléments juxtaposés sont utilisés, ils sont jointoyés de manière à assurer l'étanchéité aux liquides.

Les installations de froid doivent être conçues de telle sorte que la température intérieure soit en tous points :

Inférieure ou au plus égale à  $-18^{\circ}\text{C}$  si les produits entreposés sont congelés ou surgelés ;

Comprise entre  $0^{\circ}\text{C}$  et  $+2^{\circ}\text{C}$  si les produits entreposés sont réfrigérés.

b) Ces installations de froid sont munies d'un thermomètre enregistreur dont le cadran est placé de façon à être consulté facilement.

La partie thermosensible du thermomètre est placée dans la zone la plus éloignée de la source de froid et à une hauteur correspondant à la hauteur maximum de chargement des denrées.

Les graphiques d'enregistrement sont classés par ordre chronologique et gardés pendant un délai d'au moins trois mois à la disposition des agents chargés du contrôle.

Art. 10. — Tous les matériaux susceptibles d'être en contact avec les produits visés à l'article 1<sup>er</sup> doivent satisfaire à la réglementation en vigueur concernant les matériaux au contact des aliments.

Les tables, surfaces de découpage, récipients, ustensiles et appareillage divers sont constitués ou revêtus d'un matériau imperméable, lisse, imputrescible, résistant aux chocs, facile à nettoyer et à désinfecter.

Art. 11. — Les appareils dégageant de la chaleur ou des buées sont conçus et installés de telle sorte que ces émanations puissent être évacuées rapidement sans constituer une source d'altération pour les denrées.

Les appareils de stérilisation sont munis d'enregistreurs de température. Les graphiques d'enregistrement sont classés par ordre chronologique et gardés pendant un délai d'au moins trois mois à la disposition des agents chargés du contrôle.

Art. 12. — Les récipients ou emballages ou conditionnements utilisés pour l'expédition ou l'entreposage des produits visés à l'article 1<sup>er</sup> sont conçus de telle sorte qu'ils assurent la préservation et la conservation des produits dans des conditions satisfaisantes et notamment qu'ils permettent d'éviter, le cas échéant, que l'eau de fusion de la glace séjourne au contact des produits. Au moment de leur utilisation, ils doivent être en parfait état de propreté.

## Chapitre II. — Conditions relatives à l'utilisation et à l'entretien des locaux et du matériel.

Art. 13. — Les locaux et leurs annexes ne doivent en aucun cas servir à l'habitation ni être utilisés comme garages ou vestiaires.

Ils ne doivent pas contenir d'objets ou de produits susceptibles de transmettre aux denrées des propriétés nocives ou de caractères anormaux.

La présence des animaux domestiques, et notamment des chiens, est interdite.

Art. 14. — Le sol est nettoyé et lavé chaque fois que de besoin et en particulier à l'issue de chaque journée de travail.

Les eaux de lavage ainsi que toute autre matière liquide ou solide ne sont pas déversées sur la voie publique.

Les murs, les cloisons ainsi que les plafonds sont entretenus de telle sorte qu'ils ne constituent pas une source de contamination pour les produits.

Art. 15. — Tous les matériaux susceptibles d'être en contact avec les produits visés à l'article 1<sup>er</sup> sont maintenus en bon état de propreté.

Le matériel, les tables et les récipients sont, après le travail quotidien, soigneusement nettoyés, désinfectés et rincés. Le petit matériel, tel que les couteaux, est entreposé, en dehors du temps de travail, dans un lieu propre à l'abri des souillures.

Les chambres froides sont maintenues en constant état de propreté et désinfectées chaque fois que de besoin.

Les produits utilisés pour le nettoyage et la désinfection de ces matériaux doivent être conformes à la réglementation en vigueur.

Les insecticides, désinfectants, ou toutes autres substances pouvant présenter une certaine toxicité sont entreposés dans des locaux ou armoires fermant à clé. Ils sont utilisés sans risquer de contaminer les produits.

### Section 2. — CONDITIONS D'HYGIÈNE RELATIVES AUX PRODUITS

#### Chapitre I<sup>er</sup>. — Conditions générales applicables dans tous les établissements.

Art. 16. — Les produits visés à l'article 1<sup>er</sup> sont constamment placés dans des conditions d'hygiène permettant d'assurer leur protection et leur bonne conservation.

Les produits frais qui ne sont pas en cours de préparation sont maintenus à une température comprise entre 0 °C et + 2 °C.

Les produits ayant subi une cuisson sont refroidis le plus rapidement possible, notamment dans l'intervalle de température comprise entre + 50 °C et + 10 °C. Cette disposition ne s'applique pas aux produits qui sont stérilisés dans les douze heures qui suivent la cuisson.

Les opérations de décongélation ne doivent pas détériorer la qualité hygiénique des produits.

Les produits visés à l'article 1<sup>er</sup> entreposés à l'état vivant en eau de mer ou en eau douce doivent être protégés contre toutes les sources de souillures et d'infection, notamment contre celles qui sont susceptibles de provenir de l'eau.

Art. 17. — Les matières premières avariées, ainsi que celles dont le détenteur sait qu'elles contiennent des substances toxiques étrangères susceptibles de porter atteinte à la santé publique, doivent être éliminées du circuit de préparation des produits finis.

Les opérations préparatoires conduisant à l'obtention du produit fini, ainsi que les opérations de conditionnement et d'emballage, doivent être réalisées selon une cadence qui permette la manipulation rapide des produits en vue d'éviter toute contamination, altération ou croissance de micro-organismes indésirables ou dangereux.

Art. 18. — Les substances de toute origine entrant dans la préparation ou la composition des produits visés à l'article 1<sup>er</sup> doivent être autorisées par la réglementation en vigueur et ne pas être susceptibles de porter atteinte à la santé publique.

Lorsque les produits visés à l'article 1<sup>er</sup> sont lavés, l'eau utilisée doit être potable et courante. Toutefois, l'eau de mer courante peut être employée pour les produits marins à condition qu'elle ne puisse nuire à la qualité ou à la salubrité des produits.

La glace utilisée pour la réfrigération des produits visés à l'article 1<sup>er</sup> est fabriquée avec de l'eau potable. Toutefois, l'eau de mer peut être utilisée à condition que la glace d'eau de mer ainsi obtenue ne puisse pas nuire à la qualité ou à la salubrité des produits. La glace est répartie de façon à permettre et à maintenir une réfrigération efficace et homogène des produits; les morceaux de glace utilisés ne doivent pas risquer de les détériorer.

Art. 19. — Les produits visés à l'article 1<sup>er</sup> sont tenus à l'abri des souillures et manipulés de façon à éviter qu'ils soient meurtris. Les produits frais sont soustraits à l'action du soleil ou de toute autre source de chaleur.

Ils ne doivent pas être en contact direct avec le sol.

L'utilisation d'instruments piquants est tolérée pour la manipulation des poissons de grande taille, à condition que la chair des produits ne soit pas détériorée.

Art. 20. — A défaut d'un dispositif particulier mis en place en vue de l'évacuation continue des déchets, ceux-ci, dans tous les établissements, sont placés dans des récipients étanches, faciles à nettoyer et à désinfecter, munis d'un couvercle à fermeture jointe et entourés extérieurement d'une bande horizontale de peinture jaune de 5 cm de largeur au moins. Sitôt après leur remplissage ces récipients sont fermés.

Les récipients contenant les déchets sont évacués au minimum à l'issue de chaque journée de travail, sur un emplacement ou dans un local isolé prévu à cet effet.

Les récipients sont soigneusement nettoyés et désinfectés après leur utilisation.

## Chapitre II. — Conditions particulières applicables dans les établissements de mareyage.

Art. 21. — Les poissons présentés à l'état frais doivent subir, au cas de besoin, un lavage préalable à l'eau courante avant l'emballage. Toute éviscération est suivie d'un lavage soigneux. Dans tous les cas, les thons sont éviscérés avant expédition.

Art. 22. — Les produits frais visés à l'article 1<sup>er</sup> doivent être, en vue de leur expédition, placés sous glace et dans des emballages en bon état de propreté.

Toutes précautions sont prises pour que l'eau de fusion ne séjourne pas au contact des produits et notamment dans la partie ventrale des poissons éviscérés.

Au moment de l'emballage des produits frais en vue de leur expédition, la quantité de glace à utiliser dans chaque récipient doit être telle que lors de leur prise en charge à l'issue du transport par le destinataire la température interne des produits soit comprise entre 0 °C et + 2 °C.

Lorsque les produits frais ne sont pas expédiés le jour même du débarquement, ils sont entreposés sous glace dans la chambre froide de l'établissement. La quantité de glace doit être telle que la température des produits soit maintenue entre 0 °C et + 2 °C.

Les dispositions prévues au présent article s'appliquent aux coquilles et autres crustacés cuits ou non congelés. Dans ce cas, la glace utilisée pour la réfrigération ne doit pas être en contact direct avec les produits.

Art. 23. — Le réemploi des caisses en bois, après une première expédition, est interdit. Toutefois, il est toléré pendant une période de trois ans à compter de la publication du présent arrêté, qu'elles puissent être réutilisées à condition qu'elles soient en bon état de propreté au moment du remplissage.

*Chapitre III. — Conditions particulières  
applicables dans les établissements de filetage.*

Art. 24. — Les poissons frais sont triés et lavés immédiatement avant le filetage.

Des précautions particulières sont prises pour éviter la contamination ou la souillure des filets. Les opérations de lavage, d'éviscération et de filetage sont effectuées sur des emplacements différents.

Pendant les opérations de filetage et d'emballage, la température interne des poissons frais ou des filets ne doit pas excéder  $+ 7^{\circ}\text{C}$ .

Les filets préparés ne doivent pas présenter de caillots de sang, de fragments de viscères ou autres débris organiques. Ils ne doivent pas séjourner sur des tables de travail au-delà du temps nécessaire à leur préparation.

Art. 25. — Les filets frais sont isolés des parois du récipient d'emballage et de la glace éventuellement utilisée pour la réfrigération au moyen d'une pellicule protectrice.

Les filets destinés à être vendus à l'état frais sont entreposés dès le moment de leur conditionnement jusqu'au stade de leur expédition de telle sorte que leur température interne puisse, dans les meilleurs délais, être abaissée et maintenue entre  $0^{\circ}\text{C}$  et  $+ 2^{\circ}\text{C}$ .

*Chapitre IV. — Conditions particulières  
applicables dans les établissements de congélation et de surgélation.*

Art. 26. — Les produits frais doivent subir autant que de besoin un lavage préalable avant la congélation. Le cas échéant, après étêtage ou éviscération, les poissons sont lavés ou nettoyés de telle sorte que les résidus de viscères ou leur contenu soient totalement éliminés.

Les filets de poissons sont préparés dans les conditions prévues à l'article 24 ci-dessus.

Les huîtres, moules et autres coquillages utilisés comme matières premières sont accompagnés d'un certificat attestant la salubrité du lieu de production, conformément aux dispositions du décret 20 août 1939 susvisé. Ces certificats sont classés par ordre chronologique et gardés pendant un délai d'au moins trois mois à la disposition des agents chargés du contrôle.

Art. 27. — En vue de leur stabilisation par le froid, les produits visés à l'article 1<sup>er</sup> sont introduits dans un appareil conçu de telle sorte que soient réalisées les conditions prévues à l'article 1<sup>er</sup>, paragraphe d, du décret n° 64-949 du 9 septembre 1964 susvisé.

A la sortie de l'appareil de congélation, la température centrale des produits ne doit pas excéder  $- 18^{\circ}\text{C}$ .

La température du lieu d'entreposage doit être inférieure ou au plus égale à  $- 18^{\circ}\text{C}$ .

Les filets, tranches ou autres morceaux de poissons congelés ou surgelés sont protégés de l'oxydation et de la déshydratation soit par givrage, soit par une pellicule appropriée.

*Chapitre V. — Conditions particulières  
applicables dans les établissements de salage, séchage et fumage.*

Art. 28. — Le sel employé pour le traitement des produits de la pêche doit être propre et entreposé de telle sorte que soient évitées les sources de contamination.

Les poissons fumés, si la durée de leur séjour dans l'établissement excède deux jours, sont entreposés à une température inférieure à  $+ 10^{\circ}\text{C}$ .

Chapitre VI. — Conditions particulières  
applicables dans les usines de conserves et semi-conserves.

Art. 29. — Outre l'application des conditions d'hygiène prévues dans le décret du 30 décembre 1960 susvisé, et notamment en son article 22, les boîtes de conserves après stérilisation, si elles sont refroidies dans de l'eau, doivent être immergées dans de l'eau potable. Après refroidissement, les boîtes de conserves sont manipulées jusqu'à l'emballage en évitant les chocs brutaux. Les bandes transporteuses ou tout autre dispositif servant à leur acheminement sont maintenues en bon état de propreté.

Art. 30. — Les semi-conserves sont entreposées à une température inférieure à + 15 °C.

Section 3. — CONDITIONS D'HYGIÈNE RELATIVES AU PERSONNEL

Art. 31. — Le personnel affecté aux opérations de préparation, de transformation ou d'entreposage des produits visés à l'article 1<sup>er</sup> est tenu sous la responsabilité de l'employeur d'observer la plus grande propreté corporelle et vestimentaire.

Les mains sont lavées et désinfectées plusieurs fois au cours d'une même journée, à chaque reprise du travail et après usage des cabinets d'aisances.

S'il est fait usage de gants, ceux-ci sont lavés et désinfectés plusieurs fois au cours du travail, obligatoirement changés à chaque reprise du travail, nettoyés et désinfectés à la fin de chaque journée de travail.

Dans les locaux de filetage, de congélation, de surgélation et d'emboîtement des conserves, le personnel doit porter des vêtements et des coiffures de couleur claire.

Il est interdit de fumer dans tous les locaux de travail et dans les locaux d'entreposage des produits frais ou congelés.

Section 4. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Art. 32. — 1° Sous réserve des dispositions particulières prévues à l'article 33 ci-dessous, tout responsable d'un établissement visé à l'article 1<sup>er</sup> du présent arrêté doit adresser au préfet (direction des services vétérinaires) du département ou siège de l'établissement une déclaration comportant les indications suivantes :

a) Pour les particuliers : l'identité et le domicile du demandeur, le siège de l'établissement, la désignation et la composition des produits préparés ;

b) Pour les sociétés ou groupements de particuliers : la raison sociale, le siège social, la qualité du signataire, l'identité du responsable de la société ou du groupement, la désignation et la composition des produits préparés.

2° La déclaration doit en outre être accompagnée d'un plan d'ensemble de l'établissement à l'échelle de 1/200<sup>e</sup> au minimum et d'une notice indiquant :

a) La description détaillée des locaux affectés à la réception et à l'entreposage des matières premières, à l'entreposage des emballages et conditionnements, à la préparation des produits, au conditionnement et à l'emballage, à l'entreposage des produits finis ;

b) La description du matériel utilisé ;

c) La capacité de stockage des matières premières et des produits finis, ainsi que le tonnage de la production journalière prévue.

3° Un récépissé de la déclaration ainsi qu'un numéro d'immatriculation de l'établissement est communiqué au déclarant.

4° La déclaration doit être renouvelée à chaque changement d'exploitant et lors de toute modification importante dans l'installation des locaux, leur aménagement, leur gros équipement et leur affectation.

Art. 33. — Les responsables des établissements de mareyage dans les ports de pêche et des établissements de conserves et de semi-conserves d'animaux marins, qui sont déjà tenus de faire une déclaration au ministre chargé des pêches maritimes, ne sont pas soumis à l'obligation d'adresser une déclaration au préfet de leur département. Il appartient, toutefois, au ministre chargé des pêches maritimes de communiquer au ministre de l'agriculture et du développement rural (direction des services vétérinaires) la liste de ces établissements déjà inscrits à la date de publication du présent arrêté, avec leurs caractéristiques et leur numéro d'immatriculation.

Les déclarations effectuées après la date de publication du présent arrêté devront être adressées au ministre chargé des pêches maritimes conformément aux dispositions prévues à l'article 32 ci-dessus. Un double de la déclaration ainsi que le numéro d'immatriculation est communiqué à la direction des services vétérinaires du ministère de l'agriculture et du développement rural.

Art. 34. — Les installations antérieures à la date de publication du présent arrêté ne répondant pas aux prescriptions prévues aux articles 3 à 11 inclus doivent faire l'objet de tous les aménagements nécessaires dans un délai maximum de trois ans à compter de la date de publication du présent arrêté.

A titre exceptionnel, et en cas de circonstances locales particulières, un délai supplémentaire n'excédant pas un an peut être accordé par le préfet après avis favorable du conseil départemental d'hygiène publique.

Art. 35. — Le directeur des services vétérinaires et le chef du service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité au ministère de l'agriculture et du développement rural, le directeur des pêches maritimes au ministère des transports, le directeur de l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes et les préfets sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'application du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 2 octobre 1973.

*Le ministre de l'agriculture et du développement rural,*

Pour le ministre et par délégation :

*Le chef de cabinet,*  
JACQUES TOUBON.

*Le ministre des transports,*

Pour le ministre et par délégation :

*Le secrétaire général de la marine marchande,*  
JEAN VELITCHKOVITCH.

---

**Critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire  
certaines denrées animales ou d'origine animale.**

Le ministre de l'agriculture et le ministre des transports,

Vu le décret n° 71-333 du 21 juillet 1971, pris pour l'application des articles 253, 250 et 252 du code rural et relatif à l'inspection sanitaire et quantitative des animaux vivants et des denrées animales ou d'origine animale, et notamment son article 3 ainsi conçu : Des arrêtés du ministre de l'agriculture et, lorsqu'il s'agit de produits de la mer, des arrêtés conjoints du ministre de l'agriculture et du ministre chargé des pêches maritimes fixeront les normes sanitaires et qualitatives auxquelles devront satisfaire les animaux, les denrées animales et les denrées d'origine animale, pour être reconnus propres à la consommation ;

Vu l'arrêté du 15 mai 1974 concernant les viandes hachées destinées à la consommation humaine ;

Vu l'arrêté du 23 juin 1974 réglementant les conditions d'hygiène relatives à la préparation, la conservation, la distribution et la vente des plats cuisinés à l'avance ;

Vu l'arrêté du 8 juillet 1977 sur les ovoproduits destinés à la consommation humaine,

**Arrêtent :**

Art. 1<sup>er</sup>. — Pour être reconnues propres à la consommation, les denrées animales ou d'origine animale, ci-après énumérées, doivent satisfaire aux critères microbiologiques fixés au présent arrêté et vérifiés selon les dispositions décrites en annexe. En outre, elles doivent être exemptes de micro-organismes ou toxines dangereux pour la santé publique :

Viandes de boucherie ;

Viandes hachées à l'avance, viandes cuites, produits de charcuterie, quenelles, plats cuisinés à l'avance, potages déshydratés ;

Viandes de volaille ;

Produits de la pêche ;

Ovoproduits, pâtisseries, crèmes pâtisseries ;

Laits fermentés (yaourts, kéfir, ...), laits gélifiés, fromages frais pasteurisés, crèmes fraîches pasteurisées, glaces et crèmes glacées, caséines et caséinates ;

Conserves à base de denrées animales ou d'origine animale ;

Semi-conserves à base de denrées animales ou d'origine animale ;

Graisses animales.

**MINISTERE DE LA MER**

**Traitements de conservation autorisés pour la préparation  
des semi-conserves d'animaux marins.**

Le ministre de l'agriculture, le ministre de la santé, le ministre de la mer et le ministre de la consommation,

Vu le décret du 15 avril 1912, modifié par le décret n° 73-133 du 12 février 1973, pour l'application de la loi du 1<sup>er</sup> août 1903 en ce qui concerne les denrées alimentaires, et notamment son article 1<sup>er</sup> ;

Vu le décret n° 53-241 du 10 février 1953 portant règlement d'administration publique pour l'application, en ce qui concerne le commerce des conserves et semi-conserves alimentaires, de la loi du 1<sup>er</sup> août 1903 modifiée et complétée, sur la repression des fraudes, et notamment ses articles 2, 3, 3 et 3 ;

Vu le décret n° 60-1324 du 20 décembre 1960 sur le contrôle de la fabrication des conserves et semi-conserves de poissons, crustacés et autres animaux marins, et notamment son article 23 ;

Vu l'avis du conseil supérieur d'hygiène publique rendu en sa séance du 13 décembre 1961,

Art. 8. — Les conserves à base de denrées animales ou d'origine animale, quelle que soit la nature de leur emballage, doivent satisfaire à des épreuves permettant de vérifier leur stabilité.

Ne doivent pas être soumis à ce contrôle les boîtes métalliques ou les bocaux en verre à couvercles déformables présentant des défauts majeurs tels que bombement, flochage, fuitage. Il en va de même pour les conserves présentées en emballage en matière plastique ou complexes métalloplastiques qui présenteraient une modification apparente de l'emballage.

Les épreuves comportent les opérations suivantes :

Étuvage d'individus à 37 °C ( $\pm 1$  °C) durant sept jours au à 35 °C ( $\pm 1$  °C) durant dix jours ;

Étuvage d'individus à 55 °C ( $\pm 2$  °C) durant sept jours.

À l'issue de ces épreuves aucun bombement ou fuitage ne doit être constaté.

Une appréciation de la variation du pH entre les unités étuvées et des unités non étuvées témoins, laissées à la température du laboratoire pendant les durées précitées, cette température devant être cependant inférieure à 25 °C. La variation de pH ne doit pas dépasser 0,5 unité.

Une appréciation de la variation de la flore microbienne entre unités étuvées et non étuvées.

Soit  $n$  le nombre de micro-organismes dénombrés sur 20 champs microscopiques observés sur une boîte incubée, et  $n_0$  le nombre de micro-organismes dénombrés sur une boîte non incubée, le rapport  $\frac{n}{n_0}$  doit être inférieur à 100.

Nota. — 1. Ce rapport apparemment élevé n'a pas pour but de tolérer une multiplication même modérée des micro-organismes. Il n'est établi à cette valeur qu'en raison de l'inconstance de la reproductibilité de l'examen bactérioscopique.

2. En cas de doute, et notamment lors du contrôle de certains produits de la pêche, un examen bactériologique conduit avec toute la rigueur technique requise est effectué.

3. En cas de litige, il peut être fait application des normes Afnor v 08-401 et v 08-402 relatives au contrôle de la stabilité des conserves.

Art. 9. — Les critères microbiologiques relatifs aux semi-conserves à base de denrées animales ou d'origine animale sont les suivants :

DÉSIGNATION	MICROORGANISMES aérobies 30 °C (par gramme).	COLIFORMES (par gramme).	STAPHYLOCOCCUS aureus (par gramme).	ANAÉROBIES SUL. réducteurs 46 °C (par gramme).	SALMONELLA dans 25 grammes.
Semi-conserves pasteurisées (1).....	10 <sup>4</sup>	Absence.	Absence.	Absence.	Absence.
Semi-conserves non pasteurisées (1) :					
Rollmops, harengs saurs, anchois, au sel ou à l'huile .....	10 <sup>3</sup>	Absence.	Absence.	Absence (2).	Absence.
Saumon fumé, haddock et autres poissons légèrement salés et fumés.....	10 <sup>6</sup> (3)	Absence.	1	Absence.	Absence.

(1) Revivification de la suspension mère pendant deux heures à la température du laboratoire pour les semi-conserves et pendant trente à quarante-cinq minutes pour les semi-conserves non pasteurisées.

(2) Cas particulier des anchois en saumure : anaérobies sulf. réducteurs 46 °C : moins de 10 par gramme.

(3) Dénombrement en milieu à l'eau de mer ou à défaut à l'eau de salinité 35 p. 1 000 et à une température d'incubation de 20 °C pendant cinq jours.

**Arrêtent :**

**Art. 1<sup>er</sup>.** — Le traitement de conservation autorisé pour la préparation des semi-conserves d'animaux marins au sens des décrets susvisés du 10 février 1953 (art. 2) et du 30 décembre 1960 (art. 2), comprend l'application d'une ou plusieurs des techniques décrites ci-après, de manière à augmenter la durée de conservation de la denrée qui le subit.

Dans tous les cas, le traitement appliqué doit être tel, qu'après conditionnement en récipient étanche aux liquides, le produit présente une durée de conservation d'au moins deux semaines dans les conditions d'entreposage et de commercialisation prescrites par la réglementation ou recommandées par le conditionneur.

**Art. 2.** — Le salage est l'opération qui consiste à placer des animaux marins ou parties d'animaux marins au contact de sel sec ou dans une saumure de qualité alimentaire pendant un temps suffisant pour que leur teneur en chlorure de sodium soit augmentée.

Sont dits salés les animaux marins ou parties d'animaux marins qui ont été soumis à un salage ; leur teneur en chlorure de sodium est au moins égale à 3 p. 100 de leur poids.

**Art. 3.** — Le séchage est l'opération qui consiste à exposer des animaux marins ou parties d'animaux marins à une ambiance de faible degré hygrométrique, naturelle ou artificielle, de manière à réduire leur teneur en eau.

Sont dits séchés les animaux marins ou parties d'animaux marins qui ont été soumis à un séchage et qui, de ce fait, présentent, après chauffage prolongé à 100-105 °C, un résidu sec au moins égal à 60 p. 100 de leur poids.

**Art. 4.** — La déshydratation est l'opération qui consiste à exposer des animaux marins ou parties d'animaux marins, précuits ou non, à un séchage artificiel de façon à réduire fortement leur teneur en eau.

Sont dits déshydratés les animaux marins ou parties d'animaux marins qui ont été soumis à une déshydratation et qui, de ce fait, présentent, après chauffage prolongé à 100-105 °C, un résidu sec au moins égal à 83 p. 100 de leur poids.

**Art. 5.** — Le fumage est l'opération qui consiste à exposer des animaux marins ou parties d'animaux marins à la fumée obtenue par combustion lente de produits ligneux de façon à abaisser leur teneur en eau et à y introduire divers composants de la fumée.

Il y a fumage à chaud lorsque, au cours de l'opération de fumage, les animaux marins ou parties d'animaux marins se trouvent exposés à une température provoquant leur cuisson. Dans le cas contraire, le fumage est dit à froid.

Sont dits fumés les produits qui ont été soumis à un fumage pendant un temps suffisant pour acquérir le goût de fumée.

**Art. 6.** — Le marinage est l'opération qui consiste à immerger des animaux marins ou parties d'animaux marins dans une marinade, chauffée ou non, pendant un temps suffisant pour substituer une partie de leur eau de constitution par du vinaigre ou par un sucre organique autorisé en application du décret du 15 avril 1952 susvisé.

Une marinade est constituée par une saumure légère, éventuellement aromatisée ou sucrée, acidifiée par le vinaigre ou par un acide organique autorisé à usage alimentaire. Elle est utilisée pour le marinage ou comme liquide de couverture du produit fini.

Sont dits marinés les animaux marins ou parties d'animaux marins qui ont été soumis à un marinage ou qui sont conditionnés avec une couverture de marinade.

**Art. 7.** — L'addition d'agents conservateurs aux animaux marins ou parties d'animaux marins, telle qu'autorisée par la réglementation en vigueur, constitue également l'une des techniques de conservation visées à l'article 1<sup>er</sup> du présent arrêté.

**Art. 8.** — Le directeur de la qualité, le directeur général de la santé et des hôpitaux, le directeur des pêches maritimes et des cultures marines, le directeur de l'institut scientifique et technique des pêches maritimes, le directeur de la consommation et de la répression des fraudes sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

*Le ministre de la mer,*

*Pour le ministre et par délégation :*

*Le directeur des pêches maritimes et des cultures marines,*  
*J.-P. PROUST.*

*Le ministre de l'agriculture,*

*Pour le ministre et par délégation :*

*Le directeur du cabinet,*  
*J.-F. LAGER.*

*Le ministre de la santé,*

*Pour le ministre et par délégation :*

*Le directeur du cabinet,*  
*J. LATRILLE.*

*Le ministre de la consommation,*

*Pour le ministre et par délégation :*

*Le directeur du cabinet,*  
*F. GIEQUEL.*

## Annexe 8

### EXEMPLE D'UNE ANALYSE PRATIQUEE PAR LE LABORATOIRE DE CONTROLE ET SUIVI DES RESSOURCES DE L'IFREMER (extrait du Bulletin)

#### Examen organoleptique

Fines tranches de saumon de teinte rosée, séparées par des feuilles cellophane.  
Présence d'un exsudat huileux. Odeur, saveur et texture normales.

#### Constitution en g

Poids brut.....242,9

Poids net.....216,1

#### Examen bactériologique (effectué le 22 avril 1980)

Aérobiose-colonies/1g .....45 000 000

Anaérobies-colonies/1g .....50 000 000

Spores de Clostridies SO<sub>3</sub>+ .....- /1g

Coliformes innombrables dans 0,2 g

E. Coli.....- /1g

Entérobactéries.....+ /1g

Entérocoques .....5/1g

Staphylocoques pathogènes.....- /1g

Levures.....2 000 000/1g

Moisissures .....- /0,02 g

Lipidolytiques .....100 000 colonies/1 g

L'entérobactérie identifiée est *Serratia liquefaciens*

#### Examen chimique

Eau g % g de chair .....61,40

Chlorures g NaCl % g de chair.....2,08

Chlorures g NaCl % d'eau .....3,40

Azote total g % de chair.....3,98

Azote volatil g % g N total.....0,30

Azote ammoniacal g % g N total .....0,20

Azote triméthylaminé g % g N total .....0,10

Azote non protéique g / g N total .....20,10

Phénols totaux mg % g de chair .....1,2

Identification : *Salmo salar*

#### Conclusion

Très forte contamination bactérienne.

Les caractères organoleptiques sont convenables.



Toutes les opérations de transformation sont effectuées sur des produits décongelés : selon leur présentation, filetage, salage, fumage, prétranchage et conditionnement. La décongélation doit être effectuée selon une méthode autorisée.

a) Le produit fini est vendu à l'état décongelé

Une date limite de consommation doit être apposée.

b) La vente au détail est reportée grâce à la recongélation du produit fini

- Surgélation - Le conditionnement doit porter notamment la date de surgélation. Le produit doit être vendu dans son conditionnement original (Décret du 09/09/1964) et en l'état (surgelé). L'arrêté du 26 juin 1974 n'autorise en effet qu'une seule décongélation.

- Congélation - L'étiquetage doit indiquer la date de la première congélation (celle de la matière première), suivie de la lettre I (arrêté du 26/06/1974, article 13). Le produit doit être vendu en l'état.

### III - Importations

Les exigences citées précédemment s'appliquent intégralement aux produits importés (chapitre III du Décret modifié du 21 juillet 1971 pris pour l'application des articles 258, 259 et 262 du Code Rural et relatif à l'inspection sanitaire et qualitative des animaux vivants et des denrées animales et d'origine animale).

Les produits sont importés sous couvert d'un certificat de salubrité indiquant clairement le mode de conservation de la matière première : poisson entier ou produit plus ou moins élaboré, ainsi que la date du traitement.

Ces indications permettent de connaître la conduite à tenir en cas de transformation.

### IV - Autres obligations réglementaires

Toute détention, à quelque stade de commercialisation que ce soit, de denrées congelées ou surgelées, sur lesquelles ne seraient pas apposées les marques sus-citées, est interdite (Arrêté du 26/06/1974, article 21).

Il sera rappelé aux transformateurs ou commerçants les règles à suivre en ce qui concerne les denrées dont les dates limites de consommation approchent de leur terme : les services vétérinaires doivent être prévenus, afin qu'ils décident d'une nouvelle destination de ces denrées, destination qui en tout état de cause, ne saurait être la congélation ou la recongélation.

Vous voudrez bien veiller au respect des obligations rappelées par la présente note de service. Des contrôles seront effectués sur les denrées quant à leur état et à leur étiquetage :

- à l'importation avec en outre, examen des documents d'accompagnement,
- dans les ateliers de transformation,
- dans les entrepôts frigorifiques publics ou privés,
- sur les lieux de distribution.

Le Contrôleur Général  
Chef du Service Vétérinaire  
d'Hygiène Alimentaire

J. ADROIT

Reproduit par INSTAPRINT S.A.  
1-2-3, levée de la Loire – LA RICHE – B.P. 5927 – 37059 TOURS Cedex  
Tél. 47 38 16 04

Dépôt légal 4<sup>ème</sup> trimestre 1995

Cet ouvrage porte sur les bases théoriques et la pratique du fumage de poisson. Il est destiné à initier les amateurs ou les professionnels désireux de pratiquer cette méthode de valorisation des produits de la mer. Il permettra l'amélioration des ateliers existants, des pratiques courantes, le respect des normes d'hygiène et l'accroissement de productivité des installations.

L'auteur rappelle et décrit les différentes étapes de la fabrication du produit : de la préparation de la matière première jusqu'au produit final en passant par les stades successifs : préparation, éviscération, filetage, salage, boudruchage, séchage, fumage.

Une étude d'un atelier de fabrication type permet, sur les bases de description d'installations existant en France, de guider utilement la réflexion préalable à toute installation et tout investissement.

Les conseils, recommandations et règlements nationaux en usage sont donnés accompagnant utilement les éléments d'interprétation d'une analyse du produit.

Il s'agit d'une édition revue et augmentée d'une version préliminaire éditée en 1985.

**IFREMER**

**1990**

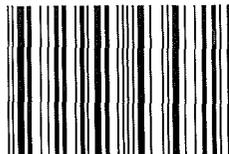
**ÉDITIONS IFREMER**

**Centre de Brest**

B.P. 70 - 29280 PLOUZANÉ (France)

Tél. 98 22 40 13 - Fax : 98 22 45 86

ISBN 2-905434-71-6 4<sup>ème</sup> édition



9 782905 434715

