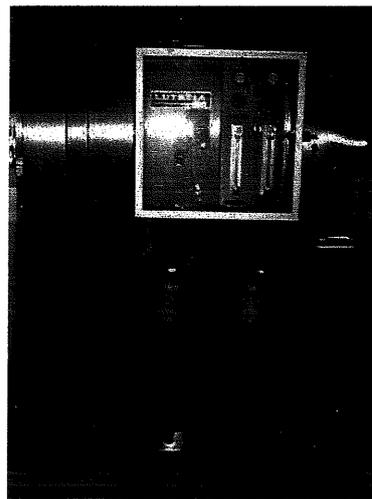


**Rapports internes de la Direction des
Ressources Vivantes de l'IFREMER**
Département Valorisation des Produits de la Mer
Laboratoire de Génie Alimentaire
DRV / VP / RST / 2000 / 89

Camille KNOCKAERT

Novembre 2000

**LE FUMAGE PAR ATOMISATION DU
POISSON: Etude de faisabilité en
couplage avec la Déshydratation
Imprégnation Immersion**



Ifremer

The logo for Ifremer, featuring a stylized fish silhouette above the word "Ifremer" in a bold, sans-serif font. The logo is set against a light gray background with a halftone dot pattern.

Résumé :

Il existe actuellement plusieurs méthodes pour conférer un goût fumé aux produits alimentaires : La méthode dite traditionnelle par exposition à la fumée générée par pyrolyse de bois durs et l'emploi de fumée liquide qui connaît un développement important dans certaines régions comme l'Amérique de Nord ou l'Europe de Nord.

Actuellement dans le cas des produits de la mer cette dernière technique n'est pas utilisée en France essentiellement du fait que son usage implique l'indication sur le produit de la mention « au goût fumé ». Les industriels, bien que motivés par l'emploi de cette technique pour diverses raisons, qui sont essentiellement d'ordre pratique, ne l'appliquent pas en raison de cet aspect réglementaire.

Cette technologie qui s'est particulièrement développée depuis quelques décennies présente des atouts justifiant son utilisation dans certains contextes qui sont pour l'essentiel d'ordre technologique, écologique, économique, ou liés à la situation géographique. (absence de bois).

Il s'agit par conséquent d'une alternative intéressante au fumage traditionnel peu étudiée, surtout dans le cas des produits de la mer. Les récents progrès apportés dans la fabrication de condensats mieux adaptés au traitement de ces derniers, suscitent une motivation nouvelle de la part de la profession.

Les objectifs de cette étude sont d'une part de vérifier la faisabilité de l'application de cette technologie aux produits de la mer et d'autre part d'y associer la Déshydratation Imprégnation Immersion (DII) pour le salage séchage. Cette technique a pour but de pallier à l'insuffisance de séchage induit dans le cas d'utilisation de condensats de fumée. (hygrométrie trop importante pour sécher simultanément pendant l'étape de fumage comme c'est le cas en mode traditionnel).

Abstract :**Mots-clés :**

Fumage, Atomisation, Fumée liquide, Déshydratation Imprégnation Immersion, Saumon, Hareng.

Keywords :

Commentaire: Ce travail est précurseur d'une étude prenant en compte l'analyse des composés des extraits de fumée en relation avec la qualité des produits finis. Il vise à apporter des éléments de réponse en cas de révision de l'aspect réglementaire.

LE FUMAGE PAR ATOMISATION

Etude de faisabilité en couplage avec la DII
Application au hareng et au saumon

S O M M A I R E

PARTIE 1	E tat de la technique « Fumée liquide »	Page 1
PARTIE 2	A spects réglementaires	Page 7
PARTIE 3	E tude de faisabilité en couplage avec la DII	Page 12
PARTIE 4	E ssais de fumage par atomisation	Page 25
PARTIE 5	A nnexes et B ibliographie	Page 35

Partie 1 : Etat de la technique "fumée liquide"

1 - Le fumage, moyen de conservation

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé la fumée comme moyen de conservation et d'aromatisation de ses aliments. La fumée de bois a des propriétés antioxydantes et bactéricides, qualités qui ont permis à l'homme dans le passé de prolonger la durée de conservation de ses denrées périssables.

Associés au salage et au séchage, les traitements étaient poussés afin d'assurer une conservation à température ambiante sans autre moyen de préservation.

Les produits étaient très salés, avaient une texture sèche et un fort goût fumé masquait la saveur de la chair.

Jusqu'au 19ème siècle, les dispositifs de fumage étaient archaïques, l'opération de fumage était réalisée par un séjour, plus ou moins long, du produit suspendu dans une cheminée.

2 - Le fumage, technique de valorisation par son aspect aromatisant

Après la prise de conscience des risques sanitaires liés à la consommation de produits contenant des substances cancérigènes, apparaissent des fumoirs à générateurs de fumée séparés, permettant une maîtrise de la température de pyrolyse du bois.

Aujourd'hui, l'objectif essentiel du fumage n'est plus la conservation, mais plutôt de conférer au produit des qualités organoleptiques précises. Dans ce contexte, de nouvelles méthodes sont apparues, dont l'utilisation de la fumée dite "liquide".

Actuellement, il existe deux méthodes pour conférer aux produits un goût fumé :

- la méthode traditionnelle, par exposition à la fumée générée par pyrolyse de bois dur
- l'emploi de fumée liquide qui connaît un développement important dans certaines régions de l'Amérique du Nord ou de l'Europe du Nord.

3 - La technique de la fumée liquide

Cette technologie qui s'est développée depuis quelques décennies présente des atouts justifiant son utilisation dans certains contextes, qui sont pour l'essentiel d'ordre technologique, écologique, économique, ou liés à la situation géographique (absence de bois).

Il s'agit donc d'une alternative intéressante au fumage traditionnel, peu étudiée, surtout dans le cas des produits de la mer. Les récents progrès apportés dans la réalisation de condensats, mieux adaptés au traitement du poisson, suscitent une motivation nouvelle de la part de la profession.

4 - Le fumage par utilisation de condensats de fumée

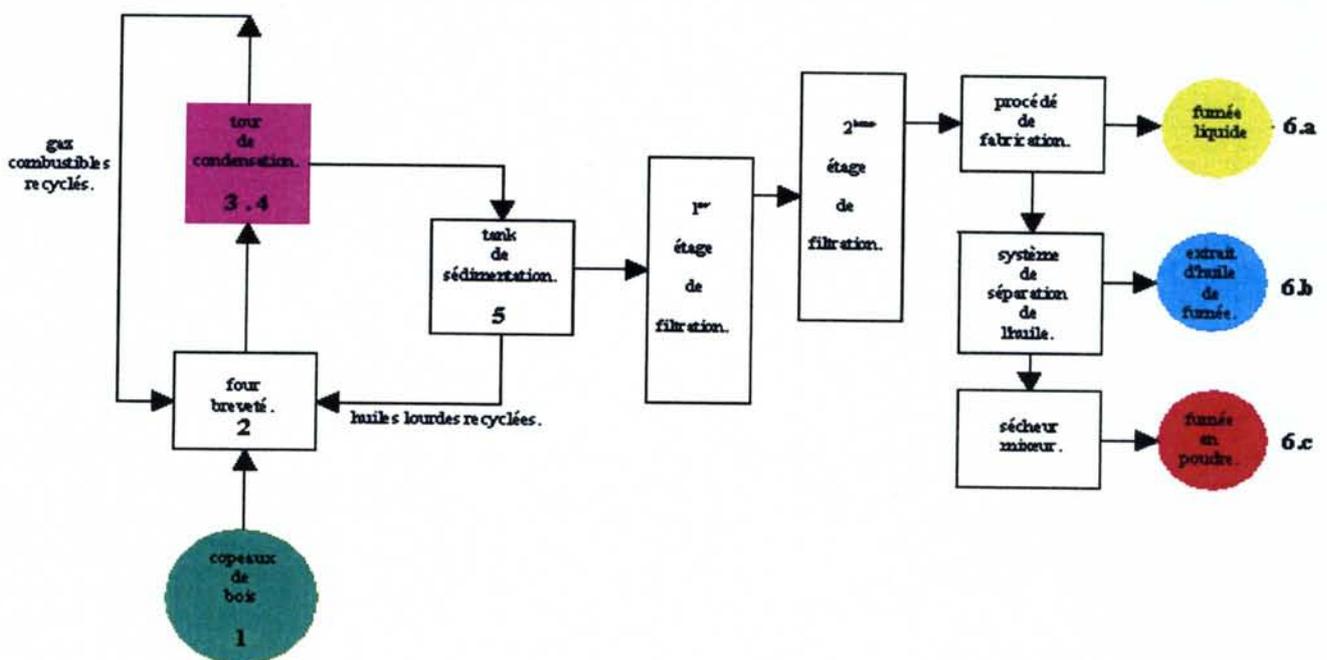
4-1 Fabrication de condensats de fumée

Les condensats de fumée sont obtenus par condensation de la fumée et peuvent être fractionnés, purifiés, ou concentrés.

Les étapes du fractionnement ont deux objectifs :

- obtenir des produits ayant des propriétés olfactives intéressantes
- réduire la concentration en sous-produits indésirables de la fumée (1).

Ces condensats servent de base pour la préparation d'arômes de fumée.



PROCEDE DE FABRICATION DE FUMEE LIQUIDE:
Méthode Hickory spécialités inc.(USA).

Figure n°1 : Méthode Hickory de production d'extrait de fumée

Un fabricant français (2) décrit le procédé de la manière suivante : "de la sciure de Hêtre ou de Frêne est brûlée dans un air appauvri en oxygène. La fumée est filtrée de manière à éliminer les particules. Cette dernière est ensuite condensée dans un échangeur à recirculation fonctionnant à la manière d'un alambic sous une température de 60 à 70°C. L'échangeur transforme la fumée en un élément liquide ayant une fluidité proche de l'eau ; la

fumée liquide passe alors dans des condensateurs à froid pour concentrer les principes actifs de la fumée. Le liquide obtenu est mis à décanter pendant dix jours dans des bacs pour permettre l'élimination des goudrons".

Un autre fabricant (USA) (3) décrit son procédé ainsi : les copeaux de bois dur, de préférence du Noyer, sont séchés pour obtenir une consistance uniforme. La poudre de bois est consommée lentement dans un four spécial (breveté par l'entreprise). Les gaz les plus légers comme le méthane sont extraits et la fumée passe à travers une tour de condensation.

La fumée est alors condensée avec de l'eau froide pour constituer la fumée liquide. Le produit résultant subit de multiples opérations de filtration. Les huiles lourdes sont extraites et recyclées. Les produits finis sont élaborés sous trois formes différentes : liquide, à base d'huile ou enfin de poudre ; ils sont déclinés selon une gamme de plus de 75 produits différents (Figure n°1).

Les deux procédés cités sont basés sur le principe de la condensation de la fumée dans l'eau. D'autres méthodes existent, dont l'extraction par des solvants organiques (chlorométhane). Dans ce cas, la fumée produite par un générateur (Figure n°2 en annexe) est introduite à contre courant dans une unité d'absorption liquide gaz et le solvant absorbe au passage les constituants responsables de la couleur et de la flaveur. Dans le même temps, le flux de chlorure de méthylène, également à contre courant, extrait les goudrons de la fumée. Ainsi on récupère en bas de la colonne, une fumée liquide sans Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques (HPA) (5).

Gammes proposées :

Une part importante des produits fabriqués est absorbée par l'industrie de la viande, ainsi que par celle des "pets foods". La situation du marché est très variable selon les pays. Les Américains, traditionnels consommateurs de viande grillée au barbecue, sont friands de la note fumée apportée par différentes sauces d'accompagnement.

Par contre, en France, la perception de l'arôme fumé est jugée moins positive, avec une demande pour un goût fumé modéré.

Le procédé de fabrication de la fumée liquide permet de positionner l'intensité de l'arôme en fonction des marchés, en jouant sur la formulation. L'extrait de base est fractionné de façon orientée. Cette méthode permet de sélectionner les molécules qui composent les fumées pour les adapter aux différents goûts et produits.

Ainsi, parmi les quelques 400 composés de la fumée, ce sont principalement les phénols et les acides organiques qui sont responsables de la flaveur et de l'acidité qu'on retrouve dans l'application finale. En criblant les molécules, on peut atténuer ou accentuer certaines perceptions (4).

Enfin, l'aspect "sécurité alimentaire" est particulièrement pris en compte puisque ces procédés permettent d'éliminer les benzopyrènes.

En général, une formulation commerciale standard contiendrait environ 70% d'eau, 29% de composés organiques volatils et 1% de goudrons (1).

4-2 Méthodes d'utilisation des condensats de fumée

Quatre procédés différents existent :

- 1) L'atomisation
- 2) Le douchage
- 3) Le trempage
- 4) L'addition directe

4-2-1 L'atomisation

Cette technique consiste à reproduire de la fumée à partir d'un liquide et par conséquent elle est la plus proche du procédé traditionnel.

Le principe consiste à mélanger de l'air comprimé et le liquide dans une buse spéciale (6), afin de produire de fines particules de fumée, de tailles inférieures ou égales à celles du fumage traditionnel (gouttelettes de liquide entre 15 et 20 microns).

L'installation de ce système (Figures n°3 et n°4 en annexes) peut être réalisée sur tout modèle de cellule de fumage. La disposition des buses (schéma 5 en annexes) est réalisée de telle sorte que le spray dispose de suffisamment de détente sans rencontrer d'obstacle ; une distance de 30 à 40 cm est jugée suffisante par la plupart des fournisseurs. Ces buses doivent être installées de manière judicieuse par rapport au système de ventilation.

Le volume de fumée apporté est contrôlé et dépend :

- du nombre de buses
- de la taille de la cellule.

Les réglages s'effectuent en jouant sur le débit de sortie du liquide en provenance du réservoir et à l'aide d'une temporisation sur l'admission de liquide. L'appareillage se compose d'un réservoir pouvant être mis sous pression d'air et d'un système de distribution d'air et de liquide permettant un dosage de l'admission de fumée.

La cellule de fumage doit posséder un clapet d'admission d'air, d'extraction de fumée et d'arrivée de fumée (ce dernier facultatif). Ces clapets doivent pouvoir être entièrement clos, l'opération de fumage se déroulant en enceinte fermée.

Le contrôle d'hygrométrie est nécessaire, d'une part pour maîtriser le séchage et d'autre part pour assurer un dépôt satisfaisant des constituants de la fumée. Une hygrométrie élevée favorise la pénétration de la fumée, avec pour effet un goût fumé prononcé, tandis qu'à l'inverse une hygrométrie trop faible confère une bonne coloration, mais un goût atténué.

Les autres éléments indispensables au bon fonctionnement de cette technologie sont :

- une régulation de température
- une ventilation forte et homogène, pouvant être programmée en séquences (intervalles d'arrêt et de fonctionnement)
- une excellente étanchéité de l'ensemble de la cellule au niveau des joints de porte et des différents clapets.

Mise en œuvre :

Dans le cas du fumage à froid (20 à 30°C) de produits tels que le hareng ou le saumon, un séchage peut être préalablement effectué, comme pour la méthode traditionnelle, c'est à dire en tenant compte de la teneur en eau initiale de la matière première et de la composition souhaitée du produit fini.

La surface du filet en fin de séchage doit être similaire à celle du fumage traditionnel et présenter un début de coagulation des protéines, ce qui la rend légèrement collante et brillante (état communément appelé "aptitude à la prise de fumée"). Toute trace d'eau résiduelle (poche) doit être évitée sur la surface des filets. La cellule de fumage pendant toute la durée de l'opération doit être close (volets fermés).

Pendant la brumisation, la ventilation peut être stoppée ou ralentie au maximum. Le temps de brumisation est propre à chaque type d'installation.

Un exemple d'application (Lutéti) donne un temps de brumisation de 40 minutes par heure de fonctionnement. La consommation de liquide est de l'ordre de 2 à 5g/kg traité et varie selon le degré de fumage souhaité.

Un procédé nord-américain de fumage à chaud de saumon, décrit par la société Red Arrow, est le suivant : les filets sont salés à 3.5% de NaCl par saumurage, puis séchés jusqu'à la formation d'une pellicule en surface (50°C pendant une à deux heures selon le calibre). L'atomisation à la fumée liquide est alors effectuée pendant 20 minutes. A ce stade les ventilateurs sont arrêtés. On laisse reposer le mélange air/fumée pendant 10 minutes. La cuisson est réalisée à 70°C pendant une à deux heures, ventilateurs en marche. La température est finalement amenée à 90°C en ambiance, de manière à atteindre 80°C à cœur.

Composition type de fumées liquides commercialisées sous différentes marques

Acidité totale (% d'acide acétique) :	10 à 16%
pH :	1.8 à 2.5
Densité :	1.08 à 1.12
Carbonylés :	17 à 22%
Phénols :	14 à 16%
Benzopyrènes :	0 à 2 ppb
Point de congélation :	-5°C
Point d'ébullition :	100°C
Conservation du produit :	1 an "au frais"

Avantages liés à l'utilisation de l'atomisation :

Ces avantages sont identifiés par rapport à la technique traditionnelle

- Système écologique : pas de rejet extérieur et par conséquent pas de pollution atmosphérique
- Système sain : l'arôme de fumée est exempt de benzopyrènes et de ce point de vue non cancérigène
- Qualité constante: quelles que soient les conditions climatiques, il y a une régularité du fumage
- Sécurité accrue : pas de risque d'incendie provoqué par le générateur de fumée
- Entretien : l'enceinte de fumage est facilement nettoyable

4-2-2 Technique du "Douchage"

Le douchage est une technique couramment pratiquée en Amérique du Nord, en général dans le domaine de la charcuterie, notamment dans les systèmes de cuisson en continu, l'atomisation n'étant pas adaptée pour des raisons de temps d'application.

Dans ce cas, le support des condensats de fumée est en partie de l'eau, ce qui nécessite d'utiliser un émulsifiant (polysorbate 80) pour garantir l'homogénéité de la préparation dans le temps, sinon les condensats de fumée précipiteraient dans l'eau.

Le goût et la couleur du produit fini dépendent de la dilution et sont déterminés par le client, selon des proportions variant de 20 à 25% pour le condensat et 65 à 80% pour l'eau.

Domaines d'application :

Des tunnels de fumage sont proposés par différents constructeurs (Amcan Zesti, Griffith Laboratories...). En général, tous les produits qui peuvent être suspendus (sur des barres) sont susceptibles d'être traités par douchage (voir Figure n° 6). Les produits les plus concernés par cette technologie sont les saucisses de diverses natures (boyaux pelables, naturels, ou en collagène), saucissons secs, poitrines, produits de la mer.

Le tunnel Walking Stick Conveyor de la société Amcan Zesti permet de traiter 600 barres à l'heure.

L'aspersion de fumée se fait par gravité à travers une grille perforée. La solution de fumée liquide est recyclée. Elle est filtrée et sa concentration réajustée de façon permanente. Les produits sont ensuite séchés et fumés en ligne.

Exemple de contrôle et de maintien de la concentration
(Technique décrite par la société Kréhalon)

Solution de départ de 100 litres diluée à	30%
Soit : 30 litres de fumée liquide pure acide à	12%
70 litres d'eau	
Soit : une acidité de départ de	3.6%
Solution de rajout diluée à	50%
Soit : 50% de fumée liquide pure acide à	12%
50% d'eau	
Soit : une acidité de solution de rajout de	6%

La bonne maîtrise du procédé impose un titrage de l'acidité toutes les 10 minutes.

A titre d'exemple, une analyse type est présentée ci-dessous :

- 1^{ère} mesure d'acidité = 3.6%
- 2^{ème} 2.8%
- 3^{ème} 2%

soit une consommation horaire théorique de 3.2%.

Pour maintenir l'acidité il convient d'appliquer le mode de calcul suivant :

$$\text{Vol FLC} = \text{AP} \times \text{Vol SFL/AFPL}$$

Volume de fumée liquide concentrée pure à ajouter	(Vol FLC)
Volume de fumée liquide initial	(Vol FSL)
Acidité fumée liquide pure	(AFLP)
Acidité perdue	(AP)

Principaux avantages liés au douchage :

- Performance améliorée
- Capacité de production importante (500 à 6000 kg/h selon un fabricant)
- Régularité de la couleur et du goût
- Dans les cas de cuisson en continu, la zone de fumage est supprimée
- Réduction importante du cycle de fumage

4-2-3 La technique du trempage

Le produit à traiter est immergé dans une solution d'arômes de fumée pendant un temps relativement court (7), de l'ordre de 5 à 60 secondes. Cette technique est très utilisée dans le traitement des saucisses.

Le procédé dans son ensemble est identique au douchage et ne diffère que par les méthodes d'application.

4-2-4 L'addition directe

L'arôme de fumée est ajouté directement au produit, soit dans la mûlée ou par le biais de l'injection de saumure dans le produit à traiter.

Il existe différents supports selon l'application :

- Poudres : maltodextrines, farine de maïs, levures...
- Huiles
- Aqueux.

L'usage de la poudre est intéressant quand l'apport d'eau n'est pas possible : biscuits, petfood, croquettes.

L'huile est directement utilisable dans une émulsion (fabrication de saucisses de type Francfort ou Strasbourg).

Le support aqueux, soluble dans l'eau, est utilisable dans de nombreuses applications.

Exemple : le condensat de fumée "Arrow p-50" de la société Red Arrow est spécialement élaboré pour une utilisation en saumure (injection des poitrines et des jambons). Ce condensat, selon le fabricant, n'a pas d'influence sur les nitrites, utilisés pour les problèmes de décoloration et de conservation.

Cependant, quand on mélange une solution de sels nitrités (saumure) avec une fumée liquide, les composés de cette dernière peuvent réagir avec les nitrites pour former des nitrosophénols, catalyseurs de réactions produisant des nitrosamines, dangereuses pour la santé (8). Rappelons à cet égard, que la réglementation interdit l'emploi de sel nitrité dans l'industrie halieutique.

L'addition directe de l'arôme de fumée est utilisée dans les produits à base de viandes, mais cette technique est applicable au poisson, à l'élaboration de sauces (barbecue), au fromage, à la soupe et aux biscuits apéritifs.

Principaux avantages :

- Procédé économique
- Automatisation aisée
- Pas de pollution de l'environnement
- Gain de temps au niveau du fumage
- Nettoyage rapide
- Pas de risque de feu
- Absence de produits indésirables, type HPA

Le seul inconvénient relevé concerne la qualité de certaines fumées qui ne confèrent pas au produit le goût souhaité. Dans ce cas, le problème se situe au niveau de la fabrication de la fumée liquide et de la méthode d'application sur le produit.

Partie 2 : Aspects réglementaires

La réglementation française autorise l'usage de la fumée liquide pour le traitement des produits de la mer, mais alors l'appellation "fumage traditionnel" est interdite. La mention "au goût fumé" doit figurer sur l'emballage, ce qui n'est pas le cas dans les pays de l'UE ni pour les produits charcutiers en France.

Concernant les produits marins, outre l'application de la réglementation en vigueur concernant les semi-conserves, il existe dans le cas du hareng une norme NF et dans le cas du saumon une norme NF et un Label de qualité supérieure (Label Rouge).

Les dispositions propres à chacun de ces produits sont résumées ci-après. Les référentiels complets sont disponibles auprès de l'AFNOR (Norme) ou du CERTIPAQ (Label).

1 - Filets de hareng fumé : norme française

NF V45 067 du 20/9/1996

1-1 Espèces concernées

- Clupea harengus (hareng commun)
- Clupea pallasii (hareng du Pacifique)

1-2 Caractéristiques qualitatives

Catégorie de fraîcheur "extra ou A"

1-3 Salage

Sel alimentaire "chlorure de sodium"

1-4 Fumage

La durée est variable selon la nature de la matière première ; la température ne doit pas dépasser 30°C. Après fumage, les poissons doivent être refroidis à 4°C à cœur, en moins de 6 heures.

1-5 Congélation

Conformément à l'arrêté du 29/12/92, les harengs doivent être congelés à -20°C à cœur, pendant au moins 24 heures.

1-6 Dénomination de vente

- *Filet de hareng fumé au naturel* :
 - teneur en sel comprise entre 7 et 10% sans milieu de couverture
- *Filet de hareng fumé doux* :

- teneur en sel comprise entre 4 et 7% sans milieu de couverture. Dans les autres préparations, à savoir à l'huile et aux aromates, les teneurs en sel demeurent les mêmes au moment de la mise sous couverture d'assaisonnement.

- teneur en lipides selon norme NF V04 403 : entre 5 et 13%

- teneur en eau selon norme NF V04 401 : inférieure à 74% (HPD).

1-7 Observations générales

Le hareng est un clupéidé et à ce titre a des comportements migratoires très marqués qui se traduisent par d'importantes variations de la teneur en lipides.

Le hareng sera très gras en période de nutrition et de pré-reproduction, puis maigre en cours de reproduction et après reproduction.

Cependant, les différences entre les diverses phases du cycle sont loin d'être aussi nettes, la transition s'effectuant le plus souvent sur plusieurs semaines avec des états intermédiaires. De plus, il y a de nombreux stocks souvent interpénétrés les uns par rapport aux autres et des mélanges sont possibles en cours de pêche, d'où un comportement très irrégulier de la matière première au cours de la transformation.

Le hareng est mature à la fin de sa troisième année, lorsqu'il a atteint une taille de 23cm à 25cm pour un poids de 120 à 150g environ.

Contrairement à d'autres poissons bleus (maquereau par exemple), les divers stocks de hareng vont frayer à des périodes très différentes de l'année. Il y a en fait trois périodes : le frai du printemps, de l'automne et de l'hiver. Les deux derniers groupes sont réunis sous la dénomination "autumn and winter spawning herring".

1-8 Variations biochimiques

La teneur en lipides varie en fonction du cycle :

- En période de nutrition, elle augmente et les lipides sont stockés, après quelques semaines, dans les tissus de réserve
- En période d'hibernation pré-migration, elle est maximale et la matière grasse est stockée sous forme de réserves stables.
-

Les minima et maxima oscillent entre 2 et 22%. Le poisson frayant au printemps est en moyenne plus gras que celui frayant à l'automne.

La teneur en eau est étroitement corrélée avec la matière grasse selon la formule suivante :

$$\begin{aligned} & \text{M G en \% de la masse globale} \\ & \quad + \\ & \text{Eau en \% de la masse globale} \\ & \quad = \\ & \text{80\% de la masse globale du poisson} \end{aligned}$$

Dans le cas de filets congelés, la formule est plus proche de : $MG\% + Eau\% = 78,5\%$.

Un hareng immature ne subit pas de maturation sexuelle et n'a donc que peu de variation saisonnière de sa teneur en lipides.

Il existe une corrélation entre la taille, le poids et la teneur en matière grasse pour les harengs matures. Un hareng mature mesure en moyenne plus de 23cm et pèse en moyenne plus 130g. Sa teneur en lipides aura tendance à augmenter au prorata de sa taille et de son poids.

La même corrélation existe chez le mâle et la femelle.

2 - Saumon fumé de qualité standard

Basé sur le respect de la réglementation sanitaire en vigueur, ce produit représente environ 80% du marché. Il répond à une norme "minimaliste" en terme de qualité.

2-1 Matière première

- Toutes espèces de salmonidés (congelés ou frais)
- Cotation CEE : $\geq B$ (C \rightarrow rejet)

Evaluation du niveau de fraîcheur selon un tableau de cotation organoleptique normalisé en Europe où il y a trois catégories :

A = extra

B = moyen

C = rejet

- Critères parasitologiques : congélation obligatoire du *Salmo salar* sauvage (risque Anisakis ; arrêté du 28/12/92)

2-2 Procédé

- Utilisation de combustion de bois
- Fumée liquide : appellation "au goût fumé"

2-3 Produit fini

- Critères microbiologiques : selon réglementation
- DLC : responsabilité du fabricant (le plus souvent 6 semaines en sortie d'usine)

3 - Saumon fumé norme

NF V45-065

(Base d'une concurrence loyale)

15% du marché

3-1 Matière première

- Espèces : saumon Atlantique (*Salmo salar*), saumon argenté (Coho), saumon Royal (restriction à 3 espèces) frais ou congelé
- Cotation CEE : extra (ou A)
- Couleur : 13 à 16 (*Salmo salar*) sur l'échelle Roche

- Critères parasitologiques : arrêté du 28/12/92

3-2 Procédé

- Fumage : combustion de bois (fumée liquide non autorisée)
- Congélation : autorisée (une seule)
- Salage : tous types (y compris l'injection)

3-3 Produit fini

- Composition chimique
 - Eau : < 65%
 - Lipides : < 18%
 - NaCl : 2.5 à 3.5%
 - Sucre : ≤ 1%
- Critères microbiologiques : selon réglementation
- DLC : 21 jours sortie usine

4 - Saumon fumé de qualité supérieure : Label Rouge (Certipaq) 5% du marché

4-1 Matière première

La traçabilité du produit doit être totale depuis la ferme productrice.

- Salmo salar non congelé
- Elevage : densité de 15 à 20 kg au m³

4-2 Procédure d'abattage

- Jeûne ≥ 7 jours (pour vider intestins et réduire lipides de réserve)
- Pêche à l'épuisette (pour limiter les risques d'hématomes)
- Séjour à l'air limité (1mn)
- Anesthésie au CO₂ (5mn à saturation)
- Immersion en eau glacée : saigné 10min, vidé ensuite
- Mise en caisse : avant ou après Rigor Mortis
- Température à cœur : 4°C/2H après avoir été saigné.

4-3 Autres critères

- Calibre : > 4kg +/- 200g
- Taille : 48 cm
- Cotation CEE : ≥ 2.7 (le haut de la catégorie A)
- Absence de : gaping, parasites, malformations, hématomes, dépigmentations
- Lipides : 10 à 15% (NF V04-403)
- Couleur : ≥ 15 Échelle Roche
- Utilisation : 6 jours maximum après la date de pêche

4-4 Procédé

- Sel sec
- Fumage traditionnel au hêtre
- Absence de congélation du produit fini (pas de "croûtage" au tranchage)

4-5 Produit fini

- Composition chimique :
 - Eau : < 65%
 - Lipides : < 15%
 - NaCl : 2 à 3%
 - Phénols totaux : $\geq 1\text{mg}/100\text{g}$
- Absence de muscle rouge
- Critères microbiologiques : arrêté 21/12/79 avec les spécificités suivantes :
 - flore aérobie mésophile : inférieure à 50 000 germes/g (en sortie de fabrication)
 - *Listéria monocytogenes* : 10 germes/g (DLC)
- DLC : 15 jours après fumage (et non en sortie d'usine, ce qui exclut quasiment la possibilité d'avoir des stocks).

Partie 3 : Etude de faisabilité : **Association DII/Fumage par Atomisation**

1 - Contexte de l'étude

A la différence du fumage traditionnel où la déshydratation du produit continue pendant l'opération de fumage, l'atomisation ne permet pas de sécher au cours des séquences d'injection de fumée liquide. En effet, pendant ces périodes, qui peuvent atteindre 50% de la durée de fumage, la ventilation est arrêtée pour favoriser le dépôt de la fumée par gravité.

D'autre part, la technique de fumée liquide génère une ambiance plus humide, avec comme conséquence une hygrométrie plus élevée qu'avec la méthode traditionnelle (environ 80% au lieu de 65%).

Afin de pallier cet inconvénient, il est apparu intéressant d'utiliser la Déshydratation Imprégnation Immersion pour atteindre un niveau de séchage correspondant à celui des produits traditionnels. Le tableau synoptique n°1 établit la comparaison.

2 - Principes

La DII est un procédé basé sur la mise en contact d'un produit alimentaire avec un mélange de sel et de sucre, soit en saumure, soit à sec. Il se produit alors des transferts de matière (Figure n°2) :

- une sortie d'eau du produit vers le mélange
- une entrée de sel du mélange vers le produit
- une fuite de solutés propres au produit.

Le produit à traiter est mis en présence d'un mélange d'agents dépresses de l'humidité relative (HR) du produit. Ce mélange est composé majoritairement de sel et pour le reste de divers sucres.

L'eau du produit est captée par le sucre fortement hygroscopique pendant que le sel pénètre dans le produit. Grâce au contrôle précis des conditions opératoires, le produit est séché au degré voulu et atteint la teneur en sel désirée (10).

Ce procédé a été étudié essentiellement comme moyen de déshydratation des fruits et légumes. Néanmoins, de récents programmes de recherche ont appliqué cette opération à d'autres types de produits : viandes, poissons.

La technique de DII permet donc d'effectuer un salage et un séchage simultanément.

Elle présente :

- un intérêt hygiénique (diminution des manipulations, température basse /2°C, homogénéité du produit)
- un intérêt technique (infrastructure simple, souplesse d'utilisation)
- une économie d'énergie (10).

On peut dire que cette technique est la troisième voie d'élimination de l'eau dans les produits alimentaires après la voie mécanique et la voie thermique.

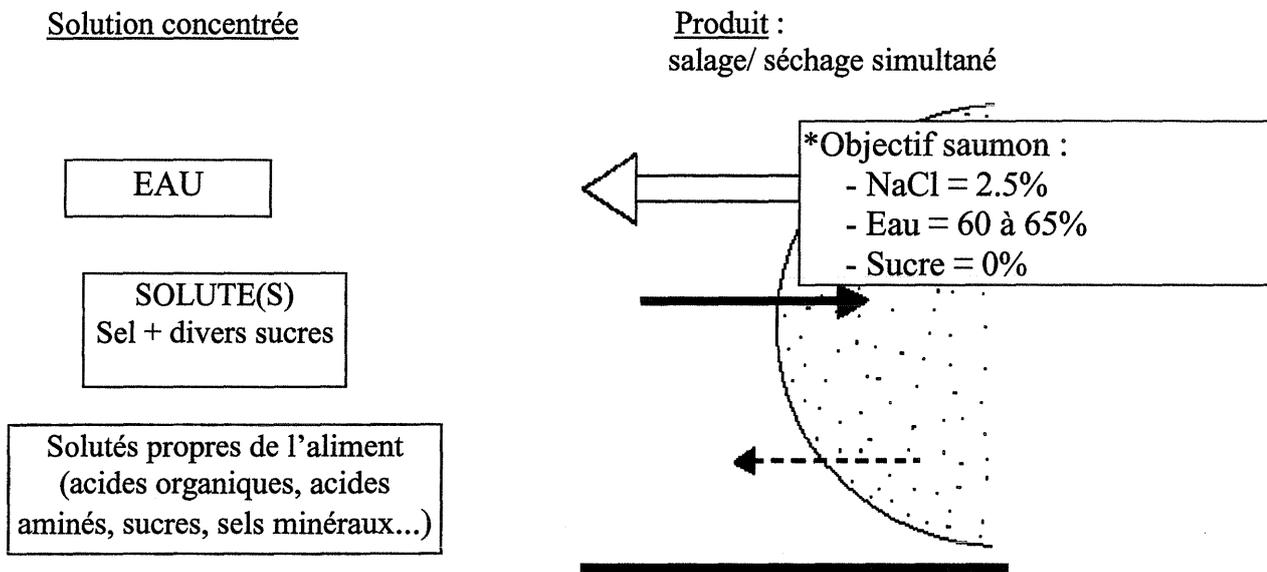


Figure n°2 : Schéma des transferts de matière

Déshydratation et imprégnation immersion

- Le sucre et le sel déséquilibrent fortement les pressions osmotiques entre la chair du poisson et la solution, provoquant ainsi un flux d'eau de la chair vers la solution de traitement.
- Les molécules de sucre de grande taille ne peuvent pénétrer dans la chair du poisson.
- Les ions du sel, en revanche, pénètrent de façon contrôlée. A l'issue de l'opération le poisson est salé et séché.

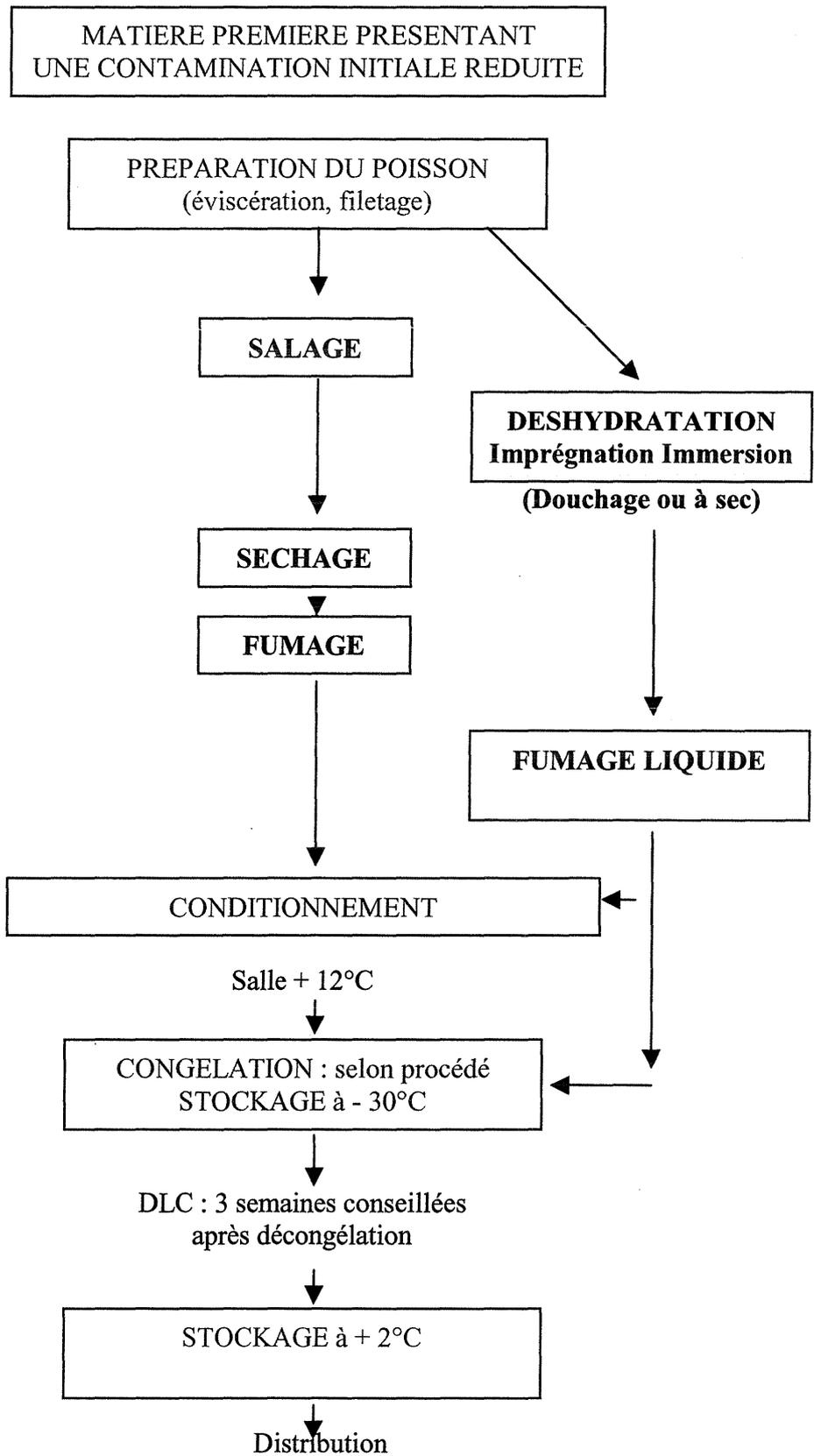


Tableau synoptique n° 1 : Comparaison des procédés

3 - Evaluation de la DII dans le cadre du procédé traditionnel

Afin de savoir s'il est possible de substituer la technique DII au salage/séchage conventionnel, nous l'avons comparé à un saumurage suivi d'un fumage traditionnel, en mesurant le niveau de salage et de déshydratation des produits finis.

3-1 Protocole

Un lot de hareng de Norvège stocké congelé en plaques de 20kg à -20°C a constitué la matière première de cet essai. Les filets pelés, d'un poids moyen de 70g, ont été traités suivant les deux techniques étudiées. Le tableau synoptique n° 2 ci-dessous définit le protocole utilisé.

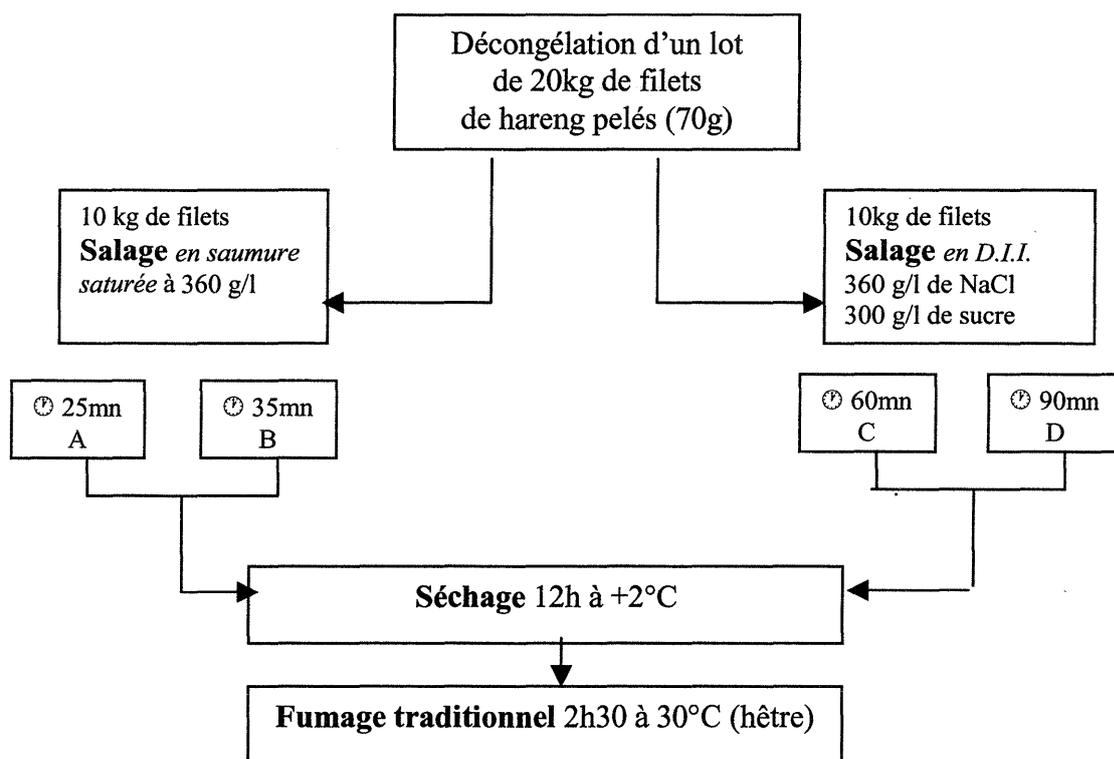


Tableau synoptique n°2 : Etude de la pénétration du sel et du séchage

3-2 Analyse des résultats

Les résultats des mesures de composition chimique sont donnés dans le tableau n°1.

Le taux de déshydratation obtenu par DII est relativement élevé puisqu'à ce stade, les teneurs en eau des produits se situent déjà entre 60 et 65%. Si on compare ces résultats à ceux des produits saumurés, on constate que l'objectif de déshydrater et de saler simultanément est atteint.

Le fumage traditionnel occasionne ensuite une perte en eau supplémentaire, entraînant un séchage trop important dans le cas de la méthode DII.

Le niveau de salage atteint, dans tous les cas, la valeur fixée de 5% de NaCl.

La teneur en phénols totaux est comparable à celle des produits commercialisés en France ; elle est la même quelle que soit la technique.

L'objectif de cet essai était d'évaluer la potentialité de saler et sécher par DII un produit tel que le hareng, dans la perspective de remplacer le procédé traditionnel de fumage par l'atomisation. Cette première approche permet d'envisager ce concept.

TEMPS		25 mn	35mn	60mn	90mn
LOT		A	B	C	D
TENEUR EN EAU (g/100 g)	Après salage	67,35	64,77	63,01	61,08
	Après fumage	59,67	57,77	56,90	55,66
TENEUR EN MG (g/100g)	Après salage	13,20	14,42	13,23	14,41
	Après fumage	21,47	17,80	17,80	14,44
TENEUR EN NaCl (g/100g)	Après salage	4,41	5,47	5,26	6,64
	Après fumage	5,34	6,07	5,75	6,76
TENEUR EN PHENOLS (mg/100g)	Après fumage	3,16	3,26	3,25	3,23

Tableau n°1 : Composition chimique des produits finis

4 - Etude de la cinétique de pénétration du sel

Dans le but de réaliser un produit conforme aux exigences de la réglementation, et ce dans le cas du hareng, deuxième produit en volume après le saumon, une étude de la pénétration du sel et de la perte en eau s'est avérée indispensable pour établir un procédé adapté à la technologie de la fumée liquide.

Pour effectuer cet essai, une plaque de filets de harengs pelés (même produit que précédemment) a été décongelée à +4°C. Deux lots de 10kg ont été salés, soit en saumure saturée, soit en saumure mixte (DII). La saumure, dans les deux cas, a été agitée de façon séquentielle pour optimiser les échanges.

Dix filets ont été prélevés toutes les cinq minutes, rincés par douchage et stockés au froid à +2°C pour être analysés à ce stade de la transformation, ou fumés ultérieurement par la méthode traditionnelle. Après un fumage à 30°C, température usuellement utilisée pour ce type de produit, chaque lot a été conditionné en sachet sous vide.

Le protocole des essais est donné dans le tableau synoptique n°3.

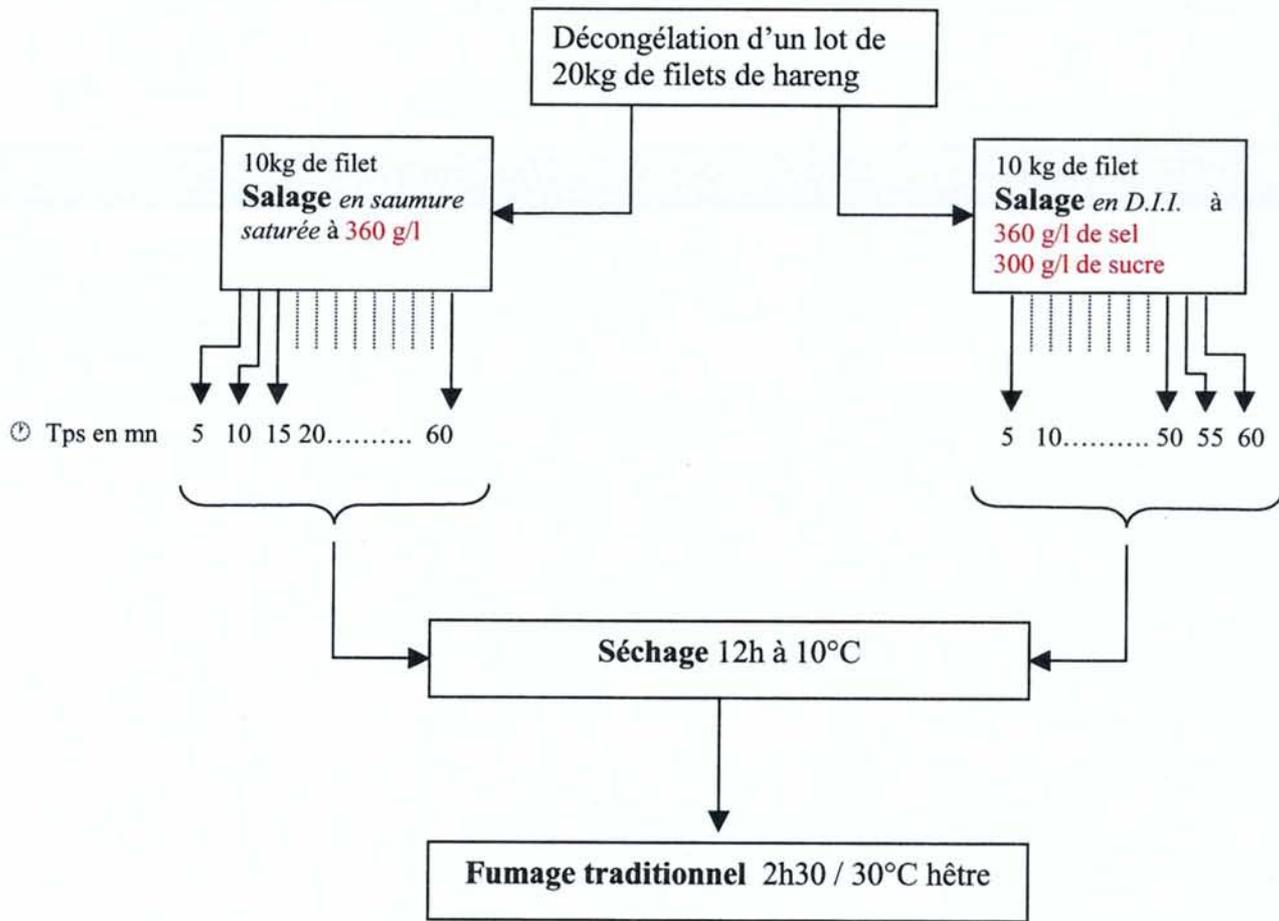
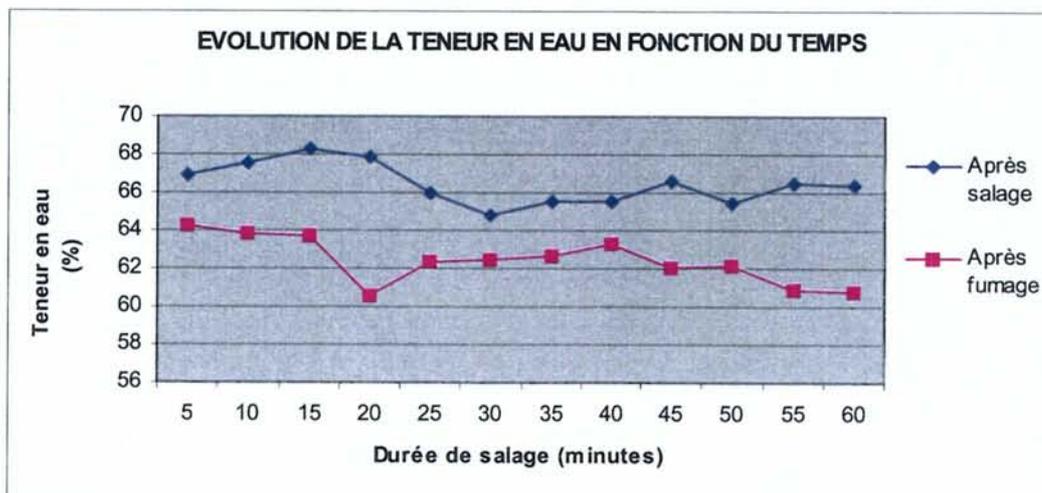
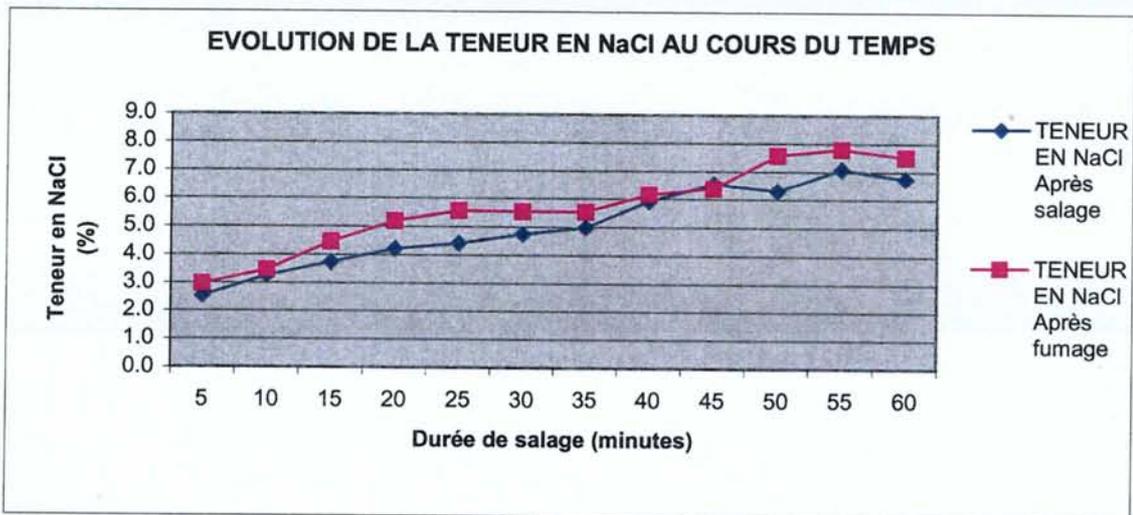


Tableau synoptique n°3 : Protocole d'étude de la cinétique de pénétration du sel

4-1 Résultats

4-1-1 Hareng salé en saumure saturée

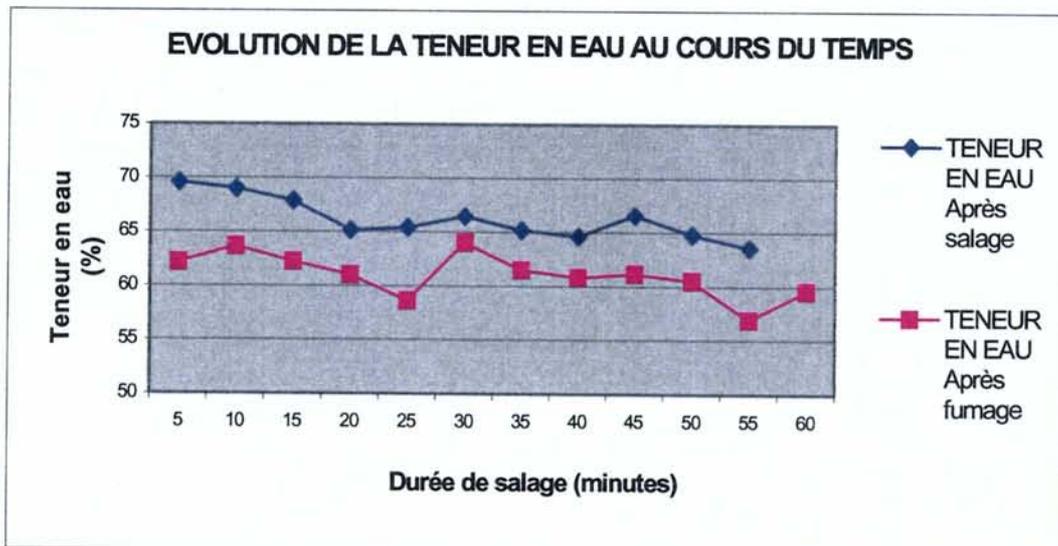


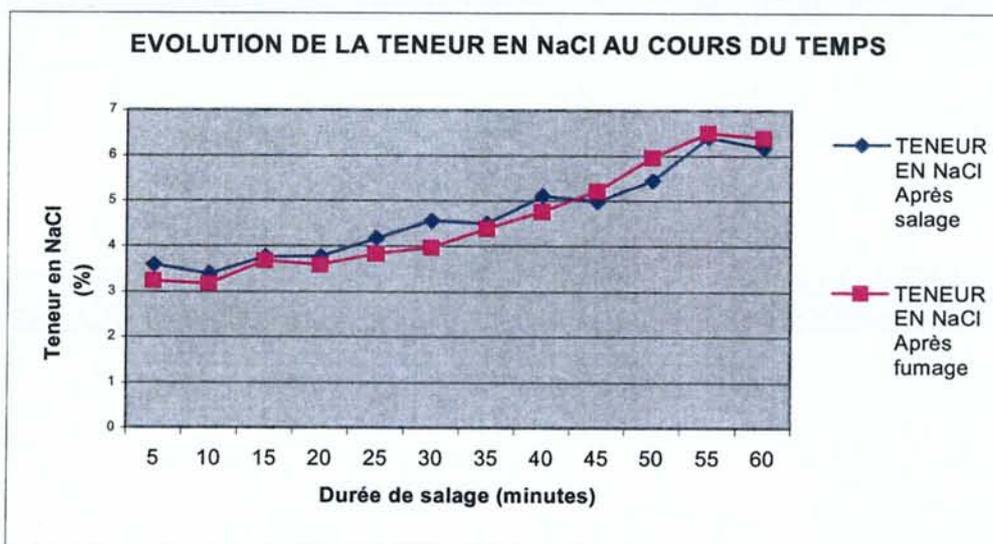


La teneur en eau du produit après salage est de 67%, ce qui implique une déshydratation d'environ 5% pendant l'étape du fumage. Le résultat est atteint comme le confirme l'analyse du produit fini.

Le temps nécessaire pour obtenir un hareng doux, c'est-à-dire ayant une concentration en NaCl de 5%, est d'environ 25 minutes.

4-1-2 Hareng salé par DII





Pour obtenir une concentration de NaCl de 5%, avec la méthode de salage par DII, il est nécessaire de laisser les filets au moins 45 minutes dans la saumure. La teneur en eau du produit est alors proche de 65%. L'objectif de 62% n'est que partiellement atteint ; ce résultat est probablement imputable à une agitation insuffisante de la saumure, provoquant un blocage des transferts de solutés.

Ces données seront prises en compte pour la suite de l'étude.

5 - Fumage par atomisation appliqué au saumon et au hareng

5-1 Echantillons

Du saumon et du hareng ont été traités selon le protocole décrit dans le tableau synoptique n°4.

Le saumon a été réceptionné en frais (Salmon salar de Norvège - calibre 3/4), tandis que le hareng provenait de lots "congelés mer" en plaques standard de 20kg. Ce dernier a été décongelé en air calme à +4°C.

Deux méthodes de salage ont été utilisées pour chaque matière première : le salage au sel sec pour le saumon et le salage par saumurage pour le hareng, comparés à la technique de la DII dans chaque cas.

Le fumage par atomisation s'est déroulé pendant 2h30 selon le rythme de cycles suivant :

- Temps d'atomisation : 6 minutes
- Temps de repos : 3 minutes (arrêt de la cellule)

Pression d'injection d'air : 3 bars.

Le générateur de fumée et l'extrait de fumée utilisés (Réf L1164) étaient de marque Lutétia.

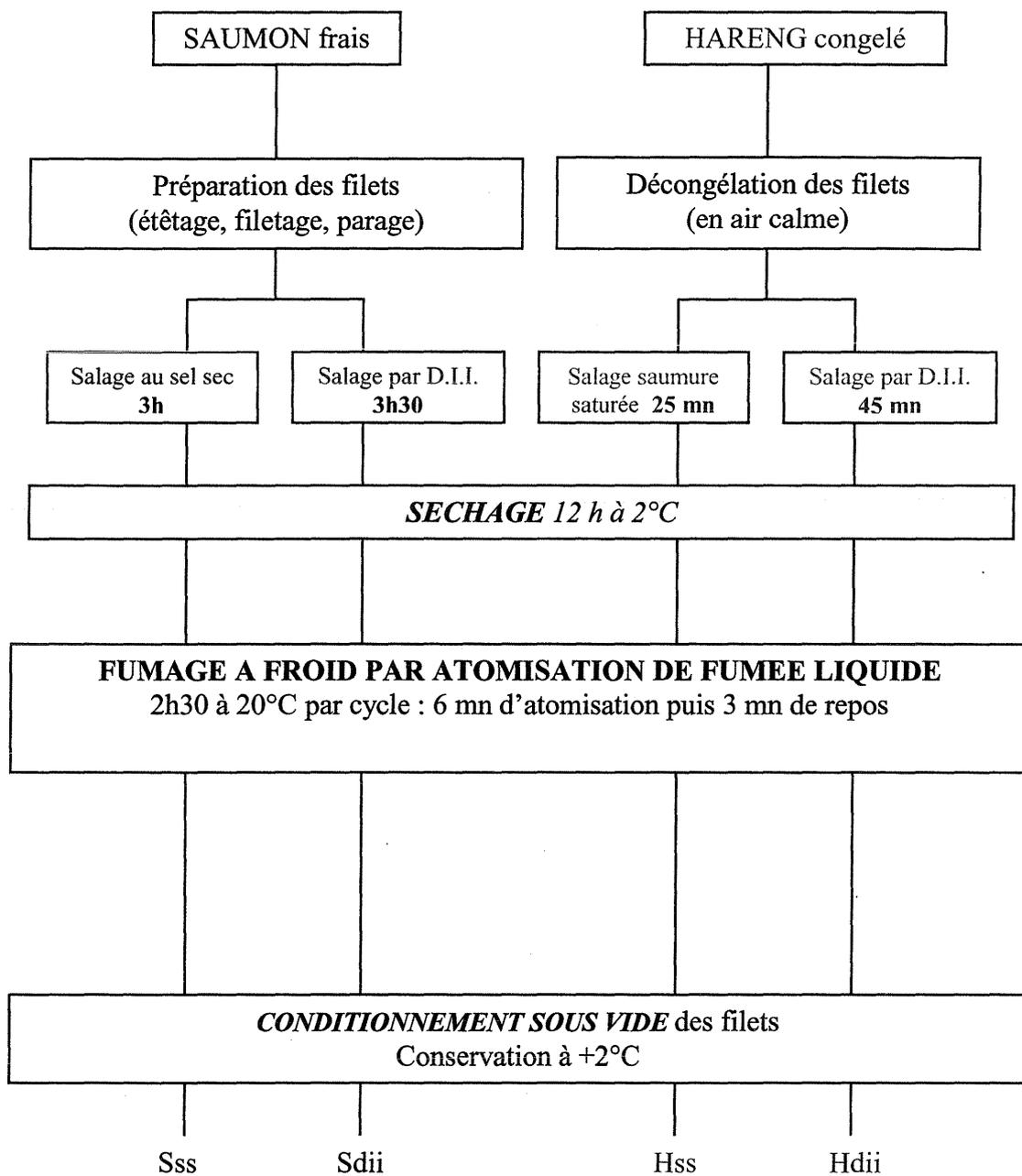


Tableau synoptique n°4 : Fumage par atomisation appliqué au saumon et au hareng

Légende :

Sss : Saumon sel sec

Sdii : Saumon Déshydratation Imprégnation Immersion

Hss : Hareng sel sec

Hdii : Hareng Déshydratation Imprégnation Immersion

5-2 Résultats

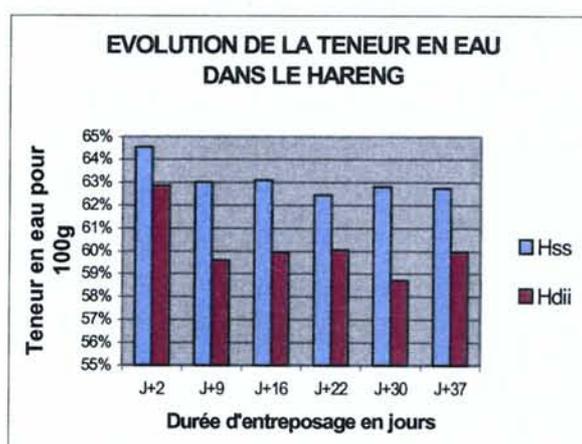
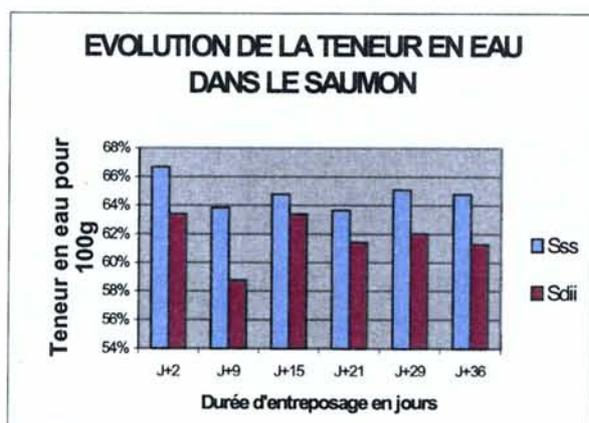
5-2-1 Composition chimiques des produits

Le premier point à étudier, pour démontrer la faisabilité du fumage par atomisation, concerne la possibilité de fabriquer un produit ayant des caractéristiques de séchage et de salage voisines de celles des produits du commerce.

• Teneur en eau

La quantité d'eau résiduelle du produit fini conditionne sa durée de vie et participe pour une large part à la qualité globale (couleur, acidité et texture).

Les figures suivantes représentent les teneurs en eau des différents produits. Les analyses ont été réalisées toutes les semaines, au cours d'un stockage de 35 jours à +2°C.



Pour le saumon comme le hareng, on observe des teneurs en eau supérieures avec les méthodes de salage traditionnelles (sel sec et saumure), par rapport à la DII.

Les quatre produits fabriqués ont une teneur en eau plus élevée à J+2 que par la suite. Ceci peut s'expliquer par le conditionnement sous vide qui, en comprimant les filets, favorise la sortie d'exsudat. Cette présence d'eau dans le sachet est un facteur de risque de croissance microbienne ; on peut la limiter en diminuant le niveau de vide.

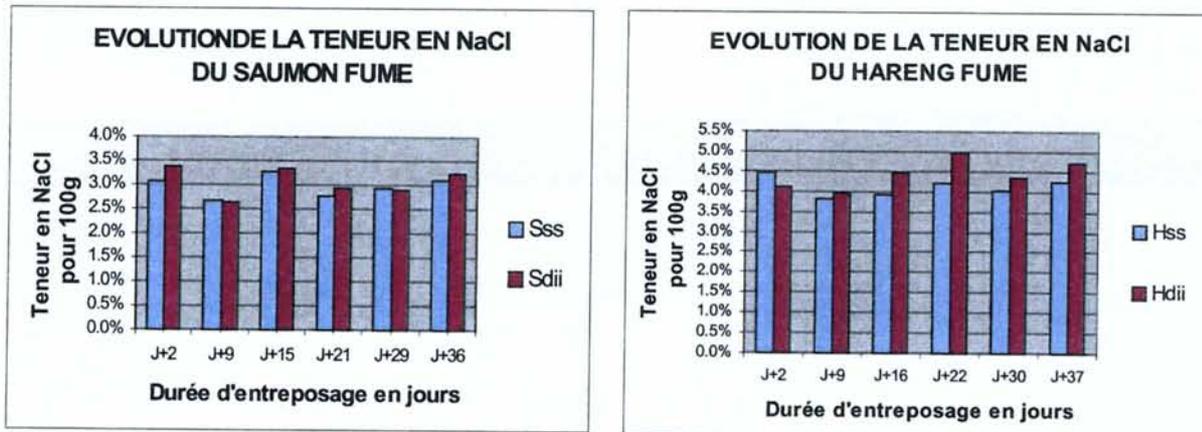
En conclusion, la technique de la DII permet d'obtenir des produits finis, séchés de façon satisfaisante, malgré un fumage en ambiance humide.

• Teneur en sel

Rappelons que la norme AFNOR impose pour les produits finis les teneurs en NaCl suivantes :

- Saumon fumé : 2 à 3%
- Hareng doux : 4 à 6%

Les teneurs en sel des produits finis fabriqués lors de cet essai sont représentées sur les figures suivantes.



Sans pour autant dépasser les valeurs préconisées par la norme, les poissons traités par DII sont très légèrement plus salés que les autres produits, ce peut s'expliquer par leur niveau de déshydratation plus important.

On peut conclure que la méthode DII permet de saler de façon identique au procédé traditionnel.

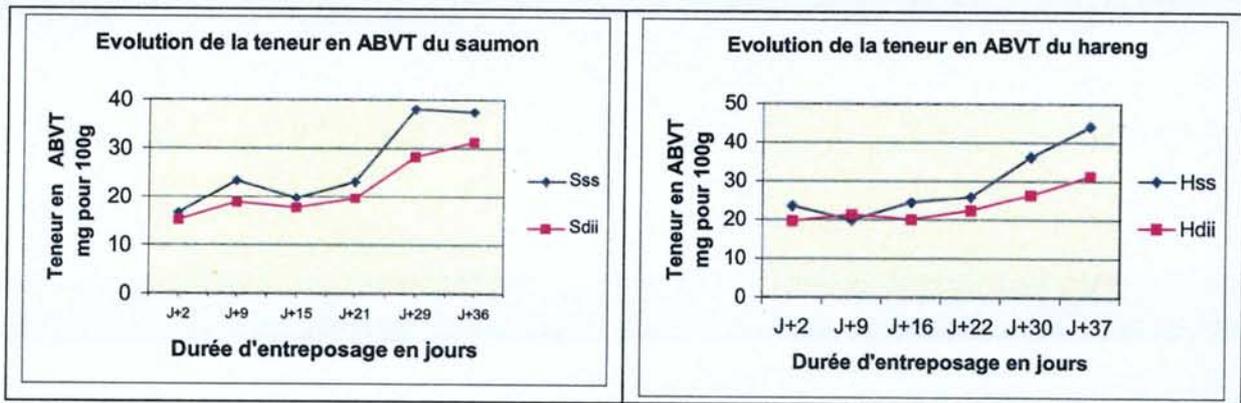
5-2-2 Evolution des produits durant le stockage

Nous avons étudié l'incidence de l'utilisation de ce nouveau concept de fabrication sur la conservation des échantillons durant un entreposage de 5 semaines à +2°C.

- **Dosage de l'Azote basique volatil total**

L'azote basique volatil total (ABVT), issu de la dégradation protéique est constitué d'amines volatiles (dont la triméthylamine) et d'ammoniac. Bien que ce critère n'ait de valeur réglementairement que pour les produits non transformés (9) (décision de la CEE du 8/03/95), il peut être intéressant pour évaluer l'altération des produits pendant le stockage.

Les courbes d'évolution montrent que, pour le saumon comme pour le hareng, les produits traités par DII ont une teneur moyenne en ABVT légèrement inférieure à celle des autres produits.



A titre indicatif et en se référant à la valeur "seuil de rejet" concernant le saumon et le hareng non transformés, soit 35 mg/100g, on pourrait évaluer la limite de consommation à :

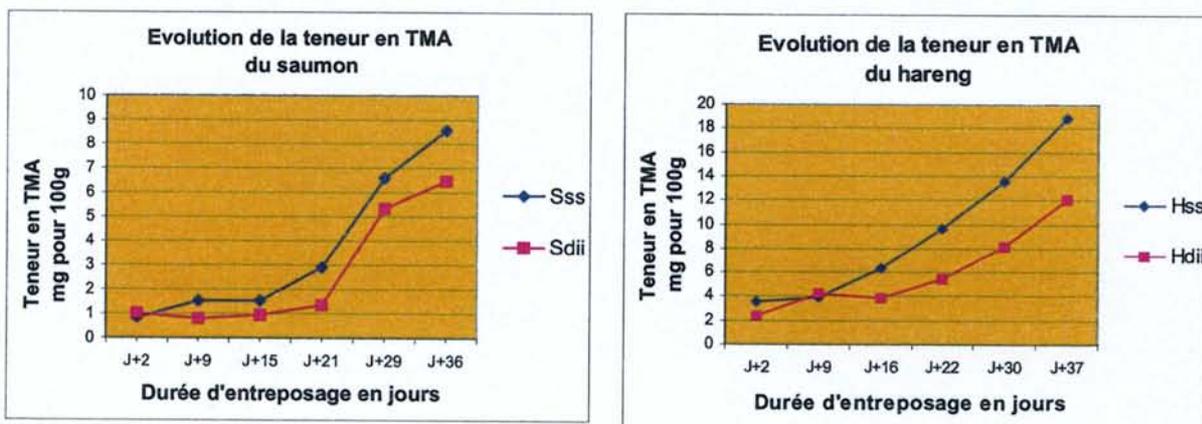
- saumon sel sec : J+29
- saumon DII : supérieure à J+36
- hareng saumuré : J+30
- hareng DII : supérieure à J+36

Ces résultats, bien que n'ayant pas de valeur réglementaire, montrent l'intérêt de la DII associée au fumage par atomisation.

• **Evolution de la triméthylamine**

La triméthylamine provient de la dégradation de l'oxyde de triméthylamine par des bactéries. L'augmentation de la teneur en TMA est donc un indice de l'accroissement de l'activité bactérienne. C'est un excellent test chimique de suivi de l'altération du poisson.

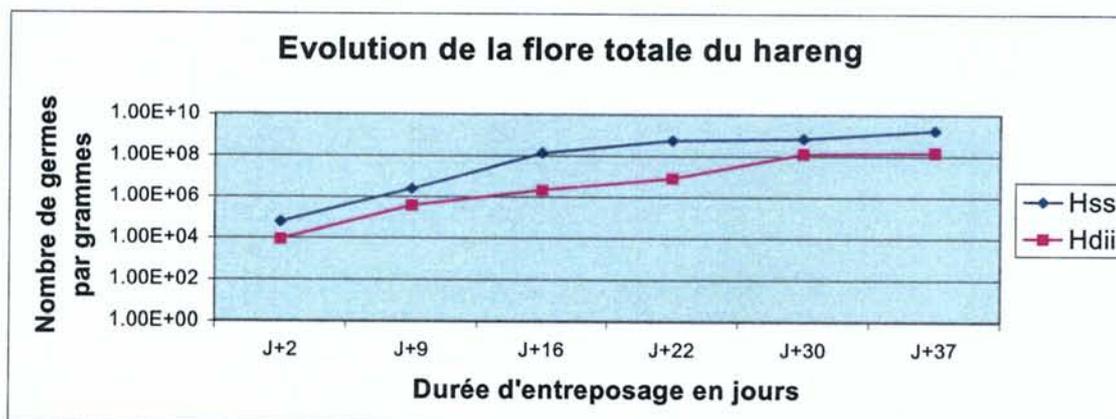
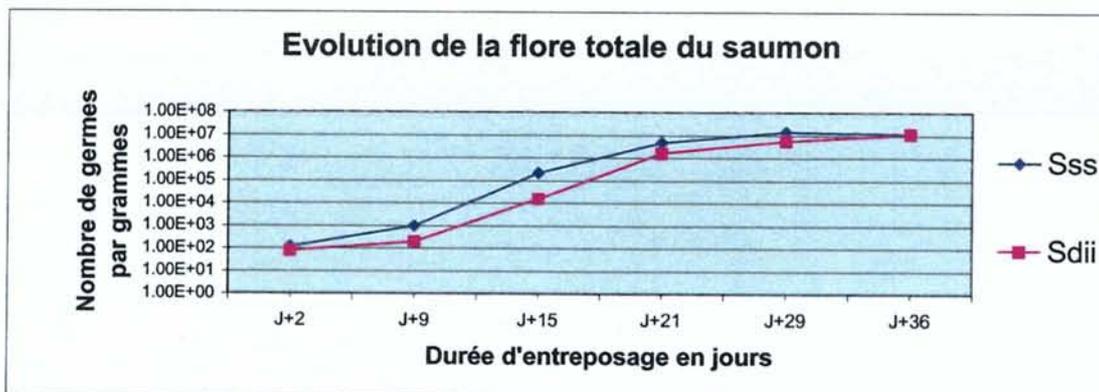
Les courbes ci-dessous montrent son évolution.



Il n'y a pas de valeur seuil, mais le poisson non transformé est considéré inconsommable pour des valeurs supérieures à 15mg pour 100g de chair. C'est le cas ici, après 30 jours, pour le hareng préparé de façon traditionnelle.

- **Evolution de la flore totale**

Dans le cas du saumon et du hareng traités par la technique de la DII, les dénombrements de la flore totale sont sensiblement inférieurs d'un logarithme par rapport aux autres échantillons, corroborant ainsi les mesures d'ABVT et de TMA.

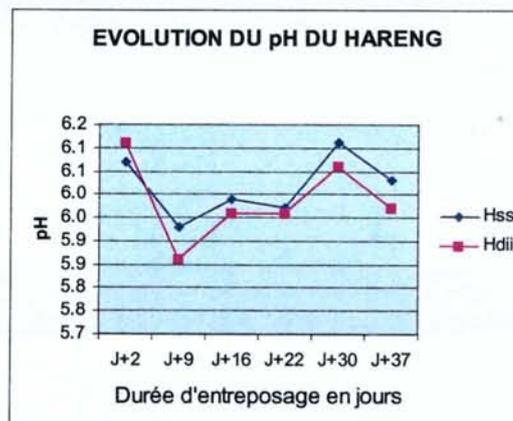
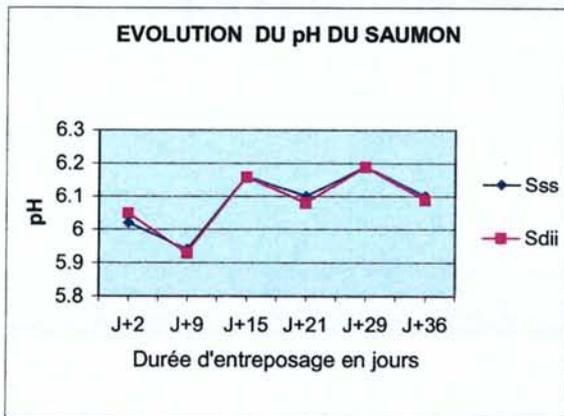


- **Suivi du pH**

Les mesures de pH ne montrent pas de différence entre les deux techniques (courbes page suivante).

La chute de la valeur du pH après la première semaine s'explique par le fait que les produits exsudent de l'eau de constitution. La mesure de pH, effectuée sur un broyat, tend alors à être plus acide puisque les constituants de la fumée (pH 3) se trouvent moins dilués au niveau de la chair.

La légère remontée progressive de pH constatée au cours du stockage peut être imputable à l'activité bactérienne et à la production d'amines et d'ammoniac.



5-3 Conclusions

Les analyses effectuées, au cours de cette étude préliminaire, montrent que la DII associée à l'atomisation de fumée liquide, permettrait de fabriquer des produits comparables à ceux réalisés traditionnellement.

Le principal inconvénient, connu à ce jour, de la fumée liquide utilisée en atomisation, concerne la difficulté à sécher lors d'un fumage à froid, en raison de l'hygrométrie élevée et des temps d'arrêts de la ventilation. Pour pallier ces inconvénients, l'utilisation de la DII semble apporter une réponse intéressante.

Du point de vue hygiénique, la technique DII a l'avantage de se dérouler à basse température (12°C). et la durée de traitement est réduite, puisque le produit est salé et séché simultanément.

L'amélioration de la qualité des extraits de fumée, la possibilité de garantir un niveau de déshydratation correspondant aux produits traditionnels devraient permettre d'aborder de façon plus "sereine" ce procédé qui jusqu'à présent, était considéré comme "artificiel".

L'aspect organoleptique reste à explorer par une mise au point de produits finis répondant à la demande des consommateurs.

Partie 4 : Essais de fumage par atomisation

Aspects sensoriels

(Réalisé en partenariat avec la société Lutétia le 26 et 27 Novembre 2000)

1 - Objectifs

L'objectif de ces essais était de tester, au niveau sensoriel, différents extraits de fumée liquide. Ces extraits dont nous ne connaissons pas la composition, pour des raisons de confidentialité et de propriété industrielle, ont été élaborés pour être appliqués au marché du poisson.

Le matériel d'atomisation de la société Lutétia est issu d'une nouvelle génération autorisant une automatisation de fonctionnement en phase avec les armoires de commande des cellules de fumage.

Le descriptif de ce générateur de fumée est donné en annexe (schémas n°7 et 8). Cet appareil peut fonctionner en mode manuel ou automatique. L'entretien s'effectue en fin de cycle d'utilisation par simple rinçage à l'eau.

2 - Descriptif du protocole des essais

(Tableau synoptique n°5)

Un lot de saumon de Norvège de calibre 3/4 a été réceptionné pour réaliser ces essais. Ce lot a été divisé en trois échantillons de deux poissons.

Après filetage, les filets ont été traités par DII pour les raisons évoquées précédemment dans ce rapport. Les concentrations en sel et en sucre étaient respectivement de 80% et de 20%. La technique était celle du recouvrement à sec et en excès du mélange. La durée du traitement a été de 3h30, les filets ont été ensuite légèrement rincés à l'eau courante.

Tous les filets ont été stockés 12 heures en chambre froide ventilée à +2°C.

Après un séchage en cellule à 22°C pendant une heure, chaque lot a été exposé à un extrait différent.

Les extraits de fumée Lutétia testés portent les noms de code suivants :

- L1114
- L1115
- L1165

Le traitement, de 2h, s'est déroulé selon les cycles suivants :

- temps d'injection : 7 minutes avec coupure de la ventilation
- temps de repos : 3 minutes avec la ventilation.

A l'issue des essais, les filets ont été emballés sous vide et entreposés à +2°C pendant trois semaines, en attendant de réaliser les tests d'analyse sensorielle.

En parallèle un produit a été fabriqué de manière traditionnelle : salage au sel sec pendant 2h30, stockage pendant 12 heures en chambre froide, séchage d'une heure et fumage au bois de hêtre pendant 2h30 à la température de 22°C. Ce lot a été stocké également pendant trois semaines et évalué en analyse sensorielle simultanément aux trois lots Lutétia.

L'ensemble des essais a été réalisé sur une cellule de marque Thirode Pulsair SFEC à ventilation horizontale (modèle spécial "poisson" climatisé).

Les tests d'analyse sensorielle ont été effectués par le laboratoire Génie Alimentaire du Département Valorisation des Produits de Nantes.

Les objectifs de cette approche sensorielle étaient de caractériser les produits afin d'évaluer dans quelle mesure cette technologie est susceptible de présenter un intérêt pour l'industrie de la salaison. En effet, jusqu'à présent, les essais portant sur les produits de la mer, étaient toujours réalisés avec des extraits destinés au fumage de la viande, avec comme conséquences, la perception de saveur de vinaigre, de suie de cheminée, de jambon fumé.

3 - Description de l'odeur et de la saveur de saumons fumés par atomisation

3-1 Le jury d'analyse sensorielle

Ce travail préliminaire a été réalisé par le jury interne de l'Ifremer. Ce panel qui participe depuis plusieurs années à l'analyse des produits de la mer, est sollicité régulièrement, au minimum une fois par semaine, pour des séances d'évaluation de produits ou des séances d'entraînement. Il ne s'agit pas d'un jury de consommateurs.

3-2 Les conditions d'évaluation

Les séances d'évaluation se sont déroulées le matin, dans une pièce divisée en 10 cabines individuelles, permettant ainsi à chaque personne de trouver une meilleure concentration et d'éviter toute influence extérieure.

3-3 Les produits étudiés

Les filets de saumon fumé, entreposés depuis 3 semaines à +2°C, ont été tranchés manuellement une heure avant la séance de dégustation (3 filets par lot). Les tranches ont été emballées par deux dans des feuilles d'aluminium codées de façon anonyme. Le témoin a été proposé en dernier.

3-4 Le test de description

Vingt six dégustateurs ont participé à ce test qui consistait à décrire l'odeur et la saveur des différents lots de saumon fumé. Le questionnaire proposé à chaque personne est présenté en annexe.

3-5 Résultats

Tous les termes cités sont regroupés dans les tableaux en annexes.

Le profil de chaque produit est représenté sous la forme d'histogrammes des fréquences de citations (pages 32 et 33). Certains critères, peu cités, n'ont pas été retenus et d'autres ont été regroupés, ce qui explique des fréquences parfois supérieures à 100%.

Le produit **L1114** présente une forte fréquence de citation du critère "*cendres froides*" en odeur, par contre la saveur n'est pas caractérisée par ce critère ni par vraiment aucun autre.

Le produit **L1115** a une odeur dominante "*cendres froides*", légèrement "*feu de bois*" et "*acide/piquante*"; la saveur est principalement "*beurre/de gras*", "*saumon/poisson*" et légèrement "*cendres froides*".

Le produit **L1165** a une odeur "*pain grillé*" et "*saumon/poisson*"; la saveur est "*saumon/poisson*", "*salée*" avec un équilibre entre la fumée "*cendres froides*" et "*feu de bois*".

Le profil du témoin n'est montré qu'à titre indicatif, car cet échantillon n'a pas été préparé avec la même matière première que les autres et n'a pas été salé avec la même méthode.

3-6 Conclusions

Les évaluations sensorielles ont permis une première étude des effets des trois extraits de fumée appliqués au saumon.

Pour les deux références "**L1114**" et "**L1115**", l'odeur de "*cendres froides/suie*" est beaucoup plus fréquemment citée que pour la référence "**L1165**" et que pour le témoin, ce qui pourrait éventuellement être défavorable.

Il semble que l'ensemble des critères concernant l'extrait de fumée "**L1165**" correspondrait le mieux à ceux d'un produit de type traditionnel. Ceci est à prendre avec précaution puisque le témoin n'a pas été fabriqué selon des conditions rigoureusement identiques (matière première, salage).

Il serait maintenant nécessaire de confirmer ces résultats avec des tests de profils descriptifs et quantitatifs qui permettraient de mieux comparer les différents extraits à un témoin, et ce sur un nombre de poisson plus élevé.

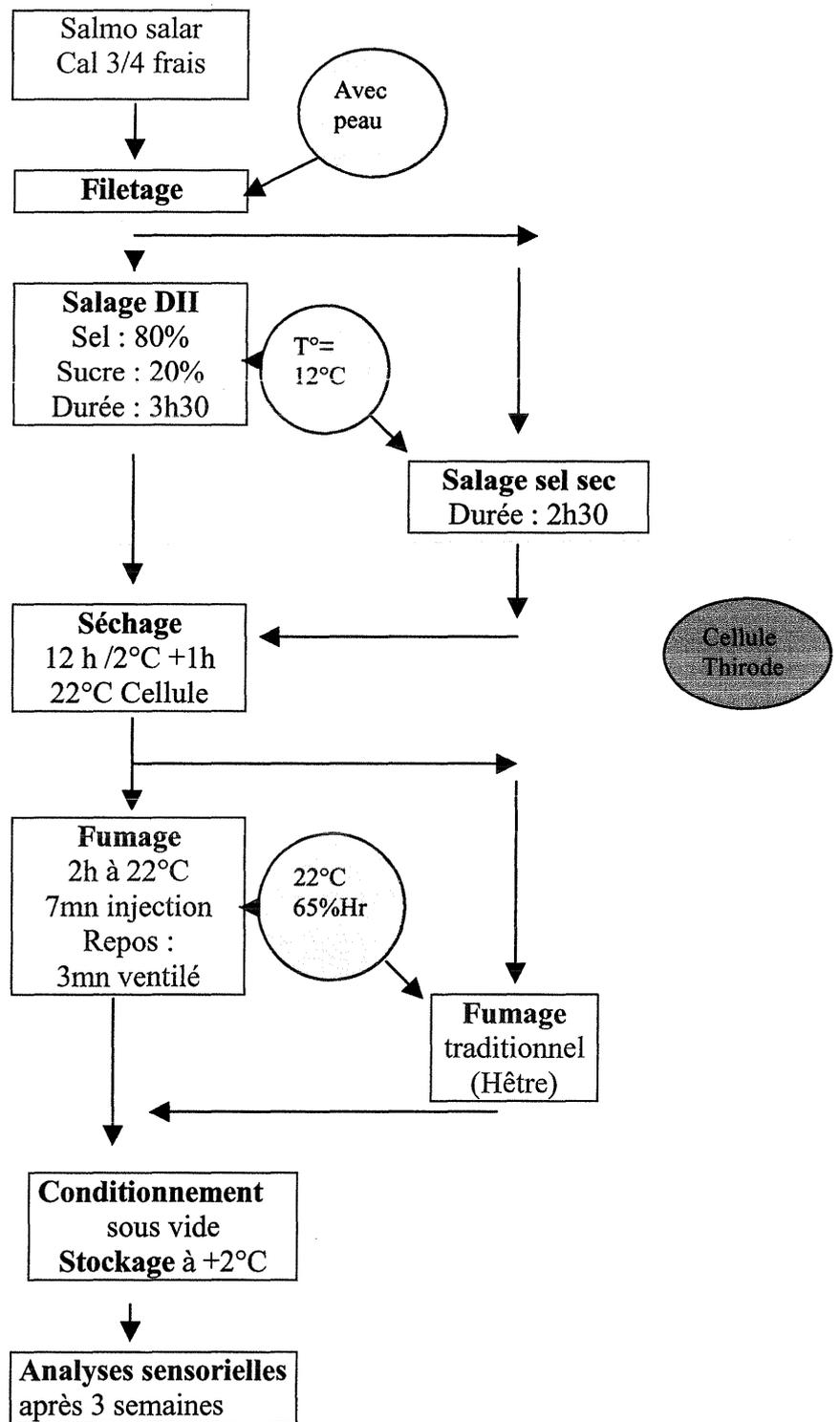
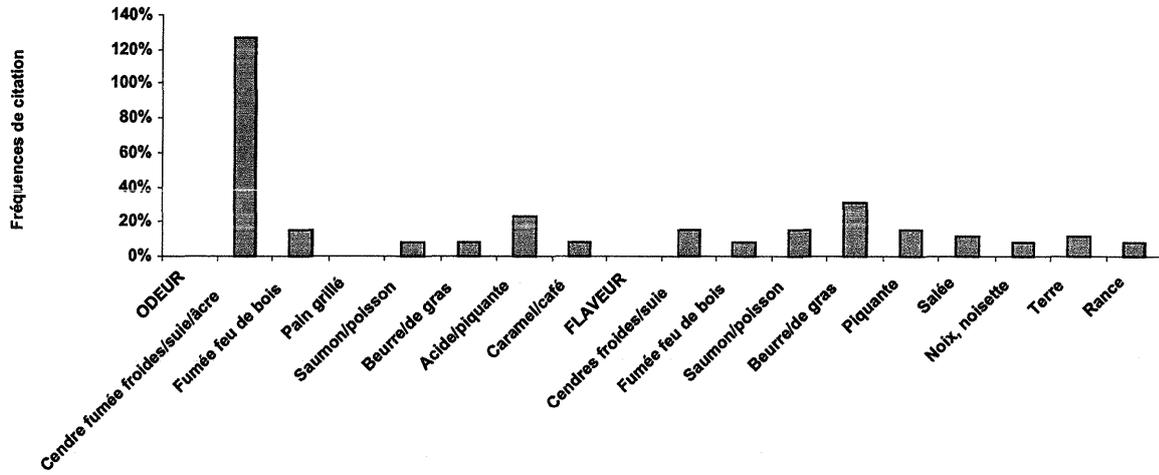
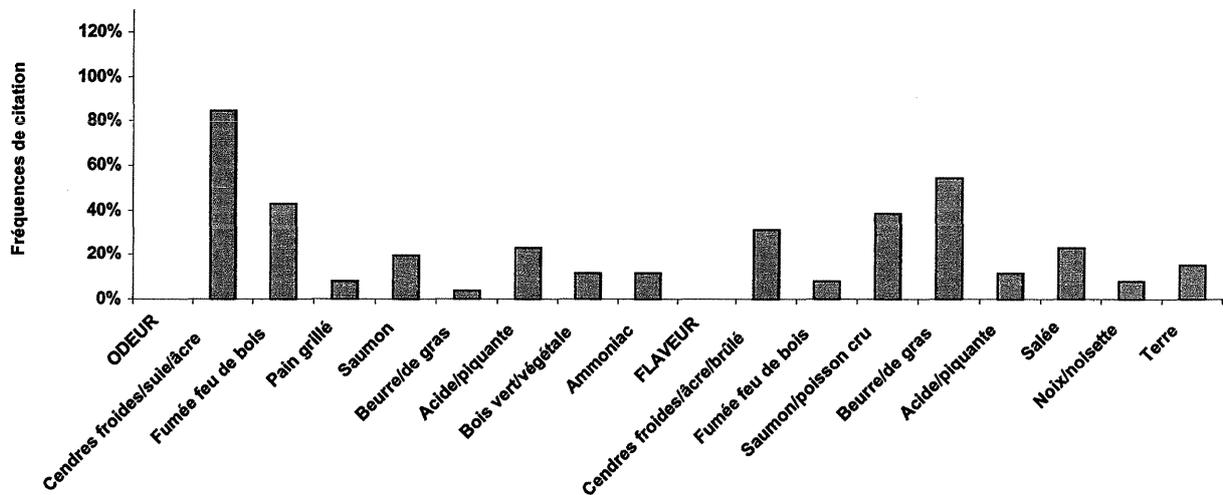


Tableau synoptique n°5 : Protocole de fumage par atomisation de filets de saumon

L1114



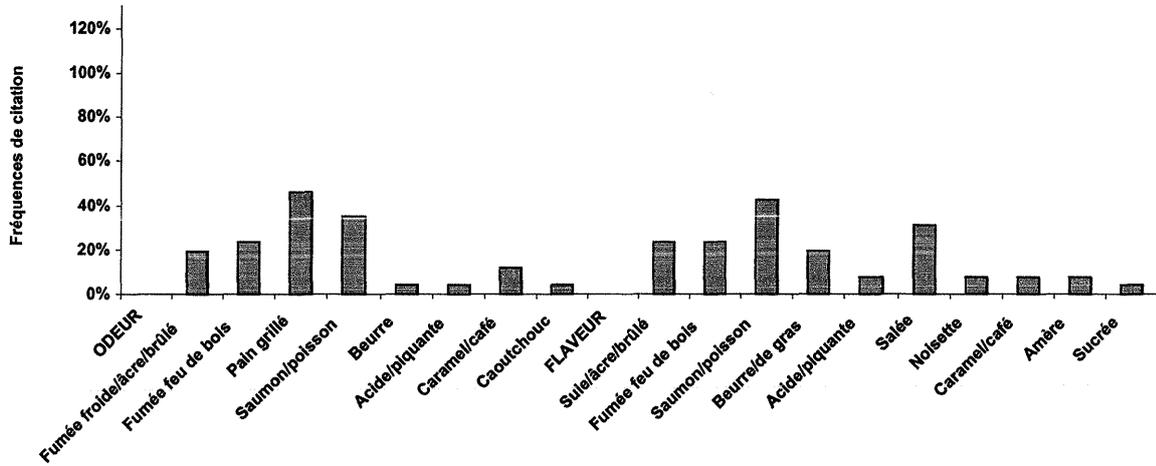
L1115



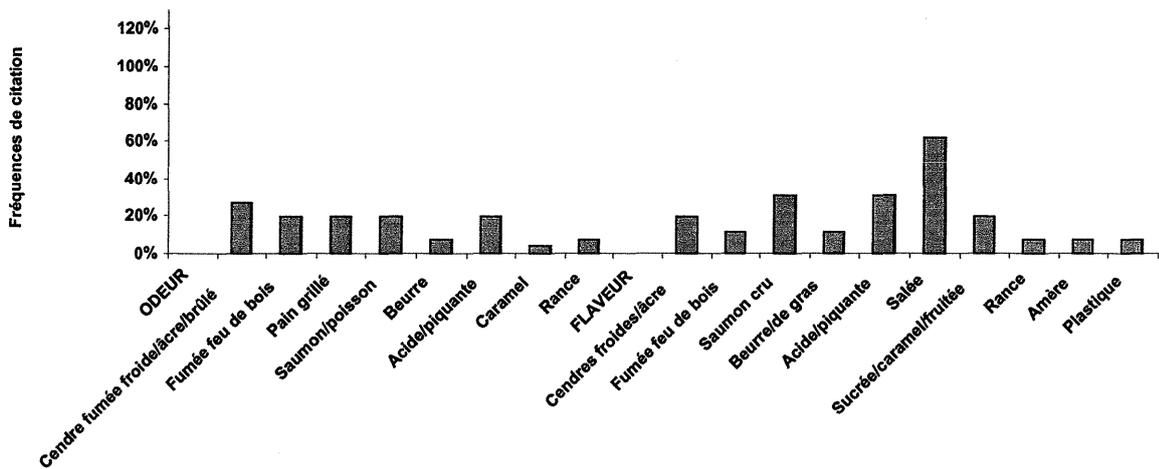
TEST DE DESCRIPTION

Fréquences de citation des critères d'odeur et de flaveur

L1165



TEMOIN



TEST DE DESCRIPTION

Fréquences de citation des critères d'odeur et de flaveur (suite)

Conclusions générales

L'association de la DII à la technique de fumage par atomisation d'extraits de fumée, ouvre de réelles potentialités dans le cas des produits de la mer.

En effet, un des points, qui jusqu'à présent freinait le développement de cette technologie, concernait la difficulté à sécher le produit. Les conséquences étaient un accroissement de la perception de la saveur acide de la fumée, une texture molle ainsi qu'une conservation limitée en raison de l'humidité du produit. Cette étude montre l'intérêt de la DII pour régler ce problème de séchage.

Du point de vue de la qualité des extraits, on constate une réelle amélioration de l'adaptation de ceux-ci au fumage des produits de la mer.

L'intérêt de l'industrie pour ce type de technologie est certain, pour les raisons évoquées dans ce rapport.

Cette approche de l'atomisation a pour objectif une meilleure connaissance de ce concept afin d'initier un programme de recherche prenant en compte l'interaction des composés des extraits de fumée avec les aspects biochimiques et sensoriels des produits finis. De tels éléments de réponse pourraient être très utiles dans le cas d'une révision de la réglementation (appellation "au goût fumé").

Partie 5 Annexes et Bibliographie

Tableaux récapitulatifs

Figures

Bibliographie

Tableaux des résultats :

EMENT EFFECTUE		D.I.I.											
TEMPS		5mn	10mn	15mn	20mn	25mn	30mn	35mn	40mn	45mn	50mn	55mn	60mn
LOT		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ENEUR EN EAU	Après salage	69,60%	69,04%	67,94%	65,20%	65,45%	66,50%	65,23%	64,64%	66,63%	64,83%	63,62%	64,49%
	Après fumage	62,27%	63,72%	62,33%	61,13%	58,73%	64,10%	61,59%	60,92%	61,27%	60,63%	57,01%	59,69%
ENEUR EN NaCl	Après salage	3,60%	3,40%	3,78%	3,79%	4,18%	4,57%	4,51%	5,12%	4,99%	5,46%	6,42%	6,18%
	Après fumage	3,25%	3,18%	3,69%	3,60%	3,84%	3,98%	4,40%	4,77%	5,23%	5,97%	6,51%	6,40%
EUR EN PHENOLS	Après fumage	4,90%											

Composition des filets de hareng traités par DII en fonction du temps

Jour de l'analyse effectuée après la mise sous vide	J+2		J+9		J+15		J+21		J+29		J+36	
IDENTIFICATION DU LOT	Sss	Spa										
ANALYSE CHIMIQUE												
eau	66,65%	63,38%	63,84%	58,76%	64,75%	63,37%	63,66%	61,43%	65,08%	62,04%	64,76%	61,28%
pH	6,02	6,05	5,94	5,93	6,16	6,16	6,1	6,08	6,19	6,19	6,1	6,09
sel	3,08%	3,36%	2,68%	2,64%	3,27%	3,32%	2,77%	2,93%	2,95%	2,89%	3,10%	3,22%
N total	3,38%	3,24%	3,18%	2,70%	3,00%	2,92%	3,34%	3,23%	2,95%	3,15%	2,86%	2,95%
ABVT en mg d'N pour 100g	16,68	15,15	23,35	16,90	19,60	17,90	23,07	19,61	38,09	28,30	37,60	31,30
TMA en mg d'N pour 100g	0,83	1,04	1,53	0,83	1,53	0,97	2,92	1,39	6,60	5,37	8,59	6,50
ABVT en mg pour 100g d'azote	493,49	467,59	734,28	700,00	653,33	613,01	690,72	607,12	1291,19	898,41	1314,69	1062,82
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE												
flore totale	1,20E+02	8,00E+01	9,80E+02	2,00E+02	2,20E+05	1,62E+04	4,80E+06	1,70E+06	1,44E+07	5,89E+06	1,20E+07	1,20E+07

Tableau récapitulatif des résultats analytiques sur le saumon

Jour de l'analyse effectuée après la mise sous vide	J+2		J+9		J+16		J+22		J+30		J+37	
IDENTIFICATION DU LOT	HSS	HDI										
ANALYSE CHIMIQUE												
eau	64,53%	62,84%	63,00%	59,60%	63,08%	59,95%	62,44%	60,05%	62,80%	58,70%	62,73%	59,97%
pH	6,07	6,11	5,93	5,86	5,99	5,96	5,97	5,96	6,11	6,06	6,03	5,97
sel	4,47%	4,11%	3,80%	3,95%	3,92%	4,45%	4,21%	4,96%	4,01%	4,36%	4,23%	4,71%
N total	2,63%	2,95%	2,66%	2,85%	2,64%	2,76%	2,70%	2,69%	2,73%	2,70%	2,82%	2,87%
ABVT en mg d'N pour 100g	23,49	19,74	19,88	21,41	24,52	20,15	25,85	22,52	36,28	26,55	44,06	31,42
TMA en mg d'N pour 100g	3,61	2,50	3,89	4,31	6,40	3,90	9,73	5,56	13,66	8,20	18,90	12,10
ABVT en mg pour 100g d'azote	892,14	669,15	747,37	751,23	928,79	730,07	957,41	837,17	1328,94	983,33	1562,41	1094,77
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE												
flore totale	5,98E+04	9,12E+03	2,50E+06	3,90E+05	1,40E+08	2,19E+06	5,80E+08	8,80E+06	7,20E+08	1,40E+08	1,76E+09	1,60E+08

Tableau récapitulatif des résultats analytiques sur le hareng

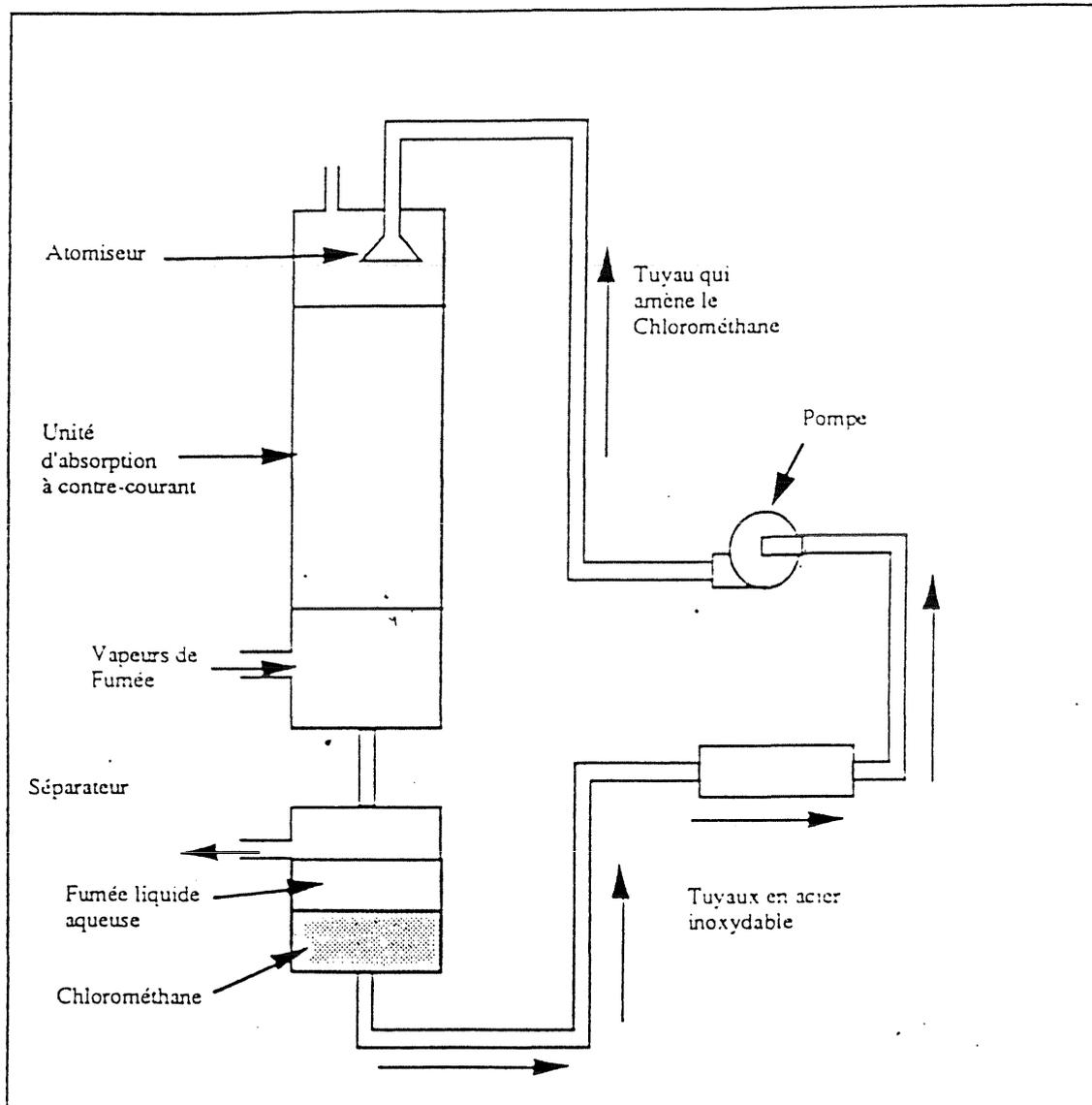
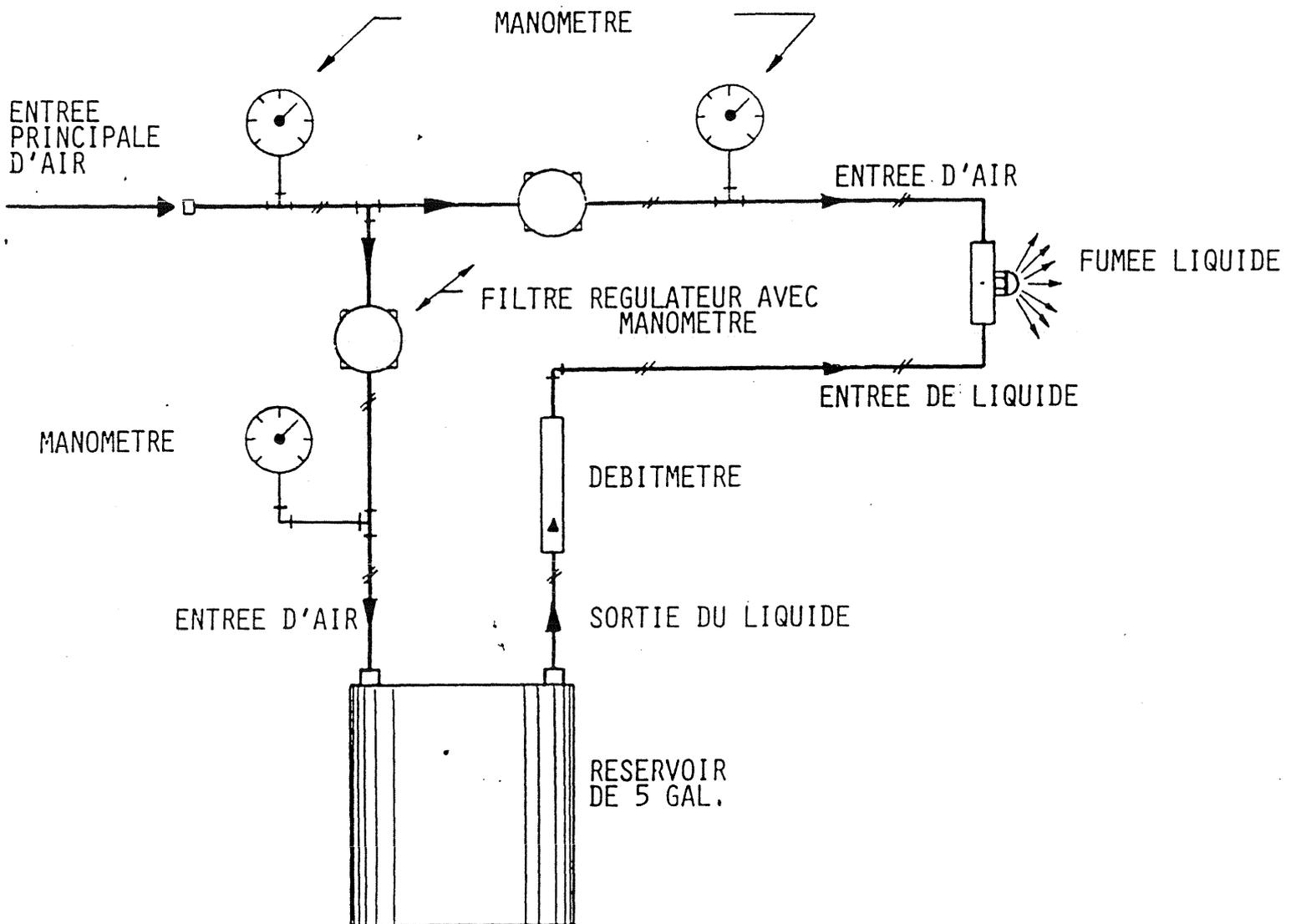


Schéma n°2 :

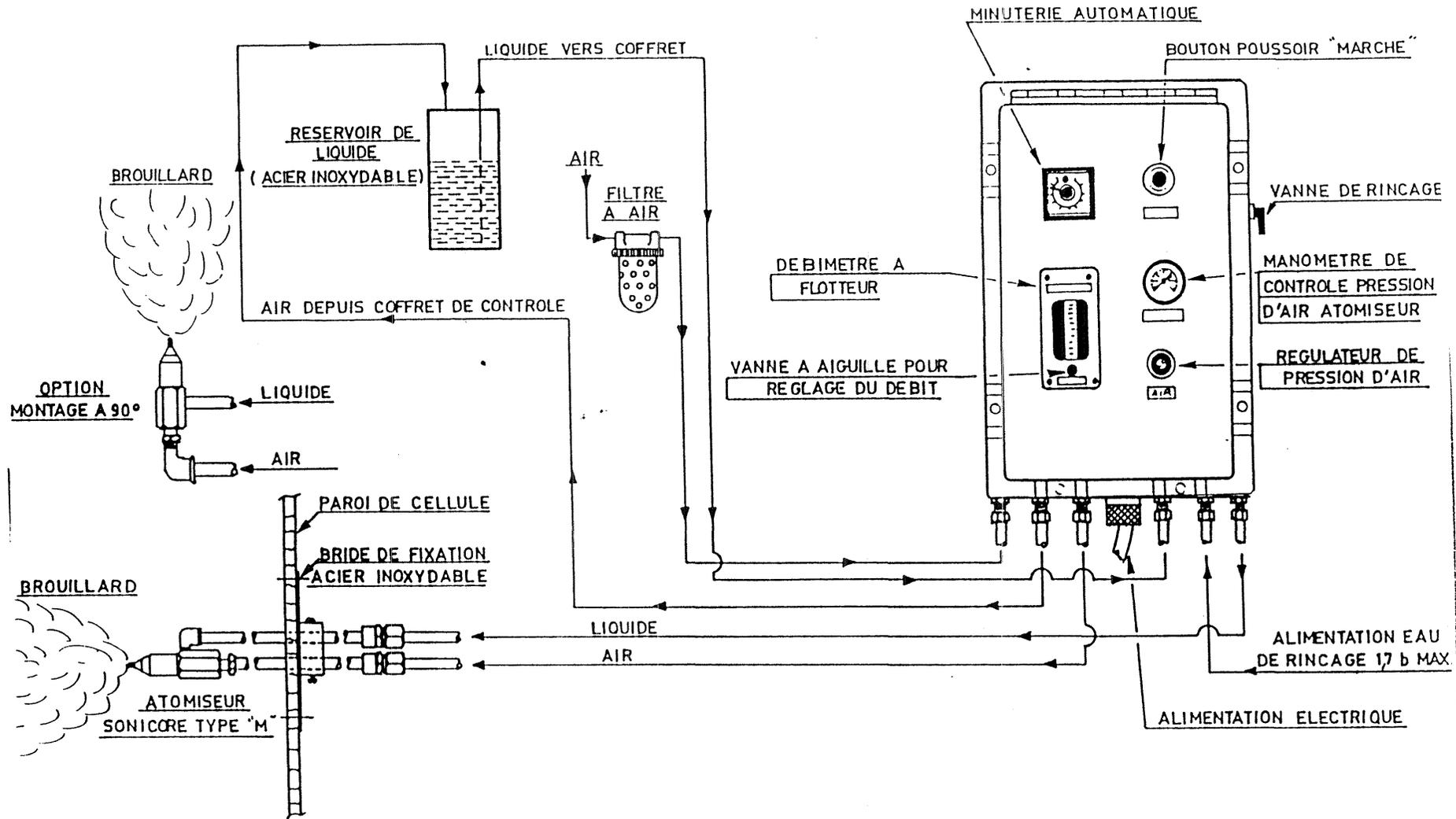
Schéma d'un appareillage permettant d'éliminer les goudrons d'une fumée liquide (d'après Nicholson , 1986)



THE GRIFFITH LABORATORIES LTD. EQUIPMENT DIVISION			
SCALE _____	REVISIONS	BY	DATE
DATE JAN. 28. 87			
DR'N. P.S. CKD.			
AP'VD.			
TITLE PNEUMATIC/HYDRAULIC SCHEMATIC FOR SMOKE CONTROL		NO. A-87-003	

Schéma n°3 :Principe d'une installation de fumage par atomisation.

Schéma n°4 : Système automatique de fumage par atomisation



Chemin de la Croix-Rompue
Boîte Postale N° 2
Tél. : 911.14.15
78260 ACHÈRES - FRANCE

Giesler

TUYERE DE ①
VAPORISATION

"LIQUIDE"

"AIR"

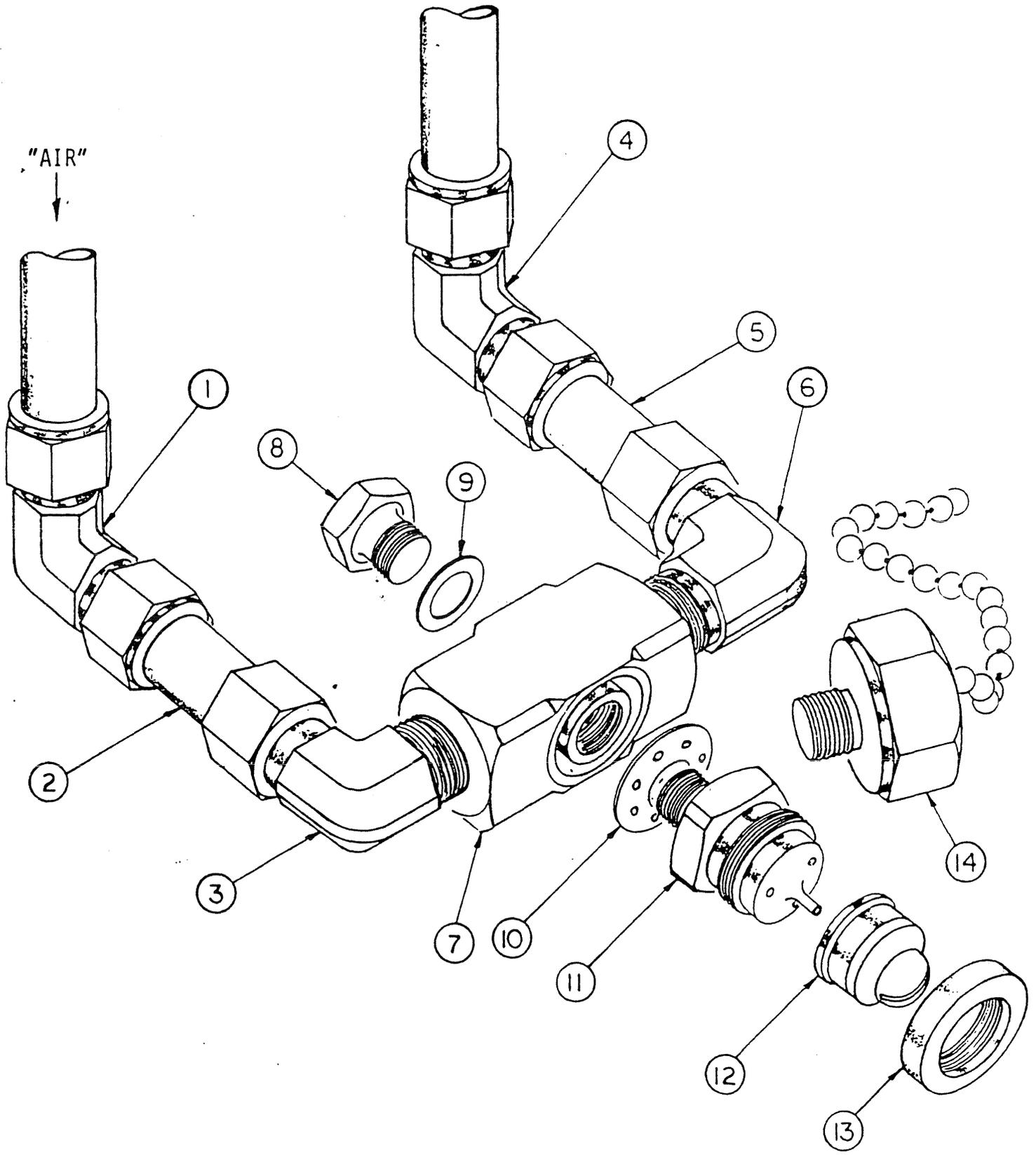
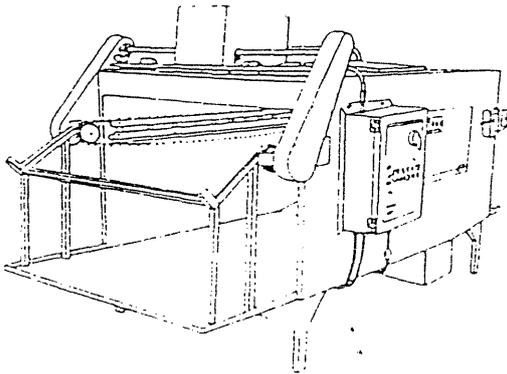


Schéma n°5 :Buse de vaporisation (Société Griffith Lab)

**WALKING STICK
DRENCHING CONVEYOR**

Le Walking Stick Conveyor permet de fumer les produits suspendus à des barres par douchage avec de la fumée liquide.



EN INOX ALIMENTAIRE
VITESSE VARIABLE
MULTI-PRODUITS
NON POLLUANT
FACILE A NETTOYER
GAIN DE TEMPS

Dimensions : (4 m) L * (1,3) l * (2 m) H (sans le système d'extraction supérieur optionnel)
Fonctionnement : semi-automatique
Capacité maximale : 600 barres / heure

Tous les produits qui sont fumés sur des barres peuvent être fumés par douchage avec le Walking Stick Conveyor : saucisses diverses (boyaux pelables, naturels ou en collagène), saucissons secs, poitrines, produits de la mer, spécialités à base de viande.

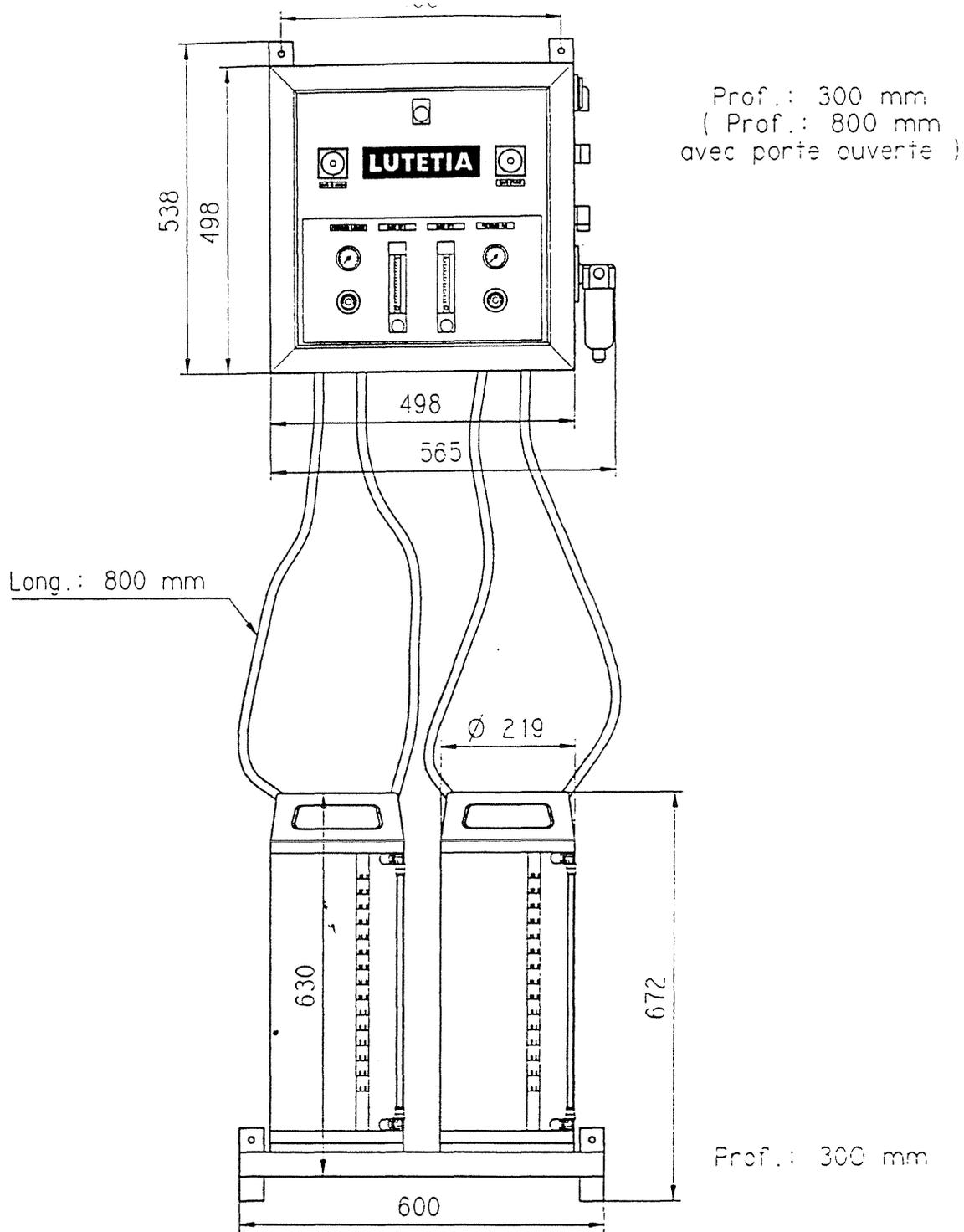
Le Walking Stick Conveyor permet de doucher avec une solution de fumée liquide les produits suspendus à des barres. L'aspersion de la fumée liquide se fait par gravité à travers une grille perforée. La solution de fumée liquide circule en circuit fermé. Elle est filtrée et recyclée en ajoutant régulièrement de la fumée liquide pure.

Process de fumage avec le Walking Stick Conveyor

Les barres avec les produits suspendus sont déposées sur la chaîne de convoyage du Walking Stick Conveyor.

Les produits passent sous le système de douchage : ils sont complètement fumés. Les barres avec les produits fumés sont ensuite disposées sur les chariots qui sont transférés vers les cellules de séchage / cuisson.

Schéma n°6 : Installation de fumage par douchage en continu Société Amcan Zesti



Ce document est la propriété de LUTETIA et ne peut être reproduit et transmis à des tiers sans son autorisation

TOL. GENERALE ±0.5	c		le:	par:	f		le:	par:	
	b		le:	par:	e		le:	par:	
	a	REVISION	le: 14.02.97	par: PP	d		le:	par:	
PAGEDIM-a	ATOMISEUR FUMEE LIQUIDE						DESSINE PAR PP		
	DIMENSIONS						LE 05.11.96		
Ech. 1/10	LUTETIA			7, rue du Colonel DRIANT F-95400 ARNOUVILLE-LES-GONESSE (France)		Tel: 01.39.86.28.39 Fax: 01.39.86.15.98		1/1	

Schéma n°7 : Système de fumage par atomisation de la Société Lutétia

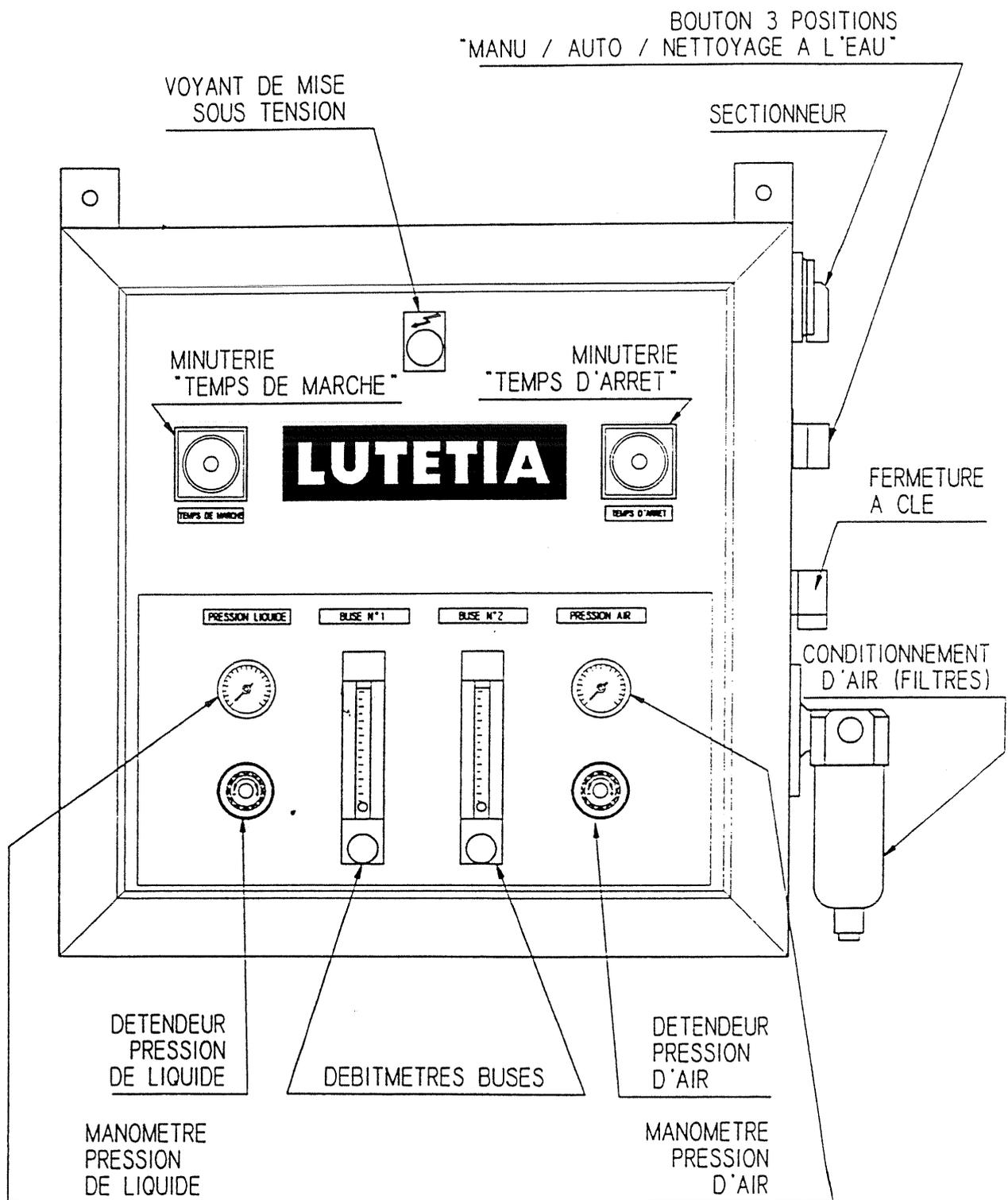


Schéma n°8 : Armoire de commande Lutétia

RECHERCHE DES DESCRIPTEURS CARACTERISANT UN PRODUIT

NOM :

Date :

Produit :

Veillez décrire de façon détaillée et objective, les caractéristiques des produits qui vous sont proposés (les termes du type "agréable", "bon" ou "mauvais" etc. . . sont à éviter)

	ODEUR	SAVEUR
354		
026		
197		
781		

TABLEAU DES CRITERES SENSORIELS CITES

Lot	ODEUR	SAVEUR et ARRIERE-GOUT
L1114	Fumée feu de bois Fumée froide Suie Cendres froides Ecorce Goudron Beurre, de gras Caramel Café Plastique brûlé Brûlé Acre Acide/piquante Saumon Poisson Viande fumée Poivrée Epicée Vinaigre Sirop d'érable Résine Miel de montagne Céleri	Fumée feu de bois Suie Cendres froides Beurre, de gras Rance Savon Poisson Saumon Hareng Salée Astringente Piquante Aigre Bois vert Céleri ARRIERE-GOUT Sucré Noix, noisette Terre Argile Pain d'épice Fruité
L1115	Fumée feu de bois Suie Cendres froides Pain grillé Acre Acide/piquante Beurre, de gras Saumon Bois vert <p align="center">Végétale</p> Chicorée Triméthylamine, Ammoniac	Fumée feu de bois Cendres froides Pneu brûlé Bois mouillé Beurre, de gras Poisson cru Saumon Salée Acide/piquante Amère Acre ARRIERE-GOUT Sucré Pomme de terre Poisson de rivière Terre Pierre Persil Noix, noisette Savon

TABLEAU RECAPITULATIF DES CRITERES SENSORIELS CITES (suite)

Lot	ODEUR	SAVEUR et ARRIERE-GOUT
L1165	Fumée feu de bois Fumée froide Pain grillé Caoutchouc Brûlé Beurre Caramel Café Saumon Poisson Acide/piquante Lactée Jambon blanc Chien mouillé Saucisson Macédoine de légumes Bois Acre	Fumée feu de bois Suie Caramel brûlé Brûlé Café Beurre, de gras Rance Saumon Poisson Charcuterie Salée Acide/piquante Amère Acre ARRIERE-GOUT Sucré Noisette
TEMOIN	Fumée feu de bois Fumée froide Pain grillé, biscotte Saumon Poisson Beurre Caramel Acre Acide/piquante Plastique brûlé Herbe sèche Saucisson Rance	Fumée feu de bois Cendres froides Bakélite Beurre, de gras Caramel Plastique Rance Amère Fruitée/fleurie Saumon cru Salée Acide/piquante Aigre Acre Sucrée

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Conseil de l'Europe. 1992. Aspects sanitaires de l'utilisation d'arômes de fumée comme ingrédients alimentaires
- 2- Produits de la Mer 1997 N°44
- 3- Hickory Specialities, Inc. 1999 Documentation commerciale
- 4- Procédé N°1128 Juin 1997
- 5- Nicholson 1986 Preparation of Tar depleted liquid smoke treated casings. US Patent N° 4, 594,251.
- 6- Griffith Laboratories Ltd. 1987 Pneumatic/Hydrolic schematic for smoke control. N°87003. Ontario.
- 7- Girard JP 1988 La fumaison : Technologie de la viande et des produits carnés. Ed Lavoisier. Chapitre 4,171-214.
- 8- Walker et al,1982. The role of phenols in catalysis of nitrosamine formation. J. Sci. Food. Agri. 33,81-88.
- 9- Etienne M 1998. Note IFREMER. L'ABVT. Laboratoire de qualité et physico chimie Nantes
- 10- Bohuon P 1995 Déshydratation Immersion en solutions ternaires. Thèse de l'Université de Montpellier 2.216p.