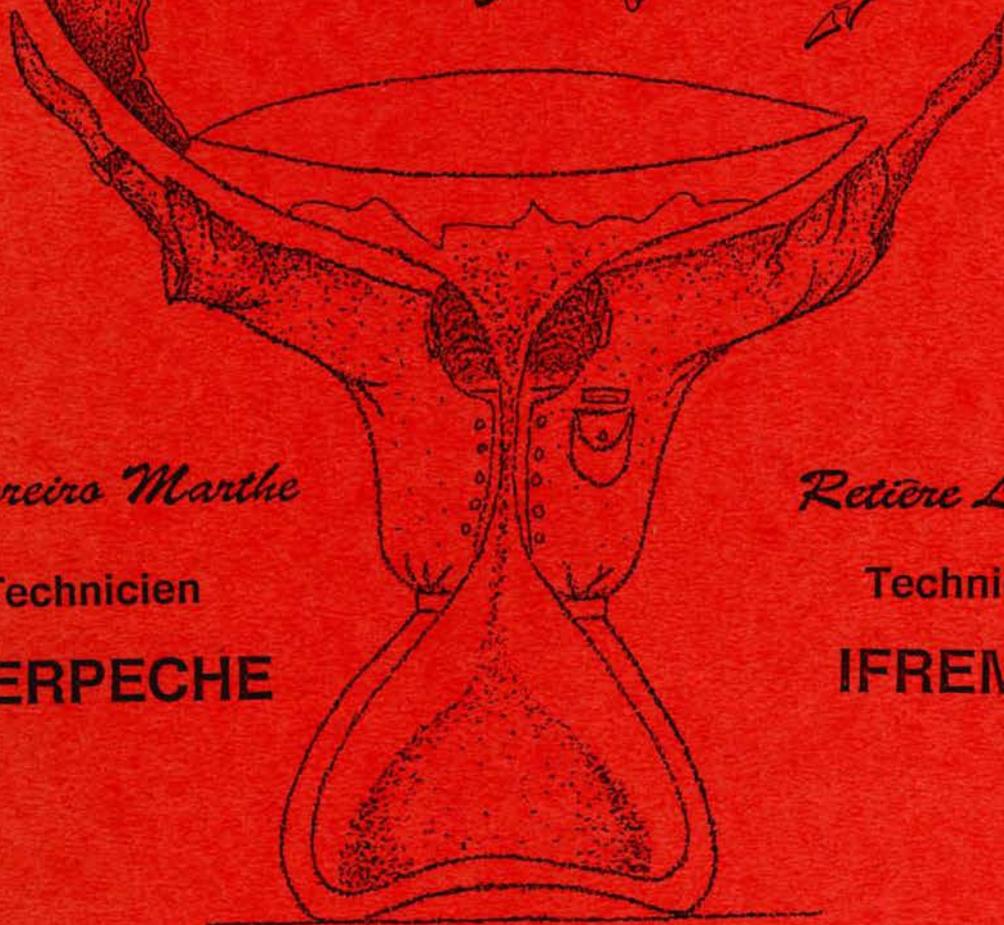


ETUDE DE LA FARINE DE POISSON



Guerreiro Marthe

Technicien

INTERPECHE

Retière Lawrence

Technicien

IFREMER

Collaboration Ifremer / Interpêche

IFREMER/INTERPECHE

*Analyse de la
variation de la composition de la farine élaborée
à l'usine de transformation du poisson, Interpêche*

par

Marthe GUERREIRO et Laurence RETIERE

Saint-Pierre et Miquelon - 1991/1992

Remerciements :

Remerciements aux techniciens Denis, Dominique, Jean-Claude et Bernard chargés du fonctionnement de l'atelier farine pour leur aimable collaboration .

Remerciements à Jean-Claude et Nicolas pour leurs précieuses explications en informatique et statistique, et à Daniel pour avoir eu accès à certaines données , tous deux techniciens du laboratoire " Ressources Halieutiques " à l'IFREMER .

Remerciements aussi à Maryse, secrétaire de ce laboratoire pour ses conseils lors de la dactylographie du rapport.

SOMMAIRE

Introduction

I. Définition de l'étude.....	p.6
1. Objectif	
2. Limites	
21. Imprécision de l'information	
22. Paramètres de variabilité	
3. Traitement des données	
II. Historique et développement	p.9
1. Historique	
2. Destination et normes	
III. Données analytiques	p.11
1. Protéines	
2. Eau	
3. Matière grasse et Indice d'acide	
4. Cendre	
IV. Processus de fabrication.....	p.13
1. Considération générale	
11. Etapes de fabrication	
111. Cuisson	
112. Pressage	
113. Jus de presse	
114. Broyage et séchage	
12. Exploitation du jus de presse	
2. Stockage et conservation	

V. Variation de la composition de la farine p.18

1. Evolution au cours du temps

11. Evolution de l'infrastructure

111. Modification technologique

112. Organisation de l'usine en 1992

12. Répercussion de cette évolution

13. Répercussion de l'atelier farce lavée

14. Rendement matière

2. Evolution en fonction de la matière première

21. Différenciation des espèces

211. Variation de leur composition

212. Technique de filetage

22. Evolution sur l'année

23. Evolution en fonction de la taille de la morue

3. Technologie de fabrication

31. Analyses des boues de farineuse

32. Analyses sur une même journée

33. Autres tests

4. Degré de corrélation entre les composants

VI. Détermination de nouvelles références p.31

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Introduction :

Depuis 1970, tous les produits traités à l'usine Interpêche font l'objet d'un suivi régulier de la part du laboratoire de contrôle d'Ifremer de Saint-Pierre et Miquelon. En 1986, l'usine crée son propre laboratoire, dont l'action est principalement dirigée vers les perspectives de valorisation des produits de la mer. La société, consciente également de l'atout de la notion qualité dans une chaîne commerciale, souhaite intensifier le contrôle des produits alimentaires et désormais oriente l'activité de son laboratoire vers cet objectif.

La base de données relative aux analyses sur une période de vingt ans étant disponible, les deux laboratoires proposent un programme de coopération, afin de mieux connaître les produits par regroupement des compétences, des informations et des données.

La composition de la farine de poisson, sous-produit fabriqué depuis seize ans, est soumise à des variations importantes. Le but de l'étude est donc de reconstituer les éléments et les informations en corrélation avec sa composition, afin d'analyser la nature de ces fluctuations pour notamment examiner si elles suivent un schéma logique en fonction de l'évolution de l'infrastructure de l'usine, mais aussi des paramètres propres à sa fabrication.

I - Définition de l'étude

1. Objectif :

La complexité et l'étendue du sujet nous ont obligé à définir trois grandes directives, sélectionnées en fonction des informations disponibles. Les objectifs principaux sont de :

- tester la cohérence des résultats d'analyses par rapport aux fluctuations annuelles de la qualité de la matière première utilisée,
- apprécier l'importance de la répercussion des modifications techniques apportées aux chaînes de production sur la qualité du sous-produit et aussi le rendement matière de la farineuse.

Enfin, et à la suite des conclusions apportées, il est souhaitable de vérifier l'adaptabilité des "normes" de qualité, actuellement utilisées pour l'interprétation des analyses. En fonction des résultats, d'autres références plus appropriées au produit pourront être proposées.

2. Limites :

2.1 Imprécision de l'information :

Depuis la création du laboratoire, plusieurs contrôleurs se sont succédés. La stratégie d'échantillonnage n'ayant pas été standardisée au cours du temps, il subsiste un défaut d'information quant aux différentes procédures utilisées. Les bulletins d'analyses fournis à l'usine (annexe I), seule information en notre possession, sont en plus bien souvent incomplets. L'exploitation des données est donc plus complexe, par exemple :

☞ La fréquente absence de dates de fabrication sur les bulletins d'analyses occasionne une première source d'erreurs. Dans une telle situation, la date de prélèvement est prise comme référence, nous supposons donc que celui-ci est exécuté au moment de l'ensachage, directement à l'atelier. C'est effectivement la méthode la plus employée, mais occasionnellement pour des analyses plus orientées ou de vérification à la demande de l'entreprise, le prélèvement peut être fait dans un sac en stockage depuis

plusieurs semaines. Ces résultats, considérés comme exception fausseront l'exploitation de certaines données.

☞ Dans la deuxième partie de l'étude, à chaque analyse a été jointe la composition de la production congelé (répartition des espèces) relative au jour de fabrication. Dans ce cas, nous avons considéré que la farine provenait des chutes de filetage produites le jour même. Mais, si le prélèvement est effectué le matin, la farine peut être constituée de restes de la veille par un retard de production occasionné soit par un long week-end, un problème technique ou tout simplement la fin de l'activité journalière. A cette hypothèse s'ajoute celle développée précédemment.

☞ Enfin, la quantité exacte de matière première (chute ou poisson entier) envoyée à la farineuse, qui dépend du rendement au filetage, mais aussi de l'atelier farce lavée est une donnée manquante.

De nombreux facteurs interviennent sur la composition finale du produit et sont difficilement maîtrisables. Leur détermination permet de situer les limites de l'étude. L'interprétation plus minutieuse des données se limitera donc aux années les plus récentes (1988-1991), d'autant plus que la normalisation des méthodes a été pleinement effective au cours de cette période.

2.2 Paramètres de variabilité :

Les résultats peuvent différer en fonction des paramètres suivants, indépendants des techniques de fabrication, mais liés aux conditions d'analyses :

- la méthode de travail du contrôleur,
- le lieu de prélèvement (bac de surplus ou à la trémie),
- le matériel et les méthodes d'analyse (% d'erreur propre à la méthode).

Ces facteurs justifient donc le choix de centrer l'étude sur les dernières années, les analyses sont faites dans les mêmes conditions matérielles et *humaines*. D'autre part, l'intervention du laboratoire d'auto-contrôle de l'usine permet d'acquérir un complément d'informations pratiques et qualitatives.

3. Traitement des données :

Les laboratoires ont regroupé leurs analyses sur les quatre dernières années (1987 à 1991). Parfois, deux examens ont été exécutés le même jour. Pour clarifier les données, les résultats pratiquement similaires, il a été procédé à une moyenne arithmétique. Dans ce cas, les analyses incomplètes ont été éliminées.

La teneur en eau est un facteur qui ne peut intervenir dans l'exploitation de certaines données. Le choix du couple temps-température au séchage de la farine est variable en fonction de la matière première utilisée. L'intervention manuelle dans le procédé de fabrication a une répercussion très aléatoire sur le résultat final. De plus, la teneur en eau peut varier en fonction du choix du prélèvement et du temps qui s'écoule entre ce dernier et l'analyse. Le produit stocké va subir une hydratation par équilibre avec l'humidité atmosphérique. Par conséquent, les composants de la farine ont été exprimés en fonction de la matière sèche.

II - Historique et développement

1. Historique et développement de la farineuse :

L'atelier de farine de poisson est opérationnel depuis le 15 novembre 1975. La matière première est constituée des rejets issus de la chaîne de filetage, mais parfois aussi des captures excédentaires, ou de poisson non commercialisable suite à des accidents de stockage (glaçage ou température inadéquats), de manutention (poisson écrasé ou abîmé) ou bien possédant des anomalies de présentation. Cette source protéique était jusqu'alors incinérée. Pour la valoriser, il a été décidé de transformer les déchets en farine.

La technique consiste à transformer le poisson en poudre sèche par séparation partielle de la phase liquide (eau et lipides) et des protéines, la farine devenant alors un concentré protéique.

La production de farine (Fig.1) connaît une augmentation progressive jusqu'en 1986 oscillant entre 500 et 1 000 tonnes par an. Elle subit en 1986 et en 1988 une diminution due respectivement à la fabrication de farce lavée et à la baisse importante du tonnage de poisson traité à l'usine.

Jusqu'en 1986, les principaux marchés d'exportation se situaient en France et aux Etats-Unis, puis par modification de la stratégie commerciale se limita à ce dernier.

2. Destination et normes :

Par sa richesse en protéines, la farine de poisson constitue un élément essentiel dans l'alimentation de certains animaux d'élevage, parfois même utilisée comme substitut du lait. Ce sous-produit est une source de protéines animales riches en acides aminés essentiels, donc à haute valeur ajoutée. De par sa richesse minérale et azotée, elle sert aussi d'engrais .

Considérant l'importance de son utilisation, l'usine a établi un cahier des charges pour garantir une qualité du produit à ses clients :

EVOLUTION DE LA PRODUCTION (*2)

Fig 1: Production moyenne annuelle de l'usine Interpêche de 1974 à 1991

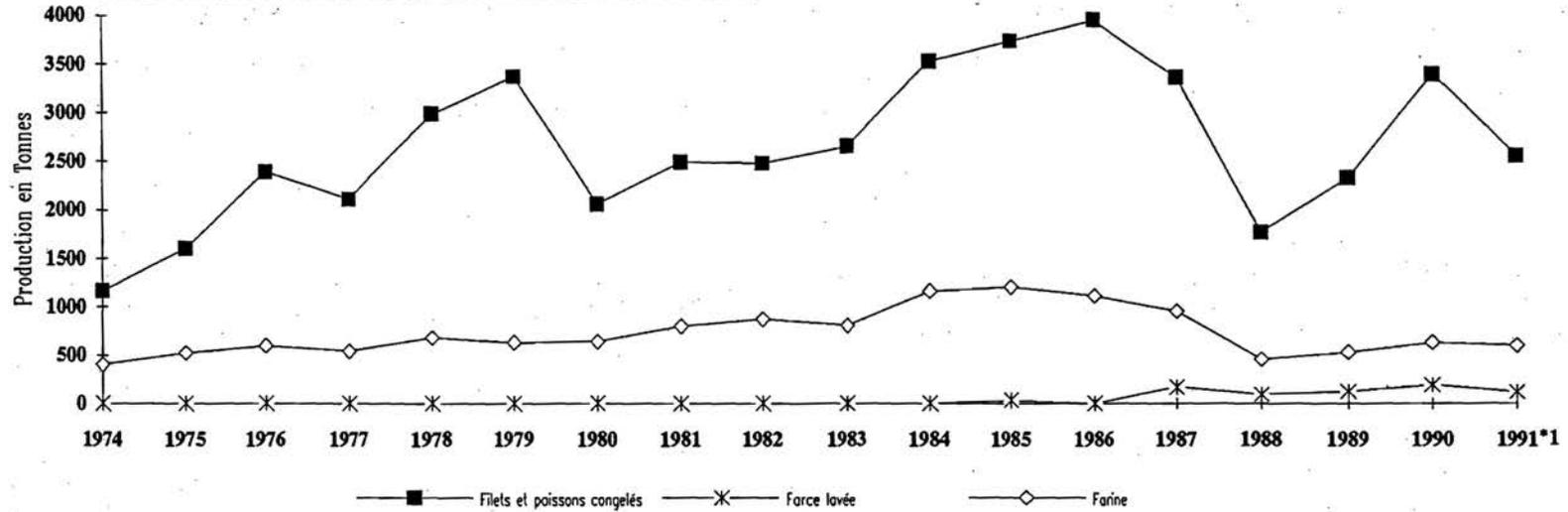


Fig 2 : Composition de la production en filets et poissons congelés

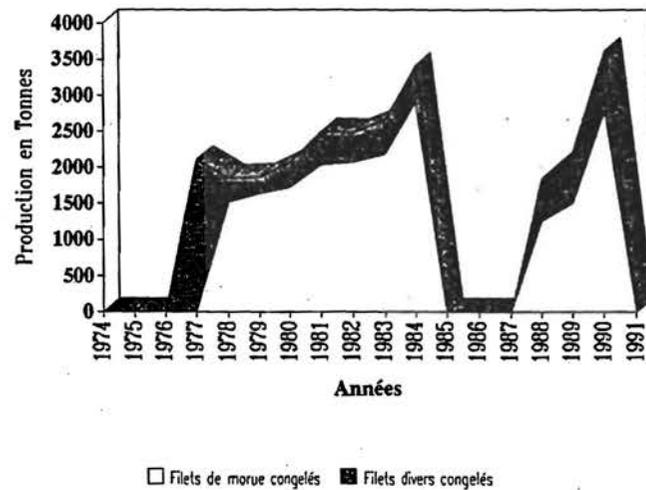
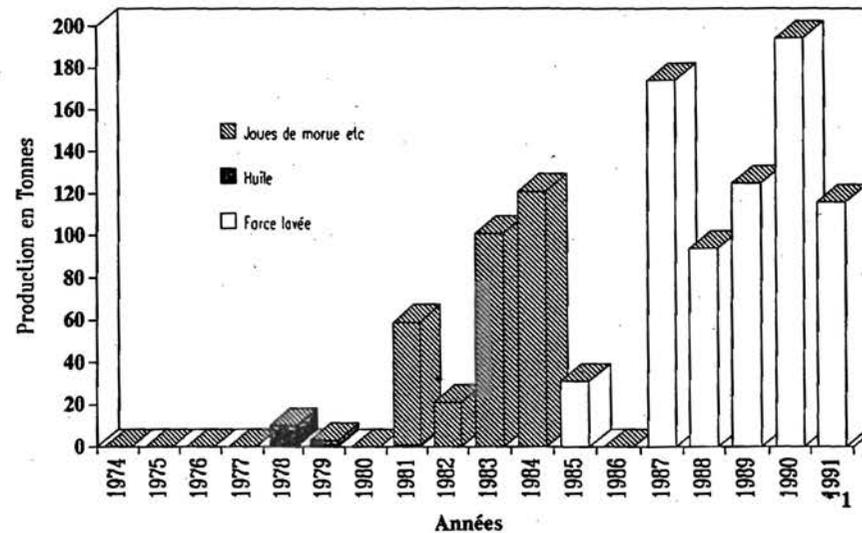


Fig 3: Production à petite échelle issue des déchets de filetage autre que la farine



*1 : Données ou 3^{ème} Trimestre 1991

*2 : Données de I.T.E.D.O.M

Estimation de l'importance et de la composition des déchets de Morue

Fig 4 : Composition des captures des chalutiers pêche fraîche (Données IPREMER)

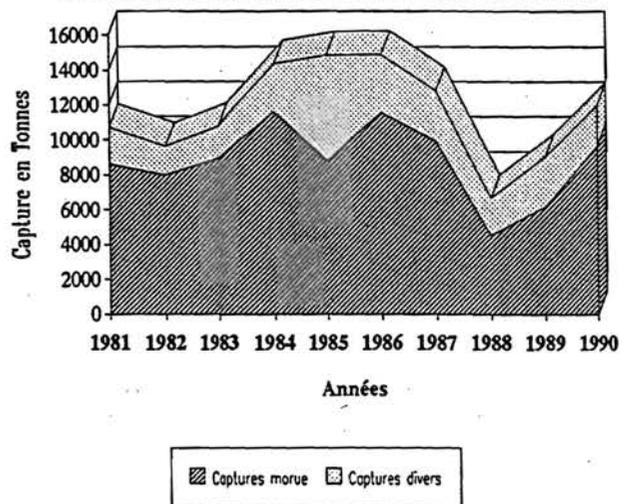


Fig 5 : Estimation du poids des déchets issus du filetage et de l'éviscération à partir des captures de morue

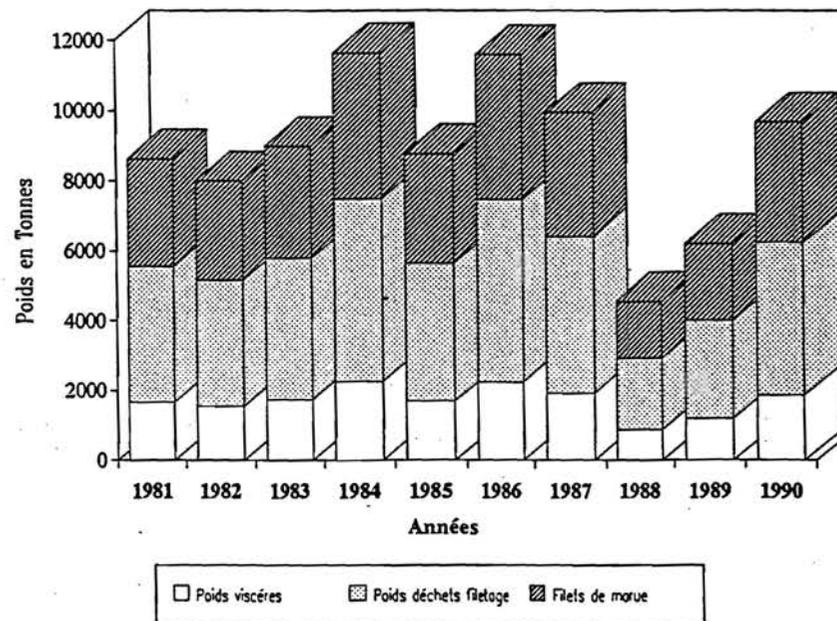
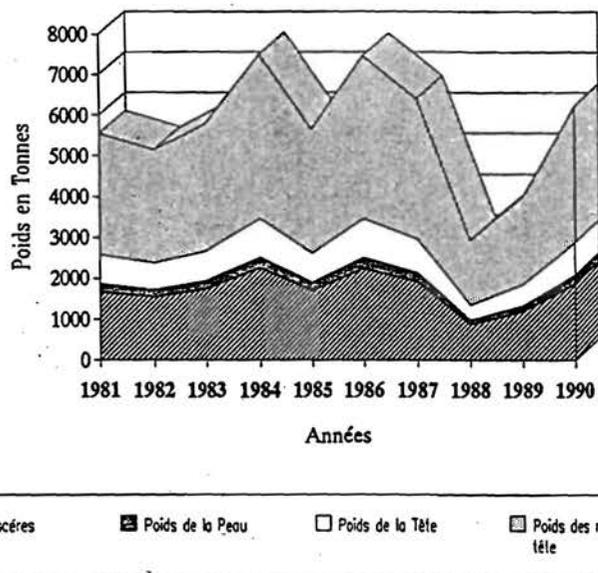


Fig 6 : Estimation de la composition des déchets de morue



Appellation	Coefficient
Eviscéré	1.24
Filet sans peau	2.81
Etêté, vidé	1.38
Filet avec peau	2.64

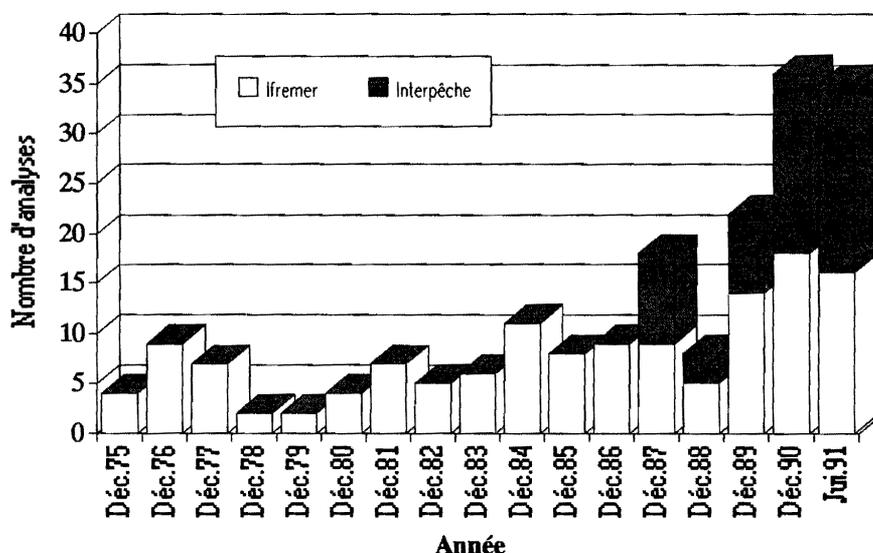
Coefficients utilisés pour la conversion

Composant	De 1974 à fin 1991		Depuis 1992	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Matière Grasse	2 %	9 %	2 %	9 %
Protéines	60 %	/	55 %	/
Chlorure	/	2 %	/	2 %

Et pour contrôler l'état d'oxydation, l'indice d'acide doit être inférieur à 20 (analyse effectuée à partir de 1990 à la demande d'un client).

La qualité de la farine est déterminante pour l'exploitant. Un mauvais apport nutritionnel au bétail a une répercussion directe sur la qualité de la viande, mais aussi peut être source de pollution pour l'environnement. Ainsi, à chaque exportation est joint un certificat d'analyse, effectuée sur un seul sac de farine garantissant ou non la qualité de la farine.

L'intensité du contrôle s'est accrue au cours des années, surtout depuis la création du laboratoire d'auto-contrôle de l'usine :



La fréquence du contrôle par le laboratoire d'Ifremer correspond à une analyse par semaine, ce qui semble insuffisant pour justifier la qualité d'une production d'une farine sujette à des fluctuations importantes (Cf. Page 29). Il faudrait presque une analyse par sac ou par container comme le réclament certains clients. L'optimisation du plan d'échantillonnage est impossible à réaliser compte tenu des coûts, surtout au niveau temps puisque l'analyse chimique totale nécessite une journée de disponibilité.

III - Données analytiques

L'appréciation de la valeur alimentaire de la farine est faite par la détermination de la composition finale : teneurs en eau, azote, lipides, sels minéraux et protéines brutes.

Composition moyenne générale d'une farine de poisson :

	Eau	Matière Grasse	Protéines	Cendre
Variation	6 - 15	1.7 - 5.9	55 - 71	17.2 - 25.8
Moyenne	11	3.6	63	22.3

1. Protéines :

La farine de poisson est d'ordinaire une alimentation riche en protéines, de qualité (lysine, méthionine...), pures et facilement digestibles. La teneur varie en fonction de la nature de la matière première : une farine de déchets est un produit azoté médiocre. Elle est inférieure aux autres tant par le total des acides aminés indispensables que par leur répartition (moins de lysine).

Les protéines sont plus ou moins dégradées selon le mode de préparation et peuvent être endommagées par une chaleur excessive. Le poisson altéré fournit une matière première dont les protéines ne sont plus coagulables par la chaleur et sont évacuées dans les eaux de presse. La farine aura en outre une trop forte teneur en NH₃ et peut contenir des substances toxiques (SH₂).

La technique d'analyse pose problème par la faible quantité du prélèvement nécessaire pour le dosage (1 gramme). De plus, il est difficile d'imaginer que l'échantillon soit vraiment représentatif sur une masse de matière première souvent très hétérogène.

La détermination de la teneur en protéines brutes est un indice important pour déterminer la valeur nutritive de la farine. Cependant, le critère de jugement serait plus objectif par détermination de la structure et par la présence des aminoacides.

2. L'eau :

Il est souhaitable que la teneur en eau ne dépasse pas une valeur de 10 à 12 %, si l'on veut éviter une altération microbienne, quand le taux d'humidité dépasse 14 %, les conditions sont propices à l'apparition de moisissures. Une teneur en eau trop faible va donner une farine très poussiéreuse et poser des problèmes tels que le colmatage, le tassage, le passage à travers les sacs et l'évacuation dans le cyclone.

3. Matière grasse et Indice d'acide :

La teneur en matière grasse est très différente d'une espèce à une autre, et sur un même individu, la plage de variation est aussi très importante en fonction de la saison et de l'âge du poisson .

Une teneur en matière grasse trop élevée (> 15 %) peut provoquer un échauffement à l'entreposage, nuisant à la qualité finale, et un taux important nuit à sa conservation en l'exposant à un rancissement précoce (formation de peroxyde).

4. Cendre :

La farine de déchets sans viscères contient plus de minéraux que les autres farines (surtout du calcium, du potassium, du magnésium), la tête du poisson en étant le principal foyer. La plupart des minéraux de la matière première restent dans la farine, certains éléments dont les vitamines liposolubles A et D sont extraits avec l'huile.

Les protocoles analytiques utilisés par les deux laboratoires sont détaillés en annexes II.

IV - PROCESSUS DE FABRICATION

A des températures ambiantes normales, les changements qui se produisent sur le poisson sont dus avant tout aux enzymes, aboutissant à une hydrolyse partielle des tissus. La putréfaction ou la détérioration bactérienne n'intervient que plusieurs jours après. Le poisson est une denrée hautement périssable et doit donc être traité le plus rapidement possible tout comme les déchets issus du filetage.

La capacité de l'installation est de 2 à 2.5 t de farine/ heure.

1. Considération générale :

Le processus peut varier légèrement en fonction de la nature de la matière première, mais l'opération dans ses grandes lignes comprend quatre grandes étapes essentielles : la cuisson, le pressage, le broyage et le séchage. Toute l'installation est sous la marque Atlas - Stord . (Cf.Schéma technique de fabrication)

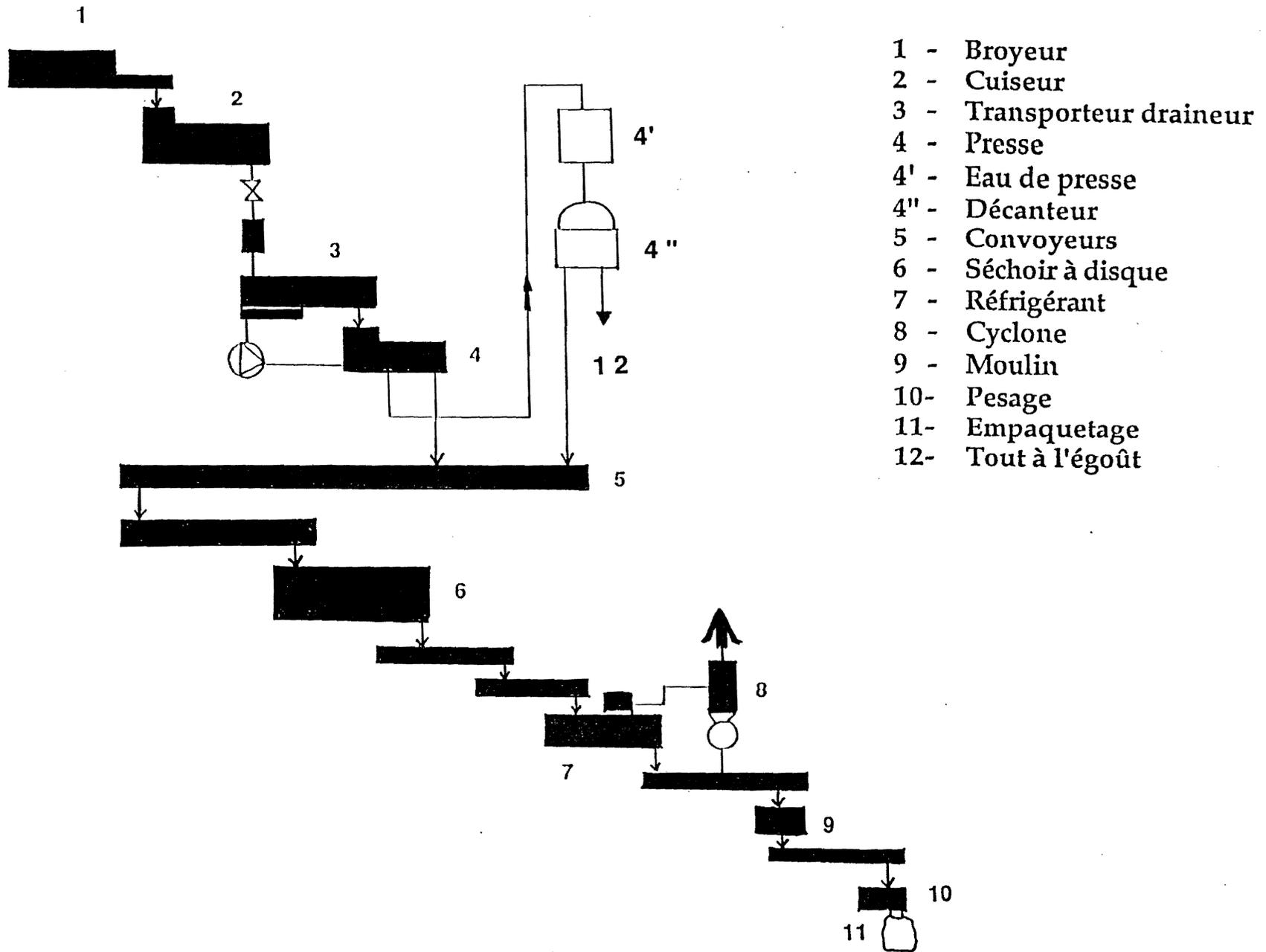
1.1 Etapes de fabrication :

1.1.1 Cuisson :

Après hachage des grosses particules, les déchets ou poissons entiers sont amenés jusqu'à un cuiseur par le biais d'un transporteur à vis. Cette opération, en coagulant les protéines, libère une partie de l'eau et des matières grasses. La modification de la texture du produit favorise l'extraction de la phase liquide au pressage. Cette étape est primordiale pour la qualité du produit final, c'est d'elle que dépend la teneur en eau de la farine. De plus, elle peut diminuer l'efficacité des étapes ultérieures : une cuisson trop poussée détériore la matière première par rupture du tissu conjonctif et des chaînes protéiques. Au pressage, le gâteau devient trop mou et le jus de presse est chargé de solides en suspension.

La capacité du cuiseur s'étend de 10 à 1 000 tonnes de matière première par 24 h. Le cuiseur horizontal travaille en continu, il est activé par de la vapeur vive circulant dans la double paroi du cylindre (stator), mais aussi à l'intérieur des pâles (rotor), ce qui favorise la répartition de la chaleur sur tout le produit. Ce dernier tourne lentement et propulse la matière au fur et à mesure de sa cuisson. La vapeur circule

SCHEMA TECHNIQUE DE FABRICATION DE LA FARINE



dans le sens contraire de l'acheminement de la matière première, l'échauffement est donc progressif.

Le rotor est muni d'un volant de régulation de vitesse permettant d'adapter le degré de cuisson pour chaque produit à traiter et un thermomètre permet un contrôle automatique de la température de la matière sortante. Le programme de cuisson (vitesse du rotor et température) est déterminé en fonction de la nature du tout venant. Aussi, il est difficile d'établir des règles précises pour la cuisson, la matière première étant sujette à de trop grandes variations.

Il faut donc régler :

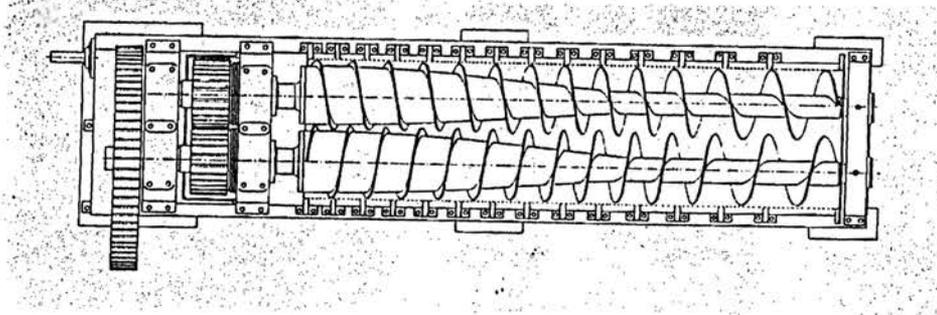
- la température de sortie,
- la vitesse du rotor,
- la vitesse d'alimentation en matière première,
- l'utilisation maximale de la surface de chauffage,
- la pression de vapeur et la vitesse d'alimentation.

La masse broyée est amenée généralement à des températures de 90-95° C sortie cuiseur, qui ont l'avantage de détruire les Salmonelles éventuellement présentes dans la matière première. Les protéines sont sensibles à des températures excessives, la qualité du produit final dépend donc de la température maximale atteinte, de la durée du cycle de chauffage et de l'humidité du produit.

1.12 Pressage :

Le produit est ensuite acheminée à une presse (Twin-Screw) par le biais d'une vis tamiseuse, permettant un pré-drainage du liquide récupéré au niveau du jus de presse. La partie active est constituée de deux vis co-pénétrantes tournant dans le sens opposé afin d'empêcher le produit d'être entraîné dans la direction de rotation.

Presse bi-vis :



L'eau et la matière grasse (appelées jus de presse) sont séparées de la phase solide par un tamis cylindroconique à contre pression à la sortie. Le pressage doit être effectué à des températures élevées pour diminuer la viscosité des huiles. Cette machine donne un gâteau avec des teneurs en eau et huile fortement réduites. L'humidité est baissée de moitié.

Anomalie de production :

Pour augmenter la production, il est possible d'élever la vitesse de la presse, dans ce cas le gâteau sera chargé en eau et matière grasse. Par contre, si l'apport en matière première est insuffisant, la pression dans le gâteau chutera et la teneur en eau augmentera.

Les paramètres sont difficilement maîtrisables, la qualité finale du produit dépend donc de l'expérience des techniciens.

1.1.3 Traitement du jus de presse :

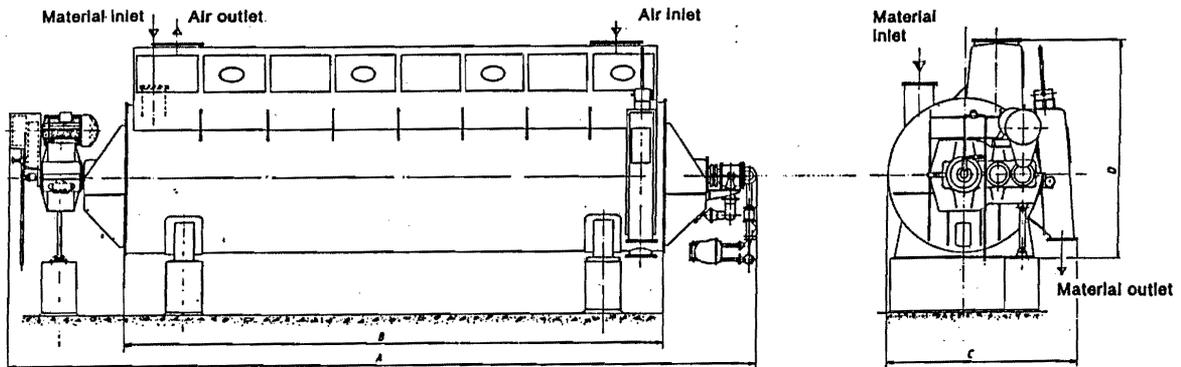
Le jus de presse est chargé de matière solide en suspension et de matière grasse. Pour minimiser les pertes matière, celui-ci subit un traitement complémentaire dans un circuit secondaire. Il peut être aussi envoyé à l'entrée du cuiseur pour le lavage ou pour favoriser le transfert de chaleur entre la matière et le cylindre dans le cas de traitement de poisson maigre. Il est d'abord soumis à une décantation par centrifugation, puis recyclé dans le circuit principal au niveau du sécheur, tandis que l'eau de colle est évacuée de l'installation.

1.1.4 Broyage et Séchage :

Le gâteau issu de la presse est ensuite désintégré dans un broyeur et séché. L'opération de séchage doit être exécutée le plus rapidement possible et la teneur en eau descendre à 10 % maximum.

Le sécheur est composé d'un tambour rotatif. La surface de chauffage est assurée par des tubes de vapeur placés à l'intérieur du cylindre sur toute sa longueur et d'un rotor intérieur chauffé à la vapeur, qui brasse continuellement la matière. La vapeur d'eau produite est mise en mouvement par un agitateur d'air, système à contre courant. Les températures sont de 170° C (6 atm) pour une durée d'environ 30 minutes.

Séchoir Atlas-Stord :



La farine encore grossière tombe dans un récepteur muni d'aimants pour extraire d'éventuelles particules d'acier, puis est acheminée à une installation de mouture avant d'être pulsée dans le cyclone qui permet d'ôter les poussières.

Elle est pesée et mise en sac doublé en polyéthylène qui retarde la pénétration de l'oxygène. La farine ne subit aucun traitement par adjonction d'additifs (formol ou EDTA) permettant d'éviter toute oxydation. Elle est ensuite stockée dans une chambre aérée.

Dans le cas de l'usine d'Interpêche, le jus de presse n'est pas récupéré, mais celle-ci, surtout pour le traitement de poisson gras, peut être valorisé par extraction de la matière grasse.

1.2 Exploitation du jus de presse :

Les poissons capturés à Saint-Pierre et Miquelon font partie de la catégorie des poissons dits maigres, tels que la morue, le lieu noir et l'églefin. Leurs muscles ne contiennent que 0.1 à 5 % de la matière grasse totale, la réserve principale se situant dans le foie. L'éviscération dans le cas présent est effectuée directement à bord des chalutiers, qui ne sont pas équipés pour conserver les rejets. La teneur en matière grasse est donc trop faible pour être récupérée et pour nuire à la qualité de la farine.

A l'origine, la société souhaitait optimiser la valorisation des déchets de l'usine, et à ce titre avait fait installer les évaporateurs destinés à traiter ce jus de presse. Le circuit secondaire n'a que peu fonctionné (en 1978 : 10 tonnes d'huile) puisque la chaudière n'a pu assumer l'alimentation de vapeur de la farineuse et des évaporateurs en même temps. Cette amputation technologique engendre de nombreuses pannes pour

le traitement de poissons plus gras comme le flétan noir ou le rouget. La farine obtenue étant trop grasse, un mélange avec d'autres farines est pratiqué, afin que la teneur ne dépasse pas la limite supérieure fixée à 9 %.

2. Stockage et conservation :

En cas d'entreposage prolongé de la farine de poisson, il se produit des modifications qui risquent d'en altérer la qualité nutritive. Ces modifications n'ont que peu d'importance dans le cas de farine produite à partir de matière première pauvre en matière grasse. Une partie des lipides s'oxyde et forme des peroxydes, qui à leur tour se transforment en composés plus stables, mais peu énergétiques. Les peroxydes réagissent avec les protéines pour en altérer la valeur biologique. Au début de l'oxydation, les réactions sont lentes, car les radicaux libres sont peu nombreux, c'est la période d'induction. Si aucune action n'est entreprise, le taux d'oxydation marque une progression exponentielle. La température au coeur du sac de farine à l'entreposage ne doit pas dépasser 37.7° C.

L'entrepôt doit être bien aéré et à l'abri des intempéries. Les piles seront protégées du suintement provoqué par la condensation.

Une bonne hygiène est nécessaire dans une fabrique de farine de poisson afin de produire et stocker dans les meilleures conditions et d'éviter ainsi des pertes dues aux insectes ou rongeurs ou bien d'éventuelles contaminations par des Salmonelles.

V - Variation de la composition de la farine

L'étude de la variation de la composition de la farine se décompose en trois parties:

- l'évolution de l'infrastructure de l'usine,
- la nature de la matière première,
- la technologie de fabrication.

La réflexion repose plus sur l'étude de la teneur en protéines, donnée décisive pour évaluer la qualité alimentaire et commerciale du produit. De plus, sa variation correspond à une préoccupation d'actualité pour l'usine et les laboratoires.

1. Evolution de l'usine et des composants de la farine au cours du temps

Depuis dix ans, la teneur en protéines diminue de manière fluctuante (Cf.graphique 7). Ce phénomène est induit en partie par l'évolution technologique et par le progrès de l'usine. Le souci d'un rendement optimal de l'opération de filetage et une meilleure qualité des poissons acheminés à l'usine par une maîtrise plus rigoureuse de la chaîne du froid contribuent aussi à cette évolution.

1.1 Evolution de l'infrastructure depuis 1976 :

1.1.1 Modifications technologiques à l'usine :

En 1969, est créé l'atelier de fabrication de la pulpe issue de la rectification des filets en fin de chaîne. En 1978 et 1979, l'usine tente la production d'huile de poisson par récupération du jus issu de la centrifugation, essai infructueux par problème technologique. Il a été produit respectivement 10 et 3 tonnes par an (Cf.graphique 3). De 1978 à 1980, la principale activité est axée sur le traitement de l'encornet.

En 1985, plusieurs essais de valorisation des déchets de filetage sont tentés afin d'améliorer l'exploitation, les fabrications de brandade de morue et de soupe sont éphémères, le coût de production étant trop élevé pour être compétitif après exportation. De cette étude, va naître l'atelier de farce lavée. Ce produit est constitué des restes de chair de morue sur les arêtes après étêtage, récupérés à l'aide d'une Baader 695. Dès la première année, la production atteint près de 180 tonnes, depuis elle ne cesse d'augmenter en relation avec la production de poisson et filets congelés (Cf.Fig

Fig 7 : Composition moyenne de la farine de poisson en protéines et en cendre par année

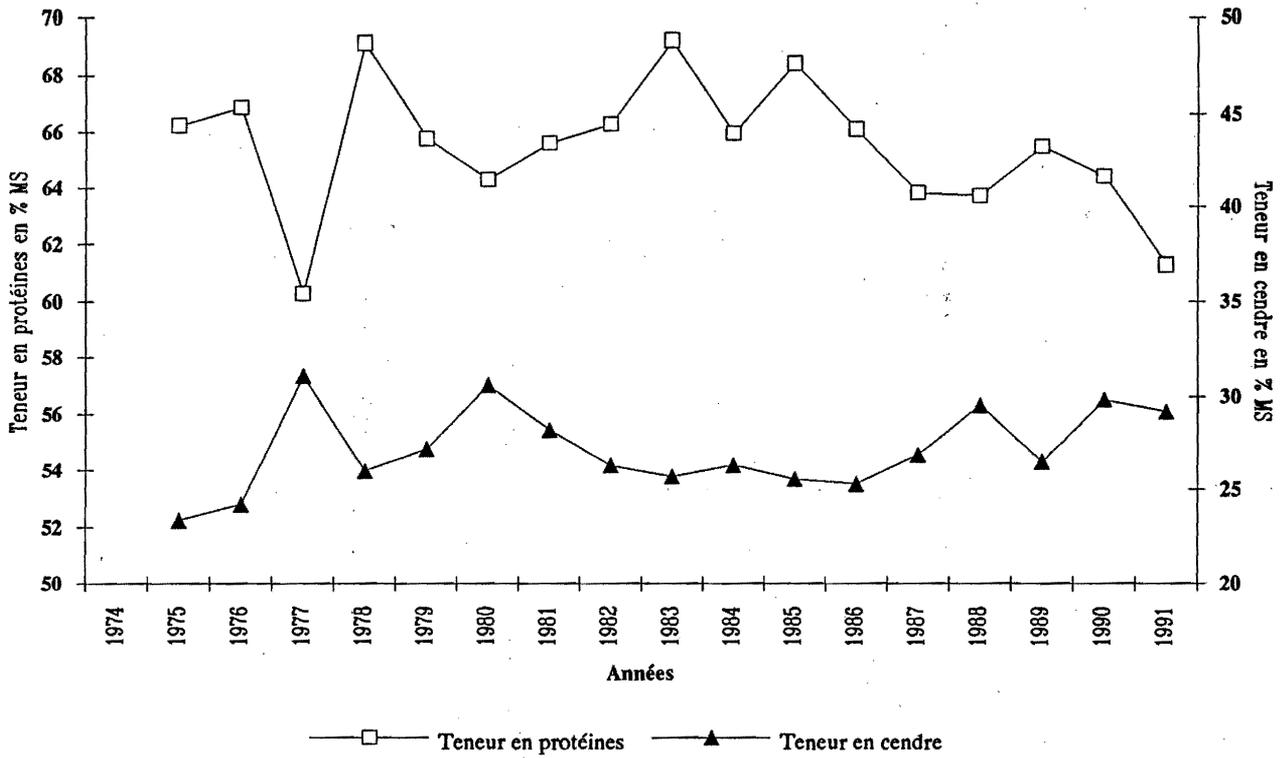
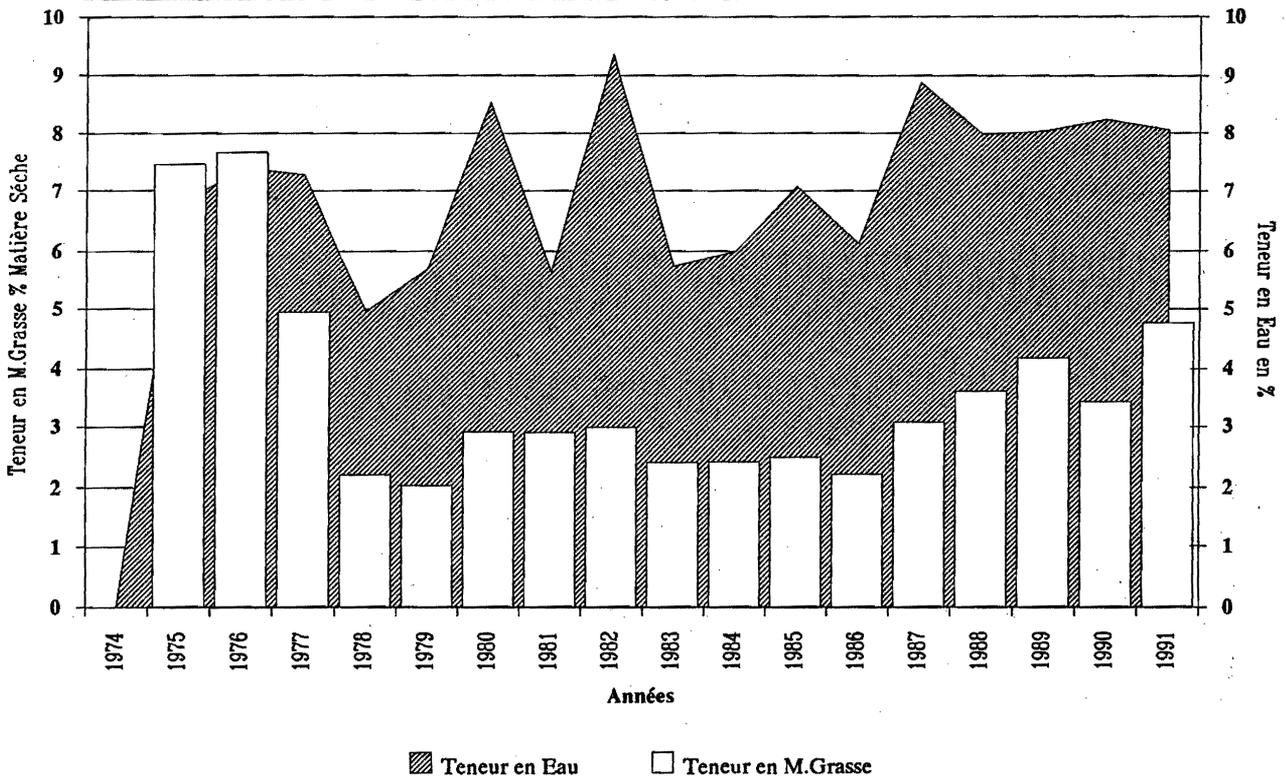


Fig 8 : Composition de la farine de poisson en Eau et Matière grasse par année



). De plus, le taux de recouvrement est nettement amélioré passant de 33 % au lieu de 30 %. En 1991, sont installées de nouvelles fileteuses Baader au rendement matière nettement plus élevé que le filetage manuel.

En 1988, la limitation de l'accès des flottilles françaises à leurs zones de pêches traditionnelles induit une diminution de leurs débarquements. Pour compenser ces pertes, la société a choisi de valoriser les produits débarqués en améliorant la qualité de la production d'une part et en la diversifiant, par le traitement de poissons plats d'autre part (Cf.graphiques 4 et 6).

1.1.2 Organisation de l'usine en 1992 :

La société travaille avec :

- trois chalutiers de pêche fraîche (Normande, Goélette, St Denis). Le poisson est éviscéré à bord, lavé et mis sous glace,

- deux bateaux usine (Saint-Pierre et Bretagne) travaillant indépendamment de l'usine sauf pour quelques espèces.

Le poisson est acheminé aux chaînes de filetage en priorité manuelles ou aux Baader suivant la quantité et la qualité du poisson, mais aussi en fonction de la demande du client. Les raquettes issues de cette opération sont étêtées, puis traitées pour la fabrication de la farce lavée. La tête et les résidus sont envoyés à la farineuse. La fabrication n'est pas systématique, la production de filets et poissons congelés doit être suffisante pour en assurer le fonctionnement. La farine est donc constituée de déchets nettement affaiblis en protéines.

Parfois, une partie d'un arrivage de poisson éviscéré est traitée directement par la farineuse, à cause de sa mauvaise qualité bactériologique, marchande ou bien parce que le produit a été abîmé au cours de la manutention, phénomène de moins en moins fréquents.

Enfin, environ 20 % des captures sont débarquées à l'usine sans être éviscérées, elles sont principalement constituées de poissons plats ou du vrac de morue.

1.2 Répercussion de cette évolution :

Le premier objectif de l'usine est d'éviter une perte matière trop excessive grâce à une récupération optimale des protéines pour d'autres produits à valeur ajoutée plus élevée (Cf.graphique). Ainsi de 1982 à 1986, la teneur moyenne sur l'année oscille entre 66 et 69 % par rapport à la matière sèche et sur les cinq dernières années diminue de 65 à 61.3 % . Inversement, la teneur en cendre augmente de 25 à 30 %.

Le test statistique de comparaison des moyennes d'une année sur l'autre (T de Student à d.d.l avec un risque = 5%) ne devient significatif que sur les cinq dernières années. Les variations moyennes des teneurs en protéines rencontrées de 1976 à 1986 ne sont dues qu'à la simple fluctuation de l'échantillonnage, les moyennes contrôlées sont en fait identiques, le produit n'a subi aucune modification véritable. Par contre sur les campagnes 1986/1987, 1988/1989 et 1990/1991 l'abaissement de la teneur en protéines devient significatif, des facteurs externes à la fabrication sont venus perturber la composition de la farine (Farce lavée, Baader...). Au vue de ces résultats, l'objectif que s'est lancé l'usine pour minimiser les pertes semble atteint.

La teneur en matière grasse ne subit pas de grandes variations, excepté à partir de 1988, où elle augmente légèrement, suite au traitement de poissons plats à l'usine et d'espèces comme le rouget et le turbot (Cf.graphique 8). La teneur en eau sujette à de grandes variations depuis 1978 s'est stabilisée depuis quatre ans à des valeurs proches de 8 %, ceci est probablement lié à une meilleure maîtrise des paramètres de séchage.

La répercussion du bilan matière (rapport entre production de farine et production de congelé sur le même jour) sur la qualité de la farine a été mise en évidence à partir des données des deux dernières campagnes (Cf.graphiques 9 et 10). L'estimation des paramètres de régression entre ce rapport et la teneur en protéines de la farine (coefficient de corrélation respectivement de 0.30 et 0.37) dénote, compte tenu des nombreux facteurs de variabilité, l'importance du rendement des opérations propres à la préparation de poisson et filets congelés sur la composition de la farine.

1.3 Répercussion de l'atelier Farce lavée :

La farce lavée est un produit en majorité constitué d'eau (84.5 %) et de protéines.

Fig 9 : Variation de la teneur en protéines en fonction du rapport de production entre farine et filets congelés sur la campagne 1989 / 1990

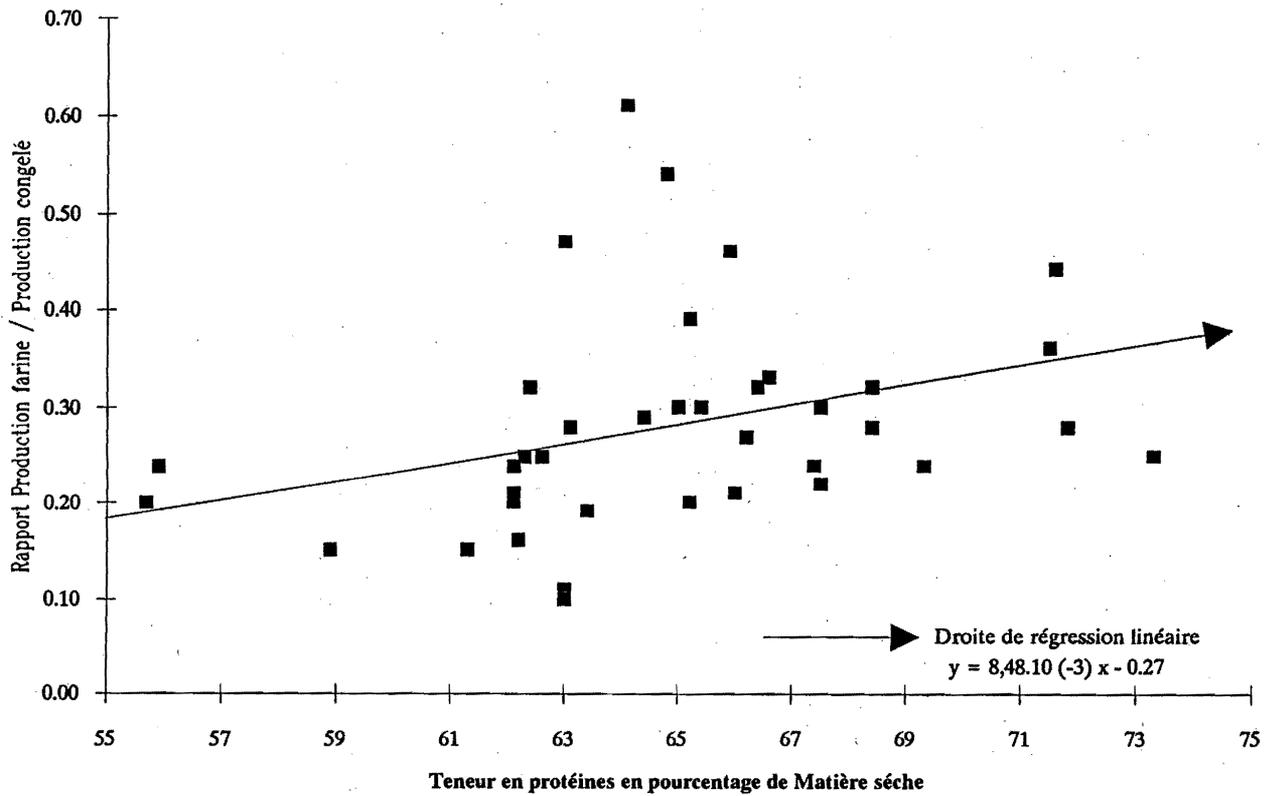
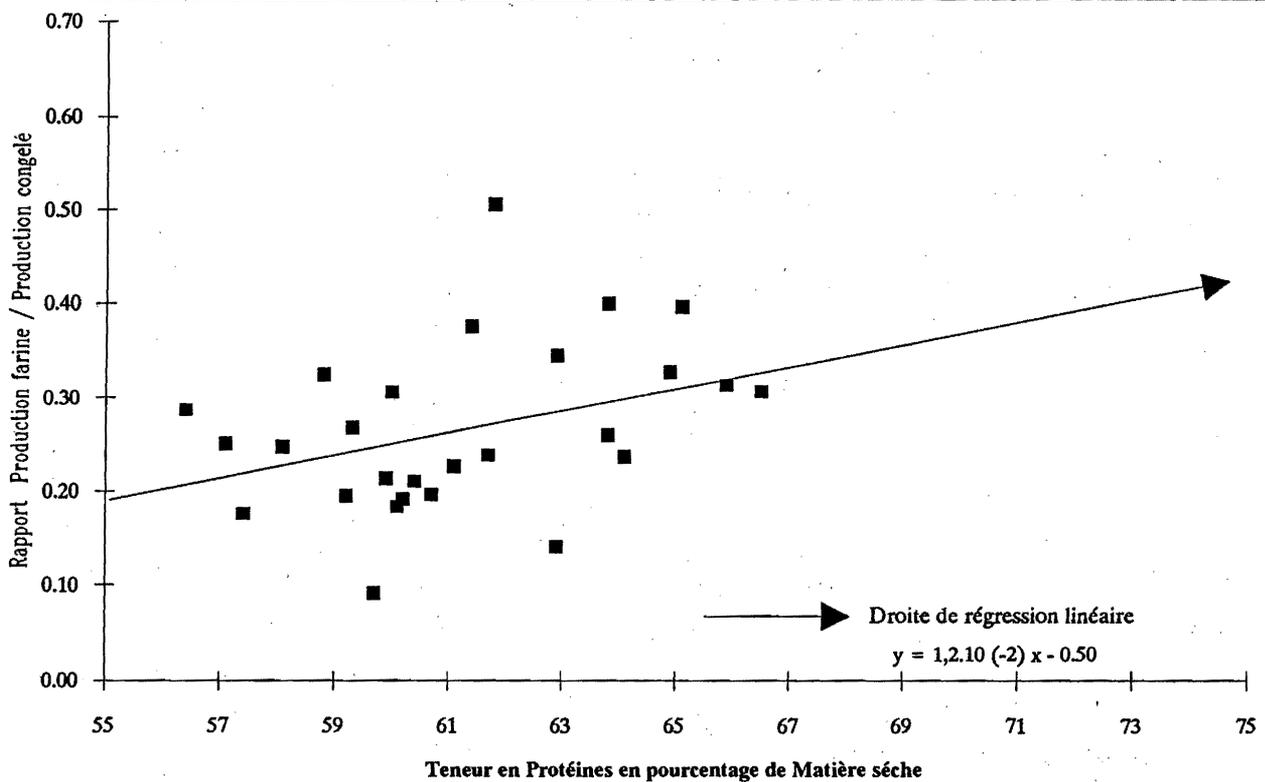


Fig 10 : Variation de la teneur en protéines en fonction du rapport de production entre farine et congelé sur la campagne 1990 / 1991



Composition de la farce lavée :

Date :	Eau	Protéines	Date :	Eau	Protéines
21-03-1988	84.6	13.3	04-01-1990	83.0	15.1
20-01-1989	83.2	14.2	12-01-1990	83.5	13.4
22-05-1989	84.0	13.9	01-02-1990	86.0	12.4
30-05-1989	85.0	13.0	09-02-1990	84.8	12.4
02-10-1989	85.7	14.0	13-02-1990	86.5	12.1
26-10-1989	83.1	15.1	06-03-1990	85.3	12.0
13-11-1989	82.5	14.4	21-03-1990	86.7	12.9
22-11-1989	82.3	13.4	27-03-1990	85.7	13.2
19-12-1989	84.4	14.5	10-04-1990	84.9	13.5

A partir d'une teneur moyenne de 13.4 % de protéines dans la farce, la variation entre les prélèvements étant plutôt faible (Ecart-type = 0.95), la perte protéique globale estimée à partir des données de la campagne 1990/1991 est d'environ 5.8 % pour la farine de poisson.

Ce pourcentage doit en réalité avoir une répercussion très importante sur un produit comportant près de 60 % de protéines. Or, les différences de composition des farines déterminées en fonction ou non de l'ouverture de l'atelier farce lavée sont pratiquement nulles, surtout pour ce qui concerne la teneur protéique.

Teneur en :	Eau	Protéines*	Cendre*	M.Grasse*
Avec farce	8.4	63.6	32.1	3.1
Sans farce	8.1	63.5	30.8	4.5

*moyennes des données depuis 1987 exprimées en % de matière sèche

Quand il y a fabrication de farce lavée, la teneur en matière grasse diminue légèrement tandis que les cendres augmentent. Ces modifications ne peuvent être exclusivement imputables à la farce lavée. Elles peuvent s'expliquer aussi par le travail en majorité de poissons plats, empêchant alors l'ouverture de l'atelier farce lavée (l'importance de poissons plats depuis 1987 dans la production quand l'atelier farce lavée fonctionne est de 47.2 % contre 63.0 % sans farce). L'analyse de la répercussion de l'atelier farce lavée à partir des données est difficile car trop d'interactions sont en jeu. En outre, d'autres facteurs ayant une plus forte influence sur la composition finale de la farine interviennent également.

Pour constater alors les modifications plus précises engendrées sur la matière première, des analyses sur les raquettes de morue avant et après passage à l'atelier farce lavée ont été réalisées.

Teneur en :		Protéines		Cendre		M.Grasse	
	Eau	% T	% MS	% T	% MS	%T	% MS
Avant	77.2 %	15.0	65.8	6.3	27.6	1.5	6.6
Après	73.2 %	15.4	57.5	10.2	38.1	1.2	4.5

Les raquettes acheminées à la farineuse ont subi une perte importante en eau en liaison directe avec la récupération des protéines, ce qui inévitablement entraîne une augmentation de la teneur en cendre. Le lessivage par les eaux de lavage de la farce est probablement responsable d'une certaine perte lipidique, mais aussi protéique. Cette eau directement jetée à la mer, est généralement chargée de mousse, phénomène qui met en évidence les propriétés fonctionnelles des protéines.

L'atelier farce lavée est donc une première cause explicative de la baisse en teneur en protéines.

1.4 Rendement matière :

Le rendement en poids de la transformation de la matière première en produit fini est de 20 % si l'on traite du poisson étêté et éviscéré, et de 13 % si l'on traite seulement la tête plus les viscères. La perte en poids est due essentiellement à l'élimination de l'eau qui constitue 75 % du produit frais et seulement 3 % de la farine. Les opérations d'étêtage et d'éviscération peuvent donner 25 à 35 % de déchets, le filetage pouvant en produire 50 % et plus suivant les espèces.

2. Evolution en fonction de la matière première :

La composition chimique de la chair de poisson varie d'une espèce à une autre, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce en fonction du cycle sexuel, de la saison, de la nourriture, de l'âge et de la taille du poisson, de la température de l'eau, etc ... Ces modifications interactives sur la chair du poisson ont-elles une répercussion directe et significative sur la composition de la farine ?

2.1 Variation en fonction des espèces travaillées :

2.1.1 Variation due à leur composition :

Il subsiste de nombreuses différences entre les espèces selon leur classification. A Saint-Pierre, la majorité des espèces se répartissent entre les catégories: maigre et mi-gras. (Cf. Annexe III).

Teneur en matière grasse pour 100 g de chair :

Poissons maigres		Intermédiaires	
Cabillaud	0.1 à 0.9	Carrelet	1.1 à 3.6
Eglefin	0.1 à 0.6	Limande	0.5 à 1.2
Lieu noir	0.3 à 0.6	Turbot	2.1 à 3.9
Raie	0.1 à 1.6	Sole	1.8 à 2.3

Pour tenter de mettre en relief cette variation sur la farine, les espèces travaillées le jour de prélèvement ont été classées en deux groupes :

☞ la morue toutes catégories confondues (standard, sans arêtes, gros filets, etc...) associée aux autres gadidés tels que l'églefin et le lieu noir faisant partie des poissons dits maigres.

☞ les autres espèces de la catégorie des poissons semi-gras principalement constituées de poissons plats tels que la sole, le turbot, la limande et le flétan, mais aussi du rouget.

Cette opération permet de minimiser le nombre de données, surtout qu'à l'intérieur de chaque groupe, la morphologie et la composition chimique de la chair des espèces sont relativement similaires.

Ensuite, une sélection a été effectuée, en réunissant par exemple toutes les analyses dont la production de congelé du jour de prélèvement est constituée de plus de 50 % de morue, puis une moyenne arithmétique de chacun des composants de la farine a été réalisée pour représenter le groupe. Le tri a été réitéré pour d'autres pourcentages et a permis ainsi de mettre en relation l'importance d'une espèce dans la production en fonction des teneurs en protéines, cendre, etc...Ce regroupement a été exécuté sur

l'ensemble des données depuis 1983 (Cf.graphiques 11-12-13) et sur la campagne 1990/1991 (Cf graphiques 14-15-16) pour tenter d'en extraire les grandes lignes communes.

La constitution de la production de filets congelés du jour influe considérablement sur la composition de la farine. Cette tendance est toutefois nettement moins prononcée sur les graphiques représentatifs des analyses depuis 1983. Comme énoncé au début de l'étude, les hypothèses du premier chapitre sont moins fiables. Ainsi, pour la campagne 1990/91, la teneur en protéines décroît presque linéairement avec l'importance croissante en production de filets de morue passant ainsi de 61.3 % et 59.0 %, valeurs respectivement représentatives d'une production à majorité et minorité de poissons plats. Par conséquent , une farine prélevée au moment où l'on travaille des poissons plats aura une teneur en protéines plus élevée qu'avec une production de morue. Inversement, la teneur en cendre décroît avec l'importance croissante de poisson plat dans la production et atteint ainsi près de 5% de variation avec une farine de morue.

Le phénomène est identique sur la matière grasse, même si celui-ci est moins prononcé. La farine est plus grasse avec du poisson plat qu'avec de la morue avec une dénivellation de 3 %. Cette variation n'existe plus lorsque la composition est à grande majorité de morue. La teneur en matière grasse des poissons plats n'est pas assez élevée pour avoir une influence significative sur une farine constituée à partir de morue.

L'intervention humaine a une répercussion trop aléatoire sur la teneur en eau pour que son évolution suive une règle logique.

Un deuxième paramètre qui peut aussi influencer la répartition des composants est la technique de filetage.

2.1.2 Technique de filetage :

Le rendement au filetage pour un poisson plat avoisine les 29 à 30 % et pour la morue 39 à 48 %. La technique de filetage particulière à chaque espèce laisse plus ou moins de chair sur les raquettes.

Pour vérifier donc le bilan matière de l'opération de filetage, nous avons effectué des analyses sur des raquettes représentatives de chacun des deux groupes.

Evolution des composants de la farine en fonction de la constitution de la production de filets congelés sur les données depuis 1983

Fig11: Variation des teneurs en eau, matière grasse et protéines

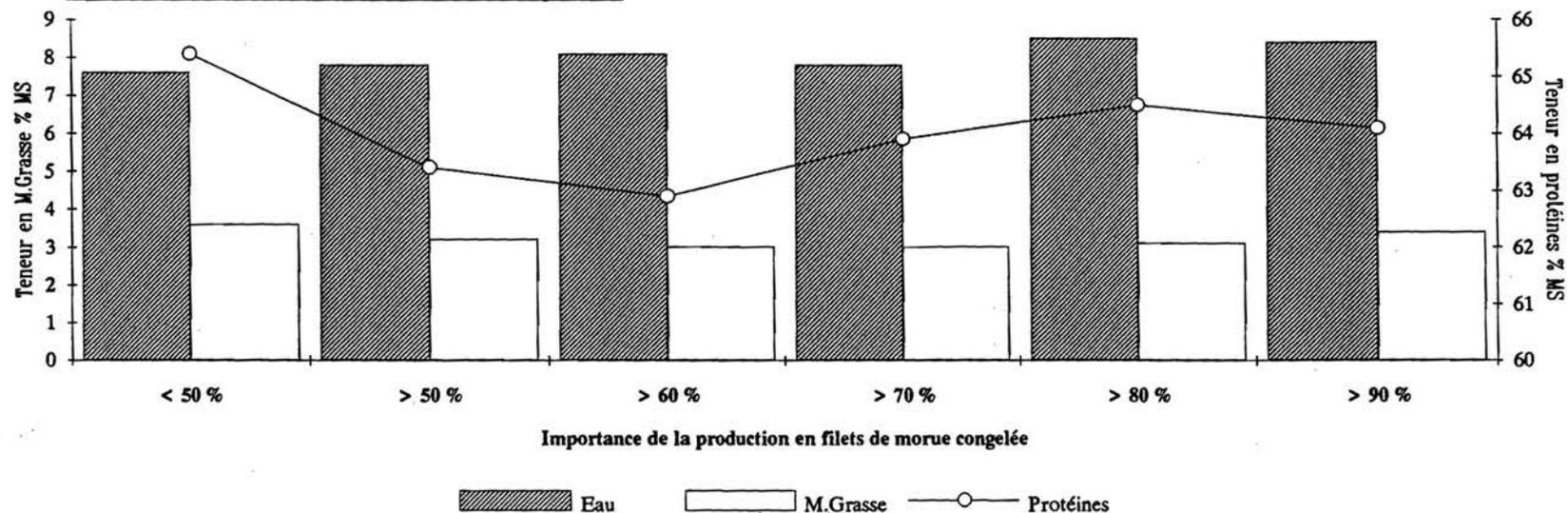


Fig 12 : variation des teneurs en eau et m.grasse de la farine

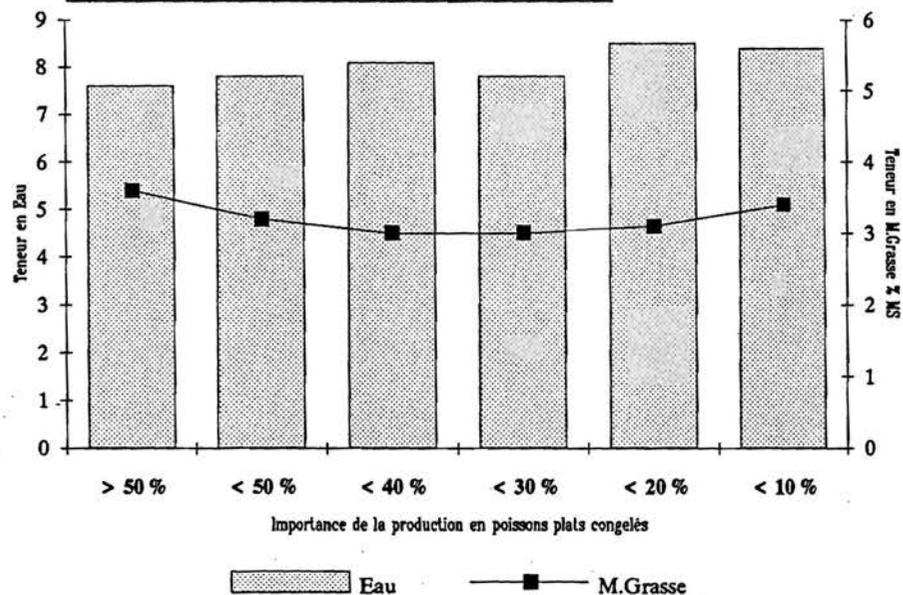
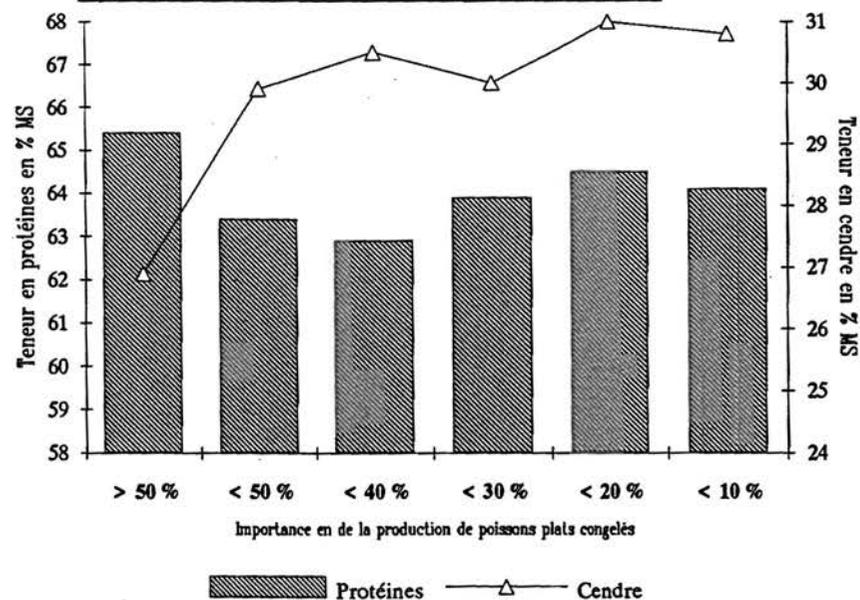


Fig13 : Variation des teneurs en cendre et protéines de la farine



Evolution des composants de la farine en fonction de la constitution de la production de filets congelés pour la campagne 1990/1991

Fig 14 : Variation des teneurs en eau, matière grasse et protéines

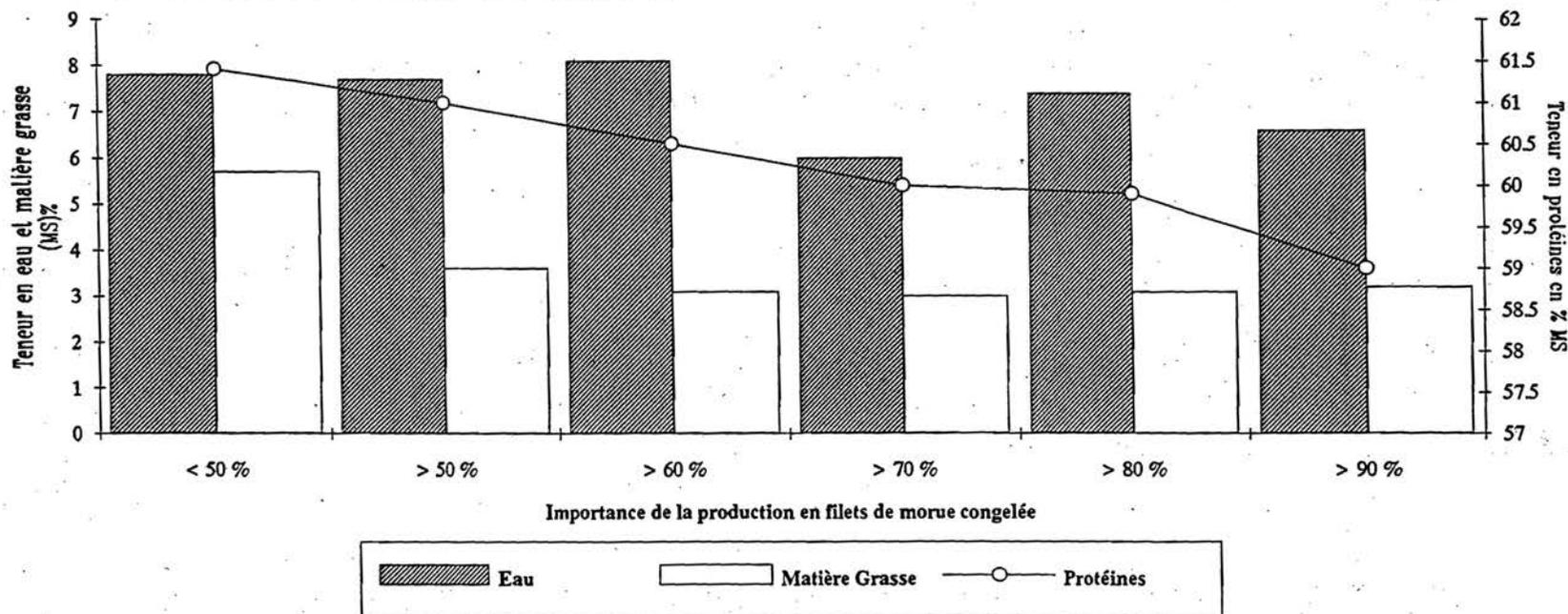


Fig 15 : Variation des teneurs en eau et m.grasse de la farine

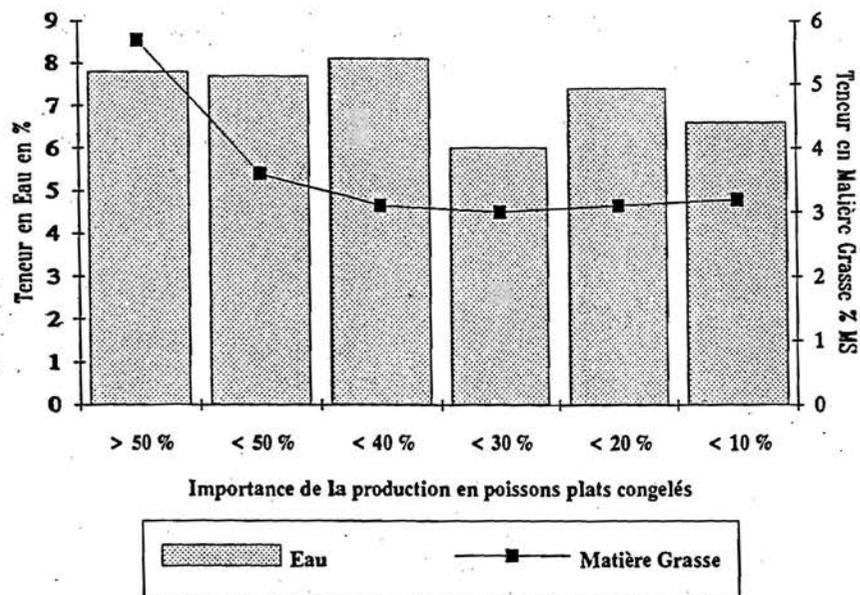
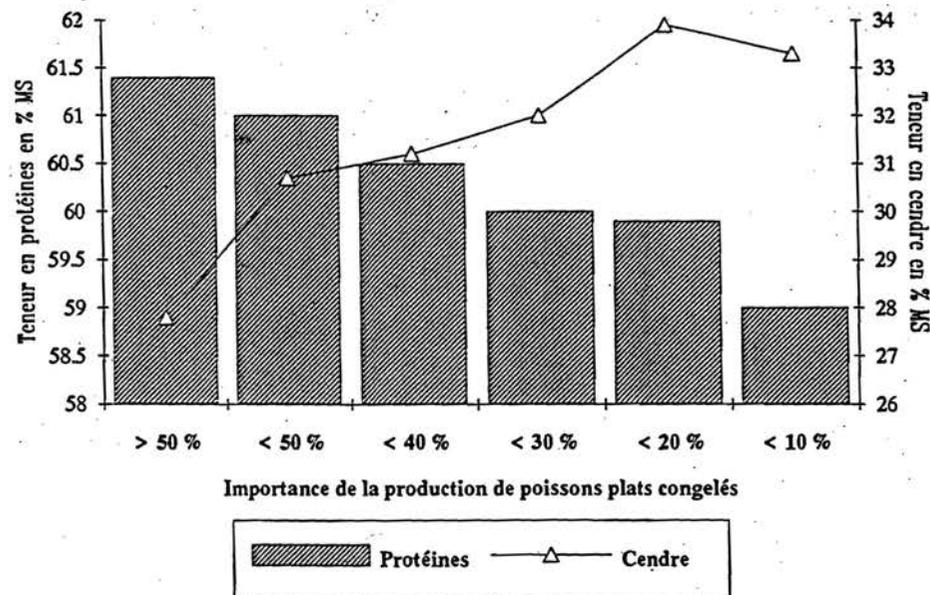


Fig 16 : Variation des teneurs en cendre et protéines de la farine



Raquette de balai (08/01/1992)	Raquettes de morue (16/12/1991)
<p>- <u>Taille</u> : 23 cm</p> <p>- <u>Remarque</u> : Raquette entière comprenant tête et viscères-Femelle avec gonades bien développées-Présence de peau.</p>	<p>L'analyse a été exécutée sur deux raquettes de taille différente, déjà étêtées :</p>
<p>- <u>Résultats d'analyses</u> :</p>	<p>- <u>Ech 1</u> = 35 cm et 124 g - <u>Ech 2</u> = 56 cm et 472 g</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Eau : 74.9 % Protéines : 15.0 % Cendre : 4.6 % M.Grasse : 5.5 %</p> </div>	<p>- <u>Remarque</u> : Raquette déjà étêtée-Morue éviscérée à bord des chalutiers.</p>
<p>- <u>Répartition cendre/protéines sur un produit dégraissé en % MS</u></p>	<p>- <u>Résultats d'analyses</u> :</p>
<p>- Protéines : 76.5 % - Cendre : 23.5 %</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Eau : 77.2 % Protéines : 15.0 % Cendre : 6.3 % M.Grasse : 1.5 %</p> </div>
	<p>- <u>Répartition cendre/protéines sur un produit dégraissé en % MS</u></p>
	<p>- Protéines : 70.4 % - Cendre : 29.6 %</p>

Le choix de ces deux espèces est induit par leurs constitutions différentes. Le balai est un poisson plus cartilagineux que la morue et donne donc une farine avec une teneur en cendre plus élevée. Par contre, la technique de filetage inverse la répartition des composants sur les raquettes. La présence en plus des viscères chez le balai constitue une source complémentaire de protéines et augmente aussi la teneur en matière grasse.

Au cours de cette première approche, nous avons pu déterminer l'influence des espèces sur la farine. En résumé, si nous évoquons une comparaison analytique d'une farine de morue et de poissons plats prélevée au mois de Décembre, nous pourrions dire que la dernière est une meilleure source énergétique pour l'alimentation du bétail de par sa constitution en protéines et en matière grasse.

La répartition des composants est sûrement évolutive sur l'année de par les modifications perçues au cours du cycle sexuel ou bien de l'alimentation de l'animal, ce qui engendre par la même occasion des perturbations sur l'opération de filetage. Au

début de la campagne de pêche, la chair de morue paraît nettement plus molle, d'où les difficultés à la travailler et les baisses de rendement par la suite.

2.2 Evolution sur l'année :

Depuis 1983, les moyennes par mois de chacun des composants de la farine ont été réalisées. Les graphiques ont été ensuite décomposés en fonction des espèces qui prédominent la fabrication pour observer les variations qui leur sont imputables. (la limite utilisée est de 70 %, ce pourcentage est assez élevé pour que l'évolution prédomine et que le nombre de données soit suffisant).

Les variations observées sur l'ensemble des données sont peu évidentes. La teneur en protéines connaît une légère diminution au mois de mars (Cf.graphique 21). Lorsque la descritisation est effectuée, les tendances sont nettement plus marquées par des variations de plus de 10 %. La farine obtenue à partir de poissons plats est sujette à de grandes fluctuations d'un mois sur l'autre, sa teneur protéique atteint des maximales aux mois de septembre, janvier et juin. La teneur protéique d'une farine de morue augmente progressivement à partir d'une valeur extrême de 58.4 % en janvier, pour se stabiliser à des valeurs de 64 à 65 % de matière sèche.

Au cours de l'année une certaine compensation s'opère entre les deux espèces, ce qui explique les faibles variations sur l'ensemble des données (Cf.graphiques 17 et 20).

Les variations des teneurs en eau (Fig.18) sont similaires, les farines subissant les mêmes paramètres de séchage. La farine est nettement mieux séchée en début et fin de campagne, cela semble lié à la faible quantité de matière première à traiter par diminution des productions de produits congelés. En milieu de campagne, l'humidité de la farine atteint la valeur limite de 10 %.

2.3 Evolution avec la taille :

Le rendement au filetage déterminé régulièrement à l'usine est supérieur pour des espèces de grande taille ayant en plus séjournés peu de temps dans les cales des bateaux. L'objectif des analyses suivantes est de déterminer la composition des raquettes en fonction de leur taille. Les deux raquettes utilisées font partie du lot de

Fig 17 : Evolution des teneurs moyennes en Eau et Matière Grasse de la farine de poisson sur l'année (depuis 1983)

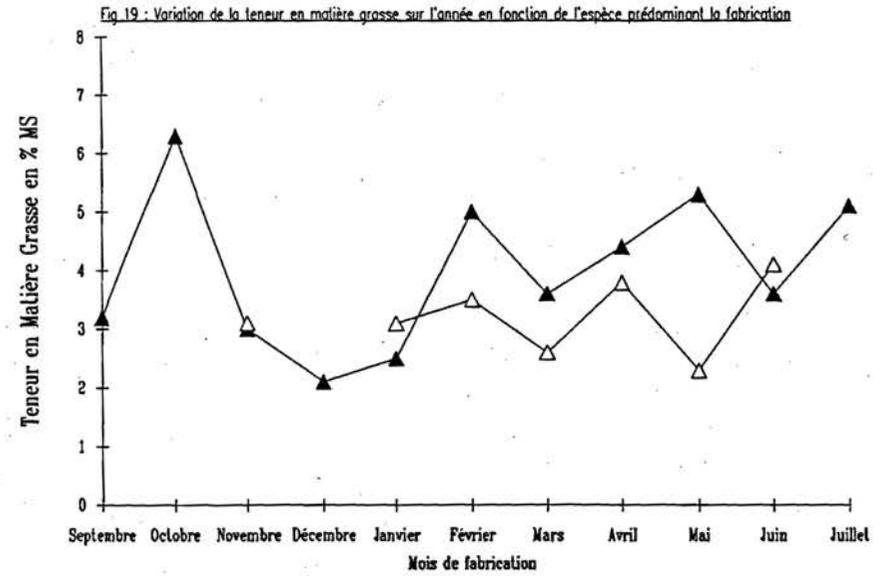
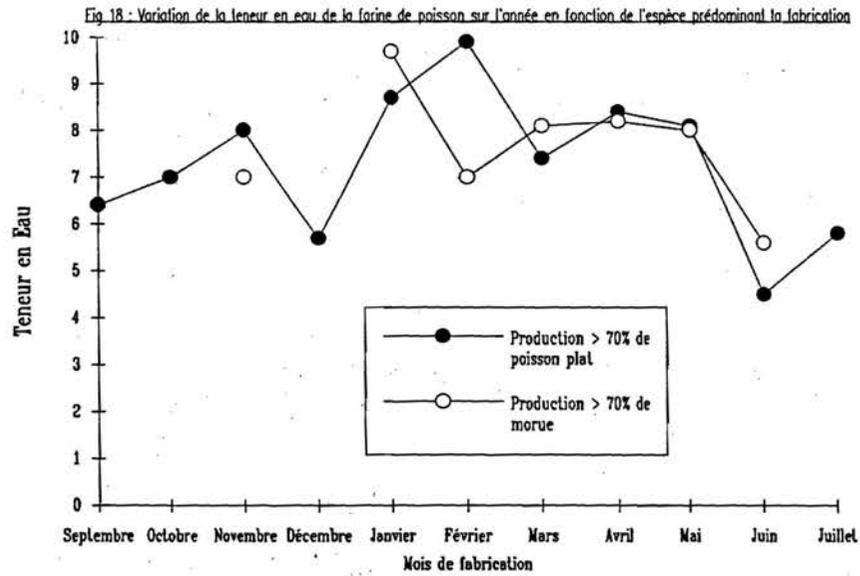
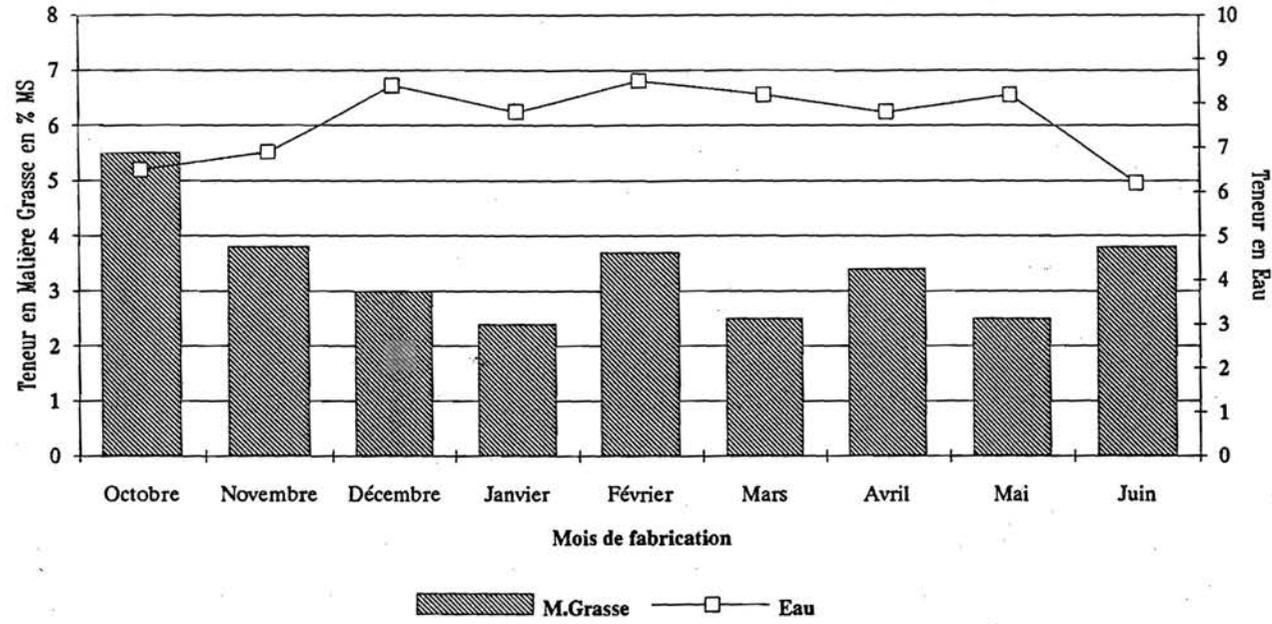


Fig 20 : Evolution des teneurs moyennes en protéines et en cendre de la farine de poisson sur l'année (depuis 1983)

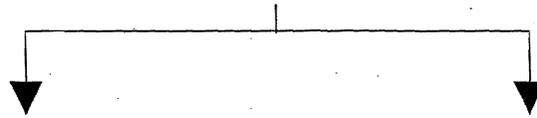
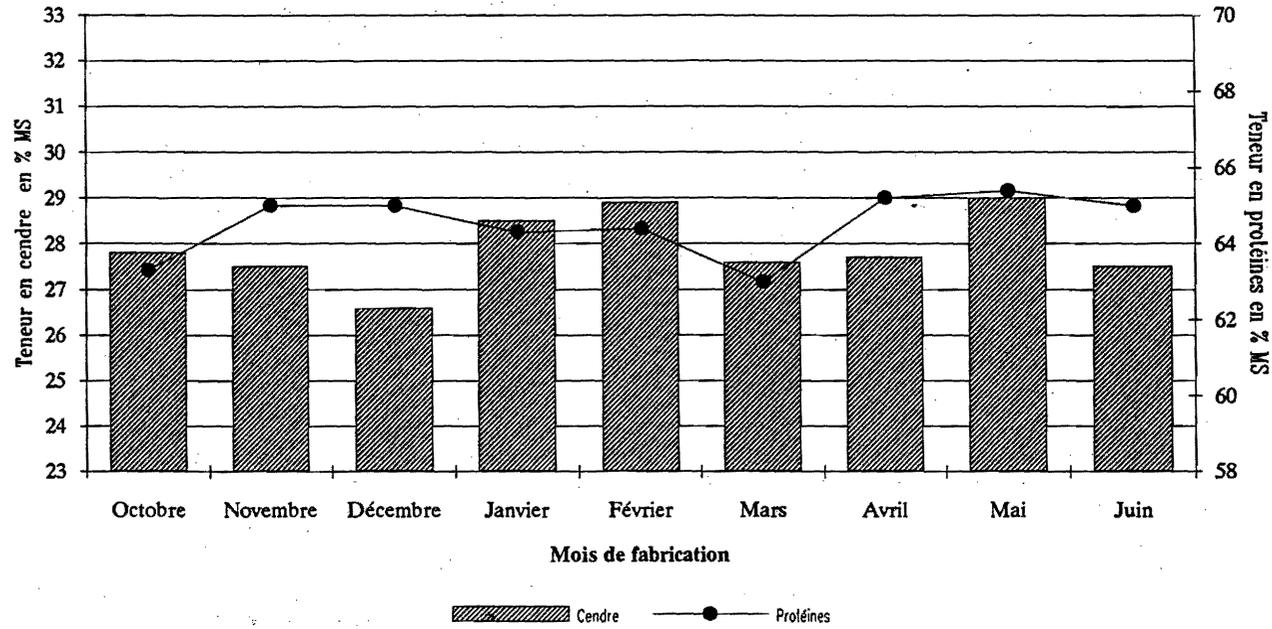


Fig 21 : Variation de la teneur en protéines de la farine de poisson sur l'année en fonction de l'espèce prédominante la fabrication

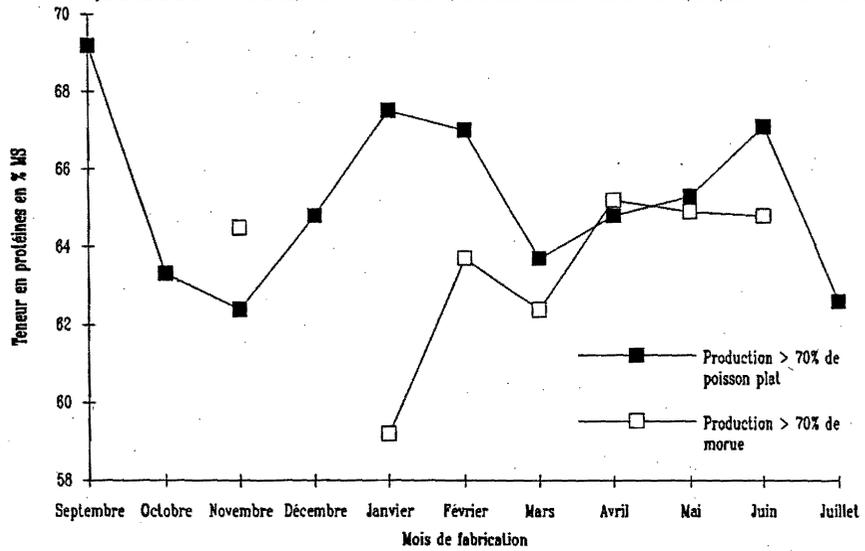
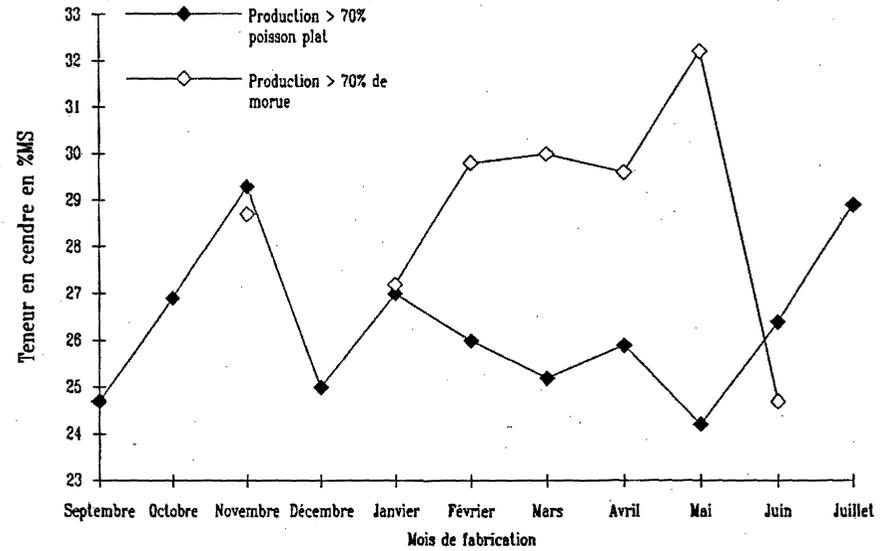


Fig 22 : Variation de la teneur en cendre sur l'année en fonction de l'espèce prédominante la fabrication



morue capturée le dernier jour (15 Déc) de pêche sur la Goëlette. Elles ont été récupérées à la sortie de la chaîne de filetage, après étêtage.

	Petite	Grande
Taille	35 cm	56 cm
Poids	124 g	473 g
Protéines	15.3 %	15.1 %
Eau	78.4 %	77.5 %
Cendre	6.1 %	6.6 %
M.Grasse	1.3 %	1.7 %
I.Acide	16.7	16.2

Les compositions des raquettes sont pratiquement similaires. A petite échelle, la taille des raquettes de poisson n'est pas un facteur de variabilité assez fort pour avoir une répercussion sur la farine.(Cf.graphique 23)

2. Technologie de fabrication :

2.1 Analyses des boues de farineuse :

L'installation est vieille et a subi maintes réparations. L'objectif de cet étude est d'observer les pertes matières évacuées avec les eaux usées et voir les répercussion qu'elles engendrent sur la composition de la farine.

Quatre tests ont été exécutés avec une semaine d'intervalle, cette période était nécessaire pour se retrouver dans des situations très différentes : matière première, paramètres de séchage .

2.1.1 Description des prélèvements :

Trois prélèvement ont été effectués à des points stratégiques d'opération de récupération :

- le jus de poisson sorti de la presse (A)
- le liquide sorti du décanteur (B) et évacué à l'égout
- le liquide évacué au tout à l'égout (C) constitué d'un mélange de A et de B engendré par des fuites au niveau de la presse.

Fig 23 : Relation entre la taille des morues échantillonnées à l'usine et la teneur en protéines dans la farine sur l'année 1990

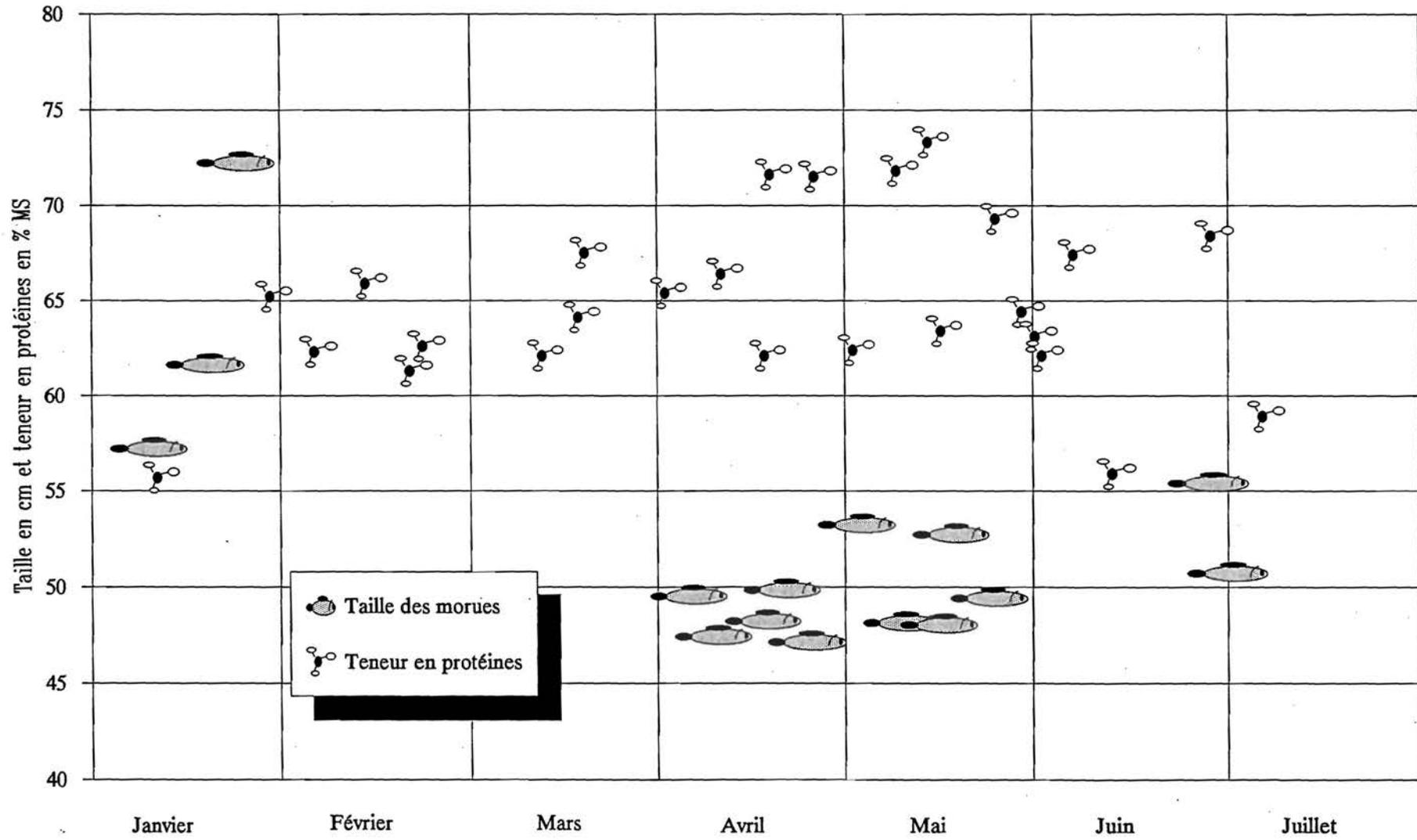
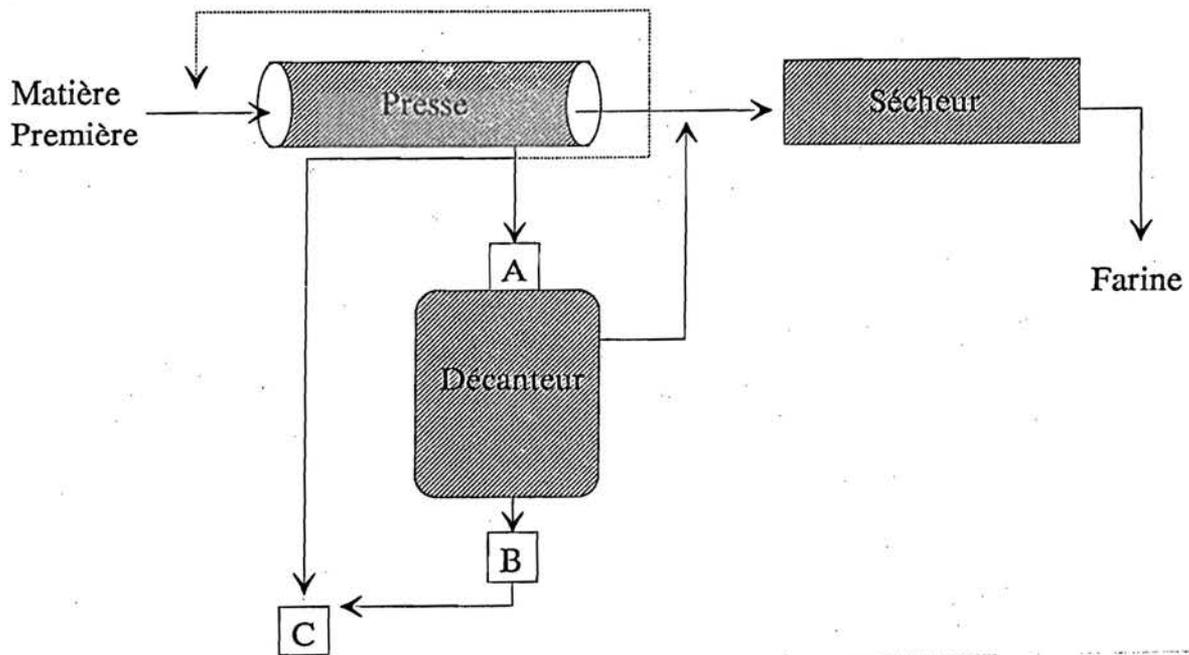


Schéma de prélèvement :



Pour compléter cette série de prélèvement, l'analyse de la farine obtenue était indispensable.

Un quatrième test sur le liquide sorti du décanteur récupéré au niveau du sécheur aurait pu apporter une donnée décisive, mais le prélèvement était impossible à réaliser. Il aurait été judicieux d'autre part de relever les paramètres de séchage.

2.1.2 Description des échantillons :

👉 le jus de presse : est sous forme de boues grises, foncées chargées de matières solides (écailles+arêtes). La suspension est hétérogène et le gel, produit à basse température assez instable.

👉 les boues sorties décanteur : sont grises et claires, le liquide est homogène sans particules en suspension. le gel est stable à basse température.

☞ Le tout à l'égout : boues grisâtres, claires, chargées de fines particules réparties de façon homogène.

Le 03 / 12 / 1991	Culot	Suspension	Descriptif
Presse	2 / 3	1 / 3	Arêtes
Décanteur	9 / 10	1 / 10	Homogène
Tout à l'égout	8 / 10	2 / 10	Particules

Le décanteur permet la récupération des grosses particules en suspension pour le recycler dans le circuit primaire. Le gel obtenu à basse température trahit la présence de protéines évacuées au tout à l'égout.

2.1.3 Résultats des analyses :

Les pertes de cendres (2.0 %) et de matière grasse (0.5%) peuvent être considérées comme négligeables. Les boues sont par contre constituées d'environ 7 % de protéines. Cette perte représente environ 26 % du total des protéines de la matière première entrant dans la farineuse.

Par simple décantation naturelle, le culot obtenu à partir des boues est constitué par 10 % de protéines. En couplant une deuxième centrifugeuse à la première, une récupération des protéines seraient envisageable.

Les différences obtenues entre les compositions des quatre farines s'expliquent parfaitement grâce aux analyses des boues (Cf.graphiques 24 à 27). Ainsi dans le prélèvement de farine du 28 novembre, dont la teneur en protéines est faible et la teneur en matière grasse plus importante, nous observons un rejet plus important en protéines et une perte lipidique négligeable dans les boues. L'hétérogénéité des résultats obtenues sur la farine s'explique donc aussi par une perte inégale des différents composants.

L'efficacité du décanteur pour la récupération des pertes issus de la presse est plutôt négligeable. Elle n'est pas liée à la vieillissement de l'installation puisque dès 1974, des analyses de boues révélaient déjà une perte similaire.

Fig 24 : Analyse de la teneur en eau

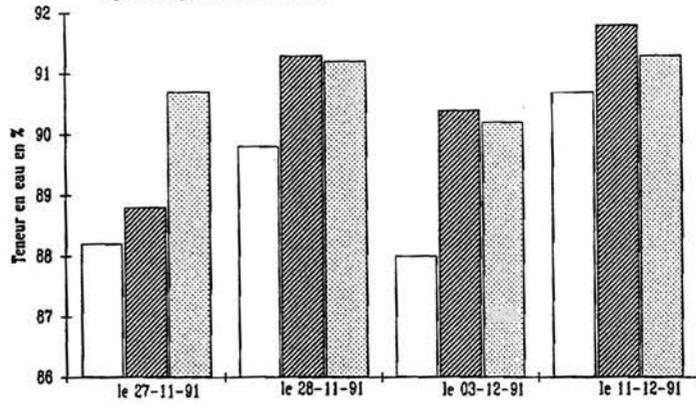
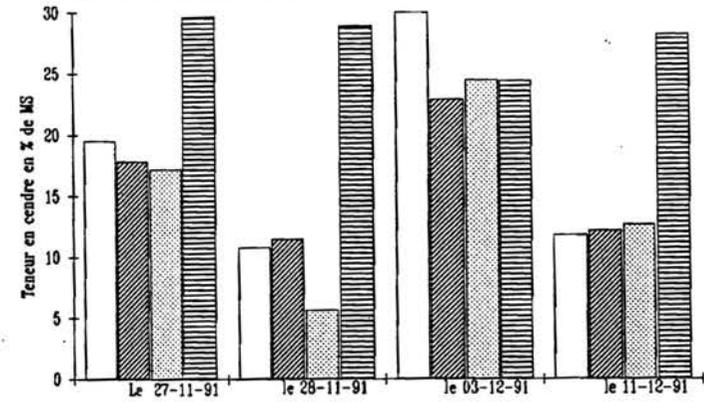


Fig 25 : Analyse de la teneur en cendre



Résultats des analyses des boues issues de la farineuse

Prélévées	le 27-11-91				le 28-11-91				le 03-11-91				le 11-12-91			
	Eau	Prot.	Cend.	M.G												
Presse	88.2	7.8	2.3	1.7	89.8	/	1.1	0.4	88.0	8.0	3.6	0.4	90.7	7.2	1.1	1.0
Décanteur	88.8	7.3	2.0	1.9	91.3	7.4	1.0	0.3	90.4	7.0	2.2	0.4	91.8	6.5	1.0	0.7
Tout à l'égout	90.7	7.0	1.6	0.8	91.2	8.0	0.5	0.4	90.2	7.2	2.4	0.2	91.3	6.8	1.1	0.8
Farine	9.1	61.5	27.0	2.4	9.4	57.7	26.2	6.2	7.5	62.5	22.6	7.5	2.4	64.8	27.5	5.3

*Résultats exprimés en %

Fig 26 : Analyse de la teneur en protéines

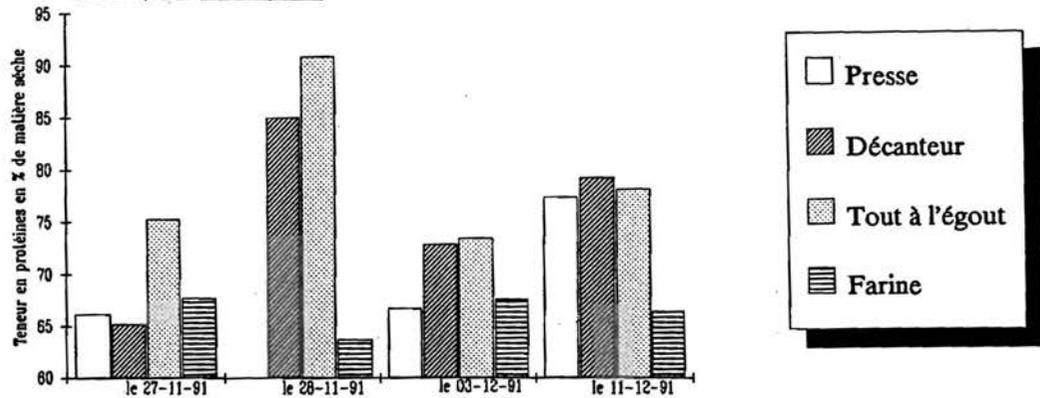
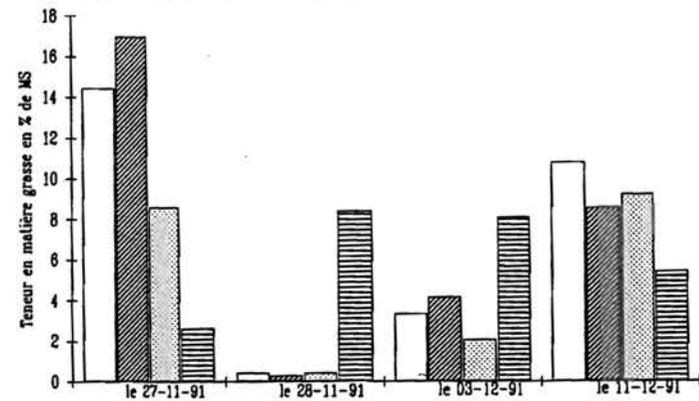


Fig 27 : Analyse de la teneur en matière grasse



2.2 Variation sur le même jour :

<u>18/12/1991</u>	<u>10 H 00</u>	<u>11 H 00</u>	<u>13 H 30</u>	<u>15 H 30</u>	<u>16 H 30</u>
Eau	7.30 %	11.9 %	4.9 %	14.3 %	6.1 %
Cendre % T	20.6 %	26.2 %	27.5 %	22.2 %	26.0 %
% MS	22.2 %	29.7 %	28.9 %	25.9 %	27.7 %
Protéines % T	64.8 %	53.8 %	58.2 %	58.7 %	59.1 %
% MS	69.9 %	61.1 %	61.2 %	68.5 %	62.9 %

La diversité des résultats obtenus sur une même journée et à partir d'une même production souligne la difficulté qu'ont les techniciens à déterminer des paramètres optimum de séchage lors de la mise en route de la farineuse.

A cela, plusieurs raisons : machinerie ancienne et donc moins fiable, les techniciens doivent le plus souvent s'adapter au coup par coup selon les quantités et qualités des déchets qui arrivent ainsi que les caprices techniques de leur outil de travail.

Il ne semble pas y avoir de lien réel entre les trois composants étudiés. La première farine est recueillie à 10 heures le matin, son taux de protéines est élevé. Deux raisons sont à envisager:

- des restes de la veille accumulés dans le séchoir
- les premiers déchets travaillés ne sont pas trop cuits (la farineuse n'est pas arrivée à sa capacité optimale) .

Enfin, il a été intéressant de constater l'obtention d'une farine très fine pour un taux en protéines fort, et devenant grumeleuse et grossière, voire colmatante pour une teneur en eau plus élevée.

3. Corrélation entre les composés :

La détermination des forces de liaison qui unissent chacun des composants de la farine permet de mieux comprendre les évolutions observées auparavant et peut aussi permettre une meilleure interprétation des résultats d'analyses. Pour ce test, effectué manuellement, le choix du nombre de données a été limité à la campagne 1989/1990 qui comporte le plus grand nombre d'analyses. L'extension du test aux années antérieures aurait pu affiner l'exploitation.

Il existe une corrélation moyenne négative entre la teneur en protéines et celle des cendres dans la farine ($r = -0.66$). La liaison est légèrement plus importante dans le cas où l'on différencie la farine en fonction de l'importance des espèces qui la constituent, ainsi une farine à majorité de morue et autres gadidés a un coefficient de corrélation de -0.70 , contre -0.77 pour les poissons plats. La répartition cendre/protéines est légèrement différente en fonction de la morphologie des raquettes utilisées.

Une autre relation existe entre teneur en protéines et eau. La corrélation est cette fois-ci positive. Cette force de liaison n'existe que dans le cas où l'on différencie les farines en fonction des espèces. (Pour la morue $r = 0.53$ et pour les poissons plats $r = 0.61$).

Pour les espèces, il subsiste une corrélation étroite et négative entre eau et matière grasse, difficilement mise en évidence sur la farine. ($r = -0.27$).

Les interrelations entre teneurs en eau, protéines et cendre ne semblent pas aussi distinctes chez le poisson non gras que chez les poissons plats.

VI - Détermination d'autres références

Au cours de cette étude, toutes les modifications au sein de l'usine, qui ont une répercussion directe sur la farine ont pu être mises en évidence. L'évolution a entraîné une diminution de la charge protéique du produit. Or, les étiquettes imposées sur les sacs garantissant la qualité de la farine étaient restées inchangées depuis la création de l'atelier.

Ainsi sur les deux dernières campagnes près de 74 % des bulletins d'analyses délivrés à l'usine ne respectaient plus le cahier des charges. Pour parer à cela au début de l'année 1992, l'usine a alors décidé d'abaisser la teneur minimale en protéines à 55%, ce qui semble mieux convenir à une farine de déchets.

L'évolution de la répartition des protéines sur les deux dernières campagnes (Cf.graphique 28 à 30) est déjà très marquée, la fréquence prédominante passe de la classe [58-60] à [54-56]. La distribution a un coefficient d'aplatissement plus faible. La valeur décisive de 55 % en vue de la dernière campagne semble plus cohérente, mais ne pourra être représentatives de l'ensemble de la production, puisque déjà 17.5 % des bulletins des dernières campagnes dépassent la limite imposée.

Les références pour la matière grasse n'ont pas lieu d'être modifiées(Cf graphiques 31 et 32)

Fig 28 : Répartition de la teneur en protéines sur la campagne 1988/1989

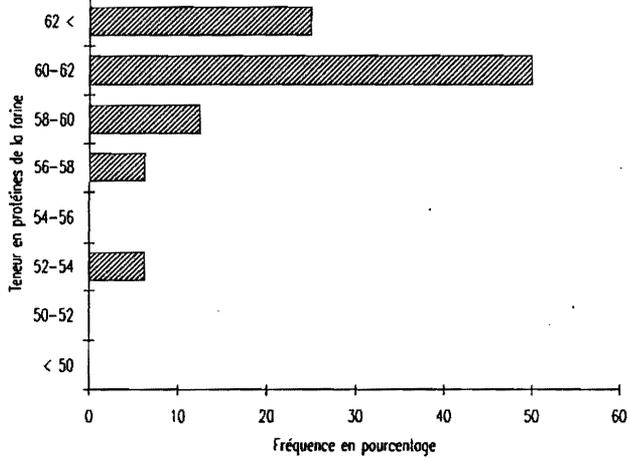


Fig 31 : Répartition de la teneur en matière grasse sur la campagne 1989 / 1990

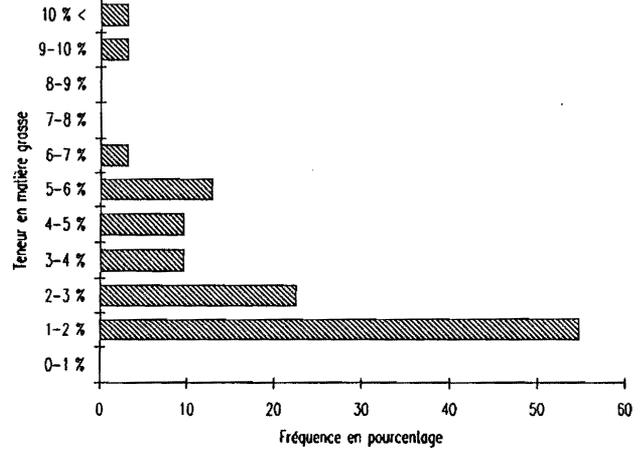


Fig 29 : Répartition de la teneur en protéines sur la campagne 1989/90

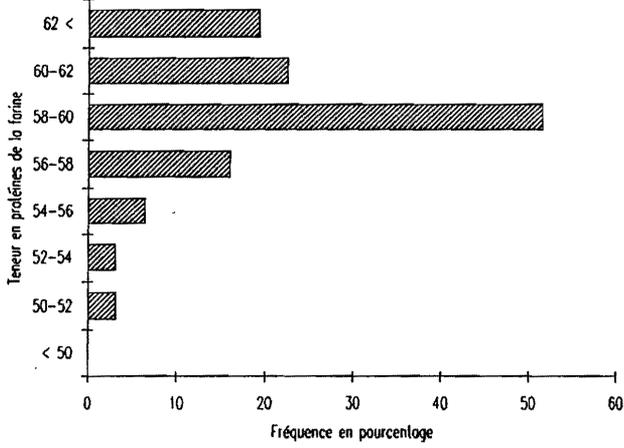


Fig 32 : Répartition de la teneur en matière grasse sur la campagne 1990 / 1991

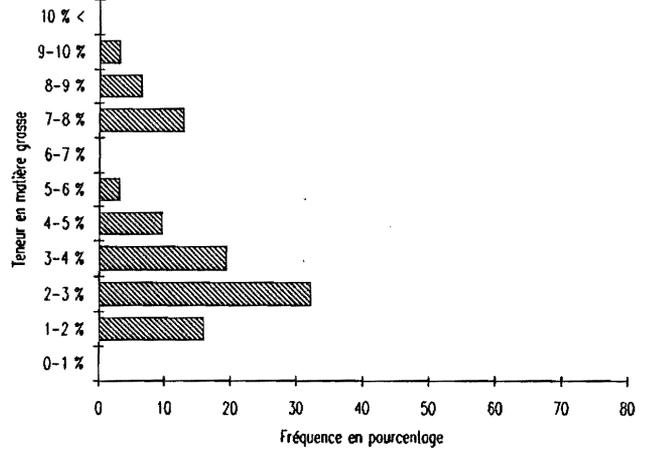
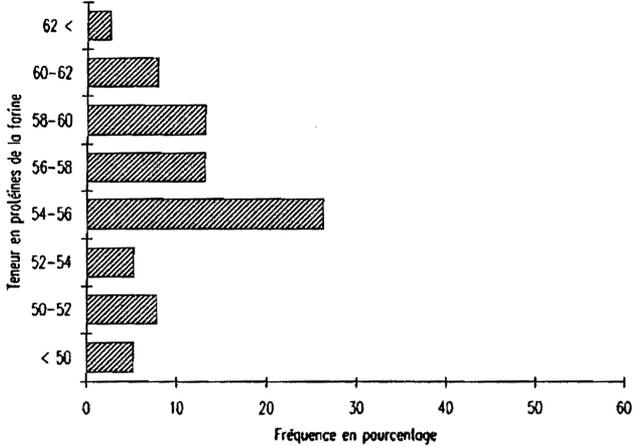


Fig 30 : Répartition de la teneur en protéines sur la campagne 1990/1991



Conclusion :

La composition de la farine de poisson élaborée à l'usine Interpêche a subi de grandes modifications au cours des seize dernières années. Cela est principalement lié à la création de l'atelier farce lavée et à l'amélioration de la qualité des produits congelés. Sa qualité est déterminée par l'espèce qui prédomine la fabrication de par sa composition, mais aussi par la technique de filétage. Les évolutions sur l'année sont importantes et inversent les influences qu'ont chacune des espèces sur la farine. Des analyses plus ponctuelles sur l'ensemble de l'année avec détermination de tous les facteurs intervenant sur la fabrication permettraient une analyse plus fine du produit.

Il serait possible d'améliorer la qualité de la farine par une meilleure récupération des pertes au niveau de sa fabrication où bien par l'utilisation de sasseur pour cribler le produit en particules plus fines. Mais, la farine de poisson est un produit à faible valeur ajoutée et une telle dépense ne pourrait être justifiée. De plus, c'est un produit qui ne correspond plus aux exigences des entreprises agro-alimentaires et aux nouvelles directives sur la valorisation des déchets. Il serait plus judicieux d'investir dans un nouveau produit tel que la farce lavée comme l'a déjà fait la société Interpêche. En 1990, 6 100 tonnes de raquettes ont été utilisées pour la farine soit environ 940 tonnes de protéines brutes à partir seulement des déchets de morue. De nouvelles recherches de valorisation sont entreprises à titre expérimental, comme par exemple l'utilisation de viscères pour l'extraction de la présure nécessaire à la fabrication du fromage.

ANNEXES



DEPARTEMENT UTILISATION ET VALORISATION
DES PRODUITS DE LA MER

N° DU RESULTAT : 92-013

LABORATOIRE DE SAINT-PIERRE ET MIQUELON

Résultats d'Analyse

CATEGORIE SP

DONNEES SUR LE PRELEVEMENT

Nature du produit : **FARINE DE POISSON**

Conditionnement : Sac de 100 Ibs

Unités Nos : **92-013**

prélevé le : **14-01-1992**

reçu le : **14-01-1992**

Usine et lieu : **INTERPECHE**

Importance du lot :

Fabriqué le : **14-01-1992**

Pasteurisation :

DATE LIMITE DE VENTE :

Références - Observations : Contrôle Courant

92-013 : un sachet de 250 g de farine de poisson prélevée à l'atelier

CONCLUSION :

RESULTATS SATISFAISANTS

Examen fini le : **16-01-1992**



Le Contrôleur,
L. RETIERE

EXAMEN CHIMIQUE

effectué le : 14-01-1992

NUMERO DES UNITES

92-013

pH.....

Eau g%g 5.8 %

Chlorures g%g 2.1 %

Graisses g%g 1.8 %

Protéines (Nx6,25) g%g 60.4 %

Cendres g%g 28.6 %

Indice d'acide 12.5

Azote total g%g

Azote volatil g%g

Triméthylamine g%g

Phénols g%g

Acidité de la couverture.....

Eau de décongélation

RECHERCHE DES ANTISEPTIQUES

Résultats en mg pour 100 g

NUMERO DES UNITES

Examen organoleptique :

Acide benzoïque

Acide salicylique

Acide borique.....

Acide sorbique

Nitrites

Formol.....

Anhydride sulfureux en SO₂Farine claire formée de fines particules**IDENTIFICATION D'ESPECE****EXAMEN BACTERIOLOGIQUE**

effectué le :

NUMERO DES UNITES

Microorganismes aérobies 20°C /1g

Microorganismes aérobies 30°C /1g

Coliformes 30°C /1g

Coliformes fécaux /1g

Staphylococcus aureus /1g

Anaérobies sulfito-réducteurs 46°C /1g

Salmonella /25g

DOSAGE DES CENDRES**1-Définition :**

La méthode permet la détermination de la teneur en matière minérale par incinération du produit à 550°C

2-Appareillage :

- Dessiccateur
- Balance analytique
- Etuve à 103°C
- Four à moufle
- Creuset d'incinération

3-Réactifs :

- Aucun

4-Mode opératoire :**☞ Prélèvement :**

- Identique à l'analyse pour déterminer la teneur en eau

☞ Procédé :

- Sécher le creuset 30 minutes à 103°C - Après refroidissement au dessiccateur le peser (M_0)
- Transvaser 10 grammes de l'échantillon et peser de nouveau l'ensemble (M_1)
- Placer le creuset pendant une heure environ à 103°C à l'étuve, puis dans le four à 550°C jusqu'à l'obtention de cendres blanches (4 à 5 H)
- Refroidir au dessiccateur et peser (M_2)

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon

5-Calcul :

$$\text{Teneur en matières minérales en \%} = (M_2 - M_0) * 100 / (M_1 - M_0)$$

M_0 = masse du creuset après séchage

M_1 = masse du creuset + échantillon avant incinération

M_2 = masse du creuset + échantillon après incinération

*Prendre la moyenne arithmétique des deux évaluations et exprimer le résultat à 0.1 % près.
La différence des résultats ne doit pas excéder 0.1 g pour 100 g d'échantillon*

TENEUR EN EAU

1-Définition :

La teneur en eau des produits de la pêche correspond à la perte en masse obtenue après dessiccation

2-Appareillage :

- Dessiccateur
- Balance analytique (précision 0.1 mg)
- Etuve à 103°C
- Capsule en métal

3-Réactifs :

- Aucun

4-Mode opératoire :

Prélèvement :

- Prélever un échantillon représentatif de 200 g dans un flacon étanche et conserver celui-ci à +4°C pour éviter sa détérioration ou la variation de sa composition .
- L'analyse devra être réalisée dans les 24 H , après que l'échantillon soit revenu à température ambiante.

Procédé :

- Sécher le creuset 30 minutes à 103°C - Après refroidissement au dessiccateur le peser (M_0)
- Transvaser 10 grammes de l'échantillon et peser de nouveau l'ensemble (M_1)
- Placer la capsule à l'étuve à 103°C pendant 6 H minimum
- Refroidir au dessiccateur et peser (M_2)

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon

5-Calcul :

$$\text{Teneur en eau en \%} = (M_1 - M_2) * 100 / (M_1 - M_0)$$

M_0 = masse du creuset après séchage

M_1 = masse du creuset + échantillon avant séchage

M_2 = masse du creuset + échantillon après séchage

*Prendre la moyenne arithmétique des deux évaluations et exprimer le résultat à 0.1 % près.
La différence des résultats ne doit pas excéder 0.1 g pour 100 g d'échantillon.*

TENEUR EN MATIERE GRASSE

1-Définition :

La teneur en matière grasse totale s'obtient par extraction au di-éther sur de la farine préalablement séchée, par élimination du solvant et séchage du résidu.

2-Appareillage :

- Dessiccateur
- Balance analytique (précision 0.1 mg)
- Etuve à 103°C
- Appareil d'extraction BBS

3-Réactifs :

- Filtre sans graisse
- Ether di-éthylique (C_2H_5)₂ O

4-Mode opératoire :

- Sécher le filtre et le ballon d'extraction dans l'étuve à 103°C
- Transvaser environ 5 grammes de farine préalablement séchée (M) dans le filtre après refroidissement dans le dessiccateur.
- Mettre le filtre dans le panier d'extraction . Accrocher le panier dans la pièce support et brancher sur le ballon taré (B1) , puis brancher au réfrigérant . Introduire environ 50 ml d'éther dans la nacelle d'extraction . Ouvrir le courant d'eau et allumer le chauffage.
- Après 6 H , fermer le robinet du réfrigérant . Quand tout l'éther y est rassemblé , couper le chauffage et enlever l'ensemble ballon et porte panier.
- Passer le ballon à l'étuve 1/2 h . Refroidir au dessiccateur et peser. (B2)

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon

5-Calcul :

$$\text{Teneur en matière grasse \%} = (B2 - B1) / (100 - T) * 100$$

M = masse de l'échantillon de farine préalablement séchée

B₁ = masse du ballon après étuve

B₂ = masse du ballon après extraction

T = teneur en eau de la farine en %

Prendre la moyenne arithmétique des deux évaluations et exprimer le résultat à 0.1 % près.

La différence des résultats ne doit pas excéder 0.2 g pour 100 g d'échantillon

INDICE D'ACIDE**1-Définition :**

Cette méthode permet le dosage de l'acidité de l'huile contenue dans la farine pour évaluer sa qualité .

2-Appareillage :

- Burette 0.02 ml de précision
- Balance
- Matériel pour le dosage des graisses

3-Réactifs :

- Solution de soude décimale

4-Mode opératoire :

- Suivre la même procédure que pour le dosage des graisses . Après pesée du ballon pour déduire la teneur en graisse , ajouter 30 ml d'alcool à 95 ° et 2 ml de phénolphaléine .

Mélanger au mieux afin de délayer la graisse

- Titrer le contenu du ballon avec la solution NaOH par un virage rose-rouge franc .

5- Résultats :

Le résultat s'exprime en gramme d'acide oleïque pour 100 g d'échantillon :

$$\% \text{ d'ac.Oleique} = V * 0.1 * 28.2 / M$$

V = Volume en ml de soude 0.1 N utilisé

M = Masse en grammes de la graisse neutralisée

L'indice d'acide représente la quantité en milligramme de KOH nécessaire pour neutraliser 1 gramme d'échantillon soit :

$$\text{Indice d'acide} = \% * 1.99$$

DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL

1-Définition :

Cette méthode permet le dosage de l'azote total à l'exception des nitrites et des nitrates. L'azote subit une minéralisation à l'acide sulfurique, l'ammoniaque obtenu est déplacé par une solution concentrée de soude, recueilli dans une solution d'acide borique et titré.

2-Appareillage :

- Hotte
- Balance
- Bloc de minéralisation
- Unité de distillation
- Burette graduée au 1/20 de ml

3-Réactifs :

- Acide sulfurique concentré exempt d'azote
- Catalyseur de minéralisation : pastille de Wieninger
- Solution concentrée d'hydroxyde de sodium
- Acide borique avec indicateur coloré :
 - > dissoudre 10 g d'acide dans 200 ml d'alcool éthylique à 95% et 700 ml d'eau.
 - > ajouter 10 ml d'indicateur préparé comme suit :
 - 33g de vert de bromocrésol + 66 g de rouge de méthyl dans 100ml d'alcool éthylique à 95 %
- Ajuster à pH=5 et compléter .
- Solution d'acide chlorhydrique à 1 N

4-Mode opératoire :

Minéralisation :

- Peser exactement à 0.5 mg près sur une feuille de papier aluminium 1 g de farine
- Introduire la prise d'essai dans un tube à minéraliser, une pastille de catalyseur et 20 ml d'acide sulfurique
- Sous hotte, introduire le tube dans le boc de minéralisation, mettre le capteur de fumée et chauffer à 450°C jusqu'à l'obtention d'une solution visqueuse et blanchâtre (~4 h)
- Laisser refroidir, puis rincer le capteur avec 5 ml d'eau recueillie dans le tube . Remettre en suspension le culot avec 20 ml d'eau.

Enrainment à la vapeur :

- Mettre dans une fiole 20 ml d'acide borique et l'adapter à l'extrémité du réfrigérant de l'unité de distillation (l'allonge doit plonger dans la solution)
- Brancher le tube sur l'unité de distillation - Neutraliser par 80 ml de lessive de soude
- Entraîner par la vapeur jusqu'à l'obtention de 150 ml de distillat.

Titration

- Titrer le distillat par une solution d'acide chlorhydrique 1N jusqu'au virage de l'indicateur

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon

5- Résultats :

$$\text{La teneur en azote total N (g \%) = 1.4 * V / M}$$

V = Volume en ml de l'acide chlorhydrique N utilisé

M = Masse en grammes de la prise d'essai

Exprimer le résultat à 0.05 % . Sur deux déterminations effectuées simultanément , la différence ne doit pas être supérieure à 0.05 g d'azote total % .

$$\text{La teneur en protides = N * 6.25}$$

DOSAGE DES CHLORURES**1-Définition :**

Le titrage automatique des chlorures est effectué par un chloruremètre . Les ions argent produits par un courant constant passant entre deux électrodes d'argent se combinent avec les ions Cl⁻ et précipitent comme chlorure d'argent. A la précipitation de tous les chlorures , l'apparition d'ions argent libres vient modifier le potentiel détecté par les électrodes qui arrêtent l'indicateur . Le résultat apparait en mg de Cl / l ou en mg de NaCl %.

2-Appareillage :

- Chloruremètre
- Balance
- Fiole de 200 ml
- Pipette de 0.5 ml

3-Réactifs :

- Solution tampon
- Solution standard NaCl à 200 mg/l

4-Mode opératoire :**☞ Extraction :**

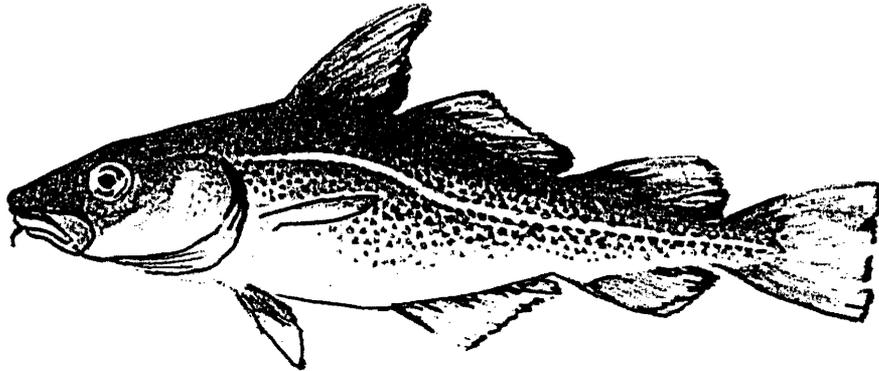
- Mettre à ébullition 100 ml d'eau distillée avec 2 g de farine dans un bécher
- Laisser refroidir et filtrer
- Compléter à 200 ml en fiole jaugée

☞ Titrage :

- Calibrer l'appareil à l'aide de 0.5 ml de la solution standard en NaCl.
- Transvaser 0.5 ml du filtrat dans le bécher de mesure. Titrer et lire le résultat affiché

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon

CABILLAUD



Appellations:

Nom commercial: CABILLAUD (*nom vulgaire de la morue fraîche*)
Nom scientifique: *Gadus morrhua*
Nom SPM: Morue
Nom anglais: Cod

Taille:

0m30 à 1m70

Composition moyenne (en g/100g de chair):

Protéines:	16%
Lipides:	0,1 à 0,9%
Eau:	82%
Cendres:	1,2%

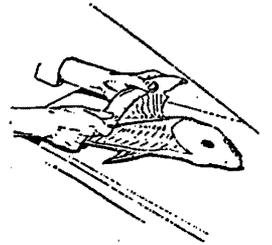
Habitat:

Océan glacial, Atlantique Nord, Mer du Nord.
Poisson migrateur.

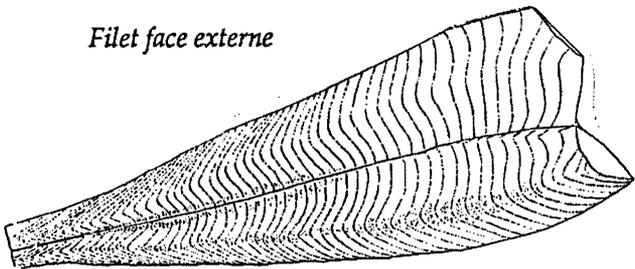
Rendement au filetage (données IFREMER recueillies sur un an):

Les rendements sont obtenus à partir de filets sans peau ni arêtes, à partir de poissons vidés.

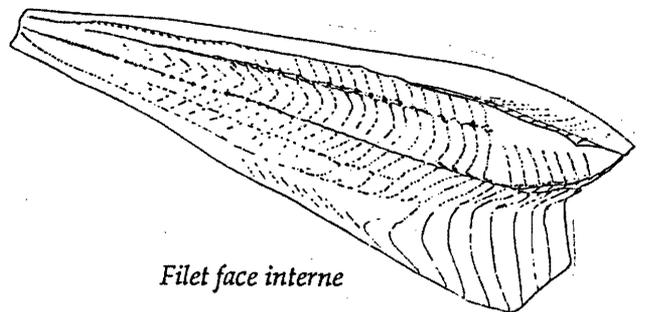
R=39 à 48% suivant les catégories de taille.



Filet face externe

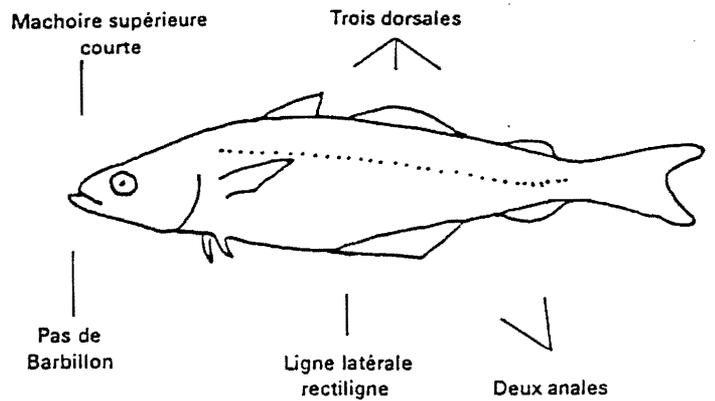
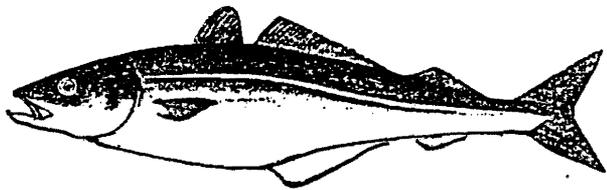


Filet face interne



Production approximative usine par année: 80 à 82%.

LIEU NOIR



Appellations:

Nom commercial: LIEU NOIR
Nom scientifique: *Pollachius virens*
Nom SPM: Merlu
Nom anglais: Pollock

Taille:

0m30 à 0m80

Composition moyenne (en g/100g de chair):

Protéines:	18,9%
Lipides:	0,3 à 0,6%
Eau:	78,8%
Cendres:	1,3%

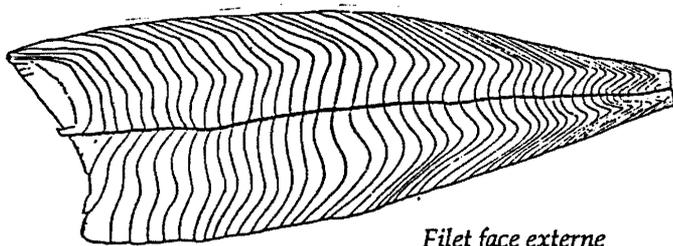
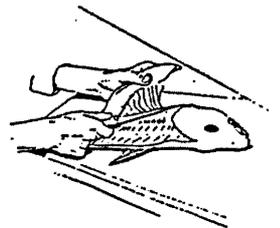
Habitat:

Côtes de Norvège, Grande Bretagne, Atlantique.

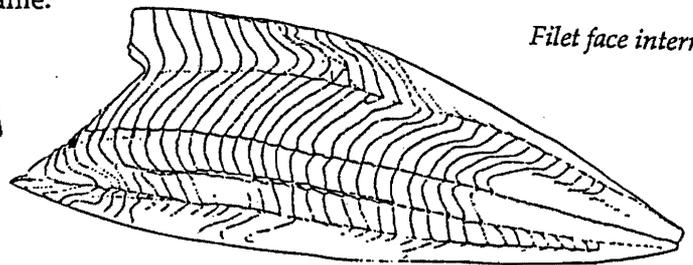
Rendement au filetage (données IFREMER recueillies sur un an):

Les rendements sont obtenus à partir de filets sans peau ni arêtes, à partir de poissons vidés.

R=49 à 57% suivant les catégories de taille.



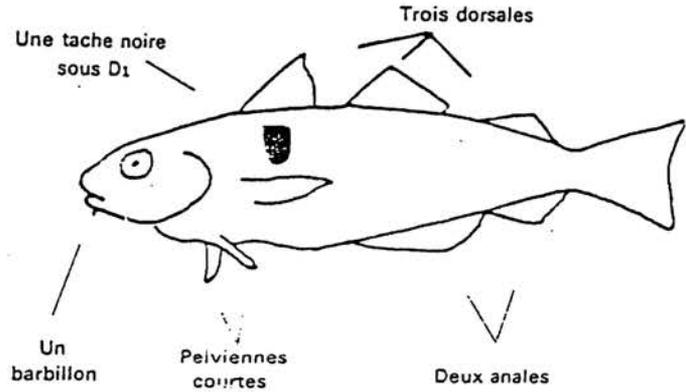
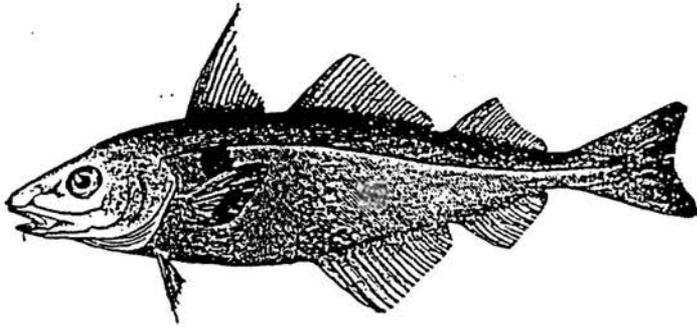
Filet face externe



Filet face interne

Production approximative usine par année: 3 à 5%

EGLEFIN



Appellations: Nom commercial: EGLEFIN
 Nom scientifique: *Melanogrammus aeglefinus*
 Nom SPM: Anon (fumé=Haddock)
 Nom anglais: Haddock

Taille: 0m30 à 0m80

Composition moyenne (en g/100g de chair):

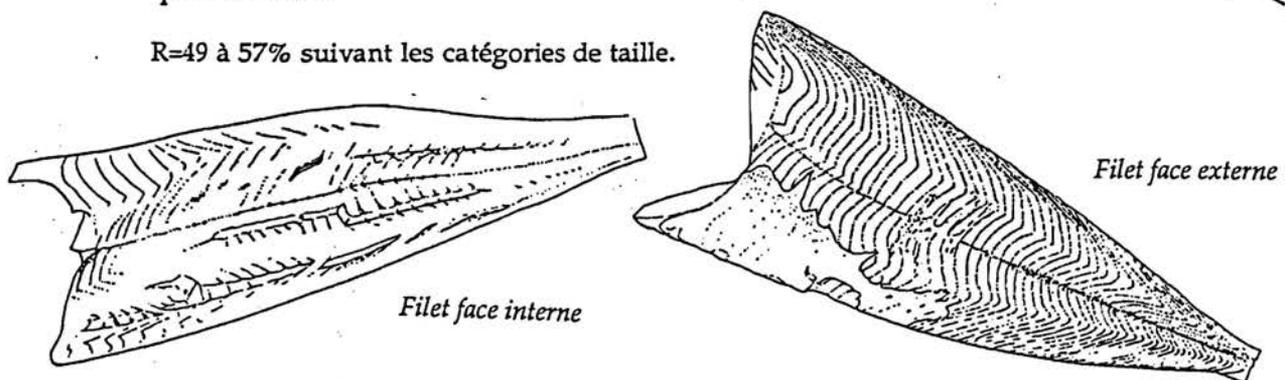
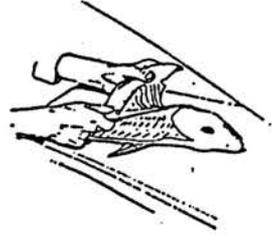
Protéines:	18,5%
Lipides:	0,2 à 0,3%
Eau:	81%
Cendres	1,5%

Habitat: Océan Glacial, Océan Atlantique, Mer du Nord.
 Poisson migrateur, accompagne la morue

Rendement au filetage (données IFREMER recueillies sur un an):

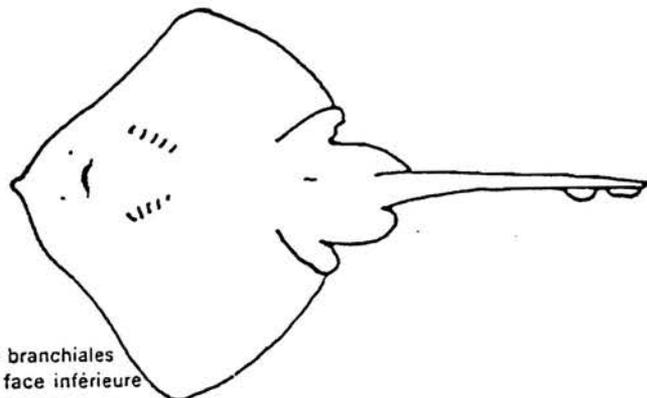
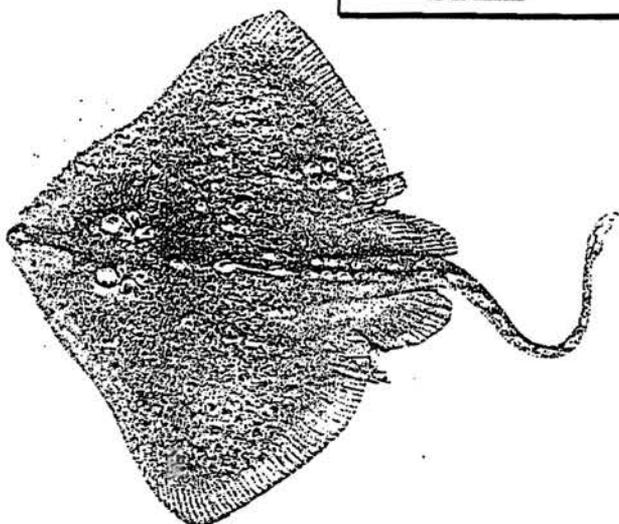
Les rendements sont obtenus à partir de filets sans peau ni arêtes, à partir de poissons vidés.

R=49 à 57% suivant les catégories de taille.



Production approximative usine par année: 1 à 3%.

RAIE



fentes branchiales
sur la face inférieure
du corps

Appellations:

Nom commercial: RAIE RADIEE
Nom scientifique: Raja Radiata
Nom SPM: Raie
Nom anglais:

Taille:

Atteint 62 cm

Habitat:

Océan Atlantique(Nord) et Méditerranée

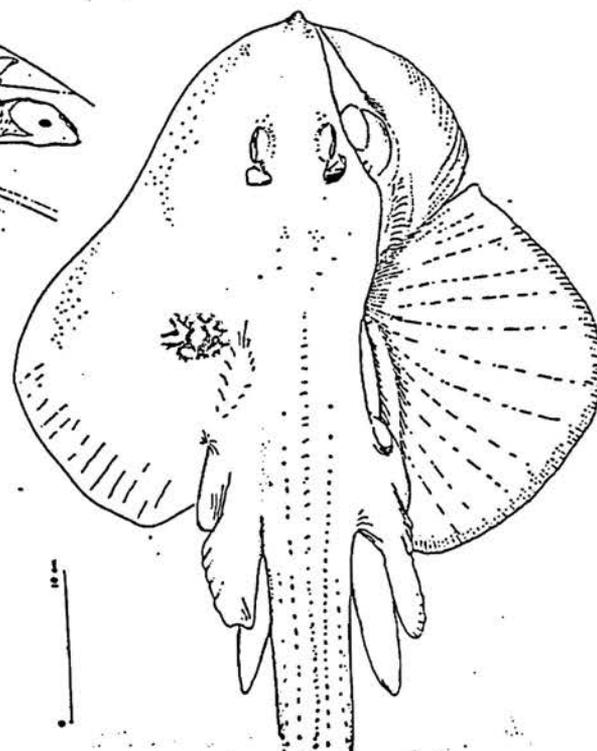
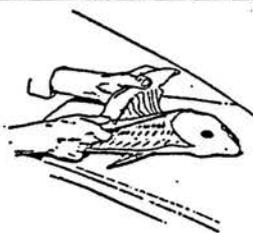
Composition moyenne (en g/100g de chair):

Protéines:	18,2 à 24,2%
Lipides:	0,1 à 1,6%
Eau:	77 à 82%
Cendres	-

Rendement au filetage(données IFREMER recueillies sur un an):

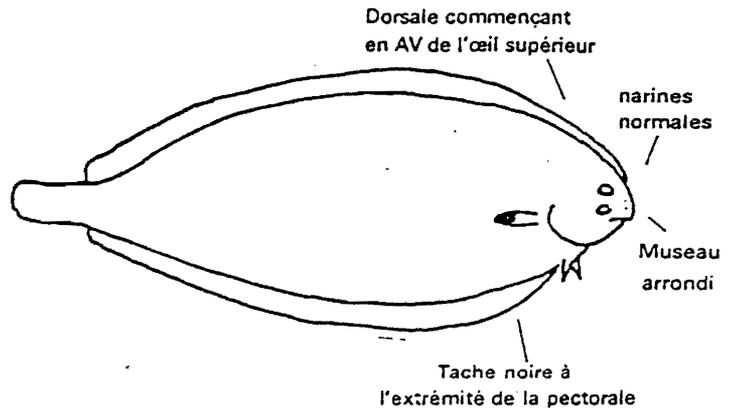
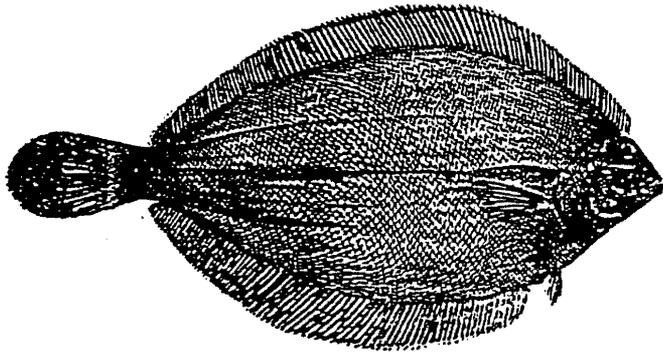
Les rendements sont obtenus à partir de :

Ailes non pelées	45 à 49%
Ailes pelées 1 face	37 à 45%
Ailes pelées 2 faces	88% .



Production approximative usine par année: 4 à 6%.

PLIE CYNOGLOSSE



Appellations:

Nom commercial: PLIE GRISE
Nom scientifique: Glyptocephalus cynoglossus
Nom SPM: Sole ou Grey sole
Nom anglais: Grey sole

Taille:

Atteint 78 cm

Composition moyenne (en g/100g de chair):

Protéines:	14,5 à 17,5%
Lipides:	0,2 à 12,2%
Eau:	81%
Cendres	-

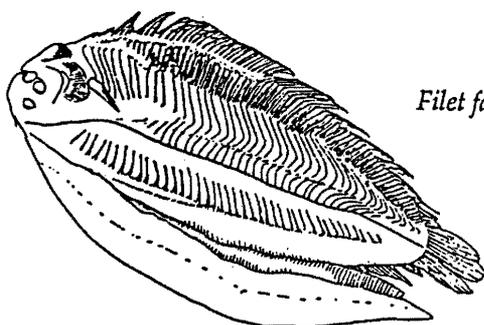
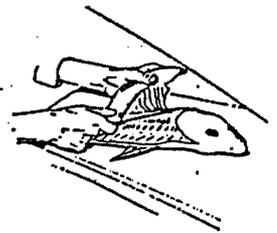
Habitat:

Océan Atlantique.

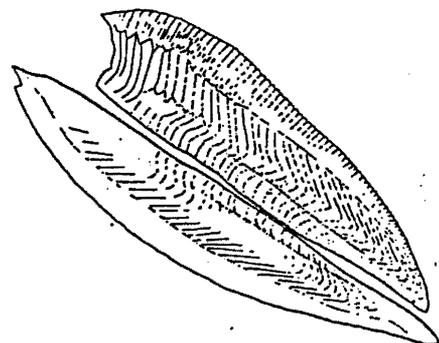
Rendement au filetage (données IFREMER recueillies sur un an):

Les rendements sont obtenus à partir de filets sans peau ni arêtes, à partir de poissons entiers.

R=29,5 à 30% suivant les catégories de taille.



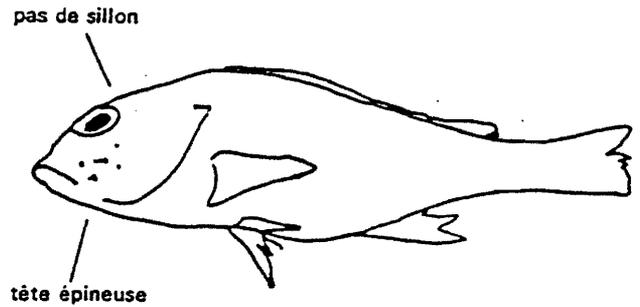
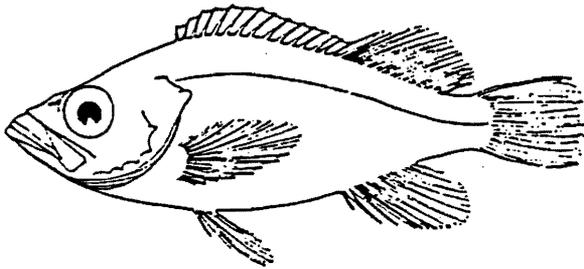
Filet face interne



Filet face externe

Production approximative usine par année: 1 à 4%.

RASCASSE DU NORD



Appellations:

Nom commercial: DORADE SEBASTE

Nom scientifique: *Sebastes Marinus*

Nom SPM: Rouget

Nom anglais: Ocean Perch

Taille:

Atteint 0m90

Composition moyenne (en g/100g de chair):

Protéines:	16,8 à 19,7%
Lipides:	3,2 à 8,1%
Eau:	73 à 79%
Cendres	-

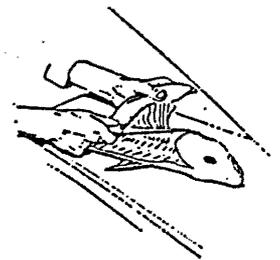
Habitat:

Océan Atlantique, Mer du Nord

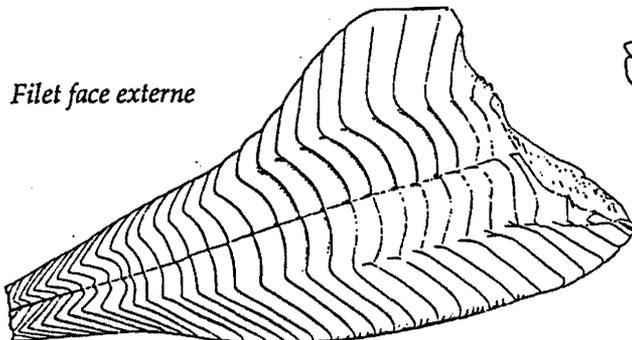
Rendement au filetage (données IFREMER recueillies sur un an):

Les rendements sont obtenus à partir de filets sans peau ni arêtes, à partir de poissons entiers.

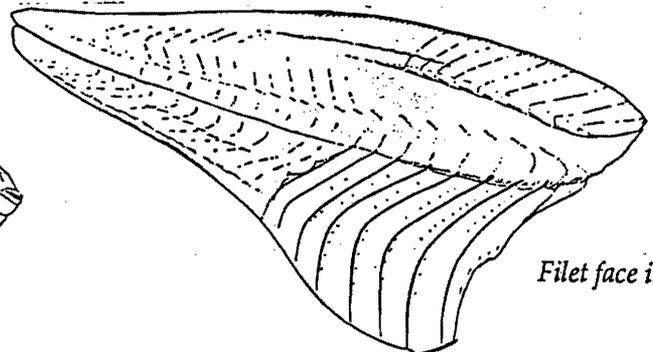
R=29,5 à 30% suivant les catégories de taille.



Filet face externe

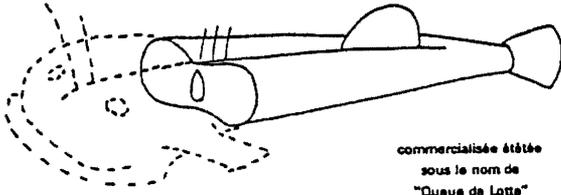


Filet face interne

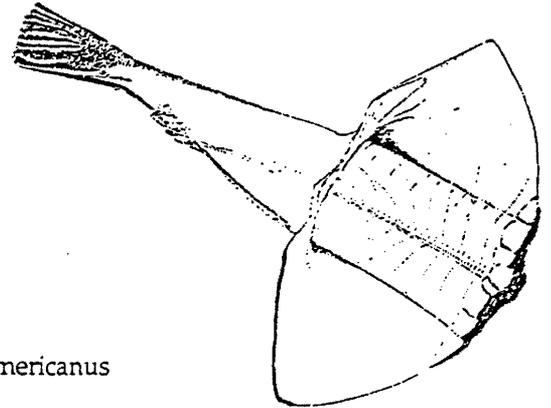


Production approximative usine par année: 4 à 6%.

BAUDROIE D'AMERIQUE



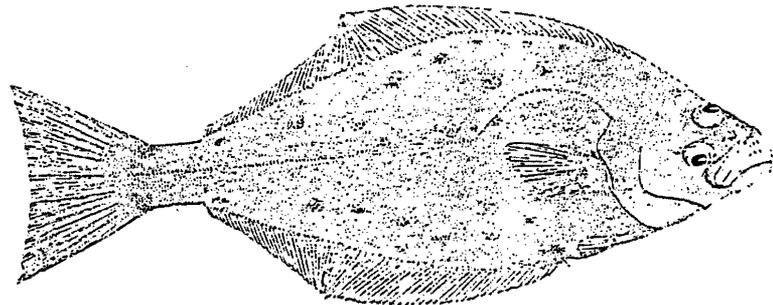
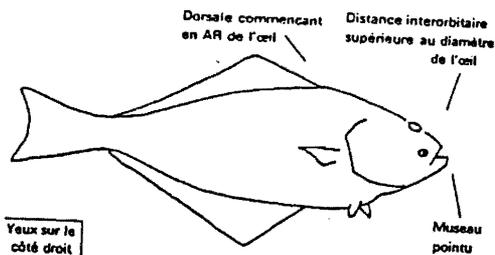
commercialisée étêtée
sous le nom de
"Queue de Lotte"



Appellations:

Nom commun: LOTTE
Nom scientifique: *Lophius Americanus*
Nom SPM: Lotte
Nom anglais: American Goosefish

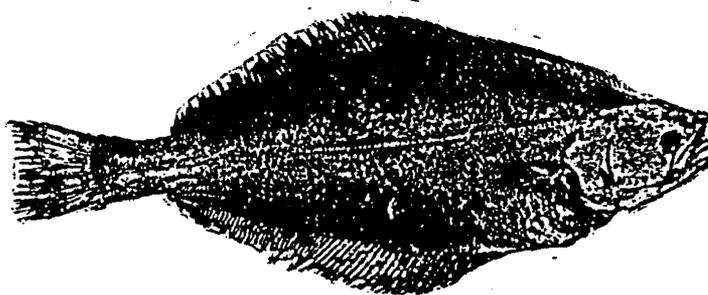
FLETAN DE L'ATLANTIQUE



Appellations:

Nom commun: FLETAN
Nom scientifique: *Hippoglossus hippoglossus*
Nom SPM: Fletan
Nom anglais: Atlantic halibut

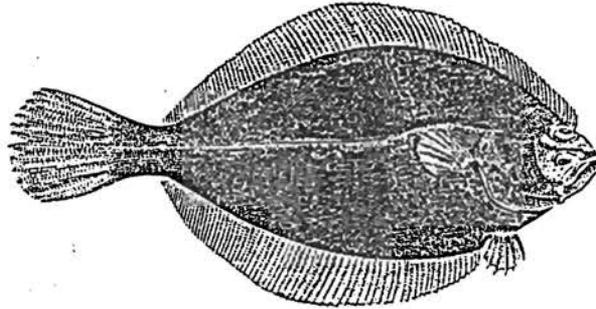
FLETAN NOIR COMMUN



Appellations:

Nom commun: FLETAN NOIR
Nom scientifique: *Reinhardus hippoglossoides*
Nom SPM: Turbot
Nom anglais: Greenland halibut

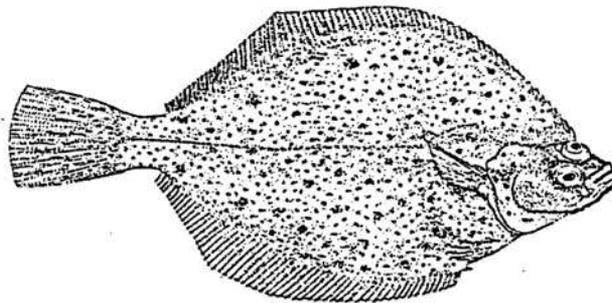
BALAI DE L'ATLANTIQUE



Appellations:

Nom commun: PLIE CANADIENNE
Nom scientifique: Hippoglossus platessoides
Nom SPM: Balai
Nom anglais: Flounder

LIMANDE A QUEUE JAUNE



Appellations:

Nom commun: -
Nom scientifique: Limanda ferruginea
Nom SPM: carrelet
Nom anglais: Yellowtail flounder

BIBLIOGRAPHIE

- DURAND H. : Revue des méthodes de fabrication des concentrés protéiques et huiles de poisson (Revue Science et Pêche N°261 / 1976)
- DURAND P. : Valorisation des sous-produits de la pêche (Revue Science et Pêche N°330 / 1983)
- FRONTIER-AB. Valeur alimentaire de farines fabriquées en laboratoire à partir de poisson de la région de Nosy-Bé (Annales de la nutrition et de l'alimentation du CNRS / Vol 32 / 1978)
- GNACADJA : Valeur des protéines d'alcanes et de trois farines animales pour la croissance et l'azote corporel du ver de farine (Annales de la nutrition et de l'alimentation du CNRS)
- KREUZER R : Fishery products (FAO)
- LARNAUD P : Utilisation de chutes de filetage et d'éviscération à l'usine Interpêche de Saint-Pierre et Miquelon (1985 / IFREMER UVP).
- MURRAY J The composition of fish (Torry research station N°38)
- SAINCLIVIER Industrie Alimentaire Halieutique (Vol 1 et 2)
- SPARRE T. : Fabrication de la farine de poisson en petites quantités (Bulletins des Pêches de la FAO Vol 6 / 1953)

Publication IFREMER :

- Poisson matière première de l'Industrie alimentaire

-Rendement des opérations de transformation du poisson, matière et main d'oeuvre (UVP / Nantes)

Logiciels informatiques utilisés :

- *Excel*
- *Word sous Windows*
- *Graph plus*
- *Statgraf*
- *Harvard*