

# RECHERCHES TECHNIQUES

## / TRAITEMENT DES DÉCHETS DE POISSON ET UTILISATION DES SOUS-PRODUITS (1) /

par

Gustave HINARD

*Chef du Service des Recherches techniques de l'Office des Pêches.*

### I. — LES POUDRES DE POISSON.

Deux conditions techniques essentielles commandent la prospérité de toute industrie, quelle qu'elle soit : obtention du rendement maximum en produit principal, mise en valeur des résidus ou utilisation des sous-produits.

La méconnaissance ou la négligence de l'une de ces conditions expose l'industriel qui s'en rend coupable à se voir battre, par des concurrents plus avisés, sur un terrain où il aurait pourtant les meilleures chances de réussite. On a fini par le comprendre en France. On a compris que de vieilles routines, encore admissibles tout au plus dans quelques affaires très spécialisées, sont incompatibles avec le progrès général des entreprises industrielles et que notamment, selon le principe appliqué depuis longtemps outre-Rhin, il ne faut envoyer à l'égoût ou à la voirie *aucune matière dont on puisse encore extraire une valeur.*

---

(1) Conformément au programme exposé dans le précédent fascicule de la *Revue des Travaux*, nous commençons ici la publication d'une série de monographies, dont nous espérons que la lecture intéressera les industriels de la pêche maritime.

Sauf exception, l'on n'y trouvera pas la relation d'expériences ou de recherches personnelles. Ce seront des études documentaires, destinées à « faire le point » de telle ou telle industrie maritime, à montrer les progrès récemment accomplis ou en voie d'accomplissement et, s'il se peut, à en suggérer de nouveaux.

Ces monographies ne feront donc pas double emploi avec les études spéciales ou comptes rendus de travaux que l'Office des Pêches maritimes sera appelé à publier sur les mêmes sujets. Ajoutons que, forcément restreintes en étendue, elles ne pourront prétendre à présenter un tableau complet, très détaillé, de chaque industrie considérée. On s'efforcera cependant de mettre en relief tous les faits de réelle importance pratique et de rendre ces abrégés suffisamment explicites pour donner au lecteur une idée nette des divers appareils, procédés de traitement ou modes d'emploi qu'il aura semblé opportun d'examiner.

Or, la pêche maritime est aujourd'hui une véritable industrie, l'une même de nos plus importantes. Elle s'efforce toujours davantage d'accroître ses moyens de production, d'élever le rendement de chaque unité de pêche. Plusieurs communications très remarquées, au dernier Congrès des Pêches maritimes et à la Semaine du Poisson de Dieppe, nous ont ouvert là-dessus de beaux horizons.

Pour ce qui est des résidus, déchets ou sous-produits de la pêche, on a été beaucoup moins vite. Peut-être cela tenait-il en partie à des conditions économiques trop favorables. Poisson abondant, vente facile et fructueuse : à quoi bon se préoccuper d'un *surplus* de faible valeur ? Pourtant, d'autres pays de grande pêche, les Etats-Unis, la Norvège, l'Angleterre, le Japon, jetaient sur le marché mondial de grosses quantités de poudres et d'huiles d'animaux marins, dont les emplois s'élargissaient à mesure. « La bise étant venue » pour nos armateurs à la pêche, voici que ces résidus méprisés prennent une éclatante revanche : n'a-t-on pas dit tout dernièrement que de leur récupération judicieuse dépend l'*avenir* de la pêche maritime française ?

Il serait donc oiseux d'insister longuement ici sur l'importance de cette industrie annexe, qui tend d'ailleurs, nous le verrons plus loin, à devenir partie intégrante de l'industrie principale et qui a pour objet le traitement des déchets de poisson. Armateurs, saleurs, conserveurs, savent qu'ils n'ont plus le droit de négliger cette source de bénéfices. D'autre part, les demandes de l'agriculture en engrais et en farine de poisson se font de plus en plus nombreuses, de nouveaux procédés de transformation des huiles en permettent une large utilisation dans des voies où il semblait que leur emploi dût rester toujours restreint. Bref, la cause est entendue. Et nous assistons en ce moment non pas à une création industrielle, sans doute, car l'industrie dont nous parlons a fait ses débuts il y a près de trois-quarts de siècle, mais à un essor qui promet de larges réalisations.

### Matières premières.

Sous le nom de déchets de poisson, nous désignons surtout les parties non comestibles de ces animaux, écartées soit à bord, sur les lieux de pêche, soit à terre, dans les ateliers de mareyage, dans les sécheries, saurisséries, fabriques de conserves, en général tous lieux de traitement ou de manutention du poisson. C'est, en France du moins, la source de presque toutes les matières premières dont nous avons à nous occuper ici.

Il faut toutefois y adjoindre, pour une petite part, les poissons entiers qui, par suite de décomposition prématurée, de meurtrissures, etc., ne peuvent être ni vendus tels quels ni mis en conserve, les poissons non comestibles (ou qui ne trouvent pas d'écoulement comme tels sur le marché), voire même, dans les cas de surabondance, des poissons comestibles et en bon état, mais que l'on n'a pas la possibilité de vendre, d'entreposer au frigorifique ou de soumettre à un traitement conservateur.

En d'autres pays, on dispose de quantités énormes de poissons uniquement consacrés à la fabrication de sous-produits. C'est le cas des Etats-Unis, où sur la côte atlantique on pêche dans ce but le menhaden, dont le traitement occupe des usines considérables. La sardine du Japon doit être pareillement considérée comme un poisson industriel.

En Grande-Bretagne, en Norvège, au Japon, de grosses quantités de sous-produits sont fabriqués avec des harengs entiers (1).

On peut obtenir avec le poisson trois grandes catégories de sous-produits : poudre (engrais ou farine), huile, colle. Mais tous les poissons, *a fortiori* tous les déchets proprement dits, ne se prêtent pas également bien à cette triple fabrication. Voici comment H. LINGERICH (1) classe les matières premières qui nous intéressent :

1° *Déchets pauvres en matière grasse, ne donnant pas de colle-gélatine, pour la fabrication de farine alimentaire et d'engrais azoté.* Dans cette catégorie se rangent, par exemple, les poissons maigres comme petits gadidés, les poissons plats, grondins, etc.

2° *Déchets pauvres en matière grasse, propres à la fabrication de farine alimentaire (ou d'engrais) et de colle.* Cette catégorie comprend principalement les déchets de sécheries de morue (têtes, peaux, nageoires, arêtes). On peut y ranger les mêmes déchets d'autres poissons qui s'expédient étêtés ou découpés en filets : églefin, cabillaud, morue salée, lingue, merlu, lieu noir, ainsi que les déchets de raie et de chien de mer. Les deux dernières espèces laissent des déchets particulièrement avantageux pour la fabrication de la colle.

3° *Déchets riches en matière grasse, pour la production de farine alimentaire (ou d'engrais) et d'huile.* — Dans cette catégorie sont principalement représentés les clupéidés : hareng, sardine, sprat, alose, etc. (Nous y ajouterons le thon, pêché abondamment en France).

Le présent article n'a trait qu'à la fabrication, aux caractères et aux usages des poudres.

*Composition chimique des déchets.* — On sait que la composition de la chair de poisson est très variable d'une espèce à une autre et que les variations sont essentiellement dépendantes de la proportion de matière grasse (huile). C'est-à-dire que la chair *privée d'huile* a une composition non pas constante, certes, mais variable dans des limites beaucoup plus étroites que la chair brute.

J'ai montré, en m'appuyant sur des données analytiques *moyennes* que la teneur en eau de cette chair supposée complètement déshuilée oscille peu autour de 80 % pour des espèces comme le bar, le colin, le congre, le grondin, le maquereau, la morue, le saumon, etc., auxquels leurs teneurs en matière grasse assignent des compositions brutes (et des valeurs alimentaires) très diverses (1).

Les différences s'atténuent encore si l'on considère la chair musculaire déshuilée et desséchée. Prenons pour exemple ces deux analyses de BALLAND :

	MORUE FRAICHE	MAQUEREAU
Eau .....	84,20 %	67,60 %
Matières azotées.....	13,87 —	15,67 —
Matière grasse.....	0,14 —	15,04 —
Matières minérales.....	0,79 —	1,41 —

(1) Cf. DONALD K. TRESSLER : *Marine products of commerce* (1923).

(1) H. LINGERICH : *Fischabfallverwertung. Der Fish* (1924), II, 365.

(1) G. HINARD : *Le Poisson de mer. Bull. Soc. Hyg. alim.* (1923), XI, p. 550. — *Etude sur la valeur alimentaire du poisson de mer. Notes et Mémoires de l'Office des Pêches Maritimes* (1923), n° 28.

Par le calcul, enlevons la matière grasse et l'eau. Il nous reste alors deux produits renfermant respectivement :

Pour la morue : 88,5 % de matières azotées (soit Azote : 14,16 %).

Pour le maquereau : 90 % de matières azotées (soit Azote : 14,40 %).

Par conséquent, si nous ne devions traiter que de la chair musculaire, pour la déshuiler à fond et la dessécher complètement ou toujours au même degré, nous obtiendrions des poudres de poisson de composition à peu près fixe, dont le taux d'azote notamment (qui en détermine la valeur marchande) varierait peu.

Mais tel n'est pas le cas. Si, au lieu de considérer la chair musculaire, nous considérons le poisson entier, les différences de composition s'accroissent davantage. Les analyses de poissons entiers font défaut : on n'a guère jugé utile, en effet, d'analyser que la partie comestible pour en déduire sa valeur nutritive. Mais nous savons que, d'une espèce de poisson à une autre, la proportion d'*abats* (tête, entrailles, arêtes) varie considérablement. Or, ces *abats*, nous aurons à les faire entrer en fabrication, de telle sorte que les poudres, même parfaitement déshuilées et desséchées, préparées avec des poissons entiers, présenteront entre elles de notables différences de composition et, partant, de valeur intrinsèque comme engrais ou comme aliment pour les animaux de ferme ou de basse-cour.

Différences encore plus grandes si nous ne traitons que les déchets, les parties non comestibles du poisson, puisqu'alors n'interviendra plus l'élément de régularité qu'est la chair maigre ou dégraissée.

Voici quelques nombres, extraits d'analyses faites par moi sur plusieurs sortes de déchets. Ils se rapportent à un même poisson, le merlu. Pour la clarté des comparaisons, les résultats d'analyse sont rapportés aux déchets secs, rigoureusement privés d'eau.

	CHAIR	TÊTES ET ARÊTES	ENTRAILLES (sans les foies)
Matières azotées (protéine).....	84,50 %	56,12 %	72,50 %
Matière grasse.....	4,15 —	1,71 —	11,96 —
Matières minérales.....	11,18 —	42,48 —	15,54 —
Phosphate de chaux.....	6,17 —	35,87 —	6,34 —
Azote total.....	13,52	8,98	11,60 —

On remarquera les fortes proportions de phosphate de chaux, par rapport aux matières minérales totales. En réalité, le phosphore, *dosé dans les cendres*, n'existe pas tout entier à l'état de phosphate dans les déchets : une fraction en est liée aux molécules azotées organiques, une autre à des molécules grasses (ou lipoïdiques).

Il faut mettre à part les foies de poissons maigres, particulièrement de gades (morue, merlu, églefin) et de raies, que leur très haute teneur en huile distingue en effet des autres déchets et qui font l'objet d'un traitement spécial.

Notons en passant que, lorsqu'on parle de poissons maigres et de poissons gras, les qualificatifs ne s'appliquent qu'à la chair. Chez les poissons gras, l'huile de réserve physiologique est répartie dans la masse musculaire, plus ou moins uniformément d'ailleurs. Chez les poissons maigres, elle est localisée dans le foie. La morue est le

type du poisson maigre (1); mais son foie représente souvent 30 % du poids total du corps et renferme jusqu'à 60 % d'huile; ce poisson *maigre* est en état de nous fournir près de 20 % de son poids en matière grasse, si nous savons l'extraire totalement.

W. TOMANDER indique les compositions centésimales suivantes pour les espèces de poissons le plus souvent employées en Allemagne à la fabrication de farine :

	MATIÈRE SÈCHE	MATIÈRE GRASSE	CENDRES	AZOTE TOTAL	AZOTE SOLUBLE EAU FROIDE	AZOTE SOLUBLE EAU BOUILLANTE
Epinoche .....	35.0	14.0	1.3	3.2	1.1	0.07
Grondin .....	27.0	6.0	1.7	3.2	1.02	0.2
Hareng .....	26.9	7.4	1.7	3.0	1.03	0.2
Sole .....	21.6	4.0	1.3	2.8	0.75	0.15
Cabillaud .....	19.0	0.1	1.1	2.7	0.86	0.3
Eglefin .....	20.8	0.1	1.0	2.6	0.80	0.15
Lieu noir.....	19.0	0.1	1.1	2.7	0.86	0.3

Le pourcentage d'azote soluble est moindre dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, à cause de la coagulation de l'albumine par la chaleur.

*Valeur des déchets.* — Suivant donc la variété des déchets que nous aurons à travailler, nous produirons des poudres de poisson de qualités différentes. Cela rend assez difficile l'établissement de la valeur moyenne que représentent ces résidus. Essayons cependant de poser quelques chiffres indicatifs.

En ce moment (octobre 1929) on cote l'azote (vendu aux négociants) dans l'engrais de poisson, à 18 francs le degré; dans la farine, à 23 francs environ (207 francs les 100 kilos pour une farine titrant de 42 à 45 % de protéine, soit de 6,7 à 7,2 % d'azote). Ces prix sont excessivement hauts. Au printemps de cette année, l'azote-engrais était coté 16 fr. 50, l'azote-farine ressortait à 20 francs environ le degré. Prenons pour base ces cours plus proches de l'état d'équilibre.

On compte que 100 kilos de déchets de poisson *tout-venant*, pouvant être desséchés, moulus et mis en vente sans dégraissage (déchets de poissons maigres) fournissent de 20 à 25 kilos de poudre à 10 % d'humidité et titrant de 7,5 à 9,5 % d'azote, soit en moyenne 8,5 %.

Il en résulte que d'une tonne de ces déchets on peut extraire approximativement une valeur de :

Engrais .....	300 francs
ou Farine .....	400 francs

(1) Très maigre et par conséquent de faible pouvoir calorifique. On m'a fait dire quelque part, je ne sais par suite de quel enchaînement de transcriptions et de transpositions, qu'une livre de morue fournirait 1.650 calories, une livre de bœuf 900 seulement, une livre de poulet 472. Je saisis l'occasion de renier publiquement cette monstruosité. La morue dont la composition est mentionnée ci-dessus ne pouvait donner que 62 calories par 100 grammes, soit 310 par livre. On admet une moyenne de 70 par 100 grammes, 350 par livre. Pour le bœuf, j'ai indiqué dans une publication déjà citée que, suivant la proportion de graisse des morceaux offerts à la consommation, la valeur calorifique peut varier du simple au quadruple, soit, en chiffres ronds, de 500 à 2.000 calories par livre. Je n'ai jamais comparé le poisson au poulet, du moins à ce point de vue... Il n'en reste pas moins que la morue est un excellent *aliment azoté*, sain, digestif et peu coûteux.

Avec les déchets gras on obtient moins de poudre vendable comme telle, mais on récupère une huile qui, selon sa qualité, sera cotée, aux cours actuels du marché, de 300 à 400 francs les 100 kilos, en chiffres ronds. (Je parle ici d'huile industrielle et non d'huile de foie médicinale ou vétérinaire).

Avec un rendement de 15 % de poudre et 10 % d'huile, on extrairait des déchets une valeur de 500 à 600 francs par tonne, selon la qualité de chacun des sous-produits.

Ces chiffres, tout grossiers qu'ils soient, montrent pourtant que le traitement des déchets de poisson peut constituer une exploitation intéressante, mais à la double condition de tabler sur des quantités assez importantes de matière première et de ne la payer (si on l'achète) qu'un prix modique. D'où la nécessité de trouver sur place ou dans un très petit rayon l'approvisionnement nécessaire; on ne peut songer à grever de frais de transport des résidus de faible valeur. L'utilisation générale des déchets issus de la pêche maritime implique donc la multiplicité des usines ou, pour mieux dire, et l'on verra pourquoi plus loin, la multiplicité des installations de traitement.

Mais on risque alors de tomber dans un excès de petitesse et de créer des entreprises qui ne rémunèrent pas le capital engagé.

*Déchets frais, déchets avariés.* — La nécessité du traitement sur place se justifie par d'autres raisons. Il ressort des cours indiqués ci-dessus que l'azote-farine vaut de 25 à 30 % plus cher que l'azote-engrais. L'industriel devra donc tendre, si la nature des déchets dont il dispose le lui permet, à produire une poudre de poisson vendable comme farine alimentaire. Mais les qualités que l'acheteur réclame de cette farine ne peuvent lui être garanties que si l'on traite des déchets frais, non corrompus, exempts non seulement de substances nocives qui ne seraient peut-être pas éliminées ou détruites en cours de fabrication, mais encore de produits de décomposition des matières azotées et d'altération de la matière grasse, produits qui persisteraient dans la poudre et lui communiqueraient une odeur et un goût désagréables, pour ne pas dire répugnants.

Un autre désavantage de la corruption des déchets est la perte d'azote qui en résulte. A l'état frais, une fraction des matières azotées est soluble dans l'eau; elle est constituée par les albuminoïdes des liquides organiques. Elle s'écoulerait dans le suc, si les déchets étaient pressés tels quels après un simple hachage; elle passera, pour une part, dans le bouillon de cuisson, si l'on traite les déchets, en vue de leur déshuilage, par l'eau bouillante ou par la vapeur.

La corruption du poisson, très rapide, comme on le sait, se traduit chimiquement par une augmentation de l'azote soluble, du fait de la dégradation des matières protéiques suivant le schéma :

Albumine → Albumose → Peptone → Amino-acides → Amines et Ammoniaque.

A partir du second terme, les substances azotées ne sont plus coagulables à chaud, comme les albumines vraies; elles seront donc totalement perdues dans les jus ou bouillons de cuisson. A la fin de la série on trouve des corps volatils qui se dégageront de la masse en voie de putréfaction, si on leur en laisse le temps, et qui, de toute façon, seront chassés au cours de la dessiccation à chaud.

Donc, soit que l'on vise à la production d'engrais ou de farine, il y a grand

intérêt à ne pas laisser se corrompre les déchets, à les traiter aussitôt que possible. Sans doute pourrait-on envisager un moyen de conservation et même plusieurs. L'entreposage en chambre froide, d'abord; procédé recommandable si l'on dispose, pour d'autres buts, d'espaces réfrigérés; quant à user des frigos uniquement pour entreposer des déchets de poisson... disons que le jeu n'en vaudrait pas la chandelle. On a conseillé le salage, plus accessible, moins onéreux que le froid artificiel; procédé applicable si l'on doit traiter ensuite les déchets par cuisson à l'eau ou à la vapeur, le sel étant alors éliminé, mais à rejeter quand on opère par séchage direct, car il importe de livrer une poudre, engrais ou farine, ne renfermant qu'une quantité minime de chlorure de sodium. Des antiseptiques, comme l'aldéhyde formique, le borax, le bisulfite de soude, les hypochlorites alcalins, pourraient évidemment servir (1). Mais tous présentent des inconvénients techniques, de sorte qu'en définitive il faut maintenir la recommandation première : avoir pour autant que possible des déchets frais et les traiter dans le plus bref délai.

Tandis que la molécule albuminoïde se disloque et fournit une gamme de corps de solubilité croissante, la molécule grasse éprouve aussi des transformations très préjudiciables au rendement général et à la valeur de la fabrication.

Les huiles de poisson, en effet, se caractérisent par leur haute teneur en glycérides d'acides gras *fortement non-saturés*. Cette constitution chimique leur confère une propriété très utile pour certains usages, mais fort gênante en d'autres cas : c'est une facilité exceptionnelle d'oxydation. De plus, sous diverses influences et notamment quand ces huiles se trouvent en contact avec des matières azotées corrompues, leur édifice moléculaire se fend : la glycérine d'une part, les acides gras d'autre part se libèrent, les huiles vont s'acidifiant de plus en plus (2).

Oxydation et acidification concourent à faire de l'huile de poisson une matière très colorée, d'odeur *sui generis* très forte, souvent repoussante, qui en outre s'émulsionne assez facilement avec l'eau, surtout quand celle-ci est chargée de substances azotées qui en augmentent la viscosité.

Les déchets avariés, s'ils sont traités pour l'extraction de l'huile, fourniront donc un produit malpropre, situé très bas sur l'échelle des prix et dont l'épuration, si on la tente, sera pénible et coûteuse. Dans le cas du traitement par cuisson, l'huile se séparera mal des jus aqueux, il faudra recourir à des moyens spéciaux de récupération ou se résoudre à en évacuer une fraction importante à l'égout.

L'altération de l'huile nous fournit donc aussi un argument très fort en faveur du traitement des déchets frais.

*Déchets de sécherie, de sauriserie, etc.* — Jusqu'ici, nous n'avons envisagé que les poissons ou déchets de poissons provenant directement de la pêche, n'ayant été l'objet d'aucune préparation.

Il nous faut dire quelques mots des déchets de poissons salés ou fumés. Ceux-ci,

---

(1) On a cru pouvoir préconiser la chaux. C'est une hérésie. La chaux caustique attaque les matières azotées organiques et accélère considérablement leur transformation en ammoniac. On n'entraverait donc la putréfaction qu'en envoyant une bonne part de l'azote dans l'atmosphère.

(2) BULL (*Fishing Gazette*, Annual Review 1921) a étudié spécialement à ce point de vue la fabrication de poudre et d'huile de sardine, en suivant l'acidification de l'huile et notant ses caractères.

quoique nous les supposions en bon état de conservation, possèdent une composition et des caractères qui les distinguent nettement des autres.

Ils sont moins aqueux. Le sel, en effet, exerce sur le poisson une action déshydratante. Le séchage avant fumage, ce fumage même ensuite réduisent encore la proportion d'eau initiale. Quelques chiffres fixeront les idées à cet égard. Ils concernent seulement la partie comestible du poisson (chair musculaire).

	EAU	MAT. AZOTÉE	MAT. GRASSE	MAT. MINÉRALES
Morue fraîche (a).....	81,69	16,54	0,35	1,42
Morue sèche (salée) (a).....	14,47	69,30	2,34	10,42
Hareng frais (a).....	75,35	16,90	6,08	1,67
Hareng salé (b).....	46,23	18,90	16,89	16,41
Hareng saur (c).....	34,38	36,76	15,74	13,12
Sardine fraîche (a).....	73,10	22,69	2,33	1,88
Sardine salée (a).....	69,01	24,17	2,48	4,34

(a) ALQUIER, (b) ALMEN, (c) ATWATER et WOODS.

L'augmentation des matières minérales est due principalement à la pénétration du sel. Or ce sel, je l'ai déjà dit, ne doit figurer qu'à très petite dose dans les poudres de poisson; il faudra donc l'enlever, par trempage ou cuisson, avant de sécher les déchets.

Si les poissons ont été salés depuis un certain temps, les matières azotées ont pu y éprouver des modifications sensibles (autolyse), différentes de celles que provoquent les microbes de la putréfaction, mais ayant encore pour aboutissement une solubilisation partielle: d'où perte accrue d'azote dans les jus de cuisson.

La matière grasse enfin, surtout dans les poissons fumés, s'est oxydée plus ou moins profondément. On ne peut extraire des déchets de saurissage qu'une huile brun foncé, très odorante, de valeur commerciale inférieure à celle de l'huile claire que délivrent, par des procédés de traitement appropriés, les déchets de poissons frais.

*Déchets divers.* — Aux déchets de poisson peuvent être ajoutés ceux d'autres animaux marins: squales, crustacés, mollusques. Les squales apportent les mêmes éléments que les poissons; il n'y a de distinction à faire qu'en ce qui concerne la constitution de leur huile, dont il sera parlé dans une autre étude. Les carapaces de crustacés apportent une forte proportion de carbonate de chaux et une matière azotée, la chitine, analogue à la kératine des poils et des ongles d'animaux terrestres, peu ou point digestible, ne se désagrégant qu'avec une extrême lenteur dans le sol où elle sera enfouie. Les coquilles de mollusques sont principalement constituées par du carbonate de chaux. Carapaces et coquilles ne sauraient donc que diminuer la valeur des poudres de poisson, essentiellement basée sur leur teneur en azote.

Nous avons autrefois, mon regretté collègue Robert FILLON et moi, appelé l'attention sur l'intérêt que présentent à ce point de vue les étoiles de mer (1). Au dernier Congrès des Pêches maritimes (Dieppe, septembre 1929), le vœu fut émis par la section d'ostréiculture que les cultivateurs soient renseignés sur la valeur des étoiles

(1) G. HINARD et R. FILLON: Sur la composition chimique des Astéries. *C. R. Acad. Sc.*, (1921), CLXXIII, 935.

de mer pour la fumure des champs. Il me semble opportun de rappeler aussi aux industriels que ces animaux, qui pullulent sur certains points de nos côtes et ravagent les gisements et les parcs huîtres, sont en état de fournir une poudre non dépourvue de valeur, quoique les matières minérales (dont le carbonate de chaux représente environ les 9/10) y soient en proportion élevée. Voici deux analyses de poudre sèche obtenue par nous avec des étoiles de mer :

	N° 1	N° 2
	OLÉRON	LUC-SUR-MER
Matières azotées.....	36,75 %	34,50 %
Matière grasse.....	6,80 —	8,27 —
Matières minérales.....	54,26 —	51,65 —
Matières extractives.....	2,19°—	5,58 —
Azote total.....	5,87 —	5,52 —

La teneur en azote est faible. Mais on peut se procurer la matière première dont il s'agit à un prix infime et, en la mélangeant avec des déchets riches, en faire une poudre de valeur commerciale moyenne.

### Procédés de fabrication

En principe, les poudres de poisson sont constituées par des poissons entiers ou des déchets convenablement desséchés et moulus.

Mais il faut rappeler tout de suite qu'un excès de matière grasse dans les engrais ou farines de poisson est préjudiciable à leur emploi (et à leur vente) et que, d'autre part, vu le prix élevé des huiles, il est souvent avantageux de les récupérer plutôt que de les laisser dans des produits dont elles ne font qu'abaisser la valeur.

Nous pouvons donc envisager dès l'abord deux modes distincts de fabrication : l'un applicable aux poissons ou déchets maigres, l'autre aux poissons ou déchets gras. Pour les premiers, le simple séchage suffit. Pour les seconds, il doit être accompagné d'un déshuilage.

En Sibérie, au Japon, en Chine, aux Indes, on se borne encore souvent à faire sécher les poissons ou déchets à l'air libre, soit tels quels s'ils sont maigres, soit après cuisson s'ils sont gras. Ce moyen primitif n'a pas à être pris en considération ici.

Le séchage est en soi une opération industrielle courante, pour laquelle on dispose de nombreux types d'appareils. On doit toutefois observer que les matières azotées animales sont éminemment altérables par la chaleur et que les matières grasses, particulièrement les huiles de poisson, lesquelles figurent toujours en quelque proportion dans les déchets que nous avons à traiter, s'altèrent d'autant plus rapidement que la température est plus élevée. Un procédé de séchage rationnel sera donc conditionné par la nécessité de respecter la constitution de ces matières, surtout si l'on prévoit la fabrication de farine alimentaire. Dans ce cas aussi on doit éviter la destruction des vitamines par la chaleur.

Le déshuilage peut précéder le séchage ou le suivre. Dans le premier cas, les déchets sont cuits à l'eau ou à la vapeur, ce qui a pour effet l'éclatement ou la désagrégation

gation des cellules adipeuses, la libération de l'huile et son entraînement dans le jus de cuisson. Dans le second cas, la matière suffisamment déshydratée est traitée par un dissolvant des corps gras, qui enlève l'huile et que l'on récupère ensuite.

Nous allons passer en revue ces diverses manières de traiter les déchets de poisson et les combinaisons dont elles sont susceptibles.

*Séchage direct.* — Le plus généralement, ce séchage s'effectue dans des appareils cylindriques (tambours, trommels) horizontaux ou inclinés, traversés par un courant d'air et agencés de telle façon que les matières à sécher y soient tenues en mouvement continu. Des dispositifs bien connus de palettes remplissent cet objet. Le cylindre peut tourner autour de son axe, ou rester fixe, mais avec un mécanisme intérieur d'agitation.

Comme moyen de chauffage, on s'est adressé longtemps, notamment aux Etats-Unis, à un procédé énergique, rapide et peu coûteux. Il consistait à envoyer dans l'axe de l'appareil un jet de flamme produit par un combustible liquide, ordinairement de l'huile de poisson extraite à l'usine même. On atteignait ainsi dans le séchoir une très haute température. Les matières azotées et grasses y éprouvaient un commencement de décomposition pyrogénée. Il en résultait une perte de substance, le risque de prise en feu et l'obtention d'un produit torréfié, corné, mal digestible, ne pouvant être utilisé que comme engrais.

Les procédés modernes sont moins brutaux. Au lieu d'un jet de flamme, on peut envoyer dans le séchoir un jet d'air chaud, dont on règle la température. (Certains fours étaient ainsi chauffés par de l'air entrant à 800-850° C., sortant à 130-150°; on y faisait de la torréfaction, comme dans les fours à jet de flamme, quoique avec moins de risques.) Mais la préférence est donnée aux appareils à chemise de vapeur, qui peuvent même être chauffés avec de la vapeur d'échappement, puisqu'on ne cherche plus, au contraire, à obtenir des températures élevées, même pour la fabrication de l'engrais. Dans certains modèles, l'axe est creux et donne passage à un courant de vapeur.

Selon les quantités de déchets à traiter journellement, il est avantageux d'installer un sécheur continu ou discontinu (1).

Les appareils à marche continue répondent aux exigences d'une forte production (au moins plusieurs tonnes de déchets par jour).

Ce sont des cylindres plus ou moins longs, mobiles autour de leur axe, dans lesquels la matière chemine lentement, pour en sortir desséchée au degré voulu. Deux ou plusieurs cylindres peuvent être installés en série, suivant leur capacité, la quantité de déchets à traiter et par conséquent la vitesse nécessaire de marche de ceux-ci dans les appareils. Selon les dispositions du local où l'installation doit être faite, on a recours à des cylindres longs, au nombre de deux ou trois, par exemple, ou à des cylindres courts en plus grand nombre, disposés alors en faisceau et enfermés dans une seule chemise de vapeur. La circulation d'air dans les cylindres, pour l'entraînement de l'eau évaporée, est assurée par un aspirateur.

Les appareils à marche intermittente se prêtent aux petites productions (à partir

(1) Cf. J. PÉRARD : Les huiles, les farines, les engrais de poissons. *La Pêche Maritime*, numéro hors série, 8 septembre 1929, p. 91.

de quelques quintaux de déchets par jour). Ce sont encore des cylindres, mais de longueur réduite et d'assez fort diamètre, où la matière à dessécher est introduite d'un coup et qu'on décharge quand on juge la dessiccation suffisamment poussée. Comme dans les précédents, l'air y circule et entraîne la vapeur émise.

Ces types d'appareils peuvent être modifiés de façon à travailler sous vide, ou du moins à pression réduite. Il est certain que l'emploi du vide permet l'obtention de produits supérieurs, soit parce qu'il est possible d'y travailler à température plus basse, soit simplement parce que la matière grasse y est mieux respectée que dans le chauffage en atmosphère oxydante. Cependant, si dans les appareils à circulation d'air on ne dépasse pas 65-70° C, la poudre fabriquée avec des déchets frais est de bonne apparence, peu colorée, peu oxydée, propre à l'emploi pour la nourriture des animaux.

Dans des systèmes de construction allemande, les cylindres sécheurs sont précédés d'un cylindre dit « stérilisateur » plus fortement chauffé, où les déchets sont soumis pendant quelques minutes à une température supérieure à 100°. Il en résulte, au dire des constructeurs, un effet marqué sur la bonne conservation de la poudre fabriquée.

Quel que soit l'appareil choisi, il ne donnera de résultats constants que si on lui délivre des matières premières ayant sensiblement la même teneur moyenne en eau et se présentant sous une forme appropriée au séchage, c'est-à-dire en morceaux ou fragments de grosseur convenable. Il y a donc utilité à hacher ou déchiqueter les déchets volumineux avant de les introduire dans le sécheur. On trouve chez les constructeurs des appareils rotatifs à couteaux remplissant cet office.

Le séchage direct, comme il a été dit, s'applique plus spécialement aux déchets maigres. On peut cependant traiter de la même façon des déchets gras (qui seront ensuite déshuilés ou non, question que nous discuterons tout à l'heure). Mais il faut tenir compte que l'huile, dès qu'elle atteint une certaine proportion, met obstacle à la dessiccation, en revêtant les déchets d'un enduit protecteur. Le rendement des appareils s'en ressent. Si l'on travaille en continu, on devra soit diminuer la vitesse de translation de la matière dans les cylindres, soit augmenter la capacité de ceux-ci (en longueur ou en diamètre) pour qu'à vitesse égale de chargement la matière y séjourne plus longtemps. Le projet d'installation sera donc basé sur la faculté de dessiccation des déchets les plus gras que l'on se proposera de traiter. Dans le travail discontinu, le même appareil pourra servir à tout, mais les déchets relativement gras demanderont généralement pour leur séchage (à proportion d'eau égale) plus de temps que les déchets maigres.

A partir d'un certain taux d'huile, le séchage direct ne donnerait plus que des mécomptes. Non seulement il deviendrait très lent et très irrégulier, mais encore les parois chauffées se recouvriraient d'une couche huileuse, qui s'opposerait aux échanges thermiques, ferait augmenter la consommation de vapeur et, s'oxydant fortement, détériorerait le produit fini.

Supposons des déchets à 10 % d'huile, 70 % d'eau et 20 % de substances solides non grasses. Réduite à 10 % d'humidité, cette matière contiendra 25 % d'huile et formera une masse pâteuse, d'où une partie de l'huile tendra à se dégager, surtout à chaud.

Il serait tout à fait impraticable de dessécher ainsi des foies de gadidés ou de raies, ou même des harengs très gras (entiers).

Certains déchets maigres ne se prêtent pas ou ne se prêtent que mal à ce procédé de traitement. Ce sont ceux qui proviennent de poissons gélatineux. Ordinairement très aqueux, ils laissent en outre écouler un liquide chargé de substances albuminoïdes qui, dès le début de l'opération, forment en surface, une croûte presque imperméable. A la sortie de l'appareil, tandis que les autres déchets maigres sortiront pratiquement secs et faciles à broyer ou à moudre les déchets gélatineux seront encore intérieurement à l'état de masses molles, qu'il faudrait hacher finement pour en achever la dessiccation. De plus, les matières azotées du liquide d'exsudation, en se coagulant ou se desséchant sur la paroi chaude, auront tôt fait de l'encrasser, ce qui nécessitera des grattages fréquents.

Les déchets de cette sorte doivent donc subir un traitement préliminaire : hachage et forte pression destinée à extraire la majeure partie du suc musculaire, ou mieux cuisson, comme il sera dit pour les déchets gras.

Même si l'on ne traite que des déchets frais, ils émettent au séchage des vapeurs malodorantes, insupportables pour le voisinage dès que la fabrication prend quelque activité. C'est pourquoi les fabriques de poudre de poisson sont classées parmi les établissements dangereux, insalubres ou incommodes (1<sup>re</sup> classe, incommodes) et doivent, à ce titre, être éloignées des habitations (loi du 19 décembre 1917, décrets du 17 décembre 1918 et du 24 décembre 1919).

Si la fabrique n'est pas complètement isolée, il est nécessaire de capter ces émanations. Elles sont de nature complexe, mais plus particulièrement dues à des amines volatiles (dont la triméthylamine) et à des composés organiques sulfurés (dont le méthylmercaptan, auquel Mørner attribue le relent peu agréable de la préparation des poissons bouillis). Il s'y ajoute le parfum spécifique des huiles de poisson chauffées, dû à des acides gras volatils ou à certaines de leurs combinaisons.

La plupart de ces corps sont peu solubles dans l'eau. On parvient cependant à les condenser grâce à un fort courant d'eau qui agit partie comme refroidisseur, partie comme dissolvant, partie comme simple véhicule mécanique. Les types usuels de condenseurs à chute d'eau peuvent servir, à condition d'être calculés assez largement pour satisfaire aux exigences de l'exploitation. Le mieux est sans doute de s'en rapporter pour cela aux constructeurs mêmes des séchoirs, qui fournissent des groupes aspirateur-condenseur spécialement adaptés à leur objet et aux appareils à servir.

Si le condenseur laisse encore échapper des vapeurs nauséabondes, il reste la ressource de les envoyer dans le foyer d'une chaudière ou de les brûler dans un four spécial.

On a préconisé en ces dernières années, pour le traitement des matières animales très altérables par la chaleur, notamment pour la fabrication des colles et gélatines, un procédé de séchage à la température ordinaire ou à température relativement très basse (20 à 30°, par exemple) basé sur un principe nouveau (1). L'air ayant circulé dans l'appareil sécheur où il s'est saturé d'humidité, passe dans un condenseur à froid artificiel. La tension de la vapeur d'eau diminuant considérablement avec la température, cette vapeur se résout en eau (et même en givre). L'air froid qui sort du condenseur, pratiquement sec, retourne après réchauffage au sécheur, où il se sature de nouveau. (Un mètre cube d'air à 0° ne peut renfermer que 4 gr. 09 d'humidité; à + 25°,

(1) G. A. ECKE : *Wärme und Kälte Technik* (1926) XXIII, 124, et *Chim. et Ind.* (1927) XVII, 947.

il faut 22 gr.07 d'eau pour le saturer). Ce procédé pourrait être appliqué au séchage des déchets de poisson, du moins quand on aurait en vue la préparation de farines de choix. Le travail en cycle fermé, dans un appareillage entièrement clos, avec réfrigération énergétique des produits de condensation, aurait aussi pour avantage la suppression des mauvaises odeurs, donc la possibilité d'installer n'importe où l'usine de traitement de déchets.

*Déshuilage par cuisson.* — Si l'on fait cuire dans l'eau ou si l'on soumet à l'action de la vapeur d'eau une chair animale quelconque renfermant de l'huile ou de la graisse, il se produit un double phénomène : 1° déshydratation partielle; 2° séparation de matière grasse.

Avec la viande des mammifères, la déshydratation dans l'eau bouillante atteint un haut degré. Dans les fabriques de conserves de viande, on compte qu'un morceau de bœuf cuit à cœur perd environ 40 % de son poids. Avec le poisson, la perte semble être ordinairement moindre. Mais les nombres donnés à cet égard par plusieurs auteurs : Chr. ULRICH, K. WILLIAMS, moi-même, se rapportent à des poissons cuits pour la table, par conséquent n'ayant été soumis qu'à une ébullition ménagée. Dans ces conditions, j'ai trouvé une perte de poids de 29 % environ pour la morue (dessalée par trempage), de 28 % pour le merlu. WILLIAMS indique, pour divers poissons examinés par lui, une perte de 23,5 %. Retenons seulement que les poissons bouillis et simplement égouttés sont moins aqueux qu'ils ne l'étaient avant cuisson. Le traitement par la vapeur d'eau produit un effet analogue.

La séparation des corps gras procède d'une double cause : éclatement ou désagrégation des cellules adipeuses, fluidification de la graisse (ou augmentation de la fluidité de l'huile) ce qui en facilite le départ. Il est à noter cependant que tous les poissons ou déchets ne se comportent pas de même. Certains d'entre eux délivrent la majeure partie de leur huile au prix d'une courte ébullition, d'autres exigent pour leur déshuilage une ébullition prolongée. La seule expérience pratique peut renseigner exactement à ce sujet. Les étoiles de mer, par exemple, relativement riches en huile, n'en laissent échapper qu'une faible partie dans l'eau bouillante.

Bien entendu, la fragmentation des matières est de nature à accélérer l'opération et à augmenter le rendement en huile. Mais quoi qu'on fasse, on n'arrive jamais à extraire toute l'huile par une cuisson. Une fraction demeure dans des cellules profondes ou particulièrement résistantes, une autre fraction reste mécaniquement adhérente à la masse solide. En général, plus les déchets sont gras, plus la quantité d'huile retenue est forte; mais ce n'est pas une règle absolue.

Le broyage des déchets et leur chauffage à sec, dans une marmite ou à l'autoclave, semblerait devoir permettre une séparation satisfaisante de l'huile. Il n'en est rien. Certes, si l'huile est extrêmement abondante, comme dans les foies de gadidés, une forte portion (approximativement les deux tiers) en sera extraite par ce moyen. Mais le chauffage le plus prolongé laisse un résidu encore très gras.

La cuisson pourrait être effectuée à l'eau douce ou à l'eau de mer. Si l'on avait en vue la récupération des substances dissoutes, ce qui n'est généralement point le cas (pour la préparation de la colle, il faut un choix de matières et des adjuvants dont il sera parlé dans une autre étude), l'eau douce serait de rigueur. Sinon, l'eau de mer

conviendrait, en principe; elle aurait même sur l'eau douce l'avantage de fournir des bouillons d'où l'huile se séparerait mieux par décantation ultérieure. Elle n'est pourtant pas à recommander. D'une manière générale, les albuminoïdes d'origine animale sont plus solubles dans les solutions de chlorure de sodium que dans l'eau pure; on perdrait donc plus d'azote à la cuisson. En outre, on laisserait dans les déchets cuits une proportion de sel qui, après expression et séchage, pourrait dépasser les limites admises pour l'engrais ou du moins pour la farine de poisson.

Eau bouillante ou vapeur fournissent un jus plus ou moins trouble, plus ou moins coloré, surmonté d'une couche d'huile.

Je n'examinerai pas ici comment l'huile peut en être séparée. Il suffira de rappeler que ce jus renferme en solution ou pseudo-solution des substances azotées, en plus ou moins grande abondance suivant la nature des déchets (les poissons gélatineux donnent des bouillons très visqueux) et leur état de fraîcheur. Il s'y ajoute des matières minérales et ces matières dites *extractives*, sur la composition et les propriétés desquelles règne encore une certaine obscurité. Sauf dans des cas très rares, la dilution de tous ces corps dans les jus est trop grande pour qu'on puisse songer à les en extraire économiquement. La partie aqueuse des bouillons de cuisson est donc évacuée à l'égout, après séparation aussi complète que possible de l'huile et, s'il y a lieu, des matières solides entraînées et qui se déposent par décantation.

Il serait avantageux, à première vue, de faire passer successivement dans la même eau plusieurs charges de déchets, afin d'enrichir les jus, dont le traitement deviendrait alors profitable. C'est ce que l'on fait, par exemple, dans la fabrication des conserves de viande pour l'armée (procédé CHEVALLIER-APPERT) où le bouillon ainsi enrichi est concentré jusqu'à consistance de gelée. Dans le cas qui nous occupe, les produits obtenus par concentration n'auraient pas sans doute une valeur suffisante pour couvrir les frais de l'opération et laisser un bénéfice. Il faut compter aussi avec la putrescibilité des bouillons de poisson, la difficulté de les garder intacts entre deux cuissons, et aussi le fait que plus le bouillon deviendrait visqueux, plus il retiendrait d'huile en suspension. La question serait pourtant à examiner, du moins pour une grosse entreprise, ayant à traiter des volumes considérables et pouvant installer des évaporateurs à grand rendement.

En règle générale, les déchets ne sont cuits que pendant le temps nécessaire à la séparation de l'huile. Cette durée est variable; elle dépend de la nature des déchets, de leur grosseur, de leur teneur en matière grasse. Il s'agit ici, pour chaque fabrique, d'une mise au point à faire par tâtonnement. La quantité d'eau doit être suffisante pour que la matière en traitement y soit complètement immergée.

Comme appareillage, on peut employer pour la cuisson à l'eau de simples bassines ouvertes, chauffées par double-fond de vapeur ou par serpentín, ou des autoclaves à serpentín. Le chauffage par serpentín, avec adduction de vapeur directe, utilise mieux la vapeur; il provoque dans la masse une agitation favorable à la marche de l'opération. Le bouillon sera plus ou moins dilué par l'eau de condensation de la vapeur, mais il est possible de régler, dans une certaine mesure, la quantité d'eau initiale pour n'avoir pas ensuite des volumes liquides excessifs à manutentionner.

La cuisson à la vapeur se fait dans des appareils clos, sous pression ou non. Les déchets sont placés dans un panier ou sur des claies; l'eau condensée, avec une partie

de l'eau de constitution du poisson, se rassemble avec l'huile au fond de l'appareil. On trouve dans l'industrie différents modèles de cuiseurs, parmi lesquels chacun fera son choix selon l'importance de sa fabrication. Toutes choses égales d'ailleurs, la cuisson en vase clos fournira une huile plus claire (parce que moins oxydée) que la cuisson à l'air libre; la cuisson à la vapeur permettra le déshuilage avec une moindre dépense et avec une masse liquide moins considérable que la cuisson à l'eau. Quel que soit le mode adopté, la masse cuite est passée à la presse, qui lui enlève la plus grande partie de son liquide d'imprégnation, lequel sera joint au précédent.

*Pression des déchets cuits.* — Dans les petites exploitations, on peut faire usage d'une presse à levier ou à vis comme en fournissent tous les constructeurs de matériel d'huilerie. Dans les exploitations moyennes on a recours à la presse hydraulique; dans les grandes, à celle-ci ou à la presse à vis continue, d'un emploi plus moderne et convenant mieux aux grosses productions.

Les presses hydrauliques employées sont du type usuel. Les déchets cuits sont mis dans des sacs ou couffins en toile forte, qu'on dispose entre les plateaux. On donne la pression graduellement et on la maintient à son maximum tant que du liquide s'écoule. Dans un certain nombre d'usines où l'on traite des déchets à haute teneur en huile (en Amérique notamment, dans les usines de traitement du menhaden) on envoie, sous la presse même, un courant d'eau chaude ou de vapeur à travers la masse déjà pressée, pour la dépouiller autant que possible de l'huile qu'elle retient encore, et qu'on recueille avec le liquide principal.

La presse continue se compose d'un corps tronconique très allongé, perforé ou à claire-voie, disposé horizontalement, dans l'axe duquel tourne une vis d'Archimède. Les déchets cuits sont introduits du côté de la grande base du tronc de cône et entraînés peu à peu vers la petite. Au fur et à mesure qu'ils avancent et que la section se rétrécit, ils sont soumis à une pression de plus en plus forte et se déshydratent de plus en plus. On fait aussi des presses à deux vis parallèles, à pas contraires.

Les techniciens ont longuement discuté, outre-Atlantique, sur les avantages et désavantages respectifs de ces deux systèmes. Finalement, ils semblent équivalents, si l'on tient compte des conditions d'emploi.

La presse hydraulique, du fait même de la discontinuité de son fonctionnement, permet d'obtenir des tourteaux à pourcentage d'eau presque constant, quelle que soit la nature des déchets traités, quel qu'en soit le degré de cuisson. La teneur en huile résiduelle sera, pour la même raison, très régulière. La possibilité de parfaire le déshuilage à l'eau chaude ou à la vapeur est aussi une garantie de fixité dans la composition des produits finis.

A ces avantages indéniables, la presse continue oppose celui de sa continuité; il est énorme pour des entreprises qui traitent plusieurs tonnes de poissons à l'heure, comme certaines usines américaines, et qui tiennent à réduire au minimum leurs frais de main-d'œuvre. La pression finale exercée est suffisante pour que la machine, en marche normale, délivre une matière peu aqueuse et (si la cuisson fut bien conduite) généralement assez privée d'huile pour être, après dessiccation, vendable comme engrais et même comme farine alimentaire. En France, où nous ne disposons, somme toute, que de quantités de déchets assez restreintes, cet appareil à très gros rendement s'harmoniserait mal avec le reste des installations.

A quelque système qu'on s'arrête, les déchets cuits doivent être pressés aussi chauds que possible, condition nécessaire pour un bon déshuilage.

De la presse, les déchets déshuilés et partiellement déshydratés passent au séchage, comme l'ont fait directement les déchets maigres.

*Cuisson, pression et séchage combinés.* — Le souci de réduire l'encombrement et le coût des installations, de supprimer presque totalement la main-d'œuvre, de soustraire les matières premières (huile surtout) aux influences extérieures pernicieuses, a conduit plusieurs inventeurs à combiner ensemble deux des opérations qui viennent d'être décrites, et même les trois (1).

Les cuiseurs-sécheurs qui en sont résultés fonctionnent, en substance, comme il suit :

Dans une chaudière verticale fermée, pouvant être chauffée par double-enveloppe et par vapeur directe, on introduit les déchets broyés, qui y reposent sur un faux-fond perforé. On donne la vapeur (directe); les déchets cuisent, livrent de l'eau et de l'huile qui tombent au fond et qu'on évacue. Quand on juge la cuisson terminée, on exprime l'excédent de liquide, soit à l'aide d'un mécanisme intérieur, soit en exerçant au-dessus de la masse cuite une pression d'air ou de vapeur, puis on sèche en chauffant la chaudière extérieurement et y faisant passer un courant d'air ou la reliant à une pompe à vide. Des agitateurs mécaniques assurent la régularité des opérations successives.

La description détaillée de ces appareils spéciaux ne pourrait trouver place dans la présente étude. Au reste, ils ne semblent pas avoir obtenu auprès des fabricants de farine de poisson la faveur que leurs constructeurs escomptaient.

*Déshuilage par extraction.* — Les solvants volatils des corps gras (benzène, éther ou essence de pétrole, sulfure de carbone, tétrachlorure de carbone, tétrachloréthane, trichloréthylène, etc.) ne sont pas miscibles à l'eau et par suite ne pénètrent pas les matières aqueuses avec lesquelles on les met en contact.

Il faut donc, si l'on veut dégraisser une matière au moyen d'un de ces liquides, commencer par la dessécher ou du moins lui enlever la plus grande partie de son eau. Le procédé de déshuilage des déchets de poisson dit « par extraction » ne s'applique effectivement qu'aux déchets issus du sécheur et grossièrement broyés s'il est utile.

L'extraction de l'huile est toujours une opération difficile. Elle exige une longue durée de contact. On l'accélère en employant le liquide bouillant ou à une température voisine de son point d'ébullition et en renouvelant les affusions de solvant frais, c'est-à-dire encore exempt d'huile en dissolution.

La lenteur de l'opération s'explique par le fait qu'une partie de l'huile est encore incluse dans des cellules non brisées, dont il faut que le solvant pénètre la paroi, peu perméable. En général, la majeure partie de l'huile est enlevée très rapidement; mais comme il s'agit de ne laisser dans la matière en traitement qu'une proportion minime de cette huile, plusieurs heures d'extraction sont nécessaires.

(1) Cf. DONALD K. TRESSLER : Marine products of commerce (1923) et W. TOMANDER, Die Fischabfallverwertung, Fischmehl — Fabrikation und — Extraktion in Deutschland, *Seifensieder Zeitung* (1916, n° 11 à 15). — Voir aussi : Traitement industriel des déchets de poisson, *Rev. gén. du froid* (1923) IV, n° 6.

Comme solvants, on peut employer industriellement ceux qui viennent d'être cités. Mais le benzène (ou benzol), les essences de pétrole, le sulfure de carbone, sont éminemment inflammables; le tétrachlorure de carbone, le tétrachloréthane, le trichloréthylène ne le sont pas, ce qui constitue un avantage précieux. Depuis qu'on le produit en grande quantité et à un prix abordable, le dernier de ces corps, sous le nom de *triéline* ou plus abrégativement de *tri*, a pris une grande place dans l'industrie des corps gras.

On lui a fait le reproche d'être toxique (comme la plupart des dérivés chlorés organiques) et de détériorer les appareils. En fait, sa toxicité est faible; il ne faudrait pourtant pas obliger des ouvriers à vivre dans une atmosphère qui en serait lourdement chargée. Mais une raison purement technique exige l'étanchéité absolue des appareils d'extraction et de récupération du solvant qui, vu son prix, ne doit être affecté que d'un coefficient de perte infime.

Quant à la détérioration des appareils, une expérience déjà longue (principalement en Allemagne) en a fait justice. Le *tri* est un solvant neutre, comme le benzène; il n'est pas corrosif. Dans certaines conditions cependant il est susceptible de décomposition, avec formation d'acide chlorhydrique. Pratiquement, le cas est exceptionnel: l'extension prise par ce solvant suffit à le démontrer.

Le benzène pur bout à 80,5, le trichloréthylène à 88°. Le benzène a pour densité 0,884, à 15° C (1); celle du *tri* est de 1,47. A volume égal, le *tri* pèse donc 1,6 fois plus que le benzène: il faut en tenir compte dans le calcul de l'approvisionnement, puisqu'ici ce sont des volumes qui jouent.

Les extracteurs usités ou pouvant l'être pour le traitement des déchets de poisson appartiennent à plusieurs types. Pour les très grosses exploitations, ils sont du genre «diffuseur», montés en batterie; on y fait de l'*épuiement rationnel*, ce qui consiste à faire circuler le solvant de l'appareil contenant la matière déjà épuisée à l'appareil contenant la matière brute, chacun des éléments de la batterie devenant à son tour celui de tête ou de queue. A la fin de son cycle, le solvant se trouve saturé d'huile. On le fait passer alors dans un alambic où on le distille et dans lequel reste l'huile extraite. Le solvant distillé, ou «récupéré», rentre dans le cycle de l'extraction. De telles installations ne sont possibles que dans des usines ayant à traiter d'énormes quantités de déchets gras, ce qui n'est pas le cas en France (2).

D'autres types, ceux-ci discontinus, qui ne se différencient les uns des autres que par des détails de construction, sont basés sur le principe de l'appareil à déplacement de SOXHLET, employé dans les laboratoires pour le dosage des matières grasses.

Ils se composent d'une chaudière verticale, chauffée extérieurement par la vapeur, pourvue d'un faux-fond ou d'un panier qui portera la matière à épuiser, et surmontée d'un réfrigérant. Le volume convenable de solvant étant introduit (par le fond), on chauffe. Le solvant bout; sa vapeur est dirigée par une tubulure latérale dans le réfrigérant; elle s'y condense; le liquide condensé tombe dans l'alambic sur la matière en traitement, la traverse en se chargeant d'huile, tombe au fond, où il rentre

(1) Mais la densité des benzols du commerce est très variable: elle oscille entre 0,870 et 0,940. De plus, ces benzols renferment des proportions plus ou moins importantes de carbures autres que le benzène (toluène, xylène, thiophène) à point d'ébullition plus élevé.

(2) On peut cependant songer à des «centrales» qui ramasseraient les déchets desséchés par plusieurs usines, dans leur rayon, et en extrairaient l'huile.

en ébullition, distille, pour aller de nouveau se condenser, et ainsi de suite. Graduellement la matière solide s'appauvrit d'huile, tandis que le liquide du fond s'enrichit. Quand on juge l'extraction assez poussée, soit en observant par des regards *ad hoc* la coloration du solvant qui s'écoule, soit en prélevant un peu de celui-ci et vérifiant qu'il n'a plus dissous d'huile ou que très peu, on cesse de faire fonctionner le réfrigérant. Le solvant distillé cesse de refluer sur la matière; il passe dans un condenseur extérieur. On a donc finalement : au fond de la chaudière, de l'huile; au-dessus du faux-fond, des déchets épuisés. Les dernières fractions de solvant sont entraînées par un jet de vapeur.

C'est le genre d'extracteur le plus couramment employé. Selon l'importance des exploitations, on en monte un, ou deux, ou plusieurs côte à côte, le condenseur pouvant être commun.

Il y a lieu d'appeler l'attention sur un point : l'état physique de la matière à déshuiler.

En effet, si cette matière se présente sous forme de gros morceaux, l'extraction de l'huile est très lente et aléatoire, vu la difficulté de pénétration du solvant; de plus, si elle n'est pas continuellement agitée, il peut se produire des lacunes, par lesquelles le solvant s'écoulera librement, sans effet utile. Si, au contraire, on met dans l'extracteur une matière pulvérulente, elle se tasse, le solvant ne la traverse qu'avec peine, le réfrigérant s'engorge, il faut ralentir l'opération; au bout de quelque temps, des sillons verticaux se forment, chemins de moindre résistance que le solvant emprunte pour s'écouler sans déshuiler la masse. On y remédie, il est vrai, au moyen d'un agitateur qui tient la matière en mouvement; mais ce n'est encore qu'un palliatif, car une telle matière a tendance (surtout si elle est un peu trop humide) à former des pâtons volumineux qui contrarient la régularité de l'opération.

D'autre part, les dernières fractions de solvant ne se laissent expulser qu'avec difficulté — de l'huile, tout au moins. Le solvant qui imprègne la matière solide, en fin d'opération, est presque pur; il s'évapore assez bien, on a au déchargement un produit qui sent un peu le *tri* (je suppose que c'est le solvant employé) mais qui perd cette odeur très rapidement par un bref séchage et lors de la mouture finale. Au contraire, le liquide huileux retient le solvant avec ténacité, il faut chauffer beaucoup pour l'en séparer. C'est que nous sommes ici dans le cas d'une *solution réciproque*, de deux liquides miscibles, et que la température d'ébullition croît avec la concentration en huile. On risque donc de décharger une huile renfermant encore une proportion plus ou moins forte de solvant, qu'elle conservera presque intégralement et qui la rendra invendable. Ce point sera de nouveau examiné quand nous nous occuperons des huiles de poisson.

Avec un appareillage bien construit et si son fonctionnement est bien réglé, la perte de solvant par fuites, résidu dans la poudre, etc., n'excède pas, en poids, 0,5 % de la matière soumise à l'extraction.

Lorsqu'on a affaire à une matière très pulvérulente, il faut recourir à un appareil rotatif, où cette matière fortement agitée est *bouillie* avec le solvant jusqu'à épuisement complet.

*Observations sur le déshuilage.* — En résumé, les déchets maigres peuvent être desséchés directement, puis moulus. Les déchets gras doivent être déshuilés; on peut

opérer soit en les cuisant à l'eau ou à la vapeur avant séchage, soit en les séchant directement et les traitant ensuite par un solvant volatil.

A partir de quel taux de matière grasse faut-il procéder au déshuilage, par l'un ou l'autre moyen ? Il ne peut pas y avoir de règle fixe; cela dépend du but qu'on s'est assigné.

Supposons que nous voulions produire de la farine. Il est généralement admis à présent qu'une farine de poisson, destinée à la nourriture du bétail ou de la volaille, ne doit pas renfermer plus de 4 % d'huile. J'ai dit plus haut que les déchets fournissent 20 à 25 % de poudre. Il en découle que notre matière première ne devra pas renfermer plus de 1 % de matière grasse; au-delà de ce taux, force nous sera de déshuiler.

Si nous nous proposons de faire de l'engrais, nous aurons plus de marge, jusqu'à 8 ou 10 %; nous pourrions donc éviter de déshuiler les déchets ne renfermant pas plus de 2 à 2,5 % de matière grasse en moyenne.

Autre face du problème : à partir de quel taux est-il, économiquement parlant, avantageux de déshuiler ? Il faut faire entrer ici en ligne de compte un autre facteur, la nature ou plutôt la *qualité* de la matière première dont on dispose, parce qu'elle détermine la valeur des sous-produits obtenus.

Avons-nous, par exemple, des déchets de chair ou composés principalement de chair, pouvant nous procurer, par un traitement convenable, une farine riche en azote, bien homogène, très peu colorée, très peu odorante, et d'autre part une huile claire, seulement ambrée ou jaune rougeâtre ? L'extraction de 3 ou 4 % d'huile (par rapport à la poudre) fera mieux que de couvrir les frais, laissera un bénéfice appréciable.

Mais si nous ne disposons que de déchets mi-gras composés d'entrailles, d'arêtes, de poissons plus ou moins avariés, tout juste bons à fournir de l'engrais ou une farine de qualité très inférieure et une huile presque noire, nauséabonde, le déshuilage dans la même proportion sera une opération déficitaire.

L'utilité du déshuilage étant reconnue, quel procédé convient-il de choisir ? Là encore, les arguments s'entre-choquent.

D'un point de vue théorique, le procédé de traitement par dessiccation et extraction est nettement supérieur à l'autre : on n'y perd pas d'azote, on peut extraire toute l'huile, les opérations s'effectuent quasi-automatiquement. Mais nous avons vu que les déchets très gras se prêtent mal à la dessiccation; l'huile extraite par solvant est toujours assez colorée, tandis qu'avec des déchets frais et triés on peut obtenir par cuisson une huile très claire, ayant plus de valeur commerciale; enfin, les extracteurs sont des appareils très coûteux, travaillant avec des solvants d'un prix toujours élevé et qui, par suite, ne peuvent guère être recommandés que pour une production d'une certaine importance. Je ne dis pas ici : production journalière, car la matière première bien desséchée se conserve et peut donc attendre pour l'extraction qu'une quantité suffisante en soit produite. Il faudrait pourtant éviter un entassement trop prolongé de matière très riche en huile; des échauffements locaux pourraient s'y déclarer, qui la détérioreraient plus ou moins et iraient même, en certaines circonstances, jusqu'à la combustion.

Dans une grande exploitation traitant des déchets de diverses sortes, il y aura lieu de trier les matières premières et de faire subir à chaque sorte le traitement le mieux approprié.

Pour clore ces considérations, je dirai donc qu'il n'y a pas un mode de traitement des déchets de poisson, qu'il n'y a pas un type d'installation préférable à tous autres, mais des cas d'espèce, à considérer chacun en soi, en tenant compte dans le projet d'établissement de toutes les contingences techniques et économiques propres au cas considéré.

*Broyage ou mouture.* — Au sortir du sécheur ou de l'extracteur, la matière présente généralement l'aspect d'une poudre grossière, hétérogène, mêlée de morceaux plus ou moins volumineux ayant résisté à la désagrégation, de grosses arêtes, de corps étrangers.

S'il s'agit d'engrais, on peut vendre le produit tel quel ou se contenter de le faire passer dans un broyeur d'où il sort à peu près homogène, bon pour la mise en sacs. La farine doit être moulue, puis criblée, opération qui se pratique dans des appareils rotatifs, formés de cadres polyédriques que recouvre une toile métallique; pour éviter les poussières, ils sont enfermés dans des caisses en bois dont la partie inférieure forme trémie d'ensachage.

Certains sécheurs à cylindre livrent, du moins quand on n'y traite que de petits poissons, une poudre déjà assez fine pour que le broyage en soit inutile.

*Bateaux-usines.* — Plus fraîche est la matière première, meilleur (en quantité et qualité) est le rendement de production. De là l'intérêt de traiter les déchets aussitôt que possible, comme il a été dit, et par conséquent, si on le peut, dès la capture du poisson, à bord même du bateau de pêche. C'est ce qu'on fait depuis quelques années déjà.

Il y a en cela un autre avantage. Le vapeur de pêche, le chalutier doit revenir au port avec le plus possible de poisson comestible. Encombrer sa cale de déchets ou de poissons invendables, qu'il faudrait conserver en glace, serait une opération onéreuse. Au contraire, le traitement immédiat de ces déchets permet de revenir avec un supplément de cargaison intéressant et de tirer de la pêche tout le parti possible, rien d'utilisable n'étant plus rejeté à la mer.

Cette conception a ses détracteurs, ou du moins ses sceptiques. Leur principal argument n'est d'ailleurs point d'ordre technique ou économique, mais plutôt psychologique : le marin pêcheur ne veut que pêcher, on ne le forcera pas aisément de se muer en ouvrier d'usine.

Cependant, il faut croire que les résultats obtenus ont été encourageants, puisque le nombre de bateaux-usines s'accroît (et leur puissance). Il faut évidemment y travailler selon des procédés simples, praticables même par gros temps, n'exigeant que très peu de main-d'œuvre et un matériel peu encombrant. Le mode de traitement par séchage direct remplit bien ces conditions. Il peut être installé sur des bateaux de tonnage moyen, tout en y laissant une suffisante capacité de cale à poisson.

Sur de très grosses unités récemment lancées ou en cours de construction (l'une d'elles, par exemple, de 10.000 tonneaux de jauge, avec un sécheur à cylindres pouvant traiter 35 tonnes de déchets en vingt-quatre heures) on a prévu la production de l'huile par extraction.

Ainsi le traitement des déchets tend-il à faire corps avec la pêche elle-même;

et cette conception répond idéalement à la nécessité de multiplier les installations, dont il fut dit un mot dans le chapitre précédent.

Le bateau-usine peut aussi faire office d'usine ambulante, allant traiter les déchets de poisson de port en port, là où les quantités ne sont pas suffisantes pour alimenter une usine fixe. L'essai a été fait. J'ignore ce qu'en fut le résultat économique. Du point de vue technique, une objection se présente : c'est la difficulté de conserver les déchets en bon état entre deux apparitions consécutives du bateau-usine.

### Farine de poisson

Nous avons vu qu'en ce qui concerne les procédés de fabrication, on tend de plus en plus à confondre farine et engrais de poisson, le même appareillage servant aux deux fins. La différence réside dans la nature des matières premières et dans la qualité des produits fabriqués.

Une farine de bonne qualité ne peut être produite qu'avec des déchets frais. C'est la condition essentielle que doivent observer les fabricants. Sans doute, après séchage, la mauvaise odeur des déchets avariés s'atténue beaucoup et s'ils ont été mêlés à des déchets frais on pourra finalement avoir une poudre acceptable par la clientèle comme farine alimentaire. Mais elle renfermera peut-être des substances nocives, non détruites par le chauffage (1); elle sera généralement de mauvaise conservation, parce que des ferments y auront subsisté; elle acquerra durant le stockage à l'usine ou chez le client mauvais aspect, mauvaise odeur et mauvais goût.

Or, on ne doit pas oublier que c'est surtout l'emploi de produits inférieurs, plus que la façon de les employer, qui a occasionné les déboires dont eurent à se plaindre les éleveurs (odeur et goût anormaux de la chair, des œufs, du lait) et obstrué pendant assez longtemps, notamment en France, ce débouché très important des sous-produits du poisson.

Abstraction faite de la fraîcheur des matières premières, la qualité d'une farine de poisson dépend principalement de son taux d'humidité et de son taux d'huile.

La vie et la multiplication des germes microbiens, notamment des moisissures et des bactéries de la putréfaction, exigent que le milieu renferme une certaine proportion d'eau. C'est pourquoi le séchage partiel est un moyen de conservation. Mais les matières desséchées ne sont pas devenues imputrescibles : dès qu'on leur rend la quantité d'eau voulue, leur fermentation peut reprendre, du fait des germes qu'elles renferment encore ou de ceux que leur apporte l'air ambiant.

L'expérience a montré que la conservation d'une poudre de poisson n'est assurée que si elle ne contient pas plus de 10 % d'eau (souvent désignée dans les analyses comme « humidité », bien qu'il s'agisse en fait d'eau de constitution des tissus animaux). Au-delà de ce taux, la poudre est très sujette à s'avarier. Cela se manifeste par l'apparition de moisissures, qui en dénaturent les caractères organoleptiques;

---

(1) On sait que certaines toxines microbiennes résistent aux températures de stérilisation des conserves en boîte.

l'avarie peut aller plus loin, jusqu'à une véritable corruption, avec formation de produits fétides.

Il faut donc veiller à ce que la farine soit desséchée au degré voulu, puis la conserver à l'abri de l'humidité, car elle est assez fortement hygroscopique; si on la tient dans un endroit humide, elle absorbera de l'eau et s'abîmera.

Les inconvénients d'un excès d'huile ont été déjà mentionnés. Ici encore, l'expérience pratique a permis d'établir une limite. On admet maintenant qu'une farine de poisson ne doit pas contenir plus de 4 % d'huile; sinon, même fraîchement préparée, elle pourra donner à la chair des animaux, à leur graisse, à leur lait ou à leurs œufs, une odeur et un goût qui les rendront impropres à la consommation. Notons d'ailleurs que toutes les huiles de poisson ne sont pas identiques à cet égard. L'huile de hareng, par exemple, possède des caractères *sui generis* très marqués, elle s'altère avec une facilité particulière et cette altération donne naissance à des corps très malodorants. Un règlement récent interdit, en Allemagne, l'introduction de la farine de hareng dans la ration alimentaire des porcs, où elle passait cependant pour fort avantageuse. (Il faut ajouter que cette farine, provenant souvent de déchets de conserverie ou de sauriserie, renferme alors de fortes doses de sel et une huile très oxydée).

Faut-il pousser plus loin et s'évertuer à produire une farine intégralement privée d'huile ?

Ce serait tomber dans un autre excès. La matière grasse augmente la valeur énergétique des aliments; l'huile de poisson est particulièrement riche en vitamines très favorables à la croissance des jeunes animaux. D'autre part, j'ai déjà noté que l'extraction des dernières fractions d'huile, par un solvant volatil, est difficile et augmente sensiblement les frais de production. Quant au déshuilage par pression, il ne peut pas être absolu. Puisqu'il est reconnu qu'aux doses où la farine de poisson entre avantageusement dans les rations alimentaires un taux de 4 % d'huile est acceptable, on peut s'y tenir, mais en le considérant bien comme un maximum. Pour plus de sûreté, on s'efforcera de régler le déshuilage de manière à ne laisser dans la poudre finie que 3 ou 3,5 % d'huile.

Il convient aussi que la farine ne contienne que très peu de sel, dont une dose élevée dans les rations est nuisible aux animaux.

Voici, à titre d'exemple, l'analyse de garantie donnée par la Société *Falsterfat Ltd*, à Halifax :

Humidité .....	maximum	10 %
Huile .....	maximum	3 —
Protéine .....	maximum	70 —
Phosphate de chaux.....	maximum	16 —
Chlorure de sodium.....	maximum	2 —

Un autre facteur intervient dans la qualité de la farine : c'est sa digestibilité. Dans un produit bien fabriqué, avec des matières bien choisies, la digestibilité de la matière azotée (protéine) est la même que dans les farines de viande et voisine de celle du poisson frais, c'est-à-dire au moins de 90 %. Ce coefficient est abaissé dans les

(1) Anonyme, Kochsalz in Fischmehl und sonstigen Fischfuttermitteln und seine Wirkung auf den tierischen Organismus. *Der Fisch*, t. I (1922).

farines séchées à haute température, où le racornissement de la matière azotée la rend en partie inattaquable par les sucs digestifs. Il n'est certainement pas le même si la farine provient de poissons entiers, où la chair figure pour une grande part, ou bien uniquement d'abats (têtes, entrailles, etc).

Il a été reconnu que la protéine de la chair de poisson est capable de fournir par hydrolyse, au cours de la digestion peptique et pancréatique, tous les acides aminés indispensables à la croissance des animaux et, d'une manière générale, à leur nutrition normale. Elle viendra donc *supplémenter* utilement les rations végétales, parfois déficientes sous ce rapport.

La valeur commerciale d'une farine est déterminée principalement par sa teneur en protéine (1). A cet égard, les produits offerts sur le marché sont très divers : on y trouve la protéine à des doses variant de 40 à 70 %. (Certains auteurs, sans doute sur la foi de quelques analyses de produits très inférieurs, ont indiqué 30 % comme dose *moyenne*, ce qui est déprécier singulièrement cet aliment). Ces différences ont surtout pour cause la présence dans les déchets de quantités plus ou moins importantes de grosses arêtes, de cartilages, de carapaces de crustacés, etc., qui chargent la partie minérale au détriment de la partie organique.

D. K. TRESSLER (2) indique les compositions suivantes pour des farines européennes :

	ACIDE PHOSPHORIQUE	PROTÉINE	HUILE
Farine norvégienne (morue).....	10,9 à 12,8	50 à 60	1 à 2
— — (hareng).....	3,6 à 4,6	60 à 70	10 à 12
— anglaise (déchets).....	6,4 à 8,2	55 à 65	3 à 6
— allemande .....	—	59,8	2,53
— écossaise .....	5,84	53,6	14,9
— anglaise .....	5,20	73,9	—

(On obtiendrait le phosphate de chaux en multipliant l'acide phosphorique par 2,18).

J'ai eu moi-même l'occasion d'examiner un certain nombre d'échantillons d'origines diverses; voici quelques nombres relatifs à des farines norvégiennes :

	EAU	PROTÉINE	HUILE	CENDRES	PHOSPHATE DE CHAUX
I .....	5,60	41,12	9,56	39,72	7,83
II .....	9,40	52,69	1,81	37,27	32,44
III .....	8,39	55,12	1,90	35,08	29,82
IV .....	10,64	60,37	9,65	20,47	10,00

(1) La proportion de *protéine brute* est calculée en multipliant par 6,25 la proportion d'azote total, obtenue elle-même par détermination directe.

(2) DONALD K. TRESSLER : Marine products of commerce (1923).

W. TOMANDER (1) donne comme composition des bonnes farines fabriquées ou vendues en Allemagne :

	Eau .....	12 à 14 %
	Protéine .....	58 à 68 —
	Huile .....	2 à 4 —
	Cendres .....	18 à 24 —
dont	{ Chlorure de sodium.....	1 à 2 —
	{ Phosphate de chaux.....	16 à 23 —

(Comme dit ci-dessus, il y a intérêt à ce que la teneur en eau ne dépasse pas 10 %).

Dans un très important travail, paru en 1925, 1926 et 1927 dans le *Journal of the Society of Chemical Industry*, W. L. DAVIES a examiné les différentes formes sous lesquelles se trouve l'azote dans les farines de poisson. Il a constaté que la proportion d'azote soluble, par rapport à l'azote total, varie de un à deux cinquièmes selon le procédé de fabrication. (J'ai trouvé le tiers environ dans un échantillon d'origine inconnue offert pour la nourriture des volailles). D'après le même auteur, le mode de conservation influence également ce rapport; toutefois, le développement de moisissures, par conservation en milieu humide et chaud, a surtout pour effet une *acidification* de la farine, aux dépens de substances non azotées.

Les déterminations quantitatives de l'azote soluble et de l'acidité constitueraient donc des *tests* intéressants pour l'évaluation d'un tel produit, du moins quand on pourrait les appuyer sur une documentation sûre et suffisamment abondante.

Le phosphate de chaux, qui se trouve dans les poudres de poisson à doses ordinairement élevées, présente un intérêt particulier pour la nutrition des jeunes animaux, dont il facilite l'ossification du squelette. Quoiqu'on l'exprime, dans les résultats d'analyse chimique, en phosphate tricalcique, insoluble dans l'eau et dans les acides faibles, une partie en est sous forme soluble, monocalcique ou bicalcique, facilement assimilable. Rappelons du reste que tout le phosphore dosé (et exprimé en acide phosphorique ou en phosphate de chaux) n'existe pas effectivement dans la farine à l'état de combinaison minérale. Une part est liée à des molécules organiques, notamment à des molécules albuminoïdes et passe immédiatement avec celles-ci dans les produits de digestion.

En résumé, la farine de poisson bien préparée apporte dans les rations alimentaires une substance azotée presque totalement digestible, une petite quantité d'huile riche en vitamines, une quantité relativement élevée de phosphate assimilable. Elle est bien acceptée par les animaux et ne communique à leur chair, à leur graisse, à leur lait ou à leurs œufs ni mauvaise odeur ni mauvais goût, si elle est introduite dans les rations à dose modérée, comme aliment *complémentaire*.

Le principal emploi de la farine de poisson est comme adjuvant à la nourriture des volailles. On l'emploie beaucoup aussi (surtout en Allemagne) pour l'alimentation des porcs. Des expériences déjà anciennes ont montré qu'elle figurerait avantageusement dans la ration des autres animaux de ferme, notamment des vaches laitières

(1) TOMANDER : Die Fischabfallverwertung, etc., *Seifensieder Zeitung* (1926) LIII, 188.

et des veaux. « Cet aliment, dit R. GOUIN (1), convient à toutes les espèces et plus particulièrement aux porcs pour compléter une ration de pommes de terre ou de grains. C'est aussi une manière de satisfaire à la nutrition minérale des sujets en croissance. »

D'une étude très documentée de R. FLAMENT (2), il résulte que les doses à utiliser sont les suivantes :

*Vaches laitières* : 1 kilogramme par 500 kilogrammes de poids vif (dose ramenée à 750 grammes si on emploie la farine de hareng).

*Moutons* : 50 à 100 grammes par 50 kilogrammes de poids vif.

*Porcs* : 150 à 200 grammes par tête et par jour selon le poids. Arrêter la distribution ou diminuer progressivement les doses six semaines avant l'abatage.

*Volailles adultes* : 5 à 10 % de la ration totale.

*Poussins* : 5 % de la ration totale.

Dans tous les cas, il semble expédient d'accoutumer les bêtes à cet aliment, en commençant par de petites doses pour atteindre graduellement le maximum.

Pour les porcs à l'engrais, on conseille en Allemagne de commencer par 25 grammes (par tête et par jour), d'augmenter chaque semaine de 25 grammes jusqu'à 200, puis de diminuer vers la fin de l'engraissement, jusqu'à la suppression totale pendant les deux ou trois dernières semaines.

Nous n'avons pas en France de réglementation spéciale concernant la farine de poisson. Mais la vente de cette denrée, comme de toutes autres destinées à l'alimentation de l'homme ou des animaux, est régie par la loi du 1<sup>er</sup> août 1905 sur la répression des fraudes. La composition réelle doit donc répondre à la composition indiquée par le vendeur; la vente d'une farine avariée, corrompue ou toxique, est passible de poursuites. Aux termes de la même loi, il serait répréhensible de vendre sous la simple dénomination de « farine de poisson » un mélange, une de ces *provendes* où ladite farine n'entre que pour une part.

Les fabricants agiront sagement en faisant contrôler leur production qui, malgré tous les soins, est sujette à variations.

Ajoutons que, conformément à la réglementation en vigueur, un produit renfermant des corps durs, de nature à blesser les animaux (certains fragments d'arêtes, de pattes de crustacés, etc.) pourrait être saisi par l'autorité administrative et que sa vente serait assimilée à celle d'une denrée nocive ou du moins impropre à l'alimentation. D'ailleurs, en admettant qu'un tel produit fût accepté par le client, il ne tarderait pas à donner lieu de sa part à de justes réclamations. Il convient donc, dans la préparation de la farine, d'écartier les déchets nuisibles, de moudre finement la matière desséchée et de bien tamiser la poudre obtenue.

### Engrais de poisson

L'engrais (dit aussi guano) de poisson peut évidemment se présenter sous une forme beaucoup plus grossière que la farine. Il peut être fabriqué avec toutes sortes

(1) R. GOUIN : Les aliments du bétail (1922), p. 239.

(2) R. FLAMENT : Les farines de poisson et leur utilisation dans l'alimentation des animaux domestiques, *Rev. gén. méd. vétér.*, 15 juin 1929, et Contribution à l'étude des pêches maritimes et des industries dérivées, Thèse, 1929.

de déchets, même corrompus. On n'est pas limité en ce qui le concerne à des teneurs maxima en eau, en huile, en sel, aussi strictes. Néanmoins, on devra toujours tenir compte de ce que l'altération d'une poudre de poisson peut entraîner une perte notable d'azote et que, d'autre part, une trop forte proportion d'huile entrave la décomposition de la substance azotée dans le sol et l'assimilation subséquente de l'azote par les plantes (1). De plus, l'huile en excès colmate le sol, l'empêche de s'aérer convenablement, de retenir l'eau pluviale et les engrais solubles. Pour ces raisons et vu les doses auxquelles l'engrais est habituellement employé, il apparaît qu'une teneur en huile de 10 % ne devrait pas être dépassée.

Quant au sel, on sait qu'il peut agir d'une façon très désavantageuse sur les cultures, dès que sa proportion dans la terre est un peu élevée.

C'est à sa substance azotée (protéine) que l'engrais de poisson doit sa principale valeur, c'est son *taux d'azote* qui en détermine le prix. Enfouie dans le sol et si les conditions physiques (constitution du terrain, humidité, etc.) sont propices, cette substance azotée se décompose avec facilité, fournissant une série de produits dont certains termes intermédiaires (amino-acides) peuvent être déjà directement assimilés par le végétal et dont les derniers correspondent à un engrais ammoniacal.

Ce processus de décomposition est celui de toutes les substances azotées d'origine végétale ou animale. Mais la vitesse du phénomène varie considérablement selon la nature des matériaux azotés et le traitement industriel qu'ils ont subi. Ainsi les déchets de cuir, dont on a signalé l'adjonction frauduleuse aux déchets de poisson, ne se décomposent dans le sol qu'avec une extrême lenteur.

L'engrais de poisson est un engrais de réserve, se solubilisant peu à peu, mais qui délivre pourtant son azote avec assez de facilité pour qu'une plante exigeante en ait toujours à sa disposition : caractère qui le rend précieux pour un grand nombre de cultures. N'omettons pas de dire que la décomposition de l'engrais dans le sol (comme la digestion de la farine) est d'autant plus aisée que le produit fut préparé à une température plus basse.

On a estimé que si la vitesse d'assimilation du sulfate d'ammoniaque est prise pour égale à 100, celle du sang desséché est de 70 et celle de l'engrais de poisson (bien fabriqué) de 65.

A côté de la substance azotée, cet engrais renferme du phosphate de chaux, dont une partie directement assimilable (soluble dans l'eau ou le citrate d'ammoniaque). Le taux de phosphate n'intervient pas dans le prix; c'est comme source d'azote que l'engrais de poisson est utilisé, c'est au degré d'azote qu'il est vendu. Mais la présence de cet autre élément fertilisant contribue à l'élévation relative du cours de *l'azote-poisson* sur le marché des engrais.

La poudre de poisson renferme un peu de potasse, en moyenne 0,5 %, quantité trop faible pour entrer en ligne de compte dans son évaluation comme engrais, mais qui cependant mérite une mention.

---

(1) D. B. BILL : The utilization of fishery by-products, *Fishing Gazette*, 1921, Annual review, p. 45.

R. GULLIN (1) assigne aux engrais de cette nature la composition suivante :

Azote .....	7 à 10 %
Acide phosphorique (a).....	6 à 14 —
Potasse .....	0,6 à 1 —
Eau .....	10 à 20 —

(a) dont 1,50 à 2 % soluble citrate.

Voici, d'autre part, quelques analyses relevées par D. K. TRESSLER (*loc. cit.*) pour des engrais de poisson livrés sur le marché américain (2) :

DÉSIGNATION	EAU	AZOTE	ACIDE PHOSPHORIQUE	HUILE
Menhaden .....	7,72	8,43	6,69	6,99
Sardine (déchet).....	5,57	7,97	7,11	8,42
— — .....	5,17	8,70	8,31	14,32
Thon (déchet).....	4,21	8,54	7,25	13,27
Chien de mer.....	6,35	12,15	3,59	7,89
Morue (têtes).....	3,50	6,50	20,00	—
— (déchet).....	13,00	8,00	14,90	—

Le même auteur donne les nombres suivants pour les différents états de l'acide phosphorique :

Soluble eau .....	0,44 à 0,66
Soluble citrate .....	3,1 à 5,14
Insoluble .....	1,7 à 3,3

A titre de comparaison j'indiquerai la composition de deux « guanos de baleine » provenant de Norvège et analysés par moi :

	EAU	AZOTE	ACIDE PHOSPHORIQUE	HUILE	GENDRES
I .....	5,27	9,38	8,56	10,80	25,25
II .....	4,68	7,42	12,50	14,84	31,43

L'engrais de poisson convient surtout aux terres légères et calcaires (3) où il se décompose aisément et où la nitrification finale des composés ammoniacaux s'accomplit dans de bonnes conditions.

On l'a appliqué avec succès à des cultures diverses, mais généralement associé, dans des formules complexes, à d'autres matières fertilisantes, de telle sorte que son efficacité spécifique ne peut guère être chiffrée.

(1) R. GULLIN : Analyses agricoles (1919), p. 360.

(2) On trouve dans les publications spéciales un assez grand nombre d'analyses d'engrais de poisson, mais le plus souvent sans indication sur la nature des matières premières ni sur le mode de fabrication. Il ne s'agit d'ailleurs ici que de fixer les idées à l'aide de quelques exemples.

(3) C. V. GAROLA : Engrais, I. Les Matières fertilisantes (1921), p. 182.

Je dois à l'obligeance de M. V. VINCENT, directeur de la station agronomique du Finistère, les indications qui suivent sur son emploi.

Les cultures qui en bénéficient le plus particulièrement sont :

CULTURES	DOSE A L'HECTARE
Pommes de terre.....	400 kgr.
Betteraves (ordinaires et à sucre).....	600 à 800 kgr.
Choux .....	500 à 600 kgr.
Carottes, raves, rutabagas.....	400 à 500 kgr.
Cultures arbustives, vignes.....	500 kgr.
Presque toutes cultures maraîchères.....	1.000 kgr.
Cultures florales (chrysanthèmes, dahlias, bégonias) .....	Doses variables.

Son utilisation, ajoute M. VINCENT, pourrait être très étendue, mais son prix élevé est un obstacle : tandis que l'azote est à 17 francs le kilo dans l'engrais de poisson, il est à 5 fr. 85 dans le sulfate d'ammoniaque, à 5 fr. 95 dans la cyanamide, à 7 fr. 66 dans le nitrate de soude.

Néanmoins les demandes actuelles sont très fortes — ce qui explique d'ailleurs en partie l'élévation du prix.

E. G. Moss (1) dit avoir obtenu de bons résultats avec cet engrais dans la culture du tabac, en l'associant à des sels ammoniacaux, à du superphosphate, à des sels de potassium et de magnésium. Dans le Canada méridional, le long du littoral sablonneux, on fait grand usage pour la culture du tabac de déchets de sardines putréfiés en fosse, que l'on applique au pied des plantes.

A côté de l'engrais desséché vient se placer l'engrais *dissous* ou engrais *acidulé*, que l'on obtient en arrosant d'acide sulfurique les déchets de poisson cuits et pressés, contenant encore 40 à 45 % d'eau. La dose d'acide convenable est de 3,5 à 5,5 % (2).

L'acide agit pour ralentir la fermentation des déchets, fixer l'ammoniaque et les amines volatiles déjà produites ou pouvant se produire. Il solubilise le phosphate tricalcique. En 1921, d'après D. K. TRESSLER, environ 40 % de la production totale de déchets de menhaden aux Etats-Unis furent convertis en engrais acidulé, vendu par chaque usine dans un petit rayon.

Cet engrais peut d'ailleurs être ultérieurement desséché. On a même breveté un procédé consistant à réduire les déchets de poisson en bouillie, puis à les arroser d'acide sulfurique pour fixer l'ammoniaque et éviter les pertes d'azote au séchage.

Dans le procédé ANGIBAUD, les déchets de poisson sont soumis artificiellement à une fermentation qui les solubilise en partie, les bases volatiles sont fixées par l'acide sulfurique, le produit ainsi obtenu est mélangé avec du phosphate de chaux. Ce *guano*, très actif sur la végétation, est particulièrement apprécié pour la culture de la vigne.

(1) E. G. MOSS : *American Fertilizer* (1926) 64, 29 et *Chim. et Ind.* (1927) 17, 126.

(2) DONALD K. TRESSLER, *loc. cit.*

L'engrais de poisson relève, pour sa vente au commerce et à l'agriculture, de la législation relative aux engrais (loi du 4 février 1888, modifiée et complétée par la loi du 19 mars 1925; décret du 23 mai 1926).

Une note du service de la répression des fraudes (1) précise comme il suit quelques points intéressant les dénominations qui lui sont applicables :

« L'expression *guano de poisson* est un nom composé, applicable à tout engrais exclusivement constitué par des matières provenant des poissons.

« Suivie du mot *dissous*, elle indique un engrais de même base organique, traité par l'acide sulfurique. L'engrais obtenu en traitant des déchets de poissons par l'acide sulfurique et ajoutant du phosphate minéral est un *engrais composé de poisson dissous et phosphate*. Il ne doit pas être dénommé *guano de poisson dissous*. S'il était ainsi qualifié, avec l'indication apparente et exacte du phosphate minéral, on pourrait à la rigueur admettre qu'il n'y a pas manœuvre frauduleuse, mais simplement usage d'une appellation tendancieuse.

« L'expression *guano de poisson dissous* serait tout à fait inadmissible s'il y avait addition d'autres matières que le phosphate, pour enrichir le produit en potasse et en azote, car il s'agirait alors nettement d'une fabrication d'engrais composé. »

Il est à remarquer que la législation actuelle impose au fabricant ou au vendeur d'engrais l'indication des éléments utiles par *un seul nombre* pour chacun d'eux, ou pour chacune des combinaisons où il est engagé, ce nombre étant considéré comme le pourcentage minimum dudit élément dans la marchandise vendue, et non comme une indication de teneur moyenne. Pour l'engrais de poisson, c'est la teneur en *azote organique* qui figurera sur les pièces (factures, étiquettes, etc.) exigées par la loi; l'azote organique se confond ici avec l'azote total, car les proportions d'azote ammoniacal sont ordinairement très basses et cette forme de l'azote dérive de la forme organique par dégradation spontanée.

Il faut donc s'assurer, par des analyses de contrôle, que le produit fabriqué renferme bien au moins le pourcentage d'azote indiqué. D'autre part, étant donné le prix élevé de l'azote, en particulier dans l'engrais de poisson, les fabricants ont grand intérêt à se rendre compte exactement de la valeur de leur production, afin de ne pas vendre comme titrant 7 % d'azote, par exemple, un engrais qui en contiendrait 8 % ou davantage d'une façon régulière et permanente.

---

(1) Annales des Falsifications (1923) 16, 439.