

P.153/2

18 OCT. 1950

OFFICE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PÊCHES MARITIMES

59, AVENUE RAYMOND-POINCARÉ — PARIS (16^e)

NOTES ET RAPPORTS

(NOUVELLE SÉRIE)

N° 9

L'Altération du Poisson Préservation de sa fraîcheur

par

F. SOUDAN

*Chef de Laboratoire
à l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes*

IMPRIMERIE ALENÇONNAISE
PLACE POULET-MALASSIS
ALENÇON (ORNE)

BND/DOCUMENTATION
BIBLIOTHÈQUE
C.O.B.
B P 337 29273 BREST CÉDEX

OCTOBRE 1950

PRIX : 100 Frs

P. 930



NOTES et RAPPORTS

de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes

Fascicules parus

En dépôt à l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, 59, avenue Raymond-Poincaré, Paris.

Les fascicules 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 28, sont épuisés.

Les fascicules des « NOTES ET RAPPORTS » se vendent séparément aux prix suivants :

N^{os}

1. Rapport sur la Sardine, par L. FAGE	25 fr.
7. Résumé de nos principales connaissances pratiques sur les maladies et les ennemis de l'Huître, par Robert-Ph. DOLLFUS (2 ^e édition) (2 fig.)	40 »
10. Le contrôle sanitaire de l'Ostréiculture, par le D ^r BORDE, F. DIENERT et G. HINARD.	40 »
17. Nouvelles recherches sur le régime des eaux atlantiques et sur la biologie des poissons comestibles, par Ed. LE DANOIS (avec 3 cartes) . . .	40 »
18. Les coraux de mer profonde nuisibles aux chalutiers (avec 1 carte et 5 figures), par L. JOUBIN	35 »
19. Contribution à l'étude de la reproduction des Huîtres. Comptes rendus d'expériences faites dans le Morbihan, par M. LEENHARDT (4 planches).	35 »
20. Études sur l'Esturgeon du golfe de Gascogne et du bassin Girondin, par Louis ROULE	40 »
21. Note sur la croissance du Merlu. Variations ethniques et sexuelles, par Gérard BELLOC (avec graphique et figures).	50 »
22. Contribution de l'Office des Pêches au VII ^e Congrès National des Pêches et Industries Maritimes, Marseille, 1922 (Notes de MM. FAGE, FILLON, HELDT, HINARD, JOUBIN, LEENHARDT.	50 »
23. Rapport sur le fonctionnement de l'Office Scientifique et Technique des Pêches pendant l'année 1922, par L. JOUBIN.	35 »
24. Note sur l'Ostréiculture aux États-Unis, par J.-F. AUDOIN, Ingénieur E. C. P.	60 »
25. Recherches effectuées au cours des croisières de l'Orvet dans la Méditerranée en 1921-1922, par G. PRUVOT.	60 »
26. Recherches sur la variation de l'Iode sur les principales laminaires de la côte Bretonne, par P. FREUNDLER, Y. MÉNAGER et Y. LAURENT. . . .	60 »
27. Les courants de Marée au Bateau-Feu du « Sandettié », par H. HELDT. . . .	40 »
29. Décret portant règlement sur la salubrité des Huîtres et autres Coquillages (31 juillet 1923)	40 »
30. Étude des vitamines des Mollusques. Présence du facteur antiscorbutique chez l'Huître, par M ^{me} L. RANDOIN et P. PORTIER	40 »
31. Les fonds ostréicoles de la Seudre et du Belon, par G. HINARD.	50 »
32. Nouvelles contributions à l'étude de l'Esturgeon (<i>Acipenser sturio</i> L.) dans l'Europe occidentale et sa diminution progressive, par L. ROULE. . . .	40 »
33. Remarques sur quelques Ports de Pêche de l'Amérique du Nord. Note de mission, par E. LE DANOIS (avec planches et figures)	60 »
34. Recherches sur le régime des eaux Atlantiques et sur la biologie des poissons comestibles (3 ^e série) avec figures et cartes, par Ed. LE DANOIS et Gérard BELLOC	60 »
35. Les conditions de la pêche à la Morue sur les bancs de Terre-Neuve, par Ed. LE DANOIS (13 figures et 1 planche hors texte)	70 »

(Suite page III.)

7 MARS 1951

L'ALTÉRATION DU POISSON PRÉSERVATION DE SA FRAICHEUR

par

F. SOUDAN

Chef de Laboratoire à l'Office Scientifique et Technique
des Pêches Maritimes



P. 390

OFFICE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PÊCHES MARITIMES

59, AVENUE RAYMOND-POINCARÉ — PARIS (16^e)

NOTES ET RAPPORTS

(NOUVELLE SÉRIE)

N° 9

L'Altération du Poisson Préservation de sa fraîcheur

par

F. SOUDAN

Chef de Laboratoire

à l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes

IMPRIMERIE ALENÇONNAISE
PLACE POULET-MALASSIS
ALENÇON (ORNE)

OCTOBRE 1950

PRIX : 100 Frs

L'ALTÉRATION DU POISSON. PRÉSERVATION DE SA FRAICHEUR

par

F. SOUDAN

Chef de Laboratoire à l'Office Scientifique et Technique
des Pêches maritimes

INTRODUCTION

Traditionnellement la dénomination de « poisson frais » s'applique à tout poisson qui n'a reçu depuis sa sortie de l'eau que des traitements capables de retarder les phénomènes du vieillissement naturel sans en changer la nature. Un poisson consommé frais devrait présenter des caractères organoleptiques, physiques et chimiques très proches de ceux du poisson vivant. Mais leur altération est si rapide que la fraîcheur des poissons qui parviennent sur les marchés est souvent toute relative.

En dépit de la rapidité des transports modernes, le temps qui s'écoule entre la pêche et la consommation a tendance à s'accroître. Le développement de la pêche intensive a dépeuplé les fonds proches des côtes et il faut maintenant aller de plus en plus loin pour trouver des aires poissonneuses. Aussi la majeure partie des apports est-elle due aux grands chalutiers dont les campagnes durent couramment trois semaines, parfois davantage. Dans ces conditions, il devient difficile de mettre à terre, et *a fortiori* sur le marché intérieur, un poisson qui ait aussi belle apparence que celui pêché par l'artisan à quelques milles de la côte.

C'est cependant le but à atteindre, car il n'y a guère que la moitié du poisson livré annuellement en France au mareyage qui provienne de la zone côtière. Si l'on considère que la pêche métropolitaine fournit

environ 200 000 tonnes de poisson par an à la marée*, la quantité qui risque de s'altérer avant de nous parvenir est de l'ordre de 100 000 tonnes.

Pour préserver efficacement la fraîcheur du poisson, il importe de savoir tout d'abord quelles sont les transformations qui surviennent au cours de sa conservation, leur progression et leur cause. De cette connaissance sera déduite celle des palliatifs possibles.

I. — MODIFICATION DANS L'ÉTAT DU POISSON AU COURS DE SA CONSERVATION

Lorsqu'ils viennent d'être capturés, les poissons pêchés dans la région atlantique exploitée par les pêcheurs français, sont comestibles et sains [BEHRE (21)]. Selon CASTEL (36) il y a peu d'aliments protéiques causant moins d'intoxication et c'est souvent à tort que le poisson est accusé. Il y a pourtant des cas d'intolérance chez certains sujets dont la sensibilité demeure mal expliquée [FOURNIER (75)]. Quant aux dommages causés par les poissons vénéneux, attribués à la présence d'alcaloïdes [LEE & PANG (122)], ils restent localisés dans les zones équatoriale et tropicales de l'Océan Indien, du Pacifique et de la mer des Antilles, qui sont l'habitat presque exclusif de ces espèces.

Les parasites, hôtes habituels du mucus et parfois de la chair [SCOTT (160)], pourraient être redoutés. En fait, ils sont généralement inoffensifs pour l'homme [MAC MURTRIE & CARTER (133)]. Parmi les plus à craindre, le *Bothriocéphale* est un ver fréquent dans les poissons d'eau douce en Italie et en Suisse, mais presque inconnu en France (75).

Aussi les accidents alimentaires causés par le poisson sont-ils le plus souvent dus à l'état d'altération dans lequel il a été consommé. Sa toxicité ne tient pas aux très nombreuses bactéries qu'il renferme, rarement dangereuses, par elles-mêmes pour les animaux à sang chaud

(*) Statistique de la pêche métropolitaine française pour les cinq dernières années (1976).

ANNÉES	TONNAGE TOTAL POISSON FRAIS	TONNAGE LIVRÉ AU MAREYAGE
1938.	312 400	227 700
1945.	121 000	100 300
1946.	226 000	171 300
1947.	256 000	183 900
1948.	311 700	233 800
1949.	293 000	221 500

(Von NOWITZKI (143)). Elle est imputable aux produits de dégradation de la chair élaborés du fait de leur métabolisme et par voie enzymatique.

Certains comme la triméthylamine peuvent être ingérés à des doses bien supérieures à celles trouvées dans le poisson franchement altéré. Elle est excrétée sous forme d'oxyde qui existe déjà normalement dans l'urine humaine [LINTZEL (126), TARR (189)]. L'ammoniaque contenue dans les poissons encore consommables est en quantité trop faible pour être dommageable [TERROINE (219)].

Par contre la tyramine, la putrescine, la cadavérine et d'autres substances incomplètement caractérisées sont nettement toxiques. Certaines n'apparaissent qu'à une époque où l'odeur arrête toute consommation [MARKOV (135)]. D'autres se développent dès les premiers stades de l'altération sans communiquer d'odeur prémonitrice. Telles sont les toxines des crustacés [TIMOFEEVA (220)], l'histamine rencontrée surtout chez les Scombroïdes [GEIGER & coll. (81-82), LEGROUX & LEVADITI (123-124)] à rapprocher de la pélamytoxine signalée dans la même famille (185).

Il est donc essentiel de rechercher les signes qui marquent le vieillissement du poisson et de savoir à partir de quel moment il cesse d'être consommable. Les transformations qui surviennent au cours de la conservation sont d'origine enzymatique ou bactérienne. Elles se traduisent par un changement des caractères organoleptiques, physiques et chimiques.

Changements organoleptiques. — Ils sont les plus anciennement décrits et servent encore à l'appréciation de la qualité dans la plupart des transactions commerciales. Dans plusieurs pays des auteurs se sont efforcés d'en donner une description à la fois détaillée et générale pouvant servir à une appréciation objective [BOURY & SCHVINTÉ (23), STANSBY (172), REAY & SHEWAN (152)]. Rappelons-en brièvement les principaux traits.

1° L'altération produit des changements de l'aspect extérieur. Les pigments se décolorent progressivement causant des variations de teinte sur lesquelles TRETIAKOV (222) a même basé une détermination de l'altération chez les perches, carpes, brêmes et autres poissons d'eau douce. Inversement il arrive que les taches colorées apparaissent sur la peau, résultat du développement de bactéries chromogènes [BEDFORD (18)]. La fluorescence est modifiée et il peut y avoir apparition de phosphorescence. Le mucus perd sa transparence, devient plus visqueux et grumeleux. Les yeux originellement légèrement saillants et d'un noir de jais s'affaissent et deviennent grisâtres avec une cornée opalescente. Enfin les branchies d'un rouge brillant, plus ou moins vif suivant l'espèce, deviennent brunes ou jaunâtres, puis se décolorent. L'anus reste béant au lieu d'être clos.

2° L'odeur primitivement analogue à celle des algues marines devient putride. Elle peut différer et évoluer plus ou moins vite suivant la région du corps. C'est sous l'opercule qu'elle est perçue le plus facilement. Les matières en cours de digestion dans le tractus intestinal peuvent la modifier.

3° L'apparence interne change également. La chair opalescente perd sa translucidité, s'amollit, se détache sans effort de la colonne vertébrale, se décolore si elle est pigmentée (saumon). Par contre une coloration rouge plus ou moins brune devient visible le long de la colonne vertébrale par suite de la diffusion des globules rouges hors de l'aorte et de la formation de méthémoglobine. Les viscères ne tardent pas à se lyser.

Après cuisson, le poisson présente une texture et une odeur variables suivant le degré d'altération. Il a été fréquemment fait appel à ces caractères pour déterminer la relation entre mesure de laboratoire et opinion probable du consommateur.

La dégustation par des équipes spécialisées, organisées par YOUNG (233) et DYER & DYER (58-59), a permis une étude statistique de l'évolution. Alors que le ramollissement de la chair n'est pas significatif, l'odeur au contraire passe par une série de stades toujours les mêmes pour une espèce donnée. Sur des filets de morue gardés à 0° C ou à 5° C. DYER & DYER distinguent la succession suivante : odeur marine, inodore, douceâtre, douteuse, altérée, putride, correspondant à des phases différentes de la décomposition. L'élévation de température augmente la rapidité du processus de sorte que certaines phases peuvent parfois passer inaperçues. Le goût est intimement lié à l'odeur.

Les impressions organoleptiques des dégustateurs transposées en points ont servi à l'établissement de graphiques qui montrent que la qualité du poisson commence à baisser dès sa capture.

Changements physiques. — Ils portent essentiellement sur la fermeté et l'élasticité de la chair. Après la mort, les poissons comme les animaux terrestres passent par la phase de *rigor mortis* pendant laquelle les tissus présentent une fermeté plus grande qu'à l'état vivant. Chez le poisson de chalut abandonné sitôt pêché à la température ambiante, la rigidité apparaît au bout de trente à quarante minutes, devient maximum entre une heure et quatre heures puis ne cesse de décroître. Le poisson de ligne dans les mêmes conditions atteint la rigidité commençante seulement deux heures environ après la mort et le maximum entre sept et treize heures [LEIM & coll. (125)].

L'état de *rigor mortis* est donc une garantie de fraîcheur, mais son absence ne saurait signifier altération. De multiples facteurs : espèce et taille du poisson, température ambiante et surtout mode de capture, régis-

sent son apparition et son intensité. A son tour, la rigidité influe sur l'élasticité de la chair et la résistance à la traction des fibres musculaires qui demeurent constantes respectivement jusqu'au début et à la fin de la phase de *rigor mortis*, puis ne cessent de décroître [TAUTI & coll. (218), FORBES (76)]. L'évolution est la même pour chaque série d'essais mais les valeurs varient grandement suivant la région du corps, l'individu, l'espèce, etc.

Changements chimiques. — Ils doivent particulièrement retenir l'attention puisque les nouvelles substances chimiques formées sont tenues pour responsables de la nocivité du poisson altéré. Dès que la vie a cessé, la désorganisation des tissus commence et les constituants glucidiques, lipidiques et protéiques se dégradent suivant un jeu de réactions complexes qui vont nous occuper maintenant. L'un des problèmes essentiels sera de rechercher dans chacun des cas la part respective des bactéries et des enzymes afin de définir dans quelle mesure et au moyen de quels agents l'altération est évitable.

Le poisson vivant comme les mammifères contient du glycogène en quantité variable suivant l'espèce, les individus et leur état physiologique [MAC LEOD & SIMPSON (132)].

TENEUR EN GLYCOGÈNE DE DIFFÉRENTS POISSONS ET MAMMIFÈRES (g p. 100 g)

ESPÈCES	D'APRÈS MAC LEOD & COLL. (132)		ESPÈCES	D'APRÈS HEIFETZ (89)
	Muscle	Foie		Muscle
Cottidés (<i>Myoxocephalus</i>)	0,14-0,39	4,45-7,26	Anguille	0,002
Eglefin « de ligne »	0,04-0,22	0,58-2,04	Carpe	0,032
(<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)			Vieille d'eau douce (<i>Huro Salmoïdes</i>)	0,002
Eglefin « de chalut »	0,00-0,10			
Flet (<i>Pseudo pleuronectes americanus</i>)	0,27	0,34-2,5		(132)
Lieu (<i>Pollachius virens</i>)	0,01-0,14	0,51-0,96	Rat blanc	0,30
Morue (<i>Gadus callarias</i>)	0,01-0,06	0,21-0,90	Chat.	0,30-0,70

Au cours des premières heures qui suivent la mort, le glycogène disparaît en donnant naissance à des sucres réducteurs et de l'acide lactique. Les travaux de SHARP (161-162), de BEATTY & COLLINS (13) et de TARR (205) ont pu montrer qu'il s'agissait, comme chez les animaux à sang chaud, d'une dégradation enzymatique, comprenant les mêmes dérivés phosphoriques intermédiaires. Mais ceux-ci ont longtemps échappé

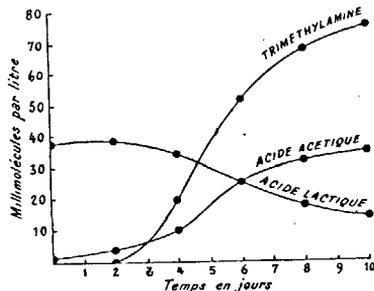
à l'analyse, car ils disparaissent très rapidement *post mortem* [REAY & coll. (151), HJORTH-HANSEN (103)].

Conjointement à ces réactions apparaît la rigidité cadavérique dont le maximum est atteint lorsque tout le processus de phosphagénolyse, glycogénolyse et rupture de l'adénosine triphosphate est complet (103-125-132).

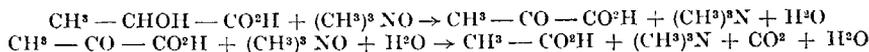
L'évolution de cette phase a une influence notable sur la conservation du poisson, en raison du rôle joué par l'acide lactique dans les premières réactions de l'altération. L'intérêt est que la réserve de glycogène n'ait pas été trop diminuée par une lutte prolongée ou par l'asphyxie au moment de la capture. Le poisson de ligne contiendra, toutes choses égales d'ailleurs, plus de glycogène que le poisson de chalut et demeurera plus facilement frais (132).

En effet, lorsque le taux de glycogène est élevé, il se forme relativement plus d'acide lactique car la glycogénolyse par les enzymes bactériens, dont l'action se superpose toujours à ceux du muscle, a un rendement d'autant meilleur que le pH est plus bas. S'il y a suffisamment de glycogène, l'acide lactique produit au début de l'hydrolyse tend à accroître la quantité totale d'acide dégagé; le pH de la chair est maintenu plus longtemps au-dessous de la neutralité, ce qui retarde l'altération [SIGURDSON & WOOD (170)].

FIG. 1. — Variation des teneurs en acide lactique, acétique et triméthylamine dans du suc de muscle de morue conservé à 2° C. en présence d'air [d'après COLLINS (47)].



L'acide lactique n'est qu'un terme de passage dans la dégradation glucidique. Il peut demeurer constant en milieu stérile (13) mais sous l'action des bactéries aérobies et anaérobies, il subit une oxydation dont les produits terminaux sont l'acide acétique et le gaz carbonique. Dans le même temps l'oxyde de triméthylamine est réduit en triméthylamine. Le schéma de la réaction établi par WATSON (226) avec des milieux de culture appropriés serait :



Sur substrat naturel tel que le suc de muscle de morue les correspondances de molécule à molécule ne sont plus parfaitement respectées [COLLINS (47-13)].

Néanmoins la teneur en acide acétique augmente avec le temps dès le premier jour de conservation (fig. 1). Elle pourrait servir à apprécier l'altération notamment chez les poissons maigres où aucun autre acide aliphatique volatil n'a pu être mis en évidence. Indépendamment de cette origine glucidique, l'acide acétique peut provenir de la dégradation des lipides que nous allons examiner rapidement.

Par comparaison avec les glucides et les protéines si vite altérables chez le poisson frais, les lipides apparaissent comme un constituant stable. Chez le poisson maigre, aucun changement n'est perceptible pendant la durée de consommabilité. Au contraire plusieurs modes d'altération se manifestent chez le poisson gras.

Il peut y avoir rancissement avec formation de peroxydes [BANKS (7)]. L'indice de peroxyde des graisses d'un saumon peut passer de 0,4 à 0,95 entre le septième et le quinzième jour de conservation à 0° C. [TARR (100)]. En fait, ce type d'altération ne devient important que dans le cas où le développement des bactéries protéolytiques est inhibé, par exemple chez le poisson congelé.

Une autre modification aboutit à la formation d'acides aliphatiques de bas poids moléculaire, en particulier acides formique et acétique. A partir d'extraits aqueux de hareng, sardine, saumon, maquereau et thon, HILLIG & coll. (46-95 à 100) ont isolé par entraînement à la vapeur d'eau des acides ayant de 1 à 4 carbones. Leurs teneurs sont multipliées par 3, 4 ou même davantage lorsque le poisson passe de l'état frais au stade inconsommable. La nature et le taux des acides varient d'une espèce à l'autre ; mais chez une espèce donnée, ils sont assez constants pour que la méthode soit retenue comme test de fraîcheur. Les auteurs n'ont pas cherché à préciser le mécanisme de la transformation. La diversité des acides incline à leur prêter une origine plutôt bactérienne qu'enzymatique.

La partie azotée du muscle est la plus importante quantitativement. Sa composition varie en fonction d'un grand nombre de facteurs mais comprend toujours d'une part des protéines, d'autre part une fraction non-protéique (171) [JACQUOT & CREACH (108)].

Au cours de l'altération, la fraction non-protéique s'accroît des éléments de dégradation des protéines mais son augmentation devient notable seulement après une conservation de quatre à six jours à 0° C (23) [RIDDELL & coll. (154), TANIKAWA (183)].

L'attaque protéinique peut être mise en évidence par le test de fumage de Reay (148). Lors de la rapide immersion d'un fragment de muscle frais dans une saumure à 20 p. 100 de ClNa , il y a peptisation et solubilisation de la myosine que le fumage dessèche ensuite en une pellicule superficielle brillante. Quand le muscle est altéré, la myosine ne peut plus être peptisée et le poisson garde un aspect terne.

La manifestation la plus évidente de l'altération azotée est le dégagement d'ammoniaque et d'amines volatiles qui sont même perceptibles à l'odorat. Elles peuvent résulter de réactions enzymatiques ou bactériennes diverses portant sur les protéines ou les non-protéines. La question est de déterminer quelles sont celles qui prennent place en premier lieu et dans quelle mesure elles sont interdépendantes.

BEATTY & coll. (13-15-16) ont montré que l'azote volatil du muscle de morue prélevé aseptiquement et maintenu stérile vingt et un jours à 0°C n'a augmenté que de 4 milligrammes pour 100 grammes tandis que celui des filets commerciaux montait de 20 milligrammes en quatorze jours. Dans un extrait de muscle de morue conservé sous toluène, la triméthylamine reste constante tandis que l'ammoniaque s'accroît très légèrement.

L'ammoniaque résulte donc en grande partie du métabolisme bactérien et la quantité libérée par les enzymes apparaît négligeable (fig. 2).

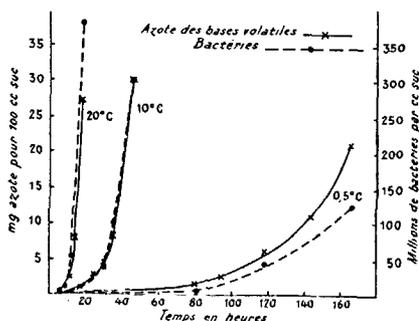


FIG. 2. — Variation des bases volatiles et du nombre des bactéries, dans du suc de morue à 20° , 10° et $0,5^{\circ}\text{C}$. [d'après BEATTY & GIBBONS (16)].

Quant à la protéolyse qui peut être mesurée par l'accroissement des acides aminés, elle semble se développer assez tardivement. Au cours des expériences de BEATTY & COLLINS, les acides aminés augmentaient légèrement pendant les trois premiers jours puis demeuraient constants jusqu'au treizième jour. Le même délai a été observé au cours d'essais commerciaux sur flétan [BROCKLESBY & RIDDELL (25)]. Ces acides aminés sont métabolisés avec dégagement d'ammoniaque exactement correspondant, en milieu anaérobie.

Dans les conditions pratiques, la teneur en azote ammoniacal qui est initialement de l'ordre de 10 milligrammes pour 100 grammes de chair subit tout d'abord une légère diminution (13) [SHEWAN (166)], en raison peut-être d'une utilisation bactérienne de l'ammoniaque [NOTEVARP & coll. (142)]. Sa mesure ne pourra donc servir à apprécier le début de l'altération. Lorsque la protéolyse devient active, elle augmente rapidement suivant une courbe tout à fait comparable à celle de la croissance bactérienne (fig. 3). Le commencement de cette phase est plus précoce chez les

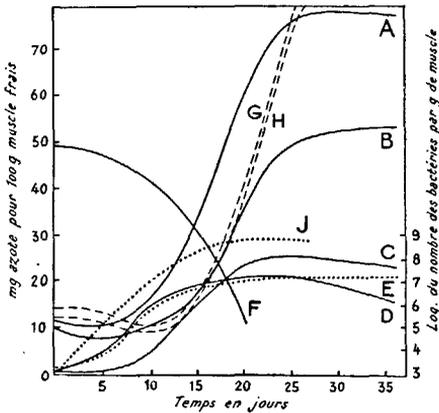


FIG. 3. — Variation des bases volatiles, de l'oxyde de triméthylamine et du nombre des bactéries dans le muscle de perche et d'églefin conservé en glace [d'après SHEWAN (166)].

Églefin : A = bases volatiles ; B = NH_3 ; C = amines tertiaires ; D = amines secondaires ; E = nombre de bactéries. Perche : G = bases volatiles ; H = NH_3 ; J = nombre de bactéries.

Elasmobranches dont l'urée est vraisemblablement attaquée par les bactéries [REAY (150), SHEWAN (167)].

Les amines volatiles qui se dégagent en même temps que l'ammoniaque sont essentiellement représentées par la triméthylamine, reconnue dès 1909 par STWA (181). A l'état de trace chez le poisson vivant, sa présence a été rapportée à celle de l'oxyde correspondant [POLLER & LINNETH (144)] constituant constant et caractéristique des espèces marines (108-151) [BEATTY (10)].

TENEUR EN TRIMÉTHYLAMINE p. 100 ml SUC DE MUSCLE DE POISSONS DIVERS [BEATTY (8)].
0,06 à 0,30 mg

TENEUR EN OXYDE DE TRIMÉTHYLAMINE EN mg POUR 100 g DE CHAIR (108)

Hareng (<i>Clupea harengus</i>)	313-590	Raie (<i>Raja batís</i>)	1100
Limande (<i>Limanda ferruginea</i>)	418	Anguille (<i>Anguilla rostrata</i>)	0
Maquereau (<i>Scomber scombrus</i>)	290-200	Brochet (<i>Esox lucius</i>)	14
Morue (<i>Gadus morrhua</i>)	160-460		

L'origine bactérienne de la triméthylamine a été démontrée :

1° Par la corrélation constatée entre numération et dosage conduits parallèlement sur de nombreux poissons entiers.

2° Par les essais de BEATTY et Coll, déjà mentionnés (8-13-16).

Mais des précurseurs autres que l'oxyde de triméthylamine pouvaient être envisagés au moins accessoirement. La choline désaminée par certains microorganismes peut donner de la triméthylamine ; mais vu la faible teneur du muscle, cette réaction est négligeable. La créatine et la bétaine ne semblent pas susceptibles d'une dégradation analogue [WOOD & coll. (229)-(60)]. D'ailleurs, des dosages simultanés de triméthylamine et d'oxyde dans le muscle, ou dans le suc de muscle, ont montré que la somme (oxyde + base) demeure constante jusqu'à un stade avancé de l'altération. A ce moment la production de triméthylamine ne correspond plus à la consommation d'oxyde, indiquant l'existence d'un ensemble de réactions plus complexes qu'une simple réduction [BEATTY (8), SHEWAN (166)].

TENEUR EN TRIMÉTHYLAMINE ET OXYDE DE TRIMÉTHYLAMINE DE MORUE
CONSERVÉE A DIVERSES TEMPÉRATURES (mg azote p. 100 cm³ suc)

	D'APRÈS BEATTY (8) (*)						D'APRÈS SHEWAN (166)				
	suc						suc		muscle		
	21° C		10° C		0,5° C		0° C		0° C		
	T	T+O	T	T+O	T	T+O	T	T+O	T	T+O	
0 à 6 h. . .	0-2,4	139			140						
12 h.	10	139	4,8		140						
24 h.	93	138	36		141	2,4	109				
36 h.	132	138	81,5	141,5							
48 h.			105,5	142	8	111	0,69	61,6	0,4	66,2	
6-7 j.					84-98	112	2,16	63,2	1,0	51,2	
10-12 j. . . .					113	115	27-60	60	2,4-9,0	55-54	
15-17 j. . . .							60,4	60,4	11,2	43,2	

(*) Relevé sur graphique.
T = triméthylamine.
T + O = triméthylamine + oxyde de triméthylamine.

Des travaux de WATSON (225-226) il résulte que le dégagement de triméthylamine est lié moins étroitement au nombre total des bactéries qu'à la proportion des anaérobies facultatifs. La plupart de ceux-ci réduisent l'oxyde de triméthylamine pour céder l'hydrogène qu'ils ont emprunté en métabolisant des substances telles que le glycogène et l'acide lactique. La réaction nécessite l'activation de l'oxyde par un enzyme spécifique, la triamine oxydase, mise en évidence par TARR (185-186). Celle-ci peut être bloquée par l'indol et le scatol mais, lors de l'altération,

ces produits apparaissent trop tard pour modifier le processus [NEILANDS (139)]. D'une manière générale, la variation du taux de triméthylamine représentera bien la progression de l'altération.

A côté de l'amine tertiaire REAY (149) et SHEWAN (166-167) ont isolé la mono- et la diméthylamine à des taux variables suivant l'espèce. L'amplitude de variation au cours du vieillissement est suffisante pour servir de mesure surtout dans le cas de l'amine secondaire [DYER & MOUNSEY (69)].

TENEUR EN AMINES SECONDAIRE ET TERTIAIRE ET NOMBRE DE BACTÉRIES DU MUSCLE CONSERVÉ EN GLACE [SHEWAN (164-166)]

DURÉE (jours)	EGLEFIN			CHIEN DE MER			PERCHE (eau douce)		
	D	T	N	D	T	N	D	T	N
0	0,08	0,56	3,23	0,07	0,5	3,74	traco	0,25	2,48
3	0,25	0,99	3,62	0,07	0,7	4,63			3,53
6	0,55	1,26	4,22	0,08	0,8	4,43			5,16
9-10	1,25	3,39	5,33	0,06	1,3	5,73			6,64
16	1,84	17,07	6,38	0,16	14,1	5,63			9,21

D = diméthylamine }
 T = triméthylamine } en mg azote pour 100 g muscle frais.
 N = log. nombre de bactéries par g muscle frais.

La diméthylamine augmente suivant une courbe de même allure que celle de la triméthylamine, mais la phase de croissance rapide débute plus tôt et la relation avec le nombre des bactéries serait plus étroite [SHEWAN (167)]. La diamine comme la triamine se développe plus rapidement dans les milieux anaérobies. Elle pourrait dériver de réactions analogues. [BEATTY et COLLINS (14)].

Parmi les substances dont la variation a été retenue comme témoignage de l'altération il convient encore de citer : la tyrosine, l'indol, l'histamine et l'acide sulfhydrique.

La tyrosine croît chez les diverses espèces où elle a été dosée parallèlement à l'évolution des caractères organoleptiques mais l'augmentation n'est sensible qu'après quatre jours environ à 0° C [BRADLEY et BAILEY (24), DYER et coll. (70), WOOD et coll. (230)].

L'indol est généralement considéré comme un produit de scission du tryptophane sous l'action des bactéries, notamment *Escherichia Coli*, sans qu'on ait réussi à définir exactement comment celle-ci avait lieu

[DAWES (55)]. Absent du poisson frais, il augmente au fur et à mesure de l'altération, mais ce n'est pas un fait constant puisque sa présence est liée à celle de certaines bactéries.

L'histamine n'a été reconnue jusqu'alors que chez les poissons gras [GEIGER (82), LEGROUX & LEVADITI (123)] : sardine, maquereau, thon. A l'état de traces chez le thon frais, elle peut atteindre 25 milligrammes pour 100 grammes dans du thon altéré. Selon GEIGER & coll. (82) il s'agit uniquement d'une dégradation due aux bactéries psychrophiles indépendante de la protéolyse. Celles-ci provoquent sans doute une décarboxylation de l'histidine isolée des mêmes espèces [JOHNSTON & JOHNSTON (109)].

Enfin l'acide sulfhydrique facilement perceptible à l'odorat a été l'un des premiers éléments caractérisés et dosés. Sa mesure est pratiquement abandonnée : non seulement il se dégage à un stade déjà avancé de l'altération (154) mais son dosage est moins précis que celui des diamines ou triamines (183).

Changements physico-chimiques. — Le corollaire de l'apparition des multiples fonctions acides et basiques que nous venons d'énumérer est la variation du pH, de la capacité tampon, et du potentiel d'oxydo-réduction. L'intérêt de ces grandeurs est de se prêter aux mesures rapides dont il faut disposer pour les grandes séries de la pratique commerciale.

Le pH du poisson vivant variable suivant l'espèce est aux alentours de la neutralité. En voici quelques valeurs :

Faux Flétan (<i>Hypoglossoides plates-</i>			
<i>soïdes</i>	6,7-7,0 (71)	Merlu.	6,5-7,1 (71)
Merlan.	6,9-7,3 (71)	Morue	6,4-6,6 (64)

Après la mort, il diminue sous l'effet de l'acide lactique puis revient à sa valeur primitive et croît en même temps que les bases volatiles [VAN DEURS & HOFF-JORGENSEN (224), DYER & coll. (70)]. Mais sa détermination sur un échantillon moyen se relie mal aux autres tests de l'altération et présente des variations individuelles supérieures à celles causées par un début d'altération. Seule l'étude statistique sur une espèce donnée fait apparaître la corrélation entre pH et degré d'altération [CHARNLEY & GOARD (45)]. Une mesure isolée ne permettrait pas de fixer l'âge commercial du poisson.

Cependant les travaux de DYER & coll. (67-68-70-230) sur la propagation de l'altération de la surface vers l'intérieur du muscle, dont il sera rendu compte ultérieurement, ont montré que la variation du pH superficiel est en meilleur accord avec les tests chimiques et bactériologiques que celle du pH d'un échantillon moyen.

Le pH extérieur devient rapidement alcalin tandis que le pH intérieur croît très lentement. L'écart entre leurs mesures faites simultanément permet d'éliminer le facteur individuel et de déterminer la fraîcheur quand il s'agit d'une espèce précédemment étudiée [ELLOTT (71)].

La capacité tampon a été mesurée pour la première fois par STANSBY & LEMON (175). Ils considéraient les quantités d'acide nécessaires pour que le pH de l'échantillon passe successivement de sa valeur initiale à 6,0, puis 4,3. Ces deux quantités variaient en sens inverse et témoignaient d'une diminution de la capacité tampon au cours de la conservation. Elles reflétaient respectivement, selon eux, le dégagement des bases volatiles tenu pour altération secondaire et la protéolyse ou altération primaire. COLLINS & coll. (48) et HJORTH-HANSEN (102-103) aboutissent à des résultats semblables avec des techniques légèrement modifiées mais lui donnent une interprétation différente. COLLINS montre que :

1^o la capacité tampon demeure constante en milieu stérile ;

2^o elle évolue en milieu aérobie ou anaérobie parallèlement à la courbe calculée à partir des teneurs en triméthylamine, oxyde de triméthylamine, acides acétique et lactique du suc de muscle ;

3^o pendant la durée de consommabilité du poisson la protéolyse joue seulement un rôle secondaire. La mesure de la capacité tampon apparaît principalement comme un autre mode d'expression de la réduction de l'oxyde de triméthylamine bien que d'autres phénomènes interviennent [CUTTING (53-54)].

De cette revue des manifestations de l'altération se dégagent plusieurs conclusions. Tout d'abord le caractère continu de sa progression. Contrairement à ce qui a lieu pour différentes matières alimentaires, viande, crème, etc., aucun phénomène de maturation n'a été observé. La dégradation commence tout de suite et ne cesse de s'aggraver.

En second lieu il faut souligner le rôle absolument essentiel des bactéries. En dehors des tous premiers stades de la glycogénolyse qui est seulement accélérée par les bactéries mais se produirait en milieu stérile, la grande majorité des transformations subies est une œuvre bactérienne.

Sans doute la plupart des travaux mentionnés sont-ils relatifs à du muscle isolé, du suc ou de l'extrait musculaire et peuvent donner une image inexacte de ce qui se passe commercialement sur du poisson entier, parfois même non vidé s'il est petit. Il n'en demeure pas moins qu'en s'efforçant de réduire la contamination bactérienne initiale et en limitant par tous les moyens la prolifération ultérieure on prolongera de façon certaine la durée de fraîcheur du poisson.

RÉPARTITION DE LA POPULATION BACTÉRIENNE EN % DE GERMES RENCONTRÉS PAR DIVERS AUTEURS

RÉGION		NOMBRE DES ÉCHANTILLONS	<i>Pseudomonas</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Aërobacter</i>	<i>Serratia</i>	<i>Proteus</i>	<i>Achromobacter</i>	<i>Flavobacter</i>	<i>Bacillus</i>	AUTEURS
Eau de mer	Atlantique Nord (Halifax) . . .			++					++	++		SANBORN (156-157) BEDFORD (18) WOOD (232)
	Pacifique Nord (Canada) . . .			16			19		3+	30		
	Océan Indien (Australie) . . .		10	34					26	18	12	
ESPÈCE												
Mucus	Divers vivant	43	17	40			2		17	17	7	GIBBONS (83) SNOW & BEARD (171) REED & SPENCE (153) STEWART (177-178) DYER (57) WOOD (132)
	Saumon		8,4	12,6				+	53,7	4,9	1,5	
	Eglefin vivant	11	22	4				18	23	8	24	
	Eglefin vivant		5	22					56	11	1	
	Morue vivante	12	+	74				+	+	+		
	Divers		4	35					26	21	7	
Fèces	Divers vivant	43	9	18				+	50	9	9	GIBBONS (83) REED & SPENCE (153) STEWART (177-178) LUMLEY & Coll. (128) DYER (57) KISER & BECKWITH (119)
	Eglefin vivant	34	8,7			4,6		70	4,4	5,6	5,7	
	Eglefin, saumon, flétan, sardines		+	0	0	rares		0	++	+		
	Divers			+					++	+		
	Morue vivante		+	66				+	+	+		
	Maquereau		+	+		+			++	+		

+ = présence ; ++ = nombreux.
La liste des genres n'est pas exclusive et rapporte seulement les plus fréquemment rencontrés (Cf. GRIFFITHS (87)).

Il importe donc de connaître les caractéristiques de la flore bactérienne du poisson.

Changements bactériologiques. — Contrairement à une croyance assez répandue, l'eau de mer n'est pas stérile mais seulement relativement pauvre en bactéries par rapport aux milieux terrestres. Aux abords des continents, elles est souillée par les bactéries du sol, de l'eau douce plus ou moins polluée qui s'y déverse et de l'air. La contamination est particulièrement marquée dans les estuaires ou à proximité des ports ; elle diminue en allant vers la haute mer et en profondeur, mais augmente à proximité du fond [SHEWAN (168), ZOBELL & CONN (236)].

ZOBELL (235) estime que la concentration des bactéries s'élève à quelques centaines par centimètre cube dans les eaux du large et peut atteindre quelques millions par centimètre cube dans la vase.

Les genres rencontrés le plus communément sont énumérés dans le tableau ci-contre.

On notera l'absence de *Coli aérogènes*.

Les espèces identifiées sont fréquemment les mêmes (156-157-232).

Il semble que les bactéries trouvées dans les différentes mers du globe appartiennent toujours à peu près aux mêmes genres, mais qu'il y ait variations locales (232) et saisonnières (156) quant aux espèces et à leur fréquence.

Ces microorganismes se retrouvent à la surface du poisson qui, aussitôt après capture, révèle une flore analogue à celle du milieu ambiant. Les branchies et le mucus ont de ce fait une population très voisine qualitativement (232) et le plus souvent il a paru suffisant d'étudier celle du mucus.

On a avancé que le mucus vivant serait doué d'un pouvoir bactériolytique et jouerait un rôle protecteur (128-168-232) mais la question n'est pas tranchée. Un fait établi est que sa composition aussi bien que sa consistance semi-liquide, en font un milieu de culture particulièrement adapté aux bactéries marines (178-232-235). Aussi la prolifération est-elle très rapide après la mort.

Il y a lieu de distinguer la charge inhérente au poisson et celle qu'il acquiert par contact avec les engins de pêche, le bateau, l'homme, etc. Selon HANES (88) et KIDD (115) la charge initiale varie en fonction de la saison : le maximum serait en été. L'apport secondaire peut être très important : quantitativement il varie suivant les soins apportés à la manipulation ; qualitativement il introduit d'une part les espèces abandonnées par les poissons traités précédemment au même endroit, d'autre part des germes d'origine terrestre qui ne resteront pas inactifs dans l'altération.

La spécificité des bactéries par rapport à l'espèce du poisson n'a pas reçu de preuve jusqu'alors. Selon SNOW & BEARD (171) les variations

seraient plutôt quantitatives, du fait des contaminations secondaires, que qualitatives.

Les germes les plus fréquents dans le mucus, d'après de nombreux essais, appartiennent aux genres : *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Flabobacter*, *Pseudomonas* et *Bacillus*. Ils peuvent être représentés par des espèces diverses ayant des propriétés biochimiques différentes et leur répartition chez deux individus provenant du même coup de filet peut ne pas être la même [HANES (88)]. Comme dans l'eau de mer les *Coli aerogènes* n'ont pu être mis en évidence.

Selon DYER (57), l'ordre de grandeur de la charge par gramme de mucus sur morue vivante serait de 44 000 à 350 000 germes. Sur poisson de chalut, elle pourrait monter de 80 000 jusqu'à 800 000.

Dans les intestins la flore est fonction de la nourriture. Aussi retrouve-t-on des espèces n'existant pas en surface, telles que les *Coli aerogènes* et une variété plus grande selon les temps et les lieux [GIBBONS (84)]. A la période du frai, lorsque le poisson cesse de se nourrir, l'intestin peut être stérile [HUNTER (107)] ou ne retenir que des aérobies sporulés (232). En période de nutrition, au contraire, les bactéries d'espèces toujours beaucoup plus variées que chez les mammifères [STEWART (178)] se comptent par dizaine de millions dans un centimètre cube de fèces (168).

Inversement à celles du mucus, les bactéries intestinales sont rarement chromogènes. Elles comprennent surtout pour les poissons vivant près des côtes des représentants des genres spécifiquement intestinaux : *Escherichia coli*, *Aerobacter*, *Eberthella*, *Shigella*, qui n'ont d'ailleurs pas les mêmes propriétés que les espèces similaires des mammifères (84-156). La présence des anaérobies strictes est contestée. Conformément à ce qui a été généralement reconnu, SNOW & BEARD (171) n'en trouvent pas chez le saumon, ni KISER & BECKWITH (119) chez le maquereau. Selon CASTELL (32) les nombreux *Clostridium* isolés de l'églefin par SHEWAN (165) seraient plutôt un fait isolé, dû peut-être à une contamination anormale de l'eau car les seuls qu'il ait trouvés en mer se développent mal sur poisson.

Dans le cas du muscle qui est finalement la partie intéressante, la question s'est posée de savoir si les nombreux microorganismes détectés après quelques heures de conservation dérivait de germes préexistants ou s'ils n'étaient pas plutôt le fait de contamination secondaire. De très nombreux auteurs ont déclaré que le muscle de poisson ou de crustacé [TIMOFEEVA (221)] sains était stérile, qu'il soit de mer ou d'eau douce. Cependant GEE (79-80) a trouvé des bactéries dans le quart des poissons capturés en vue de cette recherche ; mais il opérait dans des eaux d'estuaire. PROCTOR & NICKERSON (146) ont effectué, à partir d'églefins, des séries

d'ensemencements variés quant à la région du muscle prélevé, au milieu et à la température de culture. Les cultures constatées étaient trop peu nombreuses pour être significatives, et pouvaient être tenues pour accidentelles. L'expérience n'est pourtant pas tout à fait concluante car le poisson avait été congelé rapidement au sortir de l'eau et examiné seulement dans les quelques semaines suivantes.

Quoi qu'il en soit l'ensemble de ces recherches permet d'affirmer que le muscle du poisson vivant, s'il n'est pas parfaitement stérile, contient au plus de très rares germes.

Au contraire sitôt l'altération commencée, il renferme toutes les bactéries communes du mucus et des intestins. La contamination par le sang a été souvent envisagée. KISER & BECKWITH (119) ont obtenu avec du cœur et du sang de maquereau, des cultures deux fois plus fréquentes que celles provenant du muscle. Le sang prélevé dans le cœur d'églefin par PROCTOR & NICKERSON (146) contenait des bactéries seulement une fois sur douze. Il semble donc que le sang soit lui aussi à peu près stérile, mais il offre un terrain très favorable au développement bactérien et le réseau circulatoire sera une voie d'infection certaine si le poisson n'est pas saigné après capture.

Au cours du temps la population bactérienne paraît subir non seulement un accroissement mais encore un changement de composition. Selon WOOD (232) le muscle du poisson commercial contient au moment de la pêche surtout des *Flavobacter* et des *Micrococcus* qui ne tardent pas à être supplantés par les *Achromobacter* et les *Pseudomonas*. La prédominance initiale des *Micrococcus* ressort également des travaux de DYER (57) sur mucus de morue vivante tandis que celle des *Achromobacter* après cinq à six jours de conservation à 2° C avait déjà été remarquée par WATSON (225) et STEWART (180). Cette succession des espèces pourrait rendre compte partiellement de la complexité croissante au cours du temps des phénomènes chimiques de l'altération.

Malgré leur diversité, tous ces microorganismes possèdent quelques propriétés communes du fait de leur origine marine. Tout d'abord l'adaptation au sel qui impose pour leurs cultures l'emploi de milieux suffisamment salés [GEE (79), KIMATA (117)], de préférence à base d'eau de mer (235). Cette exigence qui n'a pas toujours été respectée par les auteurs peut expliquer parfois des résultats disparates. Elle a été utilisée pour discriminer dans la flore du poisson commercial les espèces marines et terrestres (235-236) [CASTELL (33)].

Un autre caractère d'une grande portée pratique est leur faculté de se développer à des températures relativement basses et de subsister à des refroidissements auxquels les bactéries en général ne résistent pas.

C'est ainsi que HESS (91-92) et BEDFORD (19) ont montré que les bactéries du poisson continuent à se développer jusqu'à -7°C et peuvent supporter des températures plus basses sans être détruites. Les bactéries précultivées à 5°C ont une faculté d'adaptation et une résistance particulière au froid (93), conditions réalisées pratiquement chez les poissons pêchés dans le Grand Nord.

Les souches qui se développent au voisinage de 0°C conservent toutes leurs propriétés réductrices, lysantes, chromogènes [SCHÖNBERG (159)]. Celles-ci peuvent même s'accroître (236); elles ne disparaissent que successivement quand la température s'abaisse.

Selon la règle générale, le temps qui s'écoule avant l'apparition des premières colonies, ou *phase de latence* est d'autant plus long que la température est plus basse.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE
SUR LA DURÉE DE LA PHASE DE LATENCE [d'après REAY (150)]

<i>Pseudomonas fluorescens</i>				<i>Achromobacter sp.</i>	
(MILLER 1903)		(HESS 1934)		(KISER 1944)	
température	latence	température	latence	température	latence
30°C	6 h	20°C	24 h	25°C	3 à 4 h
12°C	12 à 24 h	5°C	72 h	7°C	12 à 28 h
6°C	32 h	0°C	96 h	-4°C	125 à 193 h
0°C	120 h	-3°C	144 h		

D'où l'avantage du refroidissement du poisson qui peut retarder de plusieurs jours l'envahissement par les bactéries primitives. D'autre part la vitesse de croissance qui est maxima vers 20° diminue fortement; compte tenu de la disparition plus lente des germes, lorsque la température est moins élevée, la récolte maxima à partir d'un inoculum donné a lieu vers 5°C . La diminution de la vitesse de croissance n'est pas une fonction linéaire de la température comme le fait apparaître la détermination du coefficient Q_{10}^* pour différents intervalles de température.

(*) On sait que le coefficient Q_{10} est le nombre par lequel est multipliée la vitesse de réaction lorsque la température s'élève de la valeur $t^{\circ}\text{C}$ à la valeur $(t+10)^{\circ}\text{C}$.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LE COEFFICIENT Q_{10}
DE LA VITESSE DE CROISSANCE DES BACTÉRIES

ESPECE	INTERVALLES DE TEMPÉRATURE				AUTEURS
	- 3° 0°	0° + 5°	+ 5° + 20°	+ 20° + 37°	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	9,3	8,4	3,7		HESS (92)
<i>Flavobacterium devduosum</i>	11,2		1,2	1,2	
<i>Achromobacter</i>	- 4° + 7°		+ 7° + 25°		KISER (118)
	4,58 à 5,82		1,86 à 2,84		

La croissance est beaucoup plus ralentie par un abaissement de 1° au voisinage de 0°, que de 10° entre + 20° et + 10° C. La prolifération bactérienne ne sera donc limitée efficacement que si le refroidissement porte la température du poisson très près de 0° C.

En contre-partie les bactéries marines supportent très mal les températures élevées. Il y en a peu qui se développent à 37° C, beaucoup ne résistent pas à 40° C surtout lorsqu'elles viennent directement du milieu marin (235-236).

Enfin elles sont adaptées au pH faiblement alcalin de l'eau de mer et la croissance du plus grand nombre est fortement ralentie par une acidification même légère du milieu, telle que celle produite pendant la phase de *rigor mortis*. Au-dessous de pH = 5,0 la plupart cessent de croître [NADEAU (138)].

La diversité bien connue des propriétés biochimiques selon les espèces bactériennes se retrouve ici et on ne peut parler des « propriétés des bactéries du poisson » qu'en raison du grand nombre de souches existantes. Par addition des réactions propres ou par synergie, l'ensemble finit par avoir un comportement grossièrement constant. Cependant la proportion de chromogènes est plus ou moins grande (18) le pouvoir protéolytique plus ou moins intense (157) de sorte qu'il peut y avoir des cas d'altération très particuliers.

Des corps qui avaient semblé caractéristiques du métabolisme des bactéries du poisson, tels que SH² ou l'indol sont parfois produits par une infime minorité (80-107-119-153-171-235). L'aptitude à réduire l'oxyde de triméthylamine n'est pas non plus universelle (88) [TARR (184)].

Il est difficile de définir le rôle biochimique de chaque espèce dans l'altération et partant de savoir quelles sont les plus redoutables. BAIRD & WOOD (6) remarquent que beaucoup de *Micrococcus* ne réduisent pas l'oxyde de triméthylamine alors que la presque totalité des Entérobactériacées le réduise (228). Les *Achromobacter* et les *Pseudomonas* sont doués ou non du pouvoir réducteur (185) [CASTELL & coll. (33-44)] mais possèdent tous une action protéolytique marquée. La coïncidence de leur apparition tardive chez le poisson altéré et de la protéolyse mesurée chimiquement vient à l'appui de la théorie de WOOD sur la succession des espèces bactériennes. CASTELL & ANDERSON (40) concluent également d'après les odeurs dégagées par des cultures pures d'*Achromobacter*, *Proteus*, et *Pseudomonas*, que le rôle de ces genres est essentiel dans la dégradation profonde de la chair. Les *Micrococcus* seraient relativement inoffensifs, réserve faite des différences de comportement selon les espèces et la température de conservation [ANDERSON & FELLERS (2)].

Néanmoins il apparaît que les plus nocives des bactéries marines dans le processus de l'altération appartiennent à la flore des fèces dont il importe de limiter le plus possible la propagation.

Les travaux de DYER & coll. (67-68-70-230) ont permis de reconnaître que la diffusion des bactéries dans la chair progressait très lentement au début de l'altération. Après dix jours de conservation à 0° C le centre du muscle peut être encore pratiquement stérile alors que la surface porte jusqu'à 24 millions de bactéries au gramme. Au contraire les produits de leur métabolisme diffusent par échange osmotique. L'oxyde de triméthylamine interne parvient à la surface tandis que la base revient vers l'intérieur. Les mesures de leur teneur respective et du pH révèlent une évolution de la dégradation nettement plus rapide dans la partie externe qu'au centre.

Dans le cas du poisson entier, il s'agit de savoir de quelle surface proviendra la plus grande contamination. Des prélèvements systématiques le long du corps et en profondeur ont confirmé que toutes les manifestations de l'altération apparaissent de moins en moins vite en allant de la région abdominale à la queue. Dans la région abdominale, l'altération décroît du péritoine au muscle central, puis au muscle sous-cutané et à la peau. Dans la région moyenne, elle apparaît d'abord dans le muscle le long de la colonne vertébrale, puis gagne le muscle moyen et enfin le muscle sous-cutané. Dans la queue les trois progressent très sensiblement à la même allure.

Il faut donc conclure à une infection bactérienne longtemps limitée aux surfaces, puis se propageant non pas à partir de la peau, mais à partir de la cavité viscérale avec l'aide des vaisseaux sanguins.

Nous rappelons que la contamination naturelle peut être considérablement aggravée par les manipulations. Très généralement elles augmentent le nombre de germes marins et introduisent des bactéries de l'homme, du sol, de l'air et de l'eau qui peuvent être beaucoup plus dangereuses pour l'homme. Cependant étant donné le caractère thermophile des plus nocives, un refroidissement suffisant permettrait selon CASTELL (31) de retarder leur développement au delà des limites de consommabilité.

II. — PRÉSERVATION DE LA QUALITÉ DE FRAICHEUR

Des faits que nous venons d'exposer, il ressort que la lutte contre l'altération est essentiellement une lutte contre les bactéries et qu'elle doit être entreprise dès la sortie de l'eau. Deux modes d'actions peuvent être mis en œuvre : 1° diminution de la contamination en éliminant les foyers d'infection ; 2° réduction du développement des bactéries restantes par voie bactériostatique.

La contamination est plus ou moins grande suivant le mode de pêche. Alors que le mucus du poisson mis à terre contient de un à plusieurs millions de bactéries par gramme [FITZGERALD & CONWAY (73)], la charge des morues de chalut éviscérées et lavées est de l'ordre de 10 à 100 000 par gramme (57). Celle du poisson de ligne est inférieure de dix à cent fois [KIDD (115)].

En effet, le poisson subit au cours du chalutage une compression intense qui répand les fèces, meurtrit et parfois blesse la chair. Il en est de même lorsqu'il est stocké en masse trop grande ou jeté successivement du filet sur le pont et de là dans la cale. D'une part, les enzymes des cellules sont libérés et désorganisent plus facilement le tissu ; d'autre part, le muscle mis à jour est immédiatement pollué par toutes les bactéries extérieures. HUNTER (107) a trouvé que le nombre des bactéries dans la piqûre de l'hameron chez un saumon était, après vingt-quatre heures à température ambiante, trente-huit fois celui du muscle et deux à trois fois celui du ventre.

Pour imaginer à quelle infection les crochets ou les étiquettes de vente fichés dans la chair l'exposent, il suffit de considérer les quelques chiffres suivants concernant la contamination du milieu ambiant :

	<i>Nombre de bactéries</i>	<i>Auteurs</i>
Eau qui s'écoule du fond du chalut	139 000 par cm ³	SHEWAN (168)
Eau du pont	176 millions p. cm ³	BEDFORD (17)
Grattage superficiel de caisse	59 billions p. g	DYBWAD (56)

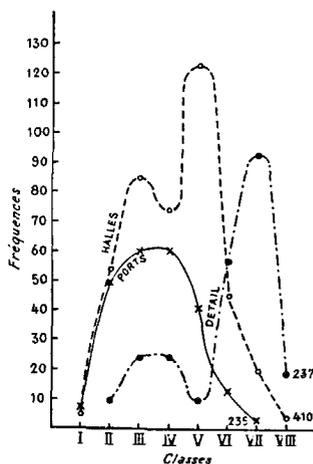
L'eau qui ruisselle sur toute la cargaison depuis le haut des étagères contient certainement une population aussi abondante.

WOOD (231) a suivi statistiquement l'évolution numérique des bactéries au cours de l'acheminement du poisson depuis le port jusqu'à la halle et au magasin de détail dans toute une région d'Australie (fig. 4).

FIG. 4. — Distribution des populations bactériennes des poissons à différents stades de leur acheminement vers le consommateur.

Classes = nombre de bactéries par gramme de chair

I, II, III, ... = exposant de 10^1 , 10^2 , 10^3 ...



Sur le graphique que nous lui empruntons, apparaît une répartition bimodale des germes au stade de la vente au détail, indiquant une double origine de la contamination. Il est remarquable que le passage à la halle égalise à peu près la charge de tous les lots quel que soit leur état préalable, en raison notamment de la pollution de l'air. Wood l'évalue à quelques centaines de microorganismes déposés en cinq minutes sur une plaque d'agar de 10 centimètres de diamètre.

Une des premières règles à observer pour prolonger la fraîcheur du poisson est d'éviter les manipulations brutales qui meurtrissent et blessent le poisson.

En second lieu, les parties riches en bactéries doivent être éliminées dans la mesure du possible. Chaque fois que sa taille le permet, il est profitable d'éviscérer le poisson sîtôt après la pêche, ce qui évite en même temps l'autolyse par les enzymes digestifs.

Mais, l'éviscération et l'ététagé sont aussi une cause de pollution : les manipulations répandent largement le sang, le mucus et les bactéries des viscères sur les surfaces fraîchement coupées et dans la cavité abdominale. Le plus souvent, le péritoine qui offre, comme la peau, un obstacle à la pénétration des bactéries [DYER & coll. (67)] est partiellement arraché.

Il importe donc de laver abondamment le poisson après éviscération et écoulement du sang, comme il a été souvent recommandé [TOWER, 1899 (*in* 87), BEDFORD (29)]. Ce lavage entraînera à la fois les souillures et le mucus qui peut toujours pénétrer légèrement par les pores (73). Il devra être répété chaque fois qu'une nouvelle contamination importante l'aura rendu nécessaire : après passage à la halle ou à son arrivée chez le détaillant par exemple.

Une solution qui, *a priori*, devrait fournir un poisson exempt de bactéries est l'isolement immédiat du muscle quasi stérile par la mise en filets. Mais cette présentation, certes attrayante, ne va pas sans risques. Elle prive le muscle de sa protection naturelle, la peau, et répand sur toutes les surfaces les bactéries entraînées par les couteaux ou déposées sur les tables.

Un filet préparé stérilement peut se garder sans odeur en vase stérile quarante jours à + 3° C, mais après filetage industriel, la conservation ne dépasse pas quatre jours. La charge bactérienne en sortant des tables de filetage est principalement d'origine marine [CASTELL (28)] ; elle peut atteindre de un à plusieurs millions de germes par gramme [(28), DYER & DYER (65)]. Chaque manipulation ou exposition prolongée à l'air contribue à son accroissement, à moins d'être combattue par un lavage subséquent. Une surface contenant initialement 500 000 germes peut, après écaillage et lavage, en avoir cinquante à cent-cinquante fois moins (22) (73). Le fait d'être convoyé dans l'eau à l'intérieur de l'usine réduit la population microbienne des filets de moitié par rapport au transport dans l'air (28). Dans les meilleures conditions industrielles, la charge à la sortie est de l'ordre de 100 000 au gramme (65).

La mise en filets peut alors prolonger la conservation, si elle intervient opportunément. DYER & DYER (65-66) ont montré que l'élimination des parties superficielles contaminées arrête momentanément l'évolution de l'altération. A 0° C, il faut environ trois jours avant que les bactéries soient à nouveau assez nombreuses pour que le taux des produits de dégradation recommence à croître. Compte tenu de l'altération plus tardive du centre du muscle, il est possible d'obtenir des filets meilleurs que le poisson entier pendant deux jours, à partir de morue ayant dix jours de glace. La durée de consommabilité est ainsi légèrement augmentée. Inversement, la mise en filets dès l'arrivée au port raccourcit d'environ moitié la durée de conservation.

Le filetage est donc une solution séduisante à bien des égards, mais qui ne peut être employée inconsidérément. Il ne doit être entrepris que dans des conditions d'hygiène excellente et lorsque la vente est assurée dans un très bref délai.

Préservation par lavage. — Nous nous arrêterons maintenant aux opérations de lavage dont l'utilité a déjà été soulignée.

L'importance de l'entretien du matériel dans un état de propreté rigoureuse a été remarquablement mise en lumière par l'expérience industrielle de grande envergure conduite par LUMLEY & coll. (128) à bord d'un chalutier de grande pêche. Les couteaux et les caisses de manipulation étaient stérilisés à l'eau bouillante entre chaque trait de chalut ; le poisson était lavé par un jet d'eau de mer après éviscération et mis en cale sur des étagères munies de collecteurs pour éviter l'égouttage des caisiers métalliques d'une rangée sur l'autre. Dans ces conditions, les églesfins avaient même apparence après cinq jours que ceux traités selon l'usage courant après vingt-quatre heures. L'eau séjournant dans la cavité abdominale contenait à la mise en caisse 1 000 à 2 000 bactéries par centimètre cube, c'est-à-dire sensiblement autant que dans le poisson vivant. Après huit jours, elle en contenait dix fois moins que celle recueillie dans les poissons traités commercialement. BIRDSEYE (22), obtient des filets contenant environ 100 000 germes au gramme à la sortie de l'usine, contre un million à la sortie du bateau, en faisant travailler les machines sous courant d'eau légèrement chlorée et en évitant l'entraînement des souillures de l'une sur l'autre, par des lavages intercalaires.

Des machines à laver ont été conçues qui diminuent en même temps les manipulations : pompe hydraulique qui puise le petit poisson en cale au sein d'un courant d'eau et le déverse directement en usine [CAMERON (25)], dispositif pour lavage continu de la sardine sur tapis roulant (5), tambour rotatif hexagonal de forme étudiée pour éviter l'accumulation des dépôts dans les angles [TARR & LANTZ (209)].

Les lieux d'entreposage doivent également être soumis à un entretien strict ce qui peut impliquer le remplacement de matériaux traditionnels comme le bois, par d'autres se prêtant mieux à la désinfection. Le bois précédemment employé universellement pour les caisses de manipulation et d'expédition, les tables d'étêtage, les cloisons des cales et des ateliers, a le gros inconvénient de s'imprégner d'humidité et de bactéries qui se maintiennent dans les aspérités, quel que soit le nettoyage [WOOD (231)]. Il est encore en usage presque partout en France. Les métaux : aluminium, acier inoxydable, nichrome, lui ont été avantageusement substitués tant pour les plateaux de transport intérieur sur les bateaux et dans les usines, que pour les installations fixes : aménagement des cales, tables d'étêtage, étales des détaillants. Faciles à désinfecter, ils permettent, en outre, un refroidissement efficace du poisson mis à leur contact, en raison de leur faible coefficient de transmission calorifique.

Dans le cas des caisses d'expédition, le bois conserve la primauté.

D'une part, son bon marché permet de l'employer en emballage perdu, d'autre part, son pouvoir isolant et sa résistance mécanique sont supérieurs à tout ce qui a été essayé jusqu'ici parmi les matériaux de remplacement introduits sur le marché, notamment du fait de la guerre. [POTTINGER & coll. (145)]. L'emploi de caissettes neuves appropriées à la taille du poisson, remplies sur le bateau et transmises jusqu'au détaillant après simple réglage si nécessaire, est certainement la formule qui évite au poisson le maximum de manipulations, de meurtrissures et de souillures. Une garantie complémentaire peut être acquise en les immergeant avant usage dans une eau légèrement chlorée.

En ce qui concerne les locaux à proprement parler, il importe qu'ils puissent être lavés à fond et commodément chaque jour, grâce à un dispositif adéquat d'adduction et d'écoulement des eaux. Les murs et le sol doivent être pourvus d'un enduit lisse : les revêtements en céramique vernissée sont particulièrement recommandés (22-231).

Les aménagements intérieurs doivent être prévus : le poisson ne devrait jamais être disposé à même le sol ou de façon à en recevoir des éclaboussures. Il y aurait avantage à disposer de tables assez hautes, refroidies et légèrement inclinées pour recueillir les eaux d'égouttage. Dans les marchés et chez les détaillants, elles devraient de plus être à l'abri de l'air et protégées du contact des acheteurs.

Le lavage des installations et de l'outillage, à terre comme à bord, devra se faire avec un brossage énergique, seul capable de décoller les particules de poisson adhérentes [BEDFORD (20), HESS (94)]. Le lavage au jet doit le suivre et non lui être substitué.

Avec quoi doit-on laver ? Eau douce, eau de mer, solution désinfectante ? De toute façon, celle-ci ne peut intervenir efficacement, si puissant que soit l'antiseptique, que sur une surface déjà débarrassée des principales souillures par lavage ordinaire. En mer, il sera toujours fait à l'eau de mer. A terre, le choix se fera essentiellement suivant ce qui doit être lavé.

S'il s'agit de l'équipement, le pouvoir corrosif plus ou moins grand peut faire opter pour l'eau salée ou non. L'essentiel est qu'elle soit propre. L'eau des ports doit être rigoureusement proserite car elle souille plus qu'elle ne nettoie. S'il s'agit de poisson pendant la pêche, l'eau de mer est toute désignée. Elle a l'avantage de ne causer aux filets qu'une perte de poids réduite par échange d'ions salins ou dissolution de protéines (22). Dans les installations terrestres qui ne disposent le plus souvent que d'une eau de mer contaminée, l'eau douce présentant les garanties bactériologiques exigées d'ordinaire pour l'alimentation pourra être employée.

Par anticipation, CASTELL (27) envisage l'époque souhaitable où son

apport bactérien relativement faible devra être pris en considération devant l'absence quasi totale de germes obtenue par la mise en filets réalisée aseptiquement.

La question de la contamination par l'eau se pose déjà lorsque, sous forme de glace, elle demeure longuement au contact du poisson. Les risques sont particulièrement grands dans les pays qui utilisent la glace naturelle. Ils sont restreints lorsqu'elle a subi une fusion superficielle ou une conservation de plusieurs jours à -5°C qui éliminent la plupart des cellules végétatives [HJORT-HANSEN (101)].

Jusqu'ici, la stérilisation de l'eau n'était pas recherchée comme une fin en soi ; elle était acquise par son emploi de véhicule le plus commode des agents désinfectants en solution liquide ou solide. Celle du poisson frais ne l'était guère davantage jusqu'à ces vingt dernières années où le désir d'étendre le rayon de vente loin des côtes et de présenter le poisson sous une forme plus attrayante ont incité à étudier la mise en filets industrielle, tout particulièrement outre-Atlantique.

L'emploi des désinfectants s'est alors révélé indispensable et les recherches se portèrent vers ceux déjà utilisés dans les ateliers de salage qui *a priori*, étaient compatibles avec l'hygiène alimentaire et les besoins industriels. Ces produits devaient être au moins bactériostatiques vis-à-vis des bactéries du poisson, non toxiques, non corrosifs et suffisamment solubles dans l'eau.

En pratique, les mêmes substances ont été essayées pour l'eau, le matériel ou le poisson, dans les limites où le prix de revient le permettait avec seulement des variations de concentration appropriées. Le matériel nécessite des concentrations beaucoup plus élevées, car il retient toujours des eaux résiduaires où les bactéries sont plus difficilement détruites [BEDFORD (17), TARR (195)]. Il peut d'ailleurs les supporter plus facilement que le poisson pour lequel on doit toujours craindre la détérioration par les agents de traitement. L'idéal serait, évidemment, un bactéricide ne laissant pas de traces sur le support.

Dans ce sens, citons l'irradiation des filets par ultraviolet entre 2 500 et 3 000 Å qui a été essayée soit à sec, soit en association avec un saumurage. Selon GÄRTNER (78), l'action bactéricide serait plus intense avec $\lambda = 2\,540\text{ Å}$. Une exposition de deux minutes à la lampe à vapeur de mercure dont 75 p. 100 du rayonnement est à 2 537 Å détruit notamment les *Achromobacter* et les *Pseudomonas* en culture pure. Sur des filets d'églefin, la flore est passée de 630 000 à 184 000 bactéries au gramme sans qu'il y ait dessiccation de la chair ou altération de la valeur nutritive [PUNCOCHAR et coll. (147)]. TARR et coll. (217-234) doivent prolonger

l'exposition au delà d'une heure pour obtenir une réduction aussi marquée. L'inconvénient est l'échauffement qui a lieu, même si le traitement est appliqué conjointement à un saumurage. D'autre part, le pouvoir catalytique de l'ultraviolet sur l'oxydation des graisses limite son emploi aux poissons maigres. Il semble néanmoins qu'après une mise au point pour obtenir le maximum d'efficacité, l'ultraviolet pourrait servir à prolonger la conservation, notamment chez le détaillant.

L'ozone qui se forme en petite quantité dans l'irradiation ultraviolette a été essayé. Sous forme gazeuse, il a été employé à la stérilisation de l'atmosphère des marchés et des ateliers, mais il est vite insupportable à la respiration et devrait être appliqué en dehors des heures de travail pour être à une concentration utile (231). L'eau de mer ozonée employée au lavage de poisson peut réduire sa charge bactérienne de trente à cinquante fois et la glace ozonée prolonger la conservation de trois à quatre jours par rapport à la glace ordinaire [SALMON & LE GALL (155)]. Les réserves faites pour l'ultraviolet vis-à-vis des poissons gras sont valables ici.

L'eau oxygénée a une action tout à fait similaire. HJORTH-HANSEN & KARLSEN (105) obtiennent après huit jours de conservation en glace oxygénée à 0,15 gramme par kilogramme, une morue contenant seulement 80 000 bactéries au gramme contre 2 millions chez les témoins. L'emploi d'une solution paraît moins avantageux sans doute en raison de l'instabilité de l'eau oxygénée [TARR & SUNDERLAND (215)].

Vu le caractère principalement aérobie de la flore naturelle du poisson, il a été fréquemment fait appel, comme inhibiteur, au gaz carbonique absorbable comme dans le cas des viandes. Il retarde la croissance de nombreuses espèces communes dans la population primitive ou acquise du poisson : *Proteus vulgaris*, certains *Micrococcus*, *Staphylococcus aureus* [KILLEFLER (116)]. Les *Achromobacter* dont le rôle protéolytique a été souligné y sont généralement très sensibles. D'autres, comme les *Aerobacter* se développent encore dans une atmosphère à 100 p. 100 CO₂ [STEWART (179)], mais, dans l'ensemble, les bactéries du poisson sont inhibées dès que la concentration dépasse 25 p. 100. Son action ne paraît pouvoir être attribuée complètement ni à l'acidification du milieu, ni aux conditions anaérobies qu'il impose [COYNE (50)].

L'application pratique a été tentée en insufflant du gaz sous pression dans un récipient étanche afin de réaliser des concentrations croissantes de 0 à 100 p. 100. Avec 30 ou 40 p. 100, la conservation peut être portée de treize à vingt et un ou même vingt-quatre jours si la température est maintenue suffisamment basse (51-180). L'action est d'autant meilleure que le traitement est précoce car il prolonge la durée des condi-

tions acides réalisées pendant la phase de *rigor mortis* [STANSBY & GRIFFITHS (173)]. L'atmosphère carbonique peut être également maintenue par l'introduction dans l'emballage d'une provision de neige carbonique convenablement isolée pour éviter la congélation lente du poisson à son contact. Les emballages en carton se prêtent à cet usage (111). L'isolement thermique extérieur et l'étanchéité doivent être très soignés pour réduire les déperditions de gaz. Selon KELLER (112) le gaz carbonique mis en solution dans la glace par insufflation sous pression pendant la congélation n'augmente en rien les avantages de la glace ordinaire.

Malheureusement le gaz carbonique, surtout employé aux concentrations élevées, modifie l'aspect extérieur du poisson. La chair devient opaque, la pupille blanchit et l'apparence générale est mauvaise, alors que les tests bactériologiques et chimiques, ou l'essai de fumage, le révèlent en très bon état. Le lavage peut lui restituer un aspect plus normal, mais la chair demeure sèche et fibreuse.

L'influence du pH sur la croissance bactérienne est un fait bien connu. Les laits de chaux pour badigeon des ateliers (94) ou les lessives sodiques ajoutées aux saumures n'agissent pas autrement. Mais celles-ci jaunissent le poisson [GIBBONS (85)].

Du côté acide, la sensibilité reconnue des bactéries du poisson a suscité l'essai de différents agents. TARR et NEY (210) ont montré sur divers Gadidés et Salmonidés qu'un ajustement du pH initial au moyen de soude ou d'acide chlorhydrique entre 6,0 et 6,8 suivant le pH propre de la chair, diminue la croissance bactérienne et inhibe presque complètement la production de triméthylamine dont le taux est encore de 2 à 5 milligrammes pour 100 grammes après sept à dix jours. Le pH reste inférieur à 7,0, même lorsque la chair est manifestement altérée. Une immersion d'une heure dans une saumure à 2 p. 100 ClNa contenant 0,1 p. 100 d'acide chlorhydrique ou d'anhydride sulfureux réduit la population bactérienne mais leur communique une mauvaise odeur et un vilain aspect (212-215). Cette objection tombe lorsqu'il s'agit de la désinfection des locaux pour lesquels l'anhydride sulfureux gazeux est conseillé (94).

L'emploi d'acides plus faibles lactique, citrique, tartrique, phosphates monobasiques sous forme de solution tampon dans l'eau ordinaire ou dans une saumure ralentit la croissance bactérienne et prolonge la conservation si le pH atteint par la chair est suffisamment bas [NADEAU (137-138), TARR & SUNDERLAND (211), TARR (188)]. La nature du réactif importe moins que le pH obtenu sauf dans le cas des phosphates pour lesquels interviennent d'autres phénomènes. La conservation à 0° C peut aller jusqu'à vingt-cinq jours à pH = 5,0, trente-six jours à pH = 4,7. Mais l'obtention de tels pH nécessite des immersions prolongées parfois

plusieurs heures qui détériorent la chair. Après huit jours les filets peuvent avoir perdu 20 p. 100 de leur poids par solubilisation. Ils présentent un aspect gélatineux et une teinte crayeuse préjudiciable à la commercialisation.

La prolongation de la phase de réaction acide dans le muscle a encore été obtenue par immersion dans les solutions associées de glucose à 0,5 p. 1 000 et iodate de potassium à 0,1 p. 1 000. L'action retardatrice pourrait, ici, être due également à la petite quantité d'iode naissant libérée [FOUGÈRE (74)].

Un désinfectant classique de l'eau, qui a reçu des applications anciennes et très nombreuses, est le chlore. Il est généralement mis en œuvre sous forme d'hypochlorite de sodium ou de chlorure de chaux. Dans le cas de l'eau de mer le simple passage d'un courant électrique convenablement réglé suffit à obtenir une eau exempte de bactéries, contenant 7 à 10 parties par million de chlore [CASTELL (27)].

Son pouvoir bactéricide est bien connu. Dans une étude très développée TARR (202) a comparé l'action d'une série de désinfectants sur les bactéries communes du poisson ou sur leurs spores provenant du mucus ou de cultures mélangées.

TARR a montré que l'hypochlorite de sodium à raison de quelques parties par million détruit 95 p. 100 des cellules végétatives aussi bien que des spores, qu'elles soient en suspension liquide ou dispersées sur une surface reproduisant celle de l'outillage. Le problème est de fixer la concentration et le temps d'application suivant le matériel à traiter. Pour le poisson, l'immersion pendant cinq minutes dans une solution à 200 parties par million laisse un goût. Si la concentration s'élève à 400 parties par million il est immangeable, bien que le jaunissement n'apparaisse qu'à partir de 1 500 [CASTELL (29)]. Des concentrations de l'ordre de 5 parties par million appliquées pendant vingt secondes suffisent à réduire d'environ moitié la population bactérienne et sont généralement adoptées (22-73).

Pour la stérilisation de l'équipement, des concentrations beaucoup plus fortes de 1 à 5 p. 1 000 sont employées sans que le poisson traité ultérieurement acquière un mauvais goût [CASTELL (30) (39)]. Malheureusement le chlore est très corrosif ce qui limite son emploi ou impose le choix de matériaux lui résistant.

Les chloramines B et T ont été essayées (204-215) mais vu leur faible solubilité dans la chair, elles n'offrent un certain intérêt que pour stériliser la glace, ce qui a fait l'objet de plusieurs brevets (87-77).

D'après les essais de TARR, les autres désinfectants traditionnels

dans l'industrie du poisson : acide borique (87), phénol, formol (20-85-87-94-231) avaient une action beaucoup plus faible que le chlore.

Il fallait une heure pour que 0,1 p. 100 d'acide borique dans une saumure à 2 p. 100 ClNa réduise la flore bactérienne au dixième (212). Cet acide constitue cependant encore une fraction importante de certains antiseptiques vendus sous des appellations commerciales, en particulier aux États-Unis (3).

Les phénols plus ou moins substitués n'avaient qu'une supériorité peu marquée sur le phénol lui-même. Comme lui, ils communiquent un mauvais goût à des teneurs si faibles qu'ils sont de peu d'intérêt.

Le formol ne détruisait 90 p. 100 des germes qu'à une concentration supérieure à 1 p. 100, avec des temps de contact de l'ordre de plusieurs minutes. Des résultats analogues avaient déjà été obtenus par BEDFORD (17) en utilisant *Pseudomonas fluorescens* comme représentant de la flore du poisson et par BROCKLESBY & RIDDELL (25) dans des essais sur flétan. L'action est indépendante du pH [CRUESS (52)] mais diminue quand la température s'abaisse. Néanmoins la glace formolée à 1 p. 1 000 s'est révélée supérieure à la 'glace ordinaire [KELLER (113)]. Aux faibles concentrations le formol ne communique aucun goût au poisson, mais il a d'autres inconvénients. Il est corrosif pour l'équipement à moins d'être additionné d'anti-oxydant comme le nitrite de sodium [TARR (195)] et irritant pour les yeux et les bronches. Cette action physiologique l'a fait proscrire des locaux de manipulation des viandes [TARR (199)].

Un autre antiseptique d'un usage ancien et très fréquent dans l'industrie du poisson, est l'acide benzoïque. Il est employé sous forme d'acide ou de sels de sodium, de préférence en solution dans des saumures à faible pourcentage en ClNa qui renforcent son action [FELLERS & HARVEY (72)]. Les auteurs s'accordent à reconnaître que l'activité dépend beaucoup du pH du milieu. A la neutralité, l'acide benzoïque est un bactériostatique faible (72-212). Ses sels seront plus efficaces que lui dans la mesure où ils sont plus solubles. Lorsque le pH diminue, l'action inhibitrice augmente : à pH = 4,0 des concentrations de 0,1 p. 100 deviennent bactéricides pour certains germes tels que *Bacterium coli* [GOSHORN & coll. (86)] et retardent de plusieurs jours l'altération.

Des résultats semblables sont obtenus avec la glace benzoïquée à 0,1 p. 100 (206). L'action inhibitrice est plus marquée vis-à-vis du dégagement de triméthylamine que de la croissance bactérienne totale (206-211).

FELLERS & HARVEY (72) ont cherché à évaluer la quantité d'acide benzoïque qu'un tel traitement pouvait laisser subsister dans les filets. La rétention pour 100 grammes, après une immersion de deux à cinq

minutes dans une saumure à 0,2 p. 100 d'acide et 5 p. 100 ClNa , était de 2 à 4 milligrammes. Mais l'acide ne pénètre pas au delà d'une couche superficielle de quelques millimètres et cela peut représenter occasionnellement une ingestion importante pour le consommateur, d'autant plus dangereuse qu'il ne communique aucun goût jusqu'à plus de 70 milligrammes pour 100 grammes.

L'acide salicylique et l'acide parahydroxybenzoïque ou son ester éthylique ne présentent aucun avantage sur l'acide benzoïque (52-87-215).

TARR (194) a poursuivi son étude des antiseptiques en essayant toute une série de composés organiques dont l'intérêt est plus théorique que pratique car leur emploi serait plus dangereux que ceux déjà cités. Des esters méthyliques (formiate et bromure), éthyliques (formiate, benzoate et chlorure), des glycols (triméthylène, éthylène, propylène) ou les oxydes correspondants (éthylène, propylène, éther oxyde de méthyle), des dérivés halogénés (chloroforme) sont passés en revue. La plupart nécessitent des concentrations relativement élevées pour être efficaces, de l'ordre de 0,1 ou 1 p. 100 et dans ces conditions, détériorent l'aspect et le goût du muscle par rancissement ou autre processus.

Les bactériostatiques récemment découverts, pénicilline G ou streptomycine, se sont révélés absolument sans action (203) qu'ils soient en solution liquide ou solide (201). Leurs produits de scission et homologues sont également inefficaces. Des sulfamides essayés, seul le sulfathiazol à 0,01 p. 1 000 dans la glace avait une certaine activité (204).

Au contraire, les détergents cationiques peuvent détruire les bactéries en suspension à des concentrations aussi basses que l'hypochlorite de sodium ; les spores nécessitent des concentrations dix fois plus fortes (202). Introduits dans la glace ils seraient d'après TARR sans action alors que KELLER (114) trouve que 5 parties par million sont suffisamment bactéricides pour être pratiques. Le pouvoir germicide dépend de la structure moléculaire : longueur et désaturation de la chaîne aliphatique, degré de substitution de l'azote [VALKO & DUBOIS (223)] d'où vraisemblablement les divergences signalées. En choisissant systématiquement les éléments et l'enchaînement de la molécule, ces produits pourraient sans doute être très intéressants. En effet leur présence augmente à peine le pouvoir corrosif de l'eau et leur toxicité pour les animaux supérieurs est faible [(114), SHELANSKI (163)].

Un autre composé digne d'intérêt en raison de son action inhibitrice sur les bactéries du poisson et de son innocuité relative pour l'homme est le nitrite de sodium.

Il n'est relativement toxique qu'en injection sous-cutanée du fait

de la réduction d'ailleurs réversible de l'hémoglobine en méthémoglobine. Par contre son administration orale est sans danger jusqu'à la dose de 0,2 g pour un adulte de 70 kg à laquelle apparaissent les premiers troubles. TARR & CARTER (207) ont pu donner à des rats pendant cent vingt-sept jours et cent soixante-huit jours des quantités dépassant pour certains la dose létale sans constater aucun trouble de croissance, de fécondité ou de comportement général. On ne constatait pas de sensibilisation par accumulation du toxique. Différents pays parmi lesquels la Grande-Bretagne, les États-Unis et le Canada permettent d'ailleurs son addition aux matières alimentaires à raison de 200 parties par million [TARR (190)].

La quantité de nitrite nécessaire pour inhiber les anaérobies stricts ou facultatifs a été généralement donnée bien supérieure à celle-ci mais la flore du poisson semble lui être particulièrement sensible. D'après les essais de TARR & SUNDERLAND (215) sa présence dans les saumures à quelques p. 100 CINa employées pour les filets prolonge la conservation à 0° C de trois à quatre jours selon les concentrations et les temps d'immersion.

Introduit dans la glace à raison de 0,1 p. 100 il inhibe la croissance bactérienne de telle sorte que les filets traités contiennent après vingt jours un nombre de microorganismes du même ordre que celui des témoins demeurés seulement dix jours en glace ordinaire [TARR & SUNDERLAND (213)]. A concentration égale il retarde beaucoup plus le développement des bactéries que l'acide benzoïque (214).

Son mode d'action n'est pas exactement déterminé. TARR (187-191) a montré sur des cultures pures ou des suspensions de bactéries isolées du poisson que suivant sa concentration, le pH et l'espèce bactérienne, il est bactéricide, bactériostatique ou inactif. Selon CASTELL & DYER (34) les bactéries ne réduisant pas l'oxyde de triméthylamine sont insensibles à l'action du nitrite. Celles qui réduisent l'oxyde sont le plus souvent capables de réduire le nitrite et leurs proportions relatives croissent au cours de la conservation (35). Cependant le dégagement de triméthylamine est extrêmement réduit même par des concentrations en nitrite de 50 parties par million incapables d'inhiber la croissance bactérienne (34). La formation de tyrosine est moins ralentie et peut le précéder (64) (fig. 5.) L'inhibition pourrait résulter d'un blocage spécifique du système enzymatique assurant la transformation oxydée triméthylamine → tryméthylamine, par la petite quantité d'acide nitreux dissociée aux pH faiblement acides (62) où l'activité se manifeste le plus intensément (64-187-191). A noter que les produits issus de la réduction du nitrite, tels que l'hydroxylamine sont, eux aussi bactériostatiques et susceptibles d'accroître son action [TARR (197)].

L'addition de nitrate a été envisagée de préférence au nitrite selon

le procédé habituel pour les viandes, jambon et bacon qui renferment jusqu'à 1 p. 1 000 de nitrite [JONES (110)] du fait de la réduction bactérienne du nitrate. Son pouvoir bactériostatique dû au seul nitrite formé s'est révélé très faible [62-86, TARR (193)]. En effet la transformation

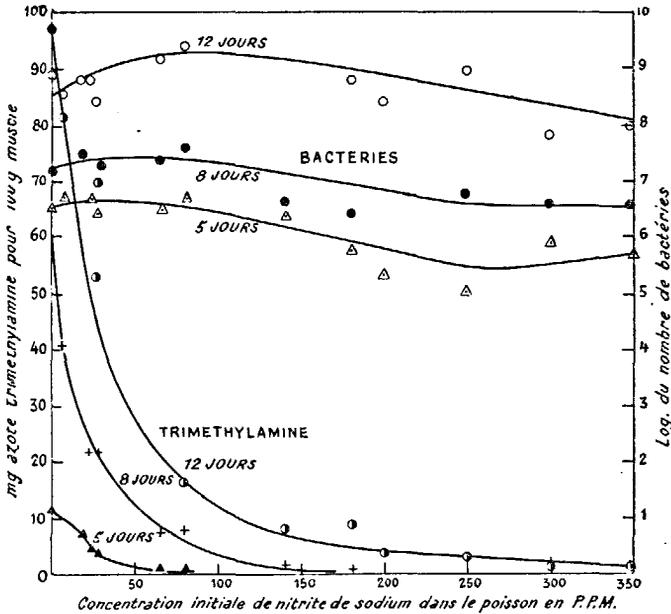


Fig. 5. — Influence du nitrite de sodium à la concentration initiale de 0 à 350 p. p. m. sur la teneur en triméthylamine et la population bactérienne de filets de morue gardés cinq, huit et douze jours à 3° C [d'après CASTELL (34)].

nitrate → nitrite est lente aux pH acides où se trouve le muscle frais; la concentration nécessaire en nitrite n'est atteinte qu'à une époque où le dégagement de triméthylamine a déjà porté le pH à 7,0, conditions défavorables à son action.

L'emploi d'un mélange des deux sels pour diminuer la quantité de nitrite à introduire initialement n'est pas non plus à préconiser car elle risque de conduire à des accumulations momentanées de nitrite bien supérieures à celles qui sont retenues directement (62).

Voici quelques précisions à ce sujet empruntées à TARR & SUNDERLAND :

RÉTENTION DU NITRITE DE SODIUM PAR LES FILETS DE DIVERS POISSONS

ADDIT. NO ² Na	TRAITEMENT	ESPÈCE	mg NO ² Na pour 100 g chair	
%				
0,2	Saumure 15 % ClNa 5 à 10 min	Flétan	85 à 110	(215)
0,2	Saumure 15 % ClNa 5 à 10 min	Saumon	61 à 67	(215)
0,5	Glacé	Flétan	500 à 900	(214)
0,1	—	Flétan	70 à 350	(214)
0,1	—	Morue	75 à 350	(214)
0,1	—	Saumon	30 à 200	(216)

En pratique 0,1 p. 100 dans la glace ou les saumures sont suffisamment bactériostatiques. La teneur en nitrite du muscle traité est alors inférieure aux limites acceptables pour l'organisme. Elle diminue d'ailleurs au cours du temps (64-215).

Le traitement laisse à la chair l'aspect ferme et brillant du poisson parfaitement frais et maintient la coloration de celle qui est pigmentée comme le saumon.

Cette dernière propriété est due vraisemblablement au pouvoir anti-oxydant qu'il présente même à des doses de 0,02 p. 100. Seul ou à parties égales avec le gallate d'éthyle, autre antioxydant pour le poisson, il peut maintenir l'indice de peroxyde nul dans la chair de saumon après sept jours de conservation à 0° C alors qu'il est de 1,3 chez le témoin [TARR (200-203)]. Le nitrite est donc particulièrement indiqué pour préserver la fraîcheur des poissons gras chez lesquels il retarde l'altération lipidique aussi bien que protéique.

D'une manière générale, son action bactériostatique énergique à des concentrations sans danger pour l'organisme, sa solubilité et sa non-corrosivité, font du nitrite de sodium l'un des antiseptiques les plus recommandables dans l'industrie du poisson.

Citons enfin parmi les désinfectants qui ont été essayés, les ions argent que CASTELL & coll. (42) ont voulu mettre en œuvre, sans succès d'ailleurs, pour la stérilisation de l'eau de mer.

Dans un ordre d'idées voisin, il paraît nécessaire de mentionner les tentatives de lutte contre les mouches qui infestent si vite les lieux de travail du poisson, bien que certains indigènes des Petites Antilles consi-

dèrent la présence de ces diptères comme une preuve de parfaite qualité des poissons [FIEDLER & JARVIS (72 bis)] (*).

Le D. D. T. a été appliqué, après avoir abrité l'outillage, par pulvérisation liquide sur les murs ou toute paroi ne risquant pas d'entrer en contact avec le poisson. Il est à conseiller pour les réservoirs à déchets des ateliers de mareyage [LAING & BARRETT (120), SANDHOLZER & LINDQUIST (158)].

De cette étude il ressort que peu de désinfectants satisfont à la fois aux conditions bactériologiques, toxicologiques et chimiques requises, en dehors des détergents cationiques et du nitrite de sodium, applicables indistinctement au poisson et à l'équipement. L'eau chlorée d'un emploi très général est aussi très recommandable malgré sa corrosivité à laquelle le choix des matériaux peut remédier. Les autres antiseptiques résoudront éventuellement des cas particuliers tel l'ozone, désinfectant désigné de l'atmosphère.

Nous concluons en insistant à nouveau sur la nécessité de nettoyer, puis de désinfecter le matériel et les locaux de travail du poisson, tout au long de son acheminement, aussitôt après qu'ils ont été pollués. C'est dans ces conditions seulement que l'addition d'antiseptique au poisson frais, convenablement traité par ailleurs, pourra prolonger la conservation.

Préservation par le froid. — Après avoir vu les moyens mécaniques et chimiques de réduire la croissance bactérienne, nous envisagerons les moyens physiques, c'est-à-dire pratiquement l'abaissement de température, qui ralentit également l'activité enzymatique. Pour classique qu'il soit, il ne donne peut-être pas toujours son effet maximum faute d'être employé judicieusement tout au long du transfert du poisson.

Étant donné le caractère psychrophyle précédemment souligné de la flore du poisson, la croissance sera inhibée seulement si le refroidissement est suffisant. Nous nous bornerons à étudier ici l'entreposage aux températures supérieures à celle de congélation du muscle soit $-0,83^{\circ}\text{C}$ [MAC COLLUM (130)] au delà de laquelle des problèmes tout autres se posent.

Les résultats ci-dessous dus à CASTELL & coll. (38-43) illustrent l'influence de la température de conservation sur sa durée.

(*) « Les indigènes achètent le poisson quand les mouches volent autour, car celles-ci choisissent toujours le meilleur poisson ou la meilleure viande et ne sauraient se contenter de la qualité inférieure. »

TEMPS POUR ATTEINDRE UNE TENEUR EN AZOTE TRIMÉTHYLAMINÉ
DE 15 mg POUR 100 g A DIVERSES TEMPÉRATURES

ESPÈCES	- 0,3°	0,6°	2,8°	5°	10°	25°
Filets de morue et églefín	11 à 12 j	6 à 8 j	5 à 6 j			20 à 30 h
Filets de morue et églefín	13 j	9, ½ j	7, ½ j			
Poissons entiers divers	8 j		5 j	3, ½ j	1, ½ j	

L'altération est plus ou moins retardée suivant l'état initial du poisson, mais, comme nous l'avons vu, un abaissement de un degré au voisinage de 0° C fait plus que 5° à température ambiante. La durée de conservation à - 0,3° C est presque toujours double de celle à 2°8 C de poisson également contaminé.

Or, malgré la présence de glace, le poisson est fréquemment à des températures supérieures à 0° C. Au cours d'essais à bord d'un schooner MAC COLLUM et coll. (131) ont repéré des températures aussi élevées que 5° et 6° C dans les régions de la cale situées sous le pont ou le long de la coque, même cinquante heures après glaçage. Le poisson peut arriver au port sans avoir jamais atteint 0° C. Cependant cette température peut être acquise en six heures par la mise en cale en couches d'une dizaine de centimètres d'épaisseur alternées avec de la glace.

Le préjudice causé par le retard du refroidissement émane des résultats ci-dessous dus à VAN DEURS et HOFF-JORGENSEN (224).

Délais avant glaçage : 1 h 4 h 10 h 22 h 30 h

Temps pour que pH = 7,5. 11 j, 9,3/4 j, 6,1/4 j, 4,1/2 j, 2,3/4 j

Il y a là un double problème :

1° Refroidir le poisson rapidement après capture.

2° Maintenir ultérieurement la température aussi basse que possible.

A ce point de vue, LUMLEY & coll. ont étudié quelle était l'efficacité relative des agents usuels de refroidissement. L'air froid était le plus mauvais. Il faut quarante-huit heures à un poisson pour descendre de 11° C. à 0° C dans une chambre maintenue à -2°5 C par circulation de saumure [MAC COLLUM (130)]. Par contre la glace pilée, en présence d'air entre 7° et 10° C. assurant sa fusion continue, permettait de refroidir le centre du poisson à 0°5 C en 3 h 20 min. La saumure donnait sensiblement les mêmes résultats mais détériorait l'aspect extérieur du poisson. L'examen théorique de la conductivité thermique, de la chaleur spécifique et de la densité montre que l'eau est le meilleur agent de transmission du froid au voisinage de 0° C.

MAC COLLUM (130) propose pour obtenir l'abaissement de température nécessaire, de congeler rapidement le poisson en caissette métallique, puis de le laisser se décongeler immédiatement.

Une fois le refroidissement acquis, le maintien de la température sera obtenu si la provision de glace et l'isolement thermique sont suffisants. Ces deux facteurs sont d'ailleurs interdépendants et un isolement soigneux permet de réduire la quantité de glace. Quel que soit l'isolement il y aurait avantage à refroidir la coque par circulation d'air froid (131) ou de saumure refroidie (128) sinon la température de l'air dans la cale s'établit environ à 3° C au-dessous de celle de la mer. BEDFORD (20) préconise de faire le long de la coque et de toute paroi susceptible d'échauffement un mur de glace d'épaisseur calculée d'après les risques d'échauffement. Un casier de glace doit notamment être prévu au-dessus de la dernière rangée de poisson, suffisamment épais pour éviter la transmission calorifique par le pont (128-131).

Le contact poisson-glace sera maintenu aussi étroit que possible en diminuant l'épaisseur de la couche de poisson entre deux couches de glace et, pour le gros poisson, en remplissant la cavité abdominale de glace pilée. Le concassage doit être tel que les morceaux ne soient ni trop gros, pour ne pas blesser le poisson, ni trop petits pour ne pas fondre rapidement ou se réagglomérer comme la glace neige.

Pour l'emballage à proprement parler, les avantages respectifs de la mise en étagères et en caissettes ont déjà été mentionnés. L'emploi du papier sulfurisé ou des films plastiques : cellophane, pliofilm, etc. est à recommander. La meilleure disposition est l'application contre le bois : à la partie supérieure il évite l'introduction des eaux sales ruisselant par les interstices des caissettes ; au fond il maintient l'eau de fusion en contact avec la glace, assurant un milieu à 0° C autour du poisson [(128), SHOCKEY & coll. (169)]. LUMLEY & PIQUE (129) ont montré qu'il ralentissait la fusion de la glace dans des proportions pouvant représenter une économie du septième de la charge après dix heures de voyage. Toutes ces indications pratiques ont été remarquablement condensées dans un fascicule de la *Torry Research Station* à destination des usagers (152).

D'autres moyens de réfrigération ont été recherchés qui soient moins lourds et moins encombrants que la glace. En vue du transport aérien BEATTY (12) a essayé de garder le poisson à basse température, uniquement par emballage isothermique après prérefrigération à 0° C. Mais l'échauffement pour les deux emballages essayés était déjà de 8° C après vingt-quatre heures, donc irrecevable. Pour les installations à bord, on a proposé de ranger le poisson dans des caisses métalliques mobiles, étanches, empilées dans une chambre refroidie par circulation de saumure

à — 3° C. Ce dispositif permettrait de prolonger les voyages à condition toutefois de prévoir un caillebotis pour isoler le poisson de l'eau qui en exsude toujours. Il pourrait certainement recevoir des applications dans les entrepôts à terre, notamment chez les détaillants (4).

Contrairement aux désinfectants qui ne sauraient être d'aucun secours pour le poisson à ce stade, le froid conserve son utilité jusqu'à la consommation. Une exposition de quelques heures à 18° C au laboratoire suffit au poisson frais pour atteindre la phase de corruption (15). *A fortiori* un poisson qui arrive « fatigué » chez le détaillant plusieurs jours après capture est-il d'une qualité plus que douteuse lorsqu'il a séjourné plusieurs heures à température ordinaire sur les tables exposées à toutes les pollutions extérieures.

III. — CONTROLE DE LA QUALITÉ

La qualité peut être envisagée à un double point de vue, l'un tenant surtout à la présentation de la marchandise, l'autre à la valeur hygiénique et nutritive. Ils ne vont pas obligatoirement de pair, car des traitements qui assurent une fraîcheur prolongée nuisent parfois à l'aspect général [REAY (148)]. Il est hors de doute que la valeur hygiénique et nutritive doit toujours être considérée en premier lieu. Mais quel sera le critère qui permettra de la juger à chaque instant, chez n'importe quel poisson, depuis sa sortie de l'eau jusqu'au rejet de la consommation ?

Des multiples changements qui surviennent dans l'altération, tous n'apparaissent pas indistinctement chez tous les poissons et le cas échéant n'évoluent pas de la même manière. Le caractère essentiellement bactérien de l'altération, joint à la composition extrêmement variée de la matière sur laquelle elle s'exerce, justifie l'inconstance de ses manifestations. Si toutes peuvent servir à une recherche ayant un objectif limité, il y en a peu qui présentent la généralité, la sensibilité et la reproductibilité nécessaires pour servir de base indiscutable à un classement.

L'examen des caractères organoleptiques comme tous les tests de ce genre manque d'objectivité et de précision. Par surcroît il demande à l'observateur une connaissance particulière de l'espèce à laquelle il s'adresse : la couleur, l'odeur, la consistance sont autant de caractères spécifiques dont les modifications diffèrent qualitativement et quantitativement dans le temps suivant l'espèce, et qui sont très facilement influencés par l'histoire préalable du poisson.

L'apparition de la teinte rouge le long de la colonne vertébrale, qui est l'un des plus constants, a lieu plus tôt chez le sprat que chez la sardine.

La conservation sous gaz carbonique ou une simple congélation suivie de décongélation la font apparaître chez un poisson frais avec autant d'intensité que chez un poisson vieux de cinq jours (148).

S'en rapporter à l'odeur n'est pas plus sûr car la présence de matières en cours de digestion donne prématurément une odeur altérée [STANSBY (172)]. Il peut y avoir superposition d'odeurs d'origines diverses et des termes de passage dans la série habituelle peuvent manquer [DYER & DYER (58-59)]. Un traitement préservateur peut empêcher le dégagement d'odeurs caractéristiques sans arrêter la progression d'autres modes d'altération. Tel est le cas lorsque l'acide benzoïque ou le nitrite de sodium inhibe le dégagement de triméthylamine (34-62-64-206-211).

L'examen organoleptique peut donc être fallacieux surtout s'il se fie à un seul signe, et il peut arriver que la plupart des éléments révélateurs aient été éliminés par l'étépage, le dépouillement ou la mise en filets. Cependant pour le poisson n'ayant subi que la conservation en glace, il demeure le grand recours de l'homme de métier auquel il permet très généralement une appréciation suffisante.

La dégustation, lorsqu'elle peut être pratiquée, serait certainement l'un des meilleurs tests organoleptiques malgré les différences individuelles signalées [YOUNG (233)]. Mais elle n'est applicable qu'à des cas limités : achats des conserveries ou des ateliers de mise en filets. C'est par rapport à elle que les autres méthodes de contrôle sont étalonnées.

Nous avons signalé à quel point les changements physiques étaient variables suivant l'espèce, l'époque de l'année, les individus. Aussi ne peuvent-ils être pris en considération.

Les méthodes bactériologiques devraient être les meilleures. Mais pour le contrôle courant on ne peut envisager que des numérations qui laissent de côté la composition qualitative pourtant essentielle. Les numérations de germes vivants sur plaque d'agar ou en tube selon la technique de WILSON (227) ont l'inconvénient de demander une incubation de vingt-quatre heures sinon plus, même au voisinage de 20° C où la croissance est la plus rapide. C'est un délai acceptable au laboratoire, mais trop long pour les transactions commerciales d'une denrée aussi périssable. La numération par comptage direct demande l'examen d'un grand nombre de champs microscopiques et inclut des bactéries mortes qui ont certes contribué à la dégradation du muscle, mais risque de donner une idée fautive sur la durée probable de conservation [TARR (192)].

Quelle que soit la méthode de numération adoptée, le résultat est discutable. Une surface musculaire fraîchement coupée contient un nombre de bactéries plus ou moins élevé selon le soin apporté à l'opération, mais sans rapport avec l'état réel de la chair. La charge sera une indication de

sa durée probable, mais dans le futur proche elle n'a pas de signification. CASTELL & coll. (41) ont montré d'autre part que le nombre des bactéries sur des filets de morue également contaminés au départ et de même teneur finale en triméthylamine, peut être triple chez ceux qui sont aérés. Enfin selon la température de conservation, la nocivité des germes varie. Les passages transitoires à température élevée, fréquents au cours de l'acheminement du poisson, peuvent à la fois sélectionner les espèces et modifier leurs propriétés de sorte que, à numération égale, correspondra une altération présente ou future toute différente. L'intervention d'un traitement chimique quelconque contribuera pour les mêmes raisons à compliquer le problème.

Une numération bactérienne n'est donc qu'un élément d'information qui suffira parfois (surveillance d'une fabrication de filets) mais dans la majorité des cas ne pourra donner à elle seule une mesure de l'altération.

Restent les déterminations chimiques ou physicochimiques. Le nombre de celles qui ont été proposées est considérable aussi bien par l'entité qu'elles mesurent que par la méthode employée [MONTREQUI (136)]. Beaucoup ont permis d'éclaircir le mécanisme de l'altération mais ne pourront servir couramment. Les dosages des dérivés de dégradation glucidique ne peuvent guère mesurer que le début du vieillissement. Seuls l'acide acétique [COLLINS (47)] et le gaz carbonique [TARR (198)] semblent être utilisables dans quelques cas particuliers. La mesure de l'azote non protéique dépend du mode d'extraction utilisé [NOTEVARP & coll. (142)] et accuse seulement une altération déjà avancée. Sous forme de test qualitatif, elle a servi cependant à déclasser la viande de baleine inconsommable [AMANO & UTIYAMA (1)].

Certains des produits du métabolisme bactérien, tels que l'indol et l'hydrogène sulfuré sont sujets à de grandes irrégularités suivant la composition de la flore contaminante. D'autres comme les acides gras volatils n'ont une sensibilité suffisante que pour les poissons gras et sont trop directement liés à l'espèce. De même les pH superficiels dont la valeur et la variation diffèrent d'une espèce à l'autre ne seront pratiques que si les poissons à examiner appartiennent à un nombre limité d'espèces.

Tenant compte de ce que la plupart des produits de dégradation sont volatils, LANG & coll. (121) les dosent par oxydation dans le permanganate alcalin après entraînement à froid par un courant d'air de débit réglé. Il est fort douteux que le chiffre obtenu ait la même signification pour un poisson gras ou maigre, Téléostéen ou Élasmobranche.

Parmi les mesures d'une portée générale, la détermination du pouvoir tampon est l'une de celles qui a le plus retenu l'attention soit sous la

forme primitive [STANSBY & LEMON (175)] soit sous la forme modifiée [COLLINS & coll. (48) ou HJORT-HANSEN (102-103)]. Elle a été appliquée commercialement [FITZGERALD & CONWAY (73)] bien qu'elle soit insensible aux premiers symptômes de l'altération. Procédant par titrage volumétrique différentiel, cette mesure est moins précise que celle de la triméthylamine par exemple.

Le dosage de la tyrosine paraît être également susceptible d'une application généralisée mais on en connaît encore mal les possibilités et les limites d'utilisation.

Le test auquel les auteurs se sont le plus généralement rallié est le dosage de l'azote volatil total ou de l'un de ses éléments, en particulier la triméthylamine [BEATTY (11)].

Comme il a été dit dans la première partie de cet exposé, l'azote volatil comprend plusieurs fractions qui ne sont pas toutes nulles à l'origine et varient de façon très disparate dans les premiers stades de l'altération : l'ammoniaque décroît avant d'augmenter, la diméthylamine et la triméthylamine augmentent, puis tendent à disparaître, mais l'une baisse déjà quand l'autre monte encore. Le dosage global donne donc une mesure moins sensible que celle d'un élément, surtout au début [SHEWAN (166)].

L'ammoniaque n'augmente nettement qu'à une phase déjà avancée sauf chez les Élasmobranches où elle peut servir à apprécier le vieillissement, ainsi que chez les poissons d'eau douce privés de di- et triméthylamine.

La diméthylamine atteint son maximum avant que le poisson n'ait cessé d'être consommable et ne se produit chez les Élasmobranches qu'en quantité insignifiante. C'est donc la triméthylamine dont la variation semble refléter le mieux l'état du poisson de mer. Aussi les méthodes proposées pour son dosage sont-elles nombreuses.

BOURY & SCHVINTE (23) partent d'un extrait musculaire délégué à l'acide trichloracétique et entraînent l'azote volatil total à la vapeur d'eau sous vide en présence de carbonate de lithium plus adéquat que les autres réactifs basiques essayés. Ils dosent ensuite la triméthylamine sur une partie du distillat dans laquelle les bases primaires et secondaires ont été détruites par l'acide nitreux. C'est aussi la méthode de séparation employée par REAY (149) et SHEWAN (164) qui modifient seulement l'entraînement des bases volatiles par addition d'alcool. Mais HJORTH-HANSEN & BAKKEN (104) montrent que le traitement nitreux entraîne une perte de triméthylamine.

Un autre groupe de méthodes fractionne l'azote volatil par le formol et dose en fait la somme amines secondaire et tertiaire, mais il a été reconnu qu'elle était suffisamment significative en pratique pour qu'il ne soit pas nécessaire d'effectuer la séparation. BEATTY & GIBBONS (16) placent du

suc de muscle en présence de formol et de carbonate de potassium et absorbent les bases volatiles par l'acide sulfurique selon une technique adaptée de CONWAY & BYRNE (49). Pour les très petites quantités WATSON (225) recueille sur acide borique. LINTZEL & HERRING (127) emploient un extrait déféqué qu'ils aèrent en présence de formol et de soude. HOL'MOV (106) déplace d'abord l'azote volatil total par distillation directe de la chair en présence de magnésie puis titre au formol.

L'expérience montre qu'elles ne donnent pas toutes rigoureusement le même résultat. NOTEVART & coll. (142) ont repris l'étude systématique des procédés, des réactifs, de l'état dans lequel doit être la matière première et ont confirmé que la mise en œuvre directe du muscle est impossible à cause de la lyse alcaline qui provoque des surcharges même à froid. Les extraits aqueux ou le suc pressé donnent des résultats inconstants. Il convient de déféquer : l'emploi d'hydrate de fer colloïdal est particulièrement commode. STANSBY & coll. (174) montrent que la défécation elle-même risque de retenir une partie des bases volatiles, si la dilution n'est pas suffisante et préconisent le broyage en solution hydroalcoolique jusqu'à obtenir un véritable liquide. La solution est alors centrifugée et le dosage terminé par la méthode de BEATTY & GIBBONS.

Mais toutes ces méthodes sont longues aussi DYER (61-63) a-t-il fait appel à un tout autre principe. Il isole les bases organiques de l'extrait aqueux musculaire par agitation en milieu basique dans le toluène et les fait réagir sur une solution toluénique très diluée d'acide picrique. L'intensité de la teinte jaune qui se développe est mesurée au colorimètre. Elle est due pour la plus grande partie à la triméthylamine dans les limites où la mesure de l'altération est faite normalement. C'est seulement dans les stades très avancés que les autres amines qui interfèrent se forment et que la méthode n'est plus en accord avec celle de BEATTY & GIBBONS.

Il importe maintenant de savoir au delà de quelle teneur en triméthylamine le poisson cesse d'être consommable. Il est difficile de fixer une valeur. Tout d'abord elle dépend de la méthode par laquelle elle a été déterminée. En second lieu elle dépend du goût du dégustateur, car pour laisser une marge de sécurité, elle est toujours fixée en deçà de la zone où il y a réellement danger et les écarts d'appréciation d'un individu à l'autre peuvent être importants. C'est ainsi que les chiffres limites oscillent entre 10 et 20 milligrammes pour 100 grammes selon les auteurs. La différence est d'ailleurs moins considérable qu'il peut paraître au premier regard, car la production de triméthylamine est si rapide à cette phase que le passage de 10 à 20 ne représente guère que vingt-quatre heures en plus ou en moins pour un poisson conservé en glace.

En troisième lieu la limite n'est pas complètement indépendante de l'espèce [BOURY & SCHVINTE (23), SCHEWAN (166), TARR (184-196-210)].

Enfin la triméthylamine n'est pas produite par toutes les bactéries du poisson. La proportion des bactéries réduisant ou non l'oxyde de triméthylamine est en général suffisamment constante [SHEWAN (167)] pour que le dégagement de l'amine progresse comme la population bactérienne. Cependant HANES (88) a signalé des cas où ces proportions variaient beaucoup du mucus d'un individu à l'autre, et TARR (196) a rencontré des poissons manifestement altérés qui ne contenaient que quelques milligrammes de triméthylamine pour 100 grammes. Le dosage de la triméthylamine comme test unique de l'altération ne peut donc être employé absolument sans réserve ; il sera parfois prudent d'y adjoindre une autre épreuve dont l'accord sera une garantie pour le bien-fondé du jugement. Le double contrôle devra être la règle lorsqu'un traitement préservateur aura été appliqué.

La numération bactérienne qui seule donne difficilement une idée juste de la qualité, a souvent été employée parallèlement au dosage de la triméthylamine. D'autres tests parmi les moins généraux pourront aussi servir. La perspicacité de l'expert les discriminera dans chaque cas.

En définitive le contrôle précis de la qualité s'avère une opération délicate et l'appréciation personnelle fondée sur l'expérience y conserve une grande part. Dans les cas particuliers d'usine ou d'ateliers travaillant toujours sur un nombre restreint d'espèces et connaissant l'histoire du poisson soumis à l'examen, des mesures de laboratoire rapides et précises ont pu être organisées avec succès. Dans le cas plus général des poissons de toute provenance tel qu'il se présente dans les halles des grossistes, l'appréciation par mesures de laboratoire demeure laborieuse et difficilement compatible avec la rapidité de jugement nécessaire. Aussi l'examen organoleptique détaillé, méthodique et raisonné donnera-t-il le plus souvent le meilleur résultat.

CONCLUSION

En résumé, l'étude de l'altération du poisson frais met en lumière son origine essentiellement bactérienne et le rôle secondaire joué par l'autolyse. La préservation de la fraîcheur du poisson est donc plus une question d'hygiène qu'un problème de chimie biologique.

Différents moyens de la retarder ont été envisagés parmi lesquels les plus efficaces sont la réduction au minimum de la flore initiale et l'abaissement de la température de conservation. L'un et l'autre sont employés de longue date dans l'industrie du poisson, mais ils pourraient donner de

meilleurs résultats par une application plus systématique au cours de son acheminement de la mer au consommateur. La préservation des pollutions extérieures est fréquemment négligée. Il est regrettable que le soin, voire le luxe, dont s'entoure désormais les manipulations et la vente de la plupart des matières alimentaires soit rarement égal vis-à-vis du poisson. La réfrigération très généralement appliquée et d'une utilité incontestée, serait plus profitable si elle était plus poussée et plus continue. Il est souhaitable par exemple de voir se répandre l'usage des vitrines réfrigérées pour la vente au détail. Enfin l'attention n'est souvent pas assez retenue par l'auto-contamination cependant primordiale dans l'altération du poisson.

Le seul respect de ces quelques principes généraux est capable d'améliorer sensiblement la qualité du poisson. Mais la prolongation de la conservation assurée sera encore insuffisante dans bien des cas, où il sera nécessaire de recourir à la congélation pour que le poisson parvienne sur le marché avec toute la fraîcheur désirable. Les garanties offertes du point de vue de l'hygiène alimentaire par un poisson réellement frais, jointes à son plus grand agrément gastronomique sont certainement de nature à accroître la faveur qui lui est accordée par le consommateur.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) AMANO (K.) & UTIYAMA (H.). — *Nippon Suissan Gaka Kai Shi*, 1948, 14, 1, 48-50.
- (2) ANDERSON (D. W.) & FEJLERS (C. R.). — *Food Technology*, 1949, 3, 8, 271-274.
- (3) ANONYME. — *Canad. Fisherman*, 1936, 23, 32.
- (4) ANONYME. — *Fishing Gaz*, 1935, mars, 52, 9-10.
- (5) ANONYME. — *Officielle Conserve*, 1949, 4, 16, 29.
- (6) BAIRD (E. A.) & WOOD (A. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1944, 6, 243-244.
- (7) BANKS (A.). — *Ann. Rep. Food Invest. Bd.*, 1937, 74-75.
- (8) BEATTY (S. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1938, 4, 63-68.
- (9) BEATTY (S. A.). — *Chem. and Ind.*, 1938, 57, 865-68.
- (10) BEATTY (S. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, 4, 229-232.
- (11) BEATTY (S. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1910, 27, 10-12.
- (12) BEATTY (S. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1948, 42, 10-11.
- (13) BEATTY (S. A.) & COLLINS (V. K.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, 4, 412-423.
- (14) BEATTY (S. A.) & COLLINS (V. K.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1940, 5, 32-35.
- (15) BEATTY (S. A.) & GIBBONS (N. E.). — *Biol. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1935, 15, 4-9.
- (16) BEATTY (S. A.) & GIBBONS (N. E.). — *J. Biol. Bd. Canada*, 1936, 3, 77-91.
- (17) BEDFORD (R. H.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1931, 7, 12, 141-146.
- (18) BEDFORD (R. H.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1932, 7, 33, 427-430.
- (19) BEDFORD (R. H.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1932, 7, 34, 433-438.
- (20) BEDFORD (R. H.). — *Biol. Bd. Can. Bull.*, 1935, 49, 1-8.
- (21) BEHRE (A.). — *Z. Lebensm. Untersuch. u - Forsch*, 1949, 89, 299-312.
- (22) BIRDSEYE (C.). — *Ind. Eng. Chem.*, 1929, 21, 854-857.

- (23) BOURY (M.) & SCHVINTE (J.). — *Rev. trav. Ov. Sci. Tech. Pêches Mar.*, 1935, **8**, 282-333.
- (24) BRADLEY (H. C.) & BAILEY (B. E.). — *Food Res.*, 1940, **5**, 487-493.
- (25) BROCKLESBY (H. N.) & RIDDELL (W. A.). — *Biol. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1937, **33**, 17-19.
- (26) CAMERON (T.). — *Food Ind.*, 1949, **21**, 11, 1590.
- (27) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1946, **36**, 14-19.
- (28) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1947, **39**, 3-9.
- (29) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1947, **40**, 7-9.
- (30) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1947, **40**, 9-11.
- (31) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1947, **41**, 10-14.
- (32) CASTELL (C. H.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1947, **7**, 62-69.
- (33) CASTELL (C. H.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1948, **7**, 162-168.
- (34) CASTELL (C. H.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1949, **7**, 421-429.
- (35) CASTELL (C. H.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1949, **7**, 528-535.
- (36) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1949, **44**, 3-5.
- (37) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1949, **44**, 8-12.
- (38) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1949, **46**, 3-6.
- (39) CASTELL (C. H.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1949, **47**, 10-12.
- (40) CASTELL (C. H.) & ANDERSON (G. W.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1948, **7**, 370-377.
- (41) CASTELL (C. H.), ANDERSON (G. W.) & PIVNICK (H.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1948, **7**, 378-388.
- (42) CASTELL (C. H.), ELLIS (D. G.) & ANDERSON (G. W.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1947, **7**, 55-61.
- (43) CASTELL (C. H.) & MAC COLLUM (W. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1950, **8**, 111-123.
- (44) CASTELL (C. H.), RICHARDS (J. F.) & WILMOT (I.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1949, **7**, 430-431.
- (45) CHARNLEY (F.) & GOARD (D. H.). — *Can. J. Res.*, 1942, **20 D**, 20-32.
- (46) CLARK (E. P.) & HILLIG (F.). — *J. Ass. Off. Agr. Chem.*, 1938, **21**, 684-688.
- (47) COLLINS (V. K.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1941, **5**, 197-202.
- (48) COLLINS (V. K.), KUCHEL (C. C.) & BEATTY (S. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1941, **5**, 203-210.
- (49) CONWAY (E. J.) & BYRNE (A.). — *Biochem. J.*, 1933, **27**, 419-29.
- (50) COYNE (F. P.). — *J. Soc. Chem. Ind.*, 1932, **51**, 119 T., 121 T.
- (51) COYNE (F. P.). — *J. Soc. Chem. Ind.*, 1933, **52**, 19 T., 24 T.
- (52) CRUICKSHANK (W. V.). — *J. Ind. Eng. Chem.*, 1932, **24**, 648-649.
- (53) CUTTING (C. L.). — *Food Invest., Bd. Rept.*, 1937, 78-81.
- (54) CUTTING (C. L.). — *Food Invest., Bd. Rept.*, 1938, 89-95.
- (55) DAWES (E. A.). — *Nature*, 1948, **162**, 229-231.
- (56) DYBWAD (P.). — *Pacific Fisherman*, 1937, **35**, 25-26.
- (57) DYER (F. E.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1947, **7**, 128-136.
- (58) DYER (F. E.) & DYER (W. J.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1947, **41**, 4-10.
- (59) DYER (F. E.) & DYER (W. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1949, **7**, 449-460.
- (60) DYER (F. E.) & WOOD (A. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1947, **7**, 17-21.
- (61) DYER (W. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1945, **6**, 351-358.
- (62) DYER (W. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1949, **7**, 461-470.
- (63) DYER (W. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1950, **7**, 10.
- (64) DYER (W. J.) & CASTELL (C. H.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1949, **7**, 535-544.
- (65) DYER (W. J.) & DYER (F. E.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1947, **38**, 10-15.
- (66) DYER (W. J.) & DYER (F. E.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1950, **7**, 580-584.

- (67) DYER (W. J.), DYER (F. E.) & SNOW (M.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1946, **6**, 403-413.
- (68) DYER (W. J.), DYER (F. E.) & SNOW (J. M.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1947, **37**, 3-9.
- (69) DYER (W. J.) & MOUNSEY (Y. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1945, **6**, 359-367.
- (70) DYER (W. J.), SIGURDSON (G. J.) & WOOD (A. J.). — *Food Res.*, 1944, **9**, 183-187.
- (71) ELLIOTT (R. P.). — *Food Res.*, 1947, **12**, 87-98.
- (72) FELLERS (C. R.) & HARVEY (E. W.). — *Food Res.*, 1940, **5**, 1-12.
- (72 bis) FIEDLER (R. H.) & JARVIS (N. D.). — *Bureau of fisheries. Invest. Rept.*, 1932, **1**, 14, 17-26.
- (73) FITZGERALD (G.) & CONWAY (W. S. J.). — *Am. J. Pub. Health.*, 1937, **27**, 1094-1101.
- (74) FOUGÈRE (H.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1946, **6**, 441-448.
- (75) FOURNIER (P.). — *Bull. Soc. Sc. Hyg. alim.*, 1950, **38**, 40-56.
- (76) FORBES (J. C.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1927, **3**, 21, 469-487.
- (77) FRANDSEN (L.). — *U. S. pat.* 2,398,781 apr. 23, 1946.
- (78) GÄRTNER (K.). — *Z. Hyg. Infektionskrankh* 1947, **127**, 273-279.
- (79) GEE (A. H.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1927, **3**, 349-363.
- (80) GEE (A. H.). — *Cont. Can. Biol.*, 1930, **5**, 433-39.
- (81) GEIGER (E.). — *Food Res.*, 1944, **9**, 293-7.
- (82) GEIGER (E.), COURTNEY (G.) & VAN SCHANKENBERG (G.). — *Arch. Biochem.*, 1944, **3**, 311-319.
- (83) GIBBONS (N. E.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1934, **8**, 275-290.
- (84) GIBBONS (N. E.). — *Cont. Can. Biol.*, 1934, **8**, 291-300.
- (85) GIBBONS (N. E.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl.*, 1935, **14**, 13-14.
- (86) GOSHORN, DEGERING (Ed. F.) & TETRAULT (P. A.). — *Ind. Eng. Chem.*, 1938, **30**, 646-648.
- (87) GRIFFITHS (F. P.). — *Food Res.*, 1937, **2**, 121-134.
- (88) HANES (C. S.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1940-1946, 109-112.
- (89) HEFFETZ (H.). — *Progressive fish culturist*, 1941, **55**, 33-34.
- (90) HESS (E.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1931, **7**, 13, 147-163.
- (91) HESS (E.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1934, **8**, 32, 459-74.
- (92) HESS (E.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1934, **8**, 34, 491-505.
- (93) HESS (E.). — *J. Biol. Bd. Can.*, 1934, **1**, 95-108.
- (94) HESS (E.). — *J. Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1940, **27**, 3-5.
- (95) HILLIG (F.). — *J. Ass. Off. Agr. Chem.*, 1939, **22**, 116-118.
- (96) HILLIG (F.). — *J. Ass. Off. Agr. Chem.*, 1939, **22**, 414-418.
- (97) HILLIG (F.). — *J. Assoc. Off. Agr. Chem.*, 1944, **27**, 237-240.
- (98) HILLIG (F.). — *J. Assoc. Off. Ag. Chem.*, 1945, **28**, 239-242.
- (99) HILLIG (F.) & CLARK (E. P.). — *J. Ass. Off. Agr. Chem.*, 1938, **21**, 688-695.
- (100) HILLIG (F.) & KNUDSEN (L. F.). — *J. Ass. Off. Agr. Chem.*, 1942, **25**, 176-195.
- (101) HJORTH-HANSEN (S.). — *Norges Fisk.*, 1935, **3**.
- (102) HJORTH-HANSEN (S.). — *Tids. Kjømi, Bergvesen Met.*, 1943, **3**, 103-105.
- (103) HJORTH-HANSEN (S.). — *Fiskeridirekt. Skrifter*, 1943, **1**, 4, 47 pp.
- (104) HJORTH-HANSEN (S.) & BAKKEN (K.). — *Fiskeridirekt. Skrifter*, 1947, **1**, 65 pp.
- (105) HJORTH-HANSEN (S.) & KARLSEN (O.). — *Aarb. vedk. Norges Fisk.*, 1936, 19-23.
- (106) HOL'MOV (P.). — *Voprosy Pitaniya*, 1939, **8**, 4, 73-80.
- (107) HUNTER. — *Am. J. Hyg.*, 1922, **2**, 368-378.
- (108) JACQOT (R.) & CREAC'H (P.). — Rapport Congrès Int. Poisson, Paris 1950.
- (109) JOHNSTON (W. W.) & JOHNSTON (M. L.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, **4**, 363-366.
- (110) JONES (O.). — *Analyst*, 1933, **58**, 140-143.

- (111) KAPALKS (E. F.) & FLOWERS (R. H.). — *Fish. market news*, 1943, aug. 7-10.
- (112) KELLER (H.). — *Z. Fleisch. u. Milchhyg.*, 1939, **49**, 469-471.
- (113) KELLER (H.). — *Z. Fleisch. u. Milchhyg.*, 1940, **50**, 72-73.
- (114) KELLER (H.). — *Vorratsflege u. Lebensmittelforsch.*, 1940, **3**, 193-206.
- (115) KIDD (F.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1947, 16-17.
- (116) KILLEFLER (D. H.). — *Ind. Eng. Chem.*, 1930, **22**, 140.
- (117) KIMATA. — *Bull. Jap. Soc. Fish.* (Tokyo), 1935-1936, **4**, 79-81 & 294-296.
- (118) KISER (J. S.). — *Food Res.*, 1944, **9**, 257-267.
- (119) KISER (J. S.) & BECKWITH (T. D.). — *Food Res.*, 1944, **9**, 250-256.
- (120) LAING (M. L.) & BARRETT (J. P.). — *Food. Ind.* 1946, **18**, 1354-1357.
- (121) LANG (O. W.), FARBER (L.), BECK (C.) & YERMAN (F.). — *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 1944, **16**, 490-494.
- (122) LEE (R. K. C.) & PANG (H. Q.). — *Am. J. Trop. Med.*, 1945, **25**, 281-285.
- (123) LEGROUX (G.) & LEVADITI (J. C.). — *C. R. Soc. Biol.*, 1947, **141**, 998-1000.
- (124) LEGROUX (R.), LEVADITI (G.), BOUDIN (G.) & BOVET (D.). — *La Presse Médicale*, 1946, **39**, 545-546 & **53**, 743.
- (125) LEIM (A. H.), MACLEOD (J. J. R.) & SIMPSON (W. W.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1927, **3**, 20, 459-465.
- (126) LINTZEL (W.). — *Biochem. Z.*, 1934, **273**, 243-261.
- (127) LINTZEL (W.) & HERRING (E.). — *Vorratspflege u. Lebensmittelforsch.* 1939, **2**, 263-269.
- (128) LUMLEY (A.), PIQUÉ (J. J.) & REAY (G. A.). — *Food Invest. Bd. Special Rept.*, 1929, 37.
- (129) LUMLEY (A.) & PIQUÉ (J.). — *Food Invest. Bd. Rep.*, 1934, 99-100.
- (130) MAC COLLUM (W. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1949, **45**, 12-13.
- (131) MAC COLLUM, COOK (G. H.) & WILSON (R. N.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1949, **46**, 6-11.
- (132) MAC LEOD (J. J. R.) & SIMPSON (W. W.). — *Contrib. Can. Biol. Fish.*, 1927, **3**, 437-456.
- (133) MAC MURTRIE (G. E.) & CARTER (N. M.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1948, **77**, 95-97.
- (134) MARKOV (V. N.). — *Zent. Bakt. Parasitenk.* II Abt. 1939, **101**, 151-171.
- (135) MARKOV (V. N.). — *Wien. med. Wochschr.*, 1943, **93**, 388.
- (136) MONTREQUI (R.). — *Inform. quim. anal.*, 1947, **1**, 7, 156-161.
- (137) NADEAU (A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, **4**, 355-362.
- (138) NADEAU (A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1940, **5**, 121-130.
- (139) NEILANDS (J. B.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1945, **6**, 368-379.
- (140) NOTEVARP (O.). — *Arsb. vedkom. Norges Fiskerier*, 1934, **3**, 5-11.
- (141) NOTEVARP (O.). — *Tids. Kjemi Bergvesen Met.*, 1943, **3**, 2-6.
- (142) NOTEVARP (O.), HJORTH-HANSEN (S.) & KARLSEN (O.). — *Fiskeridirekt. Skrifter*, 1942, **1**, 3, 92 pp.
- (143) NOWITZKI (E. VON). — *Zentr. Bakt. Parasitenk. Abt. I Orig.*, 1942, **148**, 364-376.
- (144) POLLER (K.) & LINNEWETH. — *Ber.* 1926, **59**, 1362-1365.
- (145) POTTINGER (S. R.), KAPALKA (E. F.) & SHOCKEY (C. F.). — *Fishery market news*, 1945, **7**, 6, 2-18.
- (146) PROCTOR (B. E.) & NICKERSON (J. T.). — *J. Bact.*, 1935, **30**, 377-382.
- (147) PUNCOCHAR (J. F.), LANHAM (W. B.) & NILSON (H. W.). — *U. S. Dept. Commerce. Bureau of fisheries Invest. Rept.*, **43**, 1939, 1-8.
- (148) REAY (G. A.). — *Chem. and Ind.*, 1935, **54**, 145-148.
- (149) REAY (G. A.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1937, 69-71.
- (150) REAY (G. A.). — *Chem. and Ind.*, 1949, 35-37.
- (151) REAY (G. A.), CUTTING (C. L.) & SHEWAN (J. M.). — *J. Soc. Chem. Ind.*, 1943, **62**, 77-85.

- (152) REAY (G. A.) & SHEWAN (J. M.). — *Food Invest. Bd. Leaflet*, 3, 1949, 12 pp.
- (153) REED (G. B.) & SPENCE (C. M.). — *Cont. Can. Biol. Fish.*, 1929, 4, 259-264.
- (154) RIDDELL (W. A.), BROCKLESBY (H. N.) & PUGSLEY (L.). — *Biol. Bd. Can. Prog. Rep. Pac. St.*, 1937, 33, 13-16.
- (155) SALMON (J.) & LE GAILL (J.). — *Rev. Trav. Off. Pêch. Mar.*, 1936, 9, 57-66.
- (156) SANBORN (J. R.). — *J. Bact.*, 1930, 19, 375-382.
- (157) SANBORN (J. R.). — *J. Bact.*, 1932, 23, 349-351.
- (158) SANDHOLZER (L. A.) & LINDQUIST (A. W.). — *U. S. Dept. Interior. Fish. Wildlife S.*, 1945, oct., feuillet 146.
- (159) SCHÖNBERG (F.). — *Dent. tierärztl. Wochschr.*, 1941, 49, 22-24.
- (160) SCOTT (D. M.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St.*, 1950, 48, 10-11.
- (161) SHARP (J. G.). — *Food Invest. Bd. Rep.*, 1933, 190-192.
- (162) SHARP (J. G.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1934, 96-98.
- (163) SHELANSKI (H. A.). — *Soap Sanit. Chemicals*, 1949, 25, 2, 125-129.
- (164) SHEWAN (J. M.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1937, 75-78.
- (165) SHEWAN (J. M.). — *J. Bact.*, 1938, 35, 397-406.
- (166) SHEWAN (J. M.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1938, 9-87.
- (167) SHEWAN (J. M.). — *Nature*, 1939, 143, 284.
- (168) SHEWAN (J. M.). — *Chem. and Ind.*, 1942, 61, 312-314.
- (169) SHOCKEY (C. F.), STANSBY (M. E.) & ELLIOT (R. P.). — *Fishery Market News*, 1943, aug., 18-23.
- (170) SIGURDSON (G. J.) & WOOD (A. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1942, 6, 45-52.
- (171) SNOW (J. A.) & BEARD (P. J.). — *Food Res.*, 1939, 4, 563-585.
- (172) STANSBY (M. E.). — *Fish & Wildlife Service. U. S. Dpt. Int.*, 1944, 94, 1-8.
- (173) STANSBY (M.) & GRIFFITHS (F. P.). — *Ind. Eng. Chem.*, 1935, 27, 1452-1458.
- (174) STANSBY (M. E.), HARRISON (R. W.), DASSOW (J.) & SATER (M.). — *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 1944, 16, 593-596.
- (175) STANSBY (M. E.) & LEMON (J. M.). — *Ind. Eng. Chem.*, 1933, 5, 208-211.
- (176) *Statistique des pêches maritimes*, Paris, Imp. Nat., 1947.
- (177) STEWART (M. M.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1931, 207-209.
- (178) STEWART (M. M.). — *J. Marine Biol. Assoc. Unit. Kingdom*, 1932, 18, 35-50.
- (179) STEWART (M. M.). — *Food Invest. Bd. Rept.*, 1933, 179-187.
- (180) STEWART (M. M.). — *Food Invest. Bd.*, 1934, 93-96.
- (181) SUWA (A.). — *Arch. ges. Physiol.*, 1909, 128; 421-6 et 129, 231-239.
- (182) SUWA (A.). — *Zentr. Physiol.*, 1909, 22, 307-10.
- (183) TANIKAWA (E.). — *Bull. Soc. Hyg. Alim.*, 1938, 26, 149-158.
- (184) TARR (H. L. A.). — *Nature*, 1938, 142, 1078.
- (185) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, 4, 367-377.
- (186) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1940, 5, 187-195.
- (187) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1940, 5, 265-275.
- (188) TARR (H. L. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rept. Pac. St.*, 1940, 43, 10-13.
- (189) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1941, 5, 211-216.
- (190) TARR (H. L. A.). — *Nature*, 1941, 147, 417-418.
- (191) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1942, 6, 74-80.
- (192) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1943, 6, 119-128.
- (193) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1944, 6, 233-242.
- (194) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1944, 6, 257-266.
- (195) TARR (H. L. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1944, 59, 7-9.
- (196) TARR (H. L. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac. St.*, 1944, 59, 15-18.
- (197) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1945, 6, 349-350.
- (198) TARR (H. L. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac. St.*, 1945, 62, 7-9.

- (199) TARR (H. L. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1945, **62**, 12-13.
- (200) TARR (H. L. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1945, **64**, 57-61.
- (201) TARR (H. L. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, St. 1946, **67**, 36-40.
- (202) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1947, **7**, 101-115.
- (203) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1947, **7**, 137-153.
- (204) TARR (H. L. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1948, **7**, 155-161.
- (205) TARR (H. L. A. J.). — *Fish. Res. Bd. Can.*, 1950, **7**, 609-612.
- (206) TARR (H. L. A.) & BAILEY (B. E.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, **4**, 327-334.
- (207) TARR (H. L. A.) & CARTER (N. M.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1942, **6**, 63-73.
- (208) TARR (H. L. A.) & DEAS (C. P.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1948, **7**, 221-223.
- (209) TARR (H. L. A.) & LANTZ (A. W.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rept. Pac. St.*, 1949, **81**, 80-83.
- (210) TARR (H. L. A.) & NEY (P. W.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac. St.*, 1949, **78**, 11-13.
- (211) TARR (H. L. A.) & SUNDERLAND (P. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1938, **37**, 7-11.
- (212) TARR (H. L. A.) & SUNDERLAND (P. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1939, **39**, 13-16.
- (213) TARR (H. L. A.) & SUNDERLAND (P. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1939, **41**, 15-16.
- (214) TARR (H. L. A.) & SUNDERLAND (P. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1940, **5**, 36-42.
- (215) TARR (H. L. A.) & SUNDERLAND (P. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1940, **5**, 148-163.
- (216) TARR (H. L. A.) & SUNDERLAND (P. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1941, **5**, 244-248.
- (217) TARR (H. L. A.), YOUNG (O. C.) & SUNDERLAND (P. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac.*, 1938, **38**, 3-6.
- (218) TAUTI (M.), HIROSE (I.) & WADA (H.). — *J. Imp. Fish. Inst. Tokio*, 1931, **26**, 79-86.
- (219) TERROINE (T.). — *Ann. Nat. Alim.*, 1949, **3**, 49-73.
- (220) TIMOFFEEVA (L. A.). — *Gigiena i Sanit.*, 1949, **6**, 40.
- (221) TIMOFFEEVA (L. A.). — *Gigiena i Sanit.*, 1949, **6**, 39-40.
- (222) TRETIAKOV (D. K.). — *Zool. Zh. J. S. S. S. R.*, 1943, **22**, 263-266.
- (223) VALKO (E. I.) & DUBOIS (A. S.). — *J. Bact.*, 1945, **50**, 481-490.
- (224) VAN DEURS (J. A.) & HOFF-JORGENSEN (E.). — *Chimie & Ind.*, 1936, **36**, 1217-1218.
- (225) WATSON (D. W.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, **4**, 252-266.
- (226) WATSON (D. W.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1939, **4**, 267-280.
- (227) WILSON (G. S.). — *J. Bact.*, 1922, **7**, 405-445.
- (228) WOOD (A. J.) & BAIRD (E. A.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1943, **6**, 194-201.
- (229) WOOD (A. J.) & KEEPING (F. E.). — *J. Bact.*, 1944, **47**, 309-310.
- (230) WOOD (A. J.), SIGURDSON (G. J.) & DYER (W. J.). — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1942, **6**, 53-62.
- (231) WOOD (E. J. F.). — *Austr. Coun. Sci. Ind. Pamph.*, 1939, **93**, 1-24.
- (232) WOOD (E. J. F.). — *Austr. Coun. Sci. Ind. Res. Pamph.*, 1940, **100**, 1-92.
- (233) YOUNG (O. C.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac. St.*, 1938, **37**, 12-16.
- (234) YOUNG (O. C.), TARR (H. L. A.) & SUNDERLAND (P. A.). — *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac. St.*, 1939, **39**, 16-18.
- (235) ZOBELL (C. E.). — *J. Marine Research*, 1941, **4**, 42-75.
- (236) ZOBELL (C. E.) & CONN. — *J. Bact.*, 1940, **40**, 223-238.

IMPRIMÉ
PAR L'IMPRIMERIE ALENÇONNAISE
PLACE POULET-MALASSIS, ALENÇON
(ORNE) (FRANCE)

Dépôt légal : 4^e trimestre 1950
N° d'ordre : 1.872. — 11-1950

Ce fascicule de la collection des NOTES ET RAPPORTS (Nouvelle série) de l'OFFICE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES est une réimpression d'un des RAPPORTS présentés par cet Établissement d'État au
CONGRÈS INTERNATIONAL D'ÉTUDE
SUR LE RÔLE DU POISSON DANS L'ALIMENTATION
tenu à Paris, à l'Institut Océanographique, les 26-27-28 octobre 1950

Il est extrait du volume publié à l'occasion de ce Congrès.

C O N G R È S
I N T E R N A T I O N A L
D ' É T U D E
S U R
L E R Ô L E D U P O I S S O N
D A N S L ' A L I M E N T A T I O N

Comité National de Propagande pour la Consommation du Poisson

11, Rue Anatole-de-la-Forge — PARIS-17^e

PRIX : 1.000 frs

CONGRÈS INTERNATIONAL
D'ÉTUDE
sur
Le Rôle du Poisson dans l'Alimentation
TENU A PARIS
les 26-27-28 octobre 1950

TABLE DES MATIÈRES

Composition du bureau.	7
<i>Première journée. — LA VALEUR ALIMENTAIRE DU POISSON</i>	
Les protides du poisson et leur valeur alimentaire, par Raymond JACQUOT et Paul V. CREAC'H.	11
Données sur la valeur alimentaire des huiles de poissons, par André CHEVALIER et Constant BRIG.	59
Les principes vitaminiques du poisson, par R. GEANGAUD.	83
Les éléments minéraux des poissons, par Jean CAUSERET.	99
Le rôle du poisson en diététique, par J. TRÉMOLIÈRES.	109
L'allergie aux poissons et aux produits de mer (pathogénie, clinique et traitement), par le Dr B. N. HALPERN.	117
<i>Deuxième journée. — L'UTILISATION ALIMENTAIRE ET INDUSTRIELLE DU POISSON</i>	
Salage, fumage et déshydratation du poisson, par J. M. SHEWAN.	131
Procédés de conservation du poisson par le fumage en Norvège, par Rolv VESTERHUS.	158
Évolution et progrès récents des procédés de fabrication des conserves de poisson en France, par Maurice BOURY.	176
La réfrigération dans l'industrie du poisson en Norvège, par Gustav LORENTZEN et Jorgen LORENTZEN.	195
Les engrais de poisson, par P. BOISCHOT.	220
Composition et utilisation des aliments protidiques liquides retirés du poisson, par Paul V. CREAC'H.	225
Les protides des farines de poisson et leur utilisation dans l'alimentation animale, par Paul V. CREAC'H.	249

Données physiologiques sur la valeur alimentaire des huiles de poissons et d'animaux marins, par A. CHEVALIER	295
Utilisation des huiles de poissons, par M. P. MÉRAT.	313
L'utilisation des sous-produits de poisson en Norvège, par T. SPARRE.	329

Troisième journée. — LE POISSON DANS L'ÉCONOMIE FRANÇAISE

Prix du poisson, par F. CLOSON.	347
Coût de la préparation ménagère du poisson, par M ^{lle} MATHIOT	378
La part du poisson dans l'alimentation familiale française, par J. TRÉMOLIÈRES et F. VINIT	384
Part du poisson dans les cantines scolaires, par R. PAUMIER.	397
Le poisson dans l'alimentation de l'armée, par le Vétérinaire-Colonel GUILLOT.	400
Poisson et gastrotechnie, par le Dr E. POZERSKI DE POMIANE	416

LA DISTRIBUTION DU POISSON

Congrès international d'étude sur le rôle du poisson dans l'alimentation. Le transport de la marée par chemin de fer, par M. TEXTE	433
Les transports frigorifiques de marée par voie ferrée, par H. CHEVALLIER.	441
L'altération du poisson. Préservation de sa fraîcheur, par F. SOUDAN.	448
La consommation du poisson et l'éducation du public, par A. DE COUDEKERQUE-LAMBRECHT	497
La propagande pour le poisson en Angleterre, par A. KEITH FOWLER.	508
Activité du Comité de propagande pour l'augmentation de la consommation du poisson de mer en Belgique, par J. VAN HAL.	514
La propagande autour du poisson en Danemark, par Elmar SORENSEN	521
Le conseil des pêches et son programme aux États-Unis, par Ed. IRVIN.	528
Propagande pour le poisson aux Pays-Bas, par J.-G. KOLKMAN	532
Le rôle du poisson dans l'alimentation en Hollande, par le Dr M. VAN EEKELLEN.	542
Rapport sur le Comité de propagande pour la consommation du poisson en Suède, par M ^{lle} Maya FALK.	546



CE VOLUME EST EN VENTE

PRIX : 1.000 Francs
Port en sus.

LES PUBLICATIONS
DE L'OFFICE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PÊCHES MARITIMES

Les Publications de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes comprennent :

1° LA REVUE DES TRAVAUX DE L'OFFICE DES PÊCHES.

Régulièrement éditée depuis 1928, sous la forme de fascicules trimestriels, 27 × 22, constituant les tomes I à XVI. Le tome XII (volume Jubilaire) résume les travaux de l'Office depuis sa création en 1921.

La « REVUE DES TRAVAUX » est réservée à la publication des résultats des recherches entreprises à l'Office des Pêches Maritimes par son personnel scientifique et technique ou par ses collaborateurs extérieurs qui, dans leurs laboratoires, poursuivent des recherches spéciales en rapport avec l'exploration scientifique de la mer et l'exploitation de ses ressources.

2° LES NOTES ET RAPPORTS.

La nouvelle série des *Notes et Rapports* qui paraît sous le même format que l'ancienne : in-8° (16 × 24) est réservée à la mise au point, dans un but de vulgarisation, des différentes questions intéressant la pêche maritime et ses industries connexes.

Ces *Notes et Rapports*, dont le nombre de pages varie suivant l'importance du sujet traité, n'ont pas un caractère périodique. Groupées par ordre de parution, ces fascicules constituent une succession de *Volumes* d'environ 200 pages.

3° LES « MÉMOIRES ».

Ces *Mémoires* sont réservés à la publication *hors série* de travaux importants avec planches de grand format et présentant un caractère définitif.

Les volumes 9 à 12 constituent le *Manuel des Pêches maritimes*.

Dernier MÉMOIRE paru : N° 13.

Pierre BAUDART, ingénieur chimiste. — *Étude analytique de quelques acides gras insaturés d'huiles de poissons.*

En préparation : le MÉMOIRE N° 14 : *Biologie des Clupéides* (le Hareng excepté). *Rapport Atlantique* du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 1950.

4° LE « BULLETIN D'INFORMATION ET DE DOCUMENTATION ».

Circulaires d'informations et de documentation adressées aux Administrations, Services publics et Fédérations ou Groupements professionnels qui en font la demande.

5° LES CARTES DE PÊCHE.

TIRAGES D'AUTEURS

Il est tiré de chaque article ou mémoire publié dans nos éditions trente tirés à part offerts gracieusement aux auteurs par l'Office des Pêches maritimes.

Tous les tirés à part en sus sont à la charge des auteurs.

36. Les Harengs des Smalls et les conditions hydrologiques de leurs migrations, par Ed. LE DANOIS et H. HELDT (8 figures).	60 fr.
37. Rapport sur le fonctionnement de l'Office Scientifique et Technique des Pêches pendant l'année 1923 (3 cartes), par L. JOUBIN.	60 »
38. La conservation du poisson par le sel. Le « rouge » de la Morue salée, par R. FILLON	50 »
39. Étude sur les déplacements de la pêche du Thon (<i>Orcynussthyngnus L.</i>) en Tunisie et en Méditerranée occidentale (4 figures), par Louis ROULE	60 »
40. Compte rendu d'expériences faites dans le Morbihan sur les Huîtres et leur reproduction (3 figures et graphiques), par H. LEENHARDT.	50 »
41. Recherches sur les transformations et la nature de l'Iode des <i>Laminaria leucocaulis</i> , par M. P. FREUNDLER et M ^{lles} Y. MÉNAGER, Y. LAURENT et Y. LELIEVRE	60 »
42. Rapport sur le fonctionnement de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes pendant l'année 1924, par L. JOUBIN.	60 »
43. Statistique des Régions de Pêches (année 1924, 2 ^e semestre) en exécution des Conventions internationales	30 »
44. Rapport sur les Pêcheries ou Bouchots de la Baie du Mont Saint-Michel (8 graphiques, 2 figures), par P. CHEVEY	60 »
45. Les traitements préservateurs des filets de pêche en coton, par R. FILLON.	60 »
46. Statistique des Régions de Pêches (année 1925, 1 ^{er} semestre).	35 »
47. L'Huitre Portugaise tend-elle à remplacer l'Huitre Française ? par G. RANSON	50 »
48. Études diverses sur la question du Hareng (20 figures), par Jean LE GALL.	60 »
49. Rapport sur le fonctionnement de l'Office Scientifique et Technique des Pêches pendant l'année 1925, par Ed. LE DANOIS	60 »
50. Travaux de l'Office des Pêches Maritimes depuis son origine, par Ed. LE DANOIS.	50 »
51. Statistiques des Régions de Pêches (année 1925, 1 ^{er} semestre et année 1926, 1 ^{er} semestre)	35 »
52. Rapport sur le fonctionnement de l'Office Scientifique et Technique des Pêches pendant l'année 1926, par Ed. LE DANOIS. Ce rapport contient la Statistique des Régions de Pêche (année 1926, 2 ^e semestre).	60 »
53. La Pêche à la Morue, par M. BRONKHORST (nombreuses figures et cartes).	60 »

Fasc.

NOUVELLE SÉRIE

1. L'industrie du Fer Blanc et des emballages métalliques, par René LEFAUX (80 pages, 20 figures).	épuisé
2. Valeur nutritive et thérapeutique de l'Huitre, par le Dr Jean Victor LE GALL (80 pages, 5 figures).	100 fr.
3. Bibliographie analytique des publications de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (76 pages)	260 »
4. Le problème mondial actuel des Pêches maritimes, par Jean LE GALL.	50 »
<i>Les fascicules 1 à 4 constituent le VOLUME I DES NOTES ET RAPPORTS (Nouvelle série).</i>	
5. Valeur alimentaire des huiles de poissons marins et de baleines, par Paul V. CREACH (45 pages)	100 »
6. Les protides du poisson et leur valeur alimentaire, par Raymond JACQUOT et Paul V. CREACH (48 pages).	100 »
7. Composition et utilisation des aliments protidiques retirés du poisson, par Paul V. CREACH (24 pages).	50 »
8. Les protides des farines de poisson et leur utilisation dans l'alimentation animale, par Paul V. CREACH (46 pages).	100 »
9. L'altération du poisson. Préservation de sa fraîcheur, par F. SOUDAN (49 pages, 5 figures).	100 »
10. Évolution et progrès récents des procédés récents de fabrication des conserves de poisson en France, par M. BOURY (20 pages).	50 »
<i>Les fascicules 5 à 10 constituent le VOLUME II des NOTES ET RAPPORTS (Nouvelle série).</i>	

MÉMOIRES

de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes

CATALOGUE ILLUSTRÉ DES ANIMAUX MARINS COMESTIBLES DES CÔTES DE FRANCE ET DES MERS LIMITROPHES, AVEC LEURS NOMS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

MÉMOIRE I	
LES POISSONS OSSEUX, par MM. Louis JOUBIN, Membre de l'Institut et Ed. LE DANOIS, docteur ès Sciences.	épuisé
MÉMOIRE II	
LES POISSONS CARTILAGINEUX, MOLLUSQUES, CRUSTACÉS, etc., etc... des mêmes Auteurs.	500 fr.
MÉMOIRE III	
RECHERCHES SUR LES FONDS CHALUTABLES DES CÔTES DE L'ALGÉRIE ET DE LA TUNISIE, par Ed. LE DANOIS, docteur ès Sciences	300 .
MÉMOIRE IV	
LA PÊCHE EN NORVÈGE (Notes de mission), par Jean LE GALL, Agrégé de l'Université.	500 .
MÉMOIRE V	
LA PÊCHE SUR LES BANCS DE TERRE-NEUVE ET AUTOUR DES ILES SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON, par R. RALLIER DU BATY.	300 .
MÉMOIRE VI	
MÉMOIRES DIVERS SUR LES MOYENS D'ACCROÎTRE LA CON- SOMMATION DU POISSON, Concours de l'Institut Océanographique, 1926.	200 .
MÉMOIRE VII	
TERRE-NEUVE ET ISLANDE (campagne 1926)	
1° La Pêche sur les Banes de Terre-Neuve et autour des îles Saint-Pierre-et- Miquelon, par R. RALLIER DU BATY ;	
2° Recherches océanographiques effectuées par l'avis « Ville-d'Ys » autour de l'Islande et sur le Banc de Terre-Neuve, par J. HABERT, Enseigne de Vaisseau	300 .
MÉMOIRE VIII	
INDEX ALPHABÉTIQUE DU CATALOGUE ILLUSTRÉ DES ANI- MAUX MARINS, dressé par M ^{me} BELLOC, vendu avec le Mémoire II (les 2)	650 .
MÉMOIRE IX	
MANUEL DES PÊCHES MARITIMES FRANÇAISES. Fascicule I .	400 .
MÉMOIRE X	
MANUEL DES PÊCHES MARITIMES FRANÇAISES. Fascicule II.	400 .
MÉMOIRE XI	
MANUEL DES PÊCHES MARITIMES FRANÇAISES. Fascicule III.	400 .
MÉMOIRE XII	
MANUEL DES PÊCHES MARITIMES FRANÇAISES. Fascicule IV.	épuisé .
MÉMOIRE XIII	
ÉTUDE ANALYTIQUE DE QUELQUES ACIDES GRAS INSATURÉS D'HUILES DE POISSONS, par Pierre BAUDART, Ingénieur chimiste.	100 .