

HORS TEXTE

LE POISSON ET LE FROID (*)

par Jean LE GALL

Agrégé de l'Université

Directeur de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes

SOMMAIRE

	Pages		Pages
LES CAUSES D'ALTERATION DU POISSON.	3	LA CONGELATION RAPIDE.	9
L'ACTION DU FROID SUR LE POISSON.	3	Contact direct — Poisson-fluide.....	10
Action du Froid sur les bactéries.....	3	Contact indirect — Poisson-fluide.....	12
Action du Froid sur les diastases.....	4	Congélation Eclair.....	12
Congélation des tissus.....	4	Conclusions.....	12
Action sur les protéides.....	5	LA CHAÎNE DU FROID.	13
Action du Froid sur les graisses.....	5	TRANSPORT DU POISSON CONGÈLE.	13
Réfrigération et congélation rapide.....	5	L'ENTREPOSAGE DU POISSON CONGÈLE.	13
LA REFRIGERATION.	6	Les altérations possibles du poisson congelé en	
La glace hydrique.....	6	entrepôt frigorifique.....	14
Les glaces améliorées.....	7	Phénomènes d'oxydation.....	14
La glace salée.....	7	La lutte contre le rancissement.....	15
Les saumures réfrigérantes.....	8	L'emballage des produits congelés.....	15
Quelques autres procédés de réfrigération.....	8	LA VENTE AU DETAIL DU POISSON CONGÈLE.	16
		CONCLUSIONS	17

(*) Conférence prononcée à la Maison de la Chimie, le 9 Mars 1950, publiée dans la REVUE GÉNÉRALE DU FROID, 27^e année, n° 8, Août 1950.

LES CAUSES D'ALTÉRATION DU POISSON

Le poisson et les produits de la mer sont les plus fragiles et les plus périssables des denrées alimentaires.

Cet inconvénient, obstacle à leur bonne conservation, résulte de leur forte teneur en eau — de l'ordre de 75 à 80 % — constituant un milieu favorable au développement des microorganismes et à l'activité des diastases ou enzymes : causes essentielles de l'altération de ces produits.

Au large des côtes, l'eau de mer est à peu près stérile. L'extérieur et la chair des poissons qui y vivent devraient donc être pratiquement exempts de bactéries au moment où on les sort de l'eau, et l'action de ces microorganismes dans les phénomènes d'altération devrait être extrêmement restreinte, si des apports nouveaux, parfois massifs, ne venaient ensemençer ce milieu très favorable à leur développement.

Or, des bactéries se trouvent dans le tractus intestinal du poisson, dans les ouïes et dans le mucus qui le recouvre ; elles pullulent sur le pont du bateau, sur les tables de travail, les récipients destinés à le contenir, sur les instruments de manipulation. Les mains, les vêtements des pêcheurs ou des ouvriers qui le manipulent sont contaminés par un grand nombre de bactéries de toutes sortes ; et, bien que celles-ci ne peuvent pénétrer à travers la peau ou les membranes intactes du poisson, la moindre blessure (piqûre, coupure ou déchirure) constitue une porte ouverte à leur pénétration et elles se propagent dans toutes les chairs en se développant rapidement.

D'autre part, les diastases (= Ferments Solubles ou Enzymes), [catalyseurs organiques résultants de l'activité de la matière vivante et indispensable à la

construction comme à la destruction des tissus], ne disparaissent pas après la mort de l'organisme et leur activité destructive se poursuit longtemps après. Elle vient s'ajouter à celle des bactéries, et est d'autant plus marquée et rapide que, chez les poissons, elles sont particulièrement actives en raison des conditions de leur alimentation et qu'elles trouvent un terrain favorable à leur activité dans les meurtrissures provoquées par les manipulations brutales auxquelles sont trop souvent soumises leurs chairs.

Les bactéries sont des êtres vivants ; les diastases, résultent de l'activité d'un organisme vivant. Les unes et les autres ne manifesteront leur activité que dans des conditions bien déterminées, compatibles avec leur existence : c'est-à-dire :

- un milieu humide et légèrement alcalin leur est indispensable ;
- certains produits, dits antiseptiques, les détruisent, la chaleur et le froid les tuent ou les inhibent.

L'emploi de ces facteurs physiques ou chimiques permettra de détruire les bactéries et les diastases, ou, tout au moins de ralentir leur activité, de retarder ainsi les phénomènes d'altération qu'elles provoquent, et, par conséquence, de prolonger pendant un temps plus ou moins long la durée de conservation du poisson.

C'est ainsi que le froid, tuant une grande partie des bactéries ou réduisant leur activité, ainsi que celle des enzymes, permettra la conservation du poisson à l'état frais, c'est-à-dire sans apporter de modifications sensibles à l'aspect, à la texture et à la composition de ses chairs, et ceci aussi longtemps que son action se fera sentir.

L'ACTION DU FROID SUR LE POISSON

Le froid agit, comme la chaleur, sur les tissus organiques.

Il provoque dans la chair des poissons une série de modifications d'ordre biologique, physique et chimique, dont certaines peuvent être défavorable parce qu'elles sont irréversibles et empêchent ainsi, lorsque son action cesse de se faire sentir, le retour du poisson dans son état initial, c'est-à-dire tel qu'il était au sortir de l'eau.

* *

Pour suivre l'action du froid, refroidissons progressivement le poisson, depuis sa température ambiante au sortir de l'eau, jusqu'à 0°C d'abord, puis, ensuite, jusqu'à la température de 20° habituellement atteinte dans la pratique courante.

A) Jusqu'à 0 degré (température de la glace fondante) aucune modification extérieure ne se produit chez le poisson refroidi ; il conserve toute sa souplesse et l'élasticité de ses chairs ; la couleur persiste, bien que la peau devienne plus terne. Aucune modification interne des tissus n'est apparente.

Action du Froid sur les bactéries.

Les bactéries ne résistent pas ou résistent mal à l'action du froid. En général, elles sont inhibées à partir de + 5° ; certaines d'entre elles sont tuées à 0 degré C. Mais, il en est d'autres, dites Cryophiles, qui sont encore actives à — 10°C. Les recherches récentes de M. F. GUNDERSON et K. D. ROSE ont montré que 20 % des germes d'une souche de *Salmonella*, inoculée dans des préparations stériles soumises à une température de — 20°C, étaient encore vivantes neuf mois après l'inoculation, et que de nombreuses bactéries (en particulier de *STAPHYLOCOCCUS aureus*) existaient encore dans des produits commerciaux, après un entreposage prolongé à la même température.

Dès que l'action du froid cesse de se faire sentir, c'est-à-dire à la décongélation, tous les microorganismes inhibés par le froid retrouvent toute leur activité, prolifèrent rapidement en reprenant leur œuvre de destruction.

Action du Froid sur les diastases.

L'activité des diastases (ou enzymes) est ralentie par le froid.

Cependant, leur action se poursuit encore lentement, avec une puissance très atténuée, à très basse température. C'est elle qui produit dans les viandes congelées, le phénomène désirable connu sous le nom de « *mûrissement* ». Mais, cette autodigestion des chairs par autolyse sous l'action des diastases n'est pas souhaitable pour le poisson.

Or, elle s'y produit encore à des températures où elle a pratiquement cessé dans la chair des vertébrés à sang chaud (viandes de boucheries, volailles, etc...), conservées à basses températures ; et, seules les très basses températures à -30°C , -40°C , parviendront à l'arrêter.

Congélation des Tissus.

B) Continuons l'action du froid en refroidissant le poisson de 0°C à -20°C .

L'eau de constitution des chairs du poisson, partiellement exsudée, se congèle au voisinage de 0°C .

Si l'abaissement de la température au-dessous de 0°C est lent, les cristaux de glace initialement formés servent de noyaux à de nouveaux apports d'eau solidifiée.

Ils s'accroissent sous l'action persistante du froid, donnent de longues aiguilles de glace pouvant atteindre de 200 à 300 μm de long qui, se formant dans toutes les directions, lacèrent les tissus en rompant les cellules qui les constituent.

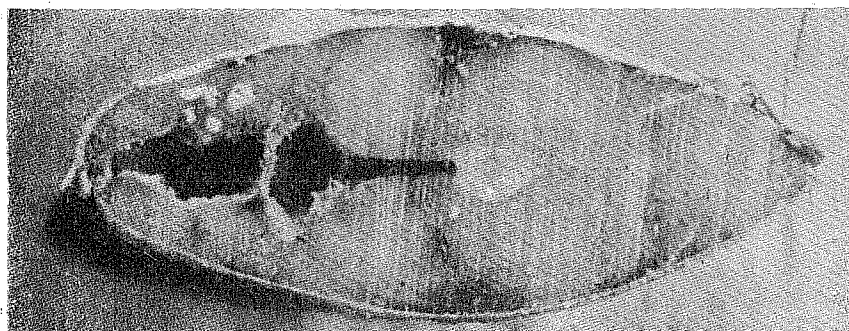


Fig. 1. — Section transversale d'un poisson congelé

Par contre, si l'abaissement de température est brutal et très rapide, l'eau est congelée à l'intérieur et dans la limite des cellules mêmes, en donnant dans leur masse une multitude de cristaux microscopiques (de 60 à 85 μm seulement) et sans qu'il se produise d'exsudation.

Lorsque l'action du froid cessera de se faire sentir, l'eau qui se reforme par fusion de la glace, retrouvera sa place et reconstituera les sucs cellulaires dans la composition desquels elle entraît antérieurement. S'il y a une perte de sucs, elle sera très légère.

Mais, dans le poisson congelé lentement, l'eau exsudée et cristallisée en longues aiguilles, le long des fibres musculaires, fondra ; elle ne sera plus que faiblement résorbée par les tissus et s'écoulera à l'extérieur avec les éléments nutritifs qu'elle entraîne en solution.

La déshydratation du poisson congelé lentement sera beaucoup plus prononcée que dans la congélation rapide ; et, à la décongélation, il perdra une partie importante de sa valeur nutritive.

La congélation de l'eau de constitution des tissus a commencé entre -1°C et -2°C , suivant la nature des poissons et leur état physiologique du moment.

A -5°C (température prise à l'intérieur des tissus et non dans l'enceinte réfrigérante), plus des 4/5 (82 %) de l'eau de constitution est congelée.

Si l'action du froid se poursuit et que la température soit abaissée à -20°C , une nouvelle quantité d'eau, évaluée entre 10 et 12 %, se congèle à son tour.

Le reste ne se congèlera plus guère. La congélation totale de l'eau de constitution des chairs étant d'ailleurs pratiquement impossible.

**

Il est important de remarquer que la majeure partie de l'eau de constitution du poisson s'est congelée entre -1°C et -5°C et que la quantité congelée entre -5° et -20° est relativement faible, pour en conclure que pour congeler rapidement le poisson, il faut abaisser aussi rapidement que possible sa température interne de 0° à -5°C , en l'exposant pour cela dans une enceinte refroidie, à température

aussi basse que possible et au minimum inférieure à -20°C .

C'est cette chute brusque de température de 0° à -5° , qui doit se faire en moins de deux heures pour un poisson de taille moyenne, qui caractérise la CONGÉLATION RAPIDE OU ULTRA-RAPIDE, le QUICK FREEZING, la seule qui soit applicable si l'on veut conserver au poisson ses qualités originales.

Etudions de plus près l'action du froid sur la chair du poisson.

Action du Froid sur les Protides.

L'albumine se coagule sous l'action de la chaleur. Le froid agit de même sur les matières albuminoïdes ou PROTIDES, mais d'une façon indirecte.

Pendant la congélation, les cellules qui constituent les tissus du poisson se sont déshydratées par suite de la transformation d'une grande partie de leur eau en glace.

La concentration du suc cellulaire en chlorure de sodium a ainsi progressivement augmenté jusqu'à un point tel que ce sel peut entraîner une coagulation plus ou moins complète des albumines pouvant devenir irréversible (c'est-à-dire définitive), si la concentration en sel devient supérieure à 15 % sous l'effet de cette déshydratation, ou par suite d'une pénétration du sel de la saumure dans les tissus quand la congélation est faite par immersion directe en saumure refroidie.

Mais, quel que soit le procédé de congélation actuellement employé, la pénétration de sel de la saumure extérieure dans les tissus est insuffisante pour entraîner cette coagulation des albumines.

Cependant, la MYOSINE des cellules musculaires, soluble dans une solution diluée de chlorure de sodium, peut se précipiter vers -20°C sous la seule action du froid et produire des floculations irréversibles, entraînant une dénaturation de ces protides, mais sans modifier, toutefois, leur composition chimique.

Action du Froid sur les graisses.

Les graisses (ou Lipides) des poissons et les tissus qu'elles imprègnent sont susceptibles de s'oxyder plus ou moins fortement, sous l'action de l'air ambiant, suivant le procédé de congélation employé. Mais cette oxydation, qui va se traduire par une augmentation de l'acidité des graisses, est généralement lente. Elle se manifestera surtout pendant l'entreposage si l'on ne cherche pas à l'éviter.

Cependant, pour conserver le poisson par le froid, il sera bon de faire, dès le début des opérations, la distinction entre les POISSONS MAIGRES et les POISSONS GRAS.

Le premier groupe comprend les poissons emmagasinant leurs matières grasses de réserve dans le foie. Comme les poissons sont ordinairement éviscérés avant tout traitement, les foies étant mis de côté pour récupérer l'huile qu'ils contiennent, la majeure partie des lipides est ainsi éliminée et leur chair maigre contient moins de trois pour cent de matières grasses.

Tels sont, par exemple, les poissons de la famille des Gadides : (Morue, Eglefin ou Haddock, Lieu noir et Lieu jaune, Merlu, Merlan, etc...), quelques poissons plats (Flétans, Carrelets, Limandes, etc...).

Par contre, chez les Poissons Gras ou Huileux, les matières grasses de réserve sont réparties dans les chairs qui contiennent plus de 3 % de matières grasses, parfois jusqu'à 15 et 20 %. Tels sont les Clupéides : Hareng, Sardine, Sprat, Alose ; les Sombriés (Maquereaux et les diverses espèces de Thons), etc...

La conservation des poissons gras par le froid sera plus délicate, car leur congélation sera plus lente ; et, par oxydation des graisses, ils acquièrent rapidement,

si l'on n'y prend garde, un goût rance, amer, désagréable. Par contre la dessiccation sera moindre que chez les poissons maigres.

RÉFRIGÉRATION ET CONGÉLATION RAPIDE

En résumé, l'action progressive du froid sur le poisson peut se décomposer ainsi :

Première phase.

— Refroidissement de la température ambiante jusqu'à la température de congélation de l'eau interstitielle des tissus dans laquelle baignent les cellules jusqu'au moment où apparaissent les premiers cristaux de glace, c'est-à-dire jusqu'à -2° environ.

C'EST LA REFRIGÉRATION PROPREMENT DITE.

Elle n'apporte aucune modification au poisson, qui conserve son aspect général, généralement sa couleur, la souplesse et l'élasticité de ses chairs.

Le poisson est ainsi conservé dans son état frais, tel qu'il était au sortir de l'eau, avec toutes ses qualités originales.

Les processus de putréfaction ont été arrêtés ou fortement ralentis, même s'ils avaient commencé à une température de $+5^{\circ}$, limite supérieure de réfrigération.

On les évitera, dès leur début, en traitant immédiatement le poisson dès sa sortie de l'eau, quand il présente encore cette raideur transitoire connue sous le nom de « Rigidité Cadavérique », (due à l'acide sarcolactique produit par les muscles qui coagule la myosine de ses tissus), et avant qu'elle ne cesse et que s'accélère l'action des diastases qui, par désintégration des matières albuminoïdes, donneront des produits ammoniacaux neutralisant rapidement l'acide sarcolactique formé, en faisant disparaître la rigidité cadavérique.

Deuxième phase.

— Refroidissement au-dessous de -2° jusqu'à -10°C .

Des modifications légères se produisent dans les tissus soumis à l'action du froid :

- congélation des sucs cellulaires avec formation de cristaux de glace et déshydratation des tissus ;
- floculation possible d'une partie des matières albuminoïdes.

Mais, ces phénomènes sont presque complètement réversibles et les tissus retournent à peu près intégralement dans leur état initial, particulièrement si le refroidissement de -2° à -5° a été brutal et rapide.

C'est la CONGÉLATION RAPIDE (ou ultra-rapide), la seule à retenir pour la conservation du poisson par le froid, car elle stabilise le poisson dans son état original au moment où l'action du froid a commencé et l'y maintient tant qu'elle persiste.

Troisième phase.

— Au dessous de -10° .

90 % de l'eau de constitution du poisson est congelée ; les matières albuminoïdes commencent à se

coaguler. A — 20°, près de 95 % de l'eau tissulaire est congelée ; la coagulation des protéïdes se poursuit. Elle est irréversible.

Une modification sensible des tissus se produit donc à cette basse température. Mais elle est rarement atteinte à l'intérieur des tissus dans les conditions actuelles de congélation du poisson par le froid.

**

L'action du froid maintenant connue, deux procédés de traitement du poisson par le froid ou par *Frigorification* s'offrent pour assurer sa conservation jusqu'au moment de sa consommation.

A) *LA REFRIGERATION*, par conservation du poisson à une température entre + 5°C et — 2°C, sera la méthode la plus simple, la moins onéreuse et la

meilleure parce que sans action modificatrice sur la texture des chairs.

Mais elle ne suffira que pour une conservation de faible durée, même si elle intervient dès la sortie de l'eau du poisson. Elle ne permettra, en aucune façon, un stockage prolongé, ni un transport de longue durée.

B) Il faudra recourir à *LA CONGELATION*, et uniquement à la *CONGELATION RAPIDE*, lorsqu'il sera nécessaire de conserver le poisson pendant un temps de longue durée et pour son transport à longue distance.

Mais, il faudra tenir compte que la congélation prolongée par un entreposage de longue durée à basse température, modifiera quelque peu, si l'on n'y remédie pas, les caractères organoleptiques du poisson au détriment de sa qualité et de sa valeur nutritive.

LA RÉFRIGÉRATION

L'activité des microorganismes et des diastases est sensiblement ralentie à + 5°C. Elle l'est encore davantage vers 0 degré C. Les processus de putréfaction qu'elle provoque seront ainsi momentanément suspendus ; mais pour un temps relativement court, si la température des tissus du poisson est amenée rapidement et maintenue au voisinage de 0 degré C.

Le refroidissement rapide du poisson à 0 degré C, c'est-à-dire sa *REFRIGÉRATION*, suffira pour le conserver à l'état frais pendant une période de faible durée, depuis le moment de sa capture sur les lieux de pêche jusqu'au port de débarquement ; puis, des ateliers de marée jusqu'aux lieux de consommation peu éloignés des centres de distribution du littoral, ou pouvant être rapidement atteints dans un délai de quarante huit heures au maximum.

La pratique de la réfrigération est actuellement employée sur tous les bateaux de pêche faisant des sorties de plus de 24 heures ; puis, dans la grande majorité des ateliers de marée, ainsi que dans la majorité des magasins de vente du poisson frais.

La glace hydrique.

La *GLACE HYDRIQUE*, naturelle ou artificielle, est ordinairement employée pour réfrigérer les produits de la mer destinés à être conservés pendant quelques jours seulement.

Si la conservation doit être prolongée, la réfrigération se fera à l'air froid ou, de préférence, à la saumure.

Pendant très longtemps, car l'utilisation de la glace pour la conservation des aliments était déjà connue des Anciens, on a eu recours pour réfrigérer les aliments à la *glace NATURELLE*, récoltée sur les glaciers, dans les montagnes, dans les lacs, dans les fjords de Norvège et d'Islande et jusqu'à la limite de la banquise.

Cette glace, ramenée à grands frais dans les centres de consommation, était grossièrement concassée à la masse, pour être utilisée pour enrober le poisson.

Ce n'est que vers le début de ce siècle, que la glace artificielle, préparée par congélation de l'eau, fit son apparition et remplaça, après bien des résistances, la glace naturelle pour la réfrigération des produits de la pêche.

Elle est actuellement d'un usage courant, qu'elle soit préparée en mouleaux (procédé courant), en pains ou en blocs de grandes dimensions, de 100 kg à 250 kg.

Je ne m'y arrêterai pas, et me contenterai de signaler rapidement, en passant, les nouvelles méthodes de fabrication mises en pratique depuis une vingtaine d'années et présentant sur les procédés classiques de fabrication en mouleaux, l'avantage d'une production rapide de la glace, entièrement automatique, avec un bon rendement, tout en n'occupant qu'un emplacement réduit.

Tels sont, par exemple :

- Le procédé *BRUNN*, de Tchécoslovaquie, où les mouleaux de forme classique ont une double paroi dans laquelle circule le fluide frigorigène. L'eau contenue dans les mouleaux se congèle ainsi, sans interposition de saumure frigorigène.
- Le générateur *RACKETT* (Fusée de *FECHNER*), basé sur le même principe, qui fabrique la glace en cylindre ou en tube, dans des mouleaux cylindriques ouverts aux deux bouts et plongés dans l'eau à congeler.

Comme la glace est généralement utilisée en morceaux de petite taille, les constructeurs ont été conduits à la produire directement à l'état divisé, plutôt que d'avoir à broyer les blocs après fabrication.

Cette préparation de glace divisée a été réalisée automatiquement par une amélioration du procédé résidant dans l'adjonction à l'appareil d'un dispositif constitué par une série de raclettes actionnées mécaniquement, brisant les tubes de glace remontant, dès leur production, à la surface de l'eau.

— Dans la machine VOGT, des cylindres verticaux, à double enveloppe, refroidis par détente d'ammoniac, sont groupés dans une armature plongée dans l'eau à congeler. La glace se forme autour des tubes sur une épaisseur de 10 à 12 mm et, se décollant, glisse vers le bas où les tubes sont sectionnés en morceaux de petite taille.

— ESCHER WYSS emploie un évaporateur à double tube à faible espace annulaire de 2 mm seulement, qui permet la formation très rapide de la glace.

Mais tous ces procédés nécessitent l'emploi de gaz chauds, mis en circulation dans la double enveloppe, pour le démoulage de la glace formée, ce qui se traduit par une perte par fusion de la glace évaluée à 10 %. Les machines FLACK ICE, SCALE ICE, ATLAS évitent cette perte.

— Elles consistent en un tambour contenant de la saumure froide, tournant dans un récipient au trois-quart plein d'eau ou arrosé le long de la génératrice supérieure par une rampe de ruissellement.

Au contact de la paroi froide une mince pellicule de glace se forme sur le tambour, elle est décollée à l'aide d'un dispositif particulier, tombe et est recueillie.

— Dans la machine « PACK ICE (de VILTER), le cylindre est fixe et les positions respectives de l'eau à congeler et du fluide frigorigène sont inversées. Le fluide s'évapore à l'extérieur et la glace se forme sur la paroi interne du cylindre. Elle est décollée par un racloir et il sort de la machine une bouillie d'eau et de cristaux de glace qui est filtrée sur un tamis (ou pressée en briquettes). Les cristaux formés ressemblent à de la neige naturelle.

La glace hydrique est un agent de réfrigération pratique, un accumulateur de froid puissant et souple, débitant ses frigorifiques avec régularité.

Chaque kilogramme de glace cède environ 80 calories en entretenant une humidité relative convenable qui empêche la déshydratation du poisson enrobé dans la glace, lui conserve sa souplesse, son élasticité, sa couleur, ses qualités gustatives et toute sa valeur nutritive.

Elle a l'inconvénient d'être encombrante, car elle doit être concassée ou réduite en neige avant l'emploi, pour ne pas meurtrir ou blesser le poisson.

En outre, elle peut apporter un contingent important de microbes, si l'eau dont elle provient a été souillée. Cet apport de bactéries, ayant résisté au froid et dont l'activité reprend dès que la température s'élève, est néfaste pour la bonne conservation du poisson.

Les glaces améliorées.

C'est pourquoi on a tenté d'améliorer les qualités de la glace ; d'abord, par une réglementation sévère, exigeant une parfaite pureté de l'eau employée pour sa fabrication ; puis, en ajoutant à cette eau des produits chimiques antiseptiques qui stérilisent l'eau et qui, incorporés dans la glace, puis libérés lors de sa fusion, complètent l'action inhibitrice du froid imparfaite, par leur action directe contre les bactéries qu'elles tuent.

Cette pratique, depuis longtemps appliquée en Angleterre et dans d'autres pays, où l'addition d'hypochlorite de soude (mieux connu en France sous le nom d'Eau de JAVEL) est courante pour la fabrication de GLACE JAVELLISEE, avait fait, dès 1926, l'objet d'expériences concluantes par Rob. FILLON, à l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, avec de l'ICHTENE, hypochlorite de soude, pur et neutre, qui, se répartissait uniformément dans la masse, en donnant comme produits ultimes de sa décomposition, de l'eau et du chlorure de sodium (ou sel marin), ne pouvant nuire, en aucun cas, à la qualité du poisson frais.

Les lois françaises interdisant l'emploi des antiseptiques pour la conservation des denrées alimentaires, ces expériences ne furent pas suivies de réalisations pratiques.

En 1936, j'ai repris, en collaboration avec le Dr. SALMON, de nouvelles expériences avec deux autres produits s'incorporant dans la glace sans la moindre difficulté, possédant un pouvoir antiseptique considérable : l'eau oxygénée et l'ozone, et qui, se décomposant en donnant de l'eau stérile et de l'oxygène naissant, ne pouvaient laisser de traces, ni de résidus susceptibles d'altérer ou de modifier l'aspect et la saveur du poisson.

Les résultats obtenus, sous contrôle, montrèrent que ces GLACES AMELIOREES permettaient de conserver le poisson par réfrigération, pendant une durée de temps supérieure de cinq jours à la durée normale de conservation, à l'état frais, en glace ordinaire (17 à 19 jours au lieu de 12).

Des essais faits sur des chalutiers de Boulogne-sur-Mer confirmèrent les expériences de laboratoire. La guerre interrompit leur généralisation pratique.

Aux Etats-Unis, au Canada, en Grande-Bretagne, où les règlements sur l'emploi des antiseptiques pour la conservation des denrées alimentaires n'ont pas la rigueur des lois françaises, plusieurs antiseptiques ont été recommandés pour la fabrication de GLACES CHIMIQUES, dites antiseptiques.

Ce sont : le Benzoate de soude et la Chloramine qui abaissent le point de congélation de l'eau et donnent ainsi des glaces à pouvoir frigorifique plus grand.

Il est reconnu, qu'en agissant également directement sur les germes nocifs, elles permettent de prolonger, de deux jours environ, la conservation du poisson à l'état frais.

La glace salée.

En 1921, Ed. LE DANOIS, à l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, avait envisagé de fabriquer de la glace salée avec de l'eau de mer qui, comme nous l'avons vu, est pratiquement stérile.

A la fusion, cette glace devait redonner de l'eau de mer et le poisson se trouver dans une solution salée normale, pouvant lui maintenir sa fraîcheur.

Des difficultés d'ordre technique firent obstacle à la diffusion du procédé et les essais furent abandonnés.

Les tentatives faites depuis cette époque déjà lointaines n'ont abouti qu'à des déceptions.

En refroidissant l'eau de mer, solution complexe de sels divers, il n'est possible, en effet, que d'obtenir

des cristaux de glace pure provenant de l'eau, qui, sous l'action du froid, se séparent de la solution tandis que celle-ci se concentre.

Le refroidissement lent et progressif de la solution jusqu'à -21°C ne conduit, ainsi, qu'à la formation de cristaux de glace d'eau pure qui se séparent et à la concentration de cette solution jusqu'à un point dit d'*EUTEXIE*, caractéristique du sel en solution, et où la solution restante se prend en masse en donnant une *glace salée* formée d'un mélange intime de cristaux de glace pure juxtaposés à des cristaux de sel anhydre, qu'ils enserment entre eux.

La fabrication d'une *glace salée eutectique* serait possible par refroidissement brutal à une température de -21°C d'une solution de sel marin à 23 grammes pour cent.

Elle aurait l'avantage d'avoir un point de fusion constant et une capacité de réfrigération nettement supérieure à la glace ordinaire ; mais son prix de revient élevé interdirait son emploi direct comme procédé de réfrigération.

Cependant, plusieurs procédés ont été préconisés pour la fabrication de « *Pseudo glaces* » molles, à partir de l'eau de mer plus ou moins étendue d'eau douce.

La Société *Thomas SABROE* a mis au point, en 1940, une machine permettant la fabrication de la glace à partir de l'eau de mer, qui, en Baltique où elle a été essayée, contient moins de 25 pour mille de sel. Cette glace : la *SCALE ICE*, délivrée en copeaux rappelant la neige, est plus ou moins imprégnée d'eau légèrement salée.

Un ingénieur français, M. DUBOIS, a récemment imaginé de fabriquer de la glace légèrement salée, en immergeant dans de l'eau de mer, des plaques comportant un réseau de tubes dans lesquels circule un fluide frigorigène. La glace se forme entre les plaques à une température de -20° à -25° (d'après le constructeur), elle est ensuite fractionnée en barres. Selon les inventeurs, elle contiendrait environ 9 grammes de sel par litre (soit 0,88 %).

La fabrication de la glace à l'eau de mer aurait un avantage énorme pour la pêche hauturière, en lui donnant la possibilité de fabriquer, directement à bord, la glace qui lui est nécessaire.

Mais l'installation spéciale qu'exigerait cette fabrication à la mer est encore à mettre au point.

De plus, le pouvoir frigorigène de la glace à l'eau salée, supérieur à celui de la glace à l'eau douce, deviendrait un inconvénient ; car, en procurant un froid de -6° à -10° environ, elle provoquerait une congélation rapide, mais superficielle seulement, du poisson ; et, comme cette basse température ne pourrait être continuellement maintenue, la congélation se poursuivrait lentement à l'intérieur des chairs, avec tous les dégâts que l'on connaît.

Enfin, l'apport de sel par ces glaces salées ne serait pas un avantage, comme on l'a trop souvent écrit.

Sa concentration serait beaucoup trop faible pour entraîner les phénomènes de déshydratation et de floculation des albuminoïdes qui caractérisent la salaison du poisson et assurent sa conservation.

De plus, il a été prouvé, que le sel à faible concentration favorise l'action des diastases ; et, dans le milieu légèrement salé, constitué par la glace salée, leur action dégradante se trouvera inévitablement amplifiée dès que l'action du froid aura cessé de se faire sentir ou se montrera insuffisante pour les inhiber.

Les saumures réfrigérantes.

Au lieu de la glace à l'eau de mer dont la fabrication n'est pas encore au point, le mélange réfrigérant classique, glace + sel, apporte une solution préférable pour la réfrigération du poisson.

Le mélange de 2 kilogrammes de glace broyée avec un kilogramme de sel marin constitue une source frigorigène qui peut être utilisée soit directement sur le poisson, soit indirectement pour refroidir une saumure frigorigère (dont la température variera de -2° à 18°C , suivant les quantités de sel et de glace employées et la façon dont le mélange sera renouvelé et entretenu). Cette saumure est mise en circulation sur le poisson placé dans des caisiers à claire voie, avant de le stocker en chambres froides (procédé J. PIQUE et KJORSTADT), ou dans des caisses métalliques tronconiques étanches contenant le poisson (procédés BELLEFON - FLORIOT et KREBS sur les thoniers). Ces divers procédés ont été essayés avec des résultats plus ou moins heureux.

Les tissus du poisson sont rapidement portés de la température ambiante à une température voisine de -2°C .

Mais ce seuil ne doit pas être franchi, car le poisson ne serait plus réfrigéré mais congelé, ce qui serait d'ailleurs sans inconvénient si la congélation de toute la masse était rapide. Malheureusement, le nombre de calories disponibles dans ces deux cas est insuffisant pour assurer ce « QUICK FREEZING » ; et, une fois la température atteinte et dépassée, elle se poursuit lentement avec tous ses graves inconvénients.

QUELQUES AUTRES PROCÉDÉS DE REFRIGÉRATION

On a essayé, sans succès, de réfrigérer le poisson par l'air stable ou en mouvement refroidi à -4°C . Le procédé n'a pas donné lieu à une application pratique.

On a également tenté de compléter l'action de la glace, qui arrête ou ralentit l'activité des bactéries et des diastases, par celle d'une atmosphère gazeuse défavorable au développement des bactéries de putréfaction qui, pour la plupart, sont aérobies.

On s'est naturellement tourné vers l'acide carbonique, facile à obtenir industriellement, et à manipuler, qu'il soit sous forme de neige carbonique solide ou à l'état liquide comprimé dans des tubes métalliques résistants.

Les essais tentés pour conserver le poisson réfrigéré *en milieu limité*, c'est-à-dire dans les caisses étanches ayant servi à l'emballer, dans une atmosphère riche en acide carbonique, ont montré qu'avec une teneur de 30 % d'acide carbonique, la conservation du poisson était meilleure que dans les conditions normales.

Mais ce procédé n'est pas très recommandable pour la conservation du poisson dans les cales des navires où des fuites de gaz carbonique seraient toujours à craindre et viendraient créer une atmosphère délétère.

Par contre, l'emploi de la neige carbonique a fait ses preuves pour le transport du poisson à terre et sa conservation dans des récipients ou entrepôts réfrigérés bien étanches.

La GLACE SECHE, anhydride carbonique solide, passe directement de l'état solide à l'état gazeux en se sublimant lentement à -80° environ, sans laisser de résidus apparents et en produisant des basses températures.

Elle ralentira la fonte des glaces, pendant le transport du poisson réfrigéré, de même qu'elle maintiendra une température convenable dans le transport du poisson congelé, dans une atmosphère d'anhydride gazeux, aseptique, sans danger pour les denrées alimentaires, mais dangereuse pour l'homme.

* *

Cette étude très générale de la réfrigération et des procédés actuellement mis en œuvre pour assurer, par ce moyen, la conservation du poisson à l'état frais, montre que cette application particulière du froid donne des résultats très satisfaisants lorsqu'il ne s'agit que de le maintenir dans son état naturel, tel qu'il se présente au sortir de l'eau, pendant une période de temps limitée.

Les expériences répétées sur ce sujet ont montré que le maintien du poisson dans cet état frais ne pouvait excéder douze à quatorze jours, suivant les espèces, bien que l'action du froid modéré se soit fait constamment sentir.

A ce moment, l'activité des bactéries et des diastases (qui n'a été que très ralentie par le froid) a été telle : que la désintégration des protéïdes a conduit le poisson à un point où il a cessé d'être comestible et que sa valeur nutritive a sensiblement diminué.

Une légère prolongation de cette durée de conservation peut être obtenue par l'emploi de glaces améliorées ou antiseptiques ; mais elle n'excède jamais plus de quatre à cinq jours.

La réfrigération par la glace hydrique a l'avantage d'être relativement peu onéreuse. Elle ne risque pas d'étendre la réfrigération au-dessous de 0° degré, au-delà du point de congélation des sucs musculaires des poissons. Le poisson est ainsi conservé dans son état naturel, à l'état frais.

Mais, il est essentiel qu'elle soit appliquée aussitôt que possible, dès sa sortie de l'eau, quand celui-ci est encore en état de rigidité cadavérique.

Il est non moins essentiel qu'elle soit brutale et rapide et que la température du poisson soit rapidement abaissée de la température ambiante au voisinage de 0° degré (ce qui sera possible par un refroidissement préalable des cales avec une première couche de glace déposée sur les étagères destinées à le recevoir).

L'opération devra être précédée par un nettoyage rapide, mais méticuleux, du poisson, dans une eau propre, salée ou douce, qui le débarrassera du mucus qui l'entoure avec les microorganismes qu'il héberge.

Les poissons, de plus de 30 centimètres de long, seront :

- *étêtés*, pour éliminer les branchies, les yeux où s'accumulent les germes putrides, et pour provoquer l'élimination du sang qui, parmi les tissus, est celui qui s'altère le plus rapidement ;
- *éviscérés*, pour supprimer les organes riches en microbes et en diastases puissantes ;
- *et relavés* dans une eau propre, pour éliminer toutes les traces de mucus et de sang, sources d'altération.

Toutes ces manipulations seront faites avec des instruments propres, avec les mains exemptes de souillures, pour éviter des apports massifs de bactéries qui risqueraient de compromettre le bon effet de la réfrigération.

Les blessures étant autant de portes ouvertes pour la pénétration des microorganismes et les meurtrissures favorisant l'activité des diastases, les manipulations brutales du poisson, seront à éviter.

Toutes ces précautions étant prises pour le traitement du poisson à réfrigérer et la glace étant employée en quantité suffisante, de façon à maintenir constamment la température autour de 0° degré, la réfrigération restera le meilleur moyen pour assurer la conservation du poisson destiné à être consommé dans un court délai. Elle suffira pour les produits de la pêche provenant des sorties normales des chalutiers opérant sur le plateau continental de l'Atlantique Nord-Est.

Mais, lorsque les lieux de pêche seront éloignés, et, conséquemment, les sorties plus longues ; lorsque les produits devront être transportés à de longues distances ou entreposés pendant quelque temps dans la nécessité de constituer des approvisionnements, la réfrigération ne suffira plus et, seule, la congélation rapide, convenablement appliquée, pourra en permettre la conservation.

LA CONGÉLATION RAPIDE

Depuis que l'industrie de la congélation rapide des denrées alimentaires a pris, dans tous les pays, une extension sans cesse accrue, on peut estimer à plus de trente, les types courants de congélateurs industriels employés pour la congélation rapide du poisson et des produits de la mer.

Mon intention n'est pas de les décrire dans cet exposé d'un caractère général. Ils l'ont déjà été, plus ou moins longuement, dans les publications techniques traitant du froid et de ses applications. D'ailleurs, quels qu'ils soient, ces appareils se ramènent, suivant le procédé de congélation auquel ils font appel, à quelques types seulement.

Contact direct : poisson-fluide.

Une première catégorie groupe les procédés dans lesquels le poisson à congeler est en contact direct avec l'agent frigorigère, que celui-ci soit de l'air, un gaz ou un liquide (une saumure) incongelable. En outre, l'agent frigorigère peut être stable ou mobile.

Tels sont, par exemple, les procédés de congélation :

a) dans l'air sec et froid à très basse température (voisine de -43°) : procédés : SHARP FREEZING, actuellement délaissés ;

culation par un ventilateur puissant, circule d'abord à travers des tuyaux réfrigérés par une saumure incongelable, puis vient au contact des produits à congeler qu'il refroidit.

c), puis, les procédés de congélation en saumure de chlorure de sodium (la seule qui puisse être mise en contact avec le poisson), refroidie à -20° et mise en circulation autour des poissons à congeler ; comme dans les procédés OTTESEN, ROUART, dans lesquels le poisson se déplace horizontalement dans une saumure réfrigérante, et les procédés PIQUE et S.A. C.I.P., appliqués en France avec succès pour la con-

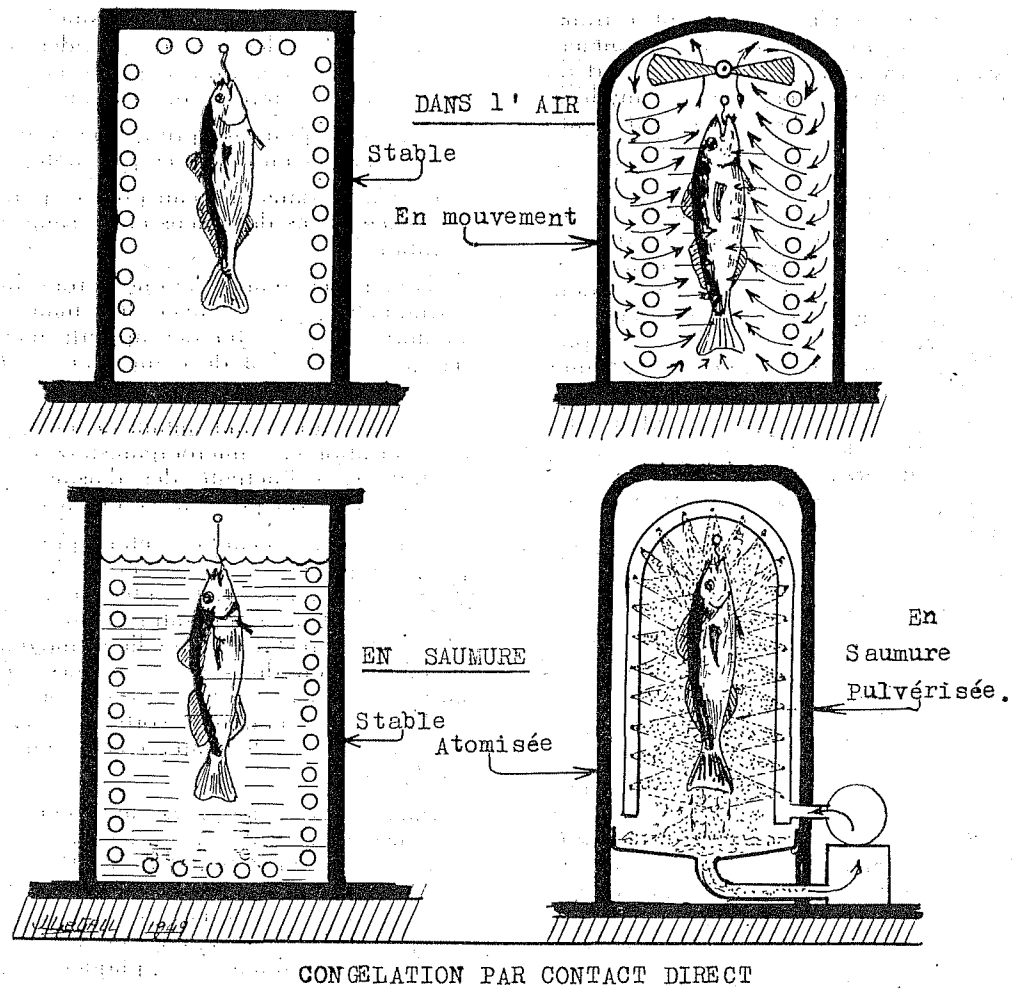


Fig. 2. Représentation schématique des différents procédés de congélation rapide par contact direct

b) dans l'air sec, froid et en mouvement, dans lesquels les produits à congeler : poissons ou filets de poisson (préalablement emballés), sont soumis à l'action d'un violent courant d'air froid à -20°C — 40°C , circulant à une vitesse de plus de 6 mètres par seconde.

Tels, par exemple, les procédés « Air Blast » (ou Rafale) et « Blizzard », dans lesquels l'air, mis en cir-

gération directe du poisson sur les lieux de pêche, et dans lesquels le poisson, placé dans un tambour rotatif, se déplace dans un mouvement circulaire dans une saumure refroidie arrivant par l'axe horizontal creux.

— Ailleurs, la saumure refroidie est violemment projetée sur le poisson, sous la forme d'une pluie fine, de brouillard ou encore « atomisée » (sans que l'on

ait jamais donné une définition précise de cette « atomisation » de la saumure).

Tels sont les procédés TAYLOR, le plus ancien (1923), ZAROTSCHEZEFF ou « procédé Z », appliqué en France et basé sur les mêmes principes.

Le contact direct du poisson avec le fluide congelant, n'est pas sans inconvénients.

La congélation dans l'air stable est lente et exige de très basses températures pour donner un résultat rapide. Or, l'obtention de ces basses températures n'est guère économique dans les pays où l'énergie électrique atteint un cours élevé.

La congélation en tunnel, par courant d'air (cyclone, tornade ou blizzard) est plus rapide ; mais l'air, en circulant rapidement, enlève également une partie de l'humidité du poisson, le dessèche, et, des précautions spéciales doivent être prises (surtout dans le

duit à congeler donne de bons résultats. Mais, on reproche à ces procédés :

— le contact du poisson avec une saumure rapidement souillée, dont la température est difficilement maintenue aux environs de -21° sans l'addition de substances chimiques qui permettent de la refroidir d'avantage ;

— et une pénétration de la saumure, en réalité très faible, susceptible d'apporter un goût désagréable au poisson décongelé.

La saumure de chlorure de sodium ne peut être refroidie au-dessous de son point eutectique, soit $-21,2^{\circ}$; mais, d'autres saumures peuvent l'être à de plus basses températures.

Le point eutectique de la saumure de chlorure de magnésium, par exemple, est voisin de $-33,5^{\circ}$

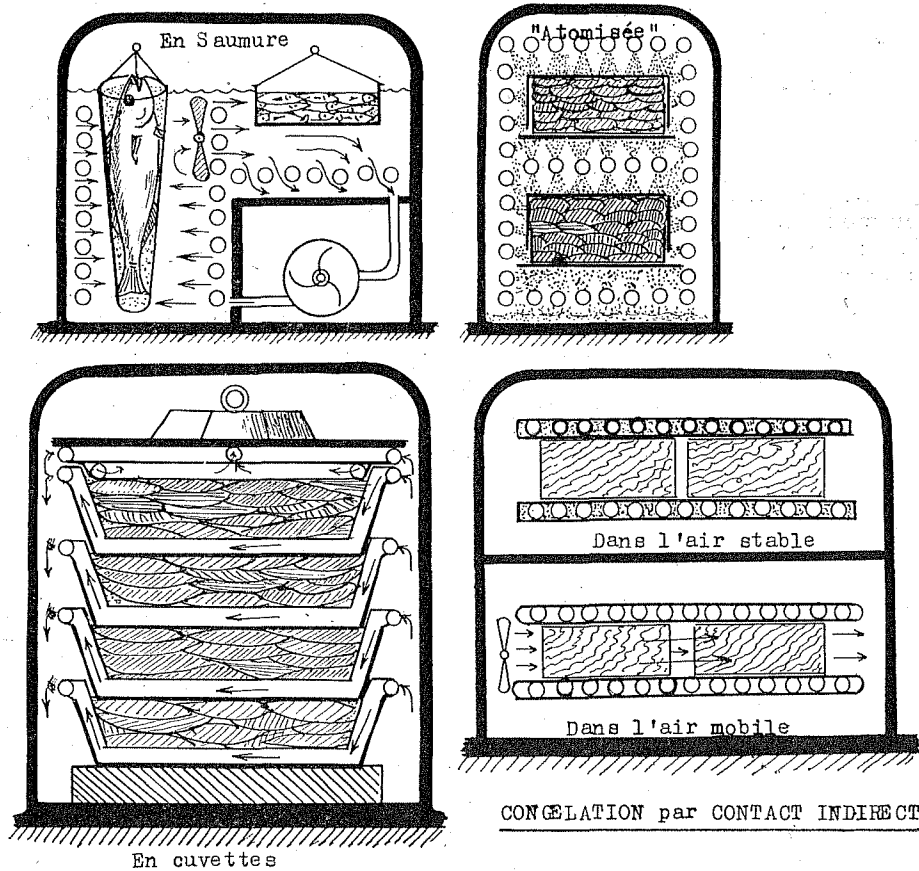


Fig. 3. — Représentation schématique des différents procédés de congélation rapide par contact indirect

traitement des filets qui devront être soigneusement emballés), pour éviter une déshydratation trop poussée, nuisible à la bonne qualité du produit congelé.

La congélation en saumure stable est lente et a pratiquement cessé d'être employée.

La circulation rapide de la saumure accélère la congélation du poisson. Sa pulvérisation sur le pro-

($-33,6^{\circ}$) ; celle de chlorure de calcium peut être refroidie par contact avec un élément frigorigène jusqu'à -55°C (niveau de son point d'eutexie).

Il y aurait donc un grand avantage à employer ces saumures comme agent frigorigère pour accélérer la congélation du produit à congeler. Mais elles ne peu

vent être mises au contact direct des denrées alimentaires.

Les saumures de chlorure de magnésium, par exemple, deviennent visqueuses à -33° et risquent de donner, par contact, un mauvais goût aux chairs du poisson. Celle de chlorure de calcium lui communique un goût âcre, inacceptable ; mais, elle a l'énorme avantage d'être facilement obtenue et de pouvoir être refroidie au voisinage de -55° . Aussi l'emploie-t-on couramment ; et, pour éviter son contact direct avec le poisson, on protège celui-ci par une enveloppe étanche, un moule ou un récipient.

Contact indirect : poisson-fluide.

Cette nécessité a conduit :

— aux procédés de congélation par *contact indirect entre le poisson et l'agent frigorigène*.

Tels les procédés : *PETERSEN*, à cuvettes individuelles ; *KOLBE*, où les récipients métalliques, chargés de poissons, circulent dans un bac à saumure ou qui, munis d'un couvercle étanche, peuvent être plongés dans la saumure refroidie.

Puis, deuxième type, les procédés *BIRDSEYE*, ancien modèle, ou *Birdseye*, nouveau *Vacuum Cold Plate Dole*, dans lesquels le poisson (ou les filets de poisson) est placé dans une série de cuvettes superposées, à double paroi, entre lesquelles circule, soit une saumure incongelable ou soit le fluide frigorigène (*BIRDSEYE*, nouveau modèle).

— aux procédés de congélation par *contact indirect entre le poisson et l'agent frigorigène* (c'est-à-dire les fluides liquéfiables : ammoniac, anhydride carbonique, chlorure de méthyle, fréons, etc... qui par leur détente et leur passage de l'état liquide à l'état gazeux, fournissent le froid).

— Ce dernier procédé de congélation, par contact indirect entre le produit à congeler et le fluide frigorigène, a été amélioré en utilisant aussi le fluide frigorigène (en l'occurrence l'air) qui se trouve dans l'enceinte refroidie, comme agent vecteur de frigories et qui, mis en mouvement à l'aide d'un ventilateur quelconque, transporte sur le poisson les frigories absorbées au contact des plaques réfrigérées par fluide frigorigène, en accélérant ainsi sa congélation. Mais, dans ce cas, un emballage spécial devra le protéger pour éviter sa dessiccation trop poussée au contact de l'air froid et en mouvement.

Le procédé essayé pendant la guerre sur le châtier allemand « *WESER* », appliquait ces principes.

Congélation Eclair.

— Le passage du fluide frigorigène de l'état liquide à l'état de vapeur exige un certain nombre de calories qui sont empruntées au milieu ambiant. Celui-ci se refroidit et produit des frigories en quantité égale au nombre de calories cédées. Mis en mouvement, il les transporte pour leur utilisation ultérieure. C'est là le principe des machines frigorifiques à détente et à compression.

Or, le poisson contient une forte quantité d'eau (80 % environ). S'il est placé dans une enceinte isolée, et, que, par un moyen quelconque, le vide soit fait dans cette enceinte, une partie de son eau de constitution tend à se vaporiser. Ce passage à l'état de vapeur exige un certain nombre de calories qui sont empruntées au milieu ambiant et au poisson. Celui-ci

se refroidit rapidement en abandonnant une partie de son eau.

Ce principe est utilisé dans un nouveau procédé de congélation rapide, connu sous le nom de « *Congélation Eclair* » ou « *FLASH FREEZING* » dans lequel un vide très poussé est produit dans une enceinte isolée contenant le produit à congeler, à l'aide d'un système de jets de vapeur, arrivant dans une chambre de succion adjointe à l'appareil à la vitesse de 1.000 à 1.300 mètres par seconde, et qui, par entraînement, provoquent le vide dans l'appareil et le refroidissement rapide de l'enceinte et du produit à congeler.

Ce procédé, connu sous le nom de « *FREEZE VAC* », ne nécessite pas de réfrigérants chimiques, évite l'emploi de compresseurs, de condenseurs et de tout l'appareillage complémentaire.

Il aurait, de plus, l'avantage de conserver la saveur, l'odeur, la couleur et les vitamines C du produit ; et, selon les inventeurs, les pertes de poids dues à l'évaporation, seraient relativement faibles. En outre, les produits se congèlent individuellement et n'adhèrent pas entre eux. Il n'est pas encore appliqué industriellement à la congélation du poisson.

CONCLUSIONS

Chacun de ces procédés de congélation, rapidement signalés au passage, a ses avantages et ses inconvénients, et nous nous garderons bien de prôner l'un ou l'autre.

L'ère de la concurrence entre les divers fabricants d'appareils est d'ailleurs arrivée ; cette émulation conduira, certainement, à un perfectionnement des appareils et des techniques qui en éliminera progressivement la majeure partie des inconvénients.

Si l'on considère, avec M. J. FINNEGAN (*Ice and Refrigeration*, Février 1947), les produits congelés actuellement préparés, leur répartition approximative, suivant les différents procédés, est la suivante :

- Congélation par immersion dans l'air en mouvement 60 %
- Congélation par contact indirect 30 %
- Congélation par immersion dans saumures 5 %
- Congélation par brouillard, pluie, plateaux mobiles ou sous vide moins de 5 %

Bien qu'il soit difficile d'émettre des hypothèses sur les tendances futures en matière de congélation, il apparaît, d'après les spécialistes américains, que chaque production doit se spécialiser dans une technique déterminée ; et que, d'autre part, il importe d'entreprendre dans chaque industrie plusieurs fabrications, de façon que le travail se poursuive le plus longtemps possible au cours de l'année, pour amortir, par l'importance de la production, les lourdes dépenses d'immobilisation qu'exigent l'installation de grandes usines.

Les mêmes spécialistes considèrent encore comme probable, un retour à l'emploi, dans les petites installations, en raison de l'économie des frais de manipulation, du système par contact indirect, type *Birdseye* à marche continue, ainsi que l'extension de l'emploi des systèmes de congélation dans les milieux liquides encore au stade expérimental.

LA CHAÎNE DU FROID

Le froid a stabilisé le poisson frais dans ses qualités originales.

Par la congélation rapide, il a maintenu les qualités de fraîcheur du produit en le protégeant contre l'action néfaste des bactéries et des diastases. Mais, que son action cesse, et les bactéries et diastases reprendront immédiatement leur activité de plus belle, avec toutes les conséquences désastreuses pour la bonne qualité du produit congelé.

L'action du froid doit donc se faire sentir *constamment*, depuis le moment où le poisson est sorti de l'eau jusqu'à celui où, livré au consommateur, il va être consommé.

Toutes les opérations successives qui se succéderont depuis sa capture jusqu'au moment de sa consommation devront se faire sous la garantie du froid. Elles constitueront ainsi une *chaîne ininterrompue* à laquelle le Dr PIETTRE et J.-B. VERLOT ont donné le nom de « CHAÎNE DU FROID », symbole de

la continuité de l'action continue et indispensable de cet agent dans la conservation des denrées alimentaires.

Théoriquement cette chaîne comprendra trois maillons essentiels :

1°) à la production : le maillon *FRIGORIFIQUE*, le plus important, qui conditionnera tous les autres ;

2°) puis, le maillon *TRANSPORT*, chargé de faire la liaison entre le premier ;

3°) et le troisième maillon : l'*ENTREPOSAGE*, où le produit est conservé jusqu'au moment de sa distribution au consommateur.

Suivant les nécessités de la production et de la distribution, les deux derniers de ces trois maillons pourront se trouver parfois intervertis ; mais, quoiqu'il en soit, tous les maillons de la Chaîne Frigorifique devront être intimement liés ; elle ne devra s'interrompre en aucun endroit et fonctionner incessamment sous le signe du Froid.

TRANSPORT DU POISSON CONGELÉ

Nous avons étudié le premier maillon de la chaîne : la congélation rapide à la production. Nous dirons quelques mots seulement sur le maillon « TRANSPORT ».

Le poisson congelé doit être transporté sous le régime du froid, dans des wagons ou des camions frigorifiques spéciaux, capables d'assurer pendant tout le trajet une protection efficace contre l'influence de la température extérieure et de maintenir le produit congelé à une température aussi basse que possible.

Ces transporteurs, dont la caisse est constituée par un bon matériau isolant, sont généralement pourvus d'une source froide constituée par de la glace ou :

— par un mélange réfrigérant à point de fusion à -5°C ou -15°C ;

— ou encore par une saumure eutectique, produite dans un réservoir placé sous le toit du wagon traversé par un serpentín dans lequel ont fait circuler, avant le départ, un fluide frigorigène chargé de congeler la saumure et produit par un condenseur placé à l'extérieur du transporteur.

La source de froid peut être encore un groupe frigorigène, à compression ou à absorption, comme dans les camions frigorifiques dont une vingtaine sont

actuellement équipés en France pour le transport des denrées congelées à -18°C .

L'emploi de « containers » isothermes, ou réfrigérés par des procédés analogues, s'est également développé au cours de ces dernières années pour les transports en quantités limitées.

La neige carbonique, qui se sublime à -80° environ et dont l'emploi diminue considérablement le poids mort imposé par la glace ou les saumures réfrigérantes, est une source simple et pratique de froid, qui a malheureusement l'inconvénient d'être d'obtention difficile, malgré son prix encore trop élevé, ce qui en restreint l'emploi en France.

Lorsque le transport est suffisamment rapide, les moyens actuellement employés garantissent généralement le maintien de la chaîne du froid.

Cependant, si une élévation de la température vient à se produire, les produits peuvent se décongeler partiellement ou totalement.

Dans ce cas, un examen attentif permettra de faire le triage des poissons partiellement ou entièrement décongelés. Les premiers pourront être retraités dans un congélateur rapide et retrouver leur qualité ; les autres seront immédiatement vendus à l'état décongelé. Il serait imprudent d'essayer de les recongeler.

L'ENTREPOSAGE DU POISSON CONGELÉ

Il est exceptionnel que le poisson congelé soit expédié directement vers les centres de distribution dès sa sortie des ateliers de congélation.

Le traitement du poisson par le froid est soumis dans ces ateliers aux vicissitudes de la pêche. Les

apports sont irréguliers, et, en période d'abondance, le poisson congelé devra être conservé quelque temps à basse température, en attendant son expédition vers les entrepôts frigorifiques qui en assureront ultérieurement la répartition sur les centres de distribution et les consommateurs.

L'entrepôt frigorifique est une annexe obligatoire du centre de congélation. Son rôle régulateur est indispensable à la production comme à la distribution. Son importance variera suivant celle de la production et l'écoulement plus ou moins rapide des produits congelés vers les centres de consommation.

Les altérations possibles du poisson congelé en entrepôt frigorifique.

En étudiant l'action du froid sur le poisson, nous avons déjà fait remarquer que la congélation, continuée par un entreposage prolongé du poisson à basse température, pouvait modifier, si l'on n'y prenait garde, les caractères organoleptiques du poisson, au détriment de sa qualité et de sa valeur nutritive.

L'importance de la question mérite qu'on s'y arrête quelques instants.

Le poisson congelé à -18° doit être entreposé à cette même température pour que le froid maintienne, par son action continue, le produit dans son état original et le mette constamment à l'abri des phénomènes de putréfaction provoqués par les microorganismes et les diastases.

En principe, l'activité des bactéries aux basses températures atteintes dans les entrepôts frigorifiques est pratiquement arrêtée, bien qu'elles ne peuvent « pasteuriser » complètement l'aliment congelé. Certaines bactéries cryophiles résistent aux très basses températures ; mais leur action reste très limitée.

Par contre, l'activité des diastases, quoique très ralentie, se poursuit toujours en entraînant une dégradation progressive des protides, constituants essentiels des chairs. Elle se traduira, si la conservation par le froid est de longue durée, par une délitation des chairs à la cuisson ; et, si elle a été par trop prolongée, par des phénomènes de « murissement » exagérés se manifestant par :

- des suintements de couleur jaunâtre dans la région des muqueuses et les parties internes des tissus conjonctifs ;

- une modification de l'aspect de la peau qui devient huileuse au toucher ;

- une sécrétion grasseuse, cernant les yeux qui se creusent, gagne ensuite la tête et forme bientôt une couche continue sous la peau ;

- une altération générale des tissus, qui fait qu'à ce moment le poisson congelé a cessé d'être comestible.

D'autre part, ainsi que nous l'avons vu, la myosine des tissus musculaires peut se précipiter sous l'action du froid à -20 et produire une floculation irréversible provoquant une dénaturation des protides, mais sans en modifier la constitution ni la valeur nutritive.

Phénomènes d'oxydation.

Sous l'action de l'air ambiant, les huiles et les graisses de poisson peuvent s'oxyder. Leur acidité augmente, elles rancissent et prennent une saveur âcre désagréable.

Cette oxydation est relativement lente chez les poissons maigres, mais elle est assez rapide chez les poissons gras. La conservation de ceux-ci en entre-

pôt frigorifique ne pourra pas se faire sans précautions spéciales au-delà de six mois.

— Dans le frigorifique, l'atmosphère est généralement saturée d'humidité au contact du poisson congelé. Mais, l'air se déplace ; et, à basse température, l'air sec du frigorifique, venant au contact du poisson, absorbe cette humidité. Sa surface se dessèche, les chairs deviennent spongieuses, les tissus se décolorent puis durcissent. C'est le phénomène connu sous le nom de « BRULURES des frigos », qui se manifeste surtout là où les protéines se sont plus ou moins dégradées sous l'action des enzymes.

— Enfin, les variations de température de l'entrepôt frigorifique peuvent entraîner une transformation des cristaux qui s'accroissent petit à petit et viennent former de longues aiguilles dont le rôle néfaste a déjà été souligné dans la congélation lente du poisson.

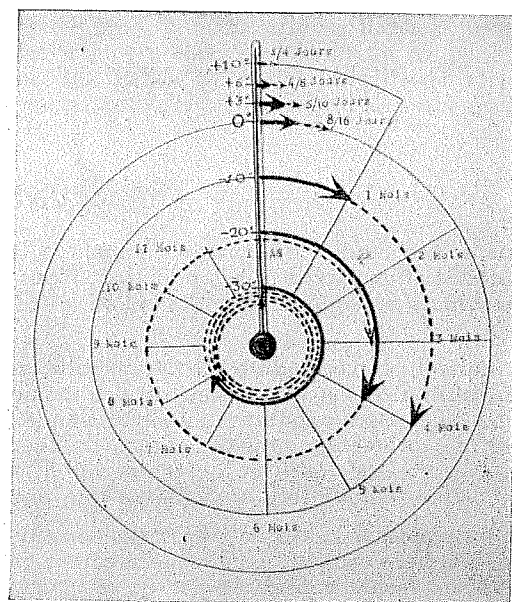


Fig. 4. Graphique montrant la durée de conservation du poisson par le froid
 En traits pleins : le poisson est conservé en parfait état de fraîcheur
 En pointillé : le poisson conservé est reconnu parfaitement comestible

Tous ces phénomènes se produisent lentement, mais sûrement, dans les tissus du poisson congelé, longtemps conservé dans les frigorifiques à basse température. Ils nuisent à sa bonne qualité.

Mais les recherches faites dans les laboratoires techniques collaborant avec l'industrie ont permis d'y remédier.

On n'a rien trouvé encore pour arrêter l'activité des diastases, simplement ralentie par le froid, si ce n'est de maintenir le poisson à une température aussi basse et aussi économique que possible, c'est-à-dire entre -18° et 23° .

Le maintien d'une température régulière, vérifiée constamment à l'aide d'un thermostat, évitera égale-

ment l'accroissement des cristaux microscopiques réalisés pendant la congélation rapide.

— L'air est un agent nocif, dans un frigorifique, par la dessiccation qu'il provoque et par l'apport d'oxygène qui entraîne l'oxydation des matières grasses.

Le seul remède à employer sera de mettre les produits à l'abri de l'air, en les enveloppant.

Le procédé le plus simple, et par suite le plus anciennement employé pour la protection des poissons congelés entiers, est le GIVRAGE qui consiste en la formation d'une mince pellicule de glace autour du poisson congelé, rapidement plongé dès sa sortie des appareils congélateurs dans un récipient d'eau froide amenée à une température voisine de celle de sa congélation, ou complètement aspergé d'eau froide par un dispositif quelconque.

L'inconvénient de ce givrage est que la mince pellicule de glace ainsi formée s'évapore rapidement et doit être fréquemment renouvelée.

En outre, elle est fragile, craquèle et s'effrite facilement.

On a essayé et réussi de la rendre plus souple et moins fragile en incorporant dans l'eau d'arrosage ou de trempage diverses substances chimiques, telles l'acide borique en solution à 2,5 %, le phosphate bismodique à 3 %, le sulfate de soude anhydre à 4 %, le sulfate de soude hydraté à 10 molécules d'eau, en solution à 9 %, le lactate de calcium à 3 %.

L'emploi de ces substances reste soumis, dans chaque pays, à la réglementation sur l'utilisation des produits chimiques pour la conservation des denrées alimentaires.

La lutte contre le rancissement.

Les recherches faites sur le rancissement des corps ont également conduit à l'utilisation, pour le givrage des poissons gras entiers, et surtout pour la pré-

paration des filets de poissons congelés traités par ces solutions, avant ou après congélation, des propriétés antioxygènes de nombreux corps, en particulier des dérivés phénoliques qui, à très faibles concentrations, retardent l'auto-oxydation des matières grasses.

Différentes substances ont été essayées avec plus ou moins de succès : gallate d'éthyle, gallate de soude, Thiourée, Chlorhydrate de Cysteine, Thiodipropionate de Lauryle. Mais les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'acide Gallique, l'acide Nordi-hydroguaiarétique et, aussi, avec la Vitamine ou acide Ascorbique et son sel l'Ascorbate de Soude, employés en solutions diluées à 1 %.

L'acide ascorbique, soluble dans l'eau, ne communique ni odeur, ni goût indésirable au poisson. Il apporte, en outre, une vitamine essentielle qui vient s'ajouter à la valeur nutritive du poisson.

Les poissons sont plongés pendant un quart d'heure environ dans une solution aqueuse d'acide ascorbique à 1 % ou d'ascorbate de sodium à 1,5 à 2 %.

Une technique modifiée consiste à incorporer dans le bain des agents épaississants, susceptibles d'augmenter la viscosité de la solution et d'améliorer les qualités de GLAÇAGE, par exemple une solution de gélose extraite des algues.

Cependant, l'acide ascorbique seul, par sa faible solubilité dans les graisses animales, n'a qu'une action limitée ; mais les recherches récentes de GOLUMBIC et MATIL ont montré qu'il augmentait l'activité de l'acide nordihydroguaiarétique (le N.G.D.A.), et l'emploi de cet acide, soluble dans les corps gras du poisson, incorporé à de l'huile de coton raffinée en solution à 0,2 % (deux du mille), puis, à une solution aqueuse d'un extrait raffiné de Lichen Carragheen, donne, après immersion des filets, un revêtement colloïdal souple, favorisant la pénétration de l'antioxydant dans les chairs du poisson et le protégeant du contact de l'air.

L'entreposage du poisson, à température aussi basse que possible (— 25° à — 30°) jointe à l'emploi de ces antioxydants, permettra ainsi de prolonger considérablement la bonne conservation des poissons congelés.

L'emballage des produits congelés.

Un emballage convenable des produits congelés ou destinés à être congelés (en particulier les filets de poissons), évitera également la perte d'humidité et l'oxydation des matières grasses, en mettant le produit à l'abri de l'air.

Il est essentiel que cet emballage soit hermétique, imperméable à l'air comme imperméable à la vapeur d'eau, imperméable aux corps gras qui, se diffusant dans le revêtement, offriraient ainsi une surface plus importante exposée à une oxydation rapide susceptible de se propager dans les chairs et de contaminer toute la masse.

Il est non moins indispensable qu'il puisse supporter les basses températures sans devenir cassant, et qu'il soit suffisamment solide pour résister à toutes les manipulations pendant l'emballage, l'entreposage, le transport et la distribution.

Il doit pouvoir être hermétiquement scellé, sans odeur, sans goût et évidemment non toxique ; et, enfin, exempt de traces de certains métaux qui, agis-

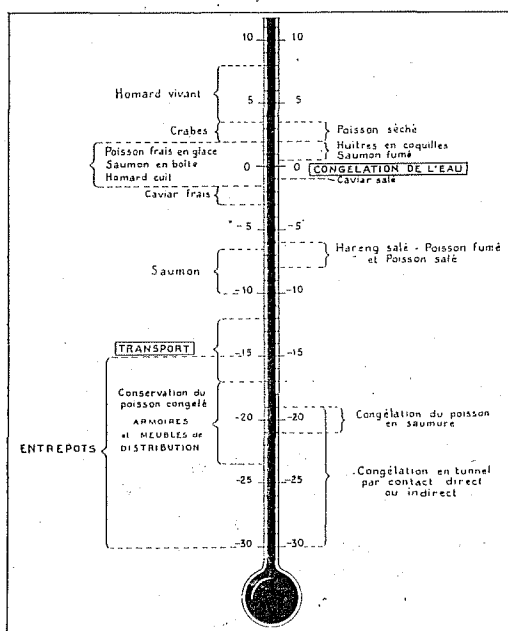


Fig. 5. — Schéma représentatif des conditions optima de températures pour la conservation des produits de la mer

sant comme catalyseurs, peuvent accélérer l'oxydation des graisses dans les chairs.

Ces conditions se trouvent généralement réalisées avec l'emploi, devenu courant dans la préparation des filets de poissons congelés, des pellicules transparentes d'hydrate de cellulose (ou Viscose), commercialisées au début sous la marque de fabrique CELLOPHANE, dont le nom a été attribué, généralisé et donné depuis à tous les produits de même composition actuellement trouvés dans le commerce, et des pellicules de chlorhydrate de caoutchouc (le PLIOFILM), avantageux pour l'emballage des produits humides, très hygroscopiques et nécessitant une très grande souplesse.

— L'incorporation à la pâte de papier de résines synthétiques à base de de formol-urée, de formol mélanine, a permis aussi d'obtenir des papiers d'emballage parfaitement imperméables à l'eau et aux graisses, d'une grande résistance à la rupture à l'état humide.

— *Des revêtements plastiques*, épousant parfaitement la forme du produit congelé ont encore été recommandés, ce sont :

— des *cires thermoplastiques* fondues, dans lesquelles le produit congelé est plongé et se recouvre d'une pellicule, épousant complètement sa forme, qui durcit immédiatement à la sortie du bain en formant un revêtement complètement imperméable à l'air et à l'humidité ;

— *le Cryovac*, enveloppe plastique, d'origine française, dans laquelle on enferme le produit à congeler et où on fait le vide pour que l'enveloppe en gèle et où on fait le vide pour que l'enveloppe épouse complètement les formes.

— enfin, *les feuilles d'aluminium*, d'un huitième de millimètre d'épaisseur, pouvant être scellées après emballage par l'emploi d'un joint étanche de composition spéciale et ayant une forte conductibilité thermique, facilitant la congélation du produit, tout en opposant une barrière infranchissable à la vapeur humide, à l'air, à la lumière et aux odeurs.

Cette première protection, insuffisante pour un stockage prolongé ou pour le transport, est généralement complétée par un deuxième emballage des petits paquets de filets congelés ou des blocs de pois-

sons, dans des boîtes de carton qui apporteront une protection supplémentaire aux produits congelés.

Ces cartons devront être imperméables à l'humidité et aux matières grasses, sans odeur, sans goût et, évidemment, non toxiques.

L'emploi de cartons paraffinés, cirés, ou à base de résines artificielles, vinyliques, glycéro-phtaliques, formo-phénoliques apporte actuellement les qualités combinées de propreté, de solidité, de légèreté, d'isothermicité, et d'imperméabilité voulues pour la bonne conservation des produits congelés. Ces cartons sont scellés au moyen d'une résine thermoplastique.

Enfin, l'emploi de boîtes en fer blanc serait encore avantageux ; mais elles ne sont pas recommandables à cause de leur prix élevé et de la confusion qui pourrait s'établir, dans l'esprit du consommateur, avec les produits conservés par stérilisation en boîtes hermétiques.

**

Les phénomènes d'altération qui peuvent se produire dans le poisson congelé, longuement entreposé dans un entrepôt frigorifique à basse température, peuvent donc être évités, tout au moins en grande partie, avec les moyens dont dispose actuellement l'industrie du froid.

En empilant les cartons dans les frigorifiques, de façon à permettre la circulation de l'air entre les tas et d'éviter ainsi une décongélation possible des produits au centre ; en prenant soin de laisser un intervalle entre les piles construites et les murs, surtout si ceux-ci sont en contact avec l'extérieur ou une chambre de travail à température plus élevée, la conservation du poisson congelé, en parfait état, pourra être assurée pendant une longue durée.

Les expériences faites, confirmées par la pratique industrielle, ont prouvé que, toutes ces précautions prises, le poisson congelé pouvait conserver ses qualités de POISSON FRAIS pendant quatre à huit mois à une température n'excédant pas -15°C , et pendant huit à douze mois, à une température inférieure à -30°C , pour les POISSONS MAIGRES ; et, pour les POISSONS GRAS, pendant trois à six mois à une température inférieure à -15° et six mois à 9 mois, à une température n'excédant pas -30°C .

LA VENTE AU DÉTAIL DU POISSON CONGELÉ

La chaîne frigorifique serait incomplète si elle ne s'étendait pas jusqu'au consommateur.

Sous réserve des précautions que nous avons formulées le poisson congelé a conservé ses qualités originales dans les entrepôts frigorifiques et jusqu'au moment de sa distribution aux détaillants qui en assureront la livraison aux consommateurs.

Jusqu'à cet ultime moment l'action conservatrice du froid doit être ininterrompue et le poisson congelé doit être livré parfaitement congelé « dur comme du bois » aux consommateurs.

Le poisson congelé doit être livré parfaitement congelé « dur comme du bois » aux consommateurs. Ceci implique la nécessité impérieuse pour les dé-

taillants d'avoir des meubles frigorifiques capables de inférieure à -18°C , jusqu'au moment de la vente au consommateur, sous peine de compromettre irrémédiablement toutes les qualités, et, en même temps, tous les efforts réalisés pour amener jusque-là des produits en parfait état de conservation. Car, il ne faut pas oublier que le froid n'a fait que *stabiliser* les qualités originales du poisson frais soumis à son action et que les phénomènes de putréfaction, arrêtés par l'inhibition des bactéries et des diastases, se manifesteront avec une vitesse considérablement accrue, dans un milieu particulièrement favorable, dès que l'action retardatrice du froid aura cessé de se faire sentir.

Ce dernier maillon de la chaîne frigorifique a fait, fort heureusement, l'objet de soins attentifs de la part

de plusieurs sociétés distributrices qui, réparties dans toute la France, délivrent à la clientèle le poisson congelé, conservé en cet état dans des meubles frigorifiques à basse température.

Nous nous arrêterons pourtant, un instant, à ce dernier échelon de la chaîne frigorifique, pour mettre en garde contre certaines pratiques frauduleuses, véritables tromperies sur la qualité de la marchandise et tombant sous le coup des Lois sur la Répression des Fraudes, qui consistent en l'entreposage, en période d'abondance, dans des entrepôts frigorifiques ou dans des meubles frigorifiques à basse température, des « invendus » des Halles ou des Marchés, pour les

revendre ensuite sous l'étiquette de « Poissons congelés ».

Ces opérations, faites dans un but de spéculation en se basant sur la faveur qui commence à se manifester pour le poisson congelé, sont des fraudes caractérisées, car cette action temporaire du froid ne peut que stabiliser le poisson dans l'état déjà douteux où il se trouvait au moment où il lui a été soumis.

Elles sont contraire à l'esprit des Lois sur la conservation des denrées alimentaires et la protection de la Santé Publique et risquent de compromettre irrémédiablement tous les efforts entrepris en France en vue de la conservation du poisson par le froid et, en particulier par la congélation ultra-rapide.

CONCLUSIONS

De cet exposé, très général, d'un problème extrêmement vaste qui mériterait de plus longs développements, nous tirerons quelques conclusions, également d'ordre général.

1°) Les progrès techniques de l'industrie du froid appliqué à la conservation du poisson et des produits de la mer permettent actuellement de les conserver pendant une durée de temps plus ou moins longue, avec toutes leurs qualités originales.

Le maintien intégral de la chaîne du froid permet leur distribution à tout moment de l'année et à tout endroit aussi éloigné soit-il des centres de production.

2°) La simple *REFRIGERATION* du poisson, en glace hydrique ou en glace améliorée, assure sa conservation à l'état frais pendant une quinzaine de jours au maximum après sa capture.

La *CONGELATION ULTRA-RAPIDE* l'assurera, pendant une période beaucoup plus longue, dépendant :

- de la nature du poisson (gras ou maigre) ;
- des soins apportés à sa congélation ;
- et du maintien intégral de la chaîne frigorifique jusqu'au moment de sa consommation.

3°) Pour obtenir ce résultat, l'action conservatrice du froid doit être appliquée immédiatement, dès sa capture, sur les lieux mêmes de pêche.

4°) La glace hydrique ou les glaces améliorées, actuellement employées à bord de tous les navires de pêche hauturière, permet une conservation temporaire du poisson largement suffisante, lorsque ces navires n'effectuent pas de voyages supérieurs à une douzaine de jours dans les mers froides ou tempérées, et que toutes les précautions ont été prises à bord pour traiter correctement le poisson.

5°) Malheureusement, il faut reconnaître que les fonds de pêche du plateau continental européen s'épuisent de plus en plus, par suite de leur exploitation intensive avec des moyens de plus en plus puissants.

Les chalutiers de fort tonnage sont dans l'obligation d'effectuer de lointains voyages vers les fonds de pêche d'Islande, de Norvège, de la côte Mourmane, de Terre-Neuve et de Mauritanie, encore productifs, pour couvrir leurs lourds frais d'exploitation. Ces

voyages durent de 3 semaines à 1 mois et le poisson, simplement conservé en glace, ne peut plus être scientifiquement considéré comme « FRAIS », au débarquement.

Une amélioration sensible de la qualité de ce poisson serait obtenue par un meilleur aménagement des cales : isolation meilleure, disposition étudiée des poissons sur les étagères, installation de machines frigorifiques peu encombrantes, avec circulation de saumure frigorifère dans les cales à glace et à poisson, pour y maintenir une température constante voisine de 0°C.

Il aurait fallu y penser plus tôt, et cela était possible au moment de la reconstruction de notre flotte de pêche après les hostilités. On ne l'a pas fait. Il sera beaucoup plus onéreux de le faire actuellement. Pourtant l'armement y sera contraint s'il ne veut pas risquer de compromettre ses recettes par l'écoulement de plus en plus difficile de poissons en mauvais état de conservation après des sorties de longue durée.

6°) *La congélation rapide ou ultra-rapide du poisson est la solution de l'avenir.*

Elle se développera, en France, comme elle l'a fait aux Etats-Unis, au Canada, en Islande, en Grande-Bretagne et dans les Pays Scandinaves ; car elle est la seule en mesure de permettre la distribution dans les points du territoire les plus éloignés de la mer, sous la forme de poissons entiers ou de filets de poissons congelés, le poisson de mer capturé sur les fonds de pêche les plus éloignés ; *ceci sous réserve du maintien intégral de la chaîne du froid.*

7°) Le premier échelon de la chaîne du froid : la production, étant le plus important et conditionnant tous les autres, j'estime que la congélation rapide du poisson doit être faite à bord, sur les lieux même de pêche, et que seuls ne devraient être congelés à terre que des poissons récemment pêchés et présentant encore toutes les garanties de première fraîcheur.

L'expérience a montré que la congélation à bord était réalisable. Ce sont des bateaux français, le S.A. C.I.P., le PESCAGEL, le VIVAGEL de la Société de Grande Pêche qui ont montré la voie de la congélation rapide sur les lieux de pêche.

Leur exemple a été suivi à l'étranger :

— sans grand succès sur le chalutier « WESER », en Allemagne, qui, pendant la guerre, s'est trouvé dans de mauvaises conditions de travail ;

— avec succès, dans le « PACIFIC EXPLORER » et les thoniers américains qui congèlent actuellement des captures de plusieurs centaines de tonnes de thons, en saumure refroidie.

Des chalutiers américains, norvégiens, danois congèlent directement le poisson sur les lieux de pêche et préparent directement des filets congelés par courant d'air froid ou aspersion de saumure « atomisée ».

Des bateaux - usines entreprennent la congélation du saumon, celle des queues de langoustes et la préparation des filets congelés.

En France, nous n'avons plus de bateaux congélateurs. Une hésitation se manifeste sur les possibilités de renouvellement possible de ceux qui ont disparu pendant la guerre ; cependant que la disparition progressive du poisson sur les fonds de pêche européens inquiète fort notre armement, complètement démuni pour ramener, dans un état de fraîcheur convenable, le poisson pêché dans les régions lointaines.

8^o) La congélation rapide à terre du poisson conservé à l'état frais, par réfrigération, à bord des navires de pêche, a pris un essor considérable au Canada, aux Etats-Unis où 130.000 tonnes de poissons sont congelées par an.

En Islande, elle a transformé complètement l'industrie de la pêche de la morue, autrefois dirigée vers la salaison du poisson. Elle se développe continuellement en Grande-Bretagne et dans les pays Scandinaves. Elle prend son essor en Hollande et en Belgique.

En France, elle en est à ses premiers pas.

Quelques usines de congélation de fruits et de légumes, quelques usines de conserves, congèlent également du poisson. Quelques installations spécialisées

pour sa congélation, sont en cours de réalisation ou à l'état de projet.

Sauf erreur de ma part, le tout se compte sur les décigts.

Pourtant l'avenir est là.

Le poisson congelé ne doit pas être considéré comme un concurrent du poisson glacé ; car sa diffusion peut et doit surtout s'étendre aux centres de consommation que ce dernier ne peut atteindre. Tous les deux ont leur place sur le marché français, car la consommation du poisson, encore insuffisante en France, est appelée à se développer par une propagande bien menée.

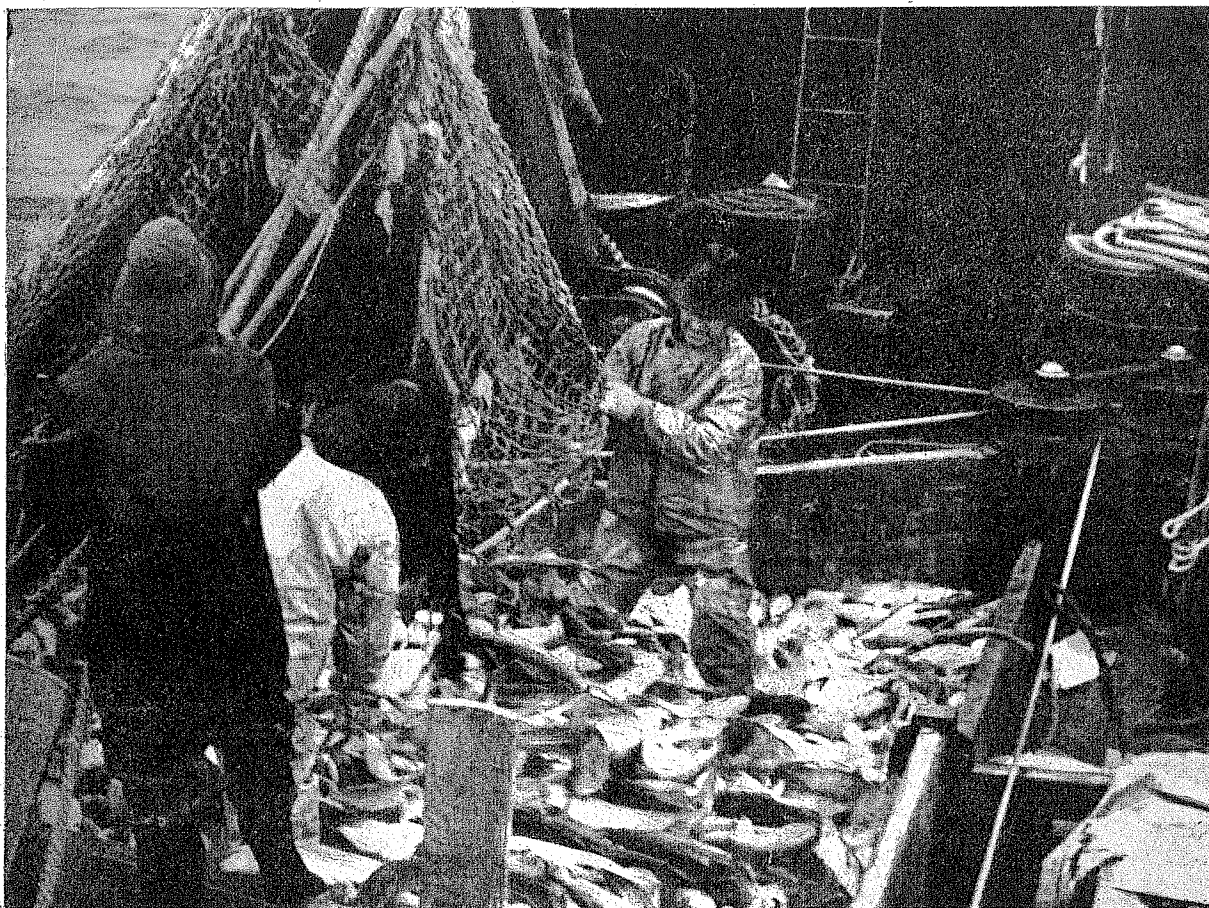
Le qualificatif de « congelé », appliqué au poisson, ne doit pas être péjoratif, comme il l'a été trop longtemps pour la viande. Il ne tient qu'aux producteurs de l'imposer sur les marchés par sa présentation impeccable et par ses qualités.

Le perfectionnement de la technique industrielle du froid, ses progrès incessants le lui permettent actuellement.

Cependant, toute erreur à la base, toute livraison de produits de mauvaise qualité, risqueraient de compromettre à jamais les efforts tentés jusqu'à présent pour lancer et développer en France cette industrie de la congélation rapide, capable d'absorber la surproduction de la pêche, de régulariser les prix du poisson, en permettant aux consommateurs de l'obtenir, grâce au froid bien dirigé, toute l'année et en tous lieux.

La congélation rapide du poisson deviendra sous peu, en France, comme elle l'est devenue ailleurs, une nécessité vitale pour l'industrie des pêches maritimes.

Son essor lui sera profitable comme il le sera pour l'industrie du Froid et pour l'Economie Nationale.



A bord d'un chalutier

La poche est vidée sur le pont