

# RECHERCHES TECHNIQUES.

## /ÉTUDES SUR LE SALAGE DU POISSON. /

par Maurice BOURY, Ingénieur agronome,

*Chef du Laboratoire de Chimie et d'Essais techniques de Paris.*

/ Le salage, dans les industries de la pêche, prend une place dont il est sûrement inutile de souligner l'importance. Le laboratoire de chimie appliquée de l'Office des Pêches Maritimes se trouve naturellement amené à l'étude de différents problèmes relatifs à cette technique de traitement du poisson.

Déjà, dans un précédent fascicule de la présente *Revue (1)*, sont relatés les résultats de recherches, de nature à la fois chimique et bactériologique, sur les phénomènes susceptibles de donner à la morue salée une teinte jaune plus ou moins accentuée et un aspect déplaisant pour le consommateur. Nous allons, maintenant, poursuivre notre contribution à l'étude du salage en traitant de deux autres questions : le rouge de la morue ; le salage du hareng. /

### I. Le rouge de la morue salée.

Les caractères extérieurs de la morue atteinte de « rouge » sont bien connus des saleurs : celle-ci présente sur la chair ou sur la peau des taches plus ou moins étendues ou des gouttelettes qui possèdent une coloration rouge d'intensité variable et une consistance généralement visqueuse ; les taches ont particulièrement tendance à s'étendre le long de l'arête médiane. La coloration est superficielle ; il est assez aisé de la faire disparaître par brosse et lavage ; cependant, celle qui se développe sur l'arête (« rouge pris dans l'arête ») est très adhérente. Des observations pratiques répétées montrent qu'une température douce et une atmosphère humide facilitent la formation du rouge ; toutefois, le poisson gardé en saumure reste indemne.

De nombreux travaux ont été entrepris sur le phénomène en cause, en France et surtout à l'étranger ; il est donc déjà assez bien défini. Pourtant la multiplicité des recherches

indique qu'il comporte des éléments d'étude variés, et que les renseignements antérieurement fournis demandent parfois une mise au point.

Nous jugeons donc à propos de passer en revue les principales publications relatives au rouge, à l'effet d'en dégager les données paraissant bien acquises. Des résultats de recherches personnelles y seront ajoutés.

## I. MICROBES DU ROUGE.

### *Conditions favorables de développement.*

W. G. FARLOW (2) relate qu'il se rendit en septembre 1878 à Gloucester pour y examiner des morues ayant pris une teinte rouge, susceptible de se développer par temps chaud et humide.

A la suite d'observations microscopiques, il attribue la coloration à un organisme végétal extrêmement petit, appartenant aux schizophytes, dénommé *Clathrocystis roseo-persicina*; celui-ci consiste en cellules disposées sans ordre ou groupées en masses sphériques, emplies d'une substance colorante rouge, noyées dans une matière mucilagineuse. Cet organisme est connu en Amérique et en Europe; trouvé en été le long des côtes, il ne se développe pas facilement à une température inférieure à 18° C.

Le poisson pourrait être contaminé par l'intermédiaire des sols ou planchers sur lesquels il est déposé, et aussi par le sel. Un rapprochement est d'ailleurs fait entre *Clathrocystis* et certaines algues déjà signalées comme capables de donner une teinte rouge aux eaux des marais salants.

A côté de ce *Clathrocystis*, l'auteur signale la présence d'assez nombreuses petites colonies de cellules groupées par quatre; il n'eut la possibilité que d'en faire un examen sommaire, les dénomme provisoirement *Sarcina morrhuae*, et en donne la description suivante: cellules incolores, cuboïdes, 5 à 8 microns de diamètre, assemblées par quatre, avec mince enveloppe hyaline. Colonies de 10 à 20 microns de diamètre, formées par division des cellules suivant trois directions, groupées en masses lobulées, irrégulières.

Un peu plus tard, W. G. FARLOW (3) rapporte les observations déjà faites sur le rouge dans différents pays:

En 1884, le docteur E. BERTHERAND signale que des soldats furent intoxiqués après avoir mangé de la morue «échauffée», rouge. MÉGNIN attribue cette coloration à un champignon: *Coniothecium bertherandi*.

ROUMEGUÈRE et PATOILLARD reconnaissent, en 1885, que des morues rouges débarquées à Bordeaux ou à Dieppe tiennent leur teinte de *Clathrocystis*.

POULSEN avait décrit en 1880 une nouvelle espèce, *Sarcina litoralis*, trouvée sur la vase près de Copenhague; elle fut assimilée ensuite à *S. morrhuae* Farlow.

D'autre part, SACCARDO et BERLESE considèrent que *Coniothecium bertherandi* est identique à *Sarcina litoralis*, dont *Clathrocystis roseo-persicina* serait une forme zooglée.

Le docteur LAYET (4), en examinant au microscope du produit rouge prélevé sur des morues y décèle des sarcines, mais ne peut affirmer si elles sont cause de l'accident.

Le docteur MAURIAC (5) remarque que le rouge semble dû à certains champignons dont les noms varient avec les auteurs qui les décrivent. Il cite des observations déjà relatées par FARLOW et quelques autres de plus :

FONSSAGRIVES attribue la production du rouge à *Penicillium roseum*; HECKEL accuse *Coniothecium sanguineum*.

GAYON, en collaboration avec CARLES, a reproduit le rouge sur des morceaux de morue, au laboratoire, par ensemencement avec un poisson déjà atteint. Par des expériences successives, ces auteurs ont trouvé que le rouge était invariablement reproduit par le mélange d'un bacille et d'un microcoque, mais le rôle de chacun ne put être déterminé. Ils notent que ces organismes peuvent vivre sur des cristaux de sel, et même s'y propager si les cristaux sont humides.

En 1887, des essais de culture sont effectués par A. EDINGTON (6) sur différents milieux : gélatine de Koch, gélose, pâte de pain; les ensemencements sont pratiqués avec de petits morceaux de morues, rouges ou paraissant indemnes, et avec du sel. Plusieurs microorganismes sont décelés, mais aucun ne semble donner de pigment rouge. Enfin, en prolongeant les essais, l'auteur isole du poisson atteint et du sel un bacille qu'il appelle *Bacillus rubescens*, auquel il attribue la formation du rouge. Ce microbe mesure 0,3 à 0,5  $\mu$  d'épaisseur et 1,5 à 4  $\mu$  de long; il présenterait aussi la forme *Leptothrix* et aurait alors 5 à 25  $\mu$  de long. Sur pâte de pain humide, à l'étuve, il donnerait en quelques jours des colonies rouges ou roses; cependant, sur gélose, il développerait une pellicule grisâtre.

LE DANTEC (7) déclare avoir isolé sur gélatine deux organismes chromogènes : 1° un bacille mobile, avec généralement une spore à une extrémité, appelé *bacille rouge de Terre-Neuve*; il a 4 à 10  $\mu$ , se pigmente mieux vers 10-15° qu'à l'étuve; 2° un coccus poussant très lentement sur les milieux de culture, ayant de 3 à 5  $\mu$  de diamètre, ne colorant pas la morue à moins d'être associé avec un autre petit coccus.

Plus récemment, W. W. BROWN (8) incrimine deux microorganismes, un spirochaete et un bacille dont l'origine probable serait le sel marin. La coloration fournie peut varier du rose pâle au rouge sombre. Pour les deux espèces, la concentration optimum de sel semble être la saturation; elles croissent bien sur poisson salé, saumure, tas de sel, bouillon de poisson gélosé et saturé de sel; elles ne poussent pas en milieu contenant moins de 15 p. 100 de chlorure de sodium. Leur morphologie dépendrait de la concentration en sel; on trouve les grandes formes (14 à 16  $\mu$ ) dans les milieux saturés, et les formes sphériques (2  $\mu$  de diamètre) en milieux salés à 16 p. 100. Mais le nombre, les caractères et la pigmentation des colonies ne paraissent pas affectés par le changement de concentration.

La température optimum est de 50 à 60° C.; les sels marins des tropiques pourraient donc être la source d'infection. Par l'âge, l'accumulation des produits du métabolisme ou les basses températures, les deux microbes perdent temporairement leur pigmentation, sans changer de forme.

Dans une communication faite à l'Académie de Médecine en 1921, H. MARTEL et R. GERMAIN annoncent avoir identifié un agent spécifique du rouge, difficile à voir, qu'ils proposent d'appeler *Micrococcus rubroviscosus*.

HARRISON et KENNEDY (9), au Canada, dénomment *Pseudomonas salinaria* le microbe de la morue rouge. Suivant les plus grandes probabilités, il serait uniquement apporté par le sel marin, notamment par celui qui est préparé dans la zone tropicale. Il est aérobie, peut vivre dans une forte saumure et résister à la dessiccation pendant très longtemps. Il ne fut pas trouvé dans le sel gemme, ni sur le poisson avant salage; il fut rencontré sur les ustensiles, parquets, murs, etc., en contact avec le poisson salé.

F. C. HARRISON (10) attribue au même microbe les taches rouge brun pouvant se former sur les harengs salés qui émergent accidentellement de leur saumure. D'après les expériences de l'auteur, la teinte brune serait donnée par l'huile qui exsude du poisson.

Un rapport bien documenté est présenté en 1923 par P. C. CLOAKE (11). L'auteur décrit comment se manifeste le rouge dans les dépôts de poissons salés, en Angleterre. Quelques essais exécutés avec des morues mises en observation dans différentes conditions montrent que le phénomène en cause se produit bien plus vite à 24° C. qu'à 15-20°, et en atmosphère saturée d'humidité qu'en atmosphère relativement sèche. Il avait d'ailleurs déjà été remarqué dans la pratique que le poisson fortement desséché ne prend pas le rouge; ce fait est confirmé par CLOAKE qui constate qu'une morue salée contenant moins de 15 p. 100 d'eau semble à l'abri des attaques bactériennes.

L'auteur effectua aussi de nombreux essais de culture avec différents types de bouillons de poisson contenant des teneurs variables en sel, additionnés ou non de gélose. A la suite de ces essais, complétés par des contre-épreuves sur des morceaux de morue salée où l'absence de germes du rouge avait été vérifiée préalablement, il établit que deux types d'organismes peuvent produire le rouge :

1° Un microbe qu'il appelle simplement «Coccus rouge»; c'est un gros coccus sphérique, divisé par un plan diamétral; sa multiplication se fait suivant deux ou trois directions, en sorte qu'il présente la forme staphylocoque (*coccus rouge*) ou la forme sarcine (*sarcine rouge*); les sarcines apparaissent comme des masses irrégulières plus ou moins cubiques. Il semble donc bien que le coccus et la sarcine ne constituent pas des organismes différents. Ces microbes se colorent fortement par le bleu de méthylène et sont facilement mis en évidence dans les frottis. Ils prennent le Gram, se multiplient très lentement à 24° C. (les colonies mettent trois semaines ou davantage pour apparaître), ne cultivent pas sur les

milieux faiblement salés utilisés couramment en bactériologie. Ils sont aérobies stricts et semblent s'accomoder particulièrement d'une atmosphère modérément humide.

Sur bouillon de poisson gélosé et convenablement salé, les colonies sont d'abord petites, claires et incolores; mais à mesure qu'elles grandissent, elles prennent une teinte rose qui fonce jusqu'au vermillon brillant. A 37°, la croissance est beaucoup plus rapide qu'à 24°, mais la formation de pigment n'est pas proportionnellement accélérée; aussi les colonies développées à 37° sont-elles plus pâles que celles de même taille à 24°. La réaction optimum est voisine de la neutralité; si le milieu contient 0,4 p. 100 ou davantage de soude, ou bien 0,2 p. 100 au moins d'acide chlorhydrique, la propagation est nettement ralentie.

2° Un microorganisme qui n'a pas pu être défini avec la même précision que le précédent par suite d'un polymorphisme possible. Son existence est pourtant démontrée par le fait que l'auteur a trouvé des taches rouges d'où le «coccus rouge» était sûrement absent. Ce second microbe pousse relativement bien sur milieux contenant au moins 20 p. 100 de sel; le développement est lent avec 15 p. 100; nul à une plus faible concentration, ainsi qu'aux températures élevées (55°). Il serait particulièrement sensible à la plasmolyse lorsqu'on l'émulsionne dans une eau faiblement salée en vue de l'examen micrographique. Sur plaques de gélose, les colonies peuvent apparaître en deux à trois semaines sous l'aspect d'une gelée rouge.

Notons enfin que l'auteur, d'après les résultats de ses recherches, incrimine spécialement le sel comme véhicule des agents du rouge.

A partir de saumures, F. LIEBERT et W. M. DEERNS (12) ont pu isoler les germes du rouge développé sur des harengs salés. Ces germes cultivent, quoique assez lentement, sur gélose fortement salée, additionnée du produit de digestion partielle de poissons. Ce sont: un coccus, une sarcine et une bactérie sporulente; les deux premiers furent identifiés avec *Sarcina morrhuae* et *Micrococcus morrhuae*, isolés par KLEBAHN à partir de morues rouges. La bactérie sporulée est probablement une race de *Bacillus halobius ruber*, normalement asporogène.

H. F. M. PETTER (13) étudie principalement le pigment sécrété par des bactéries chromogènes rouges, trouvées sur le hareng ou la morue salés. Ces microbes sont:

1° Un bâtonnet non sporogène contenant des vacuoles de gaz qui occupent parfois la plus grande partie de la cellule; il mesure de 2 à 11  $\mu$  de long contre 0,6 à 0,9  $\mu$  d'épaisseur, cultive convenablement sur gélose ou bouillon nutritif contenant de 15 à 30 p. 100 de chlorure de sodium et ayant un pH compris entre 5,6 et 8; la température optimum est de 37° C. Il est identifié à *Bacillus halobius ruber* Klebahn ou *Bacterium halobium*.

2° Une sarcine constituée par des cellules sphériques de 0,9 à 2,7  $\mu$  de diamètre, dis-

posées par paires ou par paquets. Elle possède les propriétés suivantes : indifférence à la diminution de la concentration en chlorure de sodium; bonne culture sur milieux contenant 20 p. 100 de sel; température optimum 37° C. Elle est identifiée à *Sarcina morrhuae* Klebahn et à *Micrococcus morrhuae* Klebahn, qui doivent être confondus.

En ce qui concerne la fréquence et la source des microbes du rouge, W. CLAYTON (14) déclare que les nombreux échantillons de sels marins qu'il a examinés ont tous donnés des colonies rouges ou roses sur milieu nutritif saturé de chlorure de sodium.

Signalons enfin que pour J. HANZAWA et S. TAKEDA (15), le rouge de la morue est provoqué par des cocci qui se disposent en chaînettes : *Torula wehmeri*.

\*  
\* \*

*Observations personnelles.* — Les recherches furent effectuées à partir de morues rouges et d'échantillons de sels de pêche.

Des milieux divers servirent aux essais de culture et aux tentatives d'isolements microbiens : bouillon de poisson, gélose nutritive, lait, milieu au riz (lequel sera décrit plus loin). Les examens microscopiques furent exécutés à l'aide de l'objectif à immersion 1/16, après émulsion de parcelles de colonies dans une goutte d'eau stérile, salée à 20 p. 100 (pour éviter la plasmolyse des cellules); les colorations faites suivant la technique habituelle par le bleu alcalin de Löffler ou par la méthode de Gram.

Nous avons pu identifier ainsi deux types de rouge.

1° *Le premier type* doit être attribué à un coccus à peu près sphérique, assez gros; la mesure trouvée le plus souvent pour son diamètre est de 1 à 2  $\mu$ . Les cellules se colorent

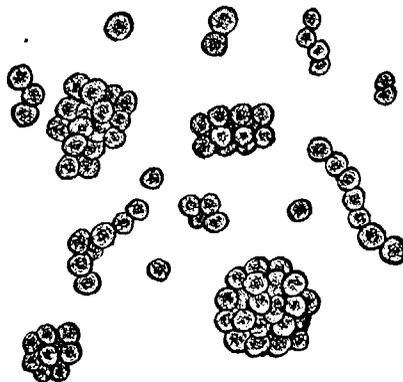


FIG. 1.

en violet foncé par le bleu de Löffler et prennent le Gram. Dans les frottis, elles sont assemblées le plus souvent en paquets de dimension variable et de forme irrégulière, mais elles

sont aussi trouvées sous forme de tétrades, de diplocoques, de courtes chaînettes ou de microcoques (voir fig. 1). Nous avons toujours rencontré ces différentes dispositions à la fois dans une même préparation, et, pour chacune d'elles, les cellules présentent bien les mêmes caractères.

Les colonies sont généralement d'un *développement lent*; même dans les conditions qui semblent les plus propices, elles peuvent demander un mois d'incubation avant de se manifester. Dans le bouillon, elles donnent un trouble et un dépôt brun rougeâtre. Sur gélose, elles sont d'abord blanches, puis rosées, puis rouges, grasses et luisantes. Sur riz, elles sont étalées, rouge vif, sèches; sur lait de riz, elles forment de petites masses arrondies et proéminentes; le riz n'est pas digéré.

Du lait salé à 25 p. 100 rougit s'il estensemencé avec le microbe en question; mais avec du lait non salé, nous n'avons pas pu obtenir de culture appréciable. Une fois que les milieux sont salés à 20-25 p. 100 ou à saturation, le microbe se propage convenablement.

Il n'a pas été noté de différence très sensible entre les vitesses de développement des cultures à 25 °ou à 37° C., mais les températures supérieures à 42° paraissent néfastes.

D'après les caractères qui viennent d'être décrits, nous pensons que la bactérie en cause peut être rapprochée du «coccus ou sarcine rouge», de P. C. CLOAKE, et de *Sarcina morrhuae*, dont s'est occupée H. F. M. PETER.

2° Pour le *second type* de rouge qu'il nous a été donné d'observer, le germe nettement responsable n'a pas encore pu être identifié malgré plusieurs repiquages successifs; notons seulement que les examens microscopiques ne décèlent pas d'élément figuré prenant le Gram.

En général, le *développement* est *assez rapide*; l'incubation peut durer une semaine à 37° C., sur milieu fortement salé et très faiblement alcalinisé; à 25°, les cultures sont légèrement plus lentes.

Sur morceaux de morue salée, mis à l'étuve en atmosphère humide, le développement est moins rapide que sur milieu nutritif; les colonies y demandent en général de deux à trois semaines au moins pour apparaître.

Sur plaques de riz nutritif, les colonies sont rouge vif, humides (toutefois, nous ne pouvons pas affirmer si cet aspect humide est bien dû au microbe spécifique du rouge). Les dernières colonies rouges obtenues par repiquage ne semblent pas digérer le riz.

CONCLUSIONS. — Les plus anciens travaux relatifs à la question qui nous occupe contiennent quelques indications intéressantes; mais si l'analyse succincte qui en est faite plus haut peut déjà rendre compte d'une certaine confusion dans les résultats obtenus, la lecture des mémoires originaux donne indubitablement à penser que les conclusions

de nature essentiellement bactériologique ne doivent être accueillies qu'avec circonspection. En effet, ces conclusions ne sont parfois basées que sur de simples examens microscopiques, forcément insuffisants par suite de la diversité des espèces microbiennes susceptibles d'être rencontrées sur le poisson salé. Mais, même lorsque les résultats, annoncés sont appuyés par des expériences de culture, celles-ci ne paraissent pas avoir été contrôlées suffisamment, ni conduites suivant une technique assez sûre.

D'ailleurs, si l'on s'accorde pour imputer le rouge du poisson salé à des bactéries, il faut convenir que l'identification de celles-ci constitue un travail délicat. D'autre part s'il est probable que quelques germes responsables, désignés différemment, doivent être confondus (1), on doit sûrement reconnaître l'existence de plusieurs microbes chlorurophiles, capables de sécréter du pigment rouge.

Suivant les travaux les plus récents, ainsi que d'après nos propres recherches, il semble que l'on peut citer avec assurance deux espèces microbiennes susceptibles de provoquer le rouge de la morue ou du hareng, en Europe, à savoir :

1° Un coccus prenant la forme sarcine : *Sarcina morrhuae*;

2° Un bacille : *Bacillus halobius ruber*.

Nous notons particulièrement ces deux espèces parce qu'elles se trouvent définies convenablement et signalées par différents auteurs, mais il est bien certain que d'autres bactéries chromogènes peuvent retenir l'attention.

## II. RECHERCHE DE MICROBES DU ROUGE.

Il peut être utile au point de vue pratique de reconnaître, aussi rapidement que possible, la présence ou l'absence de germes du rouge dans un sel ou une saumure, par exemple. Les essais de culture convenablement exécutés sont seuls capables de répondre à cette question d'une façon satisfaisante.

Les milieux solides se prêtent particulièrement à la recherche des bactéries chromogènes; nous nous sommes donc spécialement adressé à des milieux à la gélose ou au riz contenant de 20 à 25 p. 100 de chlorure de sodium. Nous avons constaté que les colonies sur gélose paraissent moins colorées, tout au moins au début du développement, que les cultures sur riz; après essais comparatifs, nous retenons donc les milieux au riz comme étant bien appropriés à la recherche envisagée; ils sont d'ailleurs d'une préparation commode. Déjà un tel milieu fut préconisé en 1927 par W. CLAYTON et W. E. GIBBS (16),

(1) On sait que les caractères morphologiques ou même de culture d'une espèce donnée ne sont pas toujours absolument fixes.

pour un dessein analogue au nôtre; au reste, le lait de riz est bien connu en bactériologie pour l'étude des microbes chromogènes.

Des expériences furent effectuées comparativement avec du riz additionné de bouillon seulement ou bien d'un mélange formé d'un volume de bouillon pour 3 volumes de lait salé à 20 p. 100; ce second milieu fut abandonné, car il ne donna pas de résultats nettement supérieurs au premier.

En définitive, voici la formule adoptée :

Farine de riz. ....	2 parties.
Bouillon de poisson. ....	5 —

Par la stérilisation (20 minutes à 112° C.), ce mélange donne une couche de pâte compacte et blanche.

Le bouillon de poisson est préparé suivant le procédé usuel, à partir d'une macération de 500 grammes de chair de poisson avec un litre d'eau; il contient par litre :

Peptone de Witte. ....	10 grammes.
Chlorure de sodium. ....	200 —
Son pH est amené à. ....	7,4

Nous avons utilisé de petites fioles coniques de Miquel de 35 millimètres de diamètre de base. Dans chaque fiole étaient épandus en couche plane 2 grammes de farine de riz, sur lesquels étaient versés 5 centimètres cubes de bouillon. Après stérilisation, une couche de cire recouvrait la mèche de coton occupant l'ouverture du bouchon rodé de chaque fiole, pour éviter la dessiccation du milieu pendant l'incubation.

Voici, à titre d'exemples, quelques résultats obtenus à partir d'échantillons de sels ou de morues salées.

A. *Premier type de rouge* (cas où la sarcine précédemment décrite fut identifiée) :

1° Ensemencement par de fines parcelles de la chair superficielle d'une morue salée, blanche : après 35 jours d'incubation à 25°, apparition de faibles colonies roses;

2° Ensemencement par de petits cristaux de sel prélevés sur une morue desséchée, vieille d'un an, ayant eu du rouge : après 40 jours, naissance d'une fine colonie faiblement teintée, qui devient nettement rouge 10 jours plus tard.

B. *Deuxième type de rouge* (rouge à développement relativement rapide, dont le germe n'a pas pu être identifié) :

1° Ensemencement avec de petits cristaux d'un sel destiné au salage du hareng, conservé au laboratoire depuis trois ans : faibles colonies rouges au bout de 6 jours à 37°;

2° Essai avec les cristaux d'un sel usé, ayant servi au salage de la morue (sel de cousin), gardé au laboratoire depuis 7 ans : après 12 jours d'étuvage à 37°, légère culture rouge, qui se développe assez lentement par la suite;

3° Ensemencement de petits cristaux de sel pris sur une vieille morue salée, desséchée, teinte de rouge : après 6 jours d'incubation à 37°, apparition de fines colonies rouges

On voit, par ces exemples, que les microbes du rouge peuvent subsister pendant long temps sur des cristaux de sel secs, et que le milieu de culture indiqué plus haut paraît bien convenir pour mettre ces germes en évidence où ils se trouvent. Dans le cas du rouge à développement rapide, une semaine d'incubation à 37° suffit généralement; mais s'il s'agit de la sarcine, cinq à six semaines peuvent être nécessaires. Une longue incubation s'impose donc, avant de pouvoir conclure avec quelque certitude à l'absence de germes du rouge dans le produit examiné.

### III. INFLUENCE DE LA COMPOSITION DU SEL.

Les sels utilisés pour le salage de la morue peuvent avoir des compositions assez variables : d'après les analyses faites au laboratoire de l'Office des Pêches, certains, relativement purs, contiennent de 98 à 99 p. 100 de chlorure de sodium; d'autres renferment des proportions de chlorures ou de sulfates de calcium ou de magnésium non négligeables (il a été trouvé parfois jusqu'à 6 p. 100 au total de ces composés exprimés à l'état anhydre).

La plupart des auteurs qui ont traité du rouge ne se sont pas occupés de l'influence possible de la composition du sel; deux références seulement furent relevées :

Dans une étude publiée en 1929, R. FILLON (17) relate les observations faites à bord de morutiers par les capitaines de pêche sur différents lots de morue traités avec des sels de composition connue. Mais les renseignements fournis n'autorisèrent aucune conclusion certaine.

H. F. M. PETER (13), dans ses expériences de culture sur *B. halobius ruber*, essaya de remplacer partiellement, en maintenant l'équilibre osmotique, le chlorure de sodium — primitivement à la concentration de 4,5 molécules — par d'autres sels. Elle trouva notamment que le bacille étudié est tolérant au chlorure de calcium en concentration 0,1 M. ou au mélange : chlorure de calcium 0,2 M + chlorure de magnésium 0,1 M; d'où il résulte qu'un dixième de molécule de chlorure de magnésium peut neutraliser l'effet toxique de deux dixièmes de molécule de chlorure de calcium.

\*  
\* \*

Nous avons recherché l'action possible des composés calcaires ou magnésiens sur le développement des deux types de rouge définis dans le premier chapitre de la présente étude.

A cet effet, avant d'être mêlé au riz, le bouillon de poisson — contenant déjà 20 p. 100 de chlorure de sodium pur — était additionné de proportions variables de calcium ou de magnésium (ou de ces deux cations à la fois) sous forme de chlorure ou de sulfate.

Les résultats obtenus vont être reproduits. Les teneurs en éléments essayés sont données pour 100 grammes d'eau du bouillon.

Dans une série d'échantillons analysés au laboratoire, la teneur en calcium de la chair de morue salée variait de 0,04 à 0,5 p. 100 environ par rapport à l'eau du poisson (1); la proportion de magnésium oscillait entre 0,04 et 0,8 p. 100 environ. D'après ces indications, la plupart des essais furent basés sur une teneur en calcium ou magnésium de 0,5 p. 100.

La couche de riz de chaque petite fiole étaitensemencée par trois gouttelettes d'une émulsion de la colonie étudiée dans de l'eau stérile, salée à 20 p. 100. Une même émulsion servait à l'ensemencement des différentes fioles d'une série d'essais; chaque essai était presque toujours exécuté en double.

#### A. Premier type de rouge (sarcine).

Première série d'essais. — Température d'incubation : 37° C.

Composition des milieuxensemencés :

- t* : témoin (bouillon salé par 20 p. 100 de chlorure de sodium pur);
- a* : bouillon additionné de 0,5 p. 100 de calcium sous forme de chlorure;
- b* : bouillon additionné de 0,5 p. 100 de magnésium sous forme de sulfate;
- c* : bouillon additionné de 0,04 p. 100 de magnésium sous forme de chlorure.

Observations. — J'indique le laps de temps au bout duquel est apparue une faible culture rouge pour chaque sorte de milieu :

- b* : 11 jours (2);
- a* : 25 jours;
- t* : 33 jours;
- c* : 33 jours.

(1) La morue salée, telle qu'elle est préparée et conservée à bord, contient approximativement 50 p. 100 d'eau.

(2) La durée d'incubation dans ces expériences-ci est souvent moins longue que celle qui fut rapportée dans le chapitre précédent, pour le même organisme. Cette différence peut s'expliquer si l'on remarque qu'il s'agit ici de microbes dont la vitalité a pu être accrue par des repiquages successifs. En outre, lors de l'ensemencement primaire à partir de sel ou de poisson, des germes étrangers peuvent gêner le développement de la bactérie cherchée.

*Deuxième série.* — Température d'incubation : 25°.

Milieux :

$t_1$  et  $t_2$  : témoins;

$a_1$  et  $a_2$  : 0,5 p. 100 de magnésium sous forme de chlorure;

$b_1$  et  $b_2$  : 0,5 p. 100 de magnésium (chlorure) + 0,5 p. 100 de calcium (chlorure);

$c_1$  et  $c_2$  : 0,5 p. 100 de magnésium (sulfate);

$d_1$  et  $d_2$  : 0,5 p. 100 de magnésium (sulfate) + 0,5 p. 100 de calcium (chlorure).

Observations :

$a_1$  et  $a_2$  : 14 jours;

$c_1$  et  $c_2$  : 21 jours;

$d_1$  : 21 jours;

$t_1$  et  $t_2$  : 30 jours;

$b_1$  et  $b_2$  : 30 jours;

$d_2$  : 30 jours.

*Troisième série.* — Température d'incubation : 37°.

Milieux :

$t_1$  et  $t_2$  : témoins;

$a_1$  et  $a_2$  : 0,75 p. 100 de calcium (chlorure).

Observations :

$t_1$  et  $t_2$  : 10 jours;

$a_1$  et  $a_2$  : 10 jours.

### B. *Deuxième type de rouge.*

*Première série d'essais.* — Température d'incubation : 37°.

Milieux :

$t_1$  et  $t_2$  : témoins;

$a_1$  et  $a_2$  : 0,5 p. 100 de calcium (chlorure);

$b_1$  et  $b_2$  : 0,5 p. 100 de calcium (sulfate);

$c_1$  et  $c_2$  : 0,5 p. 100 de magnésium (chlorure);

$d_1$  et  $d_2$  : 0,5 p. 100 de magnésium (sulfate).

## Observations :

$t_1$  et  $t_2$  : 5 jours;  
 $c_1$  et  $c_2$  : 5 jours;  
 $d_1$  et  $d_2$  : 5 jours;  
 $b_1$  : 13 jours;  
 $b_2$  : 30 jours;  
 $a_1$  et  $a_2$  : 38 jours.

*Deuxième série.* — Température d'incubation : 25°.

## Milieux :

$t_1$  et  $t_2$  : témoins;  
 $a_1$  et  $a_2$  : 0,5 p. 100 de calcium (chlorure) + 0,5 p. 100 de magnésium (chlorure);  
 $b_1$  et  $b_2$  : 0,5 p. 100 de calcium (chlorure) + 0,5 p. 100 de magnésium (sulfate).

## Observations :

$t_1$  et  $t_2$  : 9 jours;  
 $a_1$  et  $a_2$  : 11 jours;  
 $b_1$  et  $b_2$  : 11 jours.

*Troisième série.* — Température d'incubation : 37°.

## Milieux :

$t_1$  et  $t_2$  : témoins;  
 $a_1$  et  $a_2$  : 0,25 p. 100 de calcium (chlorure);  
 $b_1$  et  $b_2$  : 0,5 p. 100 de calcium (chlorure);  
 $c_1$  et  $c_2$  : 0,75 p. 100 de calcium (chlorure);  
 $d_1$  et  $d_2$  : 0,5 p. 100 de calcium (chlorure) + 0,15 p. 100 de magnésium (chlorure);  
 $e_1$  et  $e_2$  : 0,75 p. 100 de calcium (chlorure) + 0,15 p. 100 de magnésium (chlorure).

## Observations :

$t_1$  et  $t_2$  : 5 jours;  
 $d_1$  : 17 jours;  
 $e_1$  : 17 jours;  
 $a_1$  et  $a_2$  : 21 jours;  
 $b_1$  : 21 jours;  
 $d_2$  : 21 jours;

$b_2$  : 31 jours;  
 $e_2$  : 31 jours;  
 $c_1$  et  $c_2$  : 60 jours, pas encore de culture rouge.

*Remarques.* — Les colonies qui n'apparaissent qu'après une longue période d'incubation s'étendent très lentement.

Les colonies qui ont pu atteindre, avec le temps, un certain développement sur milieu contenant du calcium offrent une coloration plus vive que celles poussant sur un milieu dépourvu de cet élément.

#### CONCLUSIONS.

*Première forme de rouge* (à développement relativement lent).

D'après les résultats de nos expériences, il n'est pas possible d'attribuer une influence appréciable, propice ou défavorable, aux sels de calcium ou de magnésium, lorsqu'ils sont présents dans les proportions expérimentées.

*Seconde forme* (à développement normalement rapide).

Le chlorure ou le sulfate de magnésium semblent dépourvus d'action, lorsqu'ils sont seulement en présence de chlorure de sodium.

Par contre, les composés calcaires, dans l'absence de magnésium, retardent nettement le développement de cette seconde espèce de germe. A concentrations moléculaires égales, l'effet du chlorure de calcium est plus marqué que celui du sulfate (voir première série d'essais); cette différence peut aisément s'expliquer par la très faible solubilité de ce dernier sel.

Mais lorsqu'à côté du calcium se trouve une même proportion de magnésium (1) [ce qui correspond à une concentration moléculaire presque double pour celui-ci], le développement est sensiblement aussi intense que sur milieu ne contenant que du chlorure de sodium pur.

La dernière expérience faite montre que le calcium, sous forme de chlorure, possède déjà une action assez appréciable à la dose de 0 gr. 25 pour 100 grammes d'eau du milieu de culture (soit 0,7 p. 100 environ de chlorure anhydre,  $\text{CaCl}^2$ ). A la dose de 0,5 p. 100 (soit 1,4 p. 100 de  $\text{CaCl}^2$ ), l'effet empêchant est mieux marqué; enfin, avec 0,75 p. 100 (2,1 p. 100 de  $\text{CaCl}^2$ ), le rouge n'est pas encore apparu après une longue incubation à une température pourtant très propice. Mais il suffit de 0,15 p. 100 de magnésium (soit 0,6 p. 100 environ de chlorure anhydre,  $\text{MgCl}^2$ ) pour que soit partiellement mais nettement contrecarrée l'action du calcium.

(1) Nos conclusions ne s'appliquent rigoureusement qu'aux proportions essayées : ici, 0,5 p. 100.

Remarquons que le sulfate de magnésium serait de nature à mieux encore neutraliser celle-ci que le chlorure de magnésium, puisqu'il précipite du sulfate de calcium, insoluble et relativement peu actif, en présence de chlorure de calcium.

Au point de vue pratique, on peut retenir des expériences décrites que le chlorure de calcium est susceptible, à dose assez faible, d'entraver la production de certaines formes de rouge. Toutefois les résultats obtenus au laboratoire ne peuvent pas être appliqués intégralement au poisson salé s'ils ne sont pas confirmés auparavant par des essais appropriés. Ces essais devraient être exécutés avec des sels de compositions déterminées, préalablement stérilisés, puis ensemencés avec les germes en cause; ils renseigneraient sur la possibilité d'éviter le rouge — partiellement tout au moins — avec un sel contenant une proportion convenable de chlorure de calcium, mais assurant néanmoins un bon salage et donnant un poisson de qualité marchande satisfaisante.

Comme les quantités respectives de morue et de sel mises en présence dans la pratique sont du même ordre de grandeur, nous pensons qu'il pourrait être intéressant d'expérimenter un sel de pêche dépourvu de sulfates, mais contenant environ 2 p. 100 de chlorure de calcium (calculés à l'état anhydre), avec seulement une proportion négligeable de chlorure de magnésium (1).

#### IV. REMARQUES SUR LA CONDITION SANITAIRE.

D'après les conclusions du D<sup>r</sup> BÉRENGER-FÉRAUD (18) datant de 1885, le rouge n'est pas dangereux par lui-même, mais il produit ou aide la corruption, car c'est dans les zones atteintes que la chair commence à devenir putride.

Dans un rapport publié en 1886, le D<sup>r</sup> MAURIAC (5) discute longuement la nocivité possible de la morue rouge. Entre 1866 et 1884, il trouva relaté sept cas d'intoxication alimentaire imputée à l'ingestion de morues avariées; dans les sept cas, les poissons présentaient des caractères organoleptiques altérés, mais dans trois seulement des cas, les morues avaient en outre le rouge.

D'autre part, l'auteur rapporte des expériences physiologiques faites en nourrissant des animaux divers (chiens, lapins, chats) avec de la morue rouge, sans aucun inconvénient pour ceux-ci. Il en a goûté lui-même sans être incommodé. De plus, il remarque que bien des personnes (des habitants de ports, des coloniaux) en mangent fréquemment sans s'en plaindre.

Le D<sup>r</sup> MAURIAC conclut donc à l'innocuité du rouge et à la séparation complète de ce phénomène d'avec l'altération proprement dite de la chair; si des accidents ont pu être

(1) Il va sans dire que ces indications ne sont fournies que pour servir de base à un essai; elles doivent être prises avec les réserves qui s'imposent.

provoqués par la morue rouge, ils ne sont point dus au rouge lui-même, mais à la corruption qui s'est développée à côté.

EDINGTON (6) déclare que des souris blanches alimentées avec de la morue rouge, préalablement dessalée, ou que des cobayes ayant reçu une injection de culture de rouge n'ont manifesté aucun malaise.

LE DANTEC (7) exécuta des expériences analogues et obtint des résultats également négatifs.

Quelques autres auteurs aussi ont fait des observations ou expériences sur le rouge au point de vue de l'hygiène; il semble superflu de les rapporter; au reste elles ressemblent à l'une ou l'autre de celles qui viennent d'être succinctement rappelées, et, comme dans les travaux précités, les conclusions sont de deux sortes, soit : le rouge n'est pas nocif; si des accidents physiologiques ont pu être constatés après ingestion de morues altérées, ils sont imputables à des processus de putréfaction, indépendamment du rouge;

ou bien : une morue rouge n'est pas nécessairement nuisible, mais elle se trouve plus exposée que la morue blanche à subir des altérations qui la rendent dangereuse.

Afin d'avoir une indication sur le degré de conservation de la chair de morue salée atteinte de rouge, un échantillon d'un pareil poisson fut analysé pour y déterminer la proportion d'azote volatil basique; un dosage semblable fut exécuté comparativement sur un échantillon indemne, salé depuis le même temps, avec le même sel que le précédent.

Les pourcentages trouvés sont :

Pour la morue rouge. ....	0,075
Pour la morue blanche. ....	0,067

Le premier chiffre n'étant pas sensiblement supérieur au second, la chair du premier échantillon ne semble pas nettement dégradée par rapport à celle du second.

Néanmoins, notons que les examens microscopiques et essais de culture pratiqués à partir de morues atteintes nous ont montré la présence de microbes divers dans les taches colorées; il est donc possible que certains germes étrangers qui voisinent avec les bactéries du rouge soient parfois de nature à provoquer une altération plus ou moins importante de la partie comestible du poisson. C'est d'ailleurs souvent la présence ou l'absence de tels ou tels germes étrangers qui apporte des variations dans les caractères extérieurs (teinte, consistance, odeur) des taches rouges de la morue.

D'autre part, au sujet des microbes susceptibles d'influer sur la condition sanitaire de la morue salée, rappelons que dans une précédente étude (1) nous avons signalé que le staphylocoque — capable de sécréter des substances toxiques — peut se propager sur un poisson ayant un défaut de salage. La morue assez fortement attaquée présente l'accident appelé par certains sauteurs «jaune doux»; sa chair, malodorante, recouverte de colonies jaunes ou orangées, manque de fermeté; elle est impropre à la consommation.

## V. REMÈDES PRÉVENTIFS.

Puisque le rouge est d'origine bactérienne, un procédé simple pour empêcher son développement réside dans l'emploi d'antiseptiques. Mais la vente à la consommation de morues contenant de pareilles substances étant interdite en France et dans les colonies françaises (1), nous ne citons que pour mémoire les méthodes chimiques qui ont pu être préconisées. Elles consistent à mêler au sel utilisé un antiseptique en poudre, ou à plonger le poisson dans une solution antiseptique. Les produits déjà indiqués sont : borate de sodium, acide borique (solution à 2 p. 100), benzoate de sodium (solution à 3 p. 100), formol (1 p. 100), bisulfite de sodium (ajouté au sel à raison de 5 p. 100).

Plusieurs auteurs rapportent que les sels de mines ne renferment pas de germe du rouge. Pourtant, N. E. GIBBONS (19) signale que l'accident en cause est constaté au Canada avec du sel gemme d'Allemagne (il est vrai que ce sel a pu être contaminé dans les ateliers de salage).

P. C. CLOAKE recommande de stériliser le sel par chauffage dans l'air sec pendant trente minutes à 120° C. L'emploi de sel ainsi traité peut sûrement constituer une bonne façon de se préserver du rouge, pourvu que le sel stérilisé ou le poisson ne se trouvent jamais mis en contact d'objets quelconques ou de sols porteurs de germes.

Une forte dessiccation du poisson serait un remède efficace; malheureusement, une morue très desséchée perd une partie de sa valeur marchande.

Attendu que des objections peuvent être élevées contre les différents moyens de préservation énumérés ci-dessus, on ne saurait trop recommander l'application de mesures générales de propreté et de désinfection pour entraver, autant que possible, la propagation des microbes responsables. Ces mesures sont :

1° Lavage soigneux du poisson frais à bord, pour le bien débarrasser des débris organiques et du sang, toujours favorables aux développements bactériens;

2° Nettoyage et désinfection des cales, des murs et du sol des locaux de sècherie et ateliers de salage, du matériel employé dans le travail de la morue à bord ou à terre, en somme de tout ce qui peut se trouver en contact avec le sel ou le poisson. Pour pratiquer ces opérations, il est expédient de se servir, suivant les cas et les possibilités, d'eau courante sous pression, de jets de vapeur et aussi de savons, cristaux de soude, lessive alcaline à 1 ou 2 p. 100, acide sulfureux en solution à 2 p. 100, chlorure de chaux, lait de chaux (pour badigeonnage des murs).

(1) Toutefois, l'usage de l'acide borique ou du borax est autorisé pour la morue destinée à l'exportation.

## II. Le salage du hareng.

### *Pratique du salage.*

Le salage du hareng s'effectue d'une façon très simple en mêlant le poisson, sans aucune préparation préalable, avec une proportion convenable de sel.

Il est exécuté à bord ou à terre, suivant la saison. De juin à octobre, la pêche a lieu en mer du Nord, les voyages des bateaux durent assez longtemps, le salage se fait à bord, où poisson et sel sont mis en tonneaux. Lorsque les bateaux peuvent rentrer chaque jour, ou même au bout de deux jours, l'opération se passe à terre (Boulogne, Fécamp); le poisson est alors jeté avec du sel dans des cuves spéciales en ciment, appelées bacs; quelquefois, à Fécamp notamment, on sale aussi en barils.

Pour la mise en bac, on utilise une sorte de couloir en bois, incliné vers celui-ci. Dans cette glissière sont déversées successivement des quantités à peu près déterminées de poisson; elles sont tour à tour brassées avec des mesures correspondantes de sel, à l'aide de pelles en bois, puis envoyées progressivement dans la cuve. Celle-ci une fois pleine, une couche de sel est répandue sur le poisson qu'elle contient; enfin, un plancher la recouvre.

Pour le salage en barils, hareng et sel sont mêlés ensemble sur le sol, puis mis à la pelle dans les barils; on termine en jetant sur le poisson une poignée de sel. Au bout d'une journée, comme la masse a pu se tasser, on fait le plein avec du poisson, et les barils sont fermés. Parfois, ce mode de salage se pratique en disposant le sel et le poisson par couches, dans les tonneaux.

Pour le hareng préparé à terre, on distingue le poisson d'une nuit et celui de deux nuits, suivant le temps qu'il est resté sur le bateau. Le hareng de deux nuits peut être gardé en caisses, à bord, avec de la glace; celle-ci est enlevée au moment du salage. Le hareng d'une nuit est généralement plus apprécié que l'autre, surtout si la température est relativement élevée.

Les proportions respectives de poisson et de sel mises en présence sont déterminées par des unités locales.

A Boulogne, on utilise une mesure de sel pour une mesure de hareng :

Une mesure de sel fait 6 kilogrammes.

Une mesure de hareng représente deux décalitres, soit environ 22 kilogrammes (100 mesures font une autre unité appelée last); ces quantités correspondent par conséquent à 27 kilogrammes de sel pour 100 kilogrammes de poisson.

A Fécamp, on consomme un baril de sel pour quatre barils de hareng; soit environ

140 kilogrammes de sel pour 480 kilogrammes de poisson, ce qui correspond à une proportion de 29 p. 100.

Les pourcentages de sel employés sont donc toujours pratiquement équivalents. Il importe en effet, pour que le hareng se conserve bien, que la saumure formée à partir du sel et de l'eau apportée par le poisson soit à la concentration maximum. Une bonne précaution consiste d'ailleurs à contrôler cette concentration à l'aide d'un aréomètre, qui doit marquer 25° Baumé; s'il y a lieu, on peut ainsi ajouter du sel en temps utile.

Une fois convenablement salés, les harengs peuvent être expédiés tels quels sans traitement spécial (harengs blancs), ou bien préparés pour le saurissage (1).

### *Pénétration du sel dans le poisson.*

Des armateurs et des saleurs ont observé que le hareng salé ne se conserve pas toujours également bien. Il semblerait parfois que le sel ait mal pénétré dans le poisson, dont l'état est défectueux (mauvaise odeur, chair très rouge autour de l'arête centrale).

Cette sorte d'accident fut notamment constatée pour du hareng pêché au cours de la saison d'été de 1933. Nous avons reçu de Fécamp, au mois de septembre, deux échantillons de poisson, l'un trouvé par l'armateur mal salé et l'autre bien salé; celui-là dégagait une odeur assez forte que n'offrait point celui-ci. D'autre part, il fut remarqué que la peau du premier poisson était nettement plus épaisse que celle du second, laquelle était normale.

L'analyse de la chair de ces deux échantillons donna les résultats suivants :

	POISSON MAL CONSERVÉ.	POISSON BIEN CONSERVÉ.
	p. 100	p. 100
Eau. ....	51,26	44,96
Matière grasse.....	11,05	20,40
Chlorure de sodium. ....	11,65	14,55
Soit, chlorure de sodium pour 100 d'eau du poisson.....	22,70	32,40

Dans le poisson de bel aspect, la proportion de sel calculée par rapport à la teneur en eau est donc voisine de la saturation — qui correspond à 35,7 parties de chlorure de

(1) Un article intéressant sur le salage et le fumage du hareng fut publié par M. SARRAZ, armateur à la pêche, dans *La Pêche maritime*, numéro spécial du XI<sup>e</sup> Congrès national des Pêches et Industries maritimes, 8-15 septembre 1929.

sodium pour 100 parties d'eau en poids, à 10° C. — tandis que dans le hareng mal conservé cette concentration est nettement moins forte.

Une expérience pratique fut réalisée à Fécamp, avec le concours d'industriels intéressés, pour essayer d'établir si la composition du sel employé peut avoir une influence appréciable sur la qualité du salage.

A cet effet, différentes portions d'un même lot de harengs d'une nuit furent respectivement salées en barils, suivant la technique habituelle, avec plusieurs échantillons de sels, de compositions connues, couramment utilisés pour la conservation du poisson. La mise en sel eut lieu le 30 novembre 1933, alors que la température était voisine de 0°; celle-ci resta très froide pendant plusieurs jours. De temps en temps, trois poissons étaient prélevés dans chaque baril, pour y doser le sel au laboratoire. Toutes les analyses de hareng furent préparées dans les mêmes conditions; elles se rapportent à la chair des filets (sans peau ni grosse arête).

A titre documentaire, voici les résultats de l'analyse sommaire de harengs frais (trois), prélevés dans le lot avant traitement :

Longueur moyenne. ....	2/4 centimètres.
Poids moyen. ....	110 grammes.
Eau. ....	69,10 p. 100.
Matière grasse. ....	11,38 p. 100.

Les résultats des analyses de sels sont indiqués dans le tableau I. L'essai de criblage donne le pourcentage en poids des cristaux traversant un tamis dont le vide des mailles est de 1 millimètre. La composition chimique est exprimée de deux façons : d'abord par les proportions respectives, pour 100 de sel frais, des cations et anions dosés, ensuite par celles des différents sels (état anhydre), combinés d'après L. GAUTIER; le calcium, le magnésium, les sulfates furent dosés suivant les méthodes pondérales habituelles; les chlorures, par volumétrie (méthode de Mohr); le sodium, calculé par différence, une fois les combinaisons faites (1). Les échantillons sont classés suivant les teneurs décroissantes de chlorure de sodium.

Le tableau II donne la marche de la pénétration du sel dans le poisson; les résultats sont exprimés en chlorure de sodium pour 100 grammes de chair salée. Les lettres de référence des différents sels sont reproduites pour les échantillons de poisson salé correspondants.

(1) Le travail analytique fut exécuté par M. SCHVINTÉ, chimiste au laboratoire de l'Office des Pêches de Paris.

TABLEAU I.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.
Teinte des cristaux.....	Assez blanc	Jaune grisâtre très faible	Jaune grisâtre	Jaune rosé faible	Jaune rosé faible	Très blanc
Régularité de taille.....	Assez régulier	Irrégulier	Irrégulier	Irrégulier	Irrégulier	Assez régulier
Taille moyenne.....	Assez fin	Moyen	Assez gros	Moyen	Moyen	Assez fin
Criblage.....	22,5	12,3	9,9	15,2	19,5	25,5
Sodium.....	38,42	38,01	37,98	37,44	36,07	34,84
Calcium.....	0,12	0,16	0,40	0,23	0,35	0,23
Magnésium.....	0,01	0,14	0,03	0,18	0,19	0,48
Chlore.....	59,22	58,89	58,59	58,22	56,32	54,98
Acide sulfurique (SO <sup>3</sup> ).....	0,35	0,54	1,04	0,58	0,63	0,77
Chlorure de sodium.....	97,63	96,61	96,54	95,16	91,68	88,56
Chlorure de calcium.....	"	"	"	"	0,25	"
Chlorure de magnésium.....	"	0,39	0,04	0,67	0,74	1,69
Sulfate de sodium.....	0,03	"	"	"	"	"
Sulfate de calcium.....	0,41	0,54	1,36	0,78	0,89	0,78
Sulfate de magnésium.....	0,05	0,20	0,10	0,04	"	0,27
Total des sels anhydres.....	98,12	97,74	98,04	96,65	93,56	91,30
Eau totale.....	1,14	1,48	0,73	2,26	5,42	7,75
Matières insolubles.....	0,06	0,09	0,38	0,06	0,06	0,06

TABLEAU II.

DURÉE DU SALAGE.	A.	B.	C.	D.	E.	F.
2 jours.....	4,62	4,75	4,34	3,54	4,84	4,36
6 jours.....	9,10	9,71	7,81	7,81	7,81	8,44
11 jours.....	11,92	11,72	11	11,65	10,02	11,30
26 jours.....	13,38	12,89	13,11	12,40	13,55	12,89
72 jours.....	14,60	13,95	14,10	13,10	13,95	13,90

Après 72 jours de salage, l'eau fut dosée, pour indication, dans deux des échantillons de poisson (A et C), afin d'y évaluer la proportion de sel pour 100 d'eau, laquelle doit être un facteur essentiel de la conservation (1).

	A.	C.
Eau, pour 100 de chair. ....	49	54,5
Chlorure de sodium, p. 100 d'eau .....	29,8	25,9

*Etat de conservation.* — Il n'y avait pas de différence appréciable entre les indices de conservation (odeur, aspect de la chair) correspondant aux différents échantillons, 72 jours après la mise en sel.

*Discussion des résultats obtenus.* — Le passage du chlorure de sodium dans le poisson procède de l'osmose; sa vitesse dépend notamment de la différence existant entre la concentration en sel de l'eau contenue dans la chair et celle du milieu ambiant. La vitesse de pénétration est donc très rapide au début du salage, puis elle diminue progressivement.

Dans les conditions de notre expérience (température froide, voisine de 0°), le passage du sel dans le hareng — accompagné du déplacement corrélatif de l'eau de l'intérieur des tissus vers l'extérieur — est relativement rapide jusqu'au dixième jour environ, puis se ralentit sensiblement ensuite; après le soixante-dixième jour, le poisson semble suffisamment salé pour une conservation satisfaisante, mais il peut encore prendre du sel, puisque l'eau qu'il renferme n'est pas complètement saturée.

Cette remarque générale faite, étudions l'influence possible sur la vitesse de salage du degré de finesse et de la teneur en calcium ou en magnésium des cristaux de sel.

1° *Taille des cristaux.* — Pour l'examen de ce facteur, considérons les résultats fournis par deux sels de compositions très voisines, mais de degrés de finesse bien différents : les échantillons A et B répondent à cette double condition; ils sont tous deux relativement purs, mais, d'après l'essai de criblage, A contient à peu près deux fois autant de petits cristaux que B.

La comparaison des chiffres figurant dans les deux premières colonnes du tableau II est donnée graphiquement par la figure 2, jusqu'au vingt-sixième jour de salage. Elle montre que la pénétration du chlorure de sodium se fait sensiblement de la même façon avec les deux échantillons en cause.

(1) Il nous semble plus significatif d'exprimer la teneur en chlorure de sodium par rapport à la chair non déshydratée à l'étuve — ou mieux encore par rapport à l'eau contenue dans la chair salée — que de la calculer pour cent de matière sèche. De la concentration de la saumure interne du poisson dépendent, en effet, les intensités des phénomènes microbiens et autolytiques capables d'altérer celui-ci.

2° *Teneur en calcium.* — Dans tous les sels essayés, le calcium se trouve entièrement, ou presque, à l'état de sulfate.

Pour la recherche de l'action du calcium, il est indiqué de rapprocher les résultats

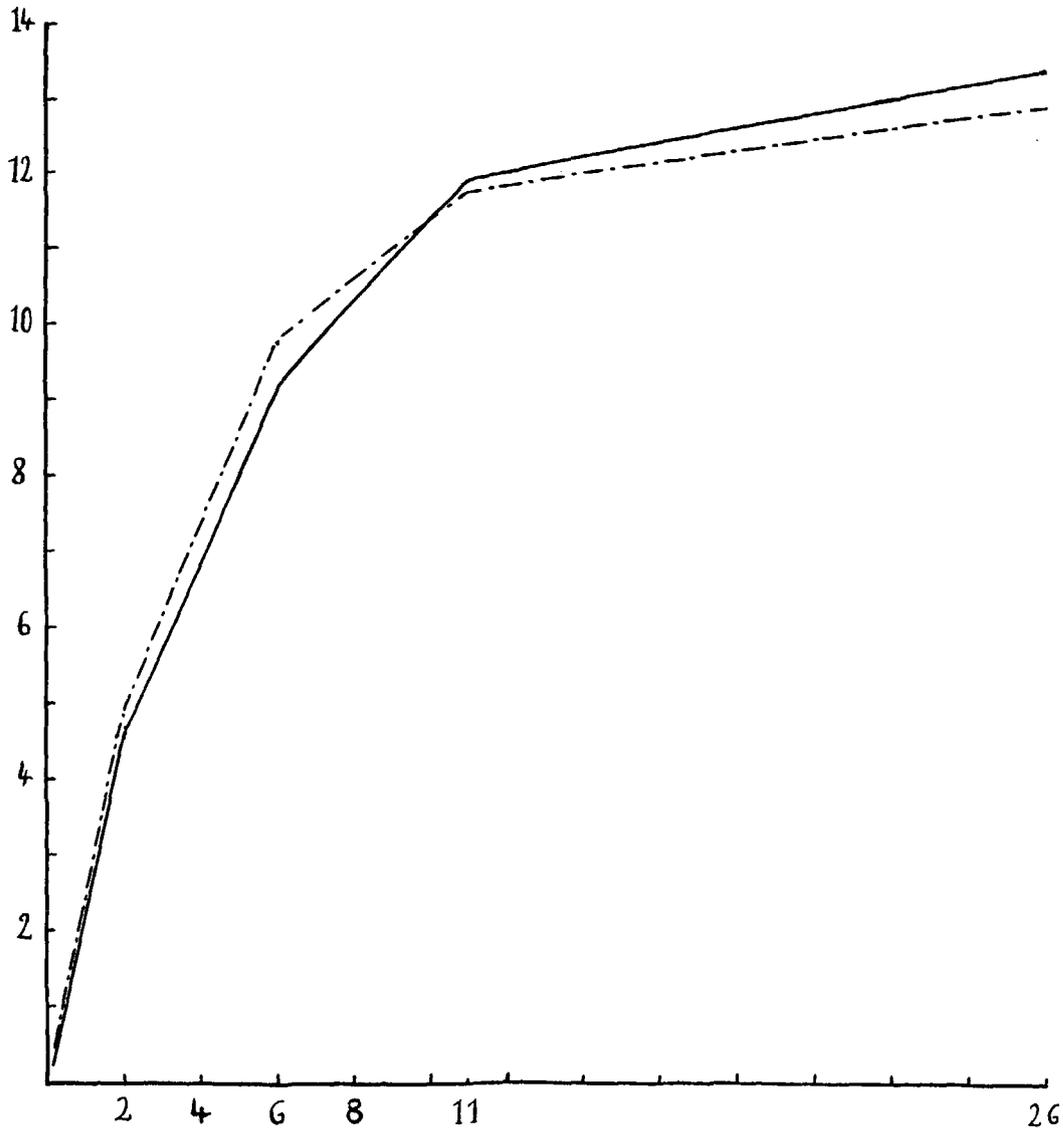


FIG. 2. — Échantillon A (cristaux fins)..... —————

Échantillon B (cristaux moyens)..... - - - - -

*En abscisses :* durées de salage, en jours.

*En ordonnées :* pourcentages de chlorure de sodium dans le poisson.

respectivement obtenus avec les sels A et C; ceux-ci sont tous deux très pauvres en magnésium, mais le premier contient très peu de calcium tandis que le second en renferme 0,4

p. 100 (dose maximum pour les échantillons de notre expérience). La marche du salage correspondant à ces deux sels est représentée dans la figure 3.

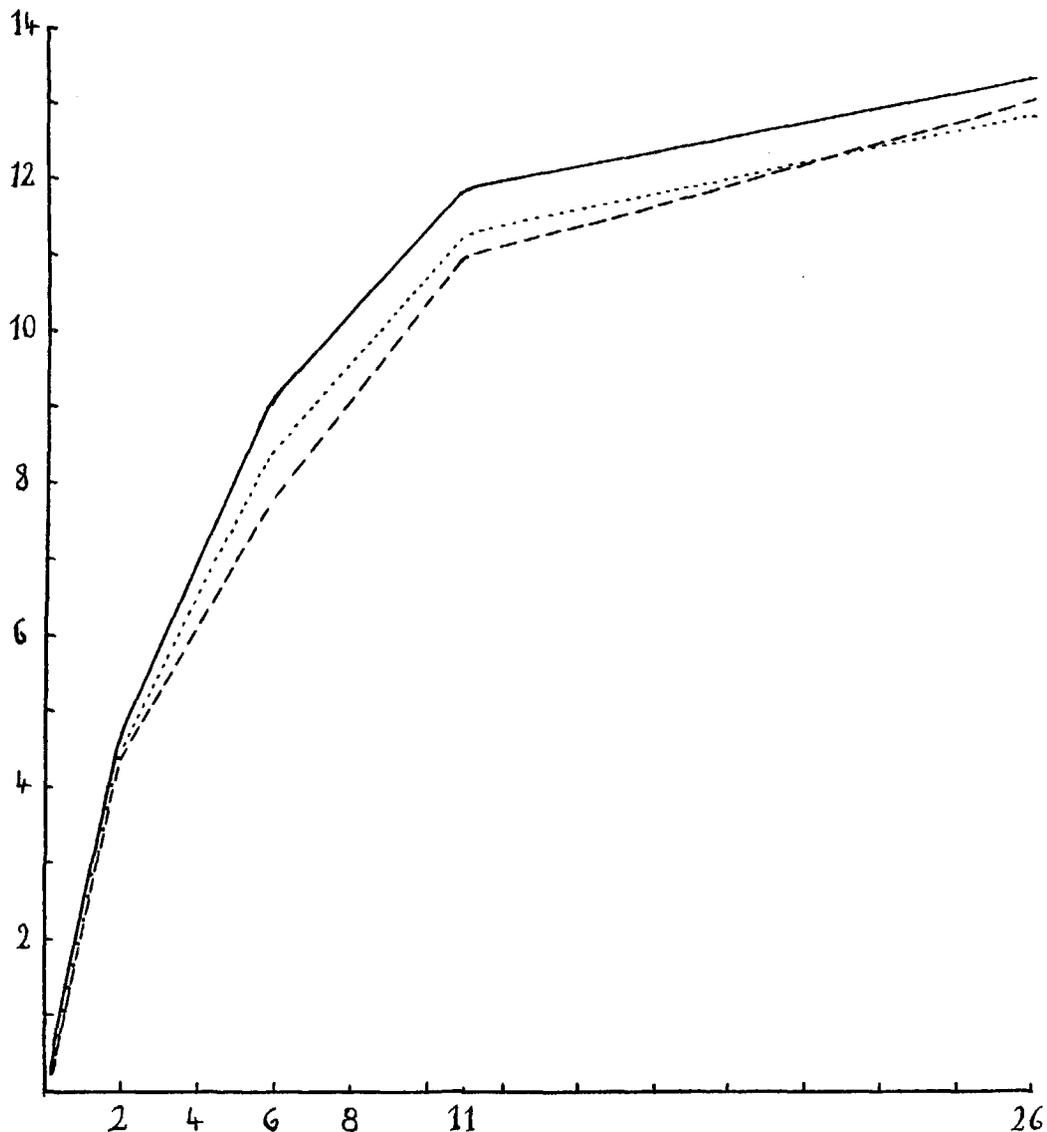


FIG. 3. — Échantillon A (sel pur)..... ———  
 Échantillon C (sel contenant 0,4 p. 100 de calcium)..... - - - -  
 Échantillon F (sel contenant 0,5 p. 100 de magnésium)..... ·····

*En abscisses* : durées de salage, en jours.

*En ordonnées* : pourcentages de chlorure de sodium dans le poisson.

Il semble que pour l'échantillon C la pénétration du chlorure de sodium est un peu plus lente que pour A. Pendant les quarante-huit premières heures de salage, la diffé-

rence n'est pas sensible; elle devient assez nette entre le sixième et le onzième jour, mais diminue ensuite. D'après l'interprétation graphique, les poissons salés A renferment autant de sel au bout de six jours de salage que les poissons C au bout de huit jours.

3° *Teneur en magnésium.* — Le magnésium se trouve sous forme de chlorure ou de sulfate, mais surtout sous le premier état.

C'est le sel F qui contient le plus de magnésium (0,5 p. 100 sensiblement); comparons les résultats fournis par lui avec ceux qui se rapportent au sel relativement pur A (voir fig. 3, courbes A et F).

On voit que le sel en cause paraît saler très légèrement moins vite que le pur; toutefois, la différence est moins marquée que pour l'échantillon C; par exemple, on trouve, d'après les courbes, le même degré de salage le septième jour chez le lot de poisson F que le sixième jour dans le lot A.

\*  
\* \*

De ses expériences sur le salage, D. K. TRESSLER (20) conclut que de petites quantités de chlorures de calcium ou de magnésium, comme impuretés du sel, retardent la pénétration du chlorure de sodium dans le poisson (1). A titre indicatif, notons quelques résultats obtenus par cet auteur :

1° Après dix jours de salage à la température de 17° C., le poisson traité par du chlorure de sodium pur contient 4 p. 100 de plus de chlore — calculés par rapport à la chair sèche — que celui qui est conservé avec du sel renfermant 1 p. 100 de chlorure de calcium (soit 0,36 p. 100 de calcium);

2° Après un jour comme au bout de neuf jours de salage à 20° C., la teneur en chlore, par rapport à la chair sèche, du poisson salé par du chlorure de sodium pur est de 3 p. 100 plus élevée que celle du poisson traité avec un sel pourvu de 1 p. 100 de chlorure de magnésium (soit 0,26 p. 100 de magnésium); la différence est de 4 p. 100 pour un sel en renfermant 4,7 p. 100 (soit 1,2 p. 100 de magnésium).

Il convient de remarquer qu'à concentrations moléculaires égales, le chlorure de calcium peut avoir une action plus sensible que le sulfate de calcium, puisque la solubilité de celui-là est fort grande, tandis que celui-ci est très peu soluble; par contre, le chlorure et le sulfate de magnésium peuvent agir à peu près de même.

(1) Le travail de TRESSLER fut relaté par R. FILLON dans *Notes et Mémoires de l'Office des Pêches*, avril 1924 n° 38 « La Conservation du poisson par le sel ».

Cette réserve faite, dans notre expérience, réalisée à une température froide mais poursuivie pendant longtemps, des différences aussi notables qu'en nota TRESSLER ne furent pas constatées entre les résultats donnés par les sels purs ou impurs. La teneur en chlorure de sodium, exprimée par rapport à la chair fraîche, du hareng traité par le sel pur A n'est jamais supérieure de plus de 1 p. 100 environ à celle du poisson préparé avec l'échantillon C contenant 0,4 p. 100 de calcium sous forme de sulfate; l'infériorité de degré de salage n'excède pas 0,5 environ avec l'échantillon F qui renferme 0,5 p. 100 de magnésium.

D'autre part, la considération de l'ensemble des chiffres du tableau II ne met pas en évidence de relation extrêmement marquée entre la composition du sel et la vitesse de pénétration du chlorure de sodium dans la chair. Par exemple :

1° Le lot de poisson E possède le degré de salage le plus élevé le deuxième et le vingt-sixième jour, et le degré le moins élevé le sixième et le onzième jour;

2° C'est le lot D le moins bien salé, pourtant, d'après l'analyse, les cristaux du sel D sont de taille moyenne et ne possèdent que des proportions moyennes d'impuretés calciques ou magnésiennes.

Dans l'interprétation des résultats, il y a donc lieu d'envisager la présence de petites irrégularités accidentelles, sans rapport avec la qualité du sel employé.

Rappelons enfin que l'état de conservation de la chair, après plus de deux mois de salage, était sensiblement le même dans les divers échantillons de poisson.

Il n'est pas impossible qu'à une température chaude des différences relativement faibles de salage soient accompagnées d'inégalités assez perceptibles dans les degrés de conservation. Néanmoins, notre constatation est à rapprocher de celle de G. DRUCKER (21); cet auteur a observé que les variations de composition des sels n'ont qu'une influence secondaire dans les modifications chimiques que peut subir la chair de poisson salé.

CONCLUSIONS. — En résumé, réserve faite de l'action possible d'un facteur non déterminé ici, il apparaît que les sels relativement purs — c'est-à-dire ceux qui ne contiennent pas de calcium ou de magnésium en proportions supérieures à 0,1 p. 100 environ — sont susceptibles de pénétrer le plus rapidement dans la chair. Cependant, pour du poisson préparé dans les conditions de la présente expérience (hareng pêché vers fin automne, mis en sel suivant le procédé décrit, à une température froide), il semble que la présence dans le sel d'assez petites quantités de sulfate de calcium, de chlorure ou de sulfate de magnésium n'a pratiquement pas d'influence bien marquée sur le degré de salage, ni sur la conservation de la chair. La proportion de fins cristaux n'intervient pas non plus entre des limites assez larges.

Dans les sels essayés, qui ont donné des résultats comparables, les valeurs extrêmes pour les facteurs d'influence possible envisagés sont :

Proportion de cristaux traversant les mailles dont le vide est de 1 mm...	10 à 25 p. 100.
Teneur maximum en calcium sous la forme sulfate. ....	0,4 --
Teneur maximum en magnésium (chlorure ou sulfate). ....	0,5 --

Il est vraisemblable que certaines conditions du poisson ont un effet bien plus sensible sur la pénétration du chlorure de sodium que la présence, dans le sel utilisé, de sulfate de calcium ou de chlorure de magnésium dans les proportions qui viennent d'être définies. Parmi ces conditions, on peut citer en premier lieu l'épaisseur de la peau (voir l'accident de salage et les analyses relatés au début de ce chapitre). Il est assez probable que la teneur en matière grasse de la chair est capable aussi de modifier la marche du salage; or, on sait que cette teneur peut être extrêmement variable chez une espèce donnée (22), puisqu'elle est fonction de l'état de développement des produits sexuels, lequel dépend lui-même de l'époque et de la région de pêche.

## BIBLIOGRAPHIE.

1. BOURY (M.). — Recherches sur la morue salée. *Revue des Travaux de l'Office des Pêches maritimes*, 1932, 5, 297-309.
2. FARLOW (W. G.). — On the nature of the peculiar reddening of salted codfish during the summer season. *U. S. Commission of Fish and Fisheries*, Report for 1878, app. H. 969-974.
3. FARLOW (W. G.). — Vegetable parasites of codfish. *Bull. of the U. S. Fish Commission for 1886*, 6, 1-4.
4. LAYET (A.). — Note sur le rouge de la morue. *Revue sanitaire de Bordeaux et de la province*, 1886, 25 avril.
5. MAURIAC (E.). — Des accidents toxiques occasionnés par la morue avariée, et de l'interdiction de la mise en vente des morues rouges. *Journal de Médecine de Bordeaux*, 1886, 15, 425.
6. EDINGTON (A.). — An investigation into the nature of the organisms present in « red » cod, and as to the cause of the red coloration. *Annual Report of the Fishery Board for Scotland*, 1887, 6, Scientific Investigation, 207-214.
7. LE DANTEC. — Étude de la morue rouge. — *Ann. Institut Pasteur* 1891, 5, 656.
8. BROWN (W. W.). — Reddening of salt fish. *U. S. Commission of Fisheries*. Progress in Biological Inquiries, 1920, app. II, 27.

9. HARRISON (F.-C.) and KENNEDY (M.-E.). — The red discolouration of cured codfish. *Honorary Advisory Council for Scientific and Industrial Research, Canada, Rep. II, 1922.*
10. HARRISON (F.-C.). — Rusty Herring. *Contrib. to Canadian Biology, 1923, n. s. 1, 279-284.*
11. CLOAKE (P.-C.). — Red discolouration (so-called «Pink» or «Pink eye») on dried salted fish. *Food Investigation Board, Spec. Rep. N° 18, 1923.*
12. LIEBERT (F.) et DEERNS (W.-M.). — Sur les causes du rougissement du hareng salé. *Zentralbl. Bakteriol., 1930, 80, 33-35; Chimie et Industrie, 1930, 23, 1048 D.*
13. PETTER (H.-F.-M.). — On bacteria of salted fish. *Proc. acad. Sc., Amsterdam, 1931, 34, 1417-1423.*
14. CLAYTON (W.). — The bacteriology of common salt: part IV: the reddening of salted fish. *Food Manufacture, 1932, 7, 109-110.*
15. HANZAWA (J.) et TAKEDA (S.). — Rouge de la morue. — *Arch. Mikrobiol. 1931, 2, 1-22; Chemical abstr., 1932, 26, 3047.*
16. CLAYTON (W.) and GIBBS (W.-E.). — Examination for halophilic micro-organisms. *The analyst, 1927, 52, 395-397.*
17. FILLON (R.). — Recherche des meilleurs sels pour le salage de la morue. *Rev. Trav. Office Pêches Mar., 1929, 2, 295-304.*
18. BÉRENGER-FÉRAUD. — Recherches sur les accidents que provoque la morue altérée. *Ann. Hygiène publique et Médecine légale, oct., nov., déc. 1885.*
19. GIBBONS (N.-E.). — Red discolouration of salted fish. *Biological Board of Canada, Ann. Rep. for 1932, 56-57.*
20. TRESSLER (D.-K.). — Some considerations concerning the salting of fish. *Rep. U. S. Commissioner of Fisheries for 1919, App. V, 1-55.*
21. DRUCKER (G.). — Les modifications chimiques dans la chair et la saumure de poisson salé. *Z. Untersuch. Lebensm., 1927, 54, 253-257; Chem. Abstr., 1928, 22, 1634.*
22. LE GALL (J.). — Études diverses sur la question du hareng. *Notes et Rapports n° 48, Off. Pêches Mar. 1926.*