



HAL
open science

Le froid dans la conservation des produits de la mer

Etienne Delaire

► **To cite this version:**

| Etienne Delaire. Le froid dans la conservation des produits de la mer. 2012. hal-01101930

HAL Id: hal-01101930

<https://hal.science/hal-01101930>

Preprint submitted on 10 Jan 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le froid dans la conservation des produits de la mer

Par Etienne Delaire¹

Les aliments conservés sont consommables longtemps après que les produits frais auraient été avariés. Le développement urbain accroît le besoin de conservation des aliments, car les citadins n'ont souvent pas la possibilité de cultiver des légumes ou d'élever des animaux. La conservation est le processus qui permet donc de stocker des aliments pendant de longues périodes.

La conservation doit également être considérée comme un moyen de stocker l'excédent d'aliments disponibles et en période de pénurie, les aliments conservés forment un complément bienvenu au régime alimentaire. La conservation permet la vente hors saison, à des prix plus élevés que pendant la saison de récolte.

De tout temps, la conservation des denrées périssables a donc été un souci. On observait empiriquement qu'au bout d'un certain temps les denrées se dégradaient, pouvant aller jusqu'à provoquer une maladie chez celui qui les consommait à ce stade, et on développa donc des techniques permettant de s'affranchir de cette dégradation.

Bref historique de la consommation du poisson

Dans les villes de l'Égypte ancienne et de la Babylonie, l'habitude fut prise de construire des viviers, strictement surveillés, pour garder le poisson vivant. Celui-ci était transporté depuis les ports du littoral dans des cuves remplies d'eau de mer².

Chez les Egyptiens ou les Assyriens, la consommation de poisson séché et salé était destinée aux couches populaires, aux esclaves et aux soldats en campagne. Les classes plus aisées finirent par s'intéresser à ces produits de cueillette mais à condition de les consommer à l'état frais. Les Grecs, après les Chinois et les Egyptiens, généralisèrent l'usage des viviers destinés à conserver le poisson à l'état vivant ; un des plus grands, celui d'Agrigente, mesurait, dit-on, sept stades de tour (2195 m) et vingt coudées de profondeur (9 m.)³.

Sous la domination Romaine, la nourriture à base de poisson et de fruits de mer fit de nouveaux progrès grâce aux perfectionnements apportés aux méthodes de salage et de fumage⁴.

¹Docteur en Histoire des Techniques chercheur permanent au Centre François Viete, Université de Nantes

² Chaussade J. *La Mer Nourricière, enjeu du XXI siècle* 1994 page 16

³ Chaussade J. *La Mer Nourricière, enjeu du XXI siècle* 1994 page 22

⁴ Thomazi A. *histoire de la pêche des ages de la pierre jusqu'à nos jours*, Payot Paris p 216

Des courriers allaient jusqu'en Gaule et en Espagne chercher des cargaisons de poissons salés ou même vivants qu'ils ramenaient dans des cuves spécialement aménagées à cet effet. En hiver, les saumons pêchés dans le Rhin ou la Loire étaient enrobés dans de la neige tassée puis expédiés directement vers Rome⁵ .

Les consommateurs avant la révolution font de très nettes distinctions entre les différents produits de la mer : elles portent non pas tant sur leur nature, que sur leurs modes de consommations et sur ceux qui les consomment. Ces catégories disparaissent formellement au cours du XIX^{ème} siècle mais ont marqué de manière parfois durable la manière dont on juge les produits de la mer. Il existe également bien sur des espèces que l'on ne consomme pas ou peu à une époque donnée.

Le poisson frais se consomme avant tout sur les littoraux et dans les centres urbains qui en sont proches. Plus un poisson est frais, plus il peut être vendu cher sur les marchés. Certaines espèces (qui ne conservent pas bien lors des transports ou qui sont considérées comme médiocres) ne sont consommées que sur les marchés locaux. *« Les habitants des rivages de la mer ne sont pas les seuls qui profitent de ces avantages. La marée fraîche se transporte dans les provinces, plus ou moins loin, suivant la fermeté de la chair des différentes espèces de poissons, les met en état de supporter les secousses du transport. Les raies, folles, vives, turbots, barbues, etc. se peuvent transporter à cent lieues de distance [environ 400 km] ; de sorte qu'il est peu d'endroits dans l'intérieur du royaume, où l'on ne puisse porter de la marée de l'une ou de l'autre mer »*⁶.

De plus, l'approvisionnement est soumis à d'importantes variations dans le temps : selon les espèces, le poisson n'est pêché que quelques mois par an, et même lors de sa saison de pêche, le volume des prises est souvent très irrégulier.

Au Moyen-Age, l'événement vint surtout de l'importance considérable que devait prendre la pêche du hareng. Déjà fort développé aux XI^{ème}, XII^{ème} et XIII^{ème} siècles dans les pays de l'Europe du Nord, le commerce de ce clupéidé fut bouleversé à partir du XIV^e siècle par l'innovation d'un Hollandais, un dénommé Beukelzoon ou Beuckelszon⁷.

Celui-ci mit au point, vers 1350, un procédé ingénieux de conservation qui consistait à saler les prises de harengs à bord même des bateaux. Ce nouveau procédé évita les longs et coûteux allers et retours entre le port et les lieux de pêche. Le prix du hareng, déjà bon marché, s'en trouva encore abaissé. De ce fait, le marché put s'élargir à

⁵ Cochin J. *Manuel des Pêches Maritimes Françaises* n°9 fascicule premier Juin 1935 Publié sous la direction de Ed. le Danois. page 27

⁶ Lemoyne, *Idées préliminaires et prospectus d'un ouvrage sur les pêches maritimes de France*, Paris : Imprimerie Royale, 1777, p. 34

⁷ Chaussade J. *La Mer Nourricière ,enjeu du XXI siècle* 1994 page 20

d'autres couches sociales et s'étendre à d'autres pays, jusqu'aux villes situées à plusieurs centaines de kilomètres à l'intérieur des terres.

Tout le monde n'ayant pas la chance d'habiter en bordure de mer ou le long d'une rivière poissonneuse, on comprend l'intérêt suscité par l'arrivée dans ces régions éloignées de la mer, du hareng salé, nourriture bon marché, à défaut d'être toujours très saine.

L'une des limites à la consommation des produits de la mer est leur fraîcheur : le délai entre la pêche (ou la récolte) et la consommation doit être le plus bref possible. Le transport devient alors essentiel et la dégradation des produits est très variable suivant les espèces : les sardines fraîches sont inconnues à Paris sous l'Ancien régime, car elles se corrompent très rapidement après leur pêche. Il faut en outre prendre en compte d'autres facteurs : la qualité du réseau routier, le trafic que l'on y rencontre, la température ambiante...

La Renaissance fut marquée par les Grandes Découvertes et l'intensification des voyages et des échanges entre civilisations, entraînant une véritable mutation économique et sociale, de transferts de techniques. Dans le domaine des produits de la mer, la grande nouveauté fut l'expansion, à partir du XVe et surtout des XVIe et XVIIe siècles, des pêches lointaines, une expansion que l'on doit attribuer aux progrès incontestables accomplis dans l'art de la navigation mais aussi à un certain appauvrissement des eaux littorales européennes et à la poussée démographique qui suivit la guerre de Cent ans.

Les navires, une fois sur les lieux de pêche, prirent l'habitude de mouiller leur bateau près du rivage et de dresser à terre un campement provisoire; chaque jour à l'aube, les hommes en chaloupe partaient à la pêche le long de la côte et revenaient en milieu de journée avec leur cargaison de morues ; celles-ci étaient éviscérées, décollées, tranchées et salées, puis mises à sécher sur des galets ou mieux encore sur des claies de bois pour que la déshydratation se répartisse plus uniformément.

Grâce à ce procédé de séchage, le délai de conservation du poisson se trouva allongé de plusieurs semaines, voire de plusieurs mois. Le marché de la morue séchée ou stockfisch put s'étendre jusqu'au fin fond des campagnes européennes.

Pendant des décennies et pratiquement jusqu'au dernier quart du XIX siècle, la morue occupa une place de choix dans le régime alimentaire des populations. C'est également de cette époque que datent les attelages de voitures légères et rapides (appelées chasse-

marée) chargées d'acheminer le hareng frais depuis Dunkerque, Boulogne, Dieppe ou Fécamp jusque vers Paris⁸

« En 1770, il entre dans Paris environ trois à quatre mille voitures de marée par an; celles qui la transportent de Dieppe, distant de quarante lieues, font la route en vingt-quatre, trente ou trente-six heures, suivant le moment de la pleine mer et celui de l'arrivée des bateaux pêcheurs; chaque voiture est attelée de six chevaux, qui relaient souvent trois, quatre et cinq fois ; de sorte que chacune a employé sur la route vingt à trente chevaux. Cette quantité qui augmente à proportion de l'éloignement des autres villes maritimes qui fournissent aussi cette capitale [principalement Dieppe], jusqu'à plus de cent lieues de distance, n'est encore rien en comparaison de tous ceux qui sont occupés à distribuer le poisson frais dans toutes les autres villes, bourgs et villages des provinces voisines de la mer ; on peut juger par là de la quantité de chevaux que le seul transport de la marée emploie partout le royaume »⁹

Divers droits, impôts ou taxes venant considérablement augmenter le prix de la marée (jusqu'aux 2/3 du prix final), tout concourt à réserver la consommation du poisson frais à une minorité urbaine fortunée.

Il n'y a que fort peu de témoignages se rapportant aux zones rurales, mais il n'est guère douteux que les produits de la mer frais n'y sont pas consommés ou le sont de manière exceptionnelle,

Cette brève esquisse d'histoire de la consommation des produits de la mer n'a pour seul but que de poser quelques problèmes rencontrés dès lors que l'on évoque cette consommation. Que faut-il en retenir ? Le fait saillant est qu'elle concerne une très grande partie de la société, de la table royale à celle des plus pauvres.

Ce sont en effet des aliments marqués religieusement, consommés pendant les 166 journées annuelles de carême... La religion catholique est sans nul doute l'un des vecteurs les plus actifs de leur consommation Ces produits de la mer restent sans nul doute des compléments à une alimentation basée sur les céréales et en légumes, mais de quelque manière que ce soit, ils sont présents de bien des manières. « Pour simplifier à l'extrême, sous l'Ancien régime et à l'intérieur des terres, le plus pauvre se contentera d'un produit conservé tandis que le plus riche d'un produit frais »

⁸Cochin J. *Manuel des Pêches Maritimes Françaises* n°9 fascicule premier Juin 1935 Publié sous la direction de Ed. le Danois. Page 30

⁹ Lemoyne, *Idées préliminaires et prospectus d'un ouvrage sur les pêches maritimes de France*, Paris : Imprimerie Royale, 1777,p. 25-26.

Les diverses techniques de conservation employées avant le froid industriel

Le salage :

Avant de commencer le salage, le séchage ou le fumage du poisson, il faut agrandir la surface du poisson. Cela favorisera la pénétration du sel et de la fumée et l'évaporation de l'humidité. Le poisson est découpé en deux ou en quatre, selon sa taille. L'addition de sel permet de faire sortir l'eau du poisson. Après le salage, le poisson doit avoir une apparence claire et transparente.

Avant d'être consommé, le poisson salé doit être mis à tremper dans de l'eau froide propre pendant 48 heures.

Le séchage :

Les meilleurs résultats s'obtiennent par une combinaison salage-séchage. Le salage du produit avant le séchage n'est pas nécessaire, mais il est fortement conseillé car il a de grands avantages. Le salage permet notamment de freiner pendant le séchage le développement des micro-organismes à la surface du produit. Pour sécher, le poisson peut être suspendu de plusieurs manières à des bâtons horizontaux, et les meilleurs résultats de séchage s'obtiennent par temps sec et très venteux.



Figure 1 Séchage de la morue à l'île de Saint Pierre et Miquelon en 1900

Source exposition universelle internationale de 1900

La mécanisation permettra de passer à des processus plus industriels comme celui présenté ci-dessous

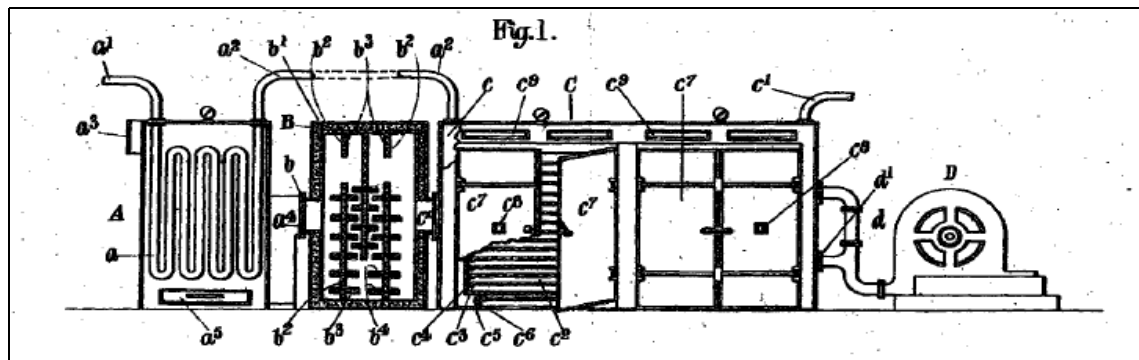


Figure 2 Appareil de séchage du poisson

Source Brevet US n°118.911 Louis Patrick Bowler

Le fumage :

Le fumage¹⁰ permet également de conserver le poisson cru. Son effet de conservation est la conséquence du séchage du produit par évaporation de l'eau.

Les particules de fumée absorbées par le poisson ont également un effet de conservation mais moins important toutefois que l'effet de séchage. Ces particules de fumée freinent surtout le développement bactérien à la surface du produit. Le poisson peut être fumé entier, nettoyé, ouvert en deux ou fileté. Le procédé le plus simple est le fumage à feu ouvert, mais dès la deuxième moitié du XIXe siècle, on verra se construire des fumoirs industriels¹¹

Fermentation du poisson :

Dans le Sud-est asiatique, la fermentation est la méthode la plus courante de conservation du poisson. Pendant la fermentation du poisson, la protéine est dégradée en présence d'une haute concentration en sel par des enzymes originaires du poisson lui-même,

Mise en conserve :

En 1784, Nicolas Appert, fils d'aubergiste Rémois, s'installe à Paris comme confiseur, métier qui consiste alors à confire les aliments dans le sucre, la graisse ou le sel. Il cherche de nouveaux procédés et, onze ans plus tard, aboutit à une méthode satisfaisante en faisant chauffer des aliments dans... des bouteilles de champagne au goulot élargi.

La mise en conserve consiste à placer des aliments dans des boîtes ou des bocaux et de les faire chauffer jusqu'à une température qui détruit les micro-organismes dangereux pour la

¹⁰ Encore appelé soretage ou saurissage

¹¹ Knockaert Le fumage du poisson page 36

santé ou entraînant une détérioration des aliments. Ce processus inactive également les enzymes qui pourraient abîmer les produits. La fermeture hermétique des boîtes ou des bocaux empêche toute contamination de l'extérieur.

En 1806, son invention commence à être connue, quand ses conserves sont embarquées à bord du « Festin », à Brest. Les résultats sont probants et changent radicalement la vie à bord, où le scorbut décime trop souvent les équipages. En 1810, Nicolas Appert reçoit une récompense pour lui permettre de publier sa découverte.

Joseph Colin, confiseur à Nantes, s'était intéressé à la découverte de Nicolas Appert, qu'il avait sans doute rencontré pour mettre au point la conserve de poisson. Joseph décède en 1815 et laisse l'entreprise à son fils Pierre-Joseph, qui poursuit les recherches. Il expérimente différentes préparations, remplaçant notamment le beurre par de l'huile d'olive, et surtout décide d'utiliser un nouvel emballage, la boîte de fer-blanc soudée. Pierre-Joseph Colin construit en 1824 une usine qui va être la matrice de la fabrication industrielle des conserves : les sardines à l'huile, bien sûr, mais aussi des viandes, des légumes, des fruits... Le succès est considérable.

Treize ans après, les Forges de Basse-Indre inaugurent le premier train de fabrication de fer-blanc, facilitant le travail des ferblantiers (dont J-J. Carnaud), qui jusqu'alors se fournissaient en Angleterre.

Le froid avant les machines frigorifiques

L'utilisation de la glace et de la neige naturelle

La recherche du bien-être, souci constant de l'homme, suggéra rapidement aux peuples anciens¹² l'idée d'employer la glace ou la neige pour rafraîchir boissons et mets. Les peuples qui vivaient dans les climats chauds furent ainsi les promoteurs de ces premiers efforts¹³.

Au 5^{ème} siècle avant JC, le grec Protagoras rapportait que les Égyptiens produisaient ainsi de la glace dans des récipients plats placés sur le toit des maisons

¹² Des tablettes en écriture cunéiforme datant de 2 000 ans avant notre ère indiquent que des glaciers existaient déjà dans la région de l'Euphrate. Le roi Zimri-Lim d'Assyrie (-1775- -1760) aurait été l'inventeur de glaciers construites à Terqa. Des textes mentionnent l'existence de telles glaciers dans l'ancienne capitale des Hittites, Hattusas, ainsi que dans l'actuel Iraq, voire plus au Sud Jean Martin Les glaciers françaises. Histoire de la glace naturelle, éditions Errances, 1997

¹³ Jean Martin *Les glaciers françaises. Histoire de la glace naturelle*, éditions Errances, 1997

En Inde, particulièrement au Bengale, on a produit de la glace, en utilisant le rayonnement nocturne, qui est considérable dans ce pays, en raison de l'extrême pureté de l'air, et de la rapidité de l'évaporation de l'eau, due à une sécheresse constante.

En prenant des précautions convenables, on peut réussir à obtenir le refroidissement de surfaces noires exposées au ciel clair, de 30 à 35° au dessous de la température ambiante¹⁴.

Les Romains, grands amateurs de boissons glacées, construisaient des glaciers souterrains, dans lesquelles ils conservaient la neige tirée des Apennins. L'usage des boissons glacées et des fruits rafraîchis était fort à la mode au temps des Césars et la glace et la neige y étaient conservées, soit dans des cavernes naturelles, soit dans des fosses creusées par l'homme. Des convois voyageant la nuit, portaient à Rome, dans des chariots enveloppés de paille, la neige des montagnes. On recherchait particulièrement la neige ramassée sur les montagnes de la Sicile, autour de l'Etna, Les raffinés de Rome attachaient une idée superstitieuse à la neige recueillie non loin du cratère où bouillonnait la lave du volcan.

La neige était débitée à Rome par les prêtres du temple de Vulcain. Les prélats chrétiens héritèrent de cet apanage, et au dix-huitième siècle l'évêque de Catane¹⁵ tirait encore un revenu d'un tas de neige qu'il faisait recueillir sur une partie de la montagne de l'Etna, qui formait son domaine .

On s'est avisé, sans doute fortuitement, que le mélange de certains sels dans l'eau abaissait notablement la température de la solution obtenue, et l'usage du salpêtre pour le refroidissement de l'eau semble être d'une pratique courante dès le IV^e siècle.

Après les invasions barbares, aux IV^e et V^e siècles, l'usage de la glace semble disparaître en Occident, mais il est maintenu dans le monde musulman, comme en atteste le sorbet offert par Saladin, sultan d'Égypte et de Syrie, à l'empereur Richard Cœur de Lion, au XIII^e siècle.

C'est sans doute par l'Espagne, en contact avec le monde musulman, et par les croisades que la glace naturelle réapparaît en Occident. En 1533, Henri II épouse Catherine de Médicis : la reine apporte d'Italie le secret des sorbets, et l'on recommence à conserver la glace. Pour fabriquer les sorbets, on ne se contente pas de glace pure : on mélange du salpêtre ou du sel à la glace, car la température de ces mélanges réfrigérants est inférieure à celle de la glace pure (la dissolution de ces sels nécessite de la chaleur qui est prélevée au milieu, ce qui en abaisse la température).

¹⁴ De la glace était faite de cette façon aux Glacières du Bois de Boulogne jusqu'au milieu du XIX^e siècle

¹⁵ Chaumielle e « L'évolution de la fabrication pratique et de l'utilisation de la glace » *Revue Générale du froid* page 323 Juin 1947

Henri III, puis Louis XIV sont friands de sorbets ; toute la cour et de nombreux bourgeois les imitent, et ce fut le Sicilien de Palerme, Procopio Cultelli (encore appelé Procope Couteau) qui fit, le premier, goûter à Louis XIV les douceurs attrayantes de la glace parfumée et sucrée. Procopio Cultelli fonda à Paris, en 1674, un café¹⁶, qui prit son nom, et tout ce que Paris renfermait d'élégants se donna rendez-vous au café Procope¹⁷, qui conserve encore aujourd'hui sa renommée et sa clientèle.

En 1676, la corporation des limonadiers reçoit officiellement le droit de fabriquer des glaces et à la fin du XIX^e siècle, apparaissent les premiers marchands de glaces ambulants et des progrès notables sont faits en matière de conservation.

L'usage de la glace naturelle augmente alors à partir du XVII^e siècle. Le commerce de la glace s'intensifie, surtout dans le Sud de la France, et y restera florissant jusqu'à la fin du XIX^e siècle

Le stockage et ses difficultés :

On parvient à conserver la glace naturelle en raison de la valeur élevée de sa chaleur latente de fusion. La conservation est meilleure quand la masse de glace est importante et homogène. Les pertes thermiques se produisent à l'interface entre la glace et l'air ou entre la glace et l'eau.

Sur les très grands volumes, la glace peut même être conservée deux, voire trois ans. Des constructions plus élaborées apparaissent vers le XV^e siècle avant notre ère, en Iran notamment. Elles sont constituées de fosses artificielles, revêtues de briques et coiffées d'une couverture conique en argile.

En France, les glaciers les plus anciennes, souvent partiellement détruites, datent du XII^e siècle ; elles étaient alors essentiellement à usage médical. On reconnaissait en effet à la glace des vertus thérapeutiques, comme sédatif ou réactif dans certaines maladies, en particulier pour les fièvres cérébrales.

Les glaciers étaient remplies en hiver, dès que la quantité de glace formée était suffisante. La «récolte» devait être rondement menée, car le temps risquait de se radoucir. Les blocs de glace arrivaient par chariots, ou à dos d'homme dans des hottes ; ils étaient soigneusement empilés, les morceaux les plus irréguliers étaient cassés ; de temps à autre, on arrosait les blocs d'eau froide afin de souder les morceaux de glace et de former un bloc plus homogène.

¹⁶ Adolphe Chéruel - *Dictionnaire historique des institutions, mœurs et coutumes de la France* - Page 99
1855

¹⁷ Premier Café glacier de Paris, battu de 4 ans par le café Florian de Venise

Aux USA, dès 1806, le New-Yorkais Frédéric Tudor concluait qu'il y avait un marché pour la glace disponible en abondance dans l'est des Etats-Unis pendant l'hiver¹⁸, et ainsi la glace du lac de Wenham était livrée jusqu'à Londres et dans les régions des Etats-Unis au climat plus chaud grâce au développement des nouveaux moyens de transports, et en particulier grâce aux nouveaux réseaux ferroviaires.

Les besoins en froid artificiel s'imposèrent donc de plus en plus, aussi de nombreuses expéditions partaient des pays nordiques, après qu'en 1836 l'Angleterre eut envoyé pour la première fois aux Indes un bateau, dont la cale était remplie de glace .

La production de glace naturelle devint alors une véritable industrie avec le calibrage des blocs de glace¹⁹, des méthodes de récolte bien définies, des grands entrepôts de stockage, des réseaux de distribution. La glace naturelle était bon marché, et l'aire de distribution allait jusqu'en Inde. Cet état aurait sans doute perduré sans la Guerre de Sécession, séparant ainsi les États Confédérés des sources d'approvisionnement en glace. Le système à absorption de Ferdinand Carré breveté en 1859 traversa le blocus Nordiste vers le Mexique, pour se retrouver à San Antonio, au Texas en 1862.

La fin du 19^e siècle marque l'apogée de l'exploitation de la glace naturelle²⁰.

La production de froid artificiel

Les précurseurs et les savants

Une première tentative pour la production artificielle du froid sans aucun emploi de la glace, appartient au physicien français, Philippe de Lahire²¹, qui, en 1683, parvint à produire de la glace en enveloppant de sel d'ammoniac mouillé, une bouteille pleine d'eau, déjà refroidie

Un physicien écossais, le docteur William Cullen, observa que l'évaporation de l'éther éthylique en abaisse la température. En 1755, il réussit à obtenir un peu de glace en faisant évaporer de l'eau sous une cloche à vide. Poursuivant dans la même voie, en 1811, le physicien Leslie, fit l'expérience suivante : En plaçant sous la cloche d'une machine pneumatique une

¹⁸ Lhéritier L « L'exploitation de la glace aux Etats-Unis » *La Nature* 1876 page 135

¹⁹ Lhéritier L « L'exploitation de la glace aux Etats-Unis » *La Nature* 1882 page 365

²⁰ Jacques Tirel « Le Froid Industriel Aperçu Historique et Aspects Contemporains » *Cahiers François Viete* Actes du colloque L'AGRO-ALIMENTAIRE Histoire et Modernité

²¹ Philippe de La Hire est un mathématicien, physicien et astronome français, né le 18 mars 1640 à Paris et mort le 21 avril 1718 dans cette même ville Il est fait membre de l'Académie des sciences en 1678. Son travail à l'Observatoire : relevé des températures journalières, de la pluviométrie, etc. le font passer pour le fondateur de la météorologie.

petite soucoupe pleine d'eau, avec un large vase contenant de l'acide sulfurique, puis faisant le vide sous la cloche, Leslie provoquait, à froid, l'ébullition de l'eau. La rapidité de cette vaporisation était accélérée par l'acide sulfurique qui, absorbant les vapeurs d'eau à mesure de leur production, déterminait la congélation de l'eau. Il y avait en germe, dans cette expérience, la production industrielle de la glace.

Vers 1848, le physicien anglais Faraday, à la suite de ses propres études sur les changements d'état des corps, et reprenant les travaux de Cagniard de la Tour de 1822 et 1823, constatait l'abaissement considérable de température provoqué par la vaporisation du gaz ammoniac liquéfié.

En 1840, utilisant un appareil industriel dérivé du tube de Faraday, Thilorier²² réalisait d'étonnantes expériences sur la liquéfaction et la solidification de l'acide carbonique, et sur l'abaissement de température qui résultaient de la vaporisation de l'acide carbonique.

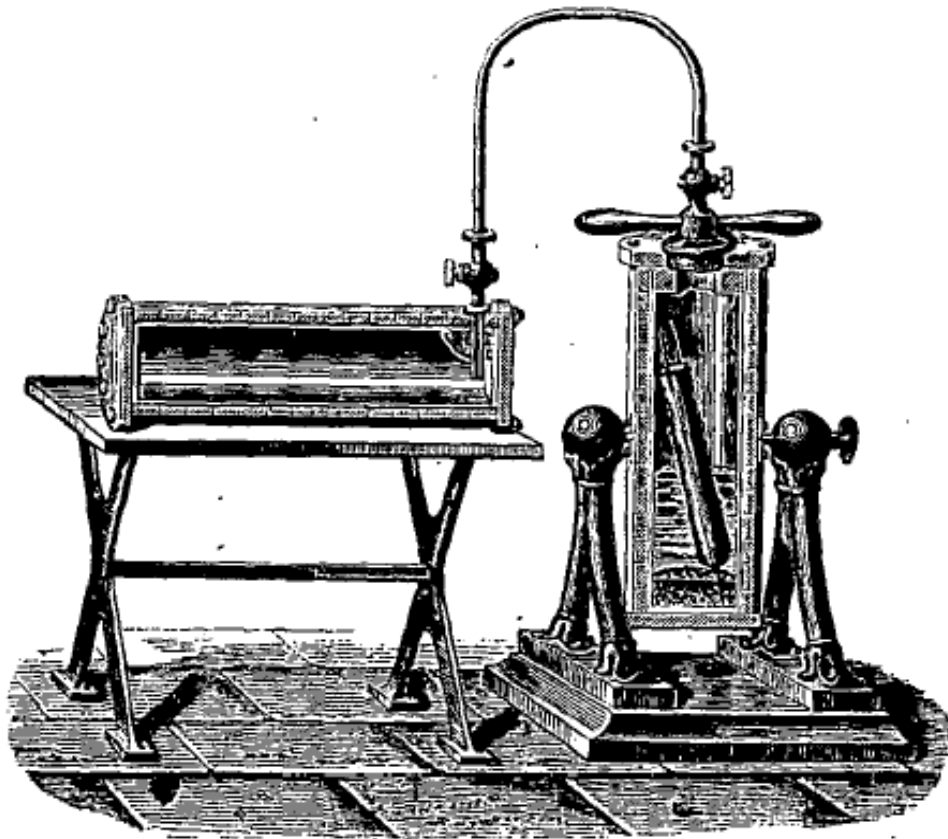
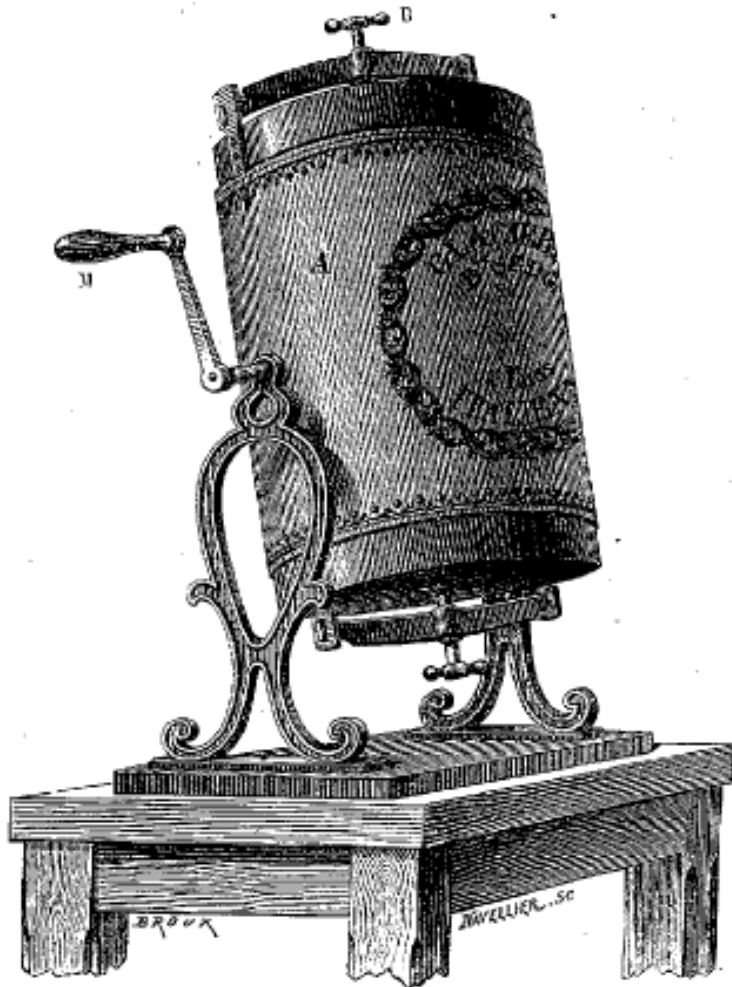


Figure 3 *Appareil de Thilorier employé pour la liquéfaction de l'acide Carbonique en 1840*

Source Merveilles de l'industrie figuier

²² Barruel G « *Traité de chimie technique appliquée aux arts et à l'industrie* » Paris 1856 Firmin page 240

Depuis 1820 jusqu'à 1850, divers modèles de glacière artificielle, glacière des ménages, glacière des familles, glacière italienne, etc., furent lancés dans le commerce, avec ou sans brevet d'invention



Ces appareils, fondés tous sur le même principe, c'est-à-dire sur le froid que provoquent certains sels en se dissolvant dans l'eau, donnaient le moyen de se procurer assez facilement de la glace, mais leur rôle était limité: ils ne pouvaient guère servir qu'à fournir quelques kilogrammes de glace ou à frapper de glace des boissons, des crèmes ou des sirops.

Figure 4 Glacière Industrielle de toselli

Source Merveilles de l'industrie figuier

C'étaient d'excellents ustensiles domestiques, mais non des appareils du domaine industriel.

« Jetez dans un verre d'eau une poignée de chlorhydrate d'ammoniaque ou d'azotate de la même base, le sel se dissoudra, c'est-à-dire changera d'état: de solide qu'il était, il deviendra liquide. Mais, pour changer d'état, pour passer de l'état solide à l'état liquide, les cristaux de chlorhydrate ou d'azotate d'ammoniaque ont eu besoin d'emprunter de la chaleur, et cette chaleur a été prise à l'eau avec laquelle ils sont en contact »²³

En 1875, M. Toselli a agrandi sa glacière italienne, de manière à rendre industrielle la fabrication de la glace²⁴

²³ Figuier, Louis. « Industrie du froid artificiel » *Les merveilles de l'industrie ou Description des principales industries modernes* tome 3 page 597

²⁴ Figuier, Louis. « Industrie du froid artificiel » *Les merveilles de l'industrie ou Description des principales industries modernes* tome 3 page 608

L'apparition des divers systèmes frigorifiques

On peut distinguer deux grandes classes de systèmes frigorifiques : ceux qui consomment de l'énergie mécanique pour fonctionner, les systèmes mécano-frigorifiques et ceux qui consomment essentiellement de l'énergie thermique, les systèmes thermo-frigorifiques.

Systèmes mécano-frigorifiques

Parmi eux, deux familles se détachent :

- 1• les systèmes à compression de vapeurs liquéfiables,
- 2• les systèmes utilisant des cycles à gaz

Systèmes à compression de vapeur

Le fluide actif du cycle frigorifique, le *frigorigène*, se vaporise dans un *évaporateur* en produisant le froid utile. La vapeur produite est aspirée et comprimée par un *compresseur mécanique*. Elle est refoulée dans un *condenseur* où elle se liquéfie. Le liquide formé retourne vers l'évaporateur en traversant un *régleur* (ou *détendeur*). Ce système est, de très loin, le plus répandu.

Une première description du cycle a été donnée en 1805 par l'américain Oliver Evans (1755-1819). Mais c'est à l'américain Jacob Perkins (1766-1849), qui travaillait en Angleterre qui déposa le premier brevet et un premier modèle fonctionnant à l'éther éthylique (1835)²⁵. Les premières machines à compression qui eurent un succès industriel sont le fait d'un Anglais émigré en Australie, James Harrison²⁶ (1816-1893) (brevets en 1855-56-57). On chercha rapidement, pour les petites machines, à limiter les fuites de frigorigène par l'usage de groupes frigorifiques hermétiques. Le premier du genre fut la curieuse machine de l'abbé²⁷ Audiffren (1905). Les groupes hermétiques sont maintenant largement utilisés.

²⁵ Ce brevet couvre tous les éléments du système à compression de vapeur moderne : le compresseur, le condenseur, le dispositif de détente et l'évaporateur. Dès lors, on se mit en quête du frigorigène idéal, qui à ce jour n'a pas encore été découvert et ne le sera sans doute jamais.

²⁶ Un appareil pour la production de la glace par la volatilisation de l'éther, fut construit à Paris, en 1857, par James Harrison, membre du Conseil législatif de Victoria (Australie).

²⁷ *Comptes rendus des séances de l'académie des sciences* décembre 1907

Systèmes utilisant des cycles à gaz

Ici le fluide actif ne change pas d'état au cours du cycle frigorifique mais reste gazeux. Comprimé, le gaz s'échauffe, on le refroidit alors, sous pression, jusqu'à la température ambiante puis on le détend ce qui entraîne un abaissement de sa température.

La première « machine à air », à cycle ouvert, est due à l'américain John Gorrie²⁸ (1803-1855) pour refroidir de la saumure à -7°C (brevets 1850-51). S'inspirant du moteur à air chaud du pasteur Robert Stirling (1837) l'écossais Alexander Kirk (1830-1892) réalisa une machine à cycle fermé qui produisit régulièrement, pendant une dizaine d'année, à partir de 1864, une température de -13°C . Dans cette technique, on peut citer les contributions de l'allemand Franz Windhausen²⁹ (1829-1904), de l'américain Leicester Allen (1832-1912) et du français Paul Giffard³⁰(1837-1897).

Le développement de ces systèmes fut moindre que celui des machines à compression de vapeur car leur efficacité est plus réduite dans le domaine courant de la réfrigération, de la congélation et de la climatisation. Elles sont, par contre, à l'origine de la plupart des cycles cryogéniques pour la liquéfaction des gaz et la production des basses températures.

Systèmes thermoélectriques

Le français Jean Charles Peltier (1785-1845) découvrit, en 1834, que le passage d'un courant continu dans une jonction de deux métaux différents provoque, selon le sens du courant un dégagement ou une absorption de chaleur à cette jonction

²⁸ On a construit, pour fabriquer de la glace, des appareils fondés sur le principe de la dilatation de l'air après sa compression. J. Gorrie, en Amérique, a, le premier, fabriqué un appareil composé d'une pompe dans laquelle l'air est comprimé, et dans lequel le même air se dilate ou se détend, quand on cesse de le comprimer.

Pendant la compression de l'air, il se dégage de la chaleur; il est donc nécessaire de placer le cylindre où l'on comprime l'air dans un courant d'eau froide qui empêche ce cylindre de trop s'échauffer. Quant au cylindre dans lequel se fait la détente de l'air comprimé, il est placé dans un vase plein d'eau, et cette eau se refroidit assez par le contact du réservoir de l'air détendu, pour se transformer en glace.

Les deux parties de la machine où l'air est comprimé, puis dilaté, sont fixées aux deux extrémités d'un même balancier, de sorte que leurs efforts se compensent, en même temps que les résistances ou les frottements sont également contre-balancés.

²⁹ M. Widhausen, de Brunswick construisit, vers 1850, une pompe à air où s'opérait la compression puis l'expansion de ce gaz. L'air, fortement comprimé, allait se dilater dans un cylindre métallique, et produisait, par cette détente, un abaissement considérable de température, que l'on utilisait pour produire la congélation de l'eau. La machine employait toujours le même air, qui se trouvait successivement comprimé, puis dilaté et revenait dans le corps du compresseur, après avoir provoqué la formation de la glace dans le congélateur.

³⁰ On voyait en 1875, dans le Palais de l'Industrie, aux Champs-Élysées, une machine à vapeur qui comprimait de l'air dans un vaste cylindre. L'air comprimé se détendant dans un autre cylindre, produisait un grand abaissement de température. En effet, un thermomètre placé à l'orifice de sortie de l'air froid, descendait jusqu'à -10°C .

Systèmes thermo-frigorifiques

On distingue, parmi ces systèmes frigorifiques consommant de l'énergie thermique :

- les systèmes à absorption,
- les systèmes à adsorption et thermo-chimiques
- les systèmes à éjection

Systèmes frigorifiques continus à absorption

La circulation du frigorigène n'est pas due à un compresseur mécanique mais à la circulation, par pompe, d'un liquide absorbant dont la teneur, en frigorigène absorbé, dépend de la température et de la pression. Le travail mécanique nécessaire est très réduit, le système, en contrepartie, consomme de la chaleur.

Le père de ces systèmes est le français Ferdinand Carré³¹ (1824-1900) qui breveta en 1859 la première machine à absorption continue utilisant le couple frigorigène : ammoniac – absorbant : eau.

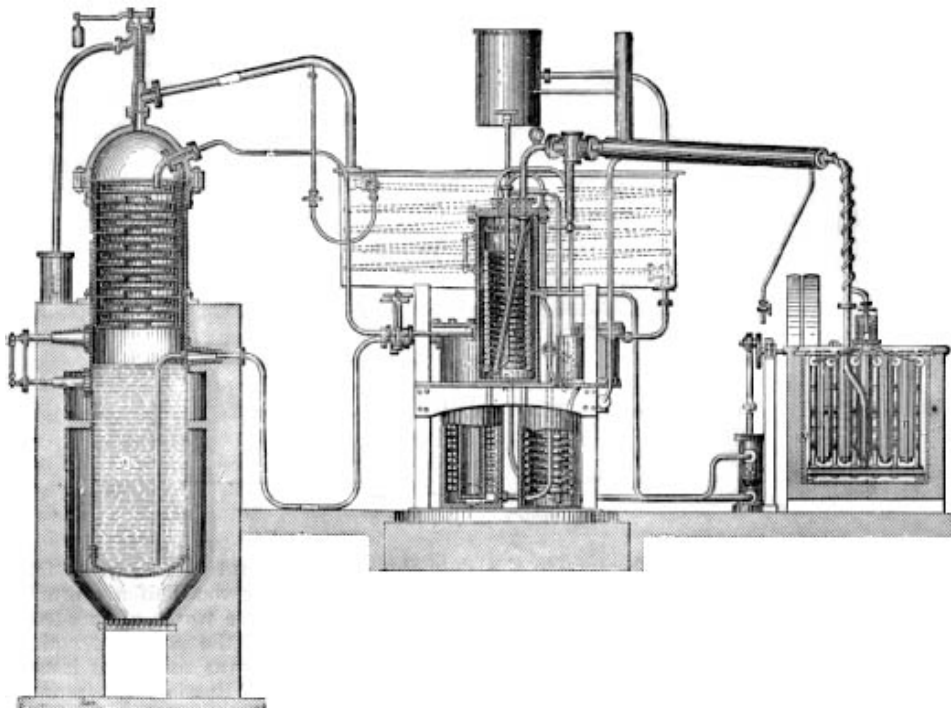
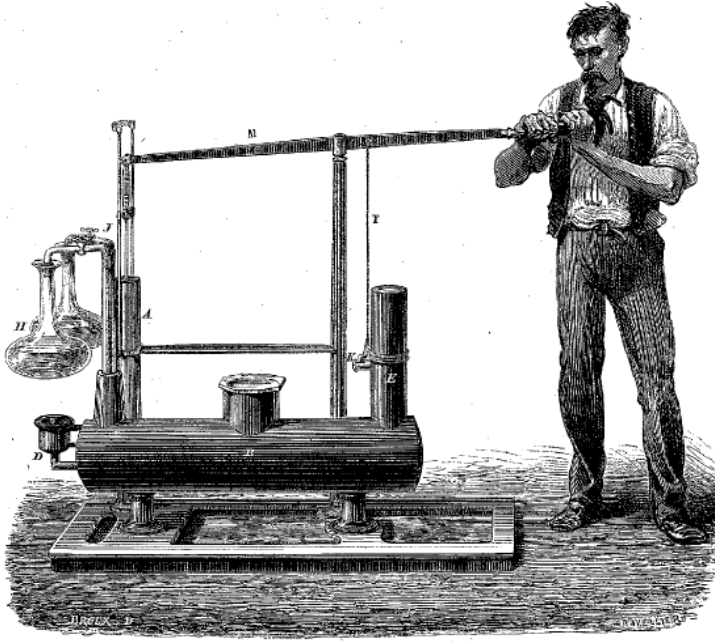


Figure 5 Appareil à absorption de Ferdinand Carré

Source figuier

³¹ C'est en 1856 que Carré, construisit son premier appareil réfrigérant. L'éther sulfurique était le liquide dont la vaporisation produisait le froid dans le premier appareil que M. Ferdinand Carré fit breveter en 1857. Deux ans plus après, il substitua l'ammoniaque à l'éther sulfurique. Ferdinand Carré fit construire, en 1860, par MM. Mignon et Rouart, une machine pouvant produire de la glace en faisant brûler du charbon.

Ces machines furent presque immédiatement opérationnelles. Leur étude thermodynamique ne



débuta qu'en 1913 avec l'allemand Edmund Altenkirch et se poursuivit durant la première moitié du 20^{ème} siècle.

Les systèmes à absorption discontinus³², bien qu'apparus très tôt, (appareils à refroidir les carafes d'eau d'Edmond Carré en 1866) ne se développèrent guère.

Figure 6 appareil à frapper les carafes

Source Figuiet

Systèmes frigorifiques à adsorption et thermo-chimiques

Ils apparurent plus tardivement, essentiellement dans la première moitié du 20^{ème} siècle. Leur fonctionnement, basé sur les effets thermiques qui accompagnent la sorption ou la désorption physique d'un gaz sur un solide (systèmes à adsorption) ou bien la formation, ou la décomposition, de composés chimiques avec un gaz frigorigène (systèmes thermo-chimiques) est naturellement discontinu.

Système frigorifique à éjection

Bien qu'il puisse être utilisé avec d'autres frigorigènes, c'est avec l'eau que le système frigorifique à éjection entra en scène en 1908. La paternité en revient au français Maurice Leblanc (1857-1923).

³² L'expérience de Leslie semblait devoir rester confinée dans des laboratoires de chimie. Pourtant, en 1866, Edmond Carré, frère de Ferdinand, parvint à la réaliser d'une manière tout à fait industrielle. Il fabriqua une petite machine pneumatique d'une telle simplicité qu'elle pouvait être construite ou réparée par un chaudronnier de village. Il adjoint au levier du piston de la machine pneumatique, un agitateur, qui, mélangeant les couches d'acide sulfurique pendant l'action de la pompe, active l'absorption des vapeurs d'eau. Il eut comme unique utilisation le fait de frapper de glace, une à une, les carafes d'eau ou de vin, et ne pouvait songer à concurrencer la machine industrielle de son frère, mais fut très en vogue aux terrasses des cafés à cette époque

Les premières tentatives de transport de nourriture par le froid mécanique

Quand on parle de pêche, on parle évidemment de mobilité et par conséquent de transport.

Les premières tentatives de transport maritime sous température dirigée eurent lieu environ trente ans après la naissance de la première machine frigorifique à compression de vapeur, construite nous l'avons déjà dit, en 1834, en Angleterre par l'américain Jacob Perkins, et utilisant comme fluide frigorigène l'éther éthylique.

En 1868, Charles Tellier, tenta le premier un essai de transport de viande entre Londres et l'estuaire de la plata, avec le navire anglais « city of rio de janeiro ». Ce navire était équipé de machine à ammoniac. À la suite d'une panne occasionnée par la rupture du bâti du compresseur, l'expérience échoua.

En 1873, L'anglais James Harrison qui en 1856-57³³ avait pris des brevets sur des machines frigorifiques à compression d'éther éthylique fit construire à Melbourne³⁴, la première installation de congélation de viande de poissons et de volaille et entreprit la même année avec le voilier « Norfolk » un transport de 20 tonnes de viande congelée entre l'Australie et l'Angleterre.

Vers 1874 Charles Tellier installait une usine frigorifique à Auteuil dans le but de faire des expériences sur des viandes conservées par le froid. Bouley décrivait le procédé de conservation dans un rapport à l'académie des sciences la même année.

En 1876, Tellier fit reconvertir un vapeur postal britannique l'« EBOE ». Le navire rebaptisé « Le frigorifique » parti le 20 septembre 1876 de Rouen, et arriva après un voyage de

³³ James Harrison installa successivement ses compresseurs à éther méthylique, d'abord dans des brasseries, puis dans l'usine de congélation de Mort et Nicolle à Sidney.

³⁴ Un appareil construit par Harrison fonctionna à Paris, pendant l'été de 1857, composé d'une pompe à air faisant le vide dans un réfrigérant, lequel consiste en un récipient métallique contenant un serpent in dans lequel coule l'éther. Quand la pompe aspirante a produit le vide, l'éther se transforme en vapeurs et produit, par sa vaporisation un froid assez intense pour congeler l'eau autour de laquelle passe la vapeur d'éther. La pompe aspire de nouveau la même vapeur d'éther, et la refoule dans un condenseur, d'où elle revient, à l'état liquide, dans le réfrigérant. La même quantité d'éther peut servir pendant un temps indéterminé, si aucune fuite n'existe.

Cet appareil ne fut expérimenté qu'à titre d'essai. On se servait d'une petite machine à vapeur d'un demi-cheval environ, et l'on obtenait à peu près 8 kilogrammes de glace par heure. Mais ces expériences étaient faites sur une trop petite échelle pour que l'on pût en tirer aucune conclusion sur la valeur pratique et l'économie de cette méthode.

Perfectionnée d'abord par l'inventeur, ensuite par le constructeur Siebe, la machine de James Harrison produisait de gros blocs de glace, à la grande surprise des visiteurs. Dans la machine qui fonctionnait à l'Exposition de Londres, en 1862, l'éther, contenu dans un réservoir semblable à une chaudière tubulaire, était en rapport avec une pompe à air. Cette pompe, faisant le vide, provoquait l'évaporation de l'éther. Les vapeurs d'éther envoyées dans un réfrigérant pourvu d'un serpent in constamment baigné par un courant d'eau froide, se condensaient dans ce serpent in. Un tuyau, muni d'un robinet, ramenait dans la chaudière l'éther liquéfié. Là, il était de nouveau vaporisé, puis condensé et ainsi de suite.

105 jours à Buenos Aires. Au retour le bateau ramenait 25 tonnes de viande congelée d'Argentine en France.

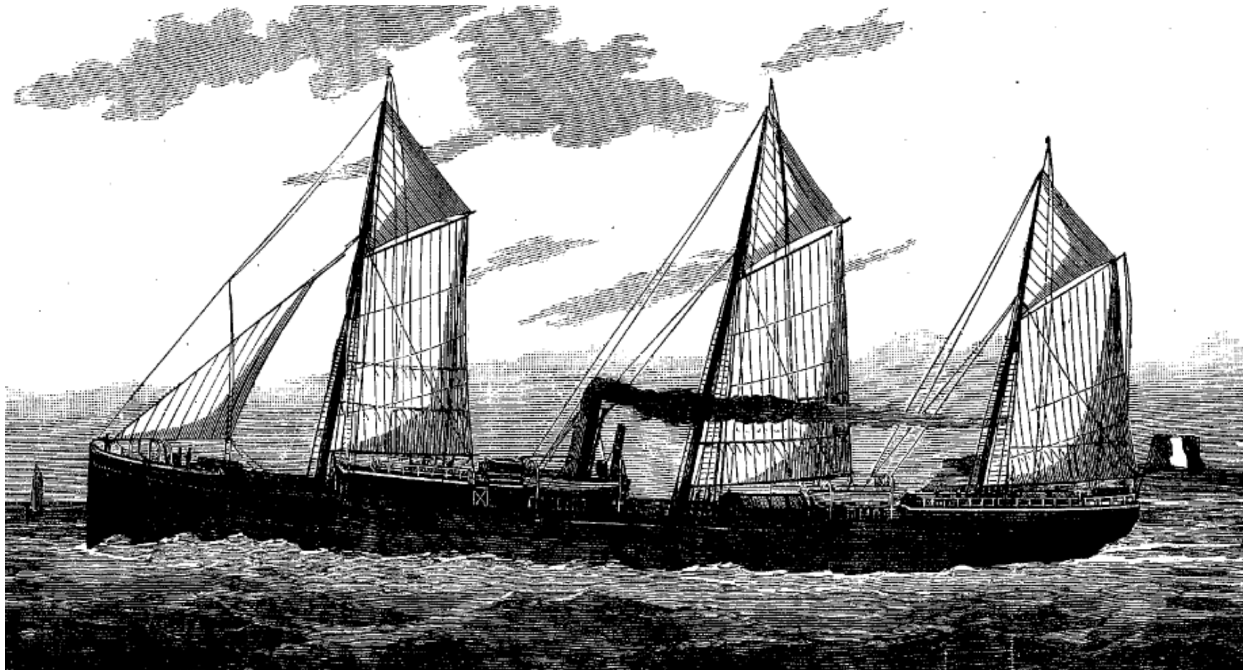


Figure 7 Le Frigorifique

Source Figuier

Le navire, d'un déplacement de 1200 tonnes, avait une longueur de 65 mètres une largeur de 8,4 m et son tirant d'eau était de quatre mètres. La machine principale de 300 chevaux³⁵ est assurés une vitesse de onze nœuds. La chambre des machines frigorifiques était équipé d'une installation comportant trois compresseurs à éther méthylique d'une puissance unitaire de 20000 fg/h. Les machines furent construites dans les ateliers de Charles Tellier, à Auteuil. Le frigorifique ne fit qu'un seul voyage et après avoir figuré à l'exposition de 1878 fut vendu.

Encouragé par l'expérience techniquement³⁶ réussie du frigorifique, un armateur marseillais, Jullien, fit équiper en 1877 le vapeur « Paraguay » de 1100 tonnes par trois machines frigorifiques à absorption à ammoniac, du type breveté par Ferdinand carré³⁷. La traversée eut lieu entre l'Argentine et le Havre avec 80 tonnes de viande congelée à bord, conservée à une température de -15 degrés Celsius.

Les compresseurs à éther méthylique et à éther éthyliques, furent rapidement jugés inaptes pour être utilisé à bord des navires, en raison de leur danger d'explosion, et furent

³⁵ Figuier, Louis. « Les conserves alimentaires » Les merveilles de l'industrie ou Description des principales industries modernes tome 3 page 810

³⁶ Compte rendu académie des sciences du 4 décembre 1876

³⁷ une installation avait été installée par F Carré dans une brasserie à Marseille en 1859 . Les machines ayant été construites par Mignon et Rouart.

rapidement détrônés d'abord par les machines à compression à air (1880-1900) puis par les compresseurs à NH₃ et CO₂. La première véritable machine marine fut inventée par Giffard, à Grenelle, dans une usine dans laquelle il faisait des études sur la conservation de la viande par le froid. Le froid est obtenu par la détente de l'air comprimé pour en comprimant leur a trop quatre bars et en ramenant cet air à la température ordinaire dans des cubes entourés d'eau, est finalement en le détendant brusquement on obtenait un refroidissement pouvant atteindre 60°C. Ce furent les Anglais qui utilisèrent les premiers les résultats obtenus par Giffard, en particulier adaptant ce procédé au transport de viande de moutons entre l'Australie et la Nouvelle-Zélande et l'Angleterre

Conclusion

Au début du XX^e siècle, le froid était bien établi au niveau industriel, mais les systèmes à compression de vapeur n'avaient pas encore été développés pour le froid domestique. Les particuliers utilisaient un garde-manger frais et parfois une glacière.

Le froid industriel était toujours dominé par l'ammoniac, car l'air et le dioxyde de carbone étaient de moins en moins utilisés en raison de leur faible efficacité. Les applications commerciales et domestiques utilisaient l'ammoniac, le chlorure de méthyle, le dioxyde de soufre, le propane et l'isobutane. Chacun de ces frigorigènes présentait de sérieux inconvénients pour le froid domestique. Le chlorure de méthyle était de loin le plus dangereux mais l'ammoniac et le dioxyde de soufre, bien que statistiquement moins dangereux, étaient mal acceptés parce qu'une fuite en pleine nuit obligeait toute la famille à s'enfuir dehors.

A partir de la seconde moitié du XIX^e siècle, la transformation des forces productives et des structures sociales allait marquer une rupture dans le style de développement de nos sociétés occidentales. L'accroissement de la population mondiale et l'essor des villes, l'invention du chemin de fer et les progrès décisifs accomplis en matière de transport des hommes et des marchandises : plus généralement ce grand mouvement de "relève de l'homme par la machine" que l'on voit se dessiner au XVIII^e siècle et s'accélérer à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle, devaient modifier en profondeur l'art de vivre et de se nourrir des familles.

Le bond en avant qu'a connu l'industrie des pêches est une des manifestations de cette mutation. En dépit de l'incertitude qui pèse sur les statistiques, on s'accorde à penser que l'ensemble des productions halieutiques et aquacoles, qui ne dépassait pas quelques centaines de milliers de tonnes au milieu du XVIII^e siècle, augmenta ensuite

sensiblement pour franchir le seuil des 5 millions à la veille du premier conflit mondial. Le développement du froid est la pierre angulaire du système qui permettra la progression qui se poursuivra dans les années vingt et trente pour s'élever à près de 20 millions de tonnes en 1940³⁸.

³⁸ Chaussade J. *La Mer Nourricière ,enjeu du XXI siècle 1994* page 33