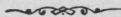


CONFÉRENCE
SUR L'EMPLOI DE LA GLACE A BORD DES BATEAUX DE PÊCHE
ET POUR LE COMMERCE DU POISSON

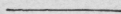
FAITE
A LA STATION DE RECHERCHES MARITIMES D'OSTENDE
EN 1904

23845

PAR **J. Huwart.**



LE FROID COMME MOYEN DE CONSERVATION
DES PRODUITS ALIMENTAIRES.
LA GLACE.



On sait que les procédés de conservation des substances alimentaires les plus employés sont : la dessiccation à basse température favorisée par la pulvérisation et l'agitation ; la chaleur, le froid, l'action du sel marin et des antiseptiques.

La plupart de ces procédés ont le fâcheux effet de faire perdre aux conserves plus ou moins leurs propriétés organoleptiques, et même de leur faire subir des altérations plus graves. La réfrigération échappe à ces reproches.

Le froid exerce une *action physiologique* spéciale sur les organismes inférieurs. L'expérience démontre que les températures modérément élevées leur sont beaucoup plus fatales que les températures excessivement basses. Les microbes, qui seraient tués à des températures variables entre $+60$, $+95$ ou $+100$, $+110^{\circ}$ en quelques minutes, peuvent résister à des froids de -20° , -50° , -182° , -190° et même -250° . Une persistance analogue de

la vie a été constatée chez les *graines* même aux plus basses températures. Des échantillons commerciaux d'orge, de pois, de moutarde congelés pendant plus d'une centaine d'heures dans l'air liquide (-190°) et dans l'hydrogène liquide ont encore germé très bien ensuite dans la terre, à la température normale.

Les microorganismes peuvent encore, sans être altérés dans leur action vitale, subir simultanément la congélation et la trituration. Le bacille du typhus congelé à -190° et trituré à la même température forme une masse dure et friable, dont le plasma cellulaire conserve les propriétés de l'être cellulaire intact. Ce serait, d'après Maxfoxden, un troisième état d'être, intermédiaire entre la vie et la mort.

Ces considérations nous amènent à dire que le froid est incapable de tuer les germes de décomposition, mais il arrête seulement leur développement.

Le froid présente plusieurs avantages comme agent conservateur : il permet d'exclure l'usage des matières conservatrices dangereuses, il n'altère pas le goût des substances, il n'enlève aux produits que très peu du suc aromatique ou nutritif, il garde intact l'aspect et la fraîcheur, il est souvent moins coûteux que les autres agents de conservation ; enfin, dit M. de Loverdo, le froid est un procédé de conservation supérieur à tous les autres, par cela même qu'il se rapproche des conditions de la nature tout en les perfectionnant.

Il faut avouer que ces avantages ne se réalisent pas dans tous les cas de la même façon. Cela dépend du mode d'application du froid : il faut distinguer le froid humide (glace) et le froid sec (air refroidi). Le froid humide convient seulement au poisson. Encore la conservation par ce moyen n'est-elle que temporaire ; la glace ne retarde pas longtemps la décomposition et elle n'empêche pas la chair de devenir flasque et molle.

L'air refroidi et relativement sec conserve le poisson beaucoup plus longtemps que la glace.

Actuellement en Belgique, l'emploi de la glace sur les bateaux de pêche est général. On peut dire que c'est la durée de

conservation du poisson dans ce milieu réfrigérant qui limite le rayon d'action dans lequel nos chaloupes de pêche peuvent évoluer. La question présente donc une importance capitale. D'autre part, la quantité de glace embarquée occasionne des frais toujours élevés. Notre but est donc d'indiquer les règles à suivre dans la construction des glaciers à terre et à bord, de façon à réduire les déperditions de glace, et de faire connaître les progrès réalisés dans le même ordre d'idée par les compagnies de chemin de fer étrangères.

Avant d'aborder ces différents points, il est utile de rappeler quelques notions relatives aux propriétés de la glace, dont nous verrons des applications plus loin.

La glace qui par suite d'échauffement se retransforme en liquide est dite « glace fondante » et la température de la masse est alors de 0° centigrade. Le passage de l'état solide à l'état liquide exige l'absorption d'une quantité de chaleur considérable; en effet 1 Kgr. de glace à 0° exige pour sa fusion 76,4 fois autant de chaleur que 1 Kgr. d'eau n'en a besoin pour élever sa température de 1°.

L'eau ordinaire contient de l'*air en dissolution*. Au moment de la congélation, cet air s'échappe d'autant plus vite et sous la forme de bulles d'autant plus volumineuses, que le refroidissement est plus rapide et plus intense. Ce sont ces bulles d'air emprisonnées dans la glace qui rendent celle-ci plus ou moins opaque, laiteuse ou opalescente.

La température à laquelle l'eau chimiquement pure se présente sous le plus petit volume est au voisinage de + 4°. En s'écartant de cette température, elle *se dilate*; par exemple, en se congelant, elle augmente du dixième du volume qu'elle avait à 0° (10 volumes d'eau à 0° = 11 volumes de glace.)

Par suite de ce phénomène, le *poids spécifique* de la glace ordinaire est inférieur à celui de l'eau; il varie entre 0,918 et 0,95; la moyenne est 0,926. Les bulles d'air emprisonnées font baisser le poids spécifique: la glace opaque a une densité de 0,85 seulement.

La *solidité* d'une pièce de glace est d'autant plus grande que celle-ci est plus dense et contient moins de bulles d'air. Cette propriété dépend de l'abaissement de température dont l'eau a été l'objet. Au Groenland et dans les autres pays du Nord, la glace est plus solide qu'en nos contrées.

La glace la plus solide *s'évapore*. L'évaporation est d'autant plus active que l'air est plus sec. Par un vent du Nord, on estime l'évaporation égale au $\frac{1}{5}$ du poids de la glace, par 24 heures.

L'eau chargée *de sels* se congèle à plus basse température que l'eau pure ; par exemple l'eau de mer ne se solidifie qu'à - 2°,5 environ.

La congélation *purifie* l'eau jusqu'à un certain point. Les solutions froides, dont on élimine la glace formée et flottant à la surface, sont plus concentrées. Cependant, il n'y a que les matières organiques et minérales solubles qui sont éliminées ; les autres subsistent dans la glace, notamment les matières organiques insolubles et les êtres organisés, par exemple les microbes. L'eau de mer, l'eau de source très calcaire donnent des blocs de glace beaucoup moins salés, ou moins calcaires. Nous savons que les microbes résistent aux plus grands froids. La congélation *prolongée* purifie pourtant la glace en faisant périr un certain nombre d'espèces vulgaires. Le bacille du choléra ne résiste que quelques jours ; mais les autres microbes pathogènes paraissent être très résistants à la gelée. Par conséquent, il est prudent de n'employer pour la consommation que de la glace artificielle fabriquée au moyen d'eau stérilisée ou distillée.

D'où provient la glace naturelle du commerce ?

Une très minime quantité est récoltée dans le pays. Nos contrées importent la glace provenant des lacs de Norwège. Les blocs de glace naturelle les plus beaux au point de vue de la transparence et les plus purs sous le rapport hygiénique viennent des fleuves aux eaux très pures du Canada dans l'État du Maine, ainsi que des grands lacs.

AVANTAGES

DE LA GLACE NATURELLE ET DE LA GLACE ARTIFICIELLE.

a. Comme produit *alimentaire*, la glace naturelle est à rejeter comme dangereuse ou nuisible. La glace artificielle peut être aussi dangereuse, si elle provient d'eau de rivière. La glace artificielle d'eau distillée ou stérilisée est la plus recommandable.

b. Comme *agent réfrigérant*, la glace de Norwège passe généralement pour être préférable à celle fabriquée ; on la dit plus solide, plus dure, plus longue à fondre que la glace artificielle. Par suite de son origine, cette glace est plus solide et plus dure. Elle possède aussi une densité plus élevée (0,92) que celle de la glace artificielle opaque (0,85 - 0,87). Toutes choses égales, la glace de plus faible densité fond plus rapidement que la glace ayant une densité plus élevée. La glace artificielle opaque doit par conséquent subir une fusion plus rapide que la glace de Norwège.

Mais on trouve dans le commerce diverses espèces de glace artificielle, caractérisées par une transparence variée. Par la distillation de l'eau et par son agitation dans les mouleaux, durant la congélation, on obtient une glace artificielle transparente. Celle-ci a la même densité que la glace naturelle de Norwège, et, si elle a été fabriquée à température suffisamment basse, elle possède aussi une grande solidité ; toutes deux sont pratiquement équivalentes.

∴

Nous avons procédé à plusieurs expériences comparatives, pour apprécier la valeur de la glace naturelle de Norwège et de la bonne glace artificielle, aux points de vue de leur rapidité à fondre, de leur pouvoir conservateur vis-à-vis du poisson et de leur pureté.

Nous avons opéré dans les conditions énumérées ci-dessous :

I. Expérience faite sur 515 Kgr. de glace naturelle de Norwège

et 515 Kgr. de glace artificielle de bonne qualité, cassées en gros morceaux.

II. Expérience faite sur 545 Kgr. de glace naturelle et 545 Kgr. de glace artificielle, concassées en petits morceaux.

II. Expérience exécutée sur 204 Kgr. de glace naturelle et 204 Kgr. de glace artificielle, concassées en petits morceaux.

IV. Essai de conservation de poissons frais dans l'une et l'autre sorte de glace.

V. Analyse sommaire des deux échantillons de glace.

Les deux sortes de glace ont été mises dans les mêmes conditions de température, d'hygrométrie et de ventilation, pour éviter toute cause d'erreur.

Les essais ont duré de 16 à 43 jours. Ajoutons qu'ils ont été faits en présence de praticiens très compétents.

Nous résumons nos observations dans les lignes qui suivent.

1. La glace artificielle en blocs a manifesté durant une première période de conservation (27 jours) une tendance à fondre moins vite, et durant une seconde période de conservation (9 jours suivants) une tendance à fondre plus vite que la glace naturelle.

2. La glace artificielle en petits fragments a manifesté une tendance à fondre moins vite que la glace de Norwège, durant une période de conservation de 43 jours et durant une autre période de 28 jours. Cette tendance s'est maintenue depuis le début jusqu'à la fin des expériences.

3. Nous n'avons pas constaté de différence appréciable entre les poissons conservés dans l'une et l'autre espèce de glace.

4. Les déterminations analytiques nous ont fourni les chiffres ci-dessous, pour divers échantillons de glace de Norwège et de glace artificielle. (*)

La glace artificielle provenait de l'usine V^{re} Louis Denayer et Cie, à Sas-Slykens (Ostende), laquelle ne soumet à la congélation que de l'eau distillée.

<i>Déterminations</i>		<i>Glace de Norwège</i>	<i>Glace Artificielle</i>
Densité moyenne		0,926	0,90 à 0,91
Résidu fixe	1	0,303	0,128
«	2	0,285	0,0904
		gramme par Kgr.	gramme par Kgr.
		»	»
		»	»
Cendres	1	0,218	0,0837
«	2	0,200	0,014
		»	»
		«	»

L'analyse sommaire a donc démontré que la glace artificielle avait une densité un peu inférieure à celle de la glace naturelle de Norwège, mais qu'elle renfermait notablement moins d'impuretés que cette dernière.

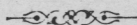
Nous ferons remarquer que la proportion plus élevée de matières étrangères dans la glace naturelle accentue la différence de densité.

D'autres échantillons de glace de Norwège et de glace artificielle, prélevés de divers côtés, nous ont par contre donné les résultats suivants :

<i>Echantillons de :</i>		<i>Résidu fixe</i>	<i>Cendres</i>
1.	glace de Norwège	0,077 p. 1000	0,039 p. 1000
2.	» »	0,062 »	0,027 »
3.	» artificielle	0,0807 »	0,034 »
4.	» »	0,130 »	0,074 »

Ces échantillons paraissent être aussi transparents les uns que les autres. Nos résultats indiquent que ceux de Norwège étaient même plus purs au point de vue de la composition chimique.

Nous nous proposons de continuer ces expériences de comparaison avec d'autres échantillons de diverses provenances et à différentes époques de l'année.



CONSERVATION DE LA GLACE.
PRINCIPES DE LA CONSTRUCTION DES GLACIÈRES A TERRE
ET SUR LES BATEAUX DE PÊCHE.

Pour assurer une bonne conservation de la glace, il faut réaliser toutes les conditions que nous allons examiner.

1. PARFAITE ISOLATION.

Il est très important d'avoir des parois aussi impénétrables que possible aux vibrations thermiques, pouvant donc empêcher la chaleur de pénétrer et le froid intérieur de rayonner.

On connaît actuellement un certain nombre de substances qui, sous un volume assez faible, protègent suffisamment les pièces froides jusqu'à réduire à 0,35 calorie la perte par rayonnement par mètre carré, par heure et par degré différentiel. (*) Par exemple, pour un mur de 100 m^2 situé entre une température extérieure de 20° et 0° à l'intérieur, la perte totale peut être réduite à $100 \times 0,35 \times 1 \text{ h} \times 20 = 700$ calories à l'heure.

Comme les diverses matières utilisées ont des conductibilités variables, il est intéressant de savoir comment s'opère la déperdition à travers les cloisons et de déterminer le pouvoir isolant de chaque élément. Un expérimentateur américain, M. Stoddart, s'est occupé de cette étude et M. de Loverdo a synthétisé ses essais par le diagramme ci-contre :

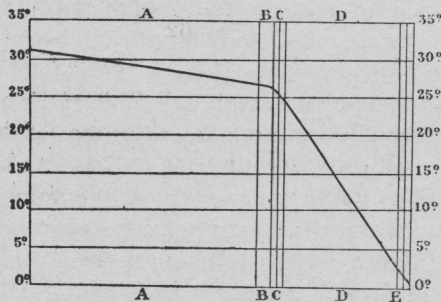


Figure 1.

(*) de Loverdo. Le froid artificiel et ses applications.

Il montre que la courbe de la température, à peine oblique dans l'épaisse cloison de briques et le matelas d'air, tombe brusquement dès qu'elle entre en contact avec les planches de bois, le papier P et B et la couche isolante.

Une *bonne matière isolante* doit satisfaire à quatre conditions : elle doit être 1) mauvaise conductrice de la chaleur, 2) incombustible ; 3) elle ne peut être sujette à la décomposition, 4) ni être capable d'engendrer de mauvaises odeurs.

C'est *l'air sec et calme* qui est le meilleur isolant, car il est le plus mauvais conducteur calorifique connu. Mais il est difficile de former une couche d'air très sec et tout à fait calme, car les matériaux de constructions ordinaires sont tous perméables, et nos murs ou nos planchers laissent filtrer l'air.

Il y a des substances qui ont la faculté de retenir l'air sec emprisonné dans leurs pores très petits et innombrables. C'est pour cela que l'on construit les parois des glaciers en maçonnerie faite au mortier de ciment et que l'on interpose une ou plusieurs cloisons intérieures renfermant des substances poreuses.

Nous croyons utile de mentionner ici certains matériaux particuliers, qui possèdent un pouvoir isolant supérieur à celui de la pierre, de la brique, du sable ou du ciment. Ils ont moins de solidité que ces derniers et servent surtout pour les cloisons intérieures et pour les voûtes ; ils peuvent aussi concourir à la construction des murs extérieurs, lorsque ceux-ci possèdent une armature en fer ou en bois. Nous mentionnerons :

1. Les briques poreuses appelées « poröse schwemmsteine » provenant de la Maison Heinrich Schneider à Neuwied a/R.

2. Les briques en pierre ponce isolantes (isolierbiemsteine) qui sont meilleures ; cependant elles ont encore le défaut d'absorber de l'humidité, d'être peu solides, et combustibles.

3. Les briques en pierre ponce isolantes et imperméables sont les meilleures ; leur poids spécifique est égal à 0,375 seulement. Tous ces matériaux proviennent de la fabrique Allemande Heinrich Schneider.

4. Des briques, des panneaux et des dalles en asphalte.

5. Des briques, panneaux et dalles en liège asphalté ou bituminé.

6. Des briques et des panneaux faits de liège associé avec de la chaux, de la terre d'infusoires (*) et autres matières peu conductrices de la chaleur : La firme Grunzweig und Hartmann, à Ludwigshafen a/Rhein, s'est fait une spécialité de ces matériaux isolants à base de liège. La société des liéges plastiques de Ravanne fournit des briques semblables n'ayant qu'une densité de 0,21.

7. Le bois en planches : il a un pouvoir isolant variable avec son état de siccité. Les planches absorbent vite l'humidité, si elles ne sont soigneusement peintes ou recouvertes de vernis-émail ou de ripolin.

Les matières isolantes proprement dites.

Celles-ci sont toujours indispensables à l'isolation de la glace et des chambres froides. En règle générale, les matières isolantes sont d'autant meilleures qu'elles sont plus poreuses et par suite moins denses. Citons les plus employées :

1. *La sciure de bois.* La sciure ne coûte pas cher ; elle doit être employée sèche, car en s'imprégnant d'eau elle perd son pouvoir isolant. Elle a précisément le désavantage d'absorber avidement l'humidité et même les odeurs, de se peletonner, d'être exposée à moisir et d'être combustible. Elle ne pourrait donc convenir que pour l'isolation des locaux froids et secs des frigorifères.

2. *Le charbon de bois.* Il est assez bon isolant, mais il se tasse, et est combustible.

3° *Le cartvale flake charcoal*, ou charbon de bois minéralisé, fabriqué à Paisley (Écosse). La minéralisation l'a rendu pratiquement incombustible. Un peu plus léger que le charbon de bois ordinaire, il lui est un peu supérieur comme isolant. Il n'absorbe pas l'humidité et est inodore ; mais il a les inconvénients de se tasser et d'absorber les odeurs étrangères.

4. *La terre d'infusoires.* Appelée aussi terre fossile, kieselguhr, elle provient des débris de coquillages marins ensevelis dans la

(*) Briques aussi très résistantes aux hautes températures, comme la „Diatomit“.

terre durant les temps géologiques. Ces matières sont poreuses et, réduites en poudre, elles constituent une masse terreuse, légère, incombustible, qui se tasse un peu.

5. *La Tourbe* : en tas comprimés ou en poudre.(1) Elle constitue une bonne matière isolante, peu coûteuse, mais par contre elle est combustible, absorbe l'humidité, les gaz et les odeurs, et elle peut se tasser.

Des constructeurs se trouvent bien du mélange de sciure de bois, tourbe et terre d'infusoires.

6. *Le liège*. Celui-ci est un bon isolant grâce aux innombrables pores microscopiques dont il est criblé.

a. Le liège granulé pèse environ 80 - 85 Kgr. le mètre cube. Il ne se tasse absolument pas. Son prix est de 13 à 15 fr. le mètre cube.

b. Le liège aggloméré par des matières inertes en vue de lui donner plus de solidité constitue les briques et les panneaux de liège, dont nous avons parlé. L'agglomérant à base d'acide borique rend ces matériaux imputrescibles et défavorables au développement des moisissures à leur surface. Les panneaux à rainures sont très commodes pour les plafonds et peuvent se juxtaposer sans mortier.

c. On utilise aussi le liège plastique, de même que le liège aggloméré en coquilles, pour isoler les tuyaux de vapeur ou les conduites d'eau froide ou de liquide incongélable.

7. *La mousse* constitue un bon isolant, quand elle est bien sèche et en masse comprimée. Elle présente les inconvénients d'être une matière assez difficile à trouver dans le commerce et d'être combustible. (2)

8. *La laine minérale* en fibres très ténues. Vendue sous les noms de laine des laitiers, coton silicaté, coton minéral (slagwool), elle provient des scories des hauts-fourneaux. Elle se compose de silice, chaux, alumine, oxyde de fer, magnésie, potasse, soude

(1) Bayerisches Torfstreu und Müllewerk Haspelmoor.

(2) En Islande et en Norvège, les habitants garnissent leurs habitations d'une paroi isolante faite de mousse tassée.

etc ; c'est à peu près du verre en neige. Elle se présente sous l'aspect de fibrilles très ténues qui s'enchevêtrent presque à l'infini ; ces fibres sont flexibles, mais pas élastiques.

Il est à remarquer que l'extrême subdivision d'une matière en modifie entièrement les qualités physiques : par exemple le fer pulvérisé est un bon isolant, alors qu'il est bon conducteur du calorique en barre ou en plaque. Ce phénomène résulte de ce que la pulvérisation permet d'emprisonner une infinité de bulles d'air. Plus grande est la pulvérisation, meilleure sera donc le résultat au point de vue de l'isolation. C'est donc la laine minérale en fibrilles très nombreuses et ténues qui est la meilleure. M. Mac Neill, de Londres, (1) la livre comme spécialité aux constructeurs des transports de la flotte frigorifique anglaise et américaine.

Ce serait le meilleur isolant du calorique et du son ; elle est incombustible, imputrescible, indestructible. On reproche aux laines minérales non purifiées de dégager certaines vapeurs au contact de l'humidité.

La laine minérale de Mac Neill a un poids spécifique de 0,175 à peine. Il faut la garder à l'abri de l'humidité, et, avant l'emploi, la gonfler en la secouant, pour qu'elle emprisonne beaucoup d'air ; on la pose entre les parois en la tassant très légèrement. Son prix est de 16 fr. les 100 Kgr.

9. *Le papier imperméable P et B.* Ce papier spécial imperméable à l'eau et à l'air, inodore, très résistant aux acides et aux gaz délétères, a sa place toute indiquée dans l'aménagement des cloisons, où il doit assurer à la matière isolante une enveloppe tout à fait imperméable. Il se place entre un double plancher, ou bien il recouvre la face intérieure des doubles panneaux contenant la substance isolante. Les morceaux se collent bout à bout avec une colle spéciale, la « rubérine. » (2)

(1) Lamb's Buildings, Bunhill Row, London.

(2) On en trouve à Paris, 20, rue St. Georges, et à Bruxelles, 20, Avenue du Boulevard.

Les matériaux que nous venons de passer en revue peuvent se classer, au point de vue de leur qualité isolante, dans l'ordre suivant :

A. Matériaux ordinaires de construction.

1. Le sable sec.
2. Le bois.
3. La brique.
4. Les pierres, grès et calcaires.

B. Les Isolants proprements dits.

Classification établie par M.M. Colman et Lorenz, deux spécialistes des questions relatives à l'industrie frigorifique :

1. La laine minérale.
2. Le charcoal.
5. La poudre de liège.
4. Le coton.
5. La laine de mouton.
6. La terre d'infusoires.
7. Le charbon de bois en poudre.
8. Le liège en morceaux.
9. Le coke pulvérisé.
10. La sciure de bois.
11. La cendre de bois.
12. La pierre ponce.

Nous avons exécuté, à la Station de Recherches Maritimes d'Ostende, un grand nombre d'essais comparatifs sur la qualité des principaux isolants. Nous avons cru leur donner plus de valeur en opérant sur des quantités assez considérables; le volume occupé était de 10 décimètres cubes. La moyenne des résultats acquis nous permet de faire la classification suivante.

1. La laine minérale avec enveloppe de papier P et B.
2. Le liège granulé.
3. La mousse sèche et tassée.
4. Le « cartvale flake charcoal. »

5. La sciure de bois de chêne sèche.

6. La terre d'infusoires.

Il est rare que divers expérimentateurs arrivent à des classifications concordantes. La discordance provient de ce qu'on ne tient pas assez compte du degré de subdivision ou de pulvérisation et du degré d'humidité des matériaux. Sous ce rapport, nous avons préalablement séché à l'air puis à la température de 30° pendant la même période et simultanément les échantillons que nous voulions examiner. Nous nous sommes placés ainsi dans les conditions qu'il faut réaliser en pratique pour obtenir les meilleurs résultats.

Nous pouvons donc recommander la laine minérale Mac Neill, protégée par une enveloppe imperméable de papier P et B, comme le meilleur isolant connu dans l'industrie.

La construction des parois d'une glacière requiert les divers matériaux, que nous avons énumérés, disposés dans un ordre déterminé. Les glacières construites sur le sol comprennent un mur extérieur épais, un matelas d'air, et la paroi isolante proprement dite; celle-ci comprend deux double planchers verticaux avec interposition de la matière isolante. Le papier P et B s'adapte entre les deux épaisseurs de planches de chaque panneau.

A bord des chaloupes et des chalutiers, où il faut réduire la place au minimum, on se contente de construire une cloison isolante bien étanche, séparée de la coque du bateau par un matelas d'air. La laine minérale et le liège plastique ou granulé sont les isolants à préférer, car, ils ne se tassent pas, malgré les mouvements du bateau.

Les portes doivent également être à paroi double, remplie d'une couche isolante. Il est nécessaire qu'elles ferment hermétiquement, qu'elles soient faciles à ouvrir et à fermer malgré la dilatation du bois humide. Les joints latéraux sont en feutre, en flanelle, en étoffe, ou en tube de caoutchouc plein; ce dernier système permet d'ouvrir très aisément les portes les plus lourdes.

Les ouvertures bouchées par un certain nombre de planches superposées dans des coulisses présentent toujours des vides et

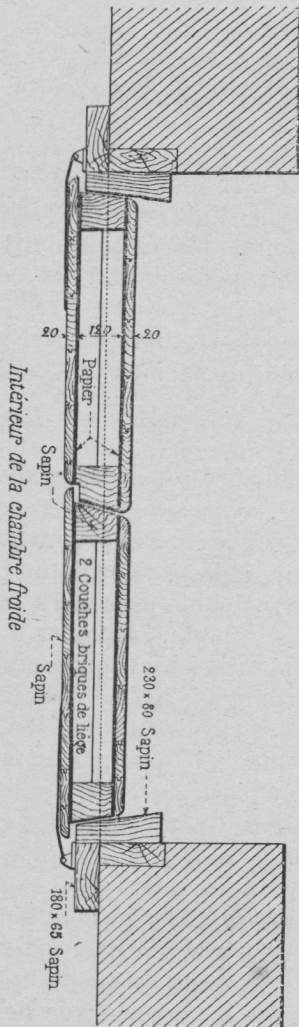


Figure 2. Vue en plan d'une porte, système américain.

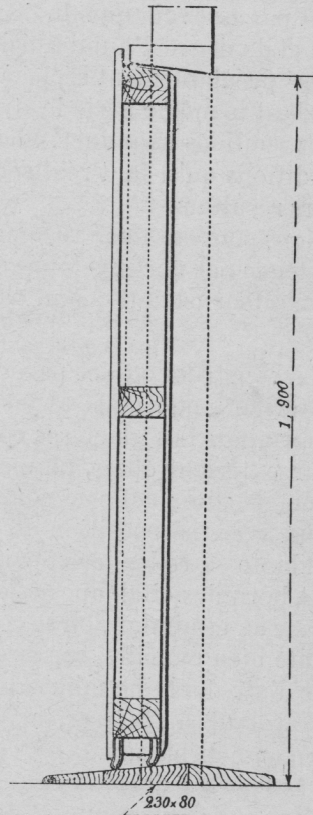


Figure 3. Coupe longitudinale de la porte ci-contre.

n'ont généralement qu'une épaisseur insuffisante.

Le trou d'introduction de la glace doit pouvoir se fermer hermétiquement.

Les fenêtres doivent être hermétiquement closes par plusieurs épaisseurs de verre à vitre laissant entre elles des espaces vides. Il est bon d'obstruer la lumière, quand celle-ci n'est pas nécessaire.

Pour les espaces réduits, les ampoules de verre système Falconnier, très solides, sont suffisantes.

2. ELOIGNEMENT DES EAUX DU DEHORS.

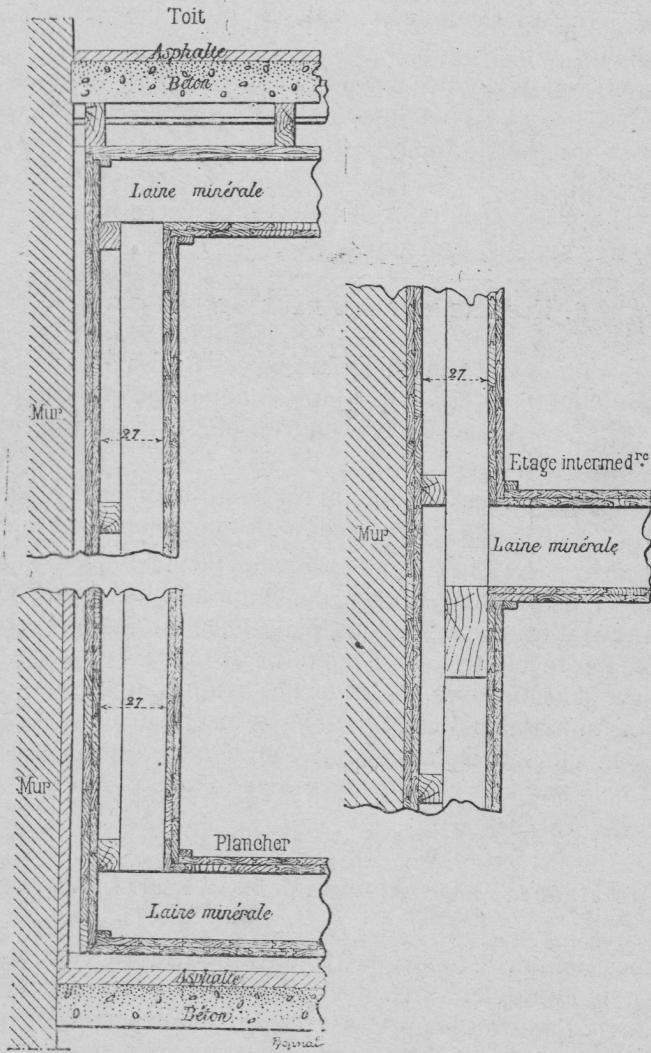
L'eau est un grand ennemi de la glace, car elle a une chaleur spécifique double et elle est bonne conductrice du calorique. Toutes les précautions sont à prendre pour éviter l'infiltration d'eau par le parquet.

Si l'emplacement est humide, il est bon d'avoir une fondation bien imperméable, dans le genre de celle que nous allons décrire.

Sur le sol reposera une couche de béton de mâchefer, de 0,20 m. au moins ; ensuite une couche de béton à chaux hydraulique additionnée d'un peu de ciment, ayant 0,20 m. au moins ; enfin une couche de ciment ou d'asphalte assurera l'étanchéité du béton. On peut disposer là-dessus des briques de liège, ou bien ménager un matelas d'air. Finalement on construit sur ces fondations la cloison isolante, dont l'étanchéité sera assurée de chaque côté par une couche de ciment ou d'asphalte (figures 4, 5, 6.)

3. ELIMINATION DES EAUX PROVENANT DE LA FUSION DE LA GLACE.

Il faut éliminer les eaux de fusion d'une façon continue. Le parquet de la glacière sera donc disposé en pente douce, avec un égoût à l'endroit le plus bas. Une bonne disposition est celle à quatre pentes dirigées vers le centre, où se trouve l'ouverture de l'égoût. Cette dernière doit toujours retenir un peu d'eau, pour



Figures 4, 5, 6.

empêcher l'air extérieur chaud de refluer jusqu'à la glacière. On arrive aisément à ce résultat en donnant au canal ou tuyau d'écoulement la forme d'un tube-siphon. Le dessin ci-dessous en montre un modèle.

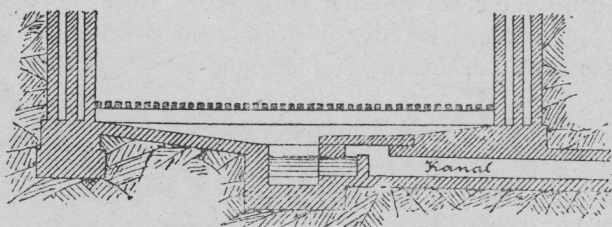


Figure 7.

L'endroit où l'ouverture de ce tuyau aboutit au dehors doit être suffisamment abrité du soleil.

Si les blocs de glace reposaient sur le parquet même, il est facile de comprendre qu'ils entraveraient gravement l'écoulement de l'eau de fusion. On construit donc sur le parquet imperméable un plancher à claires voies, très solide, démontable, en disposant de distance en distance des madriers, sur lesquels s'adaptent des poutrelles assez rapprochées. On peut en outre y étaler des ramilles, pour éviter le passage de tous morceaux de glace à travers ce plancher perméable.

4. ELIMINATION DE L'EAU PRÉCIPITÉE SUR LES PAROIS.

Le plafond de la glacière, soutenu par des poutrelles en fer en double T, supportera de petites rigoles faites en zinc ou en tôle et attachées aux impostes de la voûte. Elles servent à recueillir les gouttelettes d'eau condensées et à les couduire à une nochière collectrice, qui les déverse dans l'égoût souterrain.

Il existe un dispositif particulier, appelé système Brainard, qui a pour but de débarrasser l'air intérieur de son excès d'humidité,

sans avoir recours à la ventilation, grâce à la présence d'une tôle ondulée en forme d'angles à arêtes vives, située sous le plafond. Les angles inférieurs sont munis de petites rigoles, qui reçoivent l'eau de condensation et, grâce à une légère inclinaison de tout le système, la déversent dans la nochière collectrice. On comprend que cette tôle par suite de sa forme en zig-zag, présente une surface de condensation considérable, et qu'elle débarrasse continuellement l'air de son excès d'humidité.

5. VENTILATION OU AÉRATION.

Si l'air extérieur est plus chaud, cette opération est toujours nuisible à la conservation de la glace. Cependant une ventilation périodique est nécessaire, pour maintenir la propreté dans la glacière et y dessécher l'air rapidement saturé d'humidité.

Les orifices de ventilation doivent être autant que possible situés au Nord, et munis de clapets. Les glacières établies au-dessus du sol s'aèrent tout simplement en ouvrant modérément portes et fenêtres.

Mais les dépôts de glace souterrains ou situés à bord des navires demandent à être aérés avec quelques précautions. Nous croyons utile de rappeler à ce propos les principes suivants : l'air froid est plus lourd que l'air chaud ; à égalité de température, l'air humide est plus léger que l'air sec, mais l'air chargé de vapeurs vésiculaires (brouillards, brumes) est plus lourd ; l'air refroidi se contracte, et l'air échauffé se dilate ; enfin l'air absorbe et peut contenir d'autant plus de vapeurs d'eau qu'il est plus chaud. Par suite de ces phénomènes, il existe parfois en été de telles différences de température et d'hygrométrie entre l'air de la glacière et l'atmosphère ambiante, que des brassages intimes se produisent par les moindres ouvertures. En temps de brumes, l'air pesant a aussi une tendance à se précipiter directement dans la glacière par tous les orifices. Ces cas se présentent fréquemment pour les navires chargés de glace et se trouvant en pleine mer, par des journées calmes, chaudes ou brumeuses.

Partant de ces principes on peut distinguer l'aération directe et l'aération renversée.

L'aération directe consiste à admettre l'air froid par le bas de la glacière et éliminer l'air intérieur par la cheminée partant du plafond. Elle se pratique dans le but de refroidir la glacière, c'est-à-dire en hiver par temps de gelée.

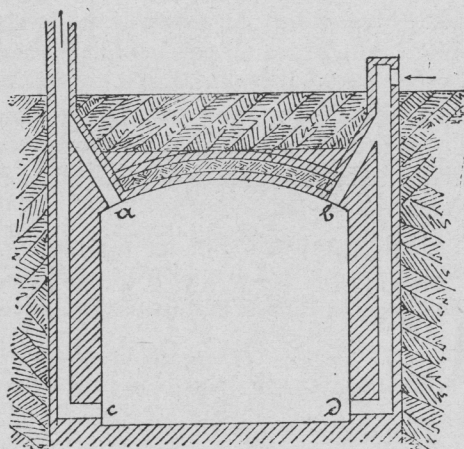


Figure 8.

L'aération renversée se fait en admettant l'air plus chaud et relativement sec de l'extérieur par le haut, lequel chasse l'air humide et froid par la cheminée qui part du fond de la glacière. Cela aura lieu en été, quand il fait frais.

Pendant l'été si l'air est trop humide, il doit être desséché avant d'entrer dans la glacière, en traversant des blocs de chaux vive.

Pour favoriser le tirage on peut placer une lampe allumée dans la cheminée de sortie. Notre croquis, figure 8, représente une glacière munie de deux cheminées qui sont chacune en rapport avec l'intérieur par deux orifices, l'un inférieur et l'autre

supérieur. Ceux-ci sont munis de clapets réglables, par le jeu desquels on peut exécuter à volonté l'aération directe ou renversée.

En été, on aère la nuit et rarement, mais vite et complètement.

En hiver, on ventile quand il gèle au dehors. L'emploi d'un psychromètre dans une glacière est très recommandable.

Remarquons que l'aération ne purifie pas l'air d'une manière complète. Si la glacière est parsemée de moisissures, ou si elle contient outre la glace des substances alimentaires, poissons, viandes, etc, pour une conservation à long terme, il est bon de la désinfecter comme suit : deux fois par semaine, le soir, on brûle dans le local des mèches de soufre exemptes d'arsenic. Le soufre purifié ne communique pas de mauvais goût aux produits à conserver.

Dès que la glacière est vide, on la nettoie, on l'aère et fait sécher toutes les parois. Il faut contrôler aussi l'étanchéité des parois en planches contenant la matière isolante.

6. EMMAGASINAGE DES BLOCS DE GLACE.

Les blocs de glace doivent se toucher sans former des espaces libres accessibles à l'air, car cet air entrerait facilement en circulation, se chargerait d'humidité et de calorique et provoquerait la fusion de la glace.

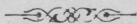
On comble les vides, au fur et à mesure qu'on emmagasine les blocs, au moyen d'un mélange de sel et de glace pilée très finement et l'on tasse : toute la masse ne tarde pas à se congeler. Rappelons en effet ici que 33 parties de sel et 100 de neige produisent un abaissement de température égal à 25°. S'il gèle, il est bon d'arroser le tas avec un peu d'eau, et d'ouvrir toutes les portes : la congélation le transforme en un seul bloc impénétrable à l'air et de plus longue conservation.

La surface supérieure du tas de glace doit être soigneusement couverte de paillassons bien secs, faits en paille, en chanvre, en

fibre de bananier. On renouvelle cette couverture lorsqu'elle est entièrement imbibée d'eau. Ce manteau, fait en corps mauvais conducteur du calorique, empêche le tas de glace d'être léché par l'air en circulation dans la glacière.

∴

Actuellement on ne construit presque plus de glacières souterraines. En effet celles qui sont situées au-dessus du niveau du sol coûtent moins cher, et il est plus aisé de donner plus d'épaisseur aux parois isolantes et au matelas d'air. La couche de matière isolante doit avoir au moins 0,50 m. d'épaisseur, quand il s'agit de glacières terrestres de petites dimensions. Les murs extérieurs seront enduits à la couleur blanche, pour refléter en grande partie les rayons calorifiques.



LE FROID PRODUIT PAR LA GLACE

APPLIQUÉ AUX TRANSPORTS.

Comme le poisson tolère le froid humide, on a l'habitude de le couvrir de glace concassée ou pilée à bord des bateaux ou en chemin de fer. Ce procédé est susceptible d'améliorations.

Il faut d'abord avoir soin de favoriser l'écoulement des eaux de fusion à travers le parquet des cales à poissons. En effet, la glace au contact du poisson humide fond avec rapidité et l'eau de fusion se charge des suc nutritifs du poisson et de tout ce qui constitue son enveloppe mucilagineuse protectrice extérieure, au point de répandre en peu de temps une odeur infecte; c'est un excellent bouillon de culture microbienne !

Il faut en outre employer la glace pilée ou concassée le plus finement possible. Si les morceaux sont gros, leurs arêtes vives déchirent l'extérieur du poisson.

On doit disposer la glace sur le poisson de manière à laisser dans le tas le moins de vides possibles. Un emballage compact empêche la circulation de l'air à l'intérieur, et a pour résultat une moindre fusion de la glace et un delavage moins copieux du produit de la pêche.

Enfin l'emballage tout entier doit être préservé du contact de l'air chaud extérieur. Les cales à poissons seront donc pourvues d'une bonne cloison isolante et fermées hermétiquement.

Les wagons destinés au transport du poisson emballé dans la glace devraient être aussi isolés de toutes parts. Nous reviendrons plus loin sur cette condition.

Actuellement, les paniers de glace et de poisson sont entassés les uns sur les autres dans des wagons plus ou moins bien isolés. A la partie inférieure, les poissons sont comprimés; de plus ces colis reçoivent les eaux de fusion des colis superposés. Les premières améliorations devraient porter sur ces deux points. Les paniers pourraient être logés dans des cases de diverses grandeurs; celles-ci auraient un fond imperméable, légèrement incliné vers un orifice collecteur d'écoulement pour les eaux de fusion.

La mise en circulation des wagons réfrigérants serait une nouvelle amélioration. Elle aurait pour résultat de réduire à un minimum la quantité de glace mise en contact du poisson, et par conséquent de diminuer le détrempage de la marchandise. Cependant la température exigée pour la bonne conservation du poisson étant voisine de 0°, nous doutons qu'on puisse remplacer complètement l'effet direct de la glace par une circulation d'air refroidi au contact d'une provision de glace tenue à distance des colis. (*)

Nous allons exposer en peu de mots les essais plus ou moins fructueux faits par les compagnies de chemin de fer étrangères pour améliorer les conditions de transport des produits qui réclament les basses températures.

(*) On tend de nos jours à conserver le poisson par le froid produit par les machines frigorifiques. C'est tout une organisation nouvelle, qui a fait l'objet d'une autre conférence à la Station de Recherches Maritimes.

Les wagons réfrigérants sont actuellement employés surtout sur les territoires russe et américain. Ils affectent des dispositions variées, que nous allons décrire sommairement.

LES WAGONS-GLACIÈRES.

Nous mentionnerons le résultat obtenu par une compagnie de chemin de fer en Irlande: les wagons-glacières sont maintenus à une température intérieure de $+4$, $+5^{\circ}$, pendant 12 heures, ce qui revient à 1,25 fr. par jour et par wagon.

En France, pour les transports de ce genre on paye tarif de grande vitesse majoré de 10 %. Toutes les compagnies ont maintenant une tendance à mettre gratuitement les wagons réfrigérants à la disposition des armateurs ou des producteurs.

Les wagons-glacières ont des parois doubles ou triples, avec une couche de matière isolante. Une condition indispensable pour celle-ci est qu'elle ne peut pas se tasser par suite des trépidations; le liège plastique et la laine minérale paraissent les mieux désignés.

Les divers systèmes diffèrent par la disposition des récipients à glace, ou par le mode de ventilation.

Les wagons entièrement fermés à circulation d'air intérieure sont les plus répandus, car ils sont économiques, fonctionnent sûrement, possèdent une température intérieure égale en tous les points, et ils évitent la souillure des colis par les poussières de l'extérieur. La glace s'y trouve emmagasinée dans des bacs en zinc, au plafond, ou préférablement sur les côtés du wagon.

Les wagons de la *Wickes Refrigerator car Co* de Chicago, possèdent deux bacs à glace à chaque bout. Ces réservoirs ont des parois à treillis de bandes de fer galvanisées; l'air y arrive par le haut, traverse les tas de glace et sort par le bas, pour rentrer dans le wagon; il circule donc par suite d'une différence de densité.

Citons ensuite les wagons glacières *Eastman*, caractérisés

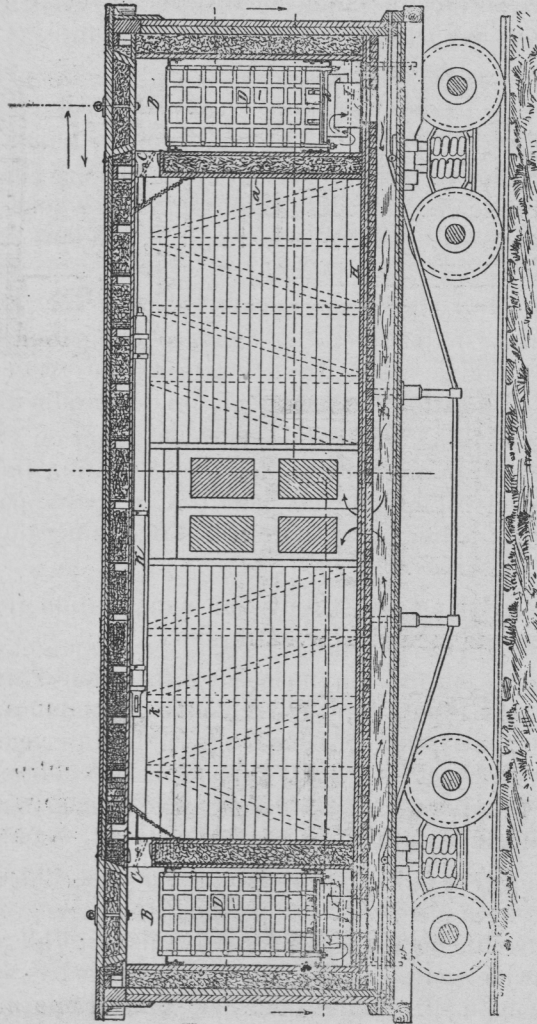
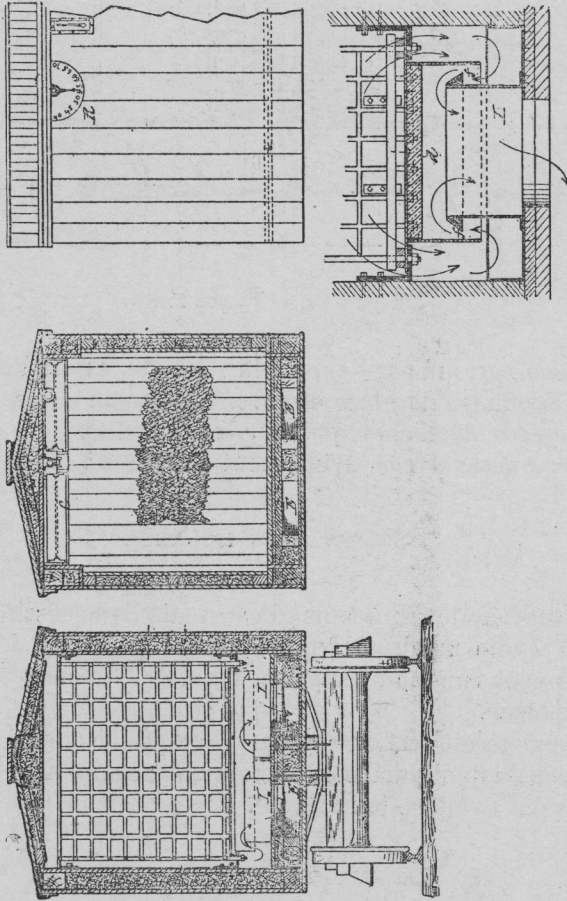


Figure 9.— Wagon *Eastman*. Coupe longitudinale.

par leur excellente isolation et par le fonctionnement d'un thermostat, qui permet de régler la température désirée.



Figures 10, 11, 12, 13. — Wagon Eastman. Coupes Transversales.

Les wagons *Davis* donnent aussi d'excellents résultats.

On trouve également en circulation les wagons *Trapp*, de Strassbourg, qui possèdent les bacs de glace au milieu du wagon.

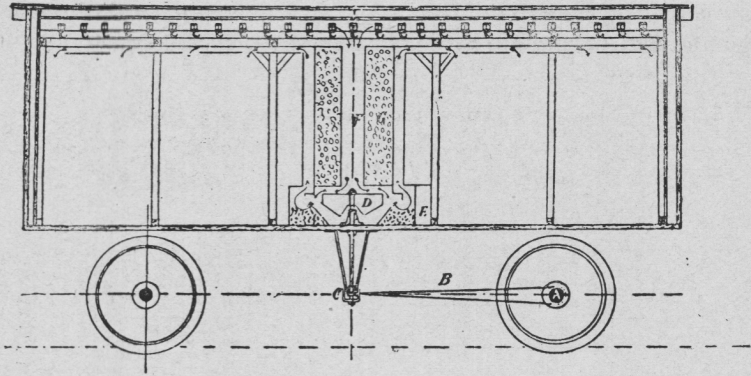


Figure 14. — Wagon *Trapp*,

Un ventilateur, mû par l'essieu du véhicule, aspire l'air échauffé au travers du tas de glace et le refoule sur du chlorure de calcium, pour le dessécher, puis sur les produits.

Les wagons avec renouvellement d'air sont moins employés.

LES WAGONS ISOLANTS.

Ceux-ci fonctionnent sans glace, mais ils nécessitent l'intervention d'une machine frigorifique au point de départ, pour réfrigérer ou congeler les poissons, viandes, fruits ou légumes à transporter.

On ne pourrait pas compter sur l'emploi économique de l'air liquide ou de l'anhydride carbonique liquéfié, pour réfrigérer les wagons par évaporation directe.

LES WAGONS FRIGORIFIQUES.

Ce système suppose la production du froid en cours de route, à l'aide d'une machine frigorifique à ammoniaque ou à gaz carbonique, qui prend son mouvement sur l'essieu du wagon. De nom-

breux essais ont été faits, mais ils n'ont pas encore donné de résultats satisfaisants.

On a créé avec succès des trains frigorifiques complets, possédant une machine à froid unique. Un train semblable est affecté au transport du beurre de Sibérie et du poisson congelé entre Kamyschin et Varsovie.

CONCLUSIONS.

1. La glace naturelle et la glace artificielle transparente paraissent indifféremment convenir à la bonne conservation du poisson, pour un temps limité.

2. On retarde la fusion de la glace en magasin, en la préservant de la température extérieure, grâce à de bonnes parois isolantes, en la débarrassant au fur et à mesure des eaux de fusion et de condensation, par conséquent en s'efforçant de tenir le tas de glace toujours sec ; enfin en l'emmagasinant en blocs compacts, impénétrables à l'air.

3. Les matières isolantes sont d'autant meilleures qu'elles sont plus sèches et criblées de pores plus nombreux, capables d'immobiliser de grandes quantités d'air.

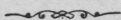
4. A notre avis, on doit accorder la préférence, au point de vue de l'isolation, à la laine minérale en fibres très ténues.

5. Dans la construction des parois des glaciers et des cales à poissons, il est essentiel de rendre complètement étanche la double cloison réservée à la matière isolante.

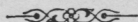
6. On évitera autant que possible le délavage du poisson dans la glace, toujours préjudiciable à la qualité du produit, en le maintenant à basse température et en favorisant l'écoulement des eaux de fusion.

7. Les cales et les wagons destinés au transport des produits

de la pêche doivent être convenablement isolés, de façon à réduire au minimum la quantité de la glace d'emballage.



En terminant, nous sommes heureux d'exprimer notre plus vive reconnaissance à M. de Loverdo, pour les renseignements qu'il a eu l'extrême obligeance de nous fournir en diverses occasions, et pour l'assistance qu'il nous a prêtée, en nous permettant d'emprunter la plupart de nos clichés à son bel ouvrage : *Le froid artificiel et ses applications*.



BIBLIOGRAPHIE.

J. DE LOVERDO. *Le froid artificiel et ses applications industrielles, commerciales et agricoles*. Paris, 1903. V^{re} Ch. Dunod, éditeur, 49 Quai des Grands - Augustins.

E. NÖTHLING. *Die Eiskeller, Eishäuser und Eisschränke, ihre Konstruktion und Benutzung*. Weimar, 1896.

GRÜNZWEIG UND HARTMANN. *Hampt-Catalog der Korksteinfabrik in Ludwigshafen a/Rhein*.

CH. LAMBERT. *Le froid industriel. Conservation et transport des produits de la pêche*. Paris, 1902.

GOUIN. *Agriculture Moderne*. Paris, n° 275.

C. TELLIER. *Agriculture Moderne*. Paris, n° 320 - 325 - 342 - 373.

H. LORENZ. *Machines frigorifiques*. Paris, 1898.

BORODINE. *Commerce du poisson congelé. Mémoires du Congrès International d'Aquiculture et de Pêche*. Paris, 1900.

H. GAUTHIER. *Transport des poissons frais par les chemins de fer. Mémoire du Congrès International d'Aquiculture et de Pêche*. Paris, 1900.

E. ALTAZIN. *Sur le transport du poisson. Mémoire du Congrès International d'Aquiculture et de Pêche*. Paris, 1900.

E. HEGH. *Revue Générale Agronomique*. Uccle. N° 3 - 7 - 8 - 9 - 10, 1902.