

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
 Prinses Elisabethlaan 69
 8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

ÉTUDE DE LA TEMPÉRATURE DU POISSON FRAIS PENDANT LE TRANSPORT

par

W. VYNCKE,

Ingénieur,

*Ministère de l'Agriculture
 Station de Recherches
 pour la Pêche Maritime,
 Ostende (Belgique)*

Le poisson frais, les mollusques et crustacés sont des denrées extrêmement périssables requérant un emballage et un moyen de transport particulièrement appropriés.

Dans le cadre des études entreprises par la Station de Recherches pour la Pêche Maritime à Ostende sur les différentes phases du traitement du poisson de la pêche à la vente au consommateur, plusieurs séries d'expériences furent effectuées sur le transport du poisson. Ces expériences eurent trait au transport par rail et par route (*).

Quatre séries d'expériences sont décrites dans cet article. Deux d'entre elles furent effectuées dans les conditions réelles de la pratique et concernent respectivement le transport par route et par rail; les deux dernières furent exécutées en laboratoire et traitent plus particulièrement de l'emballage et de son isolation.

(*) Il est à signaler à ce propos, qu'en Belgique beaucoup d'envois de poisson se font par chemin de fer, directement des ports de pêche aux consommateurs (particuliers ou communautés). Ce poisson est livré à domicile par les camions de livraison normaux de la S.N.C.B., ce qui pose certains problèmes délicats pour le maintien de la qualité initiale de la marchandise.

La présente étude se borne à la température du poisson pendant le transport. En effet, ce facteur est le plus important pour le maintien de la qualité du poisson. Plusieurs études comparatives effectuées dans nos laboratoires à l'aide de méthodes objectives de détermination de la fraîcheur du poisson ont d'ailleurs démontré qu'un réchauffement même temporaire du poisson influençait son pouvoir de conservation d'une manière nettement défavorable (1) (2).

1. TRANSPORT PAR ROUTE

Les mesures de températures furent effectuées sur des envois de 30 à 45 kg de poisson entier et en filets expédiés d'Ostende en caisses de bois sans couvercle.

Les caisses furent pourvues d'environ 50% de glace, répartie en-dessous et au-dessus du poisson. Les filets furent toujours séparés de la glace par une feuille de papier parcheminé.

Le transport se fit par camion isotherme dans les conditions normales de la pratique commerciale.

La température du poisson au départ varia entre 0 et + 6,5°C.

L'enquête eut lieu pendant les mois de juillet à septembre; vingt-quatre voyages effectués par des camions de six à dix tonnes furent suivis, ce qui permit de faire quelque trois mille mesures de température échelonnées sur une période assez longue.

Les livraisons se firent dans les provinces d'Anvers et du Brabant, le point de livraison le plus éloigné se situant à environ 200 km par route.

La durée totale du voyage jusqu'à la dernière livraison varia de dix à quatorze heures.

Résultats et discussion.

La figure 1 donne l'évolution de la température dans les camions, ainsi que la température atmosphérique moyenne. On remarque que cette dernière se situa aux environs de 17°C.

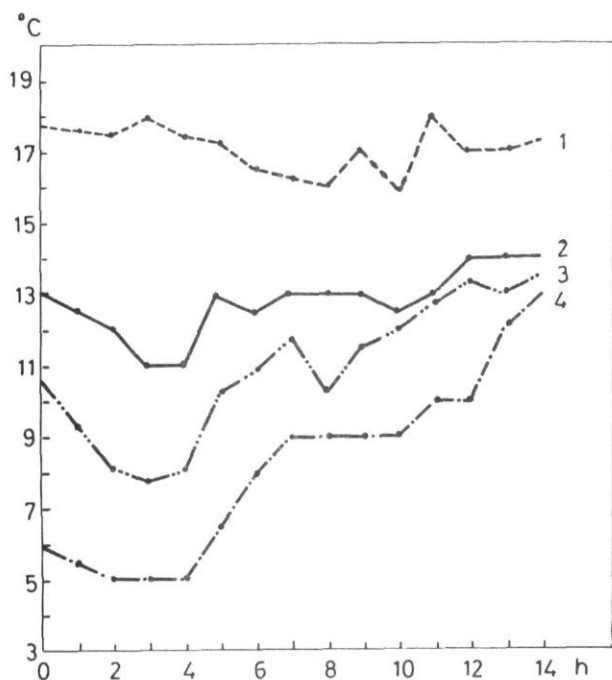


Fig. 1. Evolution de la température pendant le transport par route.

- 1 : température atmosphérique
- 2 : température maximale dans le véhicule
- 3 : température médiane (50% des relevés)
- 4 : température minimale.

Bien que les portes soient restées fermées pendant les trois ou quatre premières heures du voyage, la température ne diminua que d'environ 2°C pendant ce laps de temps. Ceci démontre bien l'importance de réfrigérer le camion avant le départ. A partir de la quatrième heure, la température

monta très rapidement, pour atteindre 12 à 14°C après quatorze heures.

L'évolution de la température du poisson est donnée à la fig. 2. Pour le poisson entier, on peut noter une baisse lente et irrégulière des températures maximales, qui oscillèrent presque constamment entre 4 et 6°C. La courbe médiane (50% des relevés) d'autre part baissa lentement de 2,5°C à 1°C, tandis que pendant tout le voyage des températures minimales de 0°C furent notées.

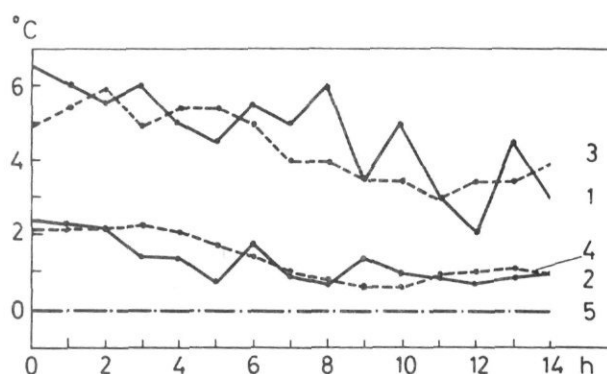


Fig. 2 Evolution de la température du poisson.

- 1 : température maximale (poisson entier)
- 2 : température médiane (id.)
- 3 : température maximale (filets)
- 4 : température médiane (id.)
- 5 : température minimale (poisson entier et filets)

L'évolution de la température des filets de poisson fut assez identique, à cette différence près que les écarts furent moins marqués. Ceci est dû au fait que les filets forment une masse plus compacte que le poisson entier.

Comme ces observations furent faites par sondage, on peut conclure qu'en général le transport du poisson par route se fait dans des conditions satisfaisantes. Il faut noter cependant que la quantité de glace avait fortement diminué à partir de la dixième heure. En effet, au fur et à mesure des livraisons, le volume d'air relativement chaud ($\pm 12^\circ\text{C}$) augmenta dans les camions.

Comme il est fréquent que le poisson reste encore plusieurs heures à la température ambiante chez le destinataire, le risque d'un réchauffement rapide de la marchandise est réel. D'autre part, pour des voyages de plus longue durée, comme c'est le cas pour les transports internationaux qui prennent chaque année plus d'ampleur, le même problème se pose. De ce fait l'emploi de camions du type réfrigérant ou frigorifique est à recommander.

Les avantages du nouveau système de réfrigé-

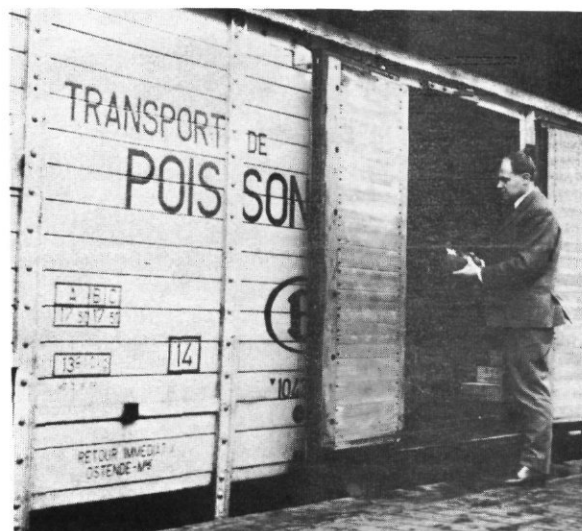
ration par azote liquide peuvent être soulignés ici. Pour le poisson, l'intérêt le plus marqué est la baisse très rapide de la température au départ, baisse rendue possible par le grand pouvoir frigorifique de l'azote liquide et l'expansion considérable de l'azote gazeux produit (1 litre d'azote liquide donne 646 litres de gaz). Le réfrigérant se répand donc rapidement dans tout le camion. De ce fait, les véhicules vides ne doivent plus être réfrigérés avant le transport. Ce système allie simplicité et sécurité de fonctionnement à une grande souplesse d'emploi: la même installation peut servir au transport de poisson frais et de poisson surgelé. Elle réalise en outre une économie appréciable de glace et permet de refroidir le poisson dont la température s'écarterait trop de 0 à + 1°C.

2. TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER

Pendant les mois de juillet à octobre, cinquante envois de poisson furent effectués au départ d'Os-tende. Des caissettes de dix kg de filets de poisson furent choisies. Le poisson était emballé de la manière usuelle appliquée dans le commerce: 50% de la quantité de glace employée en-dessous et 50% au-dessus du poisson. Une feuille de papier parcheminé séparait le poisson de la glace, dont la quantité varia entre cinq et quinze kilos.

Contrairement aux expériences de transport par route, le poisson fut refroidi à environ 0,5°C avant le transport. Les distances parcourues (tra-jet des camions de livraison inclus) furent comprises entre 147 et 207 km. La durée du transport varia de 17 à 23 h 30, ce qui signifie une vitesse de 7,6 à 11 km à l'heure.

La température atmosphérique varia au départ de 14 à 20°C, avec une moyenne de 16,5°C; à l'arrivée, elle se situa pratiquement au même niveau,



Contrôle de la température dans un wagon isotherme de la S.N.C.F.B.

notamment entre 15 et 21°C, avec une moyenne de 17°C.

A l'arrivée, la température au milieu du poisson, ainsi que la quantité de glace restante furent notées.

Résultats et discussion.

Les observations concernant la température et la consommation de glace sont mentionnées au **tableau 1**. Il en ressort tout d'abord qu'une quantité de glace de 50% était insuffisante quand la température ambiante dépassait 15°C. Il n'y avait pratiquement plus de glace sur le poisson à l'arrivée et la température du poisson était trop élevée (9 à 10°C).

Tableau 1.- Résultats des expériences de transport par chemin de fer.

Quantité de glace ajoutée	Température du poisson à l'arrivée (°C)			Quantité de glace à l'arrivée (kg)			Consommation de glace par h (kg)			Consommation totale en %		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
50 %	9	10	9,5	0	0,5	0,1	0,21	0,27	0,24	98	100	99
60 %	3	4,5	4,0	0,5	1	0,6	0,25	0,27	0,26	85	91	90
70 %	3	4	3,8	1	1,5	1,2	0,25	0,31	0,28	76	85	82
100 %	1	4	3,2	2,5	4,5	3,5	0,30	0,39	0,34	56	76	65
150 %	2	3,5	2,7	3	6	4,5	0,45	0,67	0,52	59	83	70

En augmentant la quantité de glace, la température du poisson baissa. Il est à remarquer cependant que même avec 100 ou 150% de glace cette température était encore de l'ordre de 3°C. La pénétration de chaleur par les parois latérales des caisses en est la cause. L'importance d'un chargement bien compact, ainsi que de la réfrigération du moyen de transport est donc évident.

La quantité de glace restante augmenta relativement vite entre 70 et 100% ajoutée au départ (1,2 à 5 kg en moyenne), tandis que 150% avait moins d'effet (3,5 à 4 kg). En analysant la consommation de glace par heure de transport, on remarque que celle-ci ne varia que relativement peu entre 50 et 70% pour augmenter sensiblement à partir de 100%.

Le pourcentage de glace baissa de 99% (50% de glace) à 65% (quantité initiale de 100 %, pour remonter légèrement à 70% pour 150% d'addition au départ. Il y a lieu de noter toutefois que les variations individuelles en consommation de glace furent les plus grandes entre 100 et 150%.

Ces observations permettent de conclure que pendant la saison chaude (15 à 20°C à l'extérieur), une quantité de glace de 70 à 100% donne les meilleurs résultats. Remarquons toutefois que ces valeurs ont trait à des caissettes de 10 kg. Pour des colis plus importants, la quantité de glace peut être quelque peu diminuée. En effet, les caisses de plus grandes dimensions ont une surface relativement plus petite et la masse de poisson est plus compacte.

Des expériences complémentaires ont d'ailleurs démontré que pour des caisses de 25 à 50 kg de poisson, 50 à 70% de glace est satisfaisant dans la plupart des cas, à condition que la température du poisson ne dépasse pas 2°C au départ.

Ces résultats sont assez semblables à ceux obtenus à l'étranger. En Grande-Bretagne, il est conseillé d'ajouter 75% de glace pendant les mois d'été (3). En Allemagne (4) comme au Danemark (5), on préconise 66%, tandis qu'en Espagne (5) cette quantité est de 50%. En France, on ajoute généralement entre 50 et 60% de glace (6).

3. EXPÉRIENCES SUR BACS DE POLYÉTHYLÈNE ET D'ALUMINIUM.

Ces dernières années, une tendance très nette s'est manifestée à remplacer les caisses de bois par des bacs d'aluminium et surtout de polyéthylène pour le transport du poisson. Comme ces récipients n'avaient pu être inclus dans les expériences précédentes et que d'autre part les expériences par route ne permirent pas de déterminer

la consommation de glace, deux séries d'essais complémentaires furent exécutées en laboratoire. A part la caisse de bois, utilisée comme témoin, un bac de polyéthylène de 75 litres (Allibert, Paris) et un bac d'aluminium de 80 litres (Bergs Maskin, Trondheim, Norvège) furent employés.

Tous les récipients furent remplis de 30 kg de morues moyennes, refroidies au préalable à environ 0,5°C; 30 kg de glace, soit 100%, furent ajoutés, répartis en-dessus et au-dessous du poisson.

Dans la première série d'expériences, les bacs furent placés pendant vingt-quatre heures dans une chambre isotherme maintenue à 20°C. La deuxième série se déroula dans les mêmes conditions, mais à 10°C. Toutes les expériences furent répétées dix fois. La température du poisson au milieu des bacs fut enregistrée continuellement.

Résultats et discussion

Les relevés de températures apprirent qu'aucun changement ne se produisit en vingt-quatre heures à température ambiante de 10°C. A 20°C cependant, des changements de température furent notés à partir de la quatorzième heure. Elles sont reprises au **tableau 2**. La quantité de glace restante est mentionnée au **tableau 3**.

Le **tableau 2** démontre que le poisson se réchauffa le plus vite dans les bacs d'aluminium pour atteindre 6,5°C après 24 h. Les bacs de polyéthylène, par contre, ne changèrent pratiquement pas de température tandis que les caisses de bois occupèrent une position intermédiaire.

Ces résultats prouvent une fois de plus que la pénétration de chaleur par les côtés est importante et confirment les observations faites lors des expériences par rail: malgré la présence de glace à la fin du voyage, la température du poisson s'est élevée de plusieurs degrés. Cet effet est bien entendu le plus marqué pour du matériau très conductible comme l'aluminium.

A cet égard, les bacs de polyéthylène donnèrent les meilleurs résultats: la température du poisson demeura la plus basse et la quantité de glace restante fut la plus élevée (**tableau 3**).

Ces expériences permirent de conclure qu'avec un moyen de transport non réfrigéré, et pour un voyage de plus de quatorze heures, une quantité de glace d'environ 70% doit être ajoutée en été aux caisses de bois ou de polyéthylène. Pour des bacs d'aluminium, une quantité de 100% est requise. Pour des durées de transports moins longues et pour des températures ambiantes moins élevées (environ 10°C) 40 à 50% sont suffisants pour le bois et le polyéthylène et 50 à 60% pour l'aluminium.

Tableau 2.- Température moyenne en °C du poisson dans trois récipients (température ambiante : 20° C).

Récipients	0	14	15	18	20	22	24h
Aluminium	0,5	0,5	2	3	4	5	6,5
Bois	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2	4
Polyéthylène	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1

Tableau 3.- Quantité moyenne de glace après 24 h (en kg).

Température ambiante	Polyéthylène	Aluminium	Bois
20°	8	1,5	3,5
10°	18	13	18

Ces expériences démontrèrent également l'avantage de l'utilisation de véhicules réfrigérants ou frigorifiques, surtout pour les voyages de plus de quatorze heures. Ceci permet d'économiser de la glace, d'éviter la pénétration de chaleur par les parois des caisses et finalement d'améliorer la qualité du poisson.

Il est à remarquer que ces expériences ont été faites avec du poisson refroidi à 0,5°C. Quand la température est plus élevée au départ, ce qui est très fréquemment le cas, une grande partie de la glace sera consommée pour l'abaisser. C'est ainsi que pour ramener 10 kg de poisson de 10°C à 0°C, environ 1 kg de glace est nécessaire, ce qui revient à 20% de la quantité de glace ajoutée si on accepte une addition de 5 kg comme nécessaire. De ce fait, la protection contre l'infiltration de chaleur sera fortement amoindrie et la température du poisson montera plus vite que prévu.

4. EXPÉRIENCES SUR CAISSES DE BOIS ISOLÉES AU POLYSTYRÈNE EXPANSÉ.

Les applications du polystyrène expansé deviennent de jour en jour plus nombreuses dans toutes les industries, y compris les industries alimentaires. Son pouvoir isolant élevé, sa légèreté, son prix très bas en font un matériau d'emballage très apprécié.

Comme les expériences de transport par chemin de fer ont démontré que la température du poisson

est généralement trop élevée pendant les mois chauds de l'année, il nous a semblé utile d'étudier les possibilités d'emploi du polystyrène expansé comme isolation dans les caisses de bois. Deux séries d'expériences comparatives furent effectuées à cet effet avec cinq caisses de 10 kg. Quatre d'entre elles furent pourvues de plaques de polystyrène expansé (densité 0,20) de la manière suivante :

caisse 1 : toutes les parois

— 2 : parois latérales + fond

— 3 : parois latérales + couvercle

— 4 : parois latérales

Les plaques ne furent ni clouées ni collées.

Une caisse non isolée fut employée comme témoin (n° 5). Une feuille de papier parcheminé fut placée dans les caisses qui furent alors remplies de 10 kg de filets de cabillaud et pourvues de 5 kg de glace répartis au-dessous et au-dessus du poisson.

La température du poisson ne dépassa pas 0,5°C. Dans les deux séries d'expériences, les caisses furent placées pendant vingt-quatre heures dans une chambre isotherme maintenue respectivement à 15 et à 20°C. Les expériences furent répétées dix fois.

Résultats et discussion

L'évolution de la température moyenne est mentionnée au tableau 4. Il est à noter en outre que

Température ambiante	Caisse	0h	10h	12h	14h	16h	18h	20h	22h	24h
15° C	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	3	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1
	4	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1
	5	0,5	0,5	1	2	2	3	3	4	5
20° C	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	3	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2	2	2,5	3
	4	0,5	0,5	0,5	1	1,5	1,5	2	2,5	3
	5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5	4	5,5	7	8

Tableau 4. Evolution de la température moyenne du poisson dans des caisses de 10 kg isolées au polystyrène expansé.

les variations individuelles furent très faibles et ne dépassèrent pas 0,5°C.

Les résultats permettent tout d'abord de conclure que l'emploi du polystyrène expansé a une influence très favorable sur le maintien de la basse température du poisson. L'effet en est le plus marqué pour les caisses dont les parois latérales et le fond sont isolés. Pendant les deux séries d'expériences, soit vingt essais en tout, la température resta pratiquement à 0,5°C.

Une observation importante est qu'il n'y a pour ainsi dire pas de différence entre les caisses dont le couvercle est isolé ou non. L'explication probable en est que par la fonte de la glace, un espace d'air se forme sous le couvercle; cette couche d'air serait suffisamment isolante et rendrait l'emploi d'une plaque de polystyrène expansé superflu.

A la fin de chaque expérience, une petite quantité de glace (ca 1 kg) resta dans les caisses principalement sous le poisson. Dans les caisses non isolées cependant, toute la glace avait fondu.

L'emploi du polystyrène expansé présente donc des avantages très nets surtout pour le transport par chemin de fer. Il est à recommander pendant la période de mai à octobre pour des voyages de plus de dix heures. Les plaques se découpent très facilement, se posent très rapidement et ne nécessitent aucun collage ni cloutage.

Ce système cependant n'est à considérer que comme un palliatif temporaire. En effet, le polystyrène expansé peut être employé comme emballage autonome pour le transport du poisson frais et son prix de revient ne dépasse pas celui de la caisse de bois. Il est déjà employé en Belgique pour le transport par route. Pour le transport par chemin de fer cependant certains problèmes tels que la solidité — surtout pour les récipients de plus de 10 kg — le mode de fermeture, etc., ne sont pas encore tout à fait résolus. On pourra probablement y remédier dans un proche avenir, mais entre temps, l'emploi de caisses de bois pourvues de plaques de polystyrène expansé peut être vivement conseillé.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) W. VYNCKE, Problèmes de température, de manutention et de qualité du poisson dans les halles au débarquement dans : Manutention et Présentation du Poisson, OCDE, Paris, 1965.
- (2) W. VYNCKE, *Conserva*, 14, 111, 1965.
- (3) G. BURGESS, *Fish Trades Gazette*, 26 avril 1958.
- (4) O. WILLE, *Der Fisch*, Band III, H. Keune Verlag, Lübeck, Allemagne, p. 240, 1949.
- (5) D. TAPIADOR et J. CARROZ, Standards and requirements for fish handling, processing, distribution and quality Control, F.A.O., Rome, 1963.
- (6) F. SOUDAN, La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques, J. Baillièrre et Fils, Paris, 1965.

