

Chaîne du froid

On appelle **chaîne du froid** ou **chaîne frigorifique** l'ensemble des opérations logistiques et domestiques (transport, manutention, stockage) visant à maintenir des produits alimentaires ou pharmaceutiques à une température donnée afin d'en préserver la **salubrité** et les qualités gustatives. Selon les produits, les normes fixent les températures limites et les tolérances de dépassement (0 °C à +2 °C pour le poisson frais, +2 °C à +8 °C pour de nombreux produits alimentaires frais, maximum -18 °C pour les surgelés). Les problématiques de respect de la chaîne du froid se retrouvent aussi dans les produits pharmaceutiques (vaccins, produits sanguins...).

L'intérêt du terme *chaîne* est de souligner l'importance de la continuité des étapes ; aucun maillon ne devant céder et anéantir l'essentiel de l'effort général déployé pour aboutir en fin de chaîne à un produit préservé de tout échauffement.

1 Conséquences de rupture de la chaîne du froid

En cas de rupture de la chaîne du froid, les aliments dégèlent, puis regèlent ce qui permet aux bactéries de se développer. Ces bactéries peuvent être la salmonelle, le staphylocoque, ou la listeria monocytogenes^[réf. souhaitée].

L'ingestion de ces bactéries peut alors entraîner une intoxication alimentaire dont les effets varient selon la fragilité de l'individu, pouvant être de la diarrhée, de la fièvre, ou aller jusqu'à la mort pour les cas les plus extrêmes.

Afin d'éviter toute rupture de la chaîne du froid il faut :

- utiliser des enregistreurs de températures pour contrôler le bon respect de la chaîne du froid ;
- éviter les changements brusques de températures pour un aliment ;
- préparer à l'avance une liste de course pour que l'exposition des produits pris soit le moins longtemps exposée à une température inadaptée ;
- lors des courses, utiliser des sacs isothermes pour maintenir les aliments au froid pendant le voyage ;
- avoir un congélateur dans son véhicule en faisant ses courses, comme les livreurs à domicile de produits alimentaires. En l'absence de congélateur dans son

véhicule, il convient de se faire livrer ses surgelés par un **cybermarché** disposant d'un véhicule adapté.

2 La chaîne du froid pharmaceutique

Le transport des médicaments thermosensibles pose le problème complexe de maîtrise de la chaîne du froid et s'impose comme un enjeu de **santé publique**. La maîtrise de la chaîne du froid des médicaments représente un enjeu croissant car de plus en plus de médicaments mis sur le marché sont issus des **biotechnologies** et sont thermosensibles.

Les médicaments thermosensibles sont souvent des médicaments biologiques ou issus de la bio-ingénierie ce qui pose de nouvelles difficultés : étant encore plus sensibles aux fluctuations de températures, ils exigent une parfaite maîtrise de la chaîne du froid.

L'AFSSAPS a par ailleurs rappelé aux laboratoires et transporteurs, par ses mises au point du 1^{er} décembre 2004 et du 29 avril 2004, leurs obligations en matière de gestion de la chaîne du froid : « Compte tenu de la relative fragilité de ces produits, il est à craindre qu'une exposition non contrôlée à une température basse (...) entraîne une dégradation potentielle conduisant à une perte probable d'activité, voire des modifications physico-chimiques qui pourraient être potentiellement toxiques. Aussi, il est recommandé (...) d'adopter des conditions optimisées de conservation de ces produits (emballages isothermes) qui réduiraient les échanges thermiques... ».

3 Enjeux environnementaux

En 2014, 60% de nos aliments sont réfrigérés à un moment ou un autre. Depuis son développement industriel dans le monde, la chaîne du froid permet de conserver des aliments et des propagules qui ne pouvaient l'être aussi bien autrefois, limitant théoriquement le gaspillage agro-alimentaire au niveau de la production, du transport, du stockage puis de la distribution et de la consommation, ce qui devrait avoir des effets positifs sur l'environnement^[1]. De nombreuses études montrent qu'il existe encore néanmoins un important **gaspillage alimentaire**, et donc d'un certain point de vue une partie de la chaîne du froid qui fonctionne inutilement. L'Irstea estime qu'en 2014, environ 360 millions de t d'aliments sont encore annuel-

lement gaspillées en raison de ruptures de la chaîne du froid^[1].

La chaîne du froid a aussi des effets négatifs sur l'environnement ; elle est très énergivore et parfois source de pollution et d'émission de gaz à effet de serre ou affectant la couche d'ozone^[1]. Alors que le froid alimentaire absorbe 8% de la consommation énergétique mondiale (essentiellement sous forme d'électricité), 5% des fluides frigorigènes fuient vers l'atmosphère (c'est 2,5% des émissions de gaz à effet de serre en France)^[1]. Son empreinte écologique est importante. L'obsolescence programmée ou la faible durée de vie et le manque d'écoconception de nombreux réfrigérateurs aggravent encore cette situation^[1].

La recherche travaille de nouvelles pistes dont par exemple

- de nouveaux modes de stockage des frigories/calories ou d'utilisation des frigories présentes dans l'environnement (pergélisols, fonds marins ou de lacs froids, nappes phréatiques...) ;
- de nouveaux modes de distribution du froid ; dont les réseaux de froid, susceptibles d'alimenter un quartier ou une ville en étant connectés à un smart grid ;
- de nouvelles technologies plus écologiques de « systèmes du froid (system-based technology) », de production ou d'entretien du froid dont :
 - la réfrigération magnétique^[1]
 - l'utilisation de composites nanostructurés et de matériaux à changement de phase (MCP, où le plastique de l'emballage ou du frigo deviendront "actifs", voire "intelligents" en limitant les variations de température du produit au profit de sa durée de consommation. Le gaz frigorigère froid, et consommer 8 à 10% moins d'électricité. Le gaz frigorigère pourrait être remplacé par un matériau stockant des frigories (paraffine par exemple)^[1].
- l'amélioration des techniques de préparation des aliments (food-based technology), avec par exemple le "superchilling"^[2],
 - le "supercooling" et les emballages intelligents^[1].

En France, l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) porte un programme de recherche dit Frisbee, de 4 ans, financé par l'Europe, dans lequel 26 partenaires collaborent pour « inventer la chaîne du froid de demain (...) moins énergivore et plus respectueuse de l'environnement », en travaillant à développer les technologies listées ci-dessus^[1].

4 Gestion et diffusion de la connaissance

Pour favoriser les progrès dans ce domaine, une base de données européenne sur la chaîne du froid et la température des produits alimentaires (dite "Cold Chain Database") a été créée pour 5 pays (France, Hongrie, Grèce, Angleterre et Pays-Bas), avec en 2014 13.000 données sur la chaîne du froid. Il s'agit de la "première base de données européenne. Elle met en évidence les « maillons faibles de la chaîne, et donc des facteurs de risques sanitaires et de gaspillage alimentaire »^[1].

Un logiciel ("Frisbee Tool") a été créé par le programme Frisbee pour créer un scénario de chaîne du froid adapté aux besoins de chaque industriel en termes de températures de stockage des aliments et produits aux diverses étapes de travail, et par durée de séjour pour ces étapes^[1]. Le logiciel renseigne son utilisateur sur la qualité de l'aliment, l'énergie consommée et l'émission de gaz à effet de serre, pour chaque scénario testé, et il peut même convertir ces trois items en euros et de les additionner. Il est alors possible de décider d'attribuer plus d'importance à l'un des 3 items (ex les gaz à effet de serre) et obtenir un résultat en euros pour chaque scénario proposé^[1].

5 Normes réglementaires

Elles concernent notamment les matériels, les fourchettes de température à respecter aux stades de l'industrie, de la distribution et chez le consommateur.

6 Voir aussi

6.1 Article connexe

- Conservation de la viande

7 Notes et références

[1] Chazal C (2014) *Le programme Frisbee réinvente le froid-Du "superchilling" aux emballages intelligents en passant par la réfrigération magnétique, le programme européen Frisbee œuvre pour une chaîne du froid écologique* ; Actu Environnement

[2] technique permettant de "refroidir un aliment sous de son point de congélation initial avec une formation de 5 à 15% de glace

•  Portail du froid et de la climatisation

•  Portail de l'alimentation et de la gastronomie

8 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

8.1 Texte

- **Chaîne du froid** *Source* : http://fr.wikipedia.org/wiki/Cha%C3%A9ne_du_froid?oldid=114916384 *Contributeurs* : P-e, TigH, Domsau2, Fylyp22, Miniwark, Lewiswax, Ludo29, David Berardan, Arnaud.Serander, Guillom, 16@r, Loveless, Jmax, Lamiot, Corrector-frwiki, Sahara-frwiki, LeFit, Salebot, Speculos, Erik1980, Theoliane, Nanoxyde, Ptbotgourou, Louperibot, Kyro, Wanderer999, Alecs.bot, Xorxar, Finnwind, DumZiBoT, Cumspiritu, Égoité, Alexandre.creus, WikiCleanerBot, Bazook, Prodecom, Azaraphel, Trizek, Epop, Luckas-bot, Cantons-de-l'Est, Bsadowski1, RibotBOT, Benoistmace, EpopBot, Apf-frwiki, Themfromspace, Lomita, Affig, Visite fortuitement prolongée, Kalibox, Addbot, Swissman1011, Loiseau56, Venusamus et Anonyme : 30

8.2 Images

- **Fichier:Foodlogo2.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/Foodlogo2.svg> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Original *Artiste d'origine* : Seahen
- **Fichier:Hielo.png** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/Hielo.png> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel / self-made using Adobe Photoshop CS3 *Artiste d'origine* : Anarkangel
- **Fichier :_Foodlogo2.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/Foodlogo2.svg> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Original *Artiste d'origine* : Seahen
- **Fichier :_Star_of_life2.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Star_of_life2.svg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Verdy p

8.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0