

## HACCP : Où en sommes-nous? L'importance de la température

### L'importance de la température dans les procédures de sécurité.

Vos hôtes ont droit à un sentiment de confort et de sécurité quand ils sont à table. D'ailleurs, personne ne pourrait nier qu'actuellement, le client est très exigeant en matière de qualité. Il faut donc un système efficace et utile pour garantir cette qualité et sécurité. Les procédures de sécurité, imposées par la loi ou HACCP, répondent à ce besoin.

Tout le monde connaît la signification du sigle HACCP qui a déjà été régulièrement à l'ordre du jour. A cette occasion, nous aborderons uniquement le volet température et refroidissement. C'est l'aspect le plus concret et le mieux mesurable de l'hygiène générale, mais en même temps le plus compliqué. D'ailleurs il ne faut pas perdre de vue que la réfrigération est l'une des méthodes de conservation les plus populaires, puisqu'elle n'affecte (presque) pas la composition ni les caractéristiques organoleptiques des denrées (en comparaison avec les méthodes de conservation qui consistent à modifier la composition microbienne, le taux d'acidité (pH) et l'activité de l'eau (aw)).

### Principales différences

### refroidissement rapide -

### conservation réfrigérée – présentation réfrigérée

Critère	Conservation	Refroidissement rapide	Etalage réfrigéré
<u>Volume intérieur</u>	Relativement grand	Relativement petit est important	La surface utile est importante
<u>Température</u>	Constante durant une longue période	Baisse très rapide de la température	Constant durant une période relativement courte
<u>Humidité relative</u>	Importante, dépend e. a. du volume de l'évaporateur	Sans importance vu le temps de passage court	Importante, dépend e. a. du volume de l'évaporateur
<u>Evaporateur</u>	Réglé à une température delta donnée et un certain taux d'humidité	Très grand pour empêcher le dessèchement et fournir de la capacité	Réglé à une température delta donnée et un certain taux d'humidité
<u>Vitesse de l'air</u>	Relativement basse	Grande	Relativement basse
<u>Ventilation</u>	Indirecte	Directe	Indirecte
<u>Durée de passage</u>	Relativement long-temps	Courte	Courte
<u>Niveau de service</u>	De nombreuses ouvertures de porte par jour	Pas ou peu d'accès	Beaucoup d'entrées par jour
<u>Température contrôlée</u>	Température de l'air	Température à cœur	Température de l'air

#### Le 4 volets de HACCP.

- 1) Le cheminement : organigramme précis du traitement des denrées alimentaires. Cela tient essentiellement à l'implantation matérielle et à la répartition des locaux, mais aussi au chemin de produits. L'idée de base : séparer ce qui est propre et sale, éviter la contamination croisée.
- 2) L'hygiène personnelle : déjà dans les années '80, des conseils détaillés ont été publiés en ce domaine. Actuellement, le personnel qui entre en contact avec les aliments doit obligatoirement avoir suivi une formation.
- 3) L'hygiène des équipements et des locaux : les installations, les machines, les locaux doivent être réalisés ou construits dans des matériaux faciles à entretenir, qui ne pourrissent ni ne rouillent. L'utilisation d'inox et de matières synthétiques dures augmente.
- 4) Contrôle de la température : conservation à la température exacte, combinaisons correctes température-temps pour la préparation, le refroidissement et la distribution.

Surtout les points 1) et 3) sont contrôlés dans le cadre du permis d'exploitation. La Belgique est l'un des rares pays où il faut un tel permis pour tous les secteurs qui concernent l'alimentation.

Par le biais de ces 4 critères de qualité, HACCP crée un équilibre entre 2 champs de tensions : d'une part le travail organisé en groupe pour réaliser du bénéfice ou pour être en mesure de fournir les services nécessaires tout en respectant sévèrement le budget (non-profit), d'autre part il y a le consommateur, patient ou résident qui veut un assortiment d'aliments sains de bonne qualité, de préférence au prix le moins cher et dans des conditions écologiques.

Beaucoup de fédérations professionnelles ont le mérite d'avoir établi un Guide pour une Bonne Pratique d'Hygiène (ou code HACCP), en collaboration avec l'Inspection des Denrées Alimentaires.

Un tel guide vous explique comment il faut travailler concrètement, dans votre branche, conformément à la réglementation HACCP. La législation sur les denrées alimentaires est très générale et neutre et ne prend pas position en faveur de certains systèmes, matériaux ou équipements.

Cette législation dite ' horizontale ' est une sorte de cadre légal, au sein duquel les codes HACCP peuvent être établis.

Généralement, les codes HACCP sont très concrets et, puisqu'ils ne peuvent pas infirmer la législation, ils sont plus sévères que la législation proprement dite. Ci-après, nous abordons les différentes applications de la technique du refroidissement.

Il faut surtout souligner la différence d'une part entre un courant d'air direct et régulier qui effleure tous les produits (dans la largeur, la profondeur et la hauteur) pour le refroidissement rapide d'un produit et, d'autre part, une ventilation plus douce, indirecte pour la conservation réfrigérée.

Deuxième point important, particulièrement dans le cadre des procédures HACCP, c'est de mesurer la température à cœur des denrées alimentaires au cours du refroidissement.

Dans de nombreuses publications on parle de 5 aspects :  
Homme/Equipement/Machines/Méthode/Environnement

### Contrôle de la température dans le cas de conservation.

Au niveau de la température, il y a 2 valeurs maximum, notamment m et M.

M est la limite au-delà de laquelle les produits deviennent impropres à la consommation, conformément à la loi sur les Denrées alimentaires (par ex. 7°C comme température de conservation maximale pour la plupart des produits).

m est la limite maximum conseillée pour travailler en sécurité, par exemple 4°C pour la conservation en chambre froide ou au frigo.

M-m=C où C représente la zone de correction ou tolérance. Si la valeur m conseillée (voir codes HACCP) est dépassée, il faut intervenir : régler le thermostat, décongeler l'évaporateur, nettoyer le condenseur ou appeler le frigoriste pour une intervention. La conservation à une température inférieure à la valeur m en augmente la durée de plus de la moitié en comparaison avec la conservation à la température M. Pour les produits carnés, on peut pratiquement doubler la conservation en appliquant le froid proche 0°C. Si la valeur M est dépassée pendant trop longtemps (voir ci-après (1)), les produits doivent être détruits.

Comme, en cas d'accident (p.ex. intoxication alimentaire), la charge de la preuve se trouve entièrement du côté du producteur, ces valeurs m sont extrêmement importantes.

Tableau 1

Produits	Loi denrées Alimentaires	M (°C)	Code d'hygiène	m (°C)
Surgelés	AR 5/12/90	-18°C (1)	Etablissement de soins et restauration collective	-18°C
A réfrigérer	AR 4/02/80	+7°C (1)	Etablissement de soins et restauration collective	+3° à + 4°C
Volaille & lapin	ICV AR 30/12/92 et 29/3/79	+4°C	Production de charcuterie	+2° à +4°C
Poisson	ICV AR 30/4/76	+4°C/t° eau glacée	Etablissement de soins et restauration collective	0°C sur glace
(viande) hachée préparation de viande morceaux de viande < 100g	ICV AR 18/3/83	+2°C	Etablissement de soins et restauration collective	0 à +2° ou de refroidissement en profondeur -2° à 0°C

Autrefois, le client dupé devait prouver le rapport de cause à effet entre le fait d'être devenu malade et les mets consommés (= responsabilité du fait de faute). Actuellement, dans le cas d'une intoxication alimentaire, le producteur doit fournir la preuve qu'il contrôle tous les points critiques de sa chaîne alimentaire et qu'il connaît les points dangereux (= responsabilité à base de risque). La seule preuve effective consiste à enregistrer les données : sortie automatique sur imprimante à l'aide d'équipements d'enregistrement, stockage sur disque informatique ou bien, contrôle manuel de la température, dont les résultats sont stockés dans l'instrument de mesure (et transférés ensuite à un ordinateur) ou la méthode traditionnelle qui consiste à tout noter dans un cahier, tout comme les programmes d'entretien. Dans le tableau 1, nous voyons donc

que HACCP n'implique pas une nouvelle législation en ce qui concerne les températures de conservation maximum.

Ces températures sont toutefois contrôlées dans un autre contexte (plus sévère) : contrôle préventif, curatif, continu au lieu d'un enregistrement momentané. Une zone de correction est nécessaire à ce sujet et pour cette raison, il y a les valeurs m à côté des valeurs M. Les systèmes d'alarme automatiques pour signaler que ces températures sont dépassées pendant un certain temps peuvent être très utiles.



Car les statistiques montrent qu'une température de conservation trop élevée est à la base d'un grand nombre d'intoxications alimentaires et d'infections. Pour une bonne conservation, l'essentiel est un bon rapport : température-humidité-vitesse de l'air. Une installation frigorifique est calculée de préférence à 43°C, c'est-à-dire tropicalisée (ou bien, l'unité frigorifique est installée à distance, à un endroit plus froid). Ainsi, dans le cas de températures ambiantes plus élevées – dans les cuisines près du plafond et dans le cas d'un condenseur encrassé (sorte de radiateur par où sort la chaleur retirée au produit) -, la capacité frigorifique reste suffisante, moyennant un taux de fonctionnement acceptable (65 à 75%, mais d'aucune façon 95-100%) pour rester en-dessous de la valeur m et garantir un taux d'humidité suffisant. La ventilation se fait de préférence de manière indirecte, pour ne pas dessécher le produit à la surface. L'idéal, c'est un mouvement d'air vers une paroi latérale ou vers la porte. Car un mouvement d'air d'avant en arrière ou vice versa implique un grand risque de blocage de l'air refroidi. Comme les deux niveaux supérieurs sont les plus pratiques, ils sont toujours très chargés. Comme la source du froid (l'évaporateur) se trouve également en haut, les niveaux inférieurs sont mal refroidis, avec toutes les conséquences pour la sécurité des aliments. D'autre part, les produits supérieurs sont plus desséchés sous l'effet du courant d'air direct. Dans les appareils à ventilation latérale, il y a un espace libre à gauche et à droite des grilles, de sorte que tout est refroidi de manière identique, tant en haut qu'en bas, sans dessécher les produits.

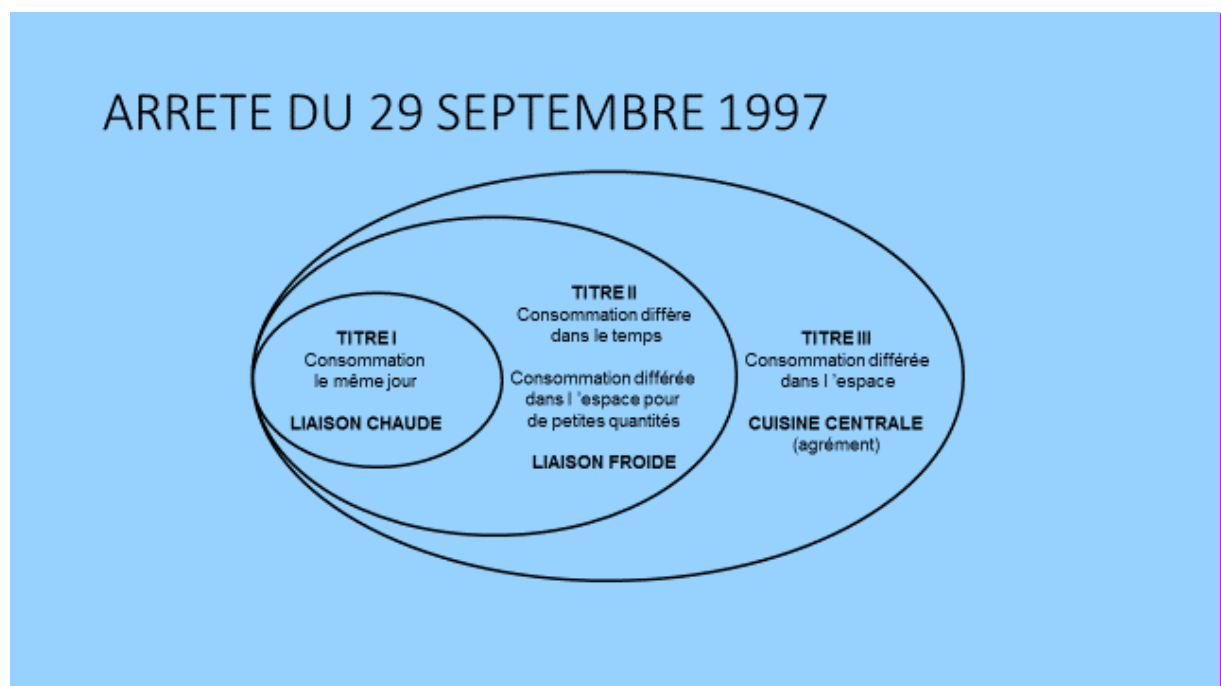
### **Contrôle de la température lors du refroidissement d'aliments**

Refroidir est un élément essentiel de la liaison froide.

L'un des risques majeurs concerne une éventuelle prolifération de micro-organismes (bactéries, moisissures, levures) dans la zone dangereuse de +60°C à +10°C, mais le refroidissement ralentit également les processus enzymatiques et oxydants (goût ranci, décoloration). L'effet pasteurisant du processus de cuisson peut être effacé par la moindre infection ultérieure. D'ailleurs, les germes produits par certaines bactéries, ne sont éliminés que par le processus de

stérilisation. Cela implique une combinaison température-temps plus élevée qui n'est pas toujours favorable pour le goût, l'odeur et la couleur de la denrée.

Pour cette raison, la plupart des guides pour une Bonne Pratique d'Hygiène conseillent le refroidissement rapide pour passer de 65°C, 63°C ou 60°C à 10°C au cœur du produit en moins de 2 heures. Ils suivent ainsi une Directive Européenne qui date déjà de 1977 (CE77/99) et qui a fait l'objet de l'AR 4/6/96 de la législation ICV : « conditions particulières pour repas prêts à l'emploi à base de viande ». Les 63°C ont été remplacés par 60°C (repris par l'AR 12/12/97), de sorte que désormais, la zone dangereuse pour la prolifération bactérienne est définie en Europe entre +60°C et +10°C. Tout comme on atteint, pendant le processus de cuisson, certaines combinaisons température-temps, une bonne conservation par la suite dépend du refroidissement suffisamment rapide jusqu'à cœur du produit.



On distingue 4 méthodes : cryogène, refroidissement par immersion, refroidissement par contact et refroidissement par air.

Le refroidissement cryogène, p.e. à l'aide d'azote liquide qu'on laisse s'évaporer directement sur les produits, est la méthode la plus rapide et la plus efficace. Mais en raison du coût élevé et du risque de surgeler le produit, cette méthode convient uniquement aux processus industriels de surgélation rapide.

Le refroidissement par immersion est également très efficace. Mais cette méthode ne peut s'appliquer que pour les produits emballés. Du point de vue de l'hygiène, cela n'est possible qu'à l'aide de systèmes autoclaves industriels dans des espaces équipés à cet effet.

Le refroidissement par contact consiste à refroidir des produits liquides tels que potages à l'aide de la double enveloppe d'une marmite de cuisson.

Les deux derniers systèmes doivent fonctionner à base d'eau glacée de près de 0°C, sinon il est impossible d'atteindre la température finale de 10°C. Il s'agit donc d'un système de refroidissement indirect : une installation frigorifique refroidit l'eau qui, à son tour, refroidit le produit, ce qui est une solution onéreuse.

La solution la plus intéressante du point de vue économique et la plus flexible est le refroidissement par air ou « Blast Chilling ».

Une ventilation directe fait passer l'air sur les produits pour les refroidir le plus vite possible. En outre, l'équipement standard de ces systèmes comprend une sonde pour contrôler la température à cœur, ce qui permet de garantir une température finale sans risque (la température étant mesurée à l'endroit le plus chaud).

### **Comment contrôler la température dans le cas de refroidissement rapide à l'aide de réfrigération par air ?**

Dans le cas de l'utilisation d'un refroidisseur rapide, on peut contrôler 3 températures différentes : la température à cœur des denrées alimentaires, la température de l'air et la température de l'évaporateur.

- A cause de l'épaisseur du produit et de son inertie au niveau de la conductibilité, le produit n'a pas partout la même température, avec en moyenne une différence de 10 à 15°C entre l'extérieur et l'intérieur. Pour cette raison, certaines marques utilisent plusieurs capteurs pour contrôler la température à cœur à plusieurs endroits.
- Pour la prise de température d'air, on pourrait mesurer à la sortie de la batterie (plus froid) ou à l'aspiration de cet évaporateur (plus chaud). La température de l'air sert à régler la conservation après le cycle de refroidissement et, le plus souvent, à limiter la température de l'air qui effleure les produits.



En la limitant à 0°C, on évite la congélation de produits peu épais, ou quand l'appareil est peu chargé. Avec des produits plus gros ou des charges plus grandes, on dépasse vite la limite de temps. Si on limite la température à -20°C, il est possible de traiter des épaisseurs ou des charges plus importantes dans un délai de 2 heures. Alors, le dispositif anti-surgélation devient moins efficace dans la mesure où le cycle avance. Le plus souvent, cette limitation est combinée avec une autre forme de sécurité.

La température de l'évaporateur est importante pour la fin du cycle de dégivrage, après le cycle de refroidissement.

Pour être complets, signalons qu'il existe des appareils combinés de refroidissement/surgélation rapides. Pour la surgélation de repas, on utilise les normes françaises (NF) déjà citées :

+63°C -> -18°C en moins de 4,5 heures

+10°C -> -18°C en moins de 3 heures

Paramètres importants pour le refroidissement rapide par « Blast Chilling »

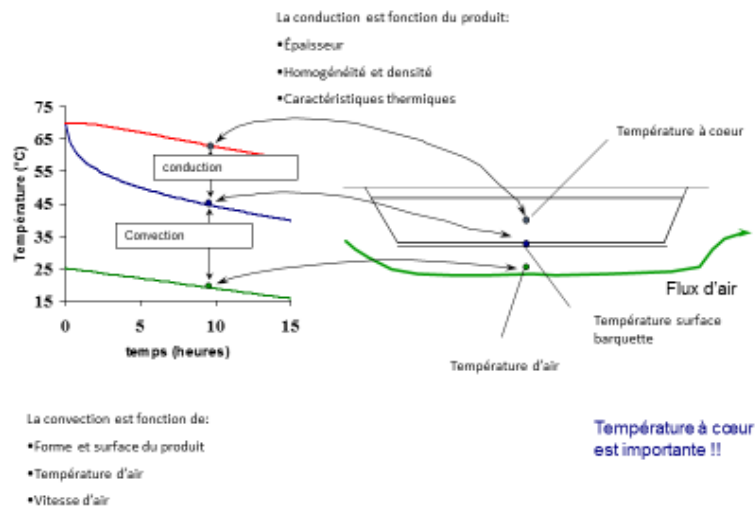
Il y a des paramètres au niveau de la technique de réfrigération et de la technique de production. Les paramètres relatifs à la technique de réfrigération concernent la capacité frigorifique et la répartition de l'air. Les paramètres relatifs à la production concernent la quantité traitée (masse en kg), la nature et la forme ainsi que l'emballage utilisé.

### Paramètres relatifs à la technique de réfrigération

L'échange de chaleur entre l'air et une substance solide (produit) peut se faire de trois façons : par rayonnement, par convection et par conduction. Dans le cas de refroidissement rapide, la transmission du froid se fait par conduction à l'intérieur du produit (de l'extérieur vers l'intérieur) et par convection entre l'air environnant et la surface de produit ou dans les couches extérieures de produits liquides (voir figure 1).

Figure 1

## PRINCIPES DE L'ÉCHANGE THERMIQUE D'UN REGIME CHANGEANT

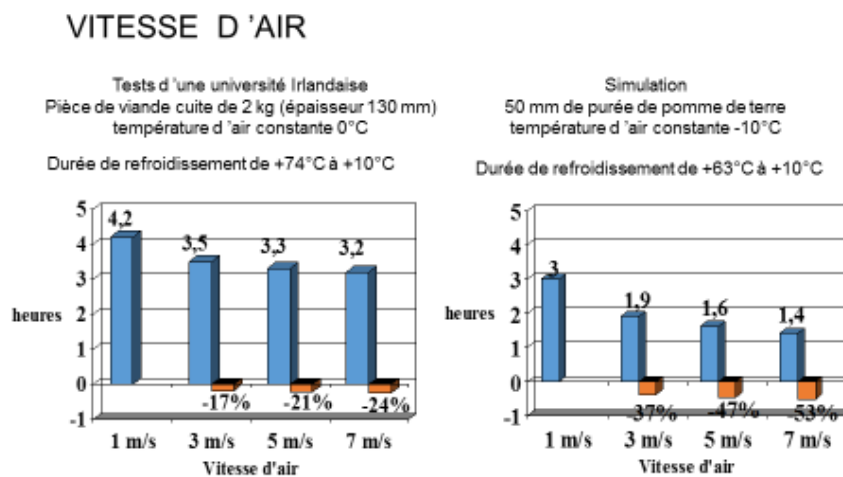


Trois paramètres sont importants : la température de l'air, la vitesse de l'air et la direction de l'air. La température de l'air est liée directement à la capacité frigorifique installée par rapport à la charge de l'appareil. La vitesse de l'air dépend de la puissance des ventilateurs et de la construction de l'élément de réfrigération (fig. 2). La direction de l'air dépend de la construction et de la géométrie de l'élément de réfrigération et de la chambre froide. Un élément de réfrigération ou évaporateur comprend un réfrigérant qui passe dans un circuit de tubes en cuivre, auxquels sont attachées des ailettes en aluminium pour augmenter la surface de contact.

Pour optimiser cette surface, les ailettes sont encochées et se trouvent toutes proches l'une de l'autre. L'évaporateur d'un refroidisseur rapide peut être pourvu de ailettes verticales ou horizontales. Contrairement à ce qu'on prétend, la vitesse avec laquelle un évaporateur est couvert de givre ne dépend pas de la position horizontale ou verticale des ailettes, mais de la distance entre celles-ci (plus elles sont proches l'une de l'autre, plus il y a formation de givre) et de ce qu'on appelle delta T : c'est la différence entre la température de l'évaporateur (température du réfrigérant) et la température moyenne de l'air. Plus la delta T est grande, plus la déshydratation est grande et plus il y a du givre au niveau de l'évaporateur. Les évaporateurs à ailettes ondulées verticales, très proches l'une de l'autre (ce qui est le cas, par définition, pour les Blast Chillers) produiront autant de givre que celui à ailettes horizontales. De toute façon, une ventilation accélérée ralentit la formation de givre : le delta T est plus bas à la suite d'une température plus élevée de l'évaporateur et il y a la projection de l'humidité contre les parois. Dans les deux cas, il faut décongeler l'appareil à fond après chaque cycle, pour garantir une capacité frigorifique optimale, mais aussi pour travailler dans le respect des normes d'hygiène et des règles HACCP.

Les évaporateurs à ailettes horizontales réduisent moins la pression de l'air pulsé (les ailettes ne gênent pas le courant d'air, donc moins de pertes à la suite de turbulences), ce qui garantit une vitesse, une direction et une température de l'air plus homogènes.

Figure 2



Le seul inconvénient de cette construction est que l'appareil doit être dégivré activement avant de l'arrêter. Ainsi, lors de la remise en marche, il n'y aura plus d'eau qui colle aux ailettes. Cela vaut aussi, mais en moindre mesure, pour les évaporateurs à ailettes verticales (hygiène & HACCP !). comme les courbes du circuit du réfrigérant se trouvent en haut et en bas, l'évaporateur à ailettes horizontales est plus compact que celui à ailettes verticales.

#### **Paramètres relatifs au produit.**

Il est évident que la durée du cycle dépendra de la quantité du produit (masse en kg) : un refroidisseur est calculé en fonction d'une charge nominale d'un produit standard. Mais plusieurs



autres paramètres entrent en jeu : le type de produit, l'épaisseur et la forme du produit, la répartition du produit dans l'appareil, le type d'emballage.

Le type de produit joue un rôle important : il est plus difficile de refroidir une quantité de purée qu'une même quantité de petits pois. A ce sujet, deux caractéristiques physiques du produit interviennent : la chaleur spécifique et la conductibilité.

La chaleur spécifique, qui est une sorte de résistance contre le refroidissement et s'exprime en kcal ou kJ par kg de produit et par baisse de la température en °C, varie d'un produit à l'autre. On trouve ces valeurs dans les manuels spécialisés, elles sont faciles à utiliser et sont donc très populaires dans la technique du froid. Mais le calcul à base de la chaleur spécifique n'est fiable que pour une baisse réduite de la température (par exemple de +10°C à +3°C) et/ou pour des produits d'épaisseur réduite. La **figure 3** montre que l'eau dont la chaleur spécifique = 1 Kcal/kg °C est refroidie plus rapidement que la purée de pommes de terre avec une chaleur spécifique de 0,9, alors que normalement, le résultat devait être l'inverse.

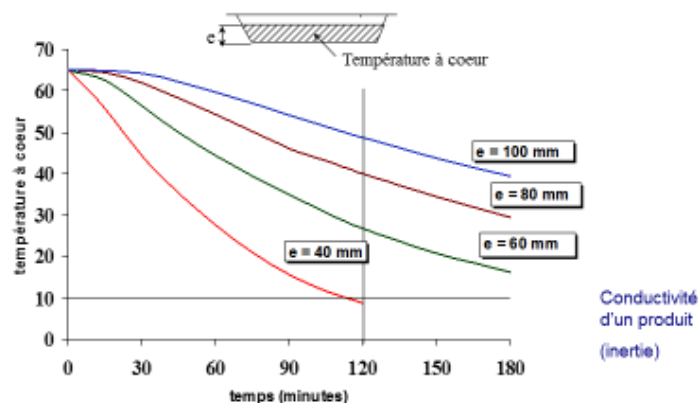
Pour les baisses importantes, on est toujours confronté au problème de la différence de température à la surface et à cœur du produit. Il ne faut pas le perdre de vue, car la différence peut s'élever à 15-20°C.

#### Deux remarques au sujet de ce phénomène physique :

- Tout d'abord, l'épaisseur du produit joue un rôle très important pour le processus de refroidissement rapide (**voir fig. 4**).
- Deuxièmement : une température finale entre 0 et +3°C, dans les 90 minutes (Guidelines anglais) est impossible avec la technique du Blast Chilling, sans surgeler la surface.

Figure 4

ECHANGE THERMIQUE REFROIDISSEMENT RAPIDE  
INFLUENCE EPAISSEUR PRODUIT SUR LA TEMPERATURE A CŒUR.



Il ne faut pas maltraiter la physique. Cette constatation a également été faite à l'Université de Bristol et à la K.U. Leuven (Restaurants Alma). L'évolution de la température à l'intérieur du produit ne peut être calculée à l'aide de formules simples mais il faut la suivre de manière empirique (simulations) et sous la forme de modèles informatiques. Tant TNO aux Pays-Bas, ainsi que la R.U. Gent et la K.U. Leuven sont déjà très avancés dans l'établissement de ces modèles et

dans la domaine de la conservation. Les caractéristiques physiques telles que la conductibilité, la densité et la convection dans les liquides jouent un rôle à ce sujet. Pour cette raison, les fabricants de refroidisseurs rapides font des tests pour voir la réaction du produit dans la pratique.

La forme et la répartition sont liées directement à l'épaisseur du produit : voir fig. 5 et 6.

En répartissant une même quantité de produit sur deux fois le même nombre de barquettes, on réduit le temps de refroidissement de 20%. D'où les recommandations de la figure 6.

La plupart des refroidisseurs instantanés ont été soumis à des tests avec des épaisseurs standard de 40 à 50mm. Si le prospectus mentionne des épaisseurs plus importantes, ce n'est qu'à titre indicatif.

## PRÉCONISATIONS CONDITIONNEMENT DES PRODUITS ALIMENTAIRES

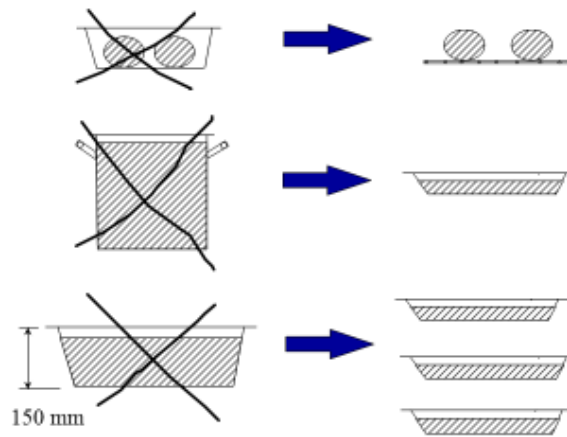
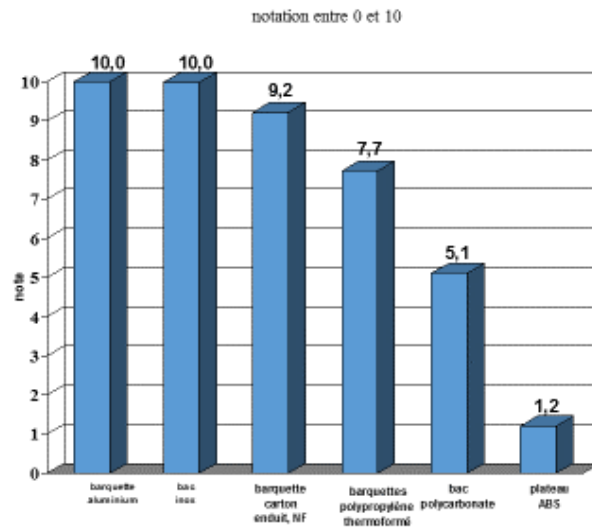


Figure 6

La figure 7 donne un aperçu de la classification des matériaux d'emballage et nous constatons une différence de quelque 10% entre les récipients en inox et le carton plastifié, comme utilisé pour les normes françaises.

Figure 7

## QUALITE THERMIQUE DES RECIPIENTS

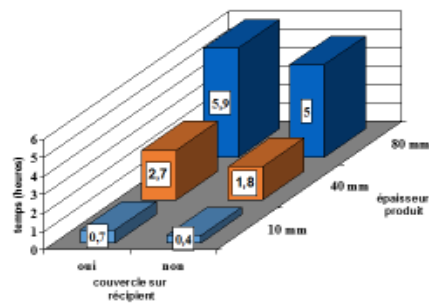


Le fait de couvrir ou non la denrée alimentaire, notamment du point de hygiénique, n'est pas à négliger, comme le montrent les figures 8 et 9, où le fait de couvrir les produits est combiné respectivement avec l'épaisseur du produit et avec le paramètre relatif à la technique du froid « limitation de la température de l'air ».

Figure 8

## ECHANGE DE CHALEUR TEST DE LABORATOIRE INDEPENDANT

Tests, réalisés par l'Université de Bristol, UK  
Sauce bolognaise, vitesse d'air de 3m/s, température d'air constante -2°C  
Temps de refroidissement de 70°C à 10°C à cœur.



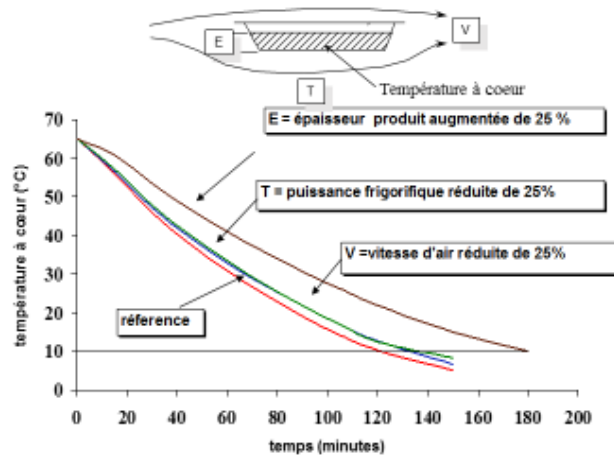
Importance des paramètres :

La figure 10 donne un aperçu des principaux paramètres. La courbe inférieure représente la ligne de référence des 3 paramètres : épaisseur du produit, capacité frigorifique et vitesse de l'air, la température de 10°C étant atteinte tout juste en 120 minutes.

Chaque fois, les 3 paramètres sont diminués de 25%. Dans ce cas, la durée de refroidissement augmente de 10% quand la capacité frigorifique et la vitesse de l'air sont diminués, alors qu'un produit plus épais de 25% demande 50% de plus !

Figure 10

ECHANGE THERMIQUE REFROIDISSEMENT RAPIDE  
INFLUENCE COMPAREE DES PRINCIPAUX PARAMETRES



Terminons ce chapitre sur le refroidissement rapide en lançant un appel aux utilisateurs intéressés, aux conseillers et installateurs : demandez à votre fournisseur de mettre à votre disposition les procédures de test où est mentionné la capacité, de façon à relative les performances telles que décrites dans les brochures. Ces paramètres physiques objectifs sont les seuls critères qui permettent de comparer les différents systèmes.