

HACCP: où en sommes-nous? Soft & Hard Chilling – Sonde multipoints

Un premier article expliquait le but et la signification de la législation HACCP. Un second approfondissait les outils HACCP et comparait les différents systèmes. Dans ce troisième article, nous allons faire la différence entre la législation, les normes et les conseils. Ensuite, nous ferons un lien avec le refroidissement rapide.

Normes-directives-réglementation-lois-décrets- règlements-arrêtés-guides-guidelines

« quels termes n'ont pas de place ici ? », serait une bonne question de quiz (avec comme réponse : normes, guides, guidelines : ne sont que des lignes à suivre, le reste tient de la législation).

Afin de mieux comprendre, il serait bon de définir ces concepts.

Normes : lignes ou critères, à suivre par une catégorie de personnes ; règles pour la normalisation ; peut faire partie d'une législation mais pas toujours, donc n'est pas toujours un règlement contraignant. Il y a les normes belges NBN de l'institut Belge de la Normalisation (BIN), les normes néerlandaises NEN, mais les plus connues en Europe sont la DIN allemande (Deutsche Industrielle Norme), la NF (Normes Françaises) et la BS anglaise (British Standards).

Guidelines : ligne ou préconisation, à suivre par une catégorie de personnes, mais pas une normalisation ou une partie directe d'une législation. Ici, nous pensons spontanément aux Guides (de Bonnes Pratiques d'Hygiène) ou aux Codes (HACCP), mais ces Guides ont bien un caractère légal. En effet, élaborés par les organisations professionnelles (avec de l'aide éventuelle du monde scientifique et académique), ces Guides sont soumis au contrôle du Ministère de la Santé publique et apparaîtront comme 'approuvés' dans la Loi Alimentaire. Ces codes ne peuvent pas infirmer la législation et sont plus strictes dans certains aspects.

Réglementation : prescriptions ou règles imposés ; ce terme est utilisé dans un contexte international ou européen pour faire la distinction entre les lois (règles sur le plan d'Etat organisant la vie sociale) et les décrets (lois régionales en Belgique : décrets flamands et wallons, les décrets bruxellois sont des ordonnances).

Directives (européennes)

Règles imposées aux Etats-Membres par l'Union Européenne, restent encore à transposer en lois nationales pour devenir juridiques. L'avantage pour les Etats-Membres est de pouvoir ajouter encore certaines nuances, adaptées à leur propre situation.

Règlements (européens)

Règles imposés aux Etats-Membres par l'Union Européenne, directement en vigueur, sans transposition. On vote de plus en plus de règlements pour les produits alimentaires et moins de directives, plus compliquées et indirectes. Les règlements priment en principe sur la législation nationale en vigueur.

Décisions – arrêtés

- a) Arrêts d'exécution : (Arrêté Royal AR ou Arrête Ministériel AM) : avec ces arrêtés, le ministère concrétise les lois cadres du parlement. C'est plus rapide que les propositions (parlement) ou concepts (ministères) demandant des procédures complètes de discussion.
- b) Décisions Européennes : elles ont une application limitée : à des entreprises, des individus ou des Etats Membres.
- c) Avis Européens : seulement un moyen de pression politique, pas juridiquement contraignant.

Rapport avec refroidissement rapide

Le lien avec le refroidissement rapide peut être résumé comme suit :

1) Directives :

CE 77/99 et 92/5 : déjà en 1977, la nécessité du refroidissement rapide était déjà reconnue, surtout dans des grands pays où la grande distribution de repas commençait à se manifester. Cette réglementation stipulait, sous la rubrique « conditions spéciales pour les plats cuisinés à base de viande » que « les produits à base de viande et les plats cuisinés doivent être réfrigérés à une température à cœur inférieure ou égale à +10°C dans un délai n'excédant pas deux heures après la fin de la cuisson, et à la température de stockage dans les meilleurs délais ». La durée dans la zone dangereuse doit être « réduite à un minimum ». La zone dangereuse était définie dans la directive CE77/99 entre +63°C et +10°C, dans une directive postérieure, la CE95/68, entre +60°C et +10°C.

2) Lois nationales :

Transposition en droit néerlandais via Arrêté 7/12/1993 (ultérieurement adapté) de la Loi d'Inspection de Viande RVV, en droit belge via AR 4 juillet 1996 et AR 12 décembre 1997 de l'I.E.V., sans modifications du contenu : +60°C à +10°C en moins de 2 heures. Ces températures sont des températures à cœur.

3) Normes :

Sur le plan global, il n'y a que 2 normes descriptives pour les tests de refroidisseurs rapides. Ces protocoles de critères permettent la comparaison d'appareils différents suivant des paramètres objectifs. Le cahier de charge est clair, net et détaillé pour éviter la confusion (comme souvent dans des brochures commerciales). Ces 2 normes sont :

- NF pour la France,

- NSF pour les Etats-Unis les tests NSF s'effectuent avec un mélange industriel comme produit, il faut passer de +60°C à +4°C en moins de 4 heures.

Les tests NF, dont vous voyez les détails sur [la figure 1](#), spécifient :

- purée de pommes de terre : produit difficile à refroidir,

- barquette en carton enduit de polypropylène : emballage difficile à refroidir

- barquette operculée d'un film : la couche d'air statique entre le produit et l'operculation forme un isolant et un handicap supplémentaire pour le refroidissement

- début cycle : moyennes des sondes à cœur à +63°C

- fin cycle : dernière des sondes à cœur à +10°C !

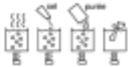
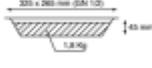
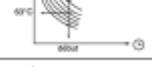
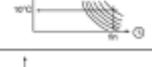
- durée maximale : 110 minutes, au lieu de 2 heures, temps restant pour manutention

Pour résumer : +63°C à +10°C en < 110 minutes

Figure 1

TESTS DE PERFORMANCES FRIGINOX:

Certification NF HYGIÈNE ALIMENTAIRE
Ambiance du local = 25°C

Produit de test	Purée de pomme de terre reconstituée (eau, flocons, sel)	
Conditionnement du produit	<ul style="list-style-type: none"> • Barquettes GN 1/2 en carton enduit polypropylène • Barquettes operculées • 1,8 kg de produit par barquette 	
Répartition des sondes	<ul style="list-style-type: none"> • Sonde au centre géométrique du produit dans une barquette • Minimum de 1 sonde par niveau 	
Température de départ	Moyennes des sondes à cœur à +63°C	
Température d'arrivée	Dernière des sondes à cœur à +10°C	
Temps entre départ et arrivée	110 minutes maximum	

4) UK Guidelines :

Comme déjà expliqué : ce ne sont pas des normes, ni des lois, mais plutôt une série de préconisations. Elles semblent plus strictes que la NF : +70°C à +3°C à cœur du produit en moins de 90 minutes mais oublie de parler :

- Du genre de produit : par sa meilleure conductivité, la viande refroidit 5 à 8% plus vite que la purée de pommes de terre.
- De la matière d'emballage : un récipient inox refroidit 10% plus vite que du carton plastifié.
- Avec ou sans operculation : sans operculation, le cycle de refroidissement va 20 à 30% plus vite qu'avec une operculation (dans ce dernier cas, l'air statique entre le produit et l'operculation est un isolant freinant) voir fig. 2a et b.

Figure 2a

INFLUENCE DU COUVERCLE SUR LA PERFORMANCE

Test de refroidissement réalisé avec 25 kg de purée de pomme de terre
(14 barquettes de 1.8 kg chacune)

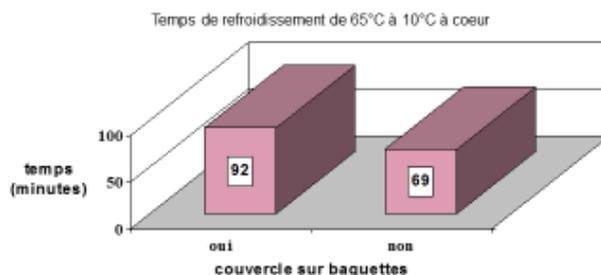
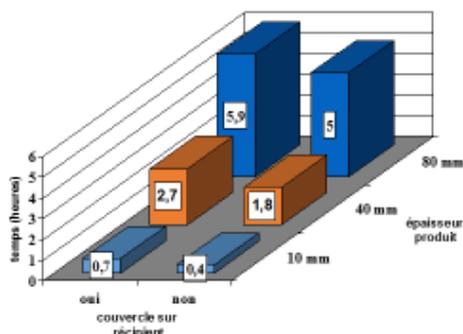


Figure 2b

ECHANGE DE CHALEUR TEST DE LABORATOIRE INDEPENDANT

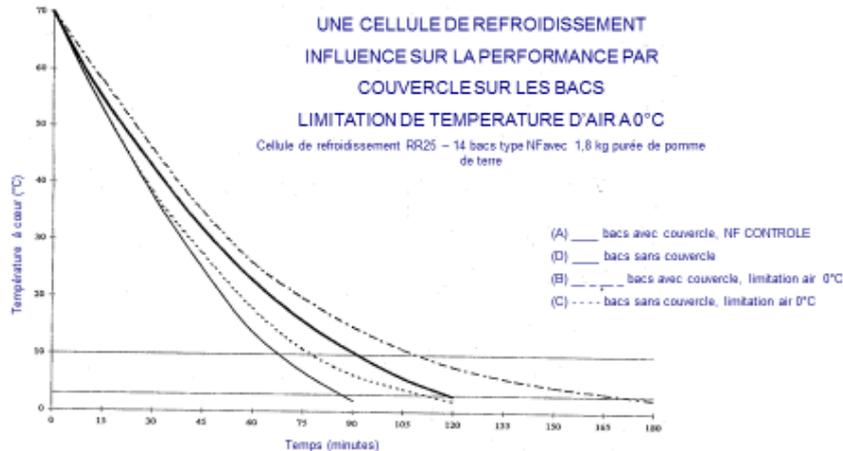
Tests, réalisés par l'Université de Bristol, UK
Sauce bolognaise, vitesse d'air de 3m/s, température d'air constante -2°C
Temps de refroidissement de 70°C à 10°C à cœur.



5) Comparaison NF-UK Guidelines :

Ce dernier paramètre est si décisif que le trajet de +70 à 3°C peut être parcouru en 90 minutes, sans operculation avec les mêmes puissances frigorifiques, vitesses d'air et épaisseurs de produit (les 3 paramètres les plus importants pour le refroidissement rapide), que celles nécessaires pour le trajet de +63°C à +10°C en 110 minutes, avec operculation : voir fig. 3 (tests constructeur français).

Figure 3



Tests	Pas de limitation de température d'air			Limitation de température d'air 0°C		
	Couvercle (A)	Sans couvercle (D)	Evolution	Couvercle (B)	Sans couvercle (C)	Evolution
+70°C jusqu'à +10°C à cœur	92 min	69 min	-25%	111 min	78 min	-30%
+70°C jusqu'à +3°C à cœur	118 min	83 min	-30%	173 min	113 min	-35%

On remarque aussi sur le graphique que la limitation de température d'air (pour éviter la congélation) renforce encore cette différence d'environ 5%. Un autre test compare le refroidissement de la purée de pommes de terre selon NF (+63°C à 10°C < 110', protocole NF) et selon UK Guidelines (70°C à 3°C, < 90 minutes, bacs inox, sans operculation). Evidemment, NF est suivi par la majorité des constructeurs français de refroidisseurs rapides, mais les constructeurs anglais et italiens les plus importants ont également fait approuver quelques modèles de leur gamme, spécifiquement pour le marché français. Les UK Guidelines comme méthode de test sont suivis par – évidemment – les constructeurs anglais, ainsi que les constructeurs italiens. Cette méthode permet un peu plus de liberté. Finalement, remarquons que tout à coup, certains constructeurs mentionnent maintenant + 90°C à +3°C en tant que zone dangereuse. Mais, des expériences scientifiques et industrielles prouvent qu'entre +90° et +70°C la (post) pasteurisation a lieu (assurant un stockage plus long et plus sûr). On peut le vérifier sur le **tableau 4** contenant les facteurs F pour des produits à base de viande (Valeur F : Basée sur des valeurs de réduction décimales, c'est-à-dire la combinaison de temps et de température réduisant certaines bactéries « de référence » d'1/10).

Tableau 4
 F_{70}^{10} Pour un réchauffement d'une minute à des températures différentes, pour des streptocoques fécaux (Reichert et Bremke)

Température (°C)	F70/10	Température (°C)	F170/10
55	0.03	73	1.99
56	0.04	74	2.51
57	0.05	75	3.16
58	0.06	76	3.98
59	0.08	77	5.01
60	0.10	78	6.31
61	0.13	79	7.94
62	0.16	80	10.00
63	0.20	81	12.59
64	0.25	82	15.85
65	0.32	83	19.95
66	0.40	84	25.12
67	0.50	85	31.62
68	0.63	86	39.81
69	0.79	87	50.12
70	1.00	88	63.09
71	1.26	89	79.43
72	1.58	90	100.00

La valeur ultime F_{70}^{10} du processus de réchauffement est composée de toutes les valeurs F individuelles.

Motivé par la pensée : « sortant du four, entrer le produit directement dans le refroidisseur, plus sûr n'existe pas !! », on serait prêt à accepter un bilan énergétique et un cheminement HACCP (séparation propre souillé / crû-préparé/ production-stockage) plus défavorables. Imaginons quand même un four mixte à côté du refroidisseur rapide et on y entre les produits à 90°C, sans laisser refroidir.

La question se pose ; peut-on refroidir un repas d'une épaisseur de 4 à 5 cm, en moins de 90 minutes, de 90°C à 3°C et sans congélation du produit (air au-dessus de 0°C) ?

Réponse : NON. Des tests indépendants d'une université anglaise de Bristol le démontrent clairement.

Celui qui réussit à le réaliser avec une technique de réfrigération mécanique ou autre système externe, et sans détruire le produit, réussirait à manipuler les lois de la physique et serait l'Einstein du 21 siècle. Peut-être faut-il relativiser un peu le terme « cœur » et l'interpréter comme température à l'extrémité du produit.

La température d'un produit, sortant du four peut varier entre 90°C à l'extérieur à 70°C à l'intérieur. Inversement, elle peut varier à fin du cycle de refroidissement rapide de 3°C à l'extérieur à 10°C à l'intérieur. En langage courant pourtant, le terme « cœur » est bien évidemment synonyme de « à l'intérieur ».

6) Cœur et extérieur du produit :

Il reste encore une petite explication concernant cette inertie de produit. Un produit alimentaire, pour autant que ce ne soit pas de l'eau pure, se comporte toujours comme un semi-isolant. Cela signifie donc que l'air ambiant refroidit d'abord l'extérieur et, après un certain temps, l'intérieur.

Des problèmes en résultent :

- 1) On mesure des températures différentes à travers le produit
- 2) L'extérieur du produit peut congeler, malgré que le cœur se trouve encore dans la zone dangereuse pour la prolifération des micro-organismes.

Contrairement à la conservation, où on ne fait qu'une petite descente de température et où on peut se permettre de calculer avec une seule valeur de résistance contre le refroidissement, appelée chaleur spécifique (chaleur par degré de refroidissement et par kg de produit), on doit tenir compte de la conductivité du produit et de la convection autour de celui-ci pour le refroidissement rapide. Cela explique l'inertie.

Des tests comparatifs entre les 3 paramètres les plus importants, c.-à-d. l'épaisseur de produit, la capacité frigorifique et la vitesse d'air démontrent que : l'épaisseur de produit, augmentée de 25%, , augmentera la durée du cycle de 50%, la capacité frigorifique, diminuée de 25%, augmentera le cycle de 10%, la vitesse d'air, diminuée de 25%, augmentera le cycle de 10%. Pour une épaisseur de produit de 50mm, en moyenne, la différence de température à travers le produit peut être supérieure à 10 K (°C), dépendant du genre de produit et de la température d'air. La température d'air est plus basse pour une capacité frigorifique plus élevée. Et une température d'air plus basse renforce encore cette différence de température due à l'inertie du produit. Une vitesse d'air plus élevée ne peut contrer que partiellement ce problème. De plus, elle aussi est limitée afin de ne pas altérer le produit.

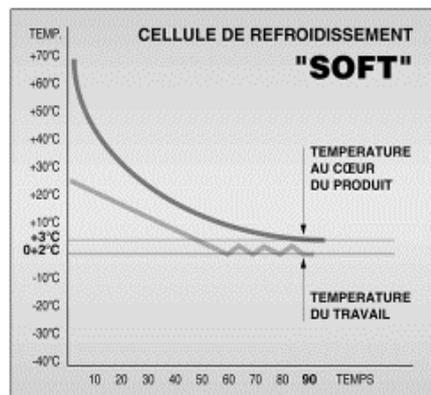
Pour lutter contre ce problème, plusieurs constructeurs ont cherché différentes solutions. Plus de détails à ce sujet dans notre prochaine édition, avec e.a. un attention particulière pour le soft et hard chilling et les sondes à cœur multipoints.

Soft et Hard Chilling et Sonde à cœur Multipoints

Dans le dernier point de la première partie nous avons discuté les problèmes d'un refroidissement à cœur accéléré et du bord autour le produit. Maintenant on présente les solutions conçues par les différents constructeurs.

« L'école italienne » utilise le 'Soft Chilling' et 'Hard Chilling' et un cycle selon les UK Guidelines. Soft Chilling (fig 1) signifie que la température de sortie d'air ne descend pas en-dessous de 0°C, pendant tout le cycle. L'avantage est qu'aucune congélation de la surface extérieur n'est possible. Le désavantage, lié au point précédent, c'est qu'à cause de l'inertie, seuls les produits de faible épaisseur, comme les crêpes, la pâte ou les feuilletés peuvent être refroidis dans le délai imposé. Réduire la charge n'est pas une solution, car on ne peut pas atteindre une température à cœur de 3°C, avec de l'air de 1°C, et une différence de température, à travers le produit, de plus de 10°C, sauf pour des cycles de plus de 3h.

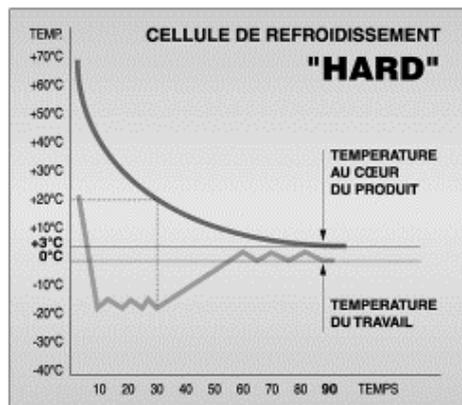
Figure 1



Hard Chilling (fig. 2) est un système de température variable où, à partir de 20°C à cœur, donc largement au-dessus de 10°C en surface (pensons toujours à la différence, à travers le produit, de 10° K), la température d'air est tenue au-dessus de 0°C par le déclenchement du froid actif (compresseur). De cette manière, la pleine capacité en début du cycle est combinée avec une protection contre la congélation dans la partie finale du cycle.

Ce système est nettement plus intéressant, mais les 2 limites de cycle sont trop optimistes dans de nombreuses brochures commerciales. On a déjà parlé du fameux +90°C. Passer de +90°C, voire même de +70°C ou +63°C à +3°C en moins 90 ou 110 minutes n'est pas possible avec l'intéressant anti-congélation, encore une fois à cause de l'inertie du produit. En plus, pour passer de +90°C à +3°C en moins de 90 minutes, avec une épaisseur de 50mm de purée de pommes de terre comme produit de test (tel NF), on est obligé de maintenir la température d'air constamment à -43°C ! Conséquence 70% du produit congèle !

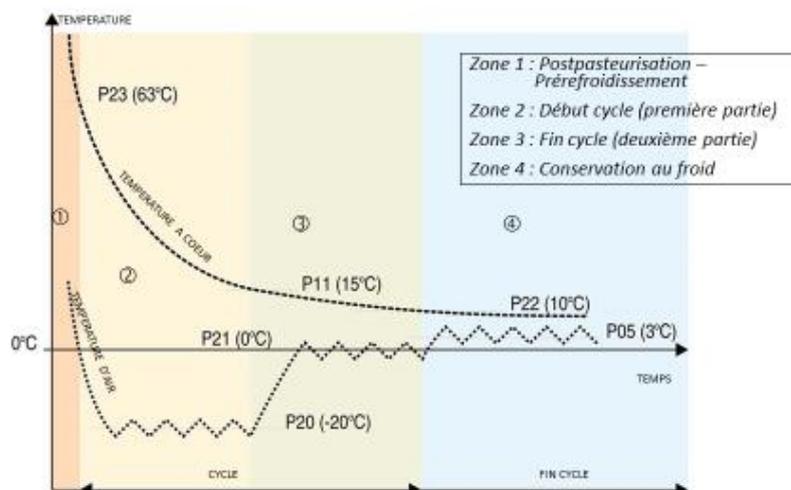
Figure 2



Seul le cœur reste intact (voir fig. 4).

Fig 4

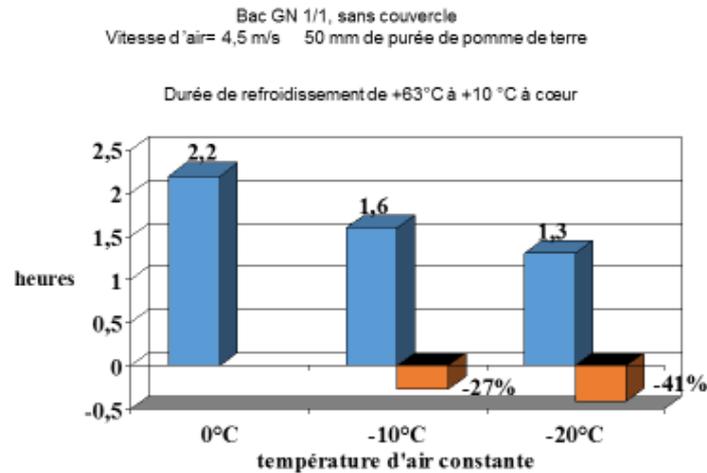
EVOLUTION DE LA TEMPERATURE A COEUR (SONDE MULTI-POINTS) – TEMPERATURE D'AIR



La limitation de la température d'air est un facteur important, vous le voyez en fig. 3. Par une température d'air de -10°C, on peut raccourcir le cycle de 27%, avec -20°C on le réduit même de 41% !! « L'école française » utilise des sondes à cœur multipoints (fig. 3) et teste les appareils selon le protocole NF.

Figure 3

TEMPERATURE D'AIR



Sur 3 ou 4 capteurs, la température est constamment mesurée, la plus haute étant la référence pour le cycle. L'avantage est que de cette manière, on obtient toujours la température à cœur exacte et qu'une température prise près de l'extérieur du produit n'est pas déterminante (en cas d'une mauvaise pénétration de la sonde à cœur). Chez certains constructeurs, il est aussi possible de régler la température d'air en début de cycle (pleine capacité en fonction du genre de produit) et celle de fin (protection contre la congélation en fonction du genre de produit), ainsi que le point de passage de l'une à l'autre. Ce point de passage est également un paramètre réglable, en fonction de l'épaisseur du produit : par exemple : 10°K de différence entre cœur et extérieur du produit pour 50mm d'épaisseur : point de passage 15°C . 15° K différence entre cœur et extérieur du produit pour 80mm d'épaisseur : point de passage à 20°C. 5°K de différence entre cœur et extérieur du produit pour 30mm d'épaisseur : point de passage à 10°C. Les 3 températures sont réglées d'usine pour un usage habituel en grande cuisine : respectivement -20°C, 0°C et +15°C : voir fig. 19. Donc, ce système fonctionne comme un hard chilling automatique.

Peu importe le système choisi : n'oublions pas que la protection contre la congélation est aussi importante que la performance de refroidissement elle-même.

Non seulement la congélation détruit le produit, mais la couche extérieure congelée forme également un isolant empêchant que le froid atteigne bien le cœur du produit.

Option ou gadget ?

Régulation de la vitesse d'air est une option possible pour certaines marques. Suite à ci-dessus, nous savons que la limitation de vitesse a seulement un sens pour une charge faible de produits sensibles, sinon on dépasse vite la durée maximale de la législation. L'enregistrement automatique des temps de début et fin de cycle, ainsi que des températures correspondantes est fort préconisé car le processus de refroidissement rapide est un point critique de contrôle dans les procédures HACCP. Or,

la législation européenne (Directive du 25 Juillet 1985, transposée en droit national par une loi de 1991) change le responsabilité de produit de responsabilité de culpabilité – le dupé devait prouver le rapport causal entre le dommage (préjudice) et l’acte de l’accusé – vers une responsabilité de risque, sans cette charge de preuve.

Cette responsabilité peut être triple :

- économique ou contractuelle : livraison des marchandises non-conformes
- extracontractuelle ou civile (ou légale) : dommage d’une personne à une autre doit être compensé/dédommagé s’il y a preuve du dommage, de la faute et du rapport causal.
- pénale : même pour une intoxication alimentaire, on peut juridiquement parler de « coups et blessures involontaires ».

Avec certaines marques, on peut enclencher un compteur qui, dès une certaine température, par exemple 70°C, ou 60°C (début de la zone dangereuse pour la prolifération des micro-organismes) compte le temps jusqu’à la fin de cycle et l’affiche sur le display. De cette manière, on peut aussi écrire la durée de cycle, apparente sur l’afficheur, dans le registre HACCP, méthode aussi acceptée par l’inspection, mais demandant plus de travail et de discipline. Les méthodes de stérilisation sont aussi une option chez quelques fabricants. Il y a le système dit ‘ozonator’, avec des électrodes transformant l’oxygène en ozone, permettant de neutraliser et de tuer les impuretés et microbes dans l’air et sur le produit. Par cette transformation, l’atome libre se lie donc immédiatement avec ces impuretés pour les éliminer. Pour éviter l’oxydation des produits alimentaires, l’appareil ‘ozonator’ est branché en parallèle avec le compresseur.

D’autres constructeurs utilisent des lampes U.V. pour stériliser. L’UV aurait une fonction bactéricide mais est clairement interdit par la législation I.E.V., sous l’A.R. du 4 juillet 1996. Par conséquent, pour qu’aucun risque d’usage fautif n’apparaisse, il faut brancher les lampes seulement à l’arrêt. Une option pour les refroidisseurs rapides, permettant de stériliser la vaisselle, à l’arrêt de l’appareil, semble une alternative chère à un bon lave-vaisselle et un bon cheminement HACCP.

De plus, stériliser l’intérieur de l’appareil a plutôt un effet limité (jusqu’à l’ouverture de la porte), surtout quand il n’y a pas de nettoyage préalable. Une sonde à cœur réchauffée peut être utile pour des surgélateurs rapides, la sortie de la sonde du produit étant alors plus facile. Seulement les puristes remarqueront qu’un réchauffement localisé amènera une petite partie du produit près de la zone dangereuse. Pour les refroidisseurs rapides, où le produit reste encore suffisamment souple, cette option n’a aucune utilité.

Conclusion :

Cette étude étendue des paramètres importants pour le refroidissement rapide et l’explication des différences entre législation – normes – guidelines ont pour but de comparer des systèmes d’une manière objective, sans préjugés par rapport à certaines marques.

Avec des critères objectifs de test, comme par exemple les normes NF, on pourra comparer des appareils, en évitant que des données techniques, diffusées dans les brochures commerciales, soient mal interprétées lorsqu’elles sont mises ensemble.