

# PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET APPROCHE FONCTIONNELLE DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS DE CUISINES PROFESSIONNELLES

## 1. FONCTIONS DES APPAREILS DE CUISSON ET DE MAINTIEN OU DE REMISE EN TEMPERATURE

### 1.1. FONCTION D'USAGE (A quoi sert l'appareil ?)

Assurer un processus de cuisson (modes divers : rôtir, braiser, frire, etc... ) ou de remise en température des aliments,

- en respectant les contraintes réglementaires et les mesures d'hygiène liées à la qualité sanitaire et à la sécurité du personnel,
- en préservant les qualités organoleptiques des produits et en limitant les pertes nutritionnelles des denrées.

dans le cadre d'une cuisine professionnelle ( cuisson de quantité importante dans un minimum de temps en restauration collective )

### 1.2. FONCTIONS PRINCIPALES :

#### ELEVER LA TEMPERATURE DES ALIMENTS

##### Produire la chaleur de cuisson et de réchauffement des aliments:

*Quelle est la source d'énergie ? Comment la chaleur est-elle produite ?*

- par **combustion**, par l'intermédiaire de **brûleurs** : transformation de l'énergie chimique potentielle du gaz en énergie thermique au cours d'une réaction exothermique.
- par **effet Joule** : transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique dans des **résistances électriques**.

*Remarque* : la répartition de la chaleur par les surfaces de chauffe doit être la plus homogène possible,

- par l'intermédiaire d'**ondes électromagnétiques ( OEM )** :
  - dans le **foyer à induction**, l'énergie électrique du réseau est utilisée pour émettre un champs magnétique de haute fréquence qui induit des courants électriques ( courants de Foucault ) dans la masse du récipient culinaire en métal ferro-magnétique, ce courant induit produit alors de la chaleur par effet Joule.
  - dans l'**enceinte à micro-ondes**, transformation d'énergie électrique en énergie rayonnante qui, absorbée par le produit culinaire, se transforme alors en chaleur : la fréquence des micro-ondes entraîne la mise en mouvement de molécules polarisées ( essentiellement l'eau ) et donc une augmentation de l'agitation moléculaire et une production de chaleur dans l'aliment.

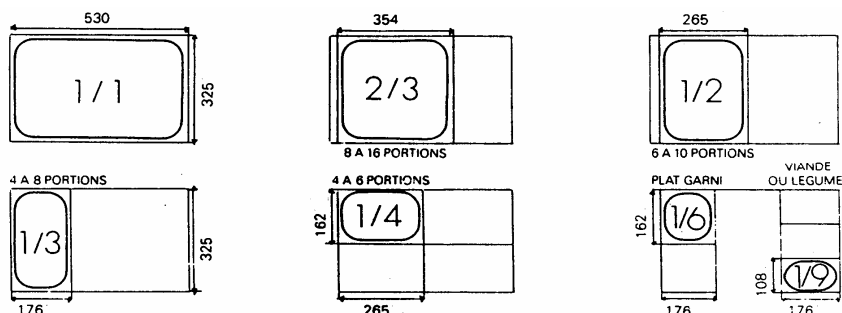
##### Transmettre la chaleur à l'aliment, suivant son mode de cuisson : ( Comment la chaleur est-elle transmise aux aliments ? )

- par contact direct ( **conduction : propagation de la chaleur dans toutes les direction au sein des solides** ) avec l'aliment ( grill, plaque à snacker ) ou le récipient, contact éventuellement amélioré par la présence d'un corps gras ou aqueux : grillades, poêlage, sautés, braisés.... Suivant l'appareil la chaleur est transmise au récipient par conduction, convection ou rayonnement.
- par l'intermédiaire d'un fluide ( **convection : propagation de la chaleur vers le haut au sein des liquides et gaz** ) : huile (friture), eau ( court-bouillon, marmite, bain-marie...), vapeur d'eau, air ( cuisson à chaleur sèche dans un four à convection )
- par **rayonnement infrarouge ( absorption par un corps d'OEM émises par un autre corps plus chaud à travers un milieu transparent )** : salamandre, rôtissoire, barbecue, fours ...
- par transfert de **l'énergie latente de changement d'état** d'un fluide ( **liquéfaction exothermique gaz - liquide** ) : cuisson à la vapeur
- par combinaison de plusieurs modes de propagation : four, brûleurs découverts

#### CONTENIR LES ALIMENTS ET/OU LE FLUIDE DE CUISSON

Les appareils qui ne nécessitent pas de récipients ( marmites, sauteuse, friteuses ... ) présentent une cuve adaptée à cette fonction. Les appareils professionnels conçus pour recevoir des ustensiles (paniers, récipients, bacs, plats, grilles, barquettes...etc. ) doivent présenter des dimensions intérieures définies par la norme NF H 00-054 AFNOR à partir d'un module de base dit « **Gastronorme** »

**GN 1/1 = 530 x 325 mm**



GN 2/1	GN 2/3	GN 1/2	GN 1/3	GN 1/4	GN 1/6	GN 1/9
650 x 530 mm	325 x 352 mm	325 x 265 mm	325 x 176 mm	162 x 265 mm	162 x 176 mm	108 x 176 mm

### 1.3. FONCTIONS COMPLEMENTAIRES

#### Réguler l'appareil ( Comment maîtriser le fonctionnement ? )

- **Doser la production d'énergie thermique**

$$\text{ENERGIE} = \text{PUISSANCE} \times \text{TEMPS} \quad E = P \times t$$

Selon l'appareil on agira donc sur la **puissance** ou sur le **temps**

- ⇒ Sélecteur de puissance
- ⇒ Réglage de l'allure par séquenceur ou doseur d'énergie gradué
- ⇒ Capteur de raccordement à un automate de gestion de l'énergie

- **Asservir la production de chaleur à un paramètre**

- ⇒ **Température du produit**, de l'atmosphère d'une enceinte, du fluide de cuisson  
régulation thermostatique par thermostat électronique ou électromécanique, à bulbe, à sonde ..
- ⇒ **Temps** : réglage des temps de cuisson par minuteur, programmateur, chronorupteur ...

#### Commander

- ⇒ Interrupteur, relais électromagnétique, clavier, contacteurs.....

#### Programmer le fonctionnement dans le temps

- **Fixer horaires et durées** : minuterie, horloge, programmateur
- **Mémoriser les cycles de cuisson** : microprocesseur et mémoire

#### Informé l'utilisateur

- ⇒ **Témoin de mise en température**
- ⇒ **Signal de fin de cuisson ( visuel ou sonore )**
- ⇒ **Eclairage de l'enceinte**

#### Assurer la sécurité ( Comment assurer une utilisation sans danger ? )

- **Pour le personnel, éviter :**

- ⇒ Brûlures : **isolation** des parois, des poignées et des couvercles, blocage des portes.
- ⇒ Coupures, accrochages, écorchures : **pas d'arêtes vives**
- ⇒ Déversement ( marmite, sauteuse, friteuse ) : robinet encastré, blocage de basculement.
- ⇒ Surpression, explosion, jet de vapeur, brûlure : **soupape de sécurité**
- ⇒ Risques liés au gaz ( intoxication, explosion ) système de coupure automatique ( à **thermocouple**, à **ionisation de flamme** )
- ⇒ Risques liés à l'électricité : blindage des éléments chauffants, **mise à la terre et disjoncteur différentiel**, interrupteur d'arrêt d'urgence, isolation électrique et indice de protection ( **IP** )

- **Pour la préparation alimentaire, éviter :**

- ⇒ Manque d'hygiène, nettoyage difficile : **angles arrondis, pas de recoins, démontage facile, matériaux inoxydables**

- **Pour l'appareil, l'environnement et le local, éviter :**

- ⇒ Surchauffe ( incendie, détérioration du matériel ) : **limiteur de température**
- ⇒ Risques de courts-circuit ou surtension : **isolation électrique, fusibles**

#### Limiter les pertes d'énergie

- ⇒ qualité de l'**isolation thermique**

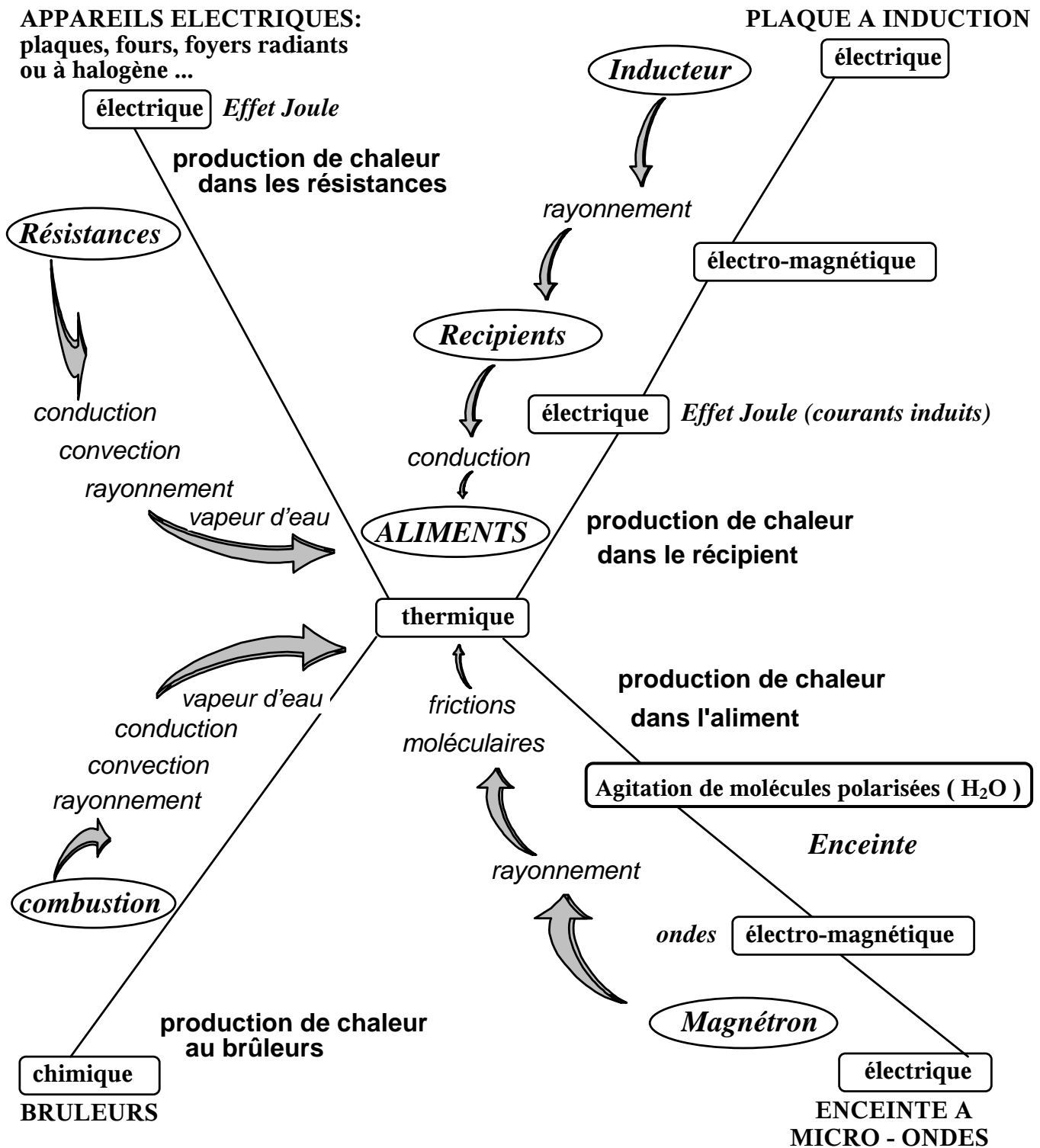
#### Permettre l'entretien et une utilisation ergonomique

- ⇒ confort d'utilisation, facilité de manipulation, qualité des conditions de travail,
- ⇒ facilité de l'entretien et du nettoyage, respect de l'hygiène et de la qualité sanitaire,

Chaque appareil doit être nettoyé et désinfecté régulièrement selon un **protocole de bionettoyage** spécifique qui définit :

<b>Quoi ?</b>	<b>Appareil.</b>	Eléments à nettoyer, surfaces sensibles
<b>Qui ?</b>	<b>Responsable</b>	Personne affectée à l'opération de nettoyage
<b>Où ?</b>	<b>Lieu</b>	Nettoyage sur place, en plonge, en machine à laver
<b>Quand ?</b>	<b>Séquence</b>	Moment du nettoyage, en production ou en fin de service
	<b>Fréquence de nettoyage</b>	1 fois par heure, par service, par jour, par semaine ...
<b>Comment ?</b>	<b>Matériel et outils de nettoyage</b>	Raclette, seaux, éponges, lavettes, tampons, brosse, pulvérisateur, doseur ...
	<b>Produit utilisé</b>	Détergent - désinfectant, décapant alcalin, détergent - dégraissant
	<b>Méthode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prénettoyage : éliminer les souillures et résidus alimentaires</li> <li>• Nettoyage - désinfection : concentration du produit, temps d'action, action mécanique, température</li> <li>• Rinçage</li> <li>• Séchage éventuel</li> </ul>
	<b>Règles de sécurité</b>	pour le personnel et l'appareil
	<b>Autocontrôle</b>	Contrôle visuel, boîte de Pétri, prélèvement de surface

**PRINCIPE DES APPAREILS DE CUISSON ET DE MAINTIEN OU DE REMISE EN TEMPERATURE :  
PRODUIRE DE LA CHALEUR, C'EST A DIRE REALISER LA TRANSFORMATION D'UNE FORME D'ENERGIE EN ENERGIE THERMIQUE PUIS LA TRANSMETTRE AUX ALIMENTS:**



## 2. APPROCHE FONCTIONNELLE DES APPAREILS FRIGORIFIQUES PROFESSIONNELS

### 2.1. FONCTIONS D'USAGE

Il s'agit d'abaisser ou maintenir la température d'aliments à une valeur qui permette sa conservation, soit en *froid positif* (réfrigération), soit en *froid négatif* (congélation) en respectant les contraintes réglementaires et les règles d'hygiène. Contrairement au domaine domestique des réfrigérateurs – congélateurs, ces différentes fonctions sont remplis par des appareils professionnels bien différenciés :

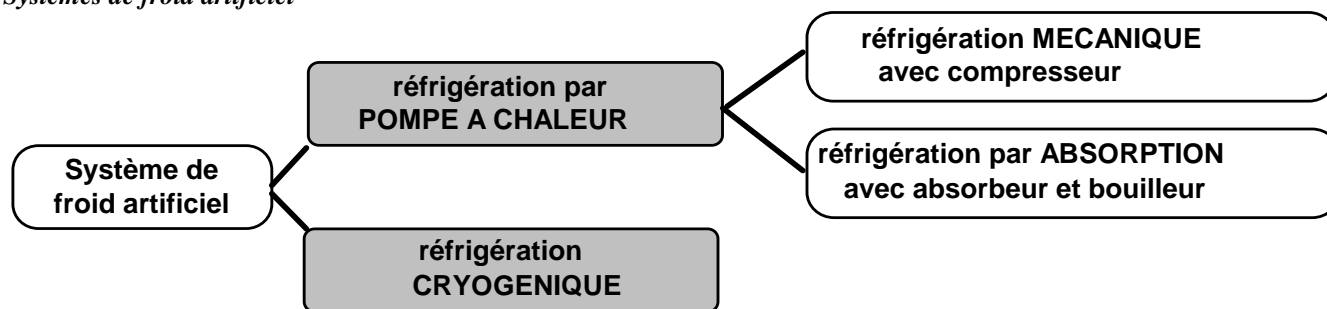
FONCTION D'USAGE		APPAREILS
Conservation des denrées	à une température positive ( $> 0\text{ °C}$ )	Armoires et chambres froides positives
	à une température négative (stockage des surgelés)	Armoires et chambres froides négatives
Refroidir des denrées	à une température positive (liaison froide positive)	Cellules de refroidissement rapide
	à une température négative (liaison froide négative)	Cellules de congélation rapide

### 2.2. FONCTION PRINCIPALES

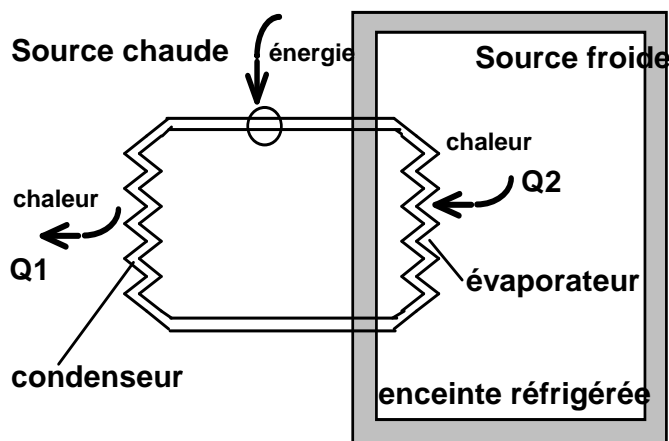
#### 2.2.1. Produire du froid dans une enceinte isolée

Il existe deux solutions techniques pour produire du froid dans une enceinte isolée : la cryogénie et la machine frigorifique (ou pompe à chaleur) qui présente deux variantes : groupe mécanique (le plus utilisé) ou groupe à absorption (utilisation spécifiques : frigo-bar, entrepôts frigorifique, réfrigérateur non électrique).

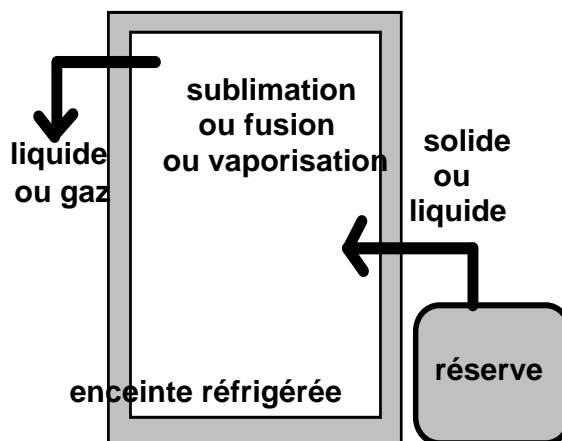
*Systèmes de froid artificiel*



Cas de la pompe à chaleur :



Cas de la réfrigération cryogénique :



#### 2.2.2. Contenir les aliments

Ces appareils doivent être conçus pour recevoir des plats, bacs, barquettes et grilles aux dimensions GN (Gastronorme) définies par la norme NF H 00-054 AFNOR.

### 2.3. FONCTIONS COMPLEMENTAIRES

#### 2.3.1. Informer l'utilisateur

La température de l'enceinte ou des produits est affichée à l'extérieur par un écran à diodes lumineuses ou à cristaux liquides.

#### 2.3.2. Assurer la traçabilité

La température de l'enceinte ou des produits est enregistrée sur support papier ou magnétique. Des thermomètres enregistreurs de contrôle avec visualisation extérieure sont obligatoires sur les chambres froides stockant de la viande hachée et des plats préparés à l'avance ainsi que sur les appareils utilisés en restauration différée (liaison froide) et les chambres froides de volume supérieur à 10 m<sup>3</sup>.

### 2.3.3. Assurer la sécurité

<b>des aliments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>choix des matériaux conformes aux règles d'hygiène ( norme NF ),</li> <li>alarme en cas de dysfonctionnement et de dépassement de la température de conservation.</li> </ul>
<b>des utilisateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>conformité de l'alimentation et de l'isolation électrique ( Norme NF et UTE ),</li> <li>impossibilité d'un enfermement éventuel à l'intérieur de l'appareil : les portes des chambres froides doivent obligatoirement pouvoir s'ouvrir de l'intérieur, même si elles sont fermées à clef de l'extérieur. Les chambres froides de plus de 10 m<sup>3</sup> doivent comporter une alarme sonore déclenchable de l'intérieur.</li> </ul>
<b>de l'appareil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vérification de la conformité de l'appareil aux normes,</li> <li>respect des prescriptions du fabricant concernant installation, conditions de fonctionnement et maintenance</li> </ul>

### 2.3.4. Permettre l'entretien

Utilisation de matériaux ( inox, matières plastiques ) et conception ( pas de recoins, ni d'angles vifs, ni de zones difficilement accessibles ... ) qui facilitent le nettoyage et la désinfection.

### 2.3.5. Organiser le rangement rationnel des denrées

Bacs spécifiques, crochets, portiques, clayettes, étagères ... Possibilité d'étiquetage

### 2.3.6. Limiter les pertes de froid

L'isolation thermique de l'enceinte doit être performante. Sont en général utilisées des mousses de polyuréthane dont la conductivité thermique  $\lambda$  est de l'ordre de 0,030 W.m<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup>.

### 2.3.7. Déplacer l'appareil

La présence de roulettes à blocage sur les appareils de petit volume permet de faciliter le nettoyage - désinfection des locaux.

## 2.4. ETUDE FONCTIONNELLE COMPARATIVE DES CELLULES DE REFROIDISSEMENT ET DE CONGELATION RAPIDE MECANIQUE ET CRYOGENIQUE

**CADRE D'UTILISATION DE L'APPAREIL** : la restauration différée

**FONCTION D'USAGE** : refroidir puis éventuellement congeler les plats cuisinés à l'avance conformément à la réglementation en vigueur : moyens imposés ( température à cœur du produit passant de 60 °C à 10 °C en moins de 2 h ) ou permettant d'atteindre des objectifs préalablement fixés et validés.

FONCT. TECH. PRINCIPALES	SOLUTIONS TECHNIQUES		COMMENTAIRES	
			Principe :	
	Machine frigorifique à froid		échanges thermiques dus aux changements d'état d'un fluide	
	mécanique	cryogénique	froid mécanique	froid cryogénique
1°) abaisser la température des produits	en froid positif et négatif	en froid négatif ( surtout )	transformations subies par un fluide frigorigène ( <sup>1</sup> ) dans le cycle de Carnot d'une pompe à chaleur	détente et vaporisation d'un fluide cryogénique (N <sub>2</sub> ou CO <sub>2</sub> )
extraire la chaleur des produits	évaporateur	détendeur et buses d'injection	vaporisation endothermique du fluide à basse pression	détente du fluide cryogénique dans l'enceinte et vaporisation endothermique au contact des produits
	détendeur		abaisse la pression du fluide pour permettre sa vaporisation	
optimiser l'échange thermique	ventilateurs	ventilateurs	augmentation de la vitesse de circulation de l'air et donc de la fréquence des échanges	favorisent le contact entre fluide et produits
évacuer la chaleur	condenseur à eau ou à air	conduit d'évacuation	liquéfaction du fluide à haute pression ( exothermique )	évacue le fluide gazeux vers l'extérieur
faire circuler le fluide	moto - compresseur et circuit fermé de canalisation	réservoir et canalisation	augmentation de la pression du fluide et consommation d'énergie (⇒ Puissance électrique absorbée, coût énergétique)	fonctionnement avec consommation et perte de fluide (⇒ coût fluide, renouvellement du stock à prévoir)
2°) contenir les produits	enceintes avec clayettes ou échelles ou chariots aux dimensions normalisées		plats ou barquettes normalisées GN : Gastronomique ( ou EN : Euronorme )	
	capacité nominale en kg de produit par cycle de refroidissement		capacité ou nombre de cellules adaptées à la production (rythme, quantité, conditionnement, nombre de rationnaires)	

**Remarque** Les fluides frigorigènes frigorifiques doivent être stables et inertes vis à vis des matériaux avec lesquels ils sont en contact, ininflammables, non toxiques et non explosifs ; ils doivent avoir un point d'ébullition aussi bas que possible et une chaleur latente de vaporisation aussi grande que possible.

L'emploi des **CFC** (*chlorofluorocarbones*, appelés souvent improprement sous le nom de marque **Fréon**), en grande partie responsables de la destruction de la couche d'ozone, sont interdits depuis début 1996, ceux-ci devant être remplacés par des *hydrochlorofluorocarbones* (**HCFC**) jusqu'en 2030 ou de préférence par des *hydrofluorocarbones* (**HFC**) et des *fluorocarbones* (**FC**).

La **réglementation européenne** interdit depuis 1er janvier 2004, la production et la mise sur le marché d'équipements neufs contenant des **HCFC**. La récupération des gaz HCFC est obligatoire. Le contrôle de l'étanchéité de l'installation doit être réalisé au moins une fois par an. Au 1er janvier 2010, le rechargement des installations au cours d'opérations d'entretien de maintenance avec des HCFC neufs sera interdit. Au 1er janvier 2015, le rechargement des installations au cours d'opérations d'entretien de maintenance avec des HCFC recyclés sera interdit.

Les **fluorocarbones** (**FC**) comme sont sans effet sur l'ozone, mais ils contribuent, ainsi que les **hydrofluorocarbones** (**HFC**) de façon directe et importante à *l'effet de serre* : une molécule de ces composés est équivalente, selon sa composition à plusieurs milliers de molécules de CO<sub>2</sub>. Il est probable que dans le futur, l'usage de tout dérivé halogéné sera proscrit, il faudra alors modifier profondément les systèmes frigorifiques.

Les fluides frigorigènes (CFC, HCFC ou HFC) sont notés **Rxyz** (ou x, y et z sont des nombres entiers) et leur formule générale est : **C<sup>(x+1)</sup>H<sup>(y-1)</sup>F<sup>z</sup>Cl<sup>(2x+5-y-z)</sup>**

Si x = 0 on ne l'indique pas. Le cas y=1 (pas de H) correspond aux CFC ou aux FC.

CFC		HCFC		HFC		FC	
R 11	CFCl <sub>3</sub>	R 21	CHFCl <sub>2</sub>	R 23	CHF <sub>3</sub>	R 14	CF <sub>4</sub>
R 12	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	R 22	CHF <sub>2</sub> Cl	R 125	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	R 116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>
R 13	CF <sub>3</sub> Cl	R 123	CF <sub>3</sub> -CHCl <sub>2</sub>	R 134	CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> F		
R 113	C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	R 124	CF <sub>3</sub> -CHClF	R 152	CH <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub>		
R 114	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>						
R 115	C <sub>2</sub> F <sub>5</sub> Cl						

Les **R5xx** et **R4xx** sont des mélanges, par exemple **R502** mélange **R115 / R22**, **R402** mélange **R22 / R125 / R290**

FONCTIONS TECHNIQUES COMPLEMENTAIRES	SOLUTIONS TECHNIQUES	COMMENTAIRES
Réguler la température	thermostat à bulbe ou électronique	asservi le fonctionnement de la machine à la température à atteindre dans l'enceinte pour obtenir la température à cœur souhaitée
	sonde thermique	contrôle la température à cœur du produit
Réguler dans le temps	programmateur relié au thermostat	respect du couple temps/température en fonction de la puissance frigorifique, de la capacité nominale, des produits (épaisseur, nature ...)
Afficher la température	cadran d'affichage analogique ou digital	permet de surveiller visuellement et rapidement la descente en température au cours du cycle
Afficher le temps	cadran d'affichage analogique ou digital	permet de contrôler la durée du cycle
Enregistrer les températures et les durées	enregistreur ("mouchard")	contrôle à posteriori
Alerter	voyant ou (et) signal sonore	Alarme en cas de dysfonctionnement
Isoler thermiquement	enceinte isotherme, isolant thermique : polyuréthane, étanchéité de l'enceinte, joint de porte ...	limiter le flux de déperdition thermique
Assurer la sécurité des aliments	matériaux alimentaires (inox, aluminium, polypropylène ...)	innocuité alimentaire des matériaux destinés au contact des denrées alimentaires
	agrément LERPAC ou CNERPAC	attestation de conformité aux règles d'hygiène et attestation des performances au cahier des charges de l'AFF
Assurer la sécurité des utilisateurs	raccordement avec prise de terre et disjoncteur différentiel, indice de protection électrique (IP) élevé	protection contre l'électrocution
	poignée intérieure de décondamnation	
Assurer la sécurité de l'appareil	installation électrique conforme aux normes NF UTE et NF électricité	préservation de l'intégrité de l'appareil pour un fonctionnement optimal répondant à son usage
	notice du constructeur	respect des consignes d'installation, de fonctionnement, d'entretien.
Faciliter l'entretien	matériaux inoxydables	matériaux imputrescibles, lavables, résistants aux produits d'entretien (autorisés pour contact alimentaire)
	angles de l'habitacle arrondis	accès facile lors du nettoyage, interdit les dépôts alimentaires et les agrégats de germes.