

Chapitre II – 1 : Conservation par le froid

Tableau de formation :

Temps total : 240'

	Temps de formation	Niveau de difficulté	Support
 Introduction	 60 minutes	★ ★ ★	   
Réfrigération	 40 minutes	★ ★	
Congélation	 40 minutes	★ ★	
Surgélation	 40 minutes	★ ★	 
Lyophilisation	 60 minutes	★ ★ ★	 

 Quiz

Notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Introduction :

Les basses températures retardent ou empêchent la détérioration des aliments.

Ces techniques de froid sont basées en partie sur une diminution de l'activité de l'eau dans l'aliment. En effet, l'activité de l'eau A_w de la glace diminue avec la température. Elle passe de $A_w = 1$ à température ambiante à $A_w = 0.95$ à -5°C et à $A_w = 0.82$ à -20°C .

Entre autres, le froid diminue ou inhibe la synthèse protéique, soit la synthèse d'enzymes métaboliques et, par conséquent, le développement microbien.

1.1. Réfrigération :

C'est le refroidissement par un moyen artificiel, d'un produit alimentaire, sans que soit atteint son point de congélation. Utilisant le froid proche de zéro (niveau auquel l'eau du produit ne se congèle pas) et permettant des conservations limitées, cette technique impose une chaîne du froid contraignante. Elle est cependant très utilisée et se développe par l'apparition de produits élaborés dont la qualité est synonyme de traitement thermique modéré entraînant une conservation au froid.

La réfrigération tend à conserver les aliments dans un état très voisin de leur état initial en ralentissant les réactions chimiques et enzymatiques et en retardant la multiplication des microorganismes.

Elle freine les mécanismes de dégradation de la matière, vivante ou non, et le métabolisme cellulaire des organes vivants (activité respiratoire, croissance, maturation).

Elle retarde la prolifération des populations microbiennes, mais ne détruit qu'un nombre limité de germes. La contamination initiale des produits joue donc un rôle important, toute remontée de température, même de courte durée, entraînant une réactivation du développement des microorganismes.

La réfrigération doit donc être appliquée à un produit sain, intervenir rapidement et ne pas subir d'interruption depuis la récolte jusqu'à la consommation. La durée de conservation reste, en tout état de cause, limitée. Elle est variable d'un produit à un autre.

Notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Technique :

Elle se base sur la compression adiabatique des gaz (Fig. 4). Un gaz tel que le Fréon passe par une pompe qui le comprime dans un serpentin métallique. Le gaz ainsi comprimé libère de la chaleur (de quantité $+X^{\circ}\text{C}$) produite par la friction moléculaire. Le serpentin est refroidi par un courant d'air. Le gaz ainsi comprimé et refroidi passe dans une chambre de décompression. Lors de sa décompression, le gaz récupère à partir de l'environnement avoisinant la chaleur initialement perdue ($-X^{\circ}\text{C}$). La chambre devient ainsi froide.

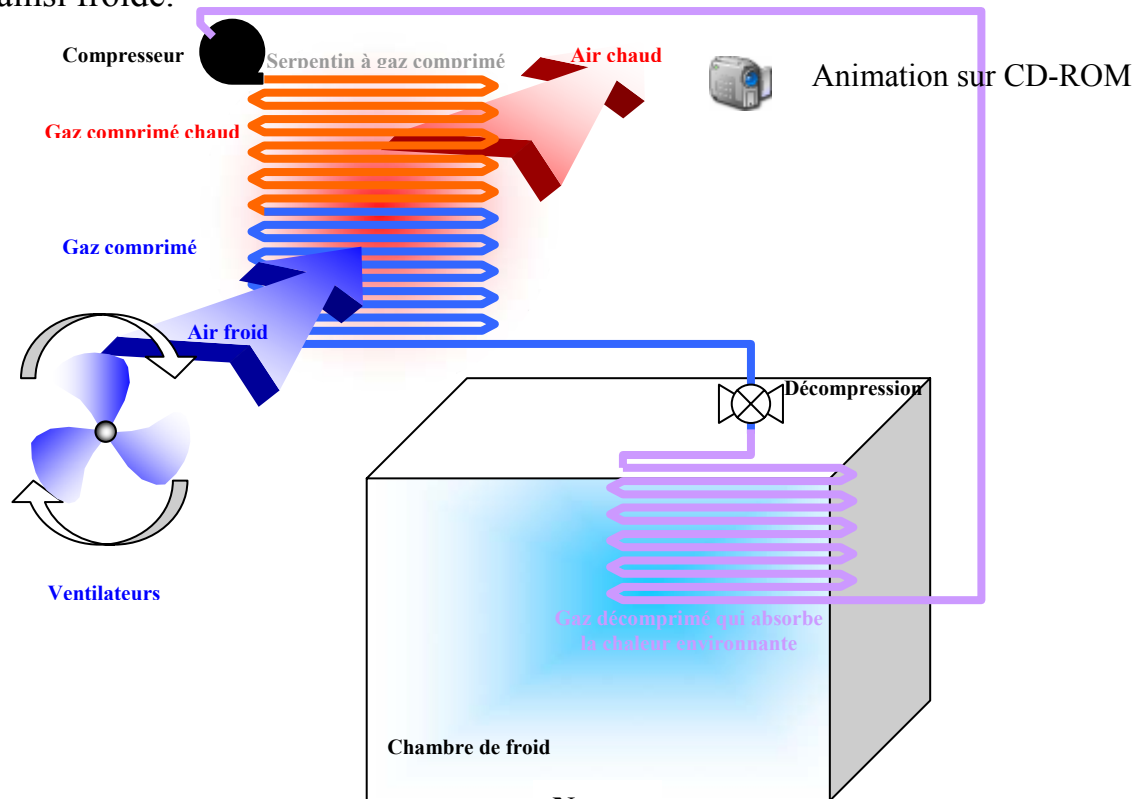


Figure 4 – Principe de fonctionnement d'un réfrigérateur

1.2. Congélation :

D'apparition assez récente, la congélation s'est développée après les travaux de Charles Tellier et de Mauvoisin qui codifia les règles à suivre pour obtenir un bon produit dans son «trépied»: produit sain + froid précoce + froid continu.

C'est l'action de soumettre au froid (à -30°C), afin de conserver (à -18°C), des produits alimentaires, en les

Notes

amenant suffisamment rapidement, pour éviter la détérioration des tissus par des cristaux trop gros, à une température dite de congélation ralentissant l'évolution des processus enzymatiques et assurant ainsi une durée de conservation plus longue.

Lors de l'entreposage des denrées congelées, la qualité se modifie d'autant plus que la température est plus élevée et la durée plus longue.

La congélation peut être comparée à une déshydratation. L'eau cristallisée par congélation est liée et devient inutilisable par les microorganismes.

Le produit congelé doit être immédiatement consommé après décongélation car ce traitement ne détruit ni les enzymes ni les microorganismes.

1.3. Surgélation :

Par abaissement rapide (moins d'une heure) à -18°C (et au-delà) d'un produit sain, on obtient un surgelé que l'on doit conserver à -18°C jusqu'à sa décongélation. La surgélation ne tuant pas les microbes, une hygiène stricte est nécessaire sur les lieux (usine, cuisine, etc.)

On peut surgeler les légumes, les fruits, certains fromages, le beurre, les œufs, les jus de fruits, les viandes, les produits de la pêche, les plats cuisinés, la pâtisserie et autres desserts (glaces, etc.).

La conservation pouvant dépasser deux ans, il faut que l'emballage du surgelé soit étanche à la vapeur d'eau (contre le dessèchement) et au gaz (risque d'oxydation ou de prise d'odeurs).

La congélation rapide (à basse température et grande vitesse d'air) ou surgélation, permet d'obtenir des produits de meilleure qualité évitant la perte de la vitamine C, le rancissement des lipides ou l'altération des matières colorantes.

La surgélation ne se distingue de la congélation que par la rapidité de l'abaissement de température, qui permet d'obtenir très vite des températures inférieures aux températures de cristallisation du produit. La surgélation s'effectue sur un produit préparé (par exemple lavage,

Notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

parage, blanchiment des légumes). Le produit peut être congelé dans un courant d'air (fluidisation), transporté sur un tapis ou pressé entre des plaques.

Elle se fait par ventilation forcée en chambre ou en tunnel (Fig. 5), par contact dans des appareils à plateaux, par trempage dans des bains liquides à très basse température ou par pulvérisation de gaz liquéfiés.



Animation sur CD-ROM

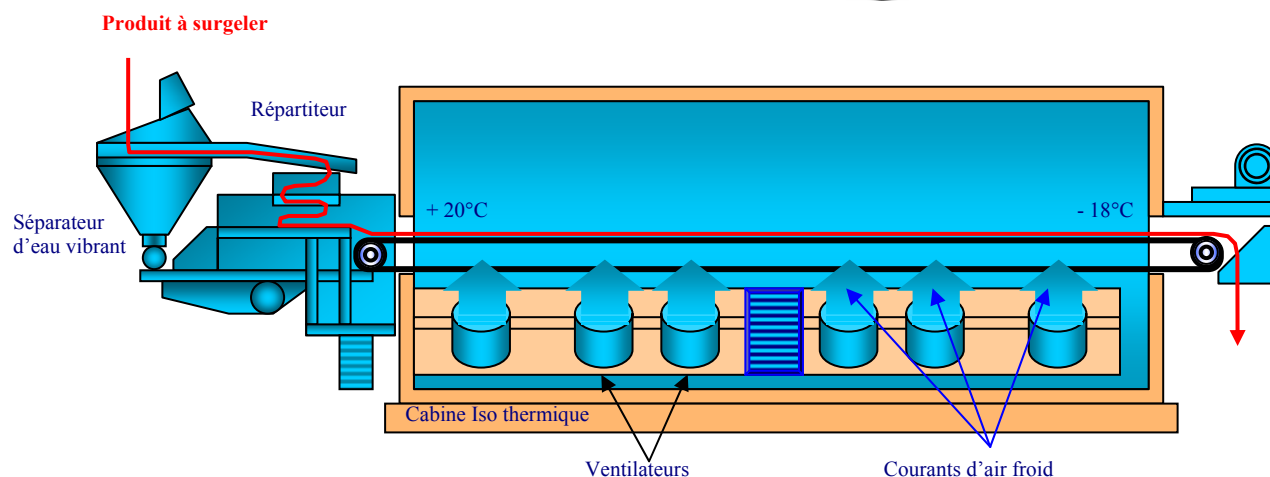


Figure 5 - Fonctionnement d'un tunnel de Surgélation

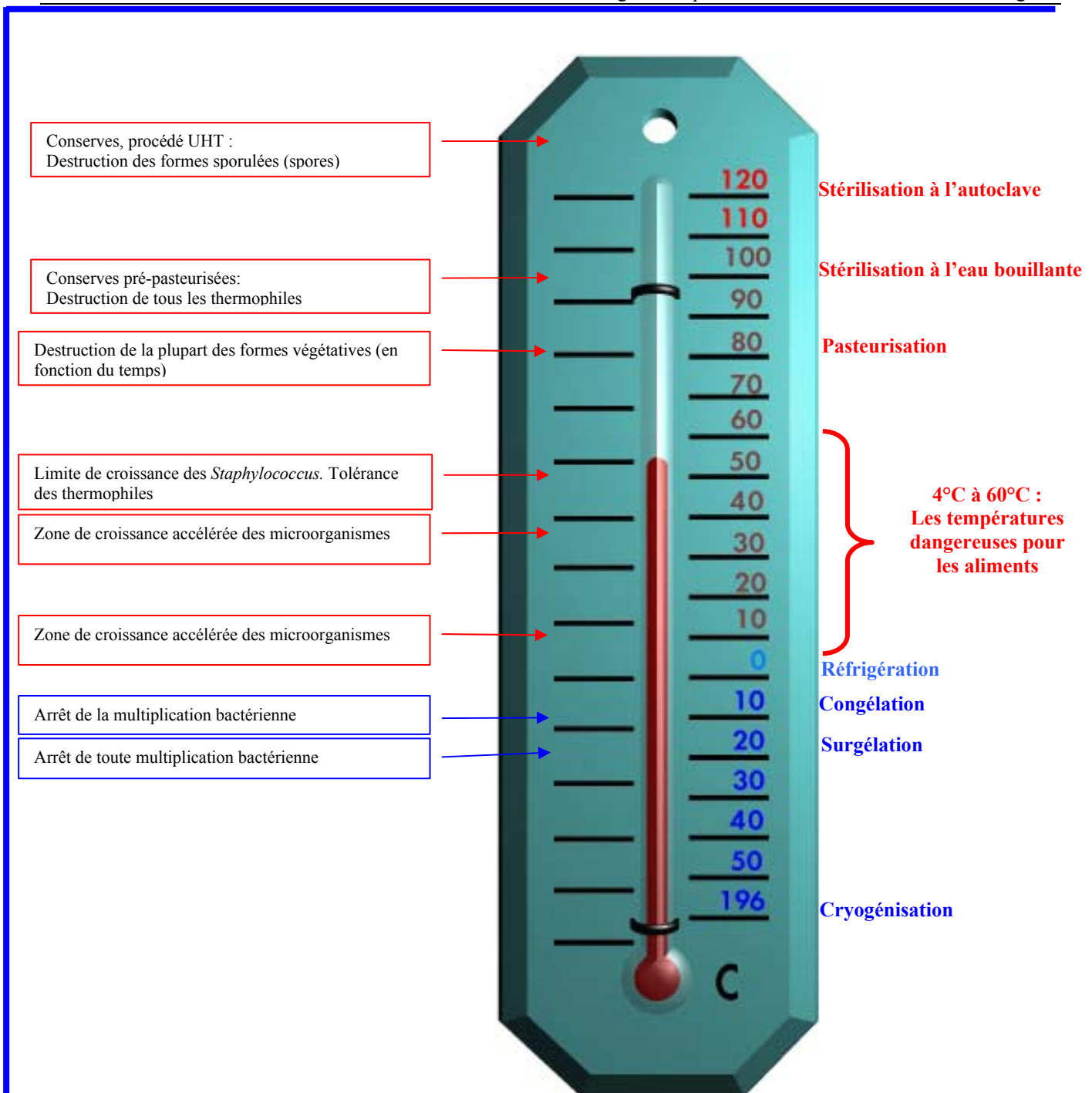


Figure 6 – températures de conservation au froid et à la chaleur des aliments

Recommandations d'utilisation des Réfrigérateurs et congélateurs :

Le réfrigérateur doit être réglé à 4°C. En cas de doute, utiliser un thermomètre et ajuster le régulateur de température s'il y a lieu.

Pour les aliments congelés, la température doit être réglée à -18°C ou moins. Cette température arrête la prolifération bactérienne, mais ne détruit pas nécessairement toutes les bactéries déjà présentes dans les aliments avant leur congélation.

Le nettoyage régulier du réfrigérateur et du congélateur élimine les contaminations croisées dues aux aliments avariés.

La circulation de l'air à l'intérieur du réfrigérateur assure le bon refroidissement des aliments. C'est pour cela qu'il ne faut pas encombrer le réfrigérateur et permettre à l'air froid de circuler librement entre les aliments.

Lors du stockage de la viande, de la volaille ou du poisson crus au réfrigérateur, il faut toujours s'assurer que les emballages sont placés dans des plateaux de manière que leurs jus ne coulent pas sur d'autres aliments.

NB : L'appertisation est considérée comme une méthode de conservation permanente des aliments. Les autres procédés sont, quant à eux considérés comme des méthodes temporaires de conservation. Cette notion de permanence se réfère à une période équivalente à plus ou moins 18 mois.

Tableau II – Températures maximales des aliments réfrigérés

Nature	Transformation	Transport	Entreposage	Remise directe	Restauration sociale
Produits de la pêche frais ou décongelés, crustacés et mollusques cuits réfrigérés (à l'exception des produits de la pêche et de coquillages vivants)	Température de la glace fondante	0°C à + 2°C (1)	Glace fondante ou t° de celle-ci 0°C à + 2°C	Sur glace fondante 0°C à + 2°C	Glace fondante ou t° de celle-ci 0°C à + 2°C
Viandes hachées et préparations de viandes hachées	+ 2 °C	+ 2 °C	+ 2 °C	+ 2 °C	+ 2 °C
Abats et préparations de viandes en contenant	+ 3°C	+ 3°C	+ 3°C	+ 4°C	+ 3°C
Autres préparations de viandes de toutes espèces, y compris à la chair à saucisse ou saucisse crue	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C
Viandes de volailles, lapin, rongeurs, gibier d'élevage, gibier à plumes	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C
Viandes d'animaux de boucherie, viandes de gibier congelées	+ 7°C	+ 7°C	+ 7°C	+ 4°C (8)	+ 7°C
Ovoproduits à l'exception des produits Ultra Haute Température	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C (8)	+ 4°C
Végétaux et préparations de végétaux crus prêts à l'emploi	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C	+ 4°C (8)	+ 4°C
Œufs réfrigérés	-	+ 4°C (2)	+ 5°C (6)	-	+ 5°C
Lait cru livré en l'état à la consommation (4)	+ 4°C	+ 4°C	+ 6°C (7)	+ 4°C	-
Lait pasteurisé	+ 6°C	+ 6°C	T° définie sous la responsabilité du fabricant ou du conditionneur	+ 4°C (8)	+ 6°C
Lait cru destiné à l'industrie	+ 10°C	+ 10°C	-	-	-
Produits laitiers frais (yaourts, kéfirs, crème et fromage frais) (4) Divers produits transformés à base de viandes, plats cuisinés et préparations culinaires (viande, poisson), produits à base de poisson (5) Divers produits à base de lait tels que crèmes pâtisseries, pâtisseries fraîches, entremets, fromages affinés. Autres denrées alimentaires	-	T° définie sous la responsabilité du fabricant ou du conditionneur	T° définie sous la responsabilité du fabricant ou du conditionneur	+ 8°C	T° définie sous la responsabilité du fabricant ou du conditionneur
Repas livrés en livraison froide	+ 3°C	0°C à + 3°C	-	-	-
Matières premières d'origine animale destinées à la transformation pour la préparation d'aliments pour animaux de compagnie	+ °C	0°C à + 7°C	+ 7°C	-	-
Produits crus ou produits finis destinés à l'alimentation des animaux de compagnie	+ 4°C	0°C à + 4°C	+ 4°C	-	-
Repas livrés en livraison chaude	Température minimale +63°C	Température minimale +63°C	-	Température minimale +63°C	-

(1) Pour les poissons, mollusques et crustacés vivants: température n'ayant pas d'effets nocifs sur leur vitalité.

(2) Pour les œufs en coquilles non réfrigérés: préservés des écarts de température.

(3) Au sens relatif aux normes d'hygiène et de salubrité auxquelles doit répondre le lait cru livré en l'état destiné à la consommation humaine.

(4) L'expression " fromage frais " s'entend "des fromages non affinés" (dont la manutention n'est pas achevée), prêts à être consommés peu de temps après leur fabrication et qui ont une durée de consommation limitée.

(5) A l'exception des produits stabilisés par chauffage, fumaison, salage, marinade ou dessiccation, ou une combinaison de ces différents procédés, lorsque leur mode de conservation défini sous la responsabilité du fabricant ou du conditionneur ne requiert pas une température dirigée.

(6) Pour les œufs de catégorie A, non réfrigérés ni conservés, de catégorie B et non classés : au sec, à l'abri du soleil et de préférence à température constante.

(7) Lorsque le lait est recueilli à la ferme, pour un traitement immédiat, la température peut augmenter pendant le transport jusqu'à + 10°C.

(8) Si l'aliment est très périssable.

1.4. Lyophilisation :

Le procédé d'élimination de l'eau s'effectue sous vide entre la phase solide (corps congelé, glace) et la phase gazeuse (vapeur), donc par sublimation.

Utilisée au départ comme méthode de laboratoire, elle fut introduite en industrie alimentaire en 1958, mais ne connut pas le développement attendu pour diverses raisons : d'une part, le prix revient assez élevé et l'amélioration des autres techniques de séchage industriel ; et d'autre part, la difficulté de rétablir par réhydratation la structure de certains aliments lyophilisés.

Du fait de l'utilisation d'équipements coûteux (Fig. 7 et 8), la lyophilisation est réservée aux aliments à haute valeur ajoutée. En général, elle comporte quatre étapes :

- ① **La préparation des produits** : tel que le lavage, broyage ou découpage, blanchiment ou pasteurisation
- ② **La congélation à basse température** : afin de transformer le maximum d'eau en glace
- ③ **La dessiccation sous vide** en deux phases : D'abord, la sublimation ou la dessiccation primaire, dans laquelle l'élimination de l'eau est effectuée sous pression réduite avec un apport de calories strictement contrôlé pour maintenir le produit à température constante. Puis désorption ou dessiccation secondaire, qui diminue l'eau restante dans la glace lorsque la glace a disparue.
- ④ Et enfin, **le Conditionnement du produit** : sous vide ou sous gaz inerte.

Le but de la lyophilisation des aliments étant de maintenir toutes leurs qualités initiales, le choix de la matière première doit se faire avec minutie.

Divers perfectionnements ont été apportés pour favoriser le transfert rapide de la chaleur et de masse au cours de la sublimation et pour diminuer le temps de dessiccation : Chauffage par micro-ondes ; Agitation des produits en cours de sublimation (vibreurs, tambour rotatif, lit fluidisé...) ; Variation cyclique de la pression dans la chambre à vide.

Notes

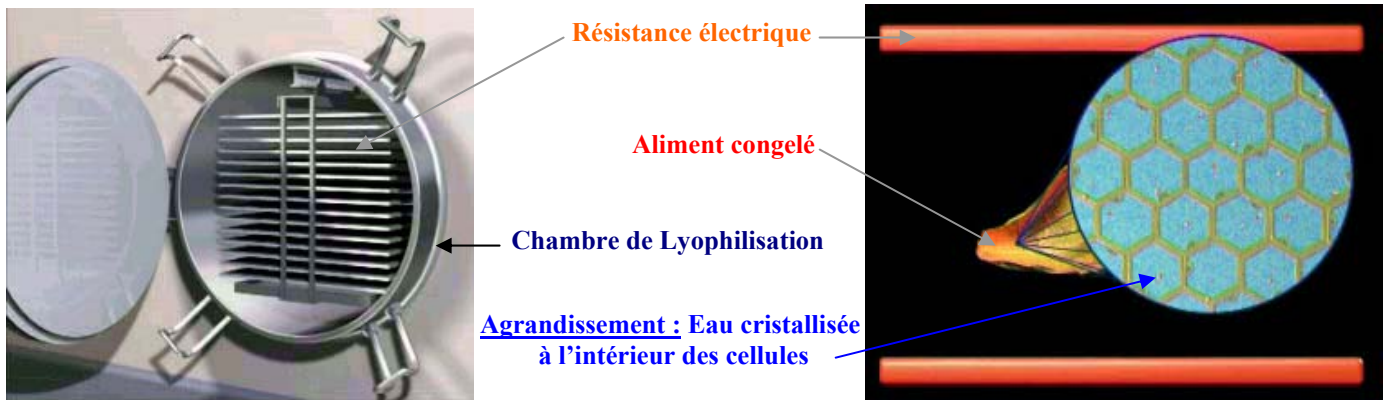


Figure 7 – Lyophilisation des aliments

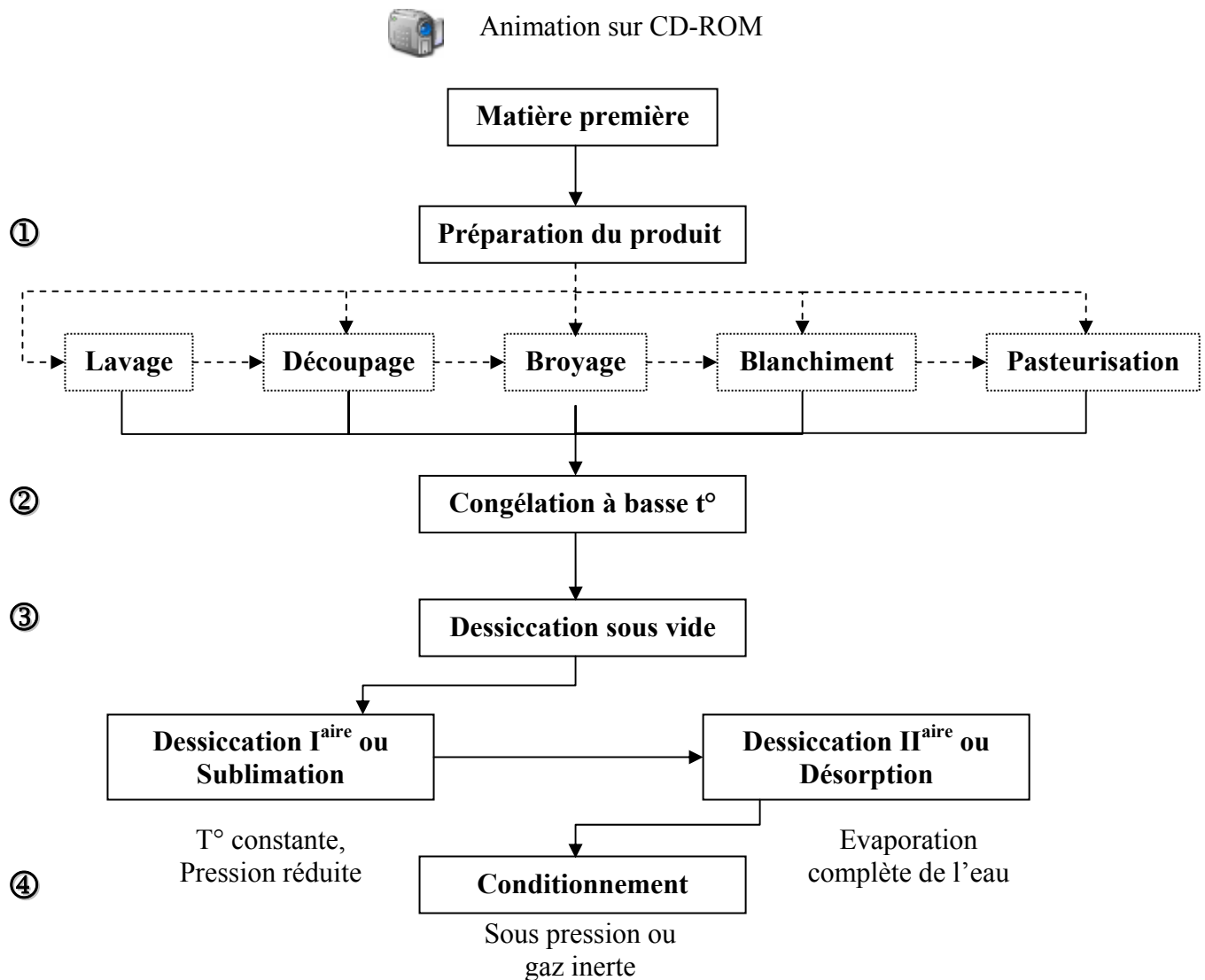


Figure 8 - Schéma de conservation par lyophilisation