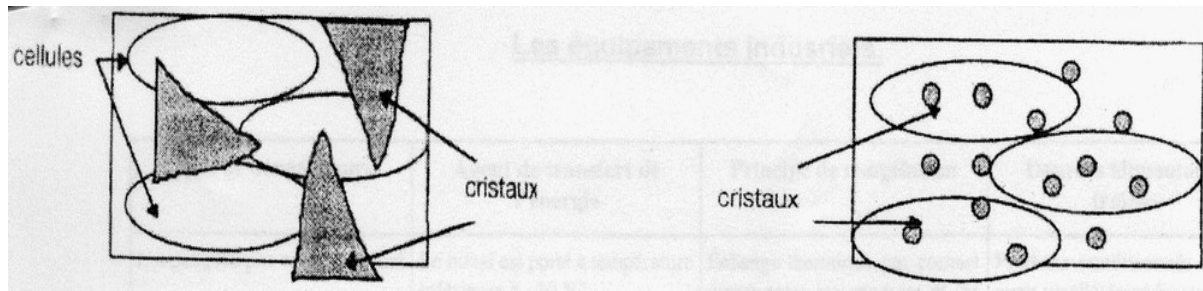


La congélation



Congélation Lente

Les premiers cristaux seront gros et apparaîtront essentiellement à l'extérieur des cellules.

La congélation lente d'un tissu induit deux types de cristallisation :

- **une cristallisation de l'eau** des espaces extracellulaires (parce que la concentration en substances dissoutes y est plus faible que dans les cellules). Ce phénomène accroît leur concentration en soluté et crée, par osmose, un appel d'eau en provenance des cellules. Celles-ci se déshydratent, deviennent plasmolysées.
- **une cristallisation intracellulaire** qui se fait à une température plus basse.

La cristallisation reste dans ce cas, essentiellement extracellulaire.

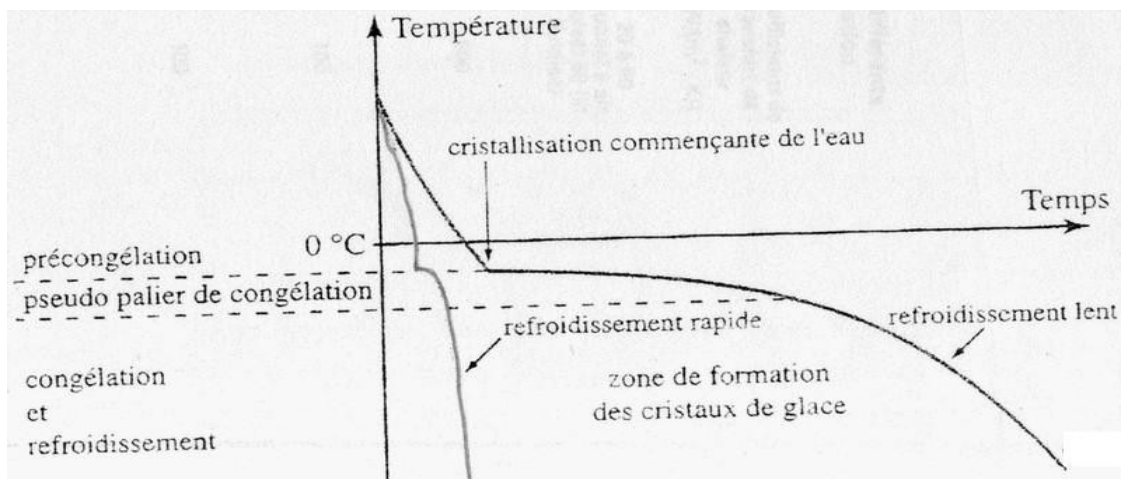
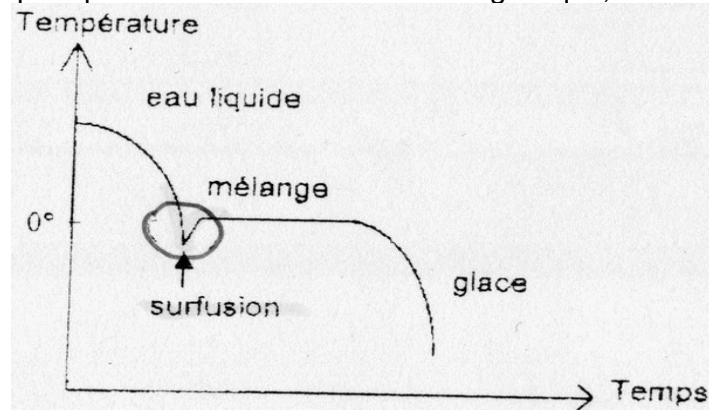
Congélation rapide

L'évolution du tissu est sensiblement différente :

- les germes de cristallisation se forment simultanément dans les compartiments extra et intracellulaires.
- l'augmentation de la concentration en soluté étant équivalente dans les deux secteurs, on obtient une multitude de petits cristaux également répartis, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des cellules.

Le changement d'état

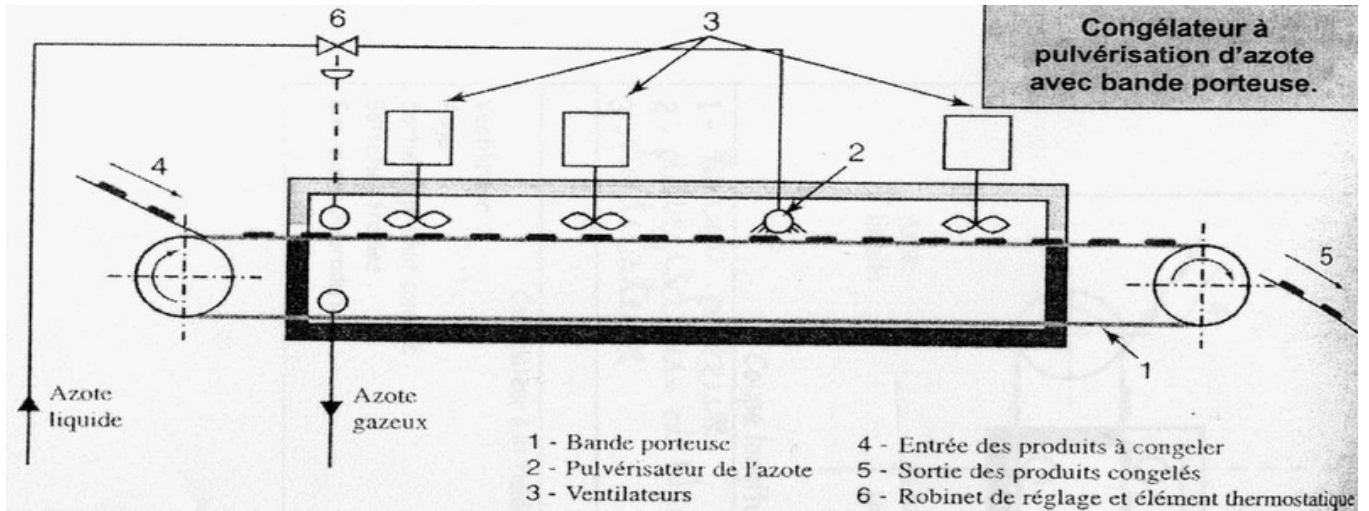
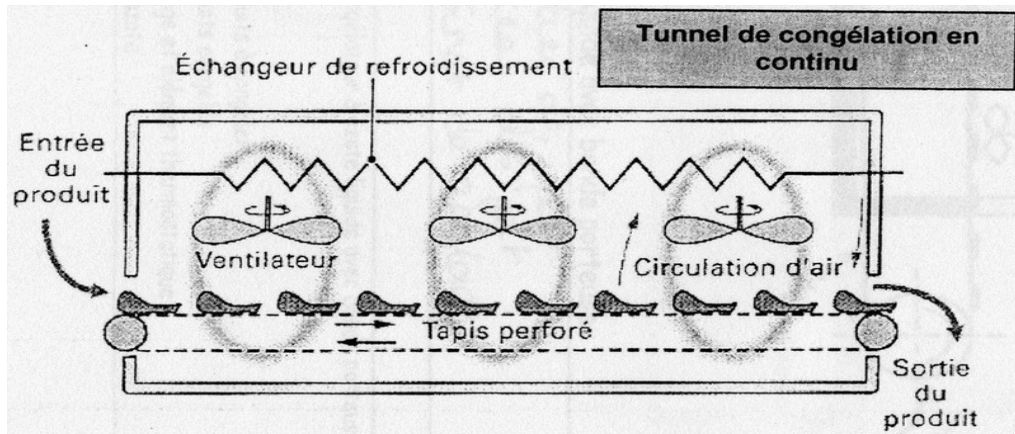
Quand on congèle de l'eau pure par l'intermédiaire d'un fluide frigorigère, on observe 3 phases:



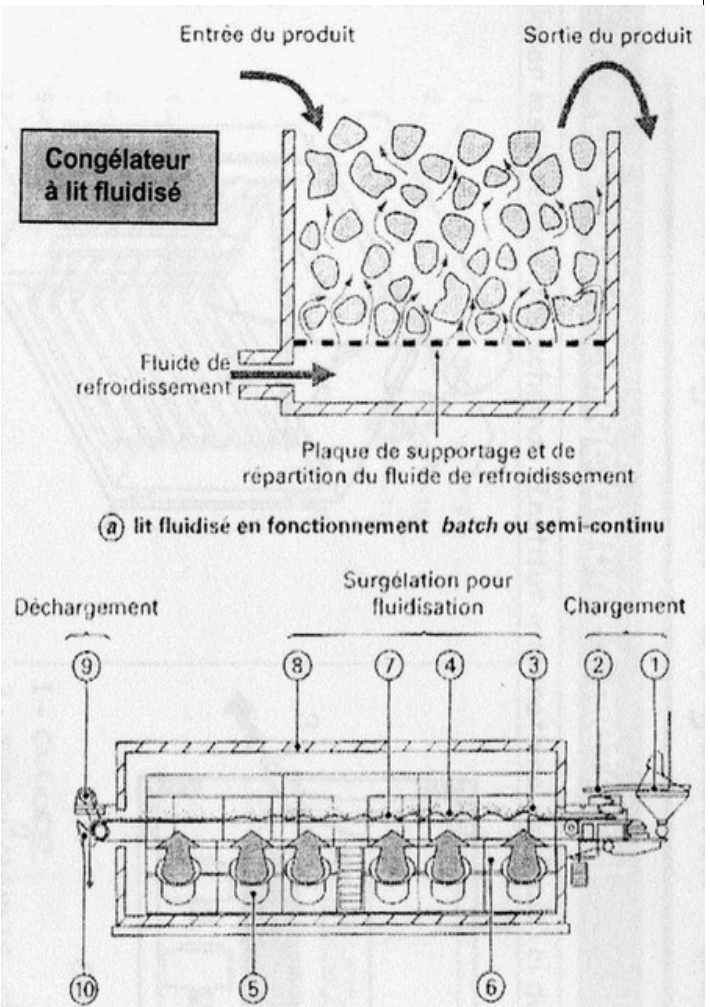
Les équipements industriels

Types de congélateurs	Agent de transfert de l'énergie	Principe de congélation	Denrées alimentaires traitées
1. À plaques par contact direct	Le métal est porté à température inférieure à -30 °C	Échange thermique par contact direct entre les produits et les plaques dans lesquelles le produit frigorigène circule.	Produits conditionnés en paquets parallélépipédiques : plats cuisinés, épinards, poissons (plats), filets de poissons, produits liquides et pâteux
2. A air soufflé			
Tunnels de congélation (de type discontinu) et congélateur à bande porteuse	Air -25 °C à -45 °C	Rapidité des échanges thermiques provoqués par la convection dans un courant d'air froid des produits disposés sur des étages stationnaires ou sur une bande porteuse.	Produits préemballés : petits pois, crevettes, poissons, produits liquides et pâteux.
Congélateur à lit fluidisé avec lapis	Air à -35 °C	Les aliments de petits volumes sont véhiculés sur une bande transporteuse perforée par laquelle l'air circule de bas en haut : temps de la congélation 6 à 15 min.	Produits en l'état (baies, grains, gousses, inflorescences) ou coupés en morceaux (racines, tiges).
3. À vaporisation de liquide ou de solide en congélation continue	Liquide en cours de vaporisation : azote liquide -196 °C, dioxyde de carbone solide ou liquide.	Le liquide est pulvérisé en direction d'une bande porteuse, il remplit son rôle de refroidissement en se vaporisant, la vitesse de congélation est grande.	Produits camés, produits liquides et pâteux
4. Procédés de développement récent			
Principe à immersion	Azote liquide	Congélation ultrarapide qui peut permettre un croûtage protecteur (billes de melon ou boules de crèmes glacées avant le nappage).	Produits éventuellement concassés : fromages, poissons, jambon, produits pâteux... fabrication instantanée de granulés.
Principe à malaxage du produit fluide dans le fluide réfrigérant	Azote liquide, dioxyde de carbone solide		Œufs entiers, viande surfine de bœuf, sauces, jus de fruits, soupes, fromages en poudre...

Applications et performances de différents procédés pour la réfrigération et la congélation			
Procédé	Réfrigération (température >0°C)	Congélation (température <0°C)	Coefficients de transfert de chaleur (W/(m ² · K))
Par air	Fruits, légumes Carcasses de viande	Tous produits	20 à 50 (tunnel à air puisé) 60 (lit fluidisé)
Immersion (eau ou solution aqueuse)	Volailles Fruits et légumes Poissons	Poissons, crustacés	900
Cryogénie (azote liquide, neige carbonique)		Congélation flash Croûtage de produits	100
Par contact	Produits liquides (lait, etc.) Poissons (glace écaillée)	Lait, jus de fruit Filets de poisson Purées de légumes	100



- 1 Séparateur d'eau vibrant
- 2 Répartiteur en acier inoxydable
- 3 Tapis en acier inoxydable à mailles spéciales, convoyeur de produits
- 4 Herse du répartition des produits
- 5 Ventilateurs hélicoïdaux à débit variable pour la circulation de l'air.
- 6 Batteries en tubes à ailettes
- 7 Produits en surgélation
- 8 Cabine isothermique
- 9 Moteur d'entraînement du tapis avec variateur de vitesse, réglage en fonction des produits
- 10 Goutotte de déchargement en acier inoxydable



B lit fluidisé avec convoyeur à tapis

Congélation - Surgélation – Décongélation

A partir du document ci-dessous, relever :

- La température au dessous de laquelle la croissance des germes mésophiles est *arrêtée*
- La température bloquant la croissance de la plupart des micro organismes
- La température au dessous de laquelle il n'y a plus de multiplication microbienne:

