

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé optimisé de surgélation et de décongélation de produits alimentaires et autres produits thermosensibles en armoire de surgélation .

②② Date de dépôt : 25.04.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE
ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION
DES PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE
ANONYME — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 27.10.23 Bulletin 23/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 26.04.24 Bulletin 24/17.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : PATHIER Didier.

⑦③ Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES
PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE
ANONYME.

⑦④ Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE
ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION
DES PROCEDES GEORGES CLAUDE.



Description

Titre de l'invention : Procédé optimisé de surgélation et de décongélation de produits alimentaires et autres produits thermosensibles en armoire de surgélation

- [0001] La présente invention concerne le domaine des procédés de surgélation de produits alimentaires, pharmaceutiques ou encore biologiques.
- [0002] On sait que les procédés de surgélation, puis de décongélation des produits, ont un impact considérable sur la qualité des produits obtenus.
- [0003] Ainsi un procédé donnant une congélation trop lente va générer des cristaux de glace de grande taille, donnant lieu à de fortes pertes d'eau lors de la décongélation et par conséquence à une faible qualité des produits.
- [0004] A contrario une congélation trop rapide entraine une forte consommation d'énergie et peut générer de même des problèmes de qualité, comme par exemple la destruction des cellules sanguines lors de la surgélation trop rapide du sang ou l'éclatement de certains produits sensibles comme les fraises lorsqu'ils sont congelés trop rapidement.
- [0005] On s'intéresse selon la présente invention à des procédés de surgélation mis en œuvre dans des enceintes de type « armoire » ou « enceinte » (procédés dits en mode « lot » ou « batch » contrairement aux procédés à défilement continu en tunnel). On citera par exemple les armoires de surgélation cryogéniques « Cryo-Cabinet » commercialisées par la Demanderesse, ou encore les armoires commercialisées par la société ACFRI.
- [0006] Ces équipements sont classiquement constitués d'une enceinte isolante pourvue d'une porte d'accès permettant de déposer les produits chauds à l'intérieur et de sortir les produits après leur surgélation. En fonctionnement, la porte est close et l'enceinte est fermée. Une source froide apporte le froid nécessaire pour atteindre la consigne de température. Cette source froide peut être une injection de fluide cryogénique ou un échangeur thermique d'un groupe de froid mécanique. Une ventilation interne permet de faire circuler le froid ainsi apporté et de faciliter les transferts thermiques avec le produit à surgeler. L'ensemble des paramètres (température, puissance de ventilation) est ajustable en fonction du procédé et la durée de surgélation est, elle aussi, ajustable.
- [0007] Quand un produit a été congelé dans de telles armoires à l'aide d'un procédé traditionnel, i.e à température de congélation constante dans le temps, utilisant un coefficient de transfert thermique constant dans le temps, la surface du produit est congelée beaucoup plus vite que le cœur du produit. Cela entraine comme conséquence le fait que la qualité, les caractéristiques du produit n'est/ne sont pas identique(s) au sein du volume du produit, ce qui représente une véritable problématique pour certains produits, médicaux, biologiques, ou pour certaines protéines, ou encore pour certains

fruits délicats.

- [0008] Ce domaine technique a bien entendu proposé dans le passé des solutions à cette problématique, comme par exemple des technologies de congélation à grande vitesse de type vitrification, vitrification qui donne de très bon résultats mais qui convient essentiellement pour de tout petits produits.
- [0009] La présente invention s'attache à proposer une solution technique à la problématique décrite ci-dessus.
- [0010] Pour cela, on propose ici de maintenir une vitesse de surgélation constante durant tout le procédé, en d'autres termes, le front de surgélation se déplace vers le centre du produit à une vitesse donnée et constante.
- [0011] Cela signifie aussi que chaque portion du produit va être congelée en un temps donné et fixé.
- [0012] La surface du produit n'est alors pas congelée plus rapidement que le cœur du produit.
- [0013] Pour réaliser cela, on met en œuvre l'un des modes de réalisation suivants :
- Selon un premier mode de réalisation, la température régnant dans l'installation n'est pas constante, elle est relativement élevée (i.e pas trop froide) en début de procédé et plus froide en fin de procédé pour stimuler la surgélation qui ralentit.
 - Selon un second mode de réalisation, on fixe la température régnant dans l'enceinte à une consigne fixe et donnée, tandis que le coefficient de transfert thermique est lui réglé pour être faible en début de procédé et plus élevé en fin de procédé (pour cela, la vitesse de ventilation est lente au début du cycle de surgélation et plus élevée en fin de surgélation).
 - Selon un troisième mode, on associe les deux modes précédents (variation de la température et variation du coefficient de transfert thermique).
- [0014] On peut par exemple considérer la formulation d'évaluation suivante :
- [0015] Température du procédé = $k \times \text{temps écoulé depuis le début du procédé de surgélation (temps exprimé en secondes)} + A$
- [0016] Dans le cas où $A=+5^{\circ}\text{C}$, on obtient une température de surgélation qui débute à $+5^{\circ}\text{C}$ et qui va progressivement et linéairement descendre à -20 ou -40 ou -60°C suivant le temps qui se sera écoulé.
- [0017] Pour un procédé de surgélation, le coefficient k est négatif, une valeur basse de k (i.e une grande valeur absolue et négative) entraîne une vitesse de surgélation rapide. Par exemple, si $k = -1/60$, nous aurons une vitesse de descente en froid égale à 1°C par minute. Si par contre $k = -10/60$, nous aurons une descente en froid beaucoup plus rapide, égale à 10°C par minute.
- [0018] Le même type d'évaluation peut se faire pour le procédé de décongélation, avec un

coefficient k qui est positif :

- [0019] Température du produit = $k \times$ temps écoulé depuis le début du procédé de décongélation + A .
- [0020] On présente ci-dessous les résultats de simulations réalisées dans les conditions de l'invention ou bien dans des conditions comparatives (art antérieur).
- [0021] On peut faire la remarque générale suivante sur ces simulations : les courbes ci-dessous ont été obtenues par simulation mais les expérimentations ont montré que ces simulations s'approchent très efficacement de la réalité.
- [0022] De plus en complément d'expérimentations « réelles », il faut souligner qu'il est utile de réaliser également, des calculs par simulation pour bien comprendre les phénomènes physiques. En effet, alors qu'une expérience donne seulement un résultat macroscopique (produit bien surgelé ou non, aspect etc...), une simulation permet de comprendre ce qui s'est très probablement produit durant la surgélation. Cela permet de comprendre ce qui se passe précisément dans toutes les couches du produit (courbe de température millimètre par millimètre dans l'épaisseur du produit) et non plus seulement d'avoir une température moyenne.
- [0023] On a ainsi fait des essais pratiques dans des conditions proches de celles utilisées pour les simulations rapportées ci-dessous, et l'on constate, on confirme, la même tendance (par exemple une vitesse de surgélation constante en appliquant la technique décrite).
- [0024] En l'occurrence, dans ce cas, le produit était non surgelé au début. Le produit utilisé (un gel de tylose dans une expérience et de la viande rouge dans une autre expérience) avait la propriété de changer de couleur lorsqu'il était surgelé. Une tranche de produit a alors été surgelée sur une seule de ses faces, et l'on a pu alors constater sur les autres faces l'avance du front de surgélation.
- [0025] Ainsi les [Fig.1] et [Fig.2] annexées présentent les résultats d'une simulation d'un procédé de surgélation selon l'art antérieur ("standard") dans une telle armoire de surgélation, i.e. avec une température de congélation constante dans le temps, utilisant un coefficient de transfert thermique constant dans le temps.
- [0026] Cette simulation a été effectuée en utilisant les paramètres suivants :
- produit : du bœuf 5% MG (propriétés thermiques proches du gel de tylose)
 - température initiale = 0°C
 - épaisseur 30mm, viande posée sur une couche de 30mm d'isolant pour supprimer les échanges par sa face inférieure
 - Surgélateur = un Cryo Cabinet (L'AIR LIQUIDE) avec une température constante de -51°C et une ventilation constante réglée à 100% (pleine capacité).
- [0027] Nous obtenons alors une congélation à -28°C en moyenne en 1 heure avec une tem-

pérature de consigne du congélateur fixée à -51°C .

[0028] La [Fig.1] et la [Fig.2] représentent différentes courbes de température d'un produit, en fonction du temps, une courbe pour chaque profondeur à l'intérieur du produit.

[0029] Et l'on visualise pour chaque courbe une flèche dans le haut de la courbe, représentant la vitesse de surgélation, vitesse élevée en début de procédé (quasi verticale) et plus faible en fin de procédé (flèches tendant presque vers le plat).

[0030] De plus, les flèches sont proches au début et espacées à la fin ce qui traduit un front de congélation avec une avance rapide au début et plus lente à la fin.

[0031] On visualise bien ainsi le fait que selon l'art antérieur, la surface du produit est congelée beaucoup plus vite que le cœur selon l'art antérieur.

[0032] Les [Fig.3] et [Fig.4] annexées présentent quant à elle les résultats d'une simulation d'un procédé de surgélation selon la présente invention dans une telle armoire de surgélation, mettant en œuvre une vitesse de surgélation constante.

[0033] Cette simulation a été effectuée en utilisant les paramètres suivants :

- produit : du bœuf 5% MG (propriétés thermiques proches du gel de tylose)
- température initiale = 0°C
- épaisseur 30mm, viande posée sur une couche de 30mm d'isolant pour supprimer les échanges par sa face inférieure
- Surgélateur = un Cryo Cabinet avec une température variable égale à :

[0034] $T = - (90 \times \text{temps en secondes}) / 3600$

[0035] La température varie donc de manière linéaire de 0 à -90°C en 1 heure

[0036] et une ventilation constante réglée à 100% (pleine capacité).

[0037] Nous obtenons une congélation à -28°C en moyenne en 1 heure avec une température de consigne du surgélateur qui a variée de 0°C à -90°C .

[0038] Ici encore, ces Figures 3 et 4 représentent différentes courbes de température en fonction du temps, une courbe pour chaque profondeur à l'intérieur du produit.

[0039] Et l'on visualise ici encore pour chaque courbe une flèche dans le haut de la courbe, représentant la vitesse de surgélation, vitesse qui est ici sensiblement constante.

[0040] Plus précisément, on voit que dans la zone qui nous intéresse c'est-à-dire dans la zone de surgélation, là où l'eau se transforme en glace, nous avons maintenant des pentes (vitesse de surgélation) qui sont en effet constantes.

[0041] De plus, les flèches sont plus ou moins équidistantes, ce qui signifie que le front de congélation avance à une vitesse constante. C'est effectivement ce que l'on constate dans les essais avec du produit réel sur la tranche du produit.

[0042] Nous pouvons maintenant nous reporter aux [Fig.5] et [Fig.6] annexées, qui présentent les résultats d'une simulation d'un procédé de décongélation selon l'art antérieur ("standard") dans un équipement de type armoire.

[0043] Cette simulation a été effectuée en utilisant les paramètres suivants :

- produit : du bœuf 5% MG (propriétés thermiques proches du gel de tylose)
 - température initiale = -20°C
 - épaisseur 30mm, viande posée sur une couche de 30mm d'isolant pour supprimer les échanges par sa face inférieure
 - Appareil = armoire de réchauffage avec une température fixe égale à +31°C et une ventilation constante réglée à 100% (pleine capacité).
- [0044] Nous obtenons une décongélation complète à +17°C en moyenne en 4 heures avec une température de consigne du surgélateur fixée à +31°C.
- [0045] Ces figures représentent différentes courbes de température d'un produit, en fonction du temps, une courbe de décongélation pour chaque profondeur à l'intérieur du produit.
- [0046] Et l'on visualise pour chaque courbe une flèche dans le bas de la courbe, représentant la vitesse de décongélation (de remontée en température), vitesse élevée en début de procédé (quasi verticale) et plus faible en fin de procédé (flèches tendant presque vers le plat).
- [0047] En revanche, les [Fig.7] et [Fig.8] annexées présentent les résultats d'une simulation d'un procédé de décongélation conforme à l'invention, dans une telle armoire, mettant en œuvre une vitesse de décongélation constante, et l'on visualise bien le fait que les pentes, les vitesses de décongélation, sont constantes au fil des courbes, au fil des profondeurs.
- [0048] Cette simulation a été effectuée en utilisant les paramètres suivants :
- produit : du bœuf 5% MG (propriétés thermiques proches du gel de tylose)
 - température initiale = -20°C
 - épaisseur 30mm, viande posée sur une couche de 30mm d'isolant pour supprimer les échanges par sa face inférieure
 - Appareil = armoire de réchauffage avec une température variable égale à :
- [0049] $T = + (50 \times \text{temps en secondes}) / 3600 / 4$
- [0050] (la température varie de manière linéaire de 0 à +50°C en 4 heures)
- [0051] et une ventilation constante réglée à 100% (pleine capacité).
- [0052] Nous obtenons une décongélation complète à +17°C en moyenne en 4 heures avec une température de consigne du surgélateur qui a varié de 0°C à +50°C.
- [0053] On voit bien en résumé que l'invention, tant en terme de congélation que de décongélation, offre des conditions permettant d'améliorer la qualité des produits congelés et décongelés, en particulier des produits fragiles.
- [0054] On l'a donc décrit ci-dessus, la présente invention propose la mise en œuvre de l'un ou chacun des modes de réalisation suivants pour la surgélation de produits :
- un premier mode de réalisation où la température régnant dans l'installation n'est pas constante, elle est relativement élevée (i.e pas trop froide) en début

de procédé et plus froide en fin de procédé pour stimuler la surgélation qui ralentit.

[0055] On peut considérer que selon l'invention, la température initiale en début de procédé est préférentiellement comprise entre +10 et -10°C, tandis que la température finale sera comprise préférentiellement entre -20 et -150°C.

[0056] De même, la vitesse de descente en froid sera préférentiellement comprise entre 1 et 0.001°C/seconde.

- un second mode de réalisation où l'on fixe la température régnant dans l'enceinte à une consigne fixe et donnée, tandis que le coefficient de transfert thermique est lui réglé pour être faible en début de procédé et plus élevé en fin de procédé (pour cela, la vitesse de ventilation est lente au début du cycle de surgélation et plus élevée en fin de surgélation).

[0057] Ici on débutera le procédé de surgélation de préférence avec une vitesse de convection (vitesse de rotation des ventilateurs par exemple) comprise entre 1 et 10% de la pleine vitesse et on finira de préférence à une vitesse comprise entre 50 et 100% de la pleine vitesse.

- un troisième mode où l'on associe les deux modes précédents (variation de la température et variation du coefficient de transfert thermique).

[0058] La présente invention concerne alors un procédé de surgélation de produits, notamment de produits alimentaires, pharmaceutiques ou encore biologiques, dans lequel les produits sont soumis dans une enceinte de type armoire de surgélation à un transfert de froid, se caractérisant en ce que les produits sont soumis à une vitesse de surgélation constante durant tout le procédé, par la mise en œuvre de l'un ou chacun des modes de réalisation suivants :

- Un premier mode où le coefficient de transfert thermique est constant et le profil de température régnant dans l'enceinte au cours du procédé est tel que la température régnant dans l'enceinte n'est pas constante : elle est élevée en début de procédé et plus froide en fin de procédé pour stimuler la surgélation qui ralentit, par le fait que la température initiale en début de procédé est préférentiellement comprise entre +10°C et -10°C, tandis que la température finale en fin de procédé est comprise préférentiellement entre -20 et -150°C, tandis que la vitesse de descente en froid est durant la surgélation préférentiellement comprise entre 1°C et 0.001°C/seconde.
- Un second mode où la température régnant dans l'enceinte au cours du procédé est constante dans le temps, telle que fixée à une consigne donnée, tandis que le coefficient de transfert thermique est lui réglé pour être faible en début de procédé et plus élevé en fin de procédé, par le fait que la vitesse de rotation du ou des ventilateurs présent(s) dans l'armoire est en début de

procédé comprise entre 1 et 10% de leur pleine vitesse tandis que la vitesse de rotation du ou des ventilateurs présent(s) dans l'armoire est en fin de procédé comprise entre 50 et 100% de leur pleine vitesse.

[0059] La présente invention concerne également un procédé de décongélation de produits, notamment de produits alimentaires, pharmaceutiques ou encore biologiques, dans lequel les produits sont soumis dans une enceinte de type armoire de surgélation à un profil de remontée en température, se caractérisant en ce que les produits sont soumis à une vitesse de décongélation constante durant tout le procédé, par la mise en œuvre de l'un ou chacun des modes de réalisation suivants :

- Selon un premier mode de réalisation, la température régnant dans l'installation n'est pas constante, en début de procédé elle est préférentiellement comprise entre +10°C et -10°C, tandis que la température finale est comprise préférentiellement entre +10 et +80°C, la vitesse de remontée en température étant préférentiellement comprise entre 1°C/s et 0.001°C/seconde.

[0060] - Selon un second mode de réalisation, on fixe la température régnant dans l'enceinte à une consigne fixe et donnée, tandis que le coefficient de transfert thermique est lui réglé pour être faible en début de procédé et plus élevé en fin de procédé, pour cela, la vitesse de ventilation est lente au début du cycle de décongélation et plus élevée en fin de décongélation, par le fait que l'on débute le procédé de décongélation de préférence avec une vitesse de ventilation comprise entre 1 et 10% de la pleine vitesse et l'on termine le procédé de décongélation avec une vitesse comprise entre 50 et 100% de la pleine vitesse.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de surgélation de produits, notamment de produits alimentaires, pharmaceutiques ou encore biologiques, dans lequel les produits sont soumis dans une enceinte de type armoire de surgélation à un transfert de froid, se caractérisant en ce que les produits sont soumis à une vitesse de surgélation constante durant tout le procédé, par la mise en œuvre de l'un ou chacun des modes de réalisation suivants :

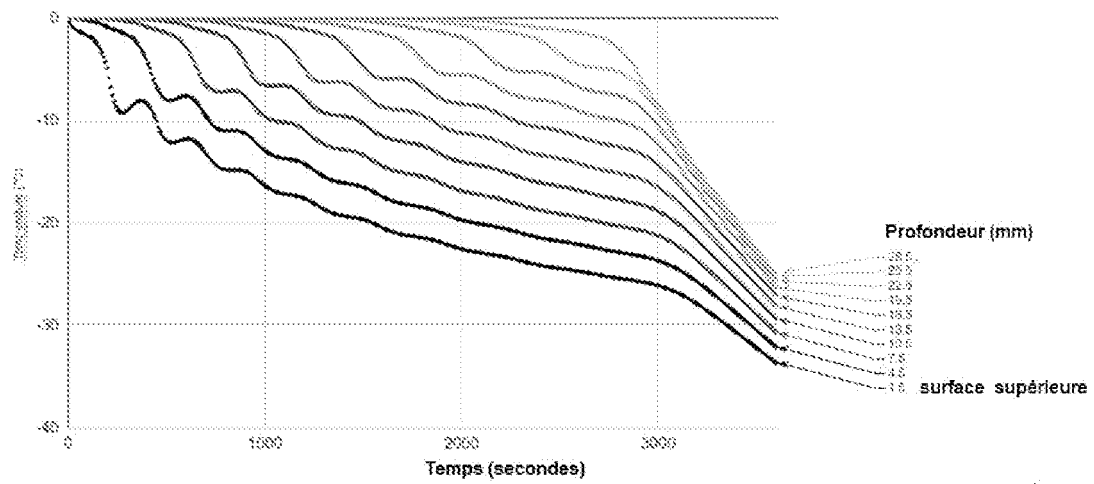
- Un premier mode où le coefficient de transfert thermique est constant et le profil de température régnant dans l'enceinte au cours du procédé est tel que la température régnant dans l'enceinte n'est pas constante : elle est élevée en début de procédé et plus froide en fin de procédé pour stimuler la surgélation qui ralentit, par le fait que la température initiale en début de procédé est comprise entre $+10^{\circ}\text{C}$ et -10°C , tandis que la température finale en fin de procédé est comprise entre -20 et -150°C , tandis que la vitesse de descente en froid est durant la surgélation comprise entre 1°C et $0.001^{\circ}\text{C}/\text{seconde}$.
- Un second mode où la température régnant dans l'enceinte au cours du procédé est constante dans le temps, telle que fixée à une consigne donnée, tandis que le coefficient de transfert thermique est lui réglé pour être faible en début de procédé et plus élevé en fin de procédé, par le fait que la vitesse de rotation du ou des ventilateurs présent(s) dans l'armoire est en début de procédé comprise entre 1 et 10% de leur pleine vitesse tandis que la vitesse de rotation du ou des ventilateurs présent(s) dans l'armoire est en fin de procédé comprise entre 50 et 100% de leur pleine vitesse.

[Revendication 2]

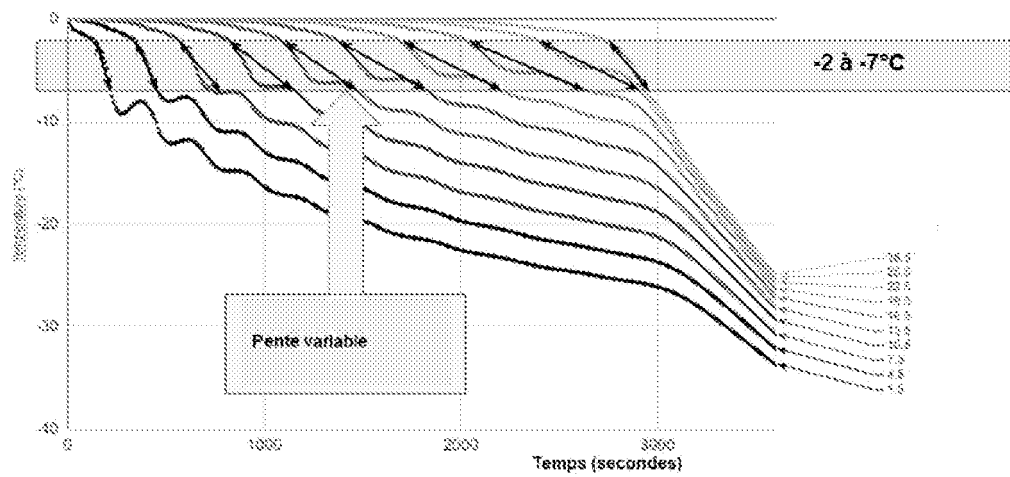
Procédé de décongélation de produits, notamment de produits alimentaires, pharmaceutiques ou encore biologiques, dans lequel les produits sont soumis dans une enceinte de type armoire de surgélation à un profil de remontée en température, se caractérisant en ce que les produits sont soumis à une vitesse de décongélation constante durant tout le procédé, par la mise en œuvre de l'un ou chacun des modes de réalisation suivants :

- Selon un premier mode de réalisation, la température régnant dans l'installation n'est pas constante, elle est en début de procédé comprise entre $+10^{\circ}\text{C}$ et -10°C , tandis que la température finale est comprise entre $+10$ et $+80^{\circ}\text{C}$, et la vitesse de remontée en température est durant la décongélation comprise entre 1°C/s et $0.001^{\circ}\text{C/seconde}$.
- Selon un second mode de réalisation, on fixe la température régnant dans l'enceinte à une consigne fixe et donnée, tandis que le coefficient de transfert thermique est lui réglé pour être faible en début de procédé et plus élevé en fin de procédé, par le fait que la vitesse de rotation du ou des ventilateurs présent(s) dans l'armoire est lente au début du cycle de décongélation et plus élevée en fin de décongélation, la vitesse de rotation étant en début de procédé comprise entre 1 et 10% de la pleine vitesse et comprise entre 50 et 100% de la pleine vitesse en fin de procédé.

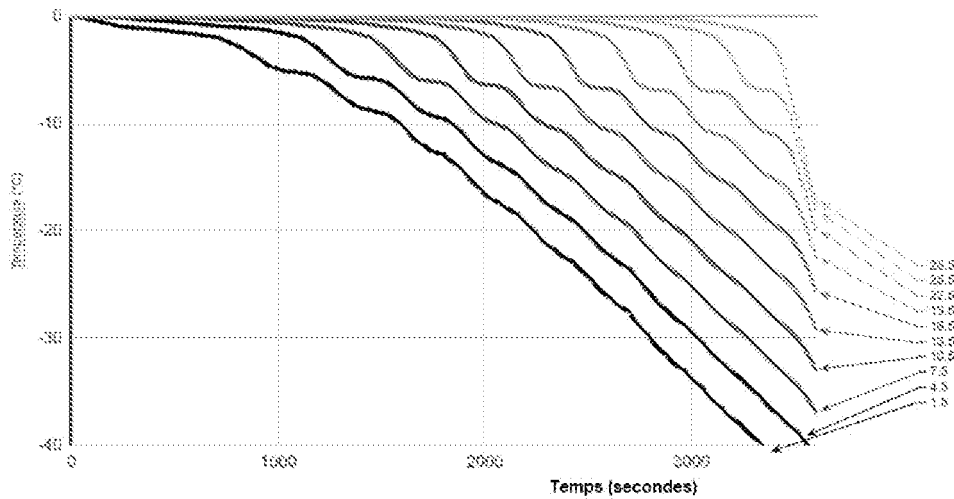
[Fig. 1]



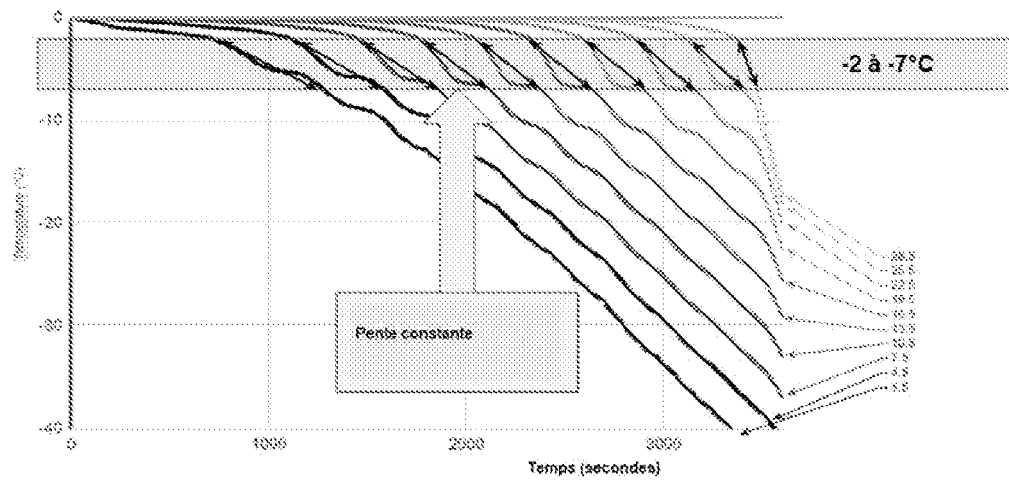
[Fig. 2]



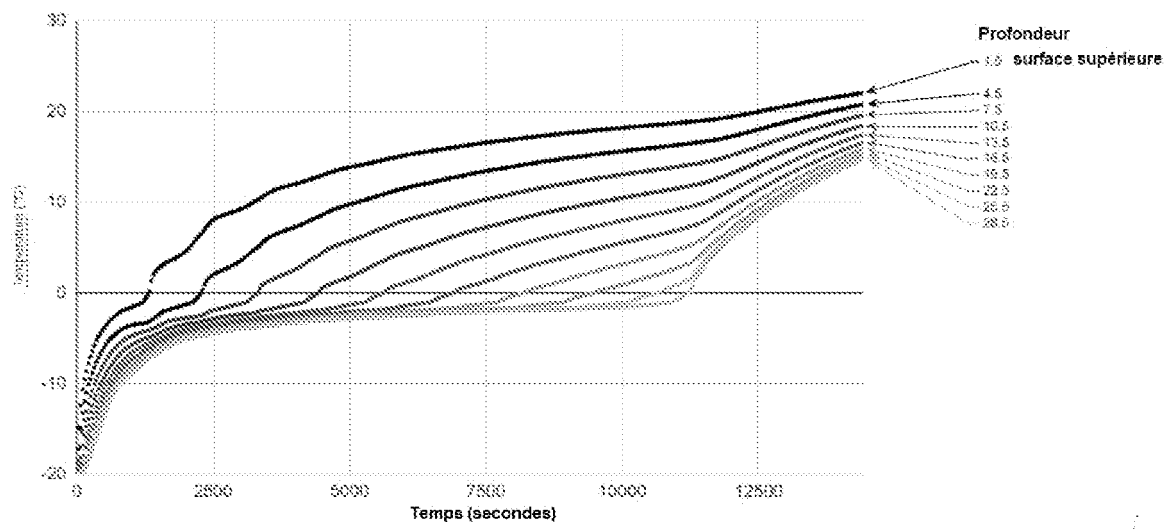
[Fig. 3]



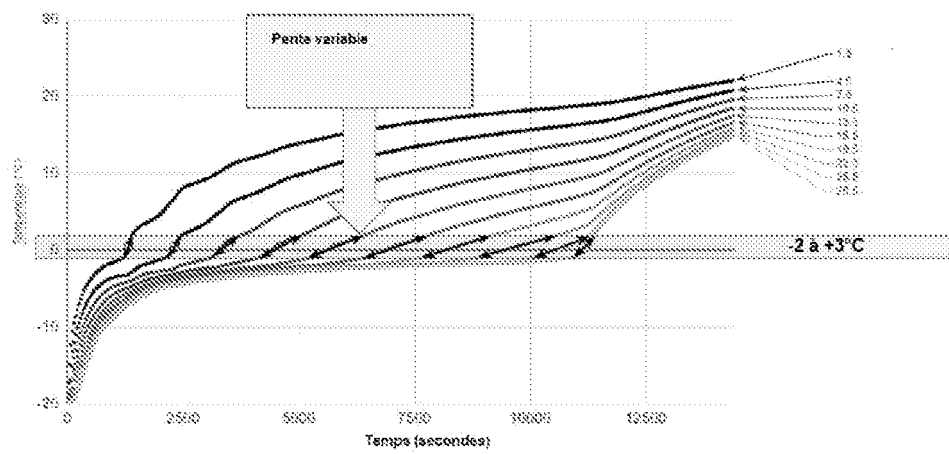
[Fig. 4]



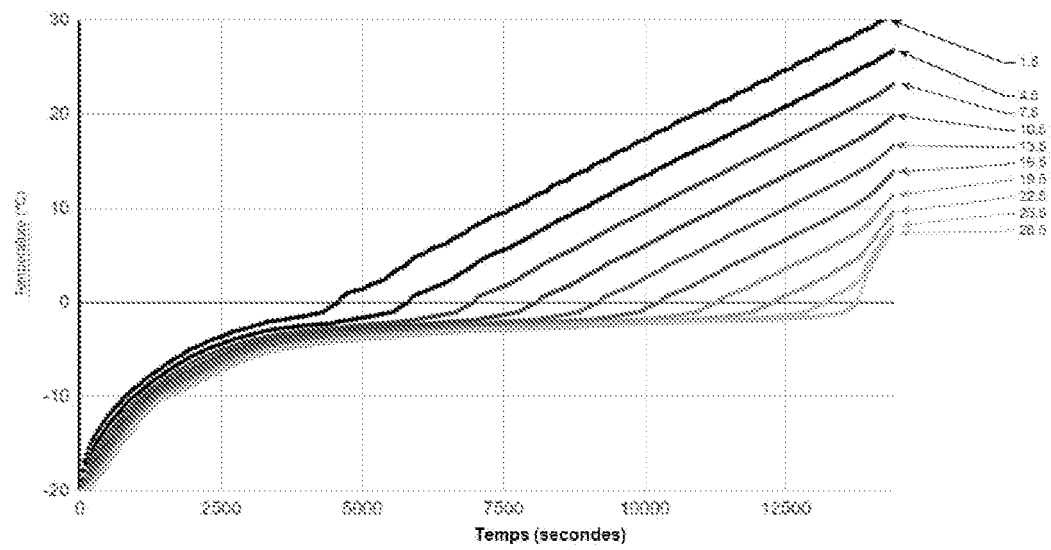
[Fig. 5]



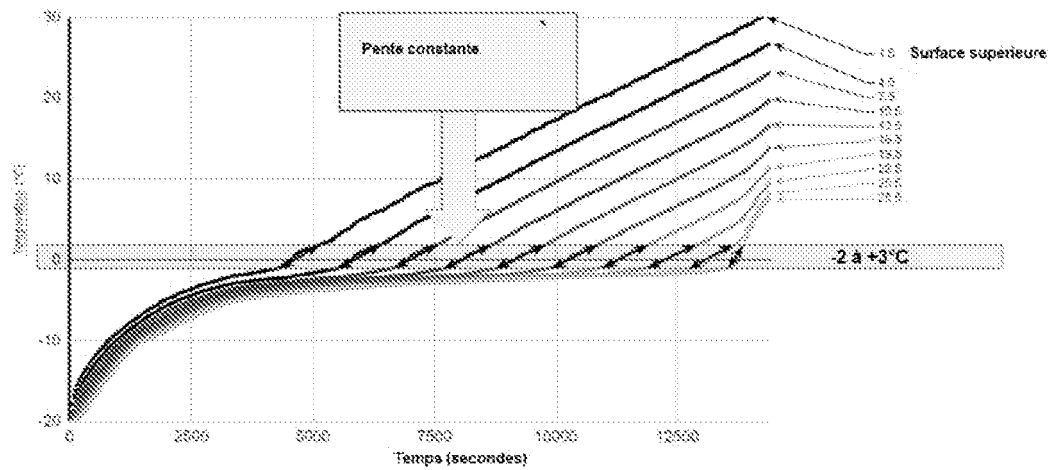
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

WO 2015/068127 A1 (NOVASYST INC [CA])
14 mai 2015 (2015-05-14)

BART G C J ED - FOURNAISON LAURENCE ET
AL: "Estimation of freezing or chilling
behavior",
INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION,
ELSEVIER, AMSTERDAM, NL,
vol. 21, no. 1,
1 janvier 1998 (1998-01-01), pages 55-63,
XP004287228,
ISSN: 0140-7007, DOI:
10.1016/S0140-7007(97)00070-4

US 2017/188608 A1 (DEUMIER FRANÇOIS [FR]
ET AL) 6 juillet 2017 (2017-07-06)

US 4 066 011 A (BALLENTINE EARLE W)
3 janvier 1978 (1978-01-03)

EP 1 074 803 A2 (CANDY SPA [IT])
7 février 2001 (2001-02-07)

MOHAMED I O ED - SCHIEBER ANDREAS ET AL:
"An inverse lumped capacitance method for
determination of heat transfer
coefficients for industrial air blast
chillers",
FOOD RESEARCH INTERNATIONAL, ELSEVIER,
AMSTERDAM, NL,
vol. 41, no. 4,
12 février 2008 (2008-02-12), pages
404-410, XP029234937,
ISSN: 0963-9969, DOI:
10.1016/J.FOODRES.2008.01.005

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT

