

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 547 732

②1 N° d'enregistrement national :

83 10244

⑤1 Int Cl³ : A 61 L 2/02.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21 juin 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 52 du 28 décembre 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *LEQUEUX S.A., société anonyme.* — FR.

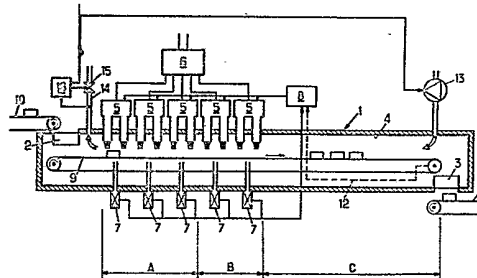
⑦2 Inventeur(s) : François Marie Galtier.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Plasseraud.

⑤4 Procédé et installation pour stériliser thermiquement des produits liquides contenus dans des récipients fermés de façon étanche.

⑤7 Pour stériliser thermiquement un produit liquide contenu dans un récipient fermé étanche, le récipient est placé dans un champ électromagnétique alternatif (engendré en 5) ayant une fréquence supérieure à 1 GHz, et sa durée d'exposition (déterminée par le nombre de générateurs 5 et la vitesse du transporteur 9) ainsi que la température au cœur du liquide (mesurée en 7) sont déterminées pour assurer la stérilisation.



FR 2 547 732 - A1

D

Procédé et installation pour stériliser thermiquement des produits liquides contenus dans des récipients fermés de façon étanche.

La présente invention concerne un procédé et une installation pour stériliser thermiquement des produits liquides contenus dans des récipients fermés de façon étanche.

On connaît déjà des procédés et des dispositifs
5 permettant de stériliser thermiquement des produits liquides conditionnés en récipients fermés de façon étanche, tels que des ampoules ou des flacons bouchés. La stérilisation thermique s'effectue alors en autoclaves, par transfert thermique à l'aide d'un fluide caloporteur, tel que vapeur d'eau,
10 eau surchauffée, mélange de vapeur d'eau et d'air.

Cette manière de faire présente des inconvénients.

L'opération de stérilisation s'effectue de façon discontinue, les produits étant traités par fournées successives, et ce fractionnement est contraignant dans le cas
15 d'une chaîne de production en continu, car il est nécessaire de prévoir des stockages entre la chaîne et les autoclaves, ce qui est coûteux à tous points de vue.

En outre, le rendement thermique est faible (inférieur à 70 %) et l'inertie thermique est importante, ce
20 qui impose de disposer d'une chaufferie puissante et donc onéreuse.

De plus, le transfert de calories au coeur du liquide contenu dans les récipients s'effectue mal en raison de la mauvaise conductibilité thermique du récipient
25 (en général en verre) et du liquide. Il en résulte la nécessité d'un chauffage prolongé des récipients, à seule fin d'amener à coeur le liquide à la température souhaitée.

Enfin, le récipient sert d'intermédiaire pour

le transfert calorifique entre le fluide caloporteur et le liquide : le matériau constitutif du récipient doit donc être choisi de façon appropriée pour supporter sans dommages des températures relativement importantes (par exemple 120°C).

5 Cette obligation limite l'utilisation de certains matériaux légers et bon marché tels que le polyéthylène et conduit en général à l'emploi de récipients en verre qui sont relativement coûteux, lourds et fragiles.

On connaît également des procédés et dispositifs
10 pour stériliser thermiquement des produits alimentaires en boîtes de conserve métalliques étanches ; le chauffage est provoqué, à partir d'un générateur d'énergie alternative à basse fréquence (de 3 à 9 kHz), par induction de courants dans l'emballage en tôle.

15 Toutefois, dans ce processus connu, la production de chaleur s'effectue dans la tôle de l'emballage et le transfert calorifique au sein du produit ne s'effectue que par contact à partir de la zone périphérique du produit qui se trouve en contact avec la tôle. Il en résulte un gradient
20 de température au sein du produit et une répartition non homogène de la température qui entraîne la nécessité d'un surchauffage de l'emballage métallique et de la zone périphérique du produit si l'on souhaite que le produit soit porté à coeur à une température déterminée en un laps de
25 temps donné.

L'invention a essentiellement pour but de remédier aux inconvénients des procédés et dispositifs antérieurs.

Selon un premier aspect de l'invention qui est
30 relatif à un procédé de stérilisation thermique, on dispose le récipient rempli dudit produit dans un champ électromagnétique alternatif à très haute fréquence supérieure à 1 GHz, le récipient est constitué en un matériau non opaque aux ondes électromagnétiques utilisées, la dimension trans-
35 versale de ce récipient, considérée selon la direction de

propagation des ondes électromagnétiques, correspond à au plus approximativement deux fois la profondeur de pénétration des ondes dans le récipient et le produit pour la fréquence utilisée, la durée d'exposition du récipient et de son contenu est telle que soit atteinte au coeur du produit une température suffisante maintenue pendant un temps suffisant pour assurer la stérilisation.

Avantageusement, la fréquence des ondes électromagnétiques est comprise entre 1 et 20 GHz, et de préférence elle est d'environ 16 GHz.

Toutefois, notamment en raison de la législation de certains pays, on peut choisir la fréquence dans la bande de 2,45 GHz et le récipient doit présenter alors une dimension transversale inférieure ou égale à environ 40 mm.

Grâce à ces dispositions, on est assuré d'effectuer un échauffement du liquide, de façon homogène et rapide, par agitation moléculaire sans échauffement intermédiaire du récipient. Il en résulte une économie d'énergie puisqu'il n'est plus nécessaire de surchauffer certaines zones, et puisque, en raison de l'élimination des véhicules caloporteurs (fluide caloporteur ou tôle), toute l'énergie électromagnétique est transformée en chaleur in situ.

En outre, la durée du traitement s'en trouve raccourcie et surtout il est possible de prévoir une installation agencée sur cette base qui assure un traitement de stérilisation thermique en continu et qui puisse ainsi s'inscrire au sein d'une chaîne de production continue.

Enfin, du fait que le récipient ne joue plus le rôle d'un caloporteur au cours de la phase de chauffage et n'a plus à être le siège de températures élevées, il est possible de choisir, pour constituer le récipient, des matériaux présentant un moins bon comportement mécanique à la chaleur sous réserve qu'ils puissent assurer un échange thermique suffisant au cours du refroidissement ultérieur.

Dans le cas où le récipient est constitué au moins en partie en un matériau déformable (par exemple récipient en matériau plastique souple ou récipient, souple

ou rigide, muni d'un bouchon amovible ou trocardable), on prévoit de le soumettre à une pression extérieure supérieure à la pression atmosphérique, pour compenser au moins approximativement l'élévation de pression interne due à l'élévation de température et empêcher le récipient de crever ou le bouchon d'être expulsé.

Il est également envisageable de baigner extérieurement le récipient par un fluide de refroidissement (par exemple un courant d'air) pour accélérer le refroidissement du liquide une fois la stérilisation effectuée, ce fluide étant également mis au contact du récipient au cours du traitement afin de refroidir le récipient lui-même ; il serait alors possible d'utiliser des récipients constitués en des matériaux ne supportant pas la température à laquelle est portée la masse liquide, comme c'est le cas par exemple pour le polyéthylène.

Selon un second aspect de l'invention qui est relatif à une installation de stérilisation thermique, on prévoit qu'une telle installation comporte :

- 20 - une enceinte fermée approximativement étanche aux gaz et munie d'un blindage contre les rayonnements électromagnétiques,
- au moins un générateur de champ électromagnétique à très haute fréquence, supérieure à 1 GHz,
- 25 - des moyens de transport pour déplacer les récipients remplis de produits liquides au sein de l'enceinte de manière qu'ils demeurent dans le champ électromagnétique pendant une durée telle que soit atteinte au coeur des produits une température suffisante maintenue pendant un
- 30 temps suffisant pour assurer leur stérilisation,
- des moyens de mesure de température sans contact pour déterminer la température au coeur du produit liquide contenu dans chaque récipient,
- et des moyens d'asservissement, interposés entre les
- 35 moyens de mesure de température et le générateur de champ

électromagnétique et/ou les moyens de transport, pour régler le fonctionnement du générateur et/ou la durée d'exposition des récipients remplis de liquide en fonction de la température mesurée, de manière telle que celle-ci corresponde à une température prédéterminée et soit maintenue pendant un temps également prédéterminé.

Avantageusement, pour traiter en continu une pluralité de récipients remplis de liquide, on prévoit que cette installation comporte :

- 10 - plusieurs générateurs de champ électromagnétique à très haute fréquence disposés les uns à la suite des autres le long d'un trajet préétabli,
- et des moyens de transport pour déplacer les récipients remplis de liquide le long dudit trajet, de manière telle que ces récipients traversent successivement tous les champs engendrés par les générateurs et que leur exposition ait une durée prédéterminée fonction de la vitesse des moyens de transport.

De préférence, les moyens d'asservissement sont agencés de manière à commander sélectivement les générateurs, le ou les premiers générateurs étant commandés pour fournir une énergie électromagnétique relativement importante afin que le liquide contenu dans les récipients placés dans le champ électromagnétique correspondant subisse une montée en température jusqu'à une température prédéterminée (phase A), et les générateurs suivants étant commandés pour fournir une énergie électromagnétique relativement moindre afin que le liquide conserve une température sensiblement constante correspondant à ladite température prédéterminée (phase B).

Il est souhaitable, pour effectuer un réglage plus précis, de prévoir autant de dispositifs de mesure de température qu'il y a de générateurs.

De préférence encore, le liquide qui vient d'être stérilisé doit être refroidi au moment où il quitte

l'enceinte, de manière que la température du récipient n'excède pas 60°C par exemple ; on prévoit alors que l'enceinte possède une longueur suffisante au-delà du dernier générateur pour que soit constituée une zone de refroidissement du liquide avant sa sortie de l'enceinte (phase C).

Pour autoriser l'emploi de récipients en matériau souple ou de récipients munis de bouchons amovibles ou trocandables, l'enceinte est remplie d'un fluide, notamment d'air, sous une pression supérieure à la pression atmosphérique, de manière à assurer un différentiel positif de pression entre l'extérieur et l'intérieur du récipient.

De préférence, l'installation comporte des moyens de pompage aptes à faire circuler le fluide sous pression à l'intérieur de l'enceinte, et avantageusement ces moyens de pompage sont agencés de manière que la circulation du fluide sous pression s'effectue en sens inverse du sens de déplacement des récipients. En particulier, le fluide sous pression peut être de l'air froid de manière à combiner les fonctions de compensation des déformations des récipients et de refroidissement de ces récipients.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit d'un de ses modes de réalisation préférés donné uniquement à titre d'exemple non limitatif. Dans cette description, on se réfère au dessin annexé sur lequel la figure unique représente de façon schématique une installation conforme à l'invention pour stériliser thermiquement et en continu des récipients remplis de liquide.

L'installation de l'invention comprend une enceinte fermée 1, de forme allongée, approximativement étanche aux gaz, un sas d'entrée 2 et un sas de sortie 3 étant prévus respectivement à ses deux extrémités pour l'introduction des récipients à stériliser et l'extraction des récipients stérilisés. Une armature métallique 4 (treillis ou autres) est prévue sur toutes les faces de l'enceinte

pour constituer une cage de Faraday isolant électromagnétiquement le volume intérieur de l'enceinte de l'extérieur.

De préférence en outre, l'enceinte est calorifugée pour éviter au maximum les déperditions calorifiques
5 vers l'extérieur.

Plusieurs générateurs 5 de champ électromagnétique à très haute fréquence sont disposés les uns à la suite des autres vers l'extrémité d'entrée de l'enceinte. Chaque générateur comprend un solénoïde coaxial à l'enceinte et
10 couplé à un oscillateur UHF par exemple du type magnétron. L'énergie électrique est fournie aux générateurs 5 par une alimentation électrique de puissance 6.

La fréquence des oscillateurs est supérieure à 1 GHz, de préférence comprise entre 1 et 20 GHz, et avantageusement de l'ordre de 16 GHz. Toutefois, la législation
15 de certains pays, notamment la France, impose l'utilisation de la bande de 2,45 GHz.

A chaque générateur UHF est associé un capteur de température sans contact 7, par exemple un pyromètre à
20 infrarouges, qui détecte la température du liquide à stériliser au droit du générateur correspondant. Les capteurs 7 sont connectés à un dispositif de commande 8 dont les sorties sont raccordées aux générateurs UHF, de manière que le fonctionnement des générateurs soit asservi en température.

Grâce à cet asservissement, il est possible de
25 régler la puissance électromagnétique fournie par chaque générateur de manière que le liquide contenu dans chaque récipient subisse tout d'abord une montée en température depuis la température ambiante jusqu'à une température pré-déterminée (par exemple 105°C à titre indicatif) - phase A
30 de montée en température - ; plusieurs générateurs peuvent contribuer à cette élévation de température, leur puissance respective étant alors relativement importante. Les générateurs UHF qui suivent peuvent alors délivrer une énergie
35 relativement plus faible destinée uniquement à maintenir

le liquide à la température prédéterminée - phase B de maintien en température -. Le nombre des générateurs est tel que la durée du passage des récipients dans le champ électromagnétique (durée de la phase B) assure, conjointement avec la température prédéterminée choisie, la stérilisation du liquide.

A titre d'exemple, la puissance nécessaire au cours de la phase A peut être de l'ordre de 1 KW par litre de liquide traité, tandis qu'elle peut n'être plus que 10 % de cette valeur au cours de la phase B.

La distance séparant le dernier générateur UHF du sas de sortie 3 est suffisante pour que les récipients soient refroidis (par exemple à la température de 60°C) à leur sortie de l'enceinte - phase C de refroidissement.

Le déplacement des récipients à travers l'enceinte est assuré par un transporteur à bande 9, un transporteur à bande d'alimentation 10 extérieur à l'enceinte pouvant amener les récipients jusqu'au sas d'entrée 2 et un transporteur à bande d'évacuation 11 extérieur à l'enceinte pouvant évacuer les récipients sortant par le sas de sortie 3.

Dans ce cas, le dispositif de commande 8 peut recevoir une information complémentaire (ligne en tirets 12) constituée par la vitesse de défilement des récipients (ou vitesse du transporteur) pour asservir les générateurs UHF individuellement en fonction des informations de température et de vitesse pour assurer une température et une durée d'échauffement du liquide aptes à procurer la stérilisation.

Enfin, une circulation d'air froid sous pression (entre 1 et 2 bars) est assurée dans l'enceinte, de préférence à contre-courant de la circulation des récipients. A cet effet, une pompe 13 communique avec l'enceinte vers la sortie de celle-ci et un orifice de sortie d'air 14 est prévu vers l'entrée de l'enceinte ; à cet

endroit peut être disposée une soupape de fermeture 15, cette soupape et la pompe 13 étant placée sous la commande d'un dispositif d'asservissement 16 détectant la pression et/ou la température de l'air dans l'enceinte.

5 Pour que l'installation de l'invention puisse fonctionner de façon convenable, il est nécessaire que la totalité du liquide contenu dans chaque récipient soit le siège de l'agitation moléculaire engendrée par le champ électromagnétique alternatif. De ce fait, il faut que la
10 dimension transversale du récipient, en général son diamètre, soit au plus égale à la profondeur de pénétration du rayonnement électromagnétique pour la fréquence choisie. En particulier, pour la fréquence de 2,45 GHz, la profondeur de pénétration dans un soluté aqueux, à travers une
15 paroi en verre, est de l'ordre de 20 mm ; le récipient devra donc avoir un diamètre maximum d'environ 40 mm pour assurer une stérilisation thermique homogène et rapide de la masse liquide.

Comme il va de soi, et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes de réalisation et d'application qui ont été plus spécialement envisagés ; elle embrasse, au contraire, toutes les variantes.

En particulier, le domaine d'application de l'invention n'est pas limité à la seule stérilisation et il peut englober d'autres traitements thermiques analogues, tels que
25 par exemple la tyndallisation.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour stériliser thermiquement un produit liquide contenu dans un récipient fermé de façon étanche, caractérisé en ce qu'on dispose le récipient rempli
5 dudit produit dans un champ électromagnétique alternatif à très haute fréquence supérieure à 1 GHz, en ce que le récipient est constitué en un matériau non opaque aux ondes électromagnétiques utilisées, en ce que la dimension transversale de ce récipient, considérée selon la direction de
10 propagation des ondes électromagnétiques, correspond à au plus approximativement deux fois la profondeur de pénétration des ondes dans le récipient et le produit pour la fréquence utilisée, et en ce que la durée d'exposition du récipient et de son contenu est telle que soit atteinte au
15 coeur du produit une température suffisante maintenue pendant un temps suffisant pour assurer la stérilisation.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fréquence des ondes électromagnétiques est comprise entre 1 et 20 GHz.

20 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la fréquence des ondes électromagnétiques est égale à environ 16 GHz.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la fréquence des ondes électromagnétiques
25 est choisie dans la bande de 2,45 GHz et en ce que le récipient possède une dimension transversale inférieure ou égale à environ 40 mm.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le récipient est constitué au moins en partie en un matériau déformable et en
30 ce qu'il est soumis à une pression extérieure supérieure à la pression atmosphérique.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le récipient est muni d'un bouchon amovible ou
35 trocardable.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, au cours du traitement, le récipient est baigné extérieurement par un fluide de refroidissement.

5 8. Installation pour stériliser thermiquement des produits liquides contenus dans une pluralité de récipients fermés de façon étanche, caractérisée en ce qu'elle comporte :

- 10 - une enceinte fermée (1) approximativement étanche aux gaz et munie d'un blindage (4) contre les rayonnements électromagnétiques,
- au moins un générateur (5) de champ électromagnétique à très haute fréquence, supérieure à 1 GHz,
- 15 - des moyens de transport (9) pour déplacer les récipients remplis de produits liquides au sein de l'enceinte de manière qu'ils demeurent dans le champ électromagnétique pendant une durée telle que soit atteinte au coeur des produits une température suffisante maintenue pendant un temps suffisant pour assurer leur stérilisation,
- 20 - des moyens (7) de mesure de température sans contact pour déterminer la température au coeur du produit liquide contenu dans chaque récipient,
- et des moyens d'asservissement (8), interposés entre les moyens de mesure de température et le générateur de champ
- 25 électromagnétique et/ou les moyens de transport, pour régler le fonctionnement du générateur et/ou la durée d'exposition des récipients remplis de liquide en fonction de la température mesurée, de manière telle que celle-ci corresponde à une température prédéterminée et
- 30 soit maintenue pendant un temps également prédéterminé.

9. Installation selon la revendication 8, agencée pour traiter en continu une pluralité de récipients remplis de liquide, caractérisée en ce qu'elle comporte :

- 35 - plusieurs générateurs (5) de champ électromagnétique à très haute fréquence disposés les uns à la suite des

autres le long d'un trajet préétabli,
- et des moyens de transport (9) pour déplacer les réci-
pients remplis de liquide le long dudit trajet, de manière
telle que ces récipients traversent successivement tous
5 les champs engendrés par les générateurs et que leur ex-
position ait une durée prédéterminée fonction de la vi-
tesse des moyens de transport.

10 10. Installation selon la revendication 9, ca-
ractérisée en ce que les moyens d'asservissement sont agen-
cés de manière à commander sélectivement les générateurs,
le ou les premiers générateurs étant commandés pour fournir
une énergie électromagnétique relativement importante afin
que le liquide contenu dans les récipients placés dans le
champ électromagnétique correspondant subisse une montée
15 en température jusqu'à une température prédéterminée (phase
A), et les générateurs suivants étant commandés pour four-
nir une énergie électromagnétique relativement moindre afin
que le liquide conserve une température sensiblement const-
tante correspondant à ladite température prédéterminée
20 (phase B).

11. Installation selon la revendication 10, ca-
ractérisée en ce qu'il est prévu autant de dispositifs de
mesure de température qu'il y a de générateurs.

25 12. Installation selon l'une quelconque des re-
vendications 8 à 11, caractérisée en ce que l'enceinte
possède une longueur suffisante au-delà du dernier généra-
teur pour que soit constituée une zone de refroidissement
du liquide avant sa sortie de l'enceinte (phase C).

30 13. Installation selon l'une quelconque des re-
vendications 8 à 12, caractérisée en ce que l'enceinte est
remplie d'un fluide, notamment d'air, sous une pression
supérieure à la pression atmosphérique.

35 14. Installation selon la revendication 13, ca-
ractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de pompage
(13) aptes à faire circuler le fluide sous pression à

l'intérieur de l'enceinte.

15. Installation selon la revendication 14, caractérisée en ce que les moyens de pompage sont agencés de manière que la circulation du fluide sous pression s'effectue en sens inverse du sens de déplacement des récipients.

16. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisée en ce que les moyens de transport des récipients comprennent au moins un transporteur à bande (9) s'étendant tout au long de l'enceinte.

Pl. unique

