

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 84401051.2

(51) Int. Cl.³: **C 13 F 1/02**

(22) Date de dépôt: 22.05.84

(30) Priorité: 26.05.83 FR 8308687

(43) Date de publication de la demande:
12.12.84 Bulletin 84/50

(84) Etats contractants désignés:
AT BE DE GB IT NL

(71) Demandeur: **FIVES-CAIL BABCOCK, Société anonyme**
7 rue Montalivet
F-75383 Paris Cedex 08(FR)

(72) Inventeur: **Credo, Paul**
176, rue Roger Salengro
F-59260 Helemmes(FR)

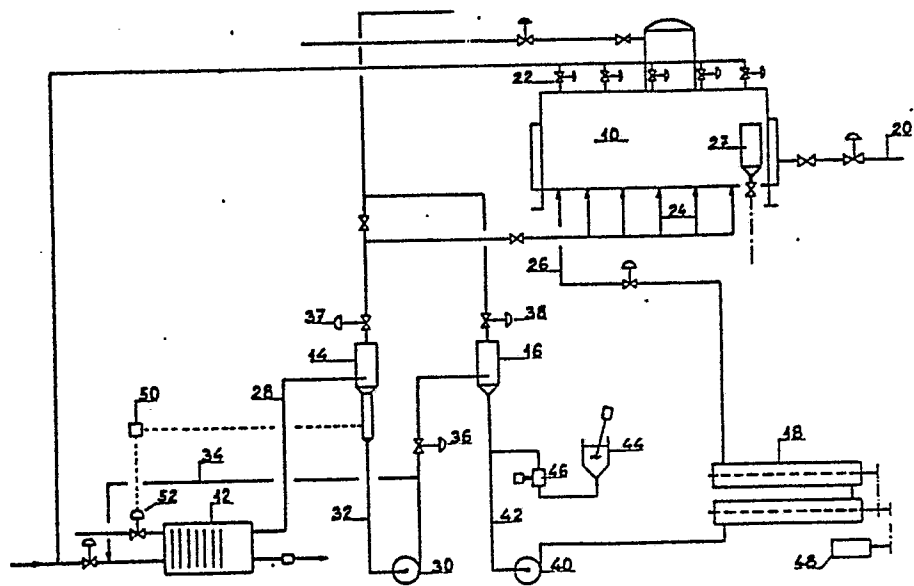
(72) Inventeur: **Leluc, Hubert**
114, rue du Long Pot
F-59800 Lille(FR)

(74) Mandataire: **Fontanié, Etienne**
FIVES-CAIL BABCOCK 7, rue Montalivet
F-75383 Paris Cedex 08(FR)

(54) **Procédé et installation pour la production en continu de cristaux de sucre à partir de jus sucrés.**

(57) L'invention concerne la production en continu de cristaux de sucre à partir de jus sucrés par évaporation sous vide en utilisant un magma d'ensemencement qui est introduit dans la première d'une série de cellules communiquant entre elles.

Le but de l'invention est de produire en continu le magma d'ensemencement. Pour cela, on concentre une fraction du jus à traiter pour l'amener en état de sursaturation (12, 14, 16), on injecte des cristaux de petites dimensions dans le jus sursaturé (44, 46) et on fait circuler ce mélange de jus concentré et de cristaux dans un capacité (18) fermée dont les dimensions sont choisies pour que le temps de séjour du mélange soit compris entre 3 et 15 minutes.



Procédé et installation pour la production en continu
de cristaux de sucre à partir de jus sucrés.

La présente invention a trait à la production en continu
5 de cristaux de sucre à partir de jus sucrés par évapora-
tion sous vide suivant un procédé consistant à introduire
du sirop concentré et des cristaux de petites dimensions
dans la première d'une série de cellules communiquant
entre elles et à faire passer ce mélange successivement
10 dans toutes les cellules où il reçoit un appoint de
jus sucré et où il est chauffé pour provoquer l'évapora-
tion d'une partie du jus, les débits d'alimentation en
jus des cellules étant réglés automatiquement pour main-
tenir le sirop en état de sursaturation stable de façon
15 que la cristallisation du sucre provoque le grossisse-
ment des cristaux introduits dans la première cellule,
sans formation de nouveaux cristaux.

La granulométrie des cristaux produits selon ce procédé
20 dépend essentiellement du nombre et des dimensions des
germes cristallins introduits dans la première cellule
et il faut donc pouvoir maîtriser ces paramètres pour
produire du sucre de bonne qualité.

25 On a essayé de produire ces germes par broyage et clas-
sification granulométrique mais on s'est aperçu qu'il
était pratiquement impossible d'obtenir par ce moyen les
résultats cherchés lorsque la granulométrie des germes
produits était très fine. Pour maîtriser industrielle-
30 ment les paramètres définis ci-dessus, il est nécessaire
d'utiliser des germes dont les dimensions sont au moins
égales à 100 microns, ce qui conduit à traiter de grosses
quantités de sucre et nécessite des matériels de broyage,
tamisage, etc... de capacité relativement importante et,
35 par conséquent, coûteux.

C'est pourquoi, le mélange de sirop et de cristaux intro-

duit dans la première cellule est généralement constitué par un magma produit, à partir d'une fraction du jus à traiter, dans un appareil de cristallisation à marche discontinue de la même manière que le pied de cuite

5 dans une chaudière à cuire classique. Mais le maintien de cette opération discontinue dans un procédé de production en continu oblige à prévoir des cuves de stockage en amont et en aval et ne permet pas de bénéficier entièrement des avantages liés à l'utilisation d'un appareil

10 de cristallisation à marche continue : plus grande souplesse d'utilisation, optimisation de la consommation énergétique, optimisation des matériels.

La présente invention permet de produire en continu un

15 magma d'ensemencement pour l'alimentation de la première cellule d'une installation de cristallisation en continu de même qualité que celui produit classiquement dans un appareil de cristallisation à marche discontinue.

20 Le procédé objet de la présente invention est caractérisé en ce qu'on concentre une fraction du jus à traiter pour l'amener en état de sursaturation, on ajoute en continu des cristaux constituant des germes de cristallisation . dans cette fraction concentrée du jus, on fait circuler

25 le mélange de jus concentré et de cristaux dans une capacité dont les dimensions sont choisies pour que le temps de séjour du mélange soit compris entre 3 et 15 minutes, et on introduit le magma ainsi formé dans la première cellule de l'installation où la concentration du jus est maintenue en état de sursaturation stable par addition de jus

30 sous-saturé.

Les cristaux constituant les germes cristallins ont des dimensions très petites, de l'ordre de 10 microns, et la

35 quantité de sucre nécessaire pour leur production rapportée à la tonne de masse-cuite produite est beaucoup plus faible que dans le procédé connu décrit ci-dessus. Au cours de leur séjour dans ladite capacité, ces cristaux

grossissent et leurs dimensions s'uniformisent.

Pour réduire encore la quantité de sucre utilisée pour la production des germes cristallins, le jus pourra être amené en état de sursaturation de germination induite avant l'addition des germes. On sait que l'état de sursaturation de germination induite est caractérisé par le fait qu'un cristal introduit dans le jus sursaturé provoque sur son passage la formation de microcristaux dont le nombre dépend de la valeur de la sursaturation, de la taille du cristal introduit et de l'importance de l'agitation du jus. Le nombre de cristaux contenus dans le magma sera donc un multiple élevé du nombre de cristaux introduits dans le jus concentré et, par conséquent, le volume de cristaux servant de germes, rapporté à la tonne de masse-cuite produite, sera beaucoup plus faible que dans le procédé connu décrit ci-dessus.

Avantageusement on utilisera une capacité tubulaire c'est-à-dire une capacité dont les dimensions longitudinales sont nettement supérieures aux dimensions transversales. On pourra, par exemple, utiliser un tube de petit diamètre et de grande longueur où le magma se déplacera à la manière d'un piston, avec la même vitesse sur toute la section du tube. Cette solution risque cependant de conduire à des pertes de charges inacceptables et c'est pourquoi on préférera utiliser une capacité tubulaire de section droite relativement importante divisée en un grand nombre de compartiments par des cloisons transversales percées d'orifices faisant communiquer les compartiments successifs entre eux, chaque compartiment étant muni d'un dispositif d'agitation constitué, par exemple, par des bras ou des pales fixés sur un arbre longitudinal disposé dans l'axe de la capacité et entraîné en rotation.

De préférence, on utilisera de 15% à 20% du débit total du jus à traiter pour produire le magma d'ensemencement.

- La concentration du jus jusqu'à l'état de sursaturation de germination induite sera effectuée de préférence en deux étapes : une première étape au cours de laquelle une première évaporation est réalisée par apport de
- 5 chaleur sans atteindre la saturation et une seconde étape au cours de laquelle une évaporation par détente, sans apport de chaleur, permet d'obtenir la concentration voulue. La première étape de concentration, sera avantageusement effectuée sous une pression supérieure à la
- 10 pression dans les cellules de l'installation de cristallisation ; cette disposition permet d'utiliser la vapeur produite pour agiter la masse-cuite dans les cellules ou pour toute autre application.
- 15 Pendant son séjour dans ladite capacité, la température du mélange de jus sursaturé et de cristaux peut être abaissée, par exemple jusqu'à la température qui règne dans l'appareil de cristallisation, pour favoriser le maintien de la sursaturation et la cristallisation. Dans
- 20 ce but, on pourra munir la capacité d'une double enveloppe dans laquelle on fera circuler un fluide à température adéquate, de préférence à contre-courant par rapport au mélange contenu dans la capacité.
- 25 L'installation pour la mise en oeuvre de l'invention comporte, outre l'appareil de cristallisation à marche continue constitué par une cuve fermée, disposée horizontalement et divisée par des cloisons transversales en une série de compartiments constituant lesdites cellules, une
- 30 unité d'évaporation chauffée à la vapeur, un ballon d'évaporation par détente, un dispositif de dosage des germes cristallins et une capacité dont l'entrée est reliée à la sortie dudit ballon et dont la sortie est reliée à l'entrée du premier compartiment de l'appareil de cristallisation, et est équipée d'un système de régulation qui
- 35 contrôle le débit de vapeur de chauffage de l'unité d'évaporation pour maintenir à une valeur de consigne la concentration du jus sortant de ladite unité.

L'unité d'évaporation peut être constituée par un échangeur chauffé à la vapeur et par un évaporateur. L'appareil de cristallisation peut être muni de tuyauteries d'injection de vapeur qui seront avantageusement reliées
5 audit évaporateur.

Ladite capacité peut être formée de plusieurs tubes reliés en série et disposés horizontalement. Elle pourra être chemisée et munie de plusieurs entrées de jus réparties
10 sur toute sa longueur ou sur une partie seulement de celle-ci.

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit se référant au
15 dessin l'accompagnant qui montre, à titre d'exemple non-limitatif, un mode de réalisation de l'invention. L'unique figure de ce dessin est le schéma d'une installation de production de cristaux de sucre à partir de jus sucrés conforme à l'invention.

20 Cette installation est constituée essentiellement par un appareil de cristallisation à marche continue 10, un échangeur 12, un évaporateur concentrateur 14, un ballon d'évaporation par détente 16 et une capacité tubulaire 18.

25 L'appareil 10 est constitué par une cuve cylindrique, fermée et disposée horizontalement. Dans la partie inférieure de la cuve sont placés des éléments chauffants, tels que plaques creuses ou tubes, alimentés en vapeur par
30 une tuyauterie 20. Cette partie de la cuve est divisée par des cloisons transversales en plusieurs compartiments communiquant entre eux par des ouvertures prévues dans les cloisons. Des tuyauteries d'alimentation en jus 22 et d'injection de vapeur 24 sont prévues dans chaque
35 compartiment. Le premier compartiment est également muni d'une entrée 26 pour un magma d'ensemencement. Une sortie de masse-cuite 27 est prévue dans le dernier compartiment.

L'échangeur 12 est du type à plaques ou à tubes dans lequel le jus est chauffé par échange indirect avec de la vapeur. La sortie de cet échangeur est reliée à l'entrée de l'évaporateur 14 par une tuyauterie 28. Celui-ci est
5 constitué par un corps vertical surmonté d'une calandre dans laquelle la vapeur qui se dégage du jus chaud est collectée. Une sortie de jus est prévue à l'extrémité inférieure de l'évaporateur ; elle est reliée à l'aspiration d'une pompe 30 qui refoule le jus dans le ballon
10 16 à travers une tuyauterie 32. Une tuyauterie 34 branchée sur la tuyauterie 32 permet de renvoyer à l'entrée de l'échangeur 12 une fraction du jus sortant de l'évaporateur et, par conséquent, d'augmenter le débit de jus circulant dans l'échangeur et l'évaporateur pour intensi-
15 fier les échanges thermiques et le dégagement de vapeur ; une vanne 36 permet de régler le débit de jus recyclé.

La sortie de vapeur de l'évaporateur 14 est reliée aux tuyauteries d'injection de vapeur 24 de l'appareil 10 ;
20 une vanne 37 placée sur cette sortie permet de régler la pression dans la calandre de l'évaporateur.

Le ballon 16 est un simple récipient fermé muni d'une entrée et d'une sortie de jus et d'une sortie de vapeur.
25 Une vanne 38 placée sur la sortie de vapeur permet de régler la pression dans le ballon 16.

La sortie du jus du ballon 16 est reliée à l'aspiration d'une pompe 40 par une tuyauterie 42. Sur celle-ci est
30 branchée la sortie d'un dispositif de dosage de semence constitué par un bac 44 muni d'un agitateur et une pompe doseuse 46. Les petits cristaux de sucre constituant la semence sont en suspension dans un liquide, tel que l'alcool, dans lequel le sucre n'est pas soluble.

35

Le mélange du jus concentré et de semence constituant le magma d'ensemencement est refoulé par la pompe 40 dans la capacité tubulaire 18. Celle-ci est formée par un ou

deux tubes, ou plus, disposés à peu près horizontalement et le cas échéant reliés entre eux en série. Le nombre de tubes et leurs dimensions sont choisis en fonction du débit du mélange pour que celui-ci y séjourne le temps voulu. Chaque tube est divisé par des cloisons transversales en plusieurs compartiments communiquant entre eux par des orifices prévus dans les cloisons. Un arbre disposé dans l'axe de chaque tube et portant des bras ou des pales placés dans les différents compartiments peut être entraîné en rotation par un moteur 48. La sortie de la capacité 18 est reliée à l'entrée 26 du premier compartiment de l'appareil 10.

Des chaînes de régulation, non représentées, sont prévues pour maintenir les pressions de vapeur dans l'appareil 10, dans l'évaporateur 14 et dans le ballon 16 et les niveaux de jus dans l'évaporateur et dans le ballon égaux à des valeurs de consigne. Par ailleurs, un régulateur 50 maintient la température ou la conductivité du jus dans l'évaporateur 14 égale à une valeur de consigne en contrôlant, au moyen de la vanne 52, le débit de vapeur de chauffage de l'échangeur 12. Un système de régulation est également prévu pour maintenir le débit de magma d'ensemencement proportionnel au débit de jus à traiter dans l'appareil 10.

En fonctionnement, le jus à traiter est divisé en deux fractions ; environ 15 à 20% du débit total est dirigé vers l'échangeur 12 et le reste est envoyé à l'appareil 10 où il est distribué aux différents compartiments par les tuyauteries 22.

Dans l'unité constituée par l'échangeur 12 et l'évaporateur 14, le jus est chauffé et concentré par évaporation. Le débit de vapeur de chauffage de l'échangeur 12 et la pression dans la calandre de l'évaporateur 14 sont réglées de telle sorte que le jus sortant de l'évaporateur ait une concentration voisine de la saturation et ne soit pas sursaturé. La pression dans l'évaporateur 14 est

supérieure à la pression dans le ballon 16, qui est sensiblement égale à la pression dans l'appareil 10, de telle sorte qu'une autre partie du jus est évaporée par détente en entrant dans le ballon. La différence des pressions
5 est réglée pour que le jus soit amené à l'état de sursaturation de germination induite dans le ballon 16.

Au moyen de la pompe doseuse 46, on injecte dans le jus sursaturé un volume de semence proportionnel au débit
10 de jus. Ce mélange est refoulé dans la capacité 18 où il séjourne de 3 à 15 minutes, de préférence environ 10 minutes. Pendant ce séjour il se forme des micro-cristaux dont le nombre dépend du degré de sursaturation et du débit de semence.

15 En variante, le jus sursaturé pourrait être introduit dans la capacité 18 en plusieurs points répartis sur toute sa longueur ou sur une partie seulement de celle-ci ; dans ce cas la semence serait introduite directement dans la ca-
20 pacité 18 au niveau de la première entrée du jus sursaturé. Ce mode d'alimentation de la capacité 18 permet d'augmenter le temps de séjour de la semence et, par conséquent, le temps de grossissement des cristaux, pour un même volume de la capacité, puisque le débit total de
25 jus sursaturé ne circule que dans le ou les derniers compartiments de la capacité. Il permet aussi de maintenir un rapport poids de jus/poids de cristaux plus faible tout au long de la capacité et de limiter la formation spontanée de nouveaux germes de cristallisation.

30 Le magma obtenu, contenant une quantité de cristaux qui représente de 1 à 10% de la quantité de sucre commercial à produire, alimente le premier compartiment de l'appareil 10 où le jus concentré est ramené à l'état de sur-
35 saturation stable par addition de jus sous-saturé dont le débit est réglé automatiquement, pour atteindre ce résultat, au moyen d'une vanne placée sur la tuyauterie 22 et commandée par un système de régulation non-représenté .

On maintient de la même façon la sursaturation dans la zone stable dans tous les autres compartiments de façon à provoquer le grossissement des cristaux introduits dans le premier compartiment, sans formation de nouveaux cristaux. La masse-cuite obtenue est extraite en continu du

A titre d'exemple, en premier jet de sucrerie, pour un débit total de jus à traiter de 83,3 t/h avec un brix de 75, on a utilisé 13 t/h de jus pour préparer le magma. A la sortie du ballon 16 le débit de jus sursaturé était de 11,9 t/h avec un brix de 82,4. La grosseur moyenne des cristaux dans le magma sortant de la capacité 18 était de 250 microns. Le débit de masse-cuite produite dans l'appareil de cristallisation 10 était de 70 t/h et son brix de 92,5.

En troisième jet, pour un débit total de jus à traiter de 21,8 t/h, on a utilisé 4,4 t/h de jus pour la préparation du magma. A la sortie du ballon 16 le débit de jus sursaturé était de 4 t/h avec un brix de 86,5. La grosseur moyenne des cristaux dans le magma sortant de la capacité 18 était de 110 microns et le débit de masse-cuite produite de 17,5 t/h et son brix de 97.

L'ensemble échangeur 12 - évaporateur 14 pourrait être remplacé par un appareil unique, par exemple un évaporateur à descendage chauffé par de la vapeur. La capacité tubulaire 18 pourrait avoir une structure différente de celle décrite. En particulier, elle pourrait être calorifugée ou munie d'une double enveloppe dans laquelle on ferait circuler, à contre-courant par rapport au mélange contenu dans la capacité, un fluide à une température adéquate ; cela permettrait, le cas échéant, d'abaisser la température du mélange jusqu'à une température voisine de celle régnant dans l'appareil de cristallisation 10 ce qui est favorable au maintien de la sursaturation et améliore la cristallisation tout le long de la capacité.

Il est bien entendu que ces modifications et toutes celles faisant appel à des moyens techniques équivalents entrent dans le cadre de l'invention.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé pour la production en continu de cristaux de
sucre à partir de jus sucrés par évaporation sous vide
5 consistant à introduire un magma d'ensemencement dans la
première d'une série de cellules communiquant entre elles
et à faire passer ce magma successivement dans toutes
les cellules où il reçoit un appoint de jus sucré et où
il est chauffé pour provoquer l'évaporation d'une partie
10 du jus, caractérisé en ce qu'on concentre une fraction
du jus à traiter pour l'amener en état de sursaturation,
on ajoute des cristaux de petites dimensions au jus sur-
saturé, on fait circuler ce mélange de jus concentré et
de cristaux dans une capacité fermée dont les dimensions
15 sont choisies pour que le temps de séjour du mélange
dans ladite capacité soit compris entre 3 et 15 minutes,
on introduit ce mélange comme magma d'ensemencement dans
la première cellule et on maintient la concentration du
jus en état de sursaturation stable par addition de jus
20 sous-saturé dans la première cellule.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce
que ladite fraction du jus à traiter est amenée en état
de sursaturation de germination induite avant l'addition
25 des cristaux.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en
ce qu'on utilise de 15% à 20% du jus à traiter pour cons-
tituer le magma d'ensemencement.

30 4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé
en ce que la concentration du jus jusqu'à l'état de sur-
saturation est effectuée par évaporation en deux étapes :
une première étape au cours de laquelle le jus est con-
centré pratiquement jusqu'à saturation par apport de
35 chaleur extérieure et une seconde étape au cours de
laquelle l'évaporation est produite par détente.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la vapeur produite au cours de la première étape de concentration du jus est injectée dans les cellules pour provoquer l'agitation du produit en cours de cristallisation.

5

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le temps de séjour du dit mélange dans ladite capacité est d'environ 10 minutes.

10 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la température dudit mélange est abaissée jusqu'à la température qui règne dans lesdites cellules pendant son séjour dans ladite capacité.

15 8. Installation pour la production en continu de cristaux de sucre à partir de jus sucrés comportant un appareil de cristallisation (10) constitué par une cuve fermée, disposée horizontalement et divisée par des cloisons transversales en plusieurs cellules ou compartiments,
20 caractérisée en ce qu'elle comporte en outre une unité d'évaporation (12,14) chauffée à la vapeur où une fraction du jus est concentré, un ballon d'évaporation par détente (16) où cette fraction du jus est portée à sursaturation, un dispositif de dosage des cristaux d'ensemencement (44, 46)
25 et une capacité (18) munie d'au moins une entrée reliée à la sortie dudit ballon et audit dispositif de dosage des cristaux d'ensemencement et dont la sortie est reliée à l'entrée du premier compartiment de l'appareil de cristallisation (10), le volume de ladite capacité étant
30 tel que le temps de séjour du mélange de jus sursaturé et de cristaux soit compris entre 3 et 15 minutes.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle est équipée d'un système de régulation (50)
35 qui contrôle le chauffage de l'unité d'évaporation (12, 14) pour maintenir à une valeur de consigne la concentration du jus sortant de cette unité.

10. Installation selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce que l'unité d'évaporation est constituée d'un échangeur chauffé à la vapeur (12) et d'un évaporateur (14) muni d'une chambre de vapeur.

5

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que les compartiments de l'appareil de cristallisation (10) sont munis de tuyauteries d'injection de vapeur (24) et en ce que ces tuyauteries sont reliées à la chambre de vapeur de l'évaporateur (14).

12. Installation selon la revendication 8, 9, 10 ou 11, caractérisée en ce que ladite capacité (18) est formée d'un ou plusieurs tubes reliés en série et disposés sensiblement horizontalement, l'intérieur de ces tubes étant divisé par des cloisons transversales en plusieurs compartiments communiquant entre eux par des orifices percés dans ces cloisons.

13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que chaque tube comporte un arbre disposé dans l'axe du tube et muni de bras ou de pales placées dans les différents compartiments et des moyens sont prévus pour entraîner lesdits arbres en rotation.

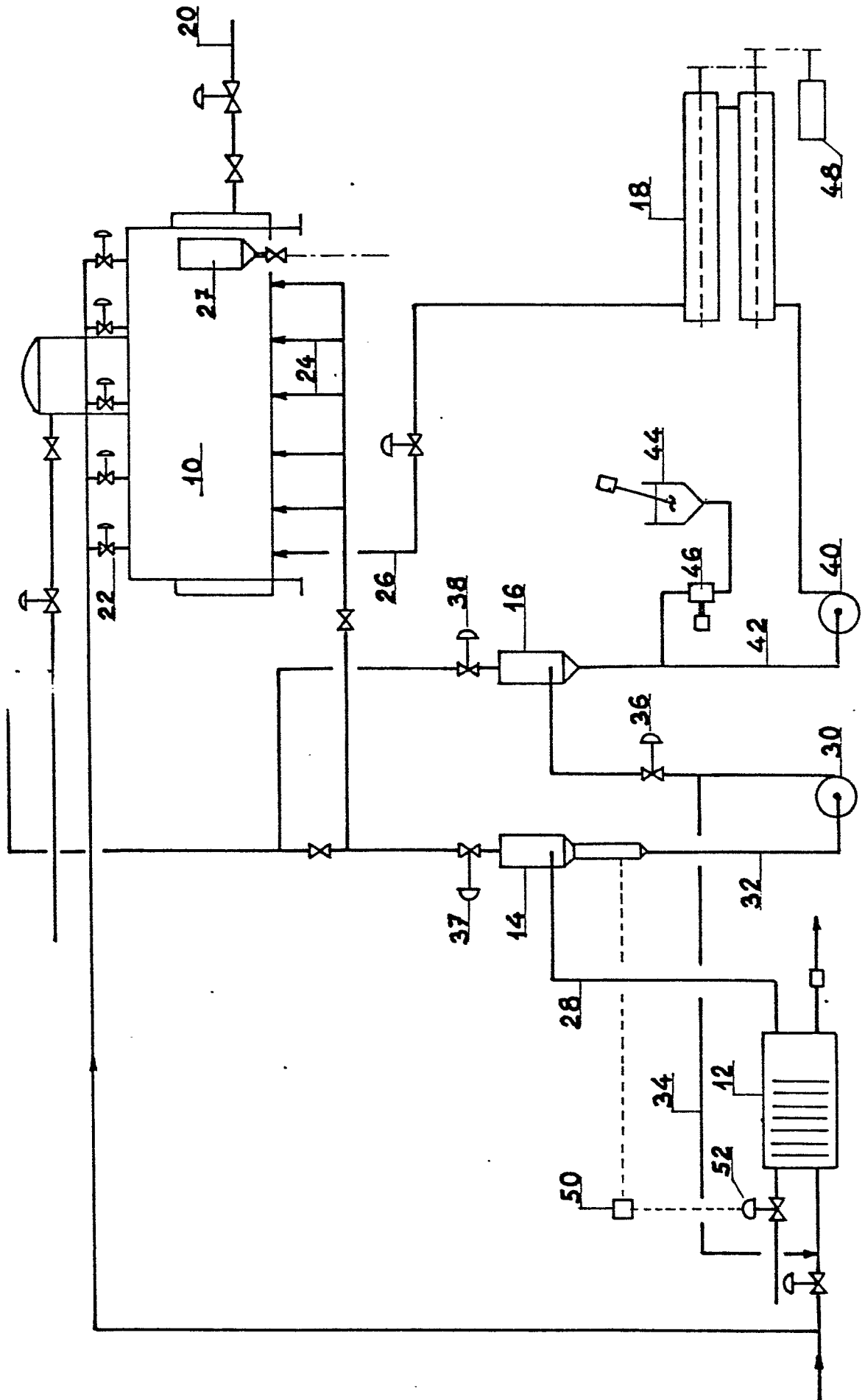
25

14. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que ladite capacité (18) comporte une double enveloppe et des moyens sont prévus pour faire circuler un fluide caloporteur dans cette double enveloppe.

30

15. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite capacité (18) est munie de plusieurs entrées de jus sursaturé réparties sur toute sa longueur ou sur une partie de celle-ci.

35





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
A	FR-A-1 393 719 (AMERICAN SUGAR) * Résumé; figure 4; page 3, colonne de gauche, alinéa 3 - colonne de droite, avant-dernier alinéa *	1,2,4, 8,10- 13	C 13 F 1/02
A	GB-A-1 163 694 (AMERICAN SUGAR) * Revendications 1-5; figures 1,2; page 3, ligne 63 - page 4, ligne 6 *	1,2,4, 8,10- 13	
A	US-A-3 356 532 (A.R. GRANDADAM) * Revendications 1-10; figures 2,3 *	1,2,4, 8,10- 13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			C 13 F
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-09-1984	Examineur VAN MOER A.M.J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	