

Description

La présente invention concerne la production de cristaux de sucre à partir de sirops suivant un procédé en plusieurs étapes ou jets, chaque jet comportant une phase de cristallisation par évaporation sous vide avec apport de chaleur, une phase de cristallisation par refroidissement et une opération d'essorage permettant de séparer les cristaux de la liqueur mère, les égouts d'essorage alimentant le jet suivant.

La cristallisation par évaporation peut être effectuée dans un appareil à marche continue constitué par une cuve divisée en plusieurs compartiments munis de moyens de chauffage et traversés successivement par la masse-cuite constituée dans le premier compartiment par ajout de germes cristallins ou d'un magma d'ensemencement au sirop et nourrie dans les autres compartiments par des apports dosés de sirop. Les apports de calories et de sirop dans chaque compartiment sont réglés de façon à maintenir la liqueur-mère en état de sursaturation et permettre le grossissement progressif des cristaux de l'entrée à la sortie de l'appareil.

La première phase de la cristallisation peut également être effectuée en discontinue dans un appareil à cuire constitué d'une cuve verticale ou horizontale reliée à un circuit de vide et dans la partie inférieure de laquelle est disposé un faisceau de chauffage alimenté en vapeur. Le cycle de fonctionnement de cet appareil comprend les phases suivantes : après avoir réduit la pression dans la cuve on aspire une certaine quantité de sirop pour former un pied de cuite ; par chauffage à la vapeur on concentre le pied de cuite pour l'amener à un degré de concentration supérieur à la saturation ; on procède au grainage par introduction de germes ; on fait croître la dimension des grains en concentrant la masse par évaporation et en alimentant l'appareil en sirop pour procéder à la phase de serrage en continuant à évaporer ; quand la teneur en cristaux de la masse cuite est suffisante, on arrête le chauffage, on casse le vide et on vidange l'appareil.

La seconde phase de la cristallisation est généralement effectuée dans un malaxeur où la masse cuite est refroidie lentement pour que se poursuive le grossissement des cristaux, en mettant à profit la diminution de la solubilité du sucre avec la température. On utilise en particulier des malaxeurs sous vide ou des compartiments d'équipement sous vide dans lesquels le refroidissement est provoqué par évaporation par détente.

On a proposé d'effectuer la première phase de cristallisation en deux étapes, en utilisant dans chaque étape une partie seulement du sirop à traiter. On connaît, en particulier, un procédé suivant lequel la masse-cuite produite en discontinu dans la première étape est utilisée comme magma d'ensemencement dans la seconde étape qui est mise en oeuvre dans un appareil à marche continue.

Le but de la présente invention est d'améliorer le rendement énergétique des ateliers de cristallisation en diminuant de façon notable la consommation de vapeur.

Le procédé de production de cristaux de sucre à partir de sirop objet de l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte deux étapes de cristallisation par évaporation sous vide avec apport de chaleur, avec répartition du débit total de sirop à traiter entre les deux étapes, en ce que la masse-cuite produite dans la première étape est refroidie puis utilisée comme pied-de-cuite ou magma d'ensemencement dans la seconde étape, et en ce que la vapeur produite dans la première étape est utilisée dans la seconde pour fournir les calories nécessaires à l'évaporation.

Le procédé de l'invention permet de diminuer de moitié la consommation de vapeur. Bien que l'invention puisse être appliquée à tous les jets, il est particulièrement intéressant de l'appliquer au premier jet et plus généralement au jet qui représente la plus grosse consommation thermique de l'atelier de cristallisation.

Les deux étapes de cristallisation par évaporation avec apport de chaleur peuvent être effectuées dans des appareils à marche continue. Dans ce cas le premier compartiment de l'appareil où la première étape est effectuée, est alimenté, en tête, par un magma d'ensemencement produit de façon classique dans un appareil à cuire discontinu ou par empâtage d'un sucre provenant d'un autre jet ou par tout autre procédé de cristallisation, par exemple par grainage par refroidissement ; les autres compartiments sont alimentés par du sirop (liqueur standard). Dans cette première étape, les températures de la vapeur et de la masse-cuite produites seront, égales ou légèrement supérieures aux valeurs classiques (par exemple 96°C et 83°C au lieu de 96°C et 78°C).

La masse-cuite produite dans la première étape peut être refroidie par auto-évaporation dans un malaxeur sous vide où le grossissement des cristaux se poursuit ; la masse-cuite sera avantageusement diluée avec du sirop introduit à l'entrée ou en un point quelconque du malaxeur. Après avoir été refroidie, la masse-cuite alimente le premier compartiment de l'appareil de cristallisation par évaporation où la seconde étape est mise en oeuvre ; les autres compartiments sont alimentés par du sirop. Le faisceau de chauffage de ce second appareil est alimenté par la vapeur produite dans le premier appareil. Dans ce second appareil, les températures de la vapeur et de la masse-cuite produites sont nettement inférieures aux valeurs classiques (par exemple 50 °C et 57°C).

Le refroidissement de la masse-cuite produite dans la première étape pourra aussi être effectuée dans un malaxeur classique de sucrerie à échange direct ou indirect. Eventuellement le refroidissement pourra être réalisé par auto-évaporation dans le ou les premiers compartiments de l'appareil de cristallisation où la seconde étape est mise en oeuvre.

L'une des étapes de cristallisation par évaporation avec apport de chaleur ou les deux peuvent être effectuées

dans des appareils à cuire à marche discontinue. Dans ce cas un ou plusieurs malaxeurs tampons devront être prévus.

Le débit de sirop utilisé à chaque étape peut varier de 40% à 60% du débit total de sirop à traiter.

Eventuellement, la vapeur produite au cours de la première étape peut être légèrement recomprimée avant d'être utilisée dans la seconde étape.

L'invention a également pour objet une installation pour la production de cristaux de sucre comportant, reliés en série, un premier appareil de cristallisation par évaporation sous vide constitué par une cuve fermée munie d'un faisceau de chauffage, un malaxeur muni de moyens de refroidissement et un second appareil de cristallisation sous vide muni d'un faisceau de chauffage relié à la calandre du premier appareil. Les premier et second appareils de cristallisation peuvent être des appareils à marche continue ou discontinue. Le malaxeur peut être un appareil classique muni d'éléments d'échange thermique refroidis, par exemple, par circulation d'eau, ou d'un dispositif de refroidissement par soufflage d'air ou un appareil sous vide dans lequel le refroidissement est provoqué par auto-évaporation. Ces appareils sont munis de moyens de régulation de pression qui permettent de maintenir dans le second appareil de cristallisation une pression nettement inférieure (vide supérieur) à celle régnant dans le premier appareil et, éventuellement, une pression intermédiaire dans le malaxeur.

La description qui suit se réfère aux dessins l'accompagnant qui montrent, à titre d'exemple non-limitatif, deux formes de réalisation de l'invention et sur lesquels :

La figure 1 est le schéma d'un atelier de cristallisation du sucre conforme à l'invention dans lequel les appareils de cristallisation par évaporation avec apport de chaleur sont des appareils à marche continue ; et

La figure 2 est le schéma d'un atelier de cristallisation du sucre conforme à l'invention dans lequel les appareils de cristallisation par évaporation avec apport de chaleur sont des appareils à marche discontinue.

L'atelier dont le schéma est représenté sur la figure 1 comporte essentiellement deux appareils de cristallisation par évaporation à marche continue 10 et 14 et un appareil de cristallisation par refroidissement 12.

L'appareil 10 est constitué par une cuve horizontale divisée en plusieurs compartiments par des cloisons verticales dont la hauteur est inférieure à celle de la cuve, de telle sorte que les différents compartiments communiquent entre eux par la partie supérieure de la cuve qui est reliée à un collecteur de vapeur. Les compartiments communiquent aussi entre eux par des ouvertures percées dans les cloisons et permettant la circulation de la masse-cuite d'une extrémité à l'autre de la cuve. Un faisceau d'éléments chauffants, tels que des tubes parcourus par de la vapeur 18 prélevée, par exemple, sur l'un des effets de l'atelier d'évaporation, est placé dans la partie inférieure de la cuve, sur toute sa longueur, pour apporter des calories à la masse cuite contenue dans les compartiments. Le premier compartiment reçoit un magma d'ensemencement 16 contenant des germes de cristallisation et produit soit dans un appareil à cuire discontinu, soit par empâtage d'un sucre provenant d'un autre jet, soit par tout autre procédé de cristallisation, par exemple par grainage par refroidissement. Tous les compartiments reçoivent des débits dosés de sirop 20 (liqueur standard). La masse-cuite produite est extraite du dernier compartiment au moyen d'une pompe volumétrique 22 ; un régulateur 24 commande la pompe pour maintenir le niveau de la masse-cuite dans le dernier compartiment à une valeur de consigne.

L'appareil 14 est conçu comme l'appareil 10.

L'appareil de cristallisation par refroidissement 12 est constitué par une cuve verticale équipée d'un agitateur et reliée à une source de vide (condenseur) qui permet de maintenir dans la calandre de l'appareil 12 une pression nettement inférieure (vide supérieur) à celle qui règne dans la calandre de l'appareil 10 ; cette pression est réglée par un régulateur 26. La masse-cuite extraite de l'appareil 10 par la pompe 22 est introduite dans l'appareil 12 ; elle est légèrement diluée à l'entrée de l'appareil 12 au moyen de sirop 28. En pénétrant dans l'appareil 12, la masse-cuite est soumise à une détente et un certain volume d'eau est évaporé ce qui provoque le refroidissement de la masse-cuite et, par conséquent, une augmentation de la sursaturation et un grossissement des cristaux par cristallisation d'une partie du sucre dissout. La masse-cuite est soutirée en continu de l'appareil 12 par une pompe 30 et introduite dans le premier compartiment de l'appareil 14 où elle sert de magma d'ensemencement ; un régulateur 32 commandant la pompe 30 maintient le niveau de masse-cuite sensiblement constant dans l'appareil 12.

Le faisceau de chauffage de l'appareil 14 est chauffé par de la vapeur produite dans l'appareil 10 ; une vanne de régulation 34 permet éventuellement de purger une partie de la vapeur produite par l'appareil 10 pour régulariser la pression et le débit à l'entrée du faisceau de l'appareil 14. La pression dans la calandre de l'appareil 14 est maintenue à une valeur de consigne inférieure à celle de l'appareil 12 au moyen d'un régulateur 36. Les différents compartiments de l'appareil 14 reçoivent des débits dosés de sirop 38. La masse-cuite produite est extraite du dernier compartiment par une pompe 40 et dirigée vers l'essorage ; un régulateur 42 commande la pompe 40 pour maintenir le niveau de la masse-cuite dans le dernier compartiment à une valeur de consigne. Par une répartition convenable du sirop entre les appareils 10 et 14, on fait en sorte que le débit de la vapeur produite par l'appareil 10 soit équivalent ou légèrement supérieur au débit nécessaire pour alimenter le faisceau de l'appareil 14.

On pourra, par exemple, adopter les valeurs suivantes pour les débits, pressions et températures de la vapeur

dans les appareils 10 et 14.

	Débit	Pression	Température
Vapeur faisceau appareil 10	6,73 t/h	0,850 bar abs.	95,1°C
Vapeur produite appareil 10	6,42 t/h	0,350 bar abs.	72,7°C
Vapeur faisceau appareil 14	6,42 t/h	0,335 bar abs.	71,6°C
Vapeur produite appareil 14	8,83 t/h	0,100 bar abs.	45,8°C

A titre de comparaison, dans un appareil de cristallisation par évaporation à marche continue classique ayant la même production et les mêmes performances, la consommation de vapeur de chauffage est de 17,12 t/h sous une pression de 0,887 bar abs. et à une température de 94,3°C.

On voit que, grâce à l'invention, la consommation de vapeur est réduite de plus de 50 % (6,73 t/h au lieu de 17,12 t/h).

Les pressions dans les appareils 10, 12 et 14 et, par conséquent, les températures des masse-cuites produites dans ces appareils sont choisies pour permettre l'utilisation de la vapeur produite dans l'appareil 10 pour alimenter le faisceau de chauffage de l'appareil 14, et pour éviter la formation de fines (cristaux de très petites dimensions) lorsque la masse cuite est soumise à une détente brusque, en passant d'un appareil au suivant.

Comme exemple, on peut donner les valeurs de 0,350, 0,220 et 0,100 bar abs. pour les pressions dans les appareils 10, 12 et 14, respectivement, et d'environ 83°C, 71°C et 53°C pour les températures des masse-cuites produites dans ces appareils.

D'une manière générale, la température de la masse-cuite produite dans l'appareil 10 sera inférieure ou au plus égale à 90°C et la pression dans la calandre de l'appareil 14 ne sera pas inférieure à 70mbar qui est, en pratique, la plus basse pression que l'on peut obtenir avec un condenseur.

Pour augmenter l'écart de température entre l'entrée et la sortie de l'appareil de cristallisation 12 sans produire des fines, on pourra utiliser un appareil permettant de réaliser une détente par paliers de la masse-cuite, par exemple un appareil comportant plusieurs compartiments dans lesquels règnent des pressions qui décroissent de l'entrée à la sortie. On pourra aussi utiliser, pour refroidir la masse-cuite produite dans l'appareil 10, un malaxeur de sucrerie classique muni d'éléments d'échange thermique refroidis par circulation d'eau et assurant un refroidissement progressif de la masse-cuite ou un malaxeur muni d'un dispositif de refroidissement par soufflage d'air.

En variante, si l'écart des pressions dans les appareils 10 et 14 n'est pas trop important, on pourra se dispenser de l'appareil 12 et effectuer le refroidissement de la masse-cuite par auto-évaporation dans le ou les premiers compartiments de l'appareil 14.

Dans l'installation de la figure 2, les deux étapes de cristallisation par évaporation sont effectuées dans des appareils à marche discontinue 110 et 114 (chaudières à cuire), et des malaxeurs tampons 111, 113 et 115 sont associés aux chaudières à cuire et à l'appareil de cristallisation par refroidissement 112.

Le malaxeur 113 sera, de préférence, placé au même niveau que la chaudière à cuire 114 de façon que la masse-cuite stockée dans le malaxeur puisse être aspirée dans la chaudière à cuire, lorsqu'on fait le vide dans cette dernière, pour constituer le pied de cuite.

Le faisceau de chauffage de la chaudière à cuire 114 est alimenté par la vapeur produite dans la chaudière à cuire 110, conformément à l'invention, les deux chaudières doivent être conduites en parallèle de façon que la production de vapeur de l'une coïncide bien avec les besoins en vapeur de l'autre.

Bien que dans le schéma de la figure 2 les appareils 110 et 114 soient uniques, en général, l'installation comportera autant d'appareils que nécessaire pour assurer l'alimentation de l'ensemble des appareils 114 pour l'ensemble des appareils 110.

En variante, la première étape de cristallisation par évaporation avec apport de chaleur pourra être effectuée dans un appareil à marche continue, comme dans l'installation de la figure 1, la seconde étape étant effectuée dans un appareil à marche discontinue. Dans ce cas, il sera intéressant d'avoir plusieurs appareils à marche discontinue dont le fonctionnement sera décalé dans le temps pour régulariser la consommation de vapeur. Inversement, la première étape de cristallisation par évaporation avec apport de chaleur pourra être effectuée en discontinu, la seconde étape étant effectuée en continu. Dans ce cas, il faudra prévoir plusieurs appareils à marche discontinue dont le fonctionnement sera décalé dans le temps pour permettre l'alimentation en vapeur continue et régulière de l'appareil à marche continue.

La vapeur produite dans l'appareil 10 ou 110 pourrait être légèrement recomprimée, par exemple au moyen d'une machine centrifuge, avant d'être utilisée pour chauffer l'appareil 14 ou 114, respectivement.

Il est bien entendu que toutes les modifications qui peuvent être apportées aux formes de réalisation décrites par l'emploi de moyens techniques équivalents entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

1. Procédé de production de cristaux de sucre à partir de sirop caractérisé en ce qu'il comporte deux étapes de cristallisation par évaporation sous vide avec apport de chaleur, avec répartition du débit de sirop à traiter entre les deux étapes, en ce que la masse-cuite produite dans la première étape est refroidie puis utilisée comme magma d'ensemencement ou pied-de-cuite dans la seconde étape, et en ce que la vapeur produite dans la première étape est utilisée comme caloporteur dans la seconde étape.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une étape au moins est effectuée en continu.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une étape au moins est effectuée en discontinu.
4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le refroidissement de la masse-cuite, après la première étape, est effectué par auto-refroidissement dans un appareil sous vide.
5. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le refroidissement de la masse-cuite, après la première étape, est effectuée par échange thermique direct ou indirect avec un fluide réfrigérant.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'évaporation de l'eau est effectuée sous des pressions nettement différentes dans la première étape et dans la seconde étape, la pression dans la seconde étape étant inférieure à la pression dans la première.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la quantité de vapeur produite dans la première étape est supérieure ou égale à la quantité de vapeur consommée dans la seconde étape.
8. Installation pour la production de cristaux de sucre caractérisée en ce qu'elle comporte, reliés en série, un premier appareil de cristallisation sous vide (10,110) constitué par une cuve fermée munie d'un faisceau de chauffage, un malaxeur (12,112) muni de moyens de refroidissement, et un second appareil de cristallisation par évaporation sous vide (14,114) muni d'un faisceau de chauffage apte à être alimenté en vapeur et relié à la calandre du premier appareil (10,110).
9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que lesdits appareils de cristallisation (10,14) sont des appareils à marche continue.
10. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que lesdits appareils de cristallisation (110,114) sont des appareils à marche discontinue.
11. Installation selon la revendication 8,9 ou 10, caractérisée en ce que ledit malaxeur (12,112) est relié à une source de vide permettant de refroidir par auto-évaporation la masse-cuite produite dans le premier appareil de cristallisation par évaporation (10,110).
12. Installation selon la revendication 8,9 ou 10, caractérisé en ce que ledit malaxeur est muni d'éléments d'échange thermique indirect refroidis par circulation d'un fluide réfrigérant.
13. Installation selon la revendication 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que ledit malaxeur est muni d'un dispositif de refroidissement par soufflage d'air.

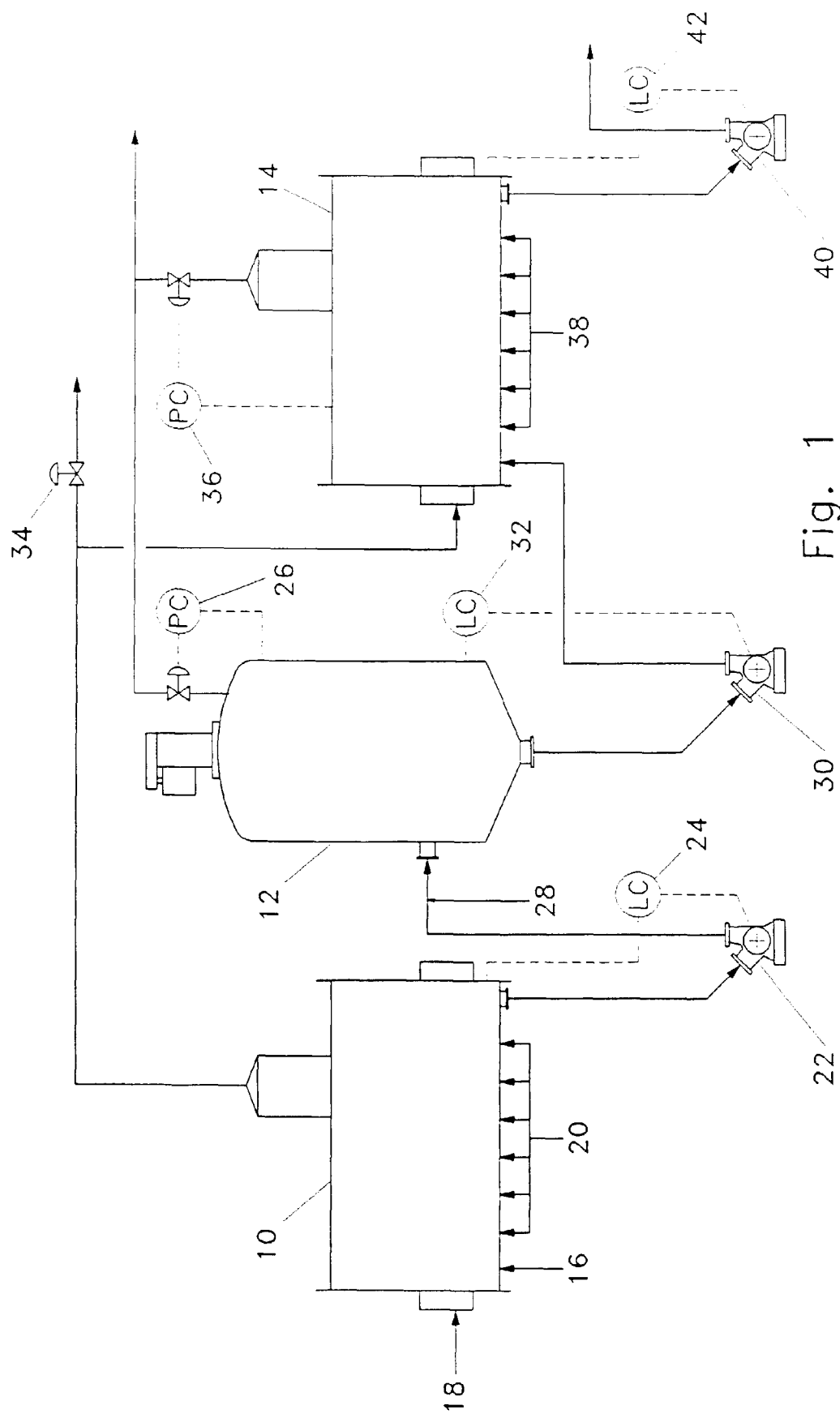


Fig. 1

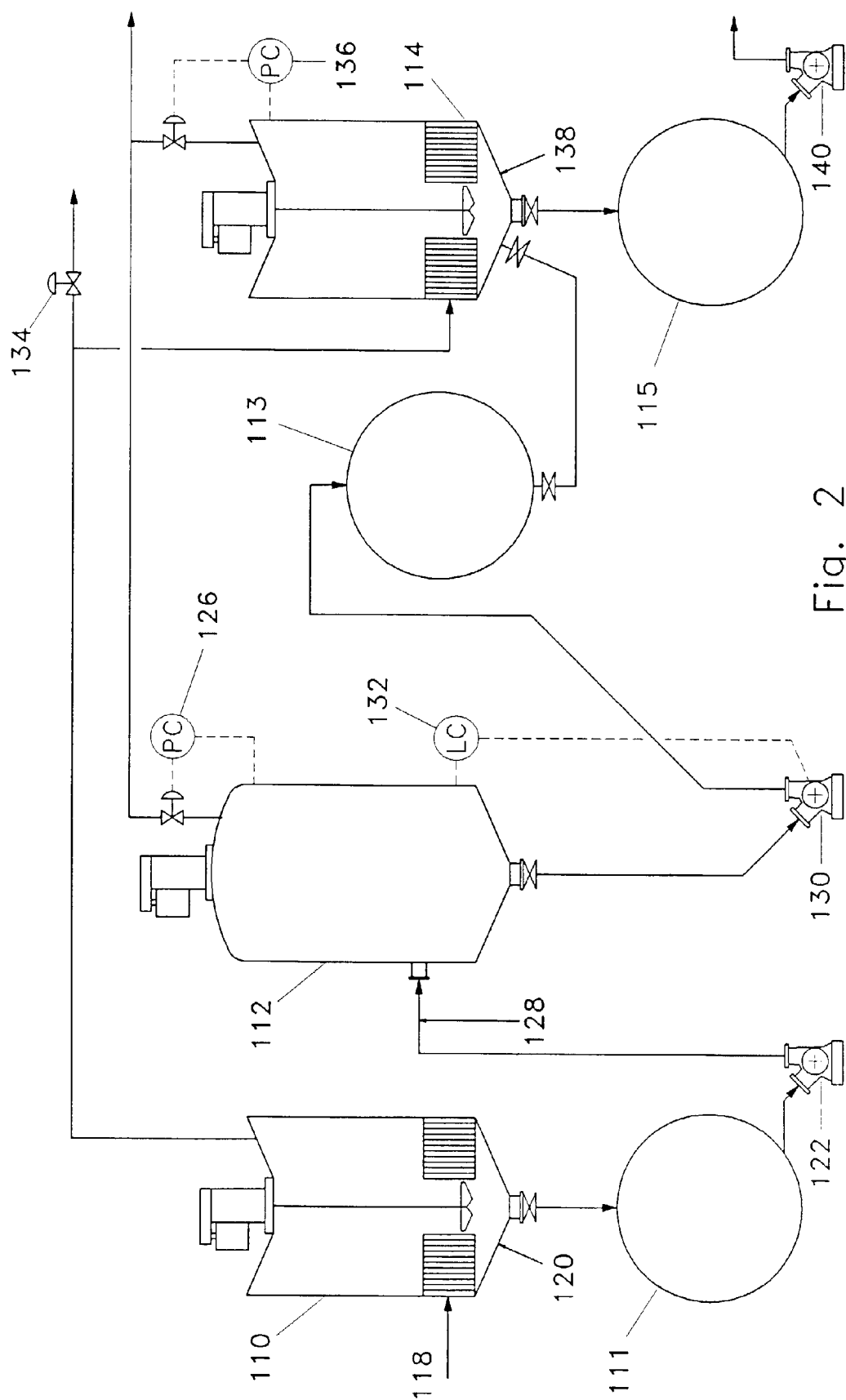


Fig. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 49 0033

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.6)
X	US 4 056 364 A (M.DMITROVSKY) * revendications * * colonne 2, ligne 31-65 *	1,8,9	C13F1/02
A	EP 0 453 375 A (FCB) * revendications; figures *	1-9, 11-13	
A	FR 2 562 909 A (SUCRERIE & DISTILLERIE DE SOUPPES OUVRE ET AL.) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			C13F C13G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 8 janvier 1998	Examineur Van Moer, A
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P01C02)