



(11) Numéro de publication : **0 655 507 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94402540.2**

(51) Int. Cl.⁶ : **C13D 1/00, C13F 1/02**

(22) Date de dépôt : **09.11.94**

(30) Priorité : **12.11.93 US 151383**

(43) Date de publication de la demande :
31.05.95 Bulletin 95/22

(84) Etats contractants désignés :
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Demandeur : **APPLEXION**
264, avenue de la Mauldre
F-78680 Epone (FR)

(72) Inventeur : **Kwok, Robert J.**
P.O. Box 266,
Puunene
Maui, Hawaii 96784 (US)
Inventeur : **Lancrenon, Xavier**
1342 W. Winona
Chicago, Illinois 60640 (US)
Inventeur : **Theoleyre, Marc-André**
14, rue Monte-Cristo
F-75020 Paris (FR)

(74) Mandataire : **Kedinger, Jean-Paul et al**
c/o Cabinet Malemont
42, avenue du Président Wilson
F-75116 Paris (FR)

(54) **Procédé de fabrication de sucre cristallisé, à partir de jus sucré aqueux tel qu'un jus de canne à sucre ou de betterave sucrière.**

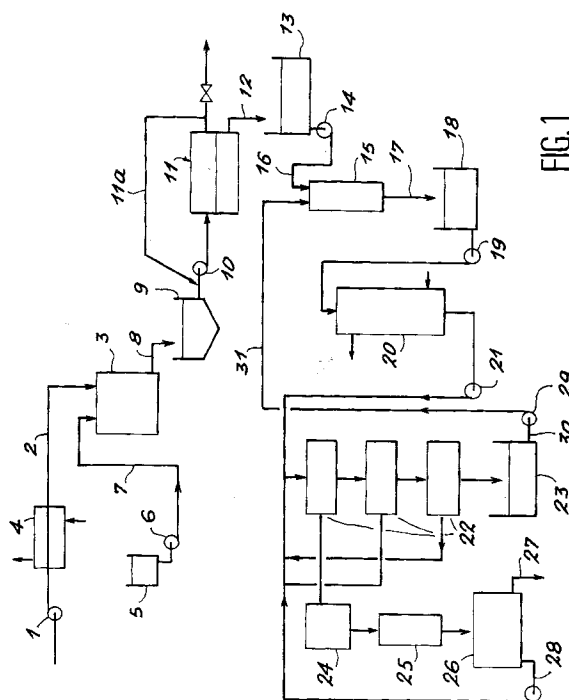
(57) La présente invention a pour objet un procédé de fabrication de sucre cristallisé à partir d'un jus sucré aqueux contenant des sucres et impuretés organiques et minérales dont des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} , tel qu'un jus de canne à sucre ou un jus de betterave sucrière, qui comprend les opérations :

(a) de concentration dudit jus sucré, pour obtenir un sirop, et

(b) de cristallisation dudit sirop, pour obtenir un sucre cristallisé et une mélasse, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une opération :

(c) de microfiltration tangentielle, d'ultrafiltration tangentielle ou de nanofiltration tangentielle, cette opération étant effectuée avant l'opération (a).

Elle a également pour objet un procédé de fabrication de sucre blanc cristallisé à partir d'un jus sucré du type jus de canne à sucre, comprenant le procédé susmentionné de fabrication de sucre cristallisé, complété par des opérations de refonte, de décoloration et de cristallisation.



La présente invention a pour objet un procédé de fabrication de sucre cristallisé, à partir d'un jus sucré aqueux contenant des sucres et des impuretés organiques et minérales dont des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} , tel qu'un jus de canne à sucre ou de betterave sucrière, qui comprend les opérations :

- (a) de concentration dudit jus sucré, pour obtenir un sirop, et
- (b) de cristallisation dudit sirop, pour obtenir un sucre cristallisé et une mélasse.

On connaît déjà des procédés du type susmentionné, pour la fabrication de sucre roux, notamment à partir de jus de canne à sucre. Ces procédés présentent un certain nombre d'inconvénients dont les plus importants sont les suivants :

- i) obtention d'un sucre roux présentant une coloration relativement élevée (de l'ordre de 800-4000 unités ICUMSA suivant les procédés de fabrication). De nombreuses études ont prouvé que la coloration des sucres cristallisés dépend en grande partie de la teneur en matières colloïdales présents dans les jus sucrés ; ces matières colloïdales seraient susceptibles de constituer des précurseurs de colorant au cours de l'opération (b) de cristallisation ;
- ii) entartrage des dispositifs de concentration et des appareils à cuite par les sels de Ca et/ou de Mg présents dans le jus sucré de départ, cet entartrage limitant le rendement énergétique de ces dispositifs et appareils ; de plus, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} produisent des troubles dans les sucres cristallisés ;
- iii) faible rendement d'extraction des sucres de la masse cuite (masse soumise à cristallisation) en raison de la présence au sein de cette masse cuite d'impuretés organiques telles que des matières colloïdales et impuretés minérales telles que des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} et d'autres non sucres, qui ralentissent la cristallisation, le rendement du premier jet de cristallisation ne dépassant pas généralement 40 à 56 %, ce qui oblige à recycler un volume élevé d'égout de cristallisation et accroît la consommation d'énergie.

On connaît également des procédés, du type susmentionné, pour la fabrication de sucre blanc cristallisé, notamment à partir de jus de betterave sucrière. Ces procédés, outre le fait qu'ils présentent les inconvénients ii) et iii) ci-dessus, nécessitent des opérations complexes d'épuration, à savoir des opérations de préchauffage (addition de chaux à raison de 2 à 3 g/l de jus sucré), de chaulage (addition de chaux à raison de 10 à 15 g/l de jus sucré), de carbonatation (injection de gaz carbonique jusqu'à un pH de l'ordre de 11), filtration, recarbonatation (injection de gaz carbonique jusqu'à un pH de l'ordre de 9) et filtration finale. Ces différentes opérations d'épuration nécessitent des investissements importants qui grèvent le prix de revient du sucre cristallisé.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients susmentionnés des procédés antérieurement connus et, pour ce faire, elle propose un procédé de fabrication de sucre cristallisé, tel que défini au premier paragraphe de cette description, qui se caractérise en ce qu'il comprend en outre une opération (c) de microfiltration tangentielle, d'ultrafiltration tangentielle ou de nanofiltration tangentielle, cette opération étant effectuée avant l'opération (a).

Grâce à la mise en oeuvre de cette opération (c), il est possible d'éliminer les matières colloïdales présentes dans le jus sucré clarifié et, dans la mesure où de telles matières sont des précurseurs de colorants se développant en cours de cristallisation, d'obtenir ainsi en fin de procédé un sucre cristallisé de plus faible coloration. Ceci est particulièrement vrai dans le cas où le jus sucré aqueux de départ est constitué par un jus du type jus de canne à sucre, puisque le procédé selon l'invention permet alors l'obtention d'un sucre roux d'une coloration inférieure à 400 unités ICUMSA, alors que les procédés conventionnels conduisent à l'obtention d'un sucre roux d'une coloration de 800 à 4000 unités ICUMSA.

En faisant appel aux techniques de microfiltration tangentielle, d'ultrafiltration tangentielle ou de nanofiltration tangentielle, il est possible de réduire de manière substantielle la turbidité du jus clarifié. On rappellera à toutes fins utiles que la quantité de colloïdes présents dans un liquide est estimée par sa turbidité (exprimée en NTU/Brix) qu'ils génèrent au sein dudit liquide. Ainsi, on indiquera, à titre d'exemple, que l'ultrafiltration tangentielle d'un jus sucré clarifié de canne permet de ramener la turbidité de ce jus d'environ 15 à 60 NTU/Brix à une valeur aussi faible que 0,1 à 0,2 NTU/Brix.

Par ailleurs, selon une autre caractéristique, le procédé selon l'invention peut en outre comprendre une opération (d) d'adoucissement, cette opération étant effectuée avant l'opération (a) et sur le jus sucré ayant subi l'opération (c) de microfiltration, d'ultrafiltration ou de nanofiltration tangentielle.

Grâce à l'élimination des matières colloïdales réalisée par l'opération de microfiltration, d'ultrafiltration ou de nanofiltration et à l'élimination des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} réalisée par l'opération d'adoucissement, non seulement on limite fortement l'entartrage des appareils d'évaporation et de cristallisation en augmentant ainsi leurs rendements énergétiques, mais encore les opérations de cristallisation s'en trouvent accélérées et les quantités de masse cuite recyclée diminuées (généralement d'environ 20 %) ce qui permet une économie d'énergie substantielle (jusqu'à environ 15 %) et un rendement accru d'extraction des sucres, le rendement du premier jet de cristallisation pouvant atteindre 65 %.

L'opération (d) d'adoucissement sera avantageusement réalisée par mise en contact du jus sucré ayant subi ladite opération (c) de microfiltration, d'ul-

trafiltration ou de nanofiltration tangentielle, avec une résine échangeuse de cations, et notamment une résine cationique forte de préférence sous la forme de Na^+ et/ou K^+ .

Selon une autre caractéristique encore de l'invention, l'opération (b) de cristallisation peut-être suivie d'une opération (e) de chromatographie de ladite mélasse pour obtenir un premier effluent liquide appauvri en sucres et un second effluent liquide enrichi en sucres ; une telle opération (e) s'intègre parfaitement dans le procédé selon l'invention puisque les opérations préalables de microfiltration, d'ultrafiltration ou de nanofiltration tangentielle (c) et d'adoucissement (d) permettent une élimination substantielle respectivement des matières colloïdales et des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} habituellement responsables de la diminution relativement rapide du pouvoir de séparation de la chromatographie.

Le procédé selon l'invention peut en outre comprendre une opération (f) de régénération de la résine échangeuse de cations mise en oeuvre dans l'opération (d), par mise en contact de cette résine avec la mélasse issue de l'opération (b) de cristallisation ou avec le premier effluent liquide appauvri en sucres issu de l'opération (e) de chromatographie. On notera que cette opération de régénération fait une utilisation astucieuse de l'un des effluents générés au cours du procédé, de sorte qu'il n'y a pas apport de réactif de régénération extérieur et, partant, économie par rapport aux systèmes de régénération antérieurement connus dans la technique.

On ajoutera enfin que l'opération (c) de micro-, ultra- ou nanofiltration tangentielle permet non seulement d'éliminer les matières colloïdales présentes dans le jus sucré de départ, mais également de clarifier ce jus, c'est-à-dire d'éliminer les matières en suspension. Toutefois, afin d'éviter un colmatage trop rapide de la membrane mise en oeuvre dans l'opération de filtration tangentielle, il est préférable de prévoir une opération préalable (g) de clarification du jus sucré aqueux de départ avant de le soumettre à l'opération (c), cette opération (g) comprenant de préférence une étape de floculation suivie d'une étape de décantation.

A l'examen de ce qui précède, il apparaît donc que la mise en oeuvre du procédé selon l'invention conduit à une amélioration sensible du bilan d'ensemble de la sucrerie avec, de plus dans le cas où le jus sucré de départ est du type jus sucré de canne, un gain en pureté du sucre roux obtenu qui passe de 98-99,4 % (procédé conventionnel) à 99,7 %. Cette amélioration est obtenue par la mise en oeuvre d'une opération de microfiltration, d'ultrafiltration ou de nanofiltration tangentielle et d'une opération d'adoucissement, techniques bien connues, simples, souples, de rendement élevé, rapides, bien maîtrisées et d'un faible coût d'exploitation. Par ailleurs, dans le cas où le jus sucré de départ est du type jus de betterave su-

crière, la mise en oeuvre de l'opération de microfiltration, d'ultrafiltration ou de nanofiltration tangentielle (c) éventuellement combinée à l'opération simple de clarification (g) permet avantageusement de supprimer les opérations complexes et onéreuses d'épuration susmentionnées.

La présente invention s'étend par ailleurs à un procédé de fabrication de sucre blanc cristallisé à partir d'un jus sucré aqueux du type jus de canne à sucre, contenant des sucres et des impuretés organiques et minérales dont des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} . Ce procédé se caractérise en ce qu'il comprend le procédé de fabrication de sucre cristallisé décrit ci-dessus qui conduit à l'obtention d'un sucre roux, suivi du raffinage de ce sucre roux, le raffinage comprenant les opérations :

(h) de refonde dudit sucre roux, pour obtenir un sucre de fonte,

(i) de décoloration du sucre de fonte, pour obtenir un sucre de fonte décoloré, et

(j) de cristallisation du sucre de fonte décoloré pour obtenir du sucre blanc cristallisé, ce dernier pouvant avoir une pureté aussi élevée que 99,9 % et une coloration aussi faible que 30 unités ICUMSA.

On notera que par rapport à la technique classique de raffinage du sucre roux, le raffinage mis en oeuvre dans le procédé selon l'invention de fabrication de sucre blanc cristallisé s'affranchit des opérations d'affinage, d'épuration (carbonatation ou phosphatation) et de filtration et cela, grâce au fait que la mise en oeuvre des opérations (a) à (d) et éventuellement (e) et (f) décrites ci-dessus permet l'obtention d'un sucre roux plus pur, moins coloré et ne contenant plus de matières colloïdales en comparaison avec celui obtenu par les techniques classiques. La suppression des opérations d'affinage, de carbonatation ou de phosphatation et de filtration est d'un intérêt tout à fait évident quand on connaît le caractère fastidieux et onéreux des opérations de cristallisation de l'égout d'affinage et des égouts de bas produits. L'avantage procuré par le procédé selon l'invention de fabrication de sucre blanc cristallisé est donc manifeste sur le plan économique.

D'autres aspects et avantages de la présente invention ressortiront de la description ci-après de deux exemples de mode de réalisation préféré, faite avec référence au dessin annexé dont les figures 1 et 2 sont des représentations schématiques d'installations pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Dans ces exemples, le jus sucré aqueux de départ à traiter est un jus obtenu par broyage de canne à sucre, ce jus contenant des sucres et des impuretés organiques et minérales dont des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} .

Description de la figure 1

De manière connue en soit, ce jus peut au préalable, bien que cela ne soit pas absolument indispensable, être soumis à une opération de clarification ayant pour but d'éliminer la majeure partie des matières solides en suspension. A cet effet, il est amené par la pompe de circulation 1 et le conduit 2 à la partie haute d'un réservoir de floculation 3, après avoir été réchauffé de préférence à 70-105° C, par exemple au moyen d'un échangeur de chaleur indirect 4. Dans ce réservoir 3, il est mélangé sous agitation vive avec un agent floculant stocké dans le réservoir 5 et amené depuis ce dernier à la partie haute du réservoir de floculation 3 par une pompe de circulation 6 et un conduit 7. Le réservoir 5 peut être muni de moyens de chauffage (non représentés) tels qu'une chemise interne dans laquelle circule un fluide chaud, par exemple de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau ; ces moyens de chauffage permettent de porter l'agent floculant à une température de l'ordre de 70 à 80° C. Cet agent peut notamment être constitué par une bouillie de chaux éteinte, par un agent tensio-actif cationique, en particulier un composé d'ammonium quaternaire d'acides gras de suif, comme le chlorure de dioctadécyldiméthylammonium, tel que le NORA-NIUM® M2SH commercialisé par la société française CECA, par des dérivés du chitosane poly-N-acétylglucosamine désacétylée issue de la chitine, telle que le PROFLOC® 340 de la société norvégienne PROTAN BIOPOLYMER, ou encore par un mélange de ceux-ci. La quantité d'agent floculant sera habituellement de 0,2 à 2 g/kg de matière sèche du jus à traiter. Le mélange de floculation est alors extrait par la base du réservoir 3 et amené par un conduit 8 dans un bac de décantation 9 à base sensiblement conique. Bien que cela ne soit pas représenté sur la figure 1, le fond du bac 9 peut être pourvu d'un conduit et d'une pompe d'extraction amenant le dépôt solide rassemblé dans la partie conique du bac 9 dans une unité de filtration (par exemple filtre rotatif), le filtrat étant ensuite ramené dans le bac 9. Après un temps de contact de l'ordre de 30 à 60 minutes entre le jus sucré et l'agent floculant, le liquide surnageant (jus clarifié ayant une turbidité de l'ordre de 15 à 60 NTU/Brix) dans le bac 9 est extrait de ce dernier par une pompe de circulation 10 refoulant dans une unité 11 de microfiltration tangentielle, d'ultrafiltration tangentielle ou de nanofiltration tangentielle. Si nécessaire, le surnageant ainsi soutiré du bac 9 peut être réchauffé afin que l'opération dans cette unité 11 ait lieu à une température de l'ordre de 70 à 99° C et de préférence de 95 à 99° C. La membrane utilisée dans l'unité 11 peut être du type organique ou du type minéral (par exemple en TiO_2 ou ZrO_2) et présenter un seuil de coupure correspondant à un poids moléculaire d'au moins 1 000, de bons résultats étant obtenus avec une membrane d'ultrafiltration ayant un seuil de

coupure correspondant à un poids moléculaire de 300 000, ainsi qu'avec une membrane de microfiltration ayant un diamètre de pore de 0,1 μm . Ainsi, utilisation peut être faite par exemple de la membrane KERA-SEP® disponible auprès de la société française TECH-SEP ou de la membrane FIMTEC® GR 90 PP de la société américaine DOW. La vitesse de circulation tangentielle du jus clarifié est adaptée à la géométrie du module de micro-, ultra ou nanofiltration mis en oeuvre et pourra être de l'ordre de 2 à 9 m/s, de préférence 6 m/s. Cette vitesse de circulation est réglée par la pompe 10, étant précisé qu'une partie du jus filtré est ramenée par une conduite de retour 11a à l'aspiration de ladite pompe 10.

Le perméat issu de l'unité 11, qui présente une turbidité de l'ordre de 0,1 à 0,2 NTU/Brix, est ensuite acheminé par un conduit 12 dans un réservoir de stockage 13 à partir duquel il est soutiré par une pompe 14 pour être amené en tête d'une colonne d'adoucissement 15 remplie d'une résine échangeuse de cations, notamment une résine cationique forte, sous la forme Na^+ et/ou K^+ , par exemple la résine C26® de Rohm et Haas. Cette colonne est pourvue, à sa partie haute, d'une amenée 16 de perméat reliée au refoulement de la pompe 14 et, à sa partie basse, d'un conduit 17 de sortie de perméat adouci (teneur en ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} de l'ordre de 150 à 700 ppm), les ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} présents dans le perméat amené en tête de la colonne (teneur en ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} de l'ordre de 7000 ppm) étant retenus par la résine au cours de la progression du perméat à travers la colonne en déplaçant les ions Na^+ et/ou K^+ de cette résine.

Le liquide adouci extrait par le conduit 17 parvient ensuite dans un réservoir 18 d'où il est soutiré par une pompe 19 pour être amené dans une unité de concentration 20 qui peut être par exemple un évaporateur tel qu'un évaporateur à flot tombant. Le sirop obtenu en sortie de cette unité 20 est ensuite amené par une pompe 21 dans une unité de cristallisation 22 où il subit plusieurs cristallisations successives (trois dans l'exemple illustré par la figure 1) pour livrer à chaque étage de cristallisation un sucre roux et une mélasse. On notera ici que le rendement d'extraction des sucres de la masse cuite est de l'ordre de 65 % au niveau du premier étage de cristallisation, que le degré de coloration du sucre roux obtenu à ce premier étage n'est pas supérieur à 300 unités ICUMSA et que ce même sucre a une pureté de 99,7 %.

Quant à la mélasse issue du dernier étage de cristallisation, elle est reçue dans un bac de stockage 23.

Par ailleurs, le sucre roux produit au premier étage de cristallisation est soumis à une opération de refonte dans le réservoir 24, c'est-à-dire à sa dissolution dans de l'eau chaude de préférence à 80° C. Le sirop résultant est ensuite amené dans une colonne de décoloration 25 garnie d'une matière adsorbante

telle que du noir animal, du charbon actif ou une résine de décoloration par exemple résine anionique forte sous forme de chlorure, telle que la résine IRA® 900 de Rohm et Haas). Dans cette colonne 25, la décoloration est de préférence réalisée à chaud, par exemple à 80° C. On notera que la décoloration du sirop peut en variante être réalisée par ultrafiltration ou nanofiltration tangentielle dudit sirop.

Le sirop ainsi décoloré est ensuite traité dans une unité de cristallisation 26 pour livrer du sucre blanc cristallisé en 27 et un égout de cristallisation en 28. Ce dernier est de préférence recyclé en le mélangeant au sirop issu de l'unité de concentration 20 ; il peut également être utilisé pour l'opération de refonte susmentionnée.

De plus, le sucre roux obtenu aux deuxième et troisième étages de cristallisation de l'unité de cristallisation 22 peut, si on le souhaite, être refondu puis ramené en tête de cette unité de cristallisation 22.

L'installation ainsi décrite peut être complétée par un circuit comprenant une pompe 29 dont l'aspiration communique par un conduit 30 avec la base du bac de stockage 23 et dont le refoulement communique par un conduit 31 avec la partie haute de la colonne d'adoucissement 15. Ce circuit sera mis en oeuvre lorsque l'on souhaitera régénérer la résine garnissant la colonne 15, la mélasse stockée dans le bac 23 servant de liquide de régénération en raison de sa teneur élevée en ions Na^+ et/ou K^+ et sa faible teneur en ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} . A cet effet, il suffira d'arrêter la pompe 14, mettre en marche la pompe 29 et dériver l'effluent s'échappant du conduit 17 vers un autre réservoir que le réservoir 18.

Description de la figure 2

L'installation représentée par la figure 2 est en tous points identiques à l'installation représentée par la figure 1, si ce n'est que le troisième étage de cristallisation de l'unité de cristallisation 22 a été remplacé par une colonne de chromatographie 32 fonctionnant à une température de l'ordre de 80° C, où est traitée la mélasse issue du deuxième étage de cristallisation de l'unité 22. Cette colonne est du type comprenant un support fixe constitué par une résine cationique forte, sous la forme Na^+ et/ou K^+ , par exemple la résine DOWEX® C356 de la société DOW ou la résine LES® 999301 de la société Rohm et Haas, le liquide d'élution étant de l'eau amenée en partie haute de la colonne par un conduit 33. Cette même colonne 32 est pourvue à sa partie basse d'un conduit 34 d'extraction d'un premier effluent liquide appauvri en sucres, enrichi en sels de Na et/ou K et élué en premier lieu et d'un conduit 35 d'extraction d'un second effluent liquide enrichi en sucres, appauvri en sels de Na et/ou K et élué en second lieu. Ledit premier effluent issu du conduit 34 est reçu dans un bac de stockage 36. En raison de sa forte teneur en

ions Na^+ et/ou K^+ , ledit premier effluent peut avantageusement être utilisé comme liquide de régénération de la colonne d'adoucissement 15 et ce, de la même manière que dans le cas de l'installation de la figure 1.

On ajoutera qu'en lieu et place du jus de canne à sucre traité dans les installations objet des figures 1 et 2, il est bien entendu possible d'utiliser un jus de nature différente. Il pourra s'agir en particulier d'un jus de betterave sucrière. Dans ce dernier cas toutefois, les opérations successives de refonte, de décoloration et de cristallisation deviennent inutiles, puisque le sucre produit au premier étage de cristallisation de l'unité de cristallisation 22 est un sucre blanc cristallisé ; de ce fait, toute la partie de l'installation où sont mises en oeuvre lesdites opérations successives de refonte (réservoir 24), de décoloration (colonne de décoloration 25) et de cristallisation (unité de cristallisation 26) peut donc être supprimée lorsque le jus sucré traité est un jus du type jus de betterave sucrière.

Revendications

1. Procédé de fabrication de sucre cristallisé à partir d'un jus sucré aqueux contenant des sucres et des impuretés organiques et minérales dont des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} , tel qu'un jus de canne à sucre ou de betterave sucrière, qui comprend les opérations :
 - (a) de concentration dudit jus sucré, pour obtenir un sirop, et
 - (b) de cristallisation dudit sirop, pour obtenir un sucre cristallisé et une mélasse, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une opération :
 - (c) de microfiltration tangentielle, d'ultrafiltration tangentielle ou de nanofiltration tangentielle, cette opération étant effectuée avant l'opération (a).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une opération :
 - (d) d'adoucissement, cette opération étant effectuée avant l'opération (a) et sur le jus sucré ayant subi l'opération de microfiltration, d'ultrafiltration ou de nanofiltration tangentielle.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'opération (d) d'adoucissement est réalisée par mise en contact du jus sucré ayant subi ladite opération (c) de microfiltration, d'ultrafiltration ou de nanofiltration tangentielle, avec une résine échangeuse de cations.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'opération (b) de cristallisa-

tion est suivie d'une opération (e) de chromatographie de ladite mélasse pour obtenir un premier effluent liquide appauvri en sucres et un second effluent liquide enrichi en sucres.

5

5. Procédé selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une opération (f) de régénération de la résine échangeuse de cations mise en oeuvre dans l'opération (d), par mise en contact de cette résine avec la mélasse issue de l'opération (b) de cristallisation ou avec le premier effluent liquide issu de l'opération (e) de chromatographie. 10
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une opération préalable (g) de clarification du jus sucré aqueux de départ pour obtenir un jus clarifié, l'opération (c) étant alors mise en oeuvre sur ce jus clarifié. 15 20
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'opération (g) de clarification comprend une étape de floculation suivie d'une étape de décantation. 25
8. Procédé de fabrication de sucre blanc cristallisé à partir d'un jus sucré aqueux du type jus de canne à sucre, contenant des sucres et des impuretés organiques et minérales dont des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} , caractérisé en ce qu'il comprend le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 qui conduit à l'obtention d'un sucre roux, suivi par les opérations : 30
 - (h) de refonte dudit sucre roux, pour obtenir un sucre de fonte, 35
 - (i) de décoloration du sucre de fonte, pour obtenir un sucre de fonte décoloré, et
 - (j) de cristallisation du sucre de fonte décoloré, pour obtenir du sucre blanc cristallisé. 40

45

50

55

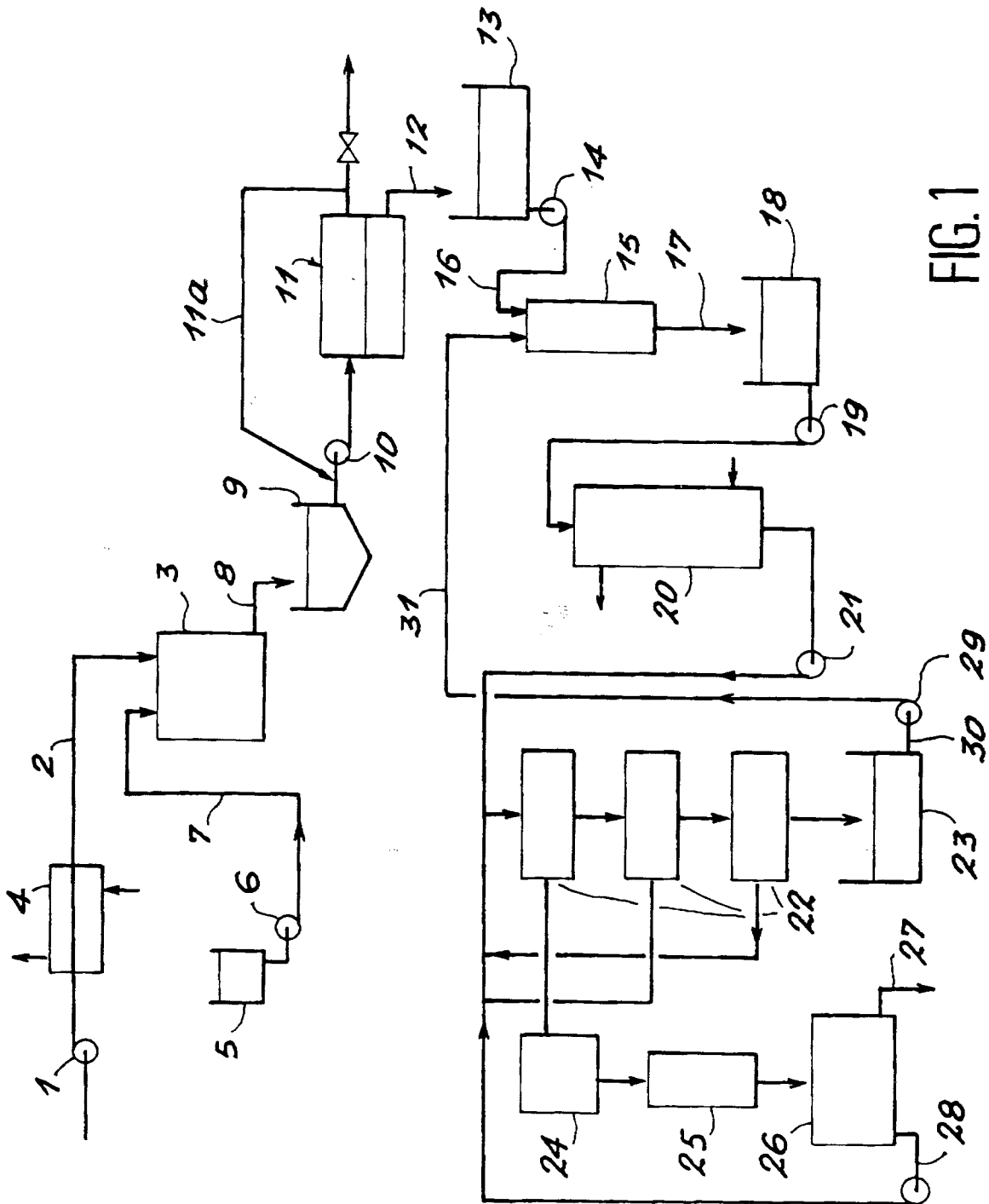


FIG. 1

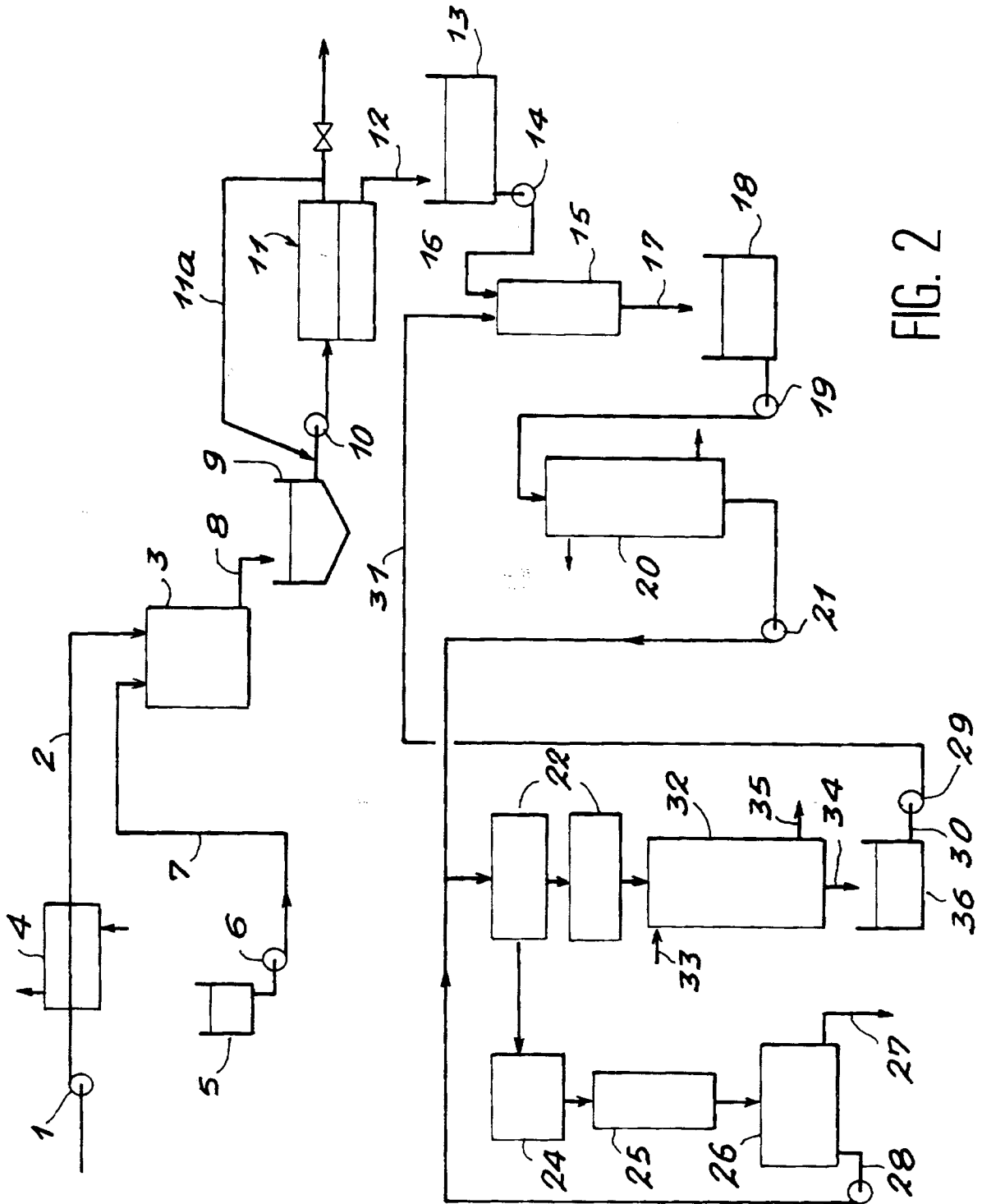


FIG. 2