

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2020/201411 A1

(43) Date de la publication internationale
08 octobre 2020 (08.10.2020)

(51) Classification internationale des brevets :
C13B 20/00 (2011.01) C13B 20/16 (2011.01)
C13B 20/14 (2011.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2020/059379

(22) Date de dépôt international :
02 avril 2020 (02.04.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1903702 05 avril 2019 (05.04.2019) FR

(71) Déposant : NOVASEP PROCESS [FR/FR] ; Site Eiffel -
boulevard de la Moselle, 54340 Pompey (FR).

(72) Inventeurs : BRICHANT, Damien ; 21 Domaine des
Grèves de Suscinio, 56370 Sarzeau (FR). CHARBON-
NEAU, Antoine ; 14 rue des Lyonnais, 75005 Paris (FR).

(74) Mandataire : BANDPAY & GREUTER ; 30 rue Notre
Dame des Victoires, 75002 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM),
européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,
FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title: SUGAR PROCESSING METHOD

(54) Titre : PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DE SUCRE

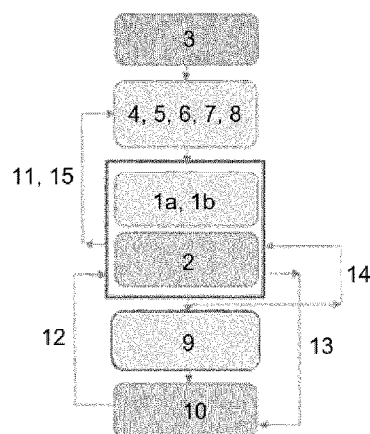


Figure 2

(57) Abstract: The invention relates to a sugar processing method comprising, in a series: a first frontal filtration of a sugar juice in order to obtain a first filtrate; a second frontal filtration of the first filtrate in order to obtain a second filtrate; and bringing the second filtrate into contact with a cation-exchange chromatography resin so as to load the resin with divalent cations and to collect a sweetened sugar juice, the resin being arranged in the form of a bed that has a height h between 0.75 and 3 metres. The invention also relates to a sugar processing device.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de traitement de sucre, comprenant successivement : une première filtration frontale d'un jus sucré pour obtenir un premier filtrat; une deuxième filtration frontale du premier filtrat pour obtenir un deuxième filtrat; et la mise en contact du deuxième filtrat avec une résine de chromatographie échangeuse de cations de sorte à charger la résine en cations divalents et à collecter un jus sucré adouci, la résine étant disposée sous la forme d'un lit ayant une hauteur h comprise de 0,75 à 3 mètres. L'invention concerne également un dispositif de traitement de sucre.

5

Procédé de traitement de sucre**Domaine de l'invention**

10 La présente invention concerne un procédé de traitement de sucre comprenant une étape d'adoucissement d'un jus sucré sur une résine de chromatographie échangeuse d'ions. La présente invention concerne également un dispositif de traitement de sucre qui permet notamment l'adoucissement d'un jus sucré.

15

Arrière-plan technique

La production de sucre raffiné à partir de la canne à sucre comprend un certain nombre de traitements réalisés en sucrerie suivis par un certain nombre de traitements supplémentaires réalisés en raffinerie.

20

En sucrerie, les principales étapes sont l'extraction du sucre par broyage c'est-à-dire le pressage de la canne ou par diffusion pour obtenir un jus sucré brut, la clarification de ce jus par ajout de chaux afin de précipiter un certain nombre d'impuretés ainsi que par ajout de dioxyde de carbone (carbonatation) ou d'anhydride sulfureux (sulfitation) afin de précipiter la chaux en excès, la filtration ou décantation du jus traité, la concentration du jus restant et enfin la cristallisation et le turbinage du sucre, ce qui conduit à l'obtention de sucre roux d'une part et d'une mélasse d'autre part.

25

En raffinerie, les principales opérations auxquelles est soumis le sucre roux sont un affinage (lavage des cristaux par une solution aqueuse saturée de sucre puis turbinage) pour éliminer les impuretés situées à la surface des cristaux, une remise en solution du sucre résultant, une clarification, une décoloration et une cristallisation.

30

Cependant, l'excès de chaux précipitée, notamment sous la forme de carbonate de calcium (CaCO_3) ou de sulfate de calcium (CaSO_4), risque de provoquer des problèmes en s'accumulant et en se précipitant dans les équipements ainsi que dans les tuyaux au fil du temps. Plus précisément, des dépôts de minéraux peuvent être formés dans l'évaporateur utilisé pour la concentration du jus sucré, réduisant de plus en plus l'échange thermique et

35

menant ainsi à une diminution progressive de son efficacité. Ainsi, le maintien du même taux d'évaporation au cours du temps exige une augmentation de la consommation de vapeurs et/ou une augmentation de la surface de chauffage. De plus, après un certain niveau de diminution des performances, l'évaporateur doit être arrêté pour nettoyer les dépôts formés. Ce procédé de nettoyage, qui comprend une succession de nettoyages chimiques et mécaniques (opération manuelle), requiert l'ouverture systématique des appareils et est considéré comme dangereux, étant donné que les températures autour de l'évaporateur sont élevées, mais aussi que l'utilisation de produits chimiques concentrés est nécessaire. De plus, l'arrêt et le redémarrage d'un évaporateur requièrent des consommations additionnelles de liquide de refroidissement dans un cas et de vapeur dans l'autre, du fait de l'inertie de l'appareil.

Quelques solutions de nettoyage améliorées existent, cependant elles exigent un investissement important ainsi que des coûts d'opération élevés.

L'adoucissement du jus sucré est une méthode qui permet de diminuer la quantité des contre-ions cationiques provoquant des dépôts minéraux. La technique la plus courante pour adoucir le jus sucré repose sur l'utilisation d'une résine de chromatographie échangeuse de cations (avant l'étape d'évaporation), par exemple sous forme Na^+ ou K^+ de sorte à échanger les cations divalents (Ca^{2+} , Mg^{2+}) présents dans le jus sucré par des cations monovalents (Na^+ ou K^+) et éviter les problèmes mentionnés ci-dessus. Cette technique est souvent combinée avec une filtration sur membrane (filtration tangentielle) effectuée avant l'étape de chromatographie d'échange d'ions, afin d'éliminer des matières en suspension qui sont présentes dans le jus clarifié et qui peuvent, très rapidement, dégrader les performances et la capacité de l'installation utilisée pour la chromatographie d'échange d'ions.

Cependant, l'utilisation des membranes de filtration rend la mise en œuvre de cette technique très onéreuse.

L'article de V. Kochergin and J.F. Alvarez (*Ion-exchange softening of clarified juice-results of pilot trials*) dans "Agribusiness Intelligence Journal-Infoma" en 2017 décrit des essais effectués pour l'adoucissement de jus de canne à sucre, en mettant en œuvre une filtration sur un filtre à tamis, suivie par un échange de cations sur un lit de résine peu profond (*"shallow-bed resin"*).

Le document FR 2 838 751 décrit un procédé de fabrication de sucre raffiné à partir de jus sucré tel que du jus brut de canne à sucre ou de betterave à sucre, contenant des sucres et des impuretés, caractérisé en ce qu'il

comprend (entre autres) une filtration tangentielle du jus sucré pour obtenir un rétentat et un filtrat, et l'adoucissement du filtrat pour obtenir un filtrat adouci. La filtration tangentielle est de préférence une filtration sur membrane (ultrafiltration, nanofiltration, microfiltration) et l'adoucissement est mis en œuvre au moyen d'une résine échangeuse de cations.

Le document CN 103725802 décrit un procédé pour raffiner du sucre. Ce procédé comprend (parmi d'autres) une étape de prétraitement pouvant être une filtration sur filtre à tamis ou filtre à manche, une étape de microfiltration sur membrane, une étape d'échange d'anions pour la décoloration du jus et une étape d'échange de cations pour la désalinisation du jus.

Le document FR 2 732 358 décrit un procédé de traitement d'une solution sucrée issue de la betterave par résine échangeuse d'ions cationique pour adoucir la solution sucrée, suivi par la régénération de la résine cationique. Une filtration peut précéder l'étape d'échange d'ions.

Le document US 6,479,636 décrit une méthode d'extraction et de purification des protéines recombinantes de canne à sucre transgénique. Cette méthode comprend plusieurs étapes de filtration sur filtre à tamis et une étape d'échange d'ions sur une résine anionique.

Le document WO 2005/031006 décrit un procédé dans lequel le jus de canne à sucre brut est d'abord raffiné en plusieurs étapes, puis converti bioenzymatiquement en sirop inversé ou en solution concentrée de glucose-fructose raffinée. Les étapes de raffinage comprennent de préférence une première filtration (filtration de particules ou microfiltration) suivie d'une deuxième filtration (microfiltration ou ultrafiltration) puis au moins un passage à travers une colonne comprenant une résine échangeuse d'anions.

Le document CN 102659855 concerne un procédé de production de sucre comprenant (parmi autres) une étape de filtration sur filtre-pressé, une étape de prétraitement comprenant une filtration, une étape de filtration sur membrane, et une étape d'échange d'ions pour enlever la couleur des flavonoïdes.

Il existe donc un besoin de fournir un procédé amélioré de traitement de sucre, comprenant une étape d'adoucissement de jus sucré, permettant d'éviter les risques de dysfonctionnement des installations, les risques liés au nettoyage des installations, mais aussi de diminuer les coûts économiques et énergétiques liés aux différentes étapes du procédé.

Résumé de l'invention

L'invention concerne en premier lieu un procédé de traitement de sucre, comprenant successivement :

- une première filtration frontale d'un jus sucré pour obtenir un premier filtrat ;
- 5 – une deuxième filtration frontale du premier filtrat pour obtenir un deuxième filtrat ; et
- la mise en contact du deuxième filtrat avec une résine de chromatographie échangeuse de cations de sorte à charger la résine en cations divalents et à collecter un jus sucré adouci, la
10 résine étant disposée sous la forme d'un lit ayant une hauteur h de 0,75 à 3 mètres.

Selon certains modes de réalisation, les cations divalents comprennent, et de préférence consistent essentiellement en des cations Ca^{2+} et/ou des cations Mg^{2+} .

- 15 Selon certains modes de réalisation, le jus sucré a une concentration en particules solides de 20 à 500 mg/kg, et/ou une concentration en ions de magnésium de 100 à 500 mg/L, et/ou une concentration en ions de calcium de 100 à 600 mg/L.

- 20 Selon certains modes de réalisation, le jus sucré a une teneur en sucres de 10 à 20 degrés Brix, et/ou une turbidité de 100 à 500 NTU.

Selon certains modes de réalisation, le jus sucré adouci collecté après l'étape de mise en contact du deuxième filtrat avec la résine a un volume de 15 à 80 BV.

- 25 Selon certains modes de réalisation, la première filtration permet une rétention de 10 à 60% en masse de particules solides par rapport à la quantité de particules solides présents dans le jus sucré, et/ou la première filtration et la deuxième filtration permettent une rétention de 30 à 70% en masse de particules solides par rapport à la quantité de particules solides présents dans le jus sucré, et/ou la première filtration, la deuxième filtration et la mise en
30 contact du deuxième filtrat avec la résine permettent une rétention de 50 à 90% en masse de particules solides par rapport à la quantité de particules solides présents dans le jus sucré.

Selon certains modes de réalisation, le procédé est un procédé discontinu ou un procédé continu.

- 35 Selon certains modes de réalisation, le procédé comprend des étapes de régénération de la résine chargée en cations divalents, ces étapes comprenant :

- la mise en contact de la résine chargée avec une solution de régénération ;
- la collecte d'un effluent de régénération.

Selon certains modes de réalisation, la solution de régénération est issue des mélasses formées lors d'une étape de cristallisation de sucre, ou la solution de régénération est issue en tout ou partie du jus sucré adouci, additionné ou non d'hydroxyde de sodium ou d'hydroxyde de potassium, ou la solution de régénération est une solution de saumure de régénération comprenant un sel de chlorure, ou potassium ou sodium, ou la solution de régénération est issue d'une vinasse de distillation des mélasses ; ou la solution de régénération est issue d'un raffinat issu d'un traitement par chromatographie des mélasses.

Selon certains modes de réalisation, la mise en contact de la résine chargée avec une solution de régénération comprend l'utilisation de solutions de régénération différentes en alternance entre deux cycles de production.

Selon certains modes de réalisation, l'effluent de régénération est utilisé pour effectuer une étape de clarification du jus sucré, en particulier une étape de chaulage, l'étape de clarification étant effectuée avant la première filtration ; ou l'effluent de régénération est utilisé pour effectuer une ou plusieurs étapes de cristallisation, le(s) étape(s) de cristallisation étant effectuée(s) après la mise en contact du deuxième filtrat avec la résine.

Selon certains modes de réalisation, le procédé comprend également une étape de lavage de la résine chargée en cations divalents, ou de la résine régénérée, avec une solution de lavage, la solution de lavage ayant une direction dans le lit de résine inverse à une direction du deuxième filtrat dans le lit de résine lors de l'étape de la mise en contact du deuxième filtrat avec la résine.

Selon certains modes de réalisation, la solution de lavage est issue du jus sucré adouci ou du jus sucré, ou la solution de lavage est de l'eau.

Selon certains modes de réalisation, à la fin de l'étape de lavage un effluent de lavage est collecté, l'effluent de lavage étant renvoyé vers une étape de clarification du jus sucré, l'étape de clarification étant effectuée avant la première filtration.

Selon certains modes de réalisation, l'étape de mise en contact du deuxième filtrat avec la résine est effectuée à une température égale ou supérieure à 75°C.

L'invention concerne également un dispositif de traitement de sucre, comprenant :

- une ligne d'amenée d'un jus sucré ;
- une première unité de filtration frontale alimentée par la ligne d'amenée de jus sucré ;
- une ligne de collecte de premier filtrat en sortie de la première
5 unité de filtration frontale ;
- une deuxième unité de filtration frontale alimentée par la ligne de collecte de premier filtrat ;
- une ligne de collecte de deuxième filtrat en sortie de la deuxième
10 unité de filtration frontale ;
- une unité de chromatographie d'échange d'ions comprenant une résine cationique alimentée par la ligne de collecte de deuxième filtrat, la résine ayant la forme d'un lit ayant une hauteur h comprise de 0,75 à 3 mètres ; et
- une ligne de collecte de jus sucré adouci en sortie de l'unité de
15 chromatographie d'échange d'ions.

Selon certains modes de réalisation, la première unité de filtration comprend un ou plusieurs filtres à tamis, chaque filtre ayant des pores ayant un diamètre de 50 à 200 μm , et de préférence de 80 à 120 μm .

20 Selon certains modes de réalisation, la première unité de filtration comprend une unité de nettoyage pour au moins l'un des filtres à tamis.

Selon certains modes de réalisation, la deuxième unité de filtration comprend au moins un panier filtrant ayant des pores ayant un diamètre de 20 à 100 μm , et de préférence de 40 à 60 μm .

25 Selon certains modes de réalisation, l'unité de chromatographie d'échange d'ions comprend au moins une colonne, de préférence au moins 5 colonnes, de préférence encore au moins 10 colonnes, et encore de préférence au moins 15 colonnes.

Selon certains modes de réalisation, le lit de résine a un diamètre de 0,25 à 6 m, et de préférence de 0,25 à 5 m.

30 La présente invention permet de répondre au besoin exprimé ci-dessus. Elle fournit plus particulièrement un procédé amélioré de traitement de sucre, comprenant une étape d'adoucissement de jus sucré, permettant d'éviter les risques de dysfonctionnement des installations, les risques liés au nettoyage des installations, mais aussi de diminuer les coûts économiques et
35 énergétiques liés aux différentes étapes du procédé.

Cela est accompli grâce à un procédé de traitement de sucre comprenant les étapes successives d'une première filtration frontale, une deuxième filtration frontale et une étape de chromatographie d'échange ions

sur une résine cationique. Les deux étapes successives de filtration frontale permettent de protéger la résine de chromatographie échangeuse d'ions et l'unité de chromatographie d'échange d'ions des problèmes de dégradation de performance et de capacité, en séparant des particules solides qui se trouvent en suspension dans le jus sucré et qui risquent de s'accumuler dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions. Cela permet une efficacité améliorée de l'étape d'adoucissement sans endommager l'unité de chromatographie d'échange d'ions. Les deux étapes de filtration permettent donc de lisser les variations des particules solides présents dans le produit et limiter le nombre de particules solides fibreuses accumulées dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions. Ainsi, avantageusement, à la fin de la deuxième filtration, de 30 à 70% en masse de particules présentes dans le jus sucré sont retenues par les filtres, et à la fin de l'étape de chromatographie d'échange d'ions, de 50 à 90% en masse de particules présentes dans le jus sucré sont retenues par les filtres et la résine. Ainsi, ce procédé permet non seulement de protéger la résine de chromatographie échangeuse d'ions et l'unité de chromatographie d'échange d'ions mais aussi d'éviter les dépôts formés dans les installations, notamment dans l'évaporateur lors de la concentration du jus, et de limiter tous les inconvénients liés au nettoyage et à l'arrêt récurrent de ces installations.

De plus, la première filtration frontale et la deuxième filtration frontale sont effectuées, de préférence, dans des unités de filtration dépourvues de membranes de type céramiques ou autre minéral (inox par exemple), ce qui permet de diminuer le coût de ces étapes du procédé.

Avantageusement et de manière surprenante, la combinaison d'une filtration frontale avec une ouverture de pores (taille de pores) spécifique permet de conserver une bonne hauteur de lit de résine. En effet, de manière habituelle, la présence de particules solides fibreuses dans le jus sucré à purifier conduit souvent, dû au risque lié au bouchage de la colonne, à une nécessité de diminuer la hauteur de lit de résine et ainsi de répartir le lit de la résine sur plusieurs colonnes. Au contraire, la présente invention permet, malgré une ouverture de pore de taille micrométrique, de maintenir une bonne hauteur de lit de résine sans devoir répartir la résine sur d'autres colonnes de faible hauteur de lit.

Avantageusement encore, le lavage de la résine chargée en cations divalents (Ca^{2+} et Mg^{2+}) avec une solution de lavage, la solution de lavage ayant une direction dans le lit de résine inverse à la direction du deuxième filtrat dans le lit de résine (lors de la production du jus sucré adouci), ce lavage est également appelé rétro-lavage, permet d'évacuer les particules solides

retenues dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions. Plus précisément, ces particules retenues s'accumulent préférentiellement à proximité de l'entrée (par exemple vers le haut) de l'unité de chromatographie d'échange d'ions. Lors de l'étape de lavage, et grâce à la direction de la solution de lavage (par exemple du bas vers le haut de l'unité) et au débit de la solution de lavage, une expansion du lit de résine dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions peut être obtenue. Les particules solides présentes dans l'unité ont généralement une densité inférieure à la densité de la résine, et elles peuvent être évacuées de l'unité sans provoquer la sortie des particules de résine. Ainsi, la résine désormais essentiellement dépourvue de particules solides peut être régénérée et réutilisée.

Brève description des figures

La **figure 1** représente de façon schématique une grille de maillage comprenant une première série de fils (A), une deuxième série de fils (B), et une troisième série de fils (C).

La **figure 2** représente de façon schématique les différentes étapes du procédé selon l'invention, dans certains modes de réalisation.

Description détaillée

L'invention est maintenant décrite plus en détail et de façon non limitative dans la description qui suit.

L'invention concerne un dispositif ainsi qu'un procédé pour le traitement de sucre, qui permet d'éliminer des particules solides se trouvant en suspension dans un jus sucré ainsi que des cations divalents tel que les ions de calcium Ca^{2+} et/ou les ions de magnésium Mg^{2+} présents dans le jus sucré. Plus particulièrement, ce procédé vise à purifier et notamment à adoucir un jus sucré.

Jus sucré

Par « *jus sucré* », on entend un flux liquide contenant des sucres et des impuretés, notamment des particules solides en suspension et des cations Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} . De préférence, les particules solides en suspension comprennent de la bagasse et des fines fractions de bagasse appelées « *bagacillos* ». Par « *bagasse* », on entend des particules solides fibreuses en suspension provenant de l'extraction du jus sucré et par « *bagacillos* », on entend des particules fines solides et fibreuses en suspension provenant de l'extraction du jus sucré.

Le jus sucré est avantageusement issu de canne à sucre. Il peut avoir subi une ou plusieurs étapes de prétraitement appelé clarification, telles que des étapes de centrifugation, filtration, carbonatation, floculation, décantation, sulfitation et/ou chaulage.

5 Par « *adoucissement* », on entend la diminution de la dureté du jus sucré due à la présence des ions divalents, notamment Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} . Ainsi, lors de l'adoucissement de jus sucré, des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} sont éliminés et remplacés par des cations monovalents tels que les ions de sodium (Na^+) ou de potassium (K^+).

10 Les ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} peuvent être présents naturellement dans le jus sucré et/ou provenir d'une ou de plusieurs étapes de prétraitement telles que mentionnées ci-dessus.

Avantageusement, le jus sucré auquel est appliqué le procédé de l'invention comprend des ions Ca^{2+} à une concentration de 100 à 800 mg/L, et de préférence de 100 à 600 mg/L. Par exemple, cette concentration en ions Ca^{2+} peut être de 100 à 150 mg/L ; ou de 150 à 200 mg/L ; ou de 200 à 250 mg/L ; ou de 250 à 300 mg/L ; ou de 300 à 350 mg/L ; ou de 350 à 400 mg/L ; ou de 400 à 450 mg/L ; ou de 450 à 500 mg/L ; ou de 500 à 550 mg/L ; ou de 550 à 600 mg/L ; ou de 600 à 650 mg/L ; ou de 650 à 700 mg/L ; ou de 700 à 750 mg/L ; ou de 750 à 800 mg/L. La concentration en ions Ca^{2+} peut être mesurée en utilisant la norme ICUMSA GS7-19.

Avantageusement, le jus sucré auquel est appliqué le procédé de l'invention comprend des ions Mg^{2+} à une concentration de 100 à 800 mg/L, et de préférence de 100 à 500 mg/L. Par exemple, cette concentration en ions Mg^{2+} peut être de 100 à 150 mg/L ; ou de 150 à 200 mg/L ; ou de 200 à 250 mg/L ; ou de 250 à 300 mg/L ; ou de 300 à 350 mg/L ; ou de 350 à 400 mg/L ; ou de 400 à 450 mg/L ; ou de 450 à 500 mg/L ; ou de 500 à 550 mg/L ; ou de 550 à 600 mg/L ; ou de 600 à 650 mg/L ; ou de 650 à 700 mg/L ; ou de 700 à 750 mg/L ; ou de 750 à 800 mg/L. La concentration en ions Mg^{2+} peut être mesurée en utilisant la norme ICUMSA GS7-19.

Selon certains modes de réalisation, le jus sucré comprend des cations divalents Ca^{2+} .

Selon d'autres modes de réalisation, le jus sucré comprend des cations divalents Mg^{2+} .

35 Alternativement et avantageusement, le jus sucré comprend des cations divalents Ca^{2+} et Mg^{2+} .

Avantageusement, le jus sucré auquel est appliqué le procédé de l'invention comprend des particules solides à une concentration de 10 à

800 mg/kg, et de préférence de 20 à 500 mg/kg. Par exemple, cette concentration en particules solides peut être de 10 à 50 mg/kg ; ou de 50 à 100 mg/kg ; ou de 100 à 150 mg/kg ; ou de 150 à 200 mg/kg ; ou de 200 à 250 mg/kg ; ou de 250 à 300 mg/kg ; ou de 300 à 350 mg/kg ; ou de 350 à 400 mg/kg ; ou de 400 à 450 mg/kg ; ou de 450 à 500 mg/kg ; ou de 500 à 550 mg/kg ; ou de 550 à 600 mg/kg ; ou de 600 à 650 mg/kg ; ou de 650 à 700 mg/kg ; ou de 700 à 750 mg/kg ; ou de 750 à 800 mg/kg. La concentration en particules solides peut être mesurée en utilisant la norme NF T90-105 et en substituant le filtre 0,45 µm tel que recommandé dans la norme par un filtre 8 µm.

Le jus sucré auquel est appliqué le procédé de l'invention peut également avoir une teneur en sucres de 10 à 30 degrés Brix, et de préférence de 10 à 20 degrés Brix. Ainsi, le jus sucré auquel est appliqué le procédé de l'invention peut avoir une teneur en sucres de 10 à 12 ; ou de 12 à 14 ; ou de 14 à 16 ; ou de 16 à 18 ; ou de 18 à 20 ; ou de 20 à 22 ; ou de 22 à 24 ; ou de 24 à 26 ; ou de 26 à 28 ; ou de 28 à 30 degrés Brix. Les degrés Brix peuvent être mesurés en utilisant la norme ICUMSA GS7-31.

De plus, le jus sucré auquel est appliqué le procédé de l'invention peut avoir une turbidité de 100 à 800 NTU, et de préférence de 100 à 500 NTU (NTU=Nephelometric Turbidity Unit). Par « *turbidité* », on entend la teneur en matériaux légers en suspension dans un liquide. C'est une grandeur mesurant le caractère plus ou moins trouble du liquide. La turbidité du jus sucré peut être mesurée en utilisant la norme ICUMSA GS7-21. Ainsi, la turbidité du jus sucré auquel est appliqué le procédé de l'invention peut être de 100 à 150 NTU ; ou de 150 à 200 NTU ; ou de 200 à 250 NTU ; ou de 250 à 300 NTU ; ou de 300 à 350 NTU ; ou de 350 à 400 NTU ; ou de 400 à 450 NTU ; ou de 450 à 500 NTU ; ou de 500 à 550 NTU ; ou de 550 à 600 NTU ; ou de 600 à 650 NTU ; ou de 650 à 700 NTU ; ou de 700 à 750 NTU ; ou de 750 à 800 NTU.

Dispositif de traitement de sucre

Le dispositif selon l'invention comprend tout d'abord une ligne d'amenée d'un jus sucré qui est liée d'une part à une première unité de filtration frontale. D'autre part cette ligne d'amenée peut être liée à (issue de) une unité de clarification, ou une unité de carbonatation, ou une unité de décantation, ou une unité de floculation, ou une unité de centrifugation, ou une unité de filtration, ou un réservoir comprenant le jus sucré à purifier. Ainsi la

ligne d'amenée permet de transférer (et ainsi alimenter) le jus sucré à purifier dans la première unité de filtration frontale.

Par « *filtration frontale* », on entend une filtration qui s'effectue essentiellement perpendiculairement à la surface du filtre. Ainsi, toute matière
5 retenue par le filtre, s'accumule sur sa surface. Au contraire, la « *filtration tangentielle* » consiste à faire passer le fluide tangentiellement à la surface du filtre.

Par ailleurs, il est connu pour l'homme du métier que la filtration frontale est effectuée dans des unités ayant une ouverture de pores (taille de pores)
10 supérieure à 1 μm .

La première unité de filtration frontale peut comprendre un ou plusieurs filtres à tamis c'est-à-dire des filtres comprenant une grille de maillage servant à trier et retenir les particules solides. La grille de maillage peut être constituée de fils qui sont de préférence soudés entre eux.

15 Selon certains modes de réalisation, la grille de maillage peut comprendre une première série de fils qui sont parallèles les uns aux autres.

Selon d'autres modes de réalisation, la grille de maillage peut comprendre la première série de fils et une deuxième série de fils qui sont parallèles les uns aux autres et perpendiculaires aux fils de la première série.

20 Selon d'autres modes de réalisation, et en faisant référence à la **figure 1**, la grille de maillage peut comprendre la première série de fils (A), la deuxième série de fils (B), et une troisième série de fils (C) qui sont parallèles les uns aux autres et présentant un angle supérieur à 0° et inférieur à 90° par rapport au fils de la première série (A). Cet angle peut par exemple être de 0
25 à 10° ; ou de 10 à 20° ; ou de 20 à 30° ; ou de 30 à 40° ; ou de 40 à 50° ; ou de 50 à 60° ; ou de 60 à 70° ; ou de 70 à 80° ; ou de 80 à 90°. De préférence, cet angle est de 30 à 60°, et encore de préférence cet angle est d'environ 45°.

Ce maillage préféré et particulier permet d'empêcher les particules solides fibreuses (bagasse) de s'enchevêtrer dans la grille de maillage d'une
30 manière difficile à nettoyer.

De préférence, la première unité de filtration frontale comprend au moins 5 filtres à tamis, de préférence au moins 10 filtres à tamis, de préférence au moins 15 filtres à tamis, et encore de préférence au moins 20 filtres à tamis. Ainsi, la première unité de filtration frontale peut par exemple comprendre de
35 1 à 5 filtres ; ou de 5 à 10 filtres ; ou de 10 à 15 filtres ; ou de 15 à 20 filtres ; ou de 20 à 25 filtres ; ou de 25 à 30 filtres ; ou plus de 30 filtres. De préférence, ces filtres sont disposés en parallèle. Encore de préférence, ces filtres sont

disposés selon une surface générale cylindrique dans la première unité de filtration.

Chaque filtre peut avoir une surface de filtration de 1 à 5 m², et de préférence de 1,5 à 3 m². Ainsi, la surface totale de filtration de la première
5 unité de filtration frontale peut être de 1 à 150 m², et de préférence de 15 à 50 m².

De plus, chaque filtre (ou plus particulièrement la surface de filtration de chaque filtre) a des pores (ouverture de la grille de maillage) permettant la rétention des particules solides d'un côté et le passage du jus sucré de l'autre
10 côté (premier filtrat). Lorsque les pores n'ont pas une ouverture circulaire, on entend par « *diamètre* » des pores la distance maximale entre deux points se trouvant dans un plan parallèle à l'ouverture. Par exemple, pour des pores ayant une ouverture rectangulaire ou carrée, le diamètre désigne la diagonale de chaque ouverture. Il en va de même pour des pores d'une grille comprenant
15 un maillage perpendiculaire combiné à un maillage diagonal, telle que décrite ci-dessus.

Les pores des filtres de la première unité de filtration ont avantageusement un diamètre supérieur aux pores des filtres de la deuxième unité de filtration.

Ainsi, les pores de chaque filtre de la première unité de filtration peuvent
20 avoir un diamètre de 50 à 80 µm ; ou de 80 à 100 µm ; ou de 100 à 120 µm ; ou de 120 à 140 µm ; ou de 140 à 160 µm ; ou de 160 à 180 µm ; ou de 180 à 200 µm. Un diamètre de pores d'environ 100 µm est particulièrement approprié.

Selon certains modes de réalisation, les filtres compris dans la première
25 unité de filtration ont tous des pores du même diamètre.

Selon d'autres modes de réalisation, les filtres compris dans la première unité de filtration ont des pores ayant un diamètre différent, l'un de l'autre.

De préférence, la première unité de filtration est dépourvue de filtres à
30 membrane (les filtres à membrane étant d'habitude utilisés pour effectuer une filtration tangentielle).

La première unité de filtration peut comprendre une unité de nettoyage pour au moins un des filtres. Cette unité de nettoyage permet ainsi le nettoyage d'au moins un filtre lorsque les filtres restants continuent à être
35 opérationnels. Plus particulièrement, la pression est mesurée pour chacun des filtres tout au long de la filtration. Lorsque la pression d'un filtre atteint une limite (filtre bouché), une vanne rotative permet la direction du flux du jus sucré du filtre bouché à un filtre propre. Le filtre bouché peut ensuite être nettoyé

pendant que la filtration continue. Le nettoyage du filtre peut par exemple être effectué avec une solution de nettoyage qui a une direction inverse à la direction du flux du jus sucré à purifier. Cette solution de nettoyage peut être de l'eau chaude et/ou une solution aqueuse comprenant de l'hydroxyde de sodium (3-5% massique).

Selon certains modes de réalisation, la première unité de filtration permet l'utilisation simultanée d'au moins deux filtres pour la filtration du jus sucré.

Selon certains modes de réalisation, la première unité de filtration permet le nettoyage simultané d'au moins deux filtres.

Selon certains modes de réalisation, la première unité de filtration du jus sucré permet l'utilisation simultanée d'au moins deux filtres pour la filtration et en même temps le nettoyage simultané d'au moins deux filtres et ensuite elle permet d'alterner de sorte à utiliser les filtres préalablement nettoyés pour la filtration du jus sucré et en même temps le nettoyage des filtres préalablement utilisés pour la filtration.

Selon certains modes de réalisation, le flux du jus sucré par filtre peut être de 50 à 150 m³/h, et de préférence de 70 à 110 m³/h.

Le dispositif de l'invention comprend également une ligne de collecte qui permet la collecte du premier filtrat obtenu en sortie de la première unité de filtration. La ligne de collecte de premier filtrat alimente une deuxième unité de filtration frontale avec le premier filtrat.

La deuxième unité de filtration frontale peut comprendre au moins un filtre (enceinte) étant composé de paniers filtrants ou tamis. Selon certains modes de réalisation, la deuxième unité de filtration frontale peut comprendre au moins deux filtres, et de préférence au moins quatre filtres.

Chaque panier filtrant compris dans le filtre (enceinte) peut avoir des pores (ouverture de la grille de maillage) permettant la rétention des particules solides d'un côté et le passage du jus sucré de l'autre côté (deuxième filtrat).

Ainsi, les pores de chaque panier filtrant de la deuxième unité de filtration peuvent avoir un diamètre de 20 à 30 µm ; ou de 30 à 40 µm ; ou de 40 à 50 µm ; ou de 50 à 60 µm ; ou de 60 à 80 µm ; ou de 80 à 100 µm. Un diamètre de pores d'environ 50 µm est particulièrement approprié.

Selon certains modes de réalisation, les paniers filtrants compris dans la deuxième unité de filtration ont tous des pores du même diamètre.

Selon d'autres modes de réalisation, les paniers filtrants compris dans la deuxième unité de filtration ont des pores ayant un diamètre différent, l'un de l'autre.

De préférence, la deuxième unité de filtration est dépourvue de filtres à membrane (les filtres à membrane étant d'habitude utilisés pour effectuer une filtration tangentielle).

5 Le dispositif de l'invention comprend également une ligne de collecte qui permet la collecte du deuxième filtrat obtenu en sortie de la deuxième unité de filtration. La ligne de collecte de deuxième filtrat alimente une unité de chromatographie d'échange d'ions avec le deuxième filtrat.

10 L'unité de chromatographie d'échange d'ions comprend une résine de chromatographie échangeuse de cations. De préférence, il s'agit d'une résine échangeuse cationique forte, sous la forme de Na^+ et/ou K^+ . La résine se trouve sous la forme d'un lit compact dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions avec une hauteur de lit supérieure à celle définie sous le nom de « *shallow bed* ». En effet, les hauteurs de lit sont de l'ordre de 0,5 m en « *shallow bed* » et la distribution du produit à travers la résine est réalisée au
15 moyen d'un distributeur très complexe dit « *fractal* ». Les colonnes de l'invention ne comportent de préférence pas de distributeur de fluide en haut de colonne, au mieux le principe de distribution du jus sucré de l'invention repose sur un simple déversoir placé en haut de colonne. Par « *déversoir* » on entend une structure qui comprend une entrée et une sortie unique pour le
20 fluide (ici le deuxième filtrat) de sorte à apporter le fluide dans la colonne chromatographique. Ainsi, les colonnes de l'invention ne comprennent de préférence pas de distributeur de fluide comprenant une pluralité d'orifices (ou sorties) pour la distribution du fluide dans la colonne.

Le lit de résine a une hauteur de 0,75 à 3 m, de préférence de 1 à 3 m
25 et encore de préférence de 1 à 2 m. Par exemple, le lit de résine peut avoir une hauteur de 0,75 à 1 m ; ou de 1 à 1,5 m ; ou de 1,5 à 2 m ; ou de 2 à 2,5 m ; ou de 2,5 à 3 m.

Le lit de résine peut également avoir un diamètre de 0,25 à 6 m, de préférence de 0,25 à 5 m et encore de préférence de 0,25 à 4,5 m. Par
30 exemple, le lit de résine peut avoir un diamètre de 0,25 à 0,5 m ; ou de 0,5 à 1 m ; ou de 1 à 1,5 m ; ou de 1,5 à 2 m ; ou de 2 à 2,5 m ; ou de 2,5 à 3 m ; ou de 3 à 3,5 m ; ou de 3,5 à 4 m ; ou de 4 à 4,5 m ; ou de 4,5 à 5 m ; ou de 5 à 5,5 m ; ou de 5,5 à 6 m. Dans le cas où le lit de résine n'a pas une forme cylindrique à section circulaire, le diamètre s'entend de la dimension maximale
35 du lit de résine dans une section perpendiculaire à son axe principal (axe d'écoulement des flux). Par exemple, pour une section rectangulaire ou carrée, le diamètre désigne la diagonale. Alternativement, le lit de résine peut avoir une forme tronconique. Par « *tronconique* » on entend un lit de résine

ayant la forme d'un tronc de cône dont la partie haute a été tronquée par un plan. Dans ce cas le diamètre s'entend par le diamètre de la grande base du lit de résine.

5 L'unité de chromatographie d'échange d'ions peut comprendre au moins une colonne, de préférence au moins 5 colonnes, de préférence encore au moins 10 colonnes, et encore de préférence au moins 15 colonnes. Ainsi, dans le cas où plusieurs colonnes sont utilisées, chaque colonne comprend un lit de résine.

10 Le volume de lit de résine par colonne peut être de 15 à 40 m³, et de préférence de 20 à 35 m³.

Le volume total de lit de résine (c'est-à-dire le volume de lit de résine compris dans toutes les colonnes de l'unité de chromatographie d'échange d'ions) peut être de 15 à 500 m³, et de préférence de 15 à 450 m³.

15 Chaque colonne peut avoir une hauteur de 2 à 10 m et de préférence de 3 à 4 m. Par « *hauteur de la colonne* », on entend ici la hauteur de virole interne de la colonne.

De plus, chaque colonne peut avoir un diamètre de 0,25 à 6 m, de préférence de 0,25 à 5 m et encore de préférence de 0,25 à 4,5 m.

20 Par « *diamètre de la colonne* », on entend ici le diamètre externe de la colonne. Dans le cas d'une colonne qui n'est pas cylindrique à section circulaire, le diamètre s'entend de la dimension maximale de la colonne dans une section perpendiculaire à son axe principal. Par exemple, pour une section rectangulaire ou carrée, le diamètre désigne la diagonale. Dans le cas d'une colonne tronconique le diamètre s'entend par le diamètre de la grande base
25 de la colonne.

Selon certains modes de réalisation, la hauteur de la colonne (hauteur de virole) peut être supérieure de la hauteur du lit de résine au moins de 2 m, et de préférence au moins de 1,5 m. Cette caractéristique est importante pour la mise en œuvre d'une étape de rétro-lavage de la résine qui permettra
30 l'expansion de la résine dans la ou les colonnes de chromatographie d'échange d'ions, comme décrit ci-dessous.

Ainsi, comme mentionné ci-dessus, l'unité de chromatographie d'échange d'ions peut comprendre un système chromatographique d'échange d'ions à colonne unique, soit un système chromatographique d'échange d'ions
35 à plusieurs colonnes.

Lorsque l'unité de chromatographie d'échange d'ions comprend plusieurs colonnes, celles-ci peuvent être disposées en série l'une à l'autre.

Alternativement et avantageusement, lorsque l'unité de chromatographie d'échange d'ions comprend plusieurs colonnes, celles-ci peuvent être disposées en parallèle l'une à l'autre. Dans ce cas, au moins deux colonnes peuvent être utilisées simultanément pour la production de jus sucré adouci. Selon certains modes de réalisation, une partie de ces colonnes peut être utilisée pour la production de jus sucré adouci, tandis qu'une autre partie de ces colonnes peut simultanément subir des étapes de lavage et/ou des étapes de régénération.

Le dispositif de l'invention comprend ensuite une ligne de collecte de jus sucré adouci en sortie de l'unité de chromatographie d'échange d'ions. La ligne de collecte jus sucré adouci peut par exemple transférer le jus sucré adouci à une unité d'évaporation ou un réservoir permettant de stocker ou de récupérer le jus sucré adouci.

Procédé de traitement de sucre

Comme mentionné ci-dessus, l'invention concerne également un procédé de traitement de sucre. De préférence, ce procédé est mis en œuvre dans le dispositif décrit ci-dessus. Ce procédé est décrit en faisant référence à la **figure 2**.

Le procédé de l'invention comprend successivement :

- une première étape de filtration frontale 1a (ou première filtration frontale 1a) du jus sucré pour obtenir un premier filtrat ;
- une deuxième étape de filtration frontale 1b (ou deuxième filtration frontale 1b) du premier filtrat pour obtenir un deuxième filtrat ; et
- une étape de mise en contact du deuxième filtrat avec une résine de chromatographie échangeuse de cations 2 de sorte à charger la résine en cations divalents et à collecter un jus sucré adouci.

Comme décrit ci-dessus, le jus sucré peut être issu de broyage (ou de diffusion) 3 de canne à sucre.

En amont des étapes mentionnées ci-dessus, le procédé peut également comprendre une ou plusieurs étapes telles que la sulfitation 4, la carbonatation 5, la clarification 6, la floculation 7, et/ou la décantation 8.

En aval des étapes mentionnées ci-dessus, le procédé peut comprendre une ou plusieurs étapes telles que l'évaporation 9 et/ou la cristallisation 10.

Ainsi, le jus sucré subit une première filtration frontale 1a, de sorte à obtenir un premier filtrat. Les particules solides, notamment des particules solides fibreuses, sont retenues sur le filtre. Ainsi, ces particules sont séparées

du jus sucré et sont retenues sur le ou les filtres utilisés pour la première filtration 1a.

La première filtration frontale 1a peut être effectuée à une température de 75 à 98°C.

5 Selon certains modes de réalisation, cette première filtration frontale 1a permet la rétention de 10 à 60% en masse des particules solides se trouvant initialement dans le jus sucré.

Le premier filtrat comprend, quant à lui, le jus sucré comprenant des particules solides ayant traversé le ou les filtres utilisés pour la première
10 filtration 1a, ainsi que les ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} .

Le premier filtrat subit ensuite une deuxième filtration 1b, de sorte à fournir un deuxième filtrat. Les particules solides, notamment des particules solides fibreuses, sont retenues sur le filtre. Ainsi, ces particules sont séparées du jus sucré et sont retenues sur le filtre utilisé pour la deuxième filtration 1b.

15 La deuxième filtration frontale 1b peut être effectuée à une température de 75 à 98°C.

Selon certains modes de réalisation, l'ensemble de la première et de la deuxième filtrations frontales 1a, 1b permet la rétention de 30 à 70% en masse des particules se trouvant initialement dans le jus sucré.

20 Le deuxième filtrat comprend le jus sucré comprenant des particules solides ayant traversé le filtre utilisé pour la deuxième filtration 1b, ainsi que les ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} .

Selon certains modes de réalisation, les particules solides compris dans le deuxième filtrat incluent des fines particules de bagasse.

25 Par la suite, le deuxième filtrat est mis en contact avec la résine échangeuse de cations 2 telle que décrite ci-dessus. La mise en contact du deuxième filtrat avec la résine 2 permet une adsorption des cations divalents Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} sur ladite résine. Ainsi, les cations divalents Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} présents dans le deuxième filtrat sont échangés et remplacés par les ions
30 monovalents Na^+ et/ou K^+ initialement présents sur la résine. De préférence, le débit du jus sucré dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions est de 5 à 20 BV/h, et de préférence de 5 à 15 BV/h (« BV » correspond aux équivalents de volume de lit de résine d'une colonne).

35 Selon certains modes de réalisation, cette étape peut être effectuée par circulation du deuxième filtrat dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions dans une direction du bas vers le haut dans la ou les colonnes de chromatographie d'échange d'ions.

Selon des modes de réalisation préférés, cette étape peut être effectuée par circulation du deuxième filtrat dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions dans une direction du haut vers le bas dans la ou les colonnes de chromatographie d'échange d'ions.

5 Cette étape peut être effectuée à une température de 75 à 98°C.

A l'issue de l'étape de mise en contact de la résine avec le deuxième filtrat 2, on obtient un jus sucré adouci alors que la résine est désormais chargée en cations divalents.

10 Le jus sucré adouci obtenu à l'issue de l'étape de mise en contact de la résine avec le deuxième filtrat 2 peut avoir un volume de 15 à 80 BV, et de préférence de 20 à 50 BV.

Selon certains modes de réalisation, l'ensemble de la première filtration frontale 1a, de la deuxième filtration frontale 1b et de la mise en contact du deuxième filtrat avec la résine 2 permet la rétention de 50 à 90% en masse
15 des particules se trouvant initialement dans le jus sucré.

Avantageusement, le jus sucré adouci peut avoir une concentration en ions Ca^{2+} de 5 à 150 mg/L, et de préférence de 20 à 120 mg/L. Ainsi, cette concentration peut être de 5 à 10 mg/L ; ou de 10 à 15 mg/L ; ou de 15 à 20 mg/L ; ou de 20 à 25 mg/L ; ou de 25 à 30 mg/L ; ou de 30 à 35 mg/L ; ou de
20 35 à 40 mg/L ; ou de 40 à 45 mg/L ; ou de 45 à 50 mg/L ; ou de 50 à 55 mg/L ; ou de 55 à 60 mg/L ; ou de 60 à 65 mg/L ; ou de 65 à 70 mg/L ; ou de 70 à 75 mg/L ; ou de 75 à 80 mg/L ; ou de 80 à 85 mg/L ; ou de 85 à 90 mg/L ; ou 90 à 95 mg/L ; ou de 95 à 100 mg/L ; ou de 100 à 105 mg/L ; ou de 105 à 110 mg/L ; ou de 110 à 115 mg/L ; ou de 115 à 120 mg/L ; ou de 120 à 125 mg/L ;
25 ou de 125 à 130 mg/L ; ou de 130 à 135 mg/L ; ou de 135 à 140 mg/L ; ou de 140 à 145 mg/L ; ou de 145 à 150 mg/L.

Avantageusement, le jus sucré adouci peut avoir une concentration en ions Mg^{2+} de 5 à 150 mg/L, et de préférence de 20 à 120 mg/L. Ainsi, cette concentration peut être de 5 à 10 mg/L ; ou de 10 à 15 mg/L ; ou de 15 à 20 mg/L ; ou de 20 à 25 mg/L ; ou de 25 à 30 mg/L ; ou de 30 à 35 mg/L ; ou de
30 35 à 40 mg/L ; ou de 40 à 45 mg/L ; ou de 45 à 50 mg/L ; ou de 50 à 55 mg/L ; ou de 55 à 60 mg/L ; ou de 60 à 65 mg/L ; ou de 65 à 70 mg/L ; ou de 70 à 75 mg/L ; ou de 75 à 80 mg/L ; ou de 80 à 85 mg/L ; ou de 85 à 90 mg/L ; ou 90 à 95 mg/L ; ou de 95 à 100 mg/L ; ou de 100 à 105 mg/L ; ou de 105 à 110 mg/L ; ou de 110 à 115 mg/L ; ou de 115 à 120 mg/L ; ou de 120 à 125 mg/L ;
35 ou de 125 à 130 mg/L ; ou de 130 à 135 mg/L ; ou de 135 à 140 mg/L ; ou de 140 à 145 mg/L ; ou de 145 à 150 mg/L.

Avantageusement, le jus sucré adouci peut avoir une concentration en particules solides de 1 à 100 mg/kg, et de préférence de 1 à 50 mg/kg. Ainsi, cette concentration peut être de 1 à 5 mg/kg ; ou de 5 à 10 mg/kg ; ou de 10 à 15 mg/kg ; ou de 15 à 20 mg/kg ; ou de 20 à 25 mg/kg ; ou de 25 à 30 mg/kg ;
5 ou de 30 à 35 mg/kg ; ou de 35 à 40 mg/kg ; ou de 40 à 45 mg/kg ; ou de 45 à 50 mg/kg ; ou 50 à 55 mg/kg ; ou de 55 à 60 mg/kg ; ou de 60 à 65 mg/kg ; ou de 65 à 70 mg/kg ; ou de 70 à 75 mg/kg ; ou de 75 à 80 mg/kg ; ou de 80 à 85 mg/kg ; ou de 85 à 90 mg/kg ; ou de 90 à 95 mg/kg ; ou de 95 à 100 mg/kg.

10 Le jus sucré adouci peut ensuite être évaporé 9 afin de diminuer la quantité d'eau contenue dans le jus sucré adouci. Ainsi, l'étape d'évaporation 9 permet d'obtenir un jus sucré adouci concentré appelé « *sirop* ».

Ensuite, le sirop peut subir une ou plusieurs cristallisations 10 afin de fournir du sucre cristallisé. Ainsi, au moins une cristallisation 10 peut être
15 effectuée pendant laquelle le sirop est évaporé de sorte à être saturé en sucres et de sorte que des cristaux commencent à se former. A la fin de la première cristallisation 10, les cristaux peuvent être récupérés et ce qui reste du sirop peut subir d'autres cristallisations 10 séquentielles de sorte à fournir des grades différents de cristaux de sucre. A la fin des cristallisations 10
20 séquentielles, ce qui reste du sirop est appelé « *mélasse* » et peut être utilisé par l'industrie agroalimentaire, la parfumerie et la pharmacie galénique, en production de biocarburant ou même pour la régénération de la résine comme décrit ci-dessous (flèche 12).

La résine chargée comprend, à ce stade-là, une quantité de jus sucré
25 resté dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions (par exemple dans la ou les colonnes chromatographiques d'échange d'ions). De plus, l'unité de chromatographie d'échange d'ions peut comprendre des particules solides (par exemple des particules ayant un diamètre inférieur à 50 μm), notamment des fines particules de bagasse, accumulées en haut du lit de résine.

30 Le procédé selon l'invention peut également prévoir des étapes de régénération de la résine chargée.

Cependant, avant de poursuivre avec la régénération de la résine, au moins une étape de lavage peut être effectuée de sorte à éliminer les particules solides restant dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions.

35 Avantageusement, ce lavage peut être effectué en injectant la solution de lavage du bas vers le haut dans la ou les colonnes de chromatographie d'échange d'ions (ainsi lors de l'étape de lavage, la solution de lavage dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions a une direction inverse que celle

du deuxième filtrat lors de la production du jus sucré adouci). La solution de lavage peut avoir un débit de 10 à 20 BV/h.

5 Ainsi, lors de cette étape, en raison de la direction de la solution de lavage (de préférence de bas en haut) et au débit de la solution de lavage, le lit de résine peut subir une expansion dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions. Par exemple, lors de cette étape, l'expansion du lit de résine peut être d'au moins 50% par rapport à la hauteur initiale du lit. La résine peut par exemple prendre la forme d'un lit fluidisé. Comme expliqué ci-dessus, vu que les particules solides restant dans l'unité ont une densité inférieure à la
10 densité de la résine, elles peuvent être évacuées sans provoquer la sortie des particules de résine.

La solution de lavage peut être une solution aqueuse.

Selon certains modes de réalisation, la solution de lavage est de l'eau.

Selon d'autres modes de réalisation préférés, la solution de lavage est
15 issue du jus sucré adouci tel que décrit ci-dessus.

Selon d'autres modes de réalisation préférés, la solution de lavage est issue du jus sucré tel que décrit ci-dessus.

Différentes solutions de lavage peuvent être utilisées séquentiellement.

L'étape de lavage peut être effectuée notamment à une température de
20 75 à 98°C.

Alternativement, cette étape de lavage peut être effectuée après l'étape de régénération décrite ci-dessous ou après une étape de rinçage finale.

A la fin de l'étape de lavage, un effluent de lavage peut être récupéré. Cet effluent est une solution aqueuse sucrée et peut par exemple être renvoyé
25 vers l'étape de clarification 6 (flèche 11).

Comme mentionné ci-dessus, le procédé de traitement de sucre selon l'invention prévoit également des étapes de régénération de la résine chargée en cations divalents. La régénération comprend dans un premier temps, la mise en contact de la résine chargée avec une solution de régénération. A la
30 fin de la régénération, la résine échangeuse d'ions est régénérée et on obtient un flux de solution aqueuse collecté à l'issue de la régénération, appelé « *effluent de régénération* ».

Selon certains modes de réalisation, la solution de régénération peut être issue, en tout ou en partie, des mélasses formées après une étape de
35 cristallisation 10 ou après plusieurs étapes de cristallisation 10 séquentielles comme décrit ci-dessus (flèche 12). Plus particulièrement, les mélasses formées lors de la cristallisation 10 de sucre (vu qu'elles proviennent du jus sucré adouci) comprennent des ions monovalents de Na⁺ et/ou K⁺, à des

concentrations plus élevées que le jus sucré adouci. Ainsi, lors de leur passage à travers l'unité de chromatographie d'échange d'ions et leur mise en contact avec la résine chargée, les ions monovalents Na^+ et/ou K^+ sont échangés avec les ions divalents Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} de la résine chargée. La
5 résine est ainsi régénérée, alors que l'effluent de régénération comprend les mélasses chargées en ions divalents Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} qui peuvent être utilisées et intégrées dans des étapes de cristallisation 10 d'un procédé de production de sucre (flèche 13). Alternativement, ces mélasses chargées en Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} peuvent être utilisées pour la production d'éthanol. Ces modes de
10 réalisation permettent la régénération de la résine sans l'utilisation des produits chimiques tels que le chlorure de sodium.

Selon d'autres modes de réalisation, la solution de régénération peut être issue, en tout ou en partie, du jus sucré adouci produit (flèche 14). Ainsi, de l'hydroxyde de sodium (NaOH) ou de l'hydroxyde de potassium (KOH) peut
15 être ajouté dans au moins une partie du jus sucré adouci pour former la solution de régénération. Cette solution peut ensuite traverser l'unité de chromatographie d'échange d'ions et donc la résine chargée de sorte à échanger les ions monovalents Na^+ et/ou K^+ de la solution de régénération avec les ions divalents Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} de la résine chargée. Dans ce cas,
20 l'effluent de régénération peut comprendre un composé soluble dans l'eau appelé « *saccharate de calcium* » formé due à la complexation des ions Ca^{2+} avec du sucrose. Cet effluent de régénération peut par la suite être utilisé dans l'étape de clarification 6 (flèche 15), en particulier à l'étape de chaulage, ce qui permet d'utiliser moins de produits chimiques tels que la chaux pour la
25 clarification du jus sucré. Ainsi, au lieu d'utiliser uniquement une solution de lait de chaux, le mélange lait de chaux - saccharate de calcium peut être mélangé avec le jus sucré afin de précipiter les impuretés puis de les séparer dans un décanteur. Le rapport de calcium apporté respectivement par le lait de chaux et le saccharate de calcium ainsi formé dans le mélange est de 100:0
30 à 50:50. Préférentiellement, ce rapport est de 100:0 à 80:20.

Selon d'autres modes de réalisation, la solution de régénération peut être une solution aqueuse de chlorure de sodium appelée ici « *saumure de régénération* ».

Selon d'autres modes de réalisation, la solution de régénération peut
35 être une solution aqueuse comprenant de l'hydroxyde de sodium ou de l'hydroxyde de potassium.

Selon d'autres modes de réalisation, la solution de régénération peut être issue d'une vinasse de distillation issue de la mélasse citée ci-dessus. En

effet, les ions monovalents Na^+ et/ou K^+ présents dans la mélasse sont également présents dans la vinasse de distillation et dans des quantités proches. Cette vinasse devra préalablement être clarifiée, avec par exemple l'utilisation d'une centrifugeuse à séparation rapide.

5 Selon d'autres modes de réalisation, la solution de régénération peut être issue d'un raffinat issu d'un traitement par chromatographie des mélasses, et plus particulièrement d'un raffinat obtenu après une étape de désucrage de la mélasse citée ci-dessus par chromatographie. En effet, les ions monovalents Na^+ et/ou K^+ présents dans la mélasse sont également présents
10 dans le raffinat et dans des quantités proches.

 Selon certains modes de réalisation, la régénération de la résine est effectuée en utilisant la même solution de régénération au cours de toute la durée de régénération.

 Selon d'autres modes de réalisation, la régénération de la résine est
15 effectuée en utilisant plus qu'une solution de régénération au cours de la régénération, c'est-à-dire la solution de régénération est modifiée au cours du procédé de régénération. Par exemple, dans le même procédé de régénération, une solution de régénération comprenant des mélasses peut alterner avec une solution de régénération comprenant du jus sucré adouci et
20 du NaOH ou avec une solution de régénération comprenant de la saumure de régénération.

 Avantagusement, la régénération de la résine peut être effectuée en injectant la solution de régénération du bas vers le haut dans la ou les colonnes de chromatographie d'échange d'ions (ainsi lors de l'étape de
25 régénération, la solution de régénération dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions a une direction inverse que celle du deuxième filtrat lors de la production du jus sucré adouci). La solution de régénération peut avoir un débit de 1 à 10 BV/h, et de préférence de 2 à 5 BV/h.

 Alternativement, la régénération de la résine peut être effectuée en
30 injectant la solution de régénération du haut vers le bas dans la ou les colonnes de chromatographie d'échange d'ions (ainsi lors de l'étape de régénération, la solution de régénération dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions a une direction identique à celle du deuxième filtrat lors de la production du jus sucré adouci). La solution de régénération peut avoir un
35 débit de 1 à 10 BV/h, et de préférence de 2 à 5 BV/h.

 Selon certains modes de réalisation, lorsque le procédé de l'invention est mis en œuvre dans le dispositif décrit ci-dessus, et plus particulièrement lorsque l'étape de mise en contact du deuxième filtrat avec la résine 2 est mise

en œuvre dans plusieurs colonnes de chromatographie d'échange d'ions, une partie de ces colonnes peut être utilisée pour la production de jus sucré adouci alors qu'une autre partie de ces colonnes peut être utilisée pour la régénération de la résine chargée. En d'autres termes, une première partie des colonnes est initialement utilisée pour la production de jus sucré adouci. Au bout d'un certain temps, une deuxième partie des colonnes reprend la production du jus sucré adouci tandis que la première partie de colonnes est désormais utilisée pour la régénération de la résine chargée.

Par exemple, si l'unité de chromatographie d'échange d'ions comprend de 15 à 20 colonnes de chromatographie d'échange d'ions, de 5 à 10 colonnes peuvent être utilisées pour la production de jus sucré adouci alors que de 10 à 15 colonnes peuvent être utilisées pour la régénération de la résine.

Le procédé selon l'invention peut également comprendre une étape de rinçage final après régénération de la résine chargée, en utilisant une solution de rinçage. De préférence, la solution de rinçage est du jus sucré adouci. Selon d'autres modes de réalisation, la solution de rinçage est de l'eau. Ainsi, le rinçage peut être effectué en injectant la solution de rinçage du haut vers le bas de la ou les colonnes de chromatographie d'échange d'ions (ainsi lors de l'étape de rinçage, la solution de rinçage injectée dans l'unité de chromatographie d'échange d'ions a la même direction que celle du deuxième filtrat lors de la production du jus sucré adouci).

Le procédé selon l'invention peut être un procédé continu.

Alternativement, le procédé selon l'invention peut être un procédé discontinu (en batch).

Il peut être cité également un système multicolonne tel que décrit dans le document WO 2007/144522.

Le procédé selon l'invention permet d'obtenir du jus sucré adouci ayant un taux d'adoucissement supérieur à 80%. Par « *taux d'adoucissement* » on entend le rapport de la dureté du jus sucré adouci (à la sortie de l'unité d'échange d'ions) sur la dureté du jus sucré à l'entrée de l'unité de chromatographie d'échange d'ions, la dureté correspondant à la concentration totale en cations Ca^{2+} et Mg^{2+} .

Les valeurs de concentration et de rapports de concentrations décrites dans la présente demande correspondent à des valeurs moyennées sur une durée de production.

Revendications

- 5 **1.** Procédé de traitement de sucre, comprenant successivement :
- une première filtration frontale (1a) d'un jus sucré pour obtenir un premier filtrat ;
 - une deuxième filtration frontale (1b) du premier filtrat pour obtenir un deuxième filtrat ; et
 - la mise en contact du deuxième filtrat avec une résine de
- 10 chromatographie échangeuse de cations (2) de sorte à charger la résine en cations divalents et à collecter un jus sucré adouci, la résine étant disposée sous la forme d'un lit ayant une hauteur h de 0,75 à 3 mètres.
- 15 **2.** Procédé selon la revendication 1, dans lequel les cations divalents comprennent, et de préférence consistent essentiellement en des cations Ca^{2+} et/ou des cations Mg^{2+} .
- 20 **3.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le jus sucré a une concentration en particules solides de 20 à 500 mg/kg, et/ou une concentration en ions de magnésium de 100 à 500 mg/L, et/ou une concentration en ions de calcium de 100 à 600 mg/L.
- 25 **4.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le jus sucré a une teneur en sucres de 10 à 20 degrés Brix, et/ou une turbidité de 100 à 500 NTU.
- 30 **5.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le jus sucré adouci collecté après l'étape de mise en contact du deuxième filtrat avec la résine (2) a un volume de 15 à 80 BV.
- 35 **6.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la première filtration (1a) permet une rétention de 10 à 60% en masse de particules solides par rapport à la quantité de particules solides présents dans le jus sucré, et/ou la première filtration (1a) et la deuxième filtration (1b) permettent une rétention de 30 à 70% en masse de particules solides par rapport à la quantité de particules solides présents dans le jus sucré,

5 et/ou la première filtration (1a), la deuxième filtration (1b) et la mise en contact du deuxième filtrat avec la résine (2) permettent une rétention de 50 à 90% en masse de particules solides par rapport à la quantité de particules solides présents dans le jus sucré.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, étant un procédé discontinu ou un procédé continu.
- 10 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant des étapes de régénération de la résine chargée en cations divalents, ces étapes comprenant :
 - la mise en contact de la résine chargée avec une solution de régénération ;
 - 15 – la collecte d'un effluent de régénération.
- 20 9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la solution de régénération est issue des mélasses formées lors d'une étape de cristallisation (10) de sucre, ou la solution de régénération est issue en tout ou partie du jus sucré adouci, additionné ou non d'hydroxyde de sodium ou d'hydroxyde de potassium, ou la solution de régénération est une solution de saumure de régénération comprenant un sel de chlorure, ou potassium ou sodium, ou la solution de régénération est issue d'une vinasse de distillation des mélasses ; ou la solution de régénération est issue d'un raffinat issu d'un traitement par chromatographie des mélasses.
- 25 10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9, dans lequel la mise en contact de la résine chargée avec une solution de régénération comprend l'utilisation de solutions de régénération différentes en alternance entre deux cycles de production.
- 30 11. Procédé selon l'une des revendications 8 à 10, dans lequel l'effluent de régénération est utilisé pour effectuer une étape de clarification (6) du jus sucré, en particulier une étape de chaulage, l'étape de clarification (6) étant effectuée avant la première filtration (1a) ; ou dans lequel l'effluent de régénération
- 35

est utilisé pour effectuer une ou plusieurs étapes de cristallisation (10), le(s) étape(s) de cristallisation (10) étant effectuée(s) après la mise en contact du deuxième filtrat avec la résine (2).

- 5 **12.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, comprenant également une étape de lavage de la résine chargée en cations divalents, ou de la résine régénérée, avec une solution de lavage, la solution de lavage ayant une direction dans le lit de résine inverse à une direction du deuxième filtrat dans le lit de
- 10 résine lors de l'étape de la mise en contact du deuxième filtrat avec la résine (2).
- 13.** Procédé selon la revendication 12, dans lequel la solution de lavage est issue du jus sucré adouci ou du jus sucré, ou la
- 15 solution de lavage est de l'eau.
- 14.** Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, dans lequel à la fin de l'étape de lavage un effluent de lavage est collecté, l'effluent de lavage étant renvoyé vers une étape de clarification
- 20 (6) du jus sucré, l'étape de clarification (6) étant effectuée avant la première filtration (1a).
- 15.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel l'étape de mise en contact du deuxième filtrat avec la résine (2)
- 25 est effectuée à une température égale ou supérieure à 75°C.
- 16.** Dispositif de traitement de sucre, comprenant :
- une ligne d'amenée d'un jus sucré ;
- 30 – une première unité de filtration frontale alimentée par la ligne d'amenée de jus sucré ;
- une ligne de collecte de premier filtrat en sortie de la première unité de filtration frontale ;
- une deuxième unité de filtration frontale alimentée par la ligne de collecte de premier filtrat ;
- 35 – une ligne de collecte de deuxième filtrat en sortie de la deuxième unité de filtration frontale ;
- une unité de chromatographie d'échange d'ions comprenant une résine cationique alimentée par la ligne de collecte de

deuxième filtrat, la résine ayant la forme d'un lit ayant une hauteur h comprise de 0,75 à 3 mètres ; et

- une ligne de collecte de jus sucré adouci en sortie de l'unité de chromatographie d'échange d'ions.

5

- 17.** Dispositif selon la revendication 16, dans lequel la première unité de filtration comprend un ou plusieurs filtres à tamis, chaque filtre ayant des pores ayant un diamètre de 50 à 200 μm , et de préférence de 80 à 120 μm .

10

- 18.** Dispositif selon la revendication 17, dans lequel la première unité de filtration comprend une unité de nettoyage pour au moins l'un des filtres à tamis.

15

- 19.** Dispositif selon l'une des revendications 16 à 18, dans lequel la deuxième unité de filtration comprend au moins un panier filtrant ayant des pores ayant un diamètre de 20 à 100 μm , et de préférence de 40 à 60 μm .

20

- 20.** Dispositif selon l'une des revendications 16 à 19, dans lequel l'unité de chromatographie d'échange d'ions comprend au moins une colonne, de préférence au moins 5 colonnes, de préférence encore au moins 10 colonnes, et encore de préférence au moins 15 colonnes.

25

- 21.** Dispositif selon l'une des revendications 16 à 20, dans lequel le lit de résine a un diamètre de 0,25 à 6 m, et de préférence de 0,25 à 5 m.

30

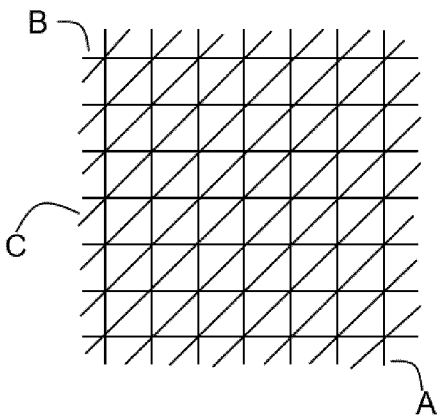


Figure 1

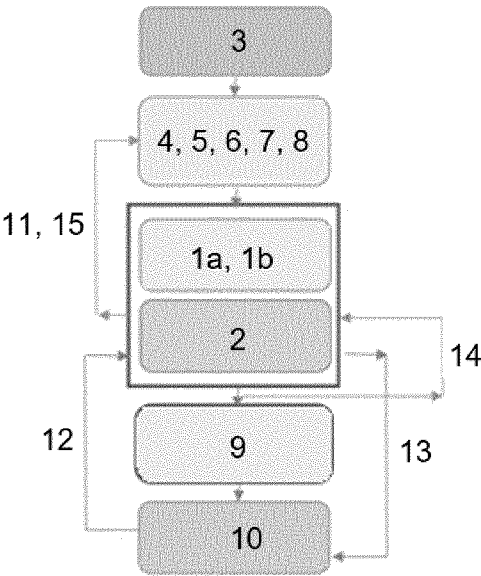


Figure 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/059379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C13B 20/00*(2011.01)i; *C13B 20/14*(2011.01)i; *C13B 20/16*(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C13B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, BIOSIS, FSTA, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	FR 2753456 A1 (GENERALE SUCRIERE SA [FR]) 20 March 1998 (1998-03-20) page 1, lines 1-19,27-28 page 2, lines 3-25 page 3, lines 11-22 page 4, lines 12-20 claims 1-5,9	1-5,7-9,15,16,20,21 8,9
Y	GRYLLUS E ET AL. "DAS BMA-ZSIGMOND-GRYLLUS-VERFAHREN-EIN NEUES VERFAHREN ZUR DUENNSAFTENTKALKUNG" <i>ZEITSCHRIFT FUER DIE ZUCKERINDUSTRIE, BARTENS, BERLIN, DE</i> , Vol. 25, No. 9, 20 September 1975 (1975-09-20), pages 493-501 ISSN: 0044-2623, XP002031417 the whole document page 500	8,9
A	CN 102659855 A (CHENGDU LIANJIE MEMBRANE TECHNOLOGY CO LTD) 12 September 2012 (2012-09-12) cited in the application the whole document	1-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 May 2020

Date of mailing of the international search report

08 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Couzy, François

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/059379

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108251563 A (UNIV GUANGXI) 06 July 2018 (2018-07-06) the whole document examples 1-4	1-21
A	US 2005084939 A1 (SERNA-SALDIVAR SERGIO R [MX] ET AL) 21 April 2005 (2005-04-21) cited in the application figures 1-2 paragraphs [0009] - [0016], [0024], [0026], [0033] - [0036]	1-21
A	US 6496548 B1 (SCHNEIDER DAVID F [US] ET AL) 17 December 2002 (2002-12-17) figures 1-2 column 2, lines 27-63 column 3, line 4 - column 4, line 6 column 4, line 40 - column 5, line 26 column 6, lines 9-31	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/059379

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
FR	2753456	A1	20 March 1998	AT	254668	T	15 December 2003
				DE	69726237	D1	24 December 2003
				DE	69726237	T2	23 September 2004
				DK	0832986	T3	29 March 2004
				EP	0832986	A1	01 April 1998
				ES	2210474	T3	01 July 2004
				FR	2753456	A1	20 March 1998
				PT	832986	E	30 April 2004
				US	5958142	A	28 September 1999
				WO	9812356	A1	26 March 1998
.....							
CN	102659855	A	12 September 2012	NONE			
.....							
CN	108251563	A	06 July 2018	NONE			
.....							
US	2005084939	A1	21 April 2005	AU	2004276578	A1	07 April 2005
				BR	PI0414761	A	28 November 2006
				CN	1914329	A	14 February 2007
				MX	PA06003597	A	31 August 2006
				US	2005084939	A1	21 April 2005
				WO	2005031006	A2	07 April 2005
				ZA	200603333	B	31 October 2007
.....							
US	6496548	B1	17 December 2002	AU	7600201	A	05 February 2002
				EP	1302039	A2	16 April 2003
				US	6496548	B1	17 December 2002
				WO	0209374	A2	31 January 2002
.....							

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/059379

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C13B20/00 C13B20/14 C13B20/16 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C13B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, BIOSIS, FSTA, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 753 456 A1 (GENERALE SUCRIERE SA [FR]) 20 mars 1998 (1998-03-20)	1-5,7-9, 15,16, 20,21 8,9
Y	page 1, lignes 1-19,27-28 page 2, lignes 3-25 page 3, lignes 11-22 page 4, lignes 12-20 revendications 1-5,9 ----- -/-	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
26 mai 2020		08/06/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Couzy, François

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	GRYLLUS E ET AL: "DAS BMA-ZSIGMOND-GRYLLUS-VERFAHREN-EIN NEUES VERFAHREN ZUR DUENNSAFTENTKALKUNG", ZEITSCHRIFT FUER DIE ZUCKERINDUSTRIE, BARTENS, BERLIN, DE, vol. 25, no. 9, 20 septembre 1975 (1975-09-20), pages 493-501, XP002031417, ISSN: 0044-2623 le document en entier page 500	8,9
A	----- CN 102 659 855 A (CHENGDU LIANJIE MEMBRANE TECHNOLOGY CO LTD) 12 septembre 2012 (2012-09-12) cité dans la demande le document en entier	1-21
A	----- CN 108 251 563 A (UNIV GUANGXI) 6 juillet 2018 (2018-07-06) le document en entier exemples 1-4	1-21
A	----- US 2005/084939 A1 (SERNA-SALDIVAR SERGIO R [MX] ET AL) 21 avril 2005 (2005-04-21) cité dans la demande figures 1-2 alinéas [0009] - [0016], [0024], [0026], [0033] - [0036]	1-21
A	----- US 6 496 548 B1 (SCHNEIDER DAVID F [US] ET AL) 17 décembre 2002 (2002-12-17) figures 1-2 colonne 2, lignes 27-63 colonne 3, ligne 4 - colonne 4, ligne 6 colonne 4, ligne 40 - colonne 5, ligne 26 colonne 6, lignes 9-31 -----	1-21

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/059379

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2753456	A1	20-03-1998	AT 254668 T	15-12-2003
			DE 69726237 D1	24-12-2003
			DE 69726237 T2	23-09-2004
			DK 0832986 T3	29-03-2004
			EP 0832986 A1	01-04-1998
			ES 2210474 T3	01-07-2004
			FR 2753456 A1	20-03-1998
			PT 832986 E	30-04-2004
			US 5958142 A	28-09-1999
			WO 9812356 A1	26-03-1998

CN 102659855	A	12-09-2012	AUCUN	

CN 108251563	A	06-07-2018	AUCUN	

US 2005084939	A1	21-04-2005	AU 2004276578 A1	07-04-2005
			BR PI0414761 A	28-11-2006
			CN 1914329 A	14-02-2007
			MX PA06003597 A	31-08-2006
			US 2005084939 A1	21-04-2005
			WO 2005031006 A2	07-04-2005
			ZA 200603333 B	31-10-2007

US 6496548	B1	17-12-2002	AU 7600201 A	05-02-2002
			EP 1302039 A2	16-04-2003
			US 6496548 B1	17-12-2002
			WO 0209374 A2	31-01-2002
