

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
15 octobre 2009 (15.10.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/125088 A2

- (51) Classification internationale des brevets :
C13D 1/00 (2006.01) A23K 1/14 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/000296
- (22) Date de dépôt international :
19 mars 2009 (19.03.2009)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0801496 19 mars 2008 (19.03.2008) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
ECOPSI [FR/FR]; 18, rue Abel Bergaigne, F-62000 Arras (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : TIERNY,
Jean-Benoît [FR/FR]; 13, rue Jeanne d'Arc, 62000 Arras (FR).
- (74) Mandataire : HENNION, Jean-Claude; Cabinet Beau de Loménie, 27bis, rue du Vieux Faubourg, F-59800 Lille (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))



WO 2009/125088 A2

(54) Title : BEET PROCESSING PROCESS AND UNIT

(54) Titre : PROCEDE ET UNITE DE TRANSFORMATION DE BETTERAVES

(57) Abstract : The invention relates to a beet processing process comprising at least the following steps: washing of the beets; partial pressing of the beets for the production, on the one hand, of a sugar-containing press cake at more than 20% relative to the dry matter content and, on the other hand, of a sugar juice at a concentration greater than 15% dry matter content; separation of the press cake and of the sugar juice. The invention also relates to animal nutrition, fermentation substrates and edible sugar based on the products obtained from this beet processing process.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de transformation de betteraves comprenant au moins les étapes suivantes : lavage des betteraves; pressage partiel des betteraves pour l'obtention d'une part, d'un gâteau de pressage sucré à plus de 20% par rapport à la matière sèche et, d'autre part, d'un jus sucré à une concentration supérieure à 15% de matière sèche; séparation du gâteau de pressage et du jus sucré. L'invention concerne également des nutriments pour animaux, des substrats de fermentation et du sucre alimentaire à base des produits obtenus à partir de ce procédé de transformation de betteraves.

PROCEDE ET UNITE DE TRANSFORMATION DE BETTERAVES

La présente invention concerne un procédé et une unité de transformation de betteraves afin d'obtenir du jus de pressage sucré et un
5 gâteau de pressage de betteraves, encore appelé produit NA, pouvant être valorisées sous diverses formes, notamment en nutrition animale, en substrat de fermentation et en sucre cristallin.

Actuellement, les betteraves, contenant de l'ordre de 23% de matière sèche sont transformées selon le schéma sucrier traditionnel, illustré en figure
10 1, pour produire d'une part du jus sucré et d'autre part des pulpes.

Les betteraves sucrières sont tout d'abord lavées puis coupées en cossettes avant de passer dans un extracteur de grande capacité à l'intérieur duquel circule de l'eau chaude à contre courant. Il faut un temps de contact suffisamment long pour que le sucre contenu dans les cossettes passe dans
15 l'eau ; c'est la diffusion. Une fois cette étape franchie, il ressort alors deux produits, les pulpes de betteraves « qui sont épuisées en sucre » et une eau chargée en sucre appelée également jus de diffusion qu'il conviendra de purifier selon le procédé de séparation calcocarboné, de concentrer pour obtenir un sirop et de cristalliser pour obtenir du sucre cristallisé. Ces trois
20 dernières étapes sont facultatives pour l'utilisation du jus de diffusion en fermentation.

Du fait de leur faible teneur en sucre, les pulpes ainsi obtenues ne peuvent pas être valorisées en fermentation industrielle, et sont uniquement utilisées en alimentation animale sous trois formes principales :

- 25 - les pulpes humides : environ 11 % de matière sèche ;
- les pulpes surpressées : environ 27 % de matière sèche ;
- les pulpes sèches : environ 88 % de matière sèche.

Les pulpes humides sont directement issues de la diffusion. En raison de leur faible teneur en matière sèche (11 %) leur intérêt est réduit en nutrition
30 animale. En effet le coût de transport est élevé et, la réglementation impose aux éleveurs, pour ce type de produit ayant une matière sèche faible, de

disposer de fosses de récupération des jus provenant de l'écoulement du produit (ensilage) contenu dans ces silos. Il s'agit d'investissements généralement coûteux et difficilement amortissables au regard du produit.

5 Ainsi, l'emploi des pulpes surpressées à teneur supérieure en matière sèche s'est développé en élevage.

Son utilisation est très répandue en élevages laitiers (vaches laitières) et en bovins viande à proximité des sucreries. Les éleveurs constituent de gros silos de pulpes surpressées durant les 3 mois de fonctionnement de la sucrerie, correspondant à la période de récolte des betteraves, qui pourront
10 alors être distribuées tout au long de l'année à leurs animaux.

Des précautions sont nécessaires pour la confection de ces ensilages ; les pulpes surpressées ensilées ont en effet souffert, notamment en production laitière, d'une mauvaise image liée au développement de spores butyriques. Ces spores butyriques ayant en outre pour origine l'incorporation de terre dans
15 l'ensilage par les pneus des engins utilisés pour le tassage des silos, vont souiller le pis des vaches avant de contaminer le lait diminuant de fait sa qualité et donc le prix payé au producteur.

Les atouts de la pulpe surpressée alimentaire sont certes nombreux en élevage :

- 20
- forte digestibilité grâce à ses parois peu lignifiées ;
 - bonne valeur énergétique ;
 - apport d'acides aminés indispensables comme la lysine et la thréonine ;
 - effet galactogène démontré par plusieurs études.

25 Son emploi nécessite néanmoins quelques recommandations :

- Limiter les quantités ingérées du fait de l'important effet laxatif ;
- Soigner la conservation des pulpes surpressées de betterave sous forme d'ensilage pour une conservation sur plusieurs mois.

Le principe de l'ensilage est simple ; il s'agit de mettre le produit à l'abri
30 de l'air de façon à favoriser le développement rapide des bactéries lactiques. En utilisant les sucres solubles contenus dans le produit ensilé comme

nutriment, les bactéries lactiques se développent et acidifient très rapidement le milieu en abaissant le pH vers une valeur voisine de 4. Tant que l'air ne s'infiltré pas, cette acidité stabilise le silo en limitant le développement des micro-organismes dont notamment les spores butyriques et les coliformes. Le produit ensilé conserve ainsi sa valeur alimentaire et son appétence pendant plusieurs mois.

Les pulpes surpressées doivent être réceptionnées par l'éleveur et mises en silo rapidement. Elles doivent être étalées en couches successives sur une dalle et être tassées. Le silo doit être rapidement fermé hermétiquement. Ceci permettra alors une acidification rapide du silo par production d'acide lactique. Cette acidification constituera alors une barrière au développement des spores butyriques et des coliformes néfastes pour la conservation du produit.

Dans ce contexte, le schéma sucrier betteravier actuel optimisé pour extraire le maximum de sucre à partir de cossettes de betteraves présente plusieurs particularités:

- la découpe des betteraves lavées en cossettes de forme faîtière pour éviter que les morceaux ne se collent les uns aux autres dans le diffuseur (les cossettes mesurent environ 0,9 à 1,3 millimètres d'épaisseur et de 5 à 6 centimètres de longueur) ;
- un traitement long entre la découpe des betteraves et la sortie des pulpes lié au temps nécessaire pour permettre la diffusion du sucre dans l'eau ;
- une température de traitement élevée afin d'optimiser cette diffusion ;
- des pulpes surpressées produites pauvres en sucre (7% sur la matière sèche) ;
- un jus de diffusion dilué (environ 15% de matière sèche).

Les principaux inconvénients de cette technique sont :

- une oxydation dégradante rapide des cossettes dès leurs découpes ;

- une dégradation partielle de la matière sèche de la betterave par fermentation lors de la diffusion pour des raisons de durée et de températures en phase aqueuse ;
- des pulpes surpressées difficilement fermentescibles car pauvres en sucre et chaudes rendant leurs conservations par ensilage difficiles ;
- les pulpes surpressées, qui sont chaudes en sortie d'usine, se refroidissent trop lentement dans les silos, favorisant le développement des bactéries pectinolitiques qui dégradent la pectine présente dans les pulpes réduisant l'appétence pour les animaux ;
- un jus de diffusion dilué (à environ 15% de matière sèche) et chaud facilement dégradé par fermentation ;
- la diffusion est réalisée dans des échangeurs de grandes tailles présentant un risque industriel important.
- pour permettre sa concentration et éventuellement ensuite sa cristallisation, le jus de diffusion dilué doit subir un traitement calcocarboné complexe et coûteux en énergie consistant d'abord en un traitement à la chaux qui précipite un certain nombre d'impuretés et ensuite en deux carbonatations successives qui précipitent la chaux en excès à l'aide du dioxyde de carbone.

L'art antérieur révèle divers procédés pour l'extraction d'un jus sucré pour la production de sucre. Ainsi, le document NL-C2-1014605 décrit un pressage de betteraves entières ou découpées, les betteraves pressées pouvant être valorisées comme aliment en nutrition animale et le jus sucré étant destiné à la production de sucre. Le document EP 1063605 décrit un procédé comprenant uniquement deux étapes d'extraction par pressage d'un mélange comprenant une râpura fraîche de betteraves et un additif de jus sucré. Le document EP 1022342 décrit un procédé d'extraction d'un jus sucré comprenant une multitude d'étapes de pressage et d'extraction. Le document DATABASE WPI Week 199711 Thomson Scientific, London, GB ; AN1997-117132 XP002499480 & RU 2 062 700, ainsi que le document DATABASE WPI

Week 199704 Thomson Scientific, London, GB ; AN1997-041286 XP002499481 & RU 2 058 993 décrivent un pressage de betterave pour la production d'un jus sucré. Ces divers procédés de transformation aboutissent à l'obtention d'une part, de pulpes de betteraves pauvres en sucre et d'autre part, d'un jus sucré dilué. De telles pulpes de betteraves sont difficilement fermentescibles et, en conséquence, difficilement conservables en silos. Les procédés mis en œuvre sont en outre plus ou moins conséquents et nécessitent des installations lourdes et onéreuses, augmentant alors le coût des produits après transformation.

10 La présente invention permet de pallier les inconvénients existants et propose, pour cela, un procédé de transformation des betteraves simplifiant considérablement l'installation et offrant une meilleure exploitation des produits obtenus après transformation. En outre, la présente invention a pour but d'améliorer la conservation en silos des gâteaux de betteraves pressées ou leur utilisation directe pour son exploitation en tant que nutrition animale et/ou substrat de fermentation, ainsi que la transformation secondaire éventuelle du jus sucré pour son exploitation en tant que nutrition animale, substrat de fermentation ou sucre cristallin.

A ce titre, l'invention concerne un procédé de transformation de betteraves comprenant au moins les étapes suivantes :

- lavage des betteraves ;
- pressage partiel des betteraves pour l'obtention d'une part, d'un gâteau de pressage contenant plus de 20% de sucre par rapport à la matière sèche et, d'autre part, d'un jus sucré à une concentration supérieure à 15% de matière sèche ;
- séparation du gâteau de pressage et du jus sucré.

Le procédé de transformation peut en outre comprendre entre l'étape de lavage et de pressage, une étape de découpage des betteraves.

Le temps court ainsi qu'une température réduite lors du pressage en ligne des betteraves entières ou découpées, comparativement aux conditions de la diffusion traditionnelle, limitent les pertes par dégradation de la matière

sèche liées à la fermentation tant dans le gâteau de pressage que dans le jus sucré. En outre, le gâteau de pressage de betterave qui, à la différence des pulpes, est à une température inférieure et contient une quantité supérieure de sucres, à savoir plus de 20 % de la matière sèche par rapport à 7% pour les pulpes surpressées, favorise en conditions anaérobies le développement rapide des bactéries lactiques. Ce développement rapide est favorable à une bonne conservation du gâteau de pressage en silo. Par ailleurs, la fraction de sucre non utilisée par ces bactéries lactiques sera valorisée lors la fermentation ruminale. De même, de part sa teneur élevée en sucre, le gâteau de pressage des betteraves peut être utilisé comme substrat de fermentation industriel.

Selon le procédé objet de l'invention, le jus de pressage sera traité en continu plus rapidement que le procédé sucrier classique limitant ainsi sa dégradation par fermentation.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend entre l'étape de lavage et l'étape de pressage, une étape de réchauffage des betteraves entières ou découpées. En outre, le procédé comprenant une étape de filtration en continu du jus sucré par centrifugation pour l'obtention d'une part, d'un gâteau de filtration et, d'autre part, d'un jus sucré filtré. De manière préférentielle, selon ce premier mode, on mélange ensuite le gâteau de filtration avec le gâteau de pressage. De même, on réalise une étape de traitement du jus sucré filtré par évaporation pour l'obtention d'un sirop de jus sucré filtré concentré à plus de 60% de matière sèche et d'une pureté voisine de 90% (rapport sucre sur matière sèche). Cette étape de traitement permet d'obtenir un sirop de jus sucré filtré conservable et manipulable.

Selon un second mode de réalisation, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- de mélange d'un faible pourcentage de floculant, de l'ordre de 1%, avec le jus sucré obtenu après pressage des betteraves entières ou découpées ;

- d'éventuel mélange d'un faible pourcentage de flocculant, de l'ordre de 1%, avec le jus sucré filtré obtenu après centrifugation du jus obtenu après pressage des betteraves entières ou découpées;
- de filtration membranaire dudit mélange pour l'obtention d'un rétentat et d'un perméat, ledit perméat procurant du sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'au moins 93% plus particulièrement destiné à la production de sucre cristallisé.

De manière préférentielle, selon ce second mode, on mélange le rétentat avec le gâteau de pressage ou avec les gâteaux de filtration et de pressage.

L'invention concerne également un procédé de conservation du gâteau de pressage, mélangé éventuellement avec le gâteau de filtration obtenu selon l'un des deux modes de réalisations et ou avec le rétentat obtenu selon le second mode de réalisation. Le procédé de conservation comprend une étape d'ensilage du gâteau de pressage ou du mélange, sans tassage dudit gâteau de pressage ou dudit mélange dans le silo. Cela présente pour avantage de supprimer tout tassage nécessaire lors de la mise en silo des pulpes surpressées de betteraves pour chasser l'air présent dans ledit silo. En effet, selon l'invention, le gâteau de pressage ou le mélange permet le tassement naturel de celui-ci lors de la mise en silo qui, en combinaison avec le pourcentage de sucre dans ledit gâteau de pressage ou mélange, suffit pour le développement des bactéries lactiques permettant d'abaisser le pH en dessous de 4. On simplifie ainsi considérablement le procédé de conservation par la suppression du tassage, réduisant de fait la contamination de l'ensilage due aux spores butyriques ayant en outre pour origine l'incorporation de terre dans l'ensilage par les pneus des engins utilisés pour le tassage des silos .

Le procédé de transformation peut en outre comprendre une étape finale de séchage du gâteau de pressage, mélangé éventuellement avec le gâteau de filtration obtenu selon l'un des deux modes de réalisation et ou avec le rétentat obtenu selon le second mode de réalisation.

L'invention concerne également des nourritures pour animaux à base de gâteau de pressage ou de mélange conservé selon le procédé de conservation objet de la présente invention, voire à base de sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 90% et plus de 60% de matière sèche obtenu selon le procédé de transformation selon le premier mode de réalisation.

L'invention concerne également des substrats industriels de fermentation à base de gâteau de pressage ou du mélange obtenu selon le procédé de transformation objet de la présente invention, voire à base de sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 90% et plus de 60% de matière sèche obtenu selon le procédé de transformation selon le premier mode de réalisation.

L'invention concerne également des nourritures pour animaux à base de gâteau de pressage ou de mélange conservé selon le procédé de conservation objet de la présente invention, voire à base de sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 93% obtenu selon le procédé de transformation selon le second mode de réalisation.

L'invention concerne également des substrats industriels de fermentation à base de gâteau de pressage ou du mélange obtenu selon le procédé de transformation objet de la présente invention, voire à base de sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 93% obtenu selon le procédé de transformation selon le second mode de réalisation.

L'invention concerne également du sucre alimentaire obtenu par cristallisation du sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 93% obtenu selon le procédé de transformation selon le second mode de réalisation.

L'invention concerne également une installation pour la mise en œuvre du procédé de transformation de betteraves objet de la présente invention, permettant l'obtention d'un gâteau de pressage des betteraves et d'un jus sucré de betteraves. Cette installation comprend notamment une unité de lavage des betteraves, une unité de pressage, du type presse à vis ou bi vis agencée pour réaliser un pressage partiel des betteraves pour l'obtention d'une part, d'un gâteau de pressage sucré à plus de 20% par rapport à la

matière sèche et, d'autre part, d'un jus sucré à une concentration supérieure à 15% de matière sèche. L'unité de pressage comprend également des moyens de séparation du gâteau de pressage et du jus sucré obtenus après pressage des betteraves.

5 Pour la mise en œuvre du premier mode de réalisation du procédé de transformation, l'installation comprend, en outre, une unité de réchauffage des betteraves entières ou découpées, de préférence du type cuiseur vapeur à 100°C, ainsi qu'une centrifugeuse pour la filtration du jus sucré de betteraves pressées permettant l'obtention d'un gâteau de filtration et d'un jus sucré
10 filtré.

Pour la mise en œuvre du second mode de réalisation du procédé de transformation, l'installation comprend, en outre, une unité d'apport d'un flocculant dans le jus sucré de betteraves pressées ou dans le jus sucré de betteraves filtré par centrifugation et une unité de filtration membranaire, de
15 préférence du type membrane minérale avec une porosité de l'ordre de 0.14 à 0.20 μm permettant l'obtention d'un sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'au moins 93%.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante s'appuyant sur des figures parmi
20 lesquelles :

- la figure 1 schématise une installation traditionnelle connue de l'état de la technique ;
- les figures 2 et 3 schématisent deux installations pour la mise en œuvre du procédé de transformation de la betterave selon les
25 deux modes de réalisation précités, fonction du type de jus sucré recherché ;
- la figure 4 illustre un graphe montrant l'évolution de l'acidité (pH) dans les silos lors de la conservation du gâteau de pressage ou d'un mélange dudit gâteau de pressage avec du gâteau de
30 filtration ou du rétentat ;

- la figure 5 illustre le suivi de la congélation du gâteau de pressage ou du mélange, en comparaison avec des pulpes de betteraves surpressées et des pulpes de betteraves surpressées sucrées ;
- les figures 6 et 7 illustrent des diagrammes obtenus lors d'une
5 étude comparative de l'évolution de la production totale de gaz représentative de la capacité fermentaire dans le rumen d'un animal pour les nourritures pour animaux à base de gâteau de pressage ou de mélange dudit gâteau de pressage avec du gâteau de filtration ou du rétentat et la même nourriture pour animaux
10 dans laquelle on a remplacé ledit gâteau de pressage ou ledit mélange par de la pulpe surpressée sucrée ;

Les procédés traditionnels, connus de l'homme de métier, consistent à réaliser les étapes selon le schéma de la figure 1. Les betteraves 1 sont tout d'abord lavées dans une unité de lavage 2 et découpées en cossettes 1a dans
15 une unité de découpage 3. Les cossettes 1a pénètrent ensuite dans un extracteur 4 dans lequel circule à contre courant, une eau chaude 5, ce qui permet la diffusion du sucre présent dans les cossettes, dans l'eau chaude. Il en ressort des pulpes de betteraves 1b épuisées en sucre qui sont alors pressées dans une unité de pressage 6 pour en extraire l'humidité 7 restante
20 et obtenir en sortie des pulpes surpressées 1c qui sont ensuite conservées dans des silos 8. Parallèlement, le jus de diffusion 5a chargé en sucre en sortie de l'extracteur 4, est purifié par un traitement calcocarboné complexe puis concentré et cristallisé dans une ou plusieurs unités de traitement 9. Il en résulte les effets ou inconvénients précités.

25 Selon le premier mode de réalisation et le second mode de réalisation de l'invention illustrés respectivement aux figures 2 et 3, le procédé de transformation des betteraves permet au moins l'obtention de deux produits de base, à savoir d'une part, un gâteau de pressage contenant plus de 20% de sucre par rapport à la matière sèche et, d'autre part, un jus sucré à une
30 concentration supérieure à 15% de matière sèche.

Selon le premier mode de réalisation illustré en figure 2, l'installation 10 pour la mise en œuvre du procédé de transformation des betteraves permet en outre d'aboutir à deux produits finaux, à savoir d'une part un mélange de gâteau de pressage et de gâteau de filtration et d'autre part, un sirop de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 90% et plus de 60% de matière sèche, de couleur marron. Tel que schématisé en figure 2, les betteraves 11 pénètrent dans une unité de lavage 12. Ces betteraves lavées 11a sont éventuellement découpées dans une unité de découpage 13. De préférence, les betteraves lavées entières 11a ou découpées 11b sont ensuite réchauffées dans une unité de réchauffage 14, constituée par exemple d'un cuiseur vapeur à 100°C. Les betteraves entières ou découpées, réchauffées 11c, pénètrent ensuite dans une unité de pressage 15, par exemple une presse bi vis connue de l'homme de métier, qui réalise un pressage partiel en sorte d'obtenir en sortie deux produits séparés : d'un côté un gâteau de pressage 11d des betteraves contenant plus de 20% de sucre par rapport à la matière sèche et de l'autre côté, un jus sucré 11e de betteraves à une concentration supérieure à 15% de matière sèche. Le jus sucré 11e est ensuite filtré au moyen d'une centrifugeuse 16, par exemple du type Guinard®, permettant l'obtention de deux produits, à savoir un jus sucré filtré 11f et un gâteau de filtration 11g. Le jus sucré filtré 11f est alors concentré au moyen d'un évaporateur sous vide 17 permettant d'aboutir à un sirop de jus sucré filtré 11h d'une pureté d'environ 90% et plus de 60% de matière sèche. Le gâteau de filtration 11g est quant à lui, de préférence mélangé avec le gâteau de pressage 11d, ledit mélange 11i étant ensuite conservé séché ou en l'état dans des silos 18.

Selon le second mode de réalisation illustré en figure 3, l'installation 20 pour la mise en œuvre du procédé de transformation des betteraves permet en outre d'aboutir à deux produits finaux, à savoir d'une part un mélange de gâteau de pressage et de rétentat ou un mélange de gâteau de pressage, de filtration et de rétentat et d'autre part, un sirop de jus sucré filtré d'une pureté supérieure à 93%, de couleur jaune paille. Tel que schématisé en figure 3, les betteraves 21 pénètrent dans une unité de lavage 22. Ces betteraves lavées

21a sont éventuellement découpées dans une unité de découpage 23. Les betteraves entières 21a ou découpées 21b pénètrent ensuite dans une unité de pressage 24, par exemple une presse à vis connue de l'homme de métier, en sorte d'obtenir en sortie deux produits séparés : d'un côté un gâteau de pressage 21d des betteraves contenant plus de 20% de sucre par rapport à la matière sèche et de l'autre côté, un jus sucré 21e de betteraves à une concentration supérieure à 15% de matière sèche. Le jus sucré 21e est ensuite éventuellement filtré au moyen d'une centrifugeuse permettant l'obtention de deux produits, d'un côté un gâteau de filtration qui pourra être réincorporé dans le gâteau de pressage et de l'autre un jus sucré filtré. Suivant le cas le jus sucré 21e ou le jus sucré filtré sera mélangé avec du flocculant 25, par exemple du type Sucrofloc®, dans un mélangeur 26, ledit mélange 27 obtenu étant ensuite filtré au moyen d'une unité de filtration membranaire 28, par exemple du type membrane minérale avec une porosité comprise entre 0,14 et 0,20 μm , permettant l'obtention de deux produits, à savoir un perméat 29 constituant un jus sucré filtré d'une pureté supérieure à 93% et rétentat 30. Le jus sucré filtré d'une pureté supérieure est ensuite concentré puis utilisé en cristallisation selon des techniques connues, en sucre alimentaire. Le rétentat 30 est quant à lui, de préférence mélangé avec le gâteau de pressage 21d, ledit mélange 31 étant ensuite conservé séché ou en l'état dans des silos 32.

Le mélange 11i de gâteau de pressage 11d avec le gâteau de filtration 11g et le mélange 31 de gâteau de pressage 21d avec le rétentat 30, voire le gâteau de pressage 11d ou 21d seul, conservés dans les silos 18 ou 32, sont utilisés soit comme composant dans la nourriture pour animaux soit comme substrat de fermentation. Le jus sucré filtré 11h obtenu selon le procédé de transformation illustré en figure 2, est également utilisé soit comme composant dans la nourriture pour animaux soit comme substrat de fermentation.

La description suivante a pour but de mettre en évidence les caractéristiques particulières du gâteau de pressage 11d ou 21d, voire du

mélange 11i ou 30, ci-après dénommé produit NA dans lequel il reste encore une quantité importante de sucre de constitution, en comparaison des pulpes surpressées ou des pulpes surpressées sucrées.

5 Selon l'invention, le procédé de transformation permet d'aboutir à un produit NA dont la composition présente les valeurs analytiques (en % de matière sèche MS) et les valeurs alimentaires (par kg de matière sèche MS) suivantes :

Valeurs analytiques (en % de MS) :

	MS :	30%
10	Protéines brutes :	7,3 %
	Matière grasse :	0,1 %
	Cendres brutes :	9.0 %
	Sucres :	30 %
	Cellulose Brute :	14,3 %

15

Valeurs alimentaires (par kg de MS)

	Unité fourragère lait (UFL) :	1.44
	Unité fourragère Viande (UFV) :	1.35
	Protéine Digestible dans l'Intestin (PDIN) :	45 g/kg
20	Protéine Digestible dans l'Intestin (PDIE) :	63 g/kg
	Protéine Digestible Alimentaire (PDIA) :	21 g/kg

Où :

25 PDIN représente la quantité de protéines digestibles dans l'intestin d'un aliment quand il est inclus dans une ration déficitaire en azote dégradable.

PDIE représente la quantité de protéines digestibles dans l'intestin d'un aliment quand il est inclus dans une ration déficitaire en énergie.

30 En comparaison, les pulpes surpressées provenant du schéma sucrier traditionnel, illustré en figure 1, présentent une teneur en matière sèche de 27 % environ. Ces pulpes surpressées ont une composition présentant les valeurs analytiques et les valeurs alimentaires suivantes :

Valeurs analytiques (en % de MS)

	MS :	27 %
	Protéines brutes :	9,8 %
	Cendres brutes :	9.0 %
5	Sucres :	7 %
	Cellulose Brute :	20,6 %

Valeurs alimentaires (par kg de MS)

	UFL :	1.01
10	UFV :	0,99
	PDIN :	60 g/kg
	PDIE :	84 g/kg
	PDIA :	28 g/kg

15 Une seconde comparaison a été réalisée avec des pulpes surpressées sucrées. Ces pulpes surpressées sucrées sont une association de pulpes surpressées décrites précédemment et de sirop de sucre issu du procédé sucrier classique contenant 87 % de sucre sur matière sèche. Ces deux produits ont été mélangés pour obtenir une composition chimique similaire à

20 celle du produit NA. Ces pulpes surpressées sucrées ont une composition présentant les valeurs analytiques et les valeurs alimentaires suivantes :

Valeurs analytiques (en % de MS)

	MS :	30 %
	Protéines brutes :	7,3 %
25	Matière grasse :	0,1 %
	Cendres brutes :	9.0 %
	Sucres :	30 %
	Cellulose Brute :	14,3 %

Valeurs alimentaires (par kg de MS)

UFL : 1.44

UFV : 1.35

5 PDIN :45 g/kg

PDIE : 63 g/kg

PDIA : 21 g/kg

Des essais de conservation du produit NA, des pulpes surpressées et
10 des pulpes surpressées sucrées ont été réalisés par le principe de l'ensilage. Le
principe de l'ensilage est de mettre le produit frais à l'abri de l'air de façon à
permettre le développement des bactéries lactiques anaérobies. Pour ce faire,
l'ensilage est généralement tassé pour évacuer le maximum d'oxygène. Le
développement rapide des bactéries lactiques se traduit par une augmentation
15 rapide de l'acidité de l'ensilage (baisse du pH).

Une acidification rapide du silo est indispensable afin d'amener
rapidement le pH à une valeur inférieure à 4. Si cette acidification est trop
lente, il y a risque de développement d'entérobactéries et de spores butyriques
qui vont produire de l'acide acétique et de l'acide butyrique responsables d'une
20 part d'une perte de matière sèche de l'ensilage et donc de valeur nutritionnelle
et d'autre part de l'inappétence de l'ensilage : odeurs et goûts désagréables.

En fermentant les sucres solubles contenus dans l'ensilage, les bactéries
lactiques produisent de l'acide lactique, acidifient très rapidement le milieu et
abaissent le pH à une valeur inférieure à 4. A un pH inférieur à 4, la protéolyse
25 (perte de protéines par fermentation) et les fermentations productrices
d'acides gras volatils dans le fourrage ensilé sont stoppées. L'ensilage devient
stable et peut être conservé dans de bonnes conditions, le rendant apte à
répondre aux besoins alimentaires de l'élevage.

Les essais ont permis de mesurer l'évolution de l'acidité (pH) des silos
30 de produit NA .

Mesure du pH du produit NA après sa mise en silo :

Nombre de jours après ensilage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18	31
pH mesuré	4,32	4,14	3,92	3,77	3,69	3,55	3,52	3,51	3,54	3,45	3,4

Ce qui permet d'aboutir au graphe de la figure 4 montrant l'évolution de l'acidité (pH) du produit NA conservé en ensilage. On constate que le pH du produit NA se stabilise aux environs de 3,4 après une durée de conservation de 18 jours.

Une comparaison avec les pulpes surpressées montre qu'elles n'atteignent jamais un pH aussi bas. Après 32 jours, le pH des pulpes surpressées mesuré sur 9 silos différents n'était que de 3,9. De plus, au bout de près de 5 mois, le pH de ces silos de pulpes surpressées n'a pas été inférieur à 3,6.

En outre, les conditions de mise en silo pour le produit NA sont avantageuses. En effet, pour favoriser le développement des bactéries lactiques anaérobies et donc favoriser la diminution du pH du silo, il est indispensable avec les pulpes surpressées, de tasser le produit ensilé. Or, contrairement aux pulpes surpressées sur lesquelles ont été réalisées les mesures de pH, le produit NA n'a pas été tassé lors de la constitution du silo. Son acidification a tout de même été plus rapide et a atteint un niveau d'acidité supérieur à celui des pulpes surpressées. Le fait que le produit NA ne doive pas être tassé représente un gain de temps considérable pour les agriculteurs utilisateurs du produit NA et limite les risques d'incorporation de terre dans l'ensilage et donc sa contamination par des spores butyriques .

Par ailleurs, les points de congélation diffèrent entre le produit NA, les pulpes surpressées et les pulpes surpressées sucrées. La résistance du produit à la congélation présente plusieurs avantages :

- en cas de gel de l'ensilage, l'éleveur ne peut plus l'utiliser et ne peut plus le distribuer à ses animaux ;
- il peut également se former de gros blocs gelés de produits qui peuvent parfois endommager le matériel distribuant les aliments aux animaux.

Des mesures de cinétique de congélation ont été réalisées pour comparer les pulpes surpressées, le produit NA et les pulpes surpressées sucrées. Ces mesures sont illustrées sur le graphe de la figure 5 qui montre le suivi de la congélation du produit NA en comparaison des pulpes surpressées et des pulpes surpressées sucrées. Il apparaît que :

- les paliers de congélation pour les pulpes surpressées sucrées et pour le produit NA sont atteints en même temps. Le lot pulpes surpressées reste plus lent à atteindre ce palier.
- le lot pulpes surpressées a une température de palier de congélation nettement plus élevée que les 2 autres lots :
 - lot pulpes surpressées : 0,2 / 0,3°C ;
 - lot pulpes surpressées sucrées : - 2°C ;
 - lot produit NA : - 3°C ;
- les lots Pulpes surpressées sucrées et produit NA ont une congélation plus douce et des durées de palier similaires ;
- par contre, le lot Pulpes surpressées est plus hétérogène avec une moyenne de 4h45 contre 3h40 pour le lot Pulpes surpressées sucrées et 4h30 pour le lot produit NA.

En conclusion, on constate ainsi une acidification plus rapide du silo de produit NA que des silos de pulpes surpressées. De plus, le pH de stabilisation du produit NA est de 3,4. Le produit NA peut ainsi se conserver sans développer une microflore indésirable à sa conservation. En outre, ce résultat peut être obtenu sans que le silo soit tassé, contrairement aux pulpes surpressées ce qui présente des avantages certains : des contraintes de travail réduites pour les agriculteurs et des risques réduits de contamination de l'ensilage par des spores butyriques.

Le pallier de congélation est atteint plus tard et est plus bas pour le produit NA par rapport aux pulpes surpressées ce qui traduit sa plus grande capacité à résister au gel en comparaison des pulpes surpressées. Les pulpes surpressées sucrées quant à elles suivent un profil similaire à celui du produit

NA jusqu'au pallier de congélation après quoi, la cinétique de congélation est plus rapide que celle du produit NA.

Les mesures de la production totale de gaz sur le produit NA, les pulpes surpressées et les pulpes surpressées sucrées aboutissent aux graphes des figures 6 et 7 montrant une comparaison de la production totale de gaz entre une ration à base de produit NA et une ration à base de pulpes surpressées sucrées. Ces mesures de production totale de gaz pour différentes rations pour vaches laitières ont été réalisées dans un fermenteur à partir de jus de rumen.

Selon une série d'essai, on compare des rations à base de produit NA et pulpes surpressées sucrées. Des essais comparables ont été réalisés avec des rations à base de produit NA et de pulpes surpressées et permettent d'aboutir à des conclusions similaires. Seuls les premiers essais sont pour cela développés ci-après.

L'objectif est de comparer deux produits, nourriture pour animaux, de même composition chimique : matière sèche, teneur en sucre, etc... mais obtenus suivant deux procédés différents. Etant donné que les valeurs alimentaires théoriques des deux produits, produit NA et pulpes surpressées sucrées étaient les mêmes, nous avons créé une ration dans laquelle nous avons substitué le produit NA par la pulpe surpressée sucrée.

20

Quantité brute/animal/jour	Ration 1	Ration 2
ENSILAGE DE MAIS	35	35
PULPES SURPRESSEES SUCREES	10	-
PRODUIT NA	-	10
CORRECTEUR AZOTE	3,7	3,7
PAILLE	2	2

La mesure de la production de gaz permet de déterminer la capacité fermentaire de la ration ou de l'aliment testé. Plus la production de gaz sera importante avec le même équilibre alimentaire (Energie / Azote), plus les aliments ingérés auront été valorisables pour l'animal.

25

En comparaison des pulpes surpressées sucrées, la cinétique de fermentation et la production totale de gaz sont plus importantes avec le produit NA. Cela apparaît sur les figures 6 et 7.

5 En conclusion, on constate les avantages qu'apporte de manière générale le produit NA par rapport aux pulpes surpressées et aux pulpes surpressées sucrées.

L'acidification du silo de produit NA est plus rapide et plus forte que les pulpes surpressées. La conservation du produit NA sous forme d'ensilage et donc meilleure que celle des pulpes surpressées ; les qualités nutritionnelles
10 du produit NA sont ainsi mieux préservées. De plus la mise en silo du produit NA ne nécessite pas de le tasser, ce qui constitue une contrainte réduite de travail pour les agriculteurs utilisateurs en comparaison des pulpes surpressées. Cela permet également de réduire la contamination de l'ensilage par les spores butyriques.

15 Il a été constaté une production accrue de gaz avec les rations produit NA en comparaison de celles contenant des pulpes surpressées sucrées. Cela traduit de meilleures capacités de fermentations au niveau du rumen de l'animal pour le produit NA et donc une meilleure valorisation de l'aliment par l'animal pour exprimer toutes ses performances zootechniques.

20 Enfin, d'un point de vue pratique, il a été constaté que le produit NA ne gélait qu'à une température inférieure à -3°C , alors que les pulpes surpressées gelaient autour de 0°C . L'utilisation et la distribution du produit NA aux animaux sont donc facilitées en période hivernale qui sera la période principale de distribution aux animaux.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de transformation de betteraves comprenant au moins les étapes suivantes :
 - lavage des betteraves ;
 - 5 - pressage partiel des betteraves pour l'obtention d'une part, d'un gâteau de pressage contenant plus de 20% de sucre par rapport à la matière sèche et, d'autre part, d'un jus sucré à une concentration supérieure à 15% de matière sèche ;
 - séparation du gâteau de pressage et du jus sucré.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, comprenant entre l'étape de lavage et de pressage, une étape de découpage des betteraves .
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, comprenant entre l'étape de lavage et l'étape de pressage, une étape de réchauffage des betteraves entières ou découpées.
- 15 4. Procédé selon la revendication 3, comprenant une étape de filtration du jus sucré par centrifugation pour l'obtention d'une part, d'un gâteau de filtration et, d'autre part, d'un jus sucré filtré.
5. Procédé selon la revendication 4, selon lequel on mélange le gâteau de filtration avec le gâteau de pressage.
- 20 6. Procédé selon la revendication 4, selon lequel le jus sucré filtré a une pureté d'environ 90%.
7. Procédé selon la revendication 4, comprenant une étape de traitement du jus sucré filtré par évaporation pour l'obtention d'un sirop de jus sucré filtré d'une matière sèche supérieure à 60%
- 25 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant les étapes suivantes :
 - de mélange d'un faible pourcentage de floculant, de l'ordre de 1%, avec le jus sucré ;
 - de filtration membranaire dudit mélange pour l'obtention d'un rétentat et d'un perméat, ledit perméat procurant un jus sucré
 - 30 filtré d'une pureté d'au moins 93%.

9. Procédé selon la revendication 8, selon lequel on mélange le rétentat avec le gâteau de pressage.
10. Procédé de conservation du gâteau de pressage selon l'une des revendications 1 à 3 ou du mélange selon l'une des revendications 5 et
5 ou 9, comprenant une étape d'ensilage du gâteau de pressage ou du mélange, sans tassage dudit gâteau de pressage ou dudit mélange dans le silo.
11. Procédé de conservation du gâteau de pressage selon l'une des revendications 1 à 3 ou du mélange selon l'une des revendications 5 et
10 ou 9, comprenant une étape de séchage du gâteau de pressage ou du mélange.
12. Nourriture pour animaux à base de gâteau de pressage ou de mélange objet de la revendication 1 ou 5 et ou 9.
13. Nourriture pour animaux à base de gâteau de pressage ou de mélange
15 conservé selon le procédé de conservation objet de la revendication 10.
14. Nourriture pour animaux à base de gâteau de pressage ou de mélange conservé selon le procédé de conservation objet de la revendication 11.
15. Nourriture pour animaux à base de jus sucré, obtenu selon le procédé de transformation objet de la revendication 1
- 20 16. Nourriture pour animaux à base de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 90% obtenu selon le procédé de transformation objet de la revendication 6
17. Nourriture pour animaux à base de sirop de jus sucré filtré d'une matière sèche supérieure à 60% selon la revendication 7
- 25 18. Substrat de fermentation à base de gâteau de pressage ou de mélange objet de la revendication 1 ou 5 et ou 9.
19. Substrat de fermentation à base de gâteau de pressage ou de mélange conservé selon le procédé de conservation objet de la revendication 10.
- 30 20. Substrat de fermentation à base de gâteau de pressage ou de mélange conservé selon le procédé de conservation objet de la revendication 11.

21. Substrat de fermentation à base de jus sucré obtenu selon la revendication 1.
22. Substrat de fermentation à base de jus sucré filtré d'une pureté d'environ 90% obtenu selon le procédé de transformation objet de la
5 revendication 6.
23. Substrat de fermentation à base de sirop de jus sucré filtré d'une matière sèche supérieure à 60% selon la revendication 7
24. Sucre alimentaire obtenu par cristallisation de sirop de jus sucré filtré
10 d'une pureté de 93% obtenu selon le procédé de transformation objet de la revendication 7.

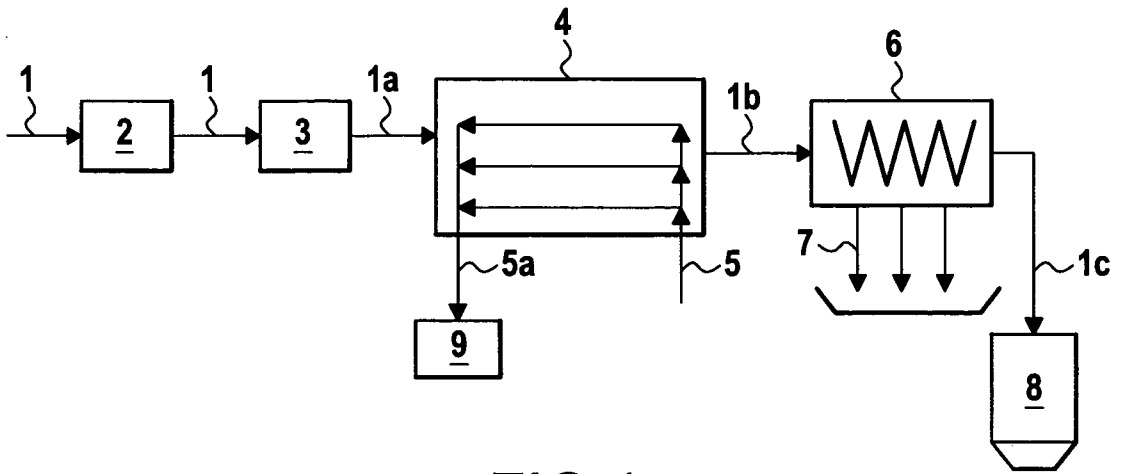


FIG.1

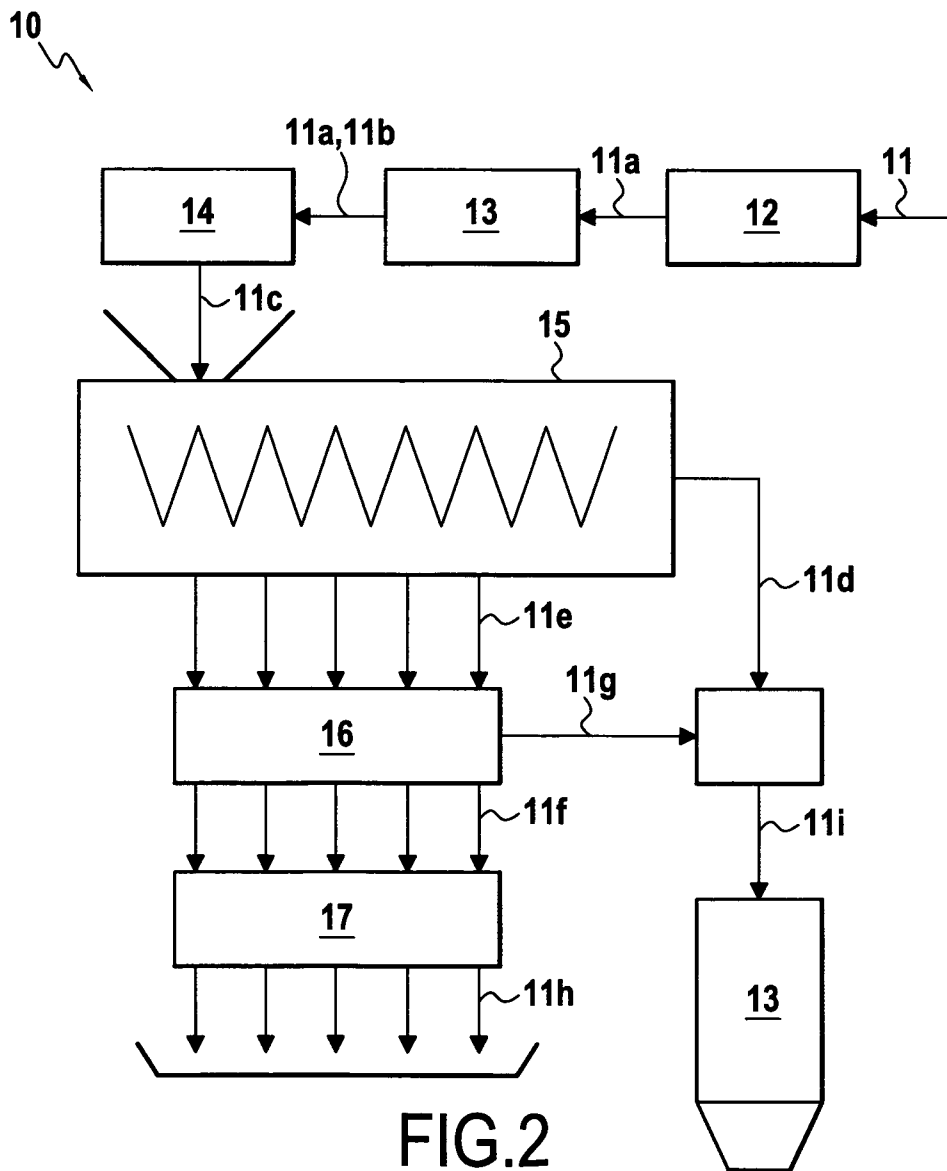


FIG.2

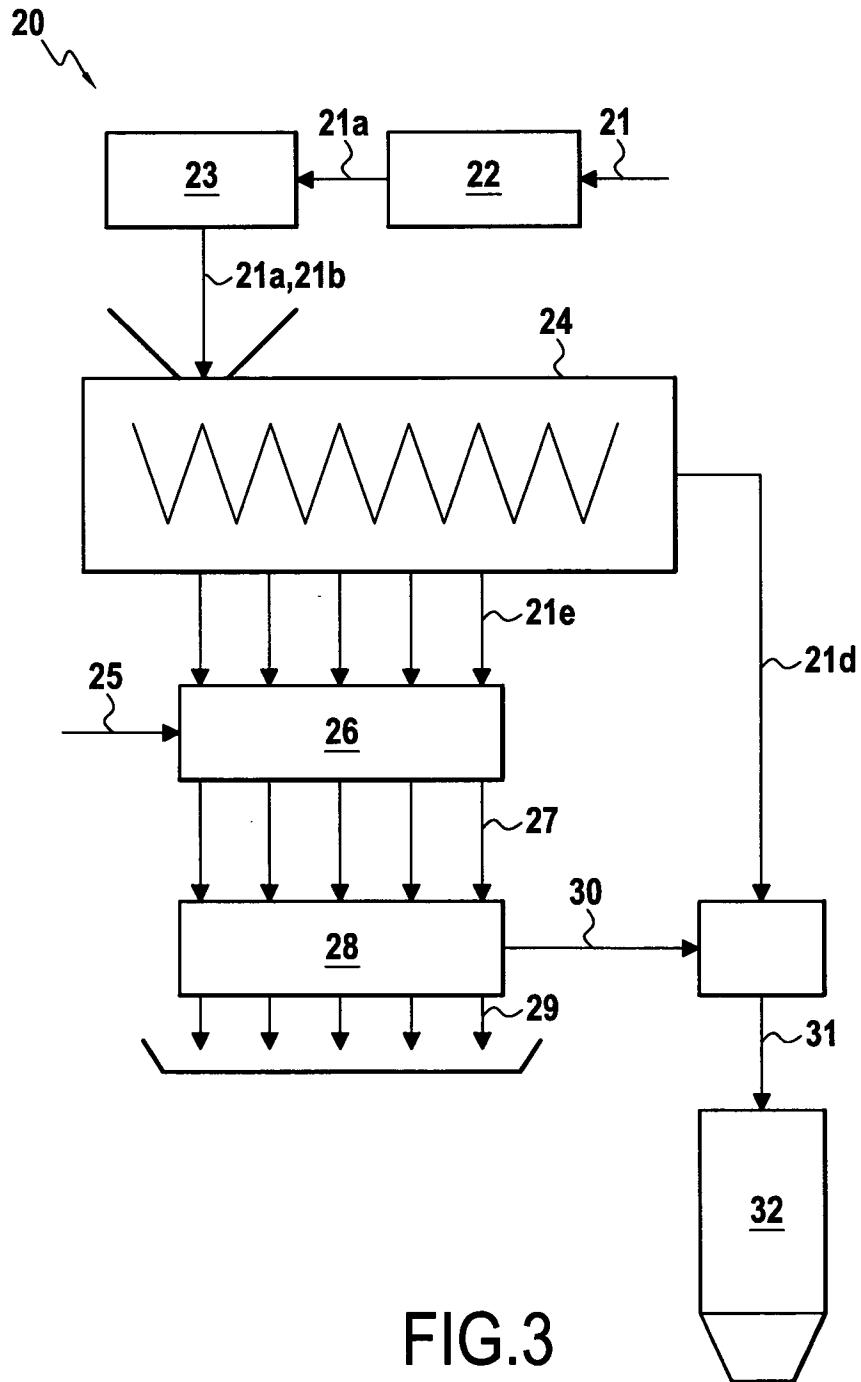


FIG.3

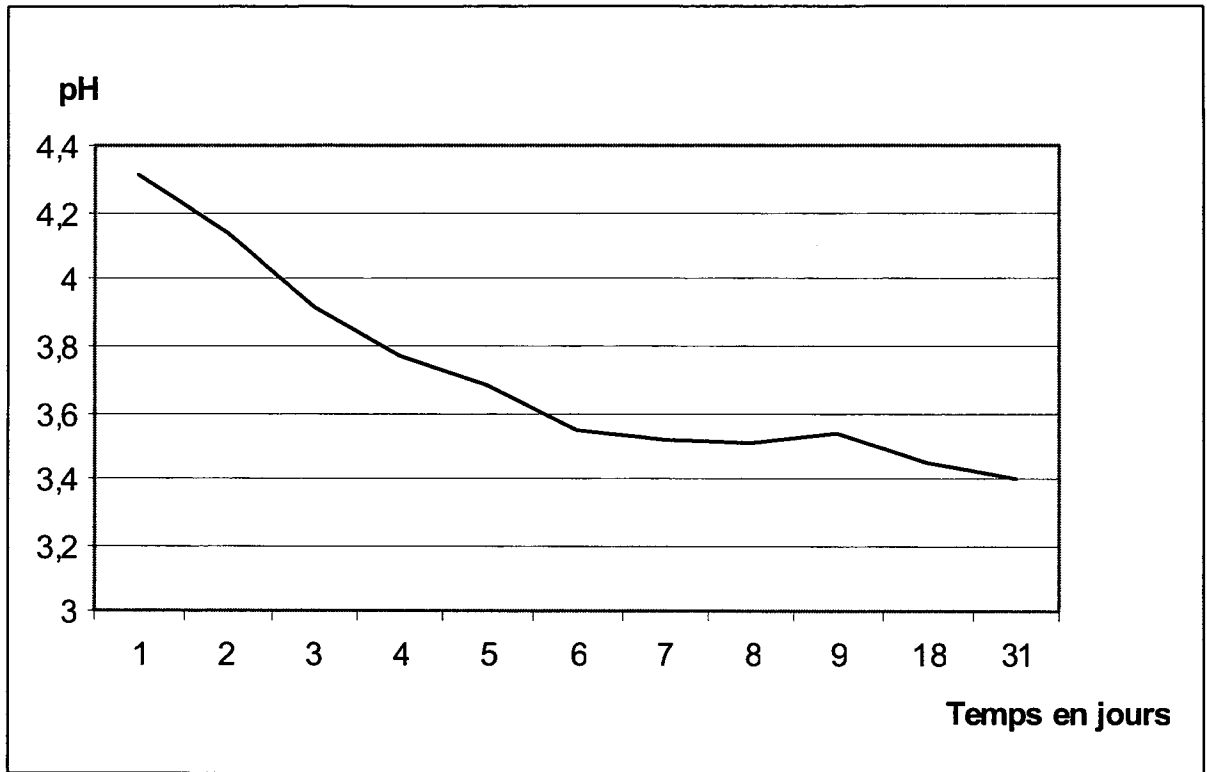


FIG.4

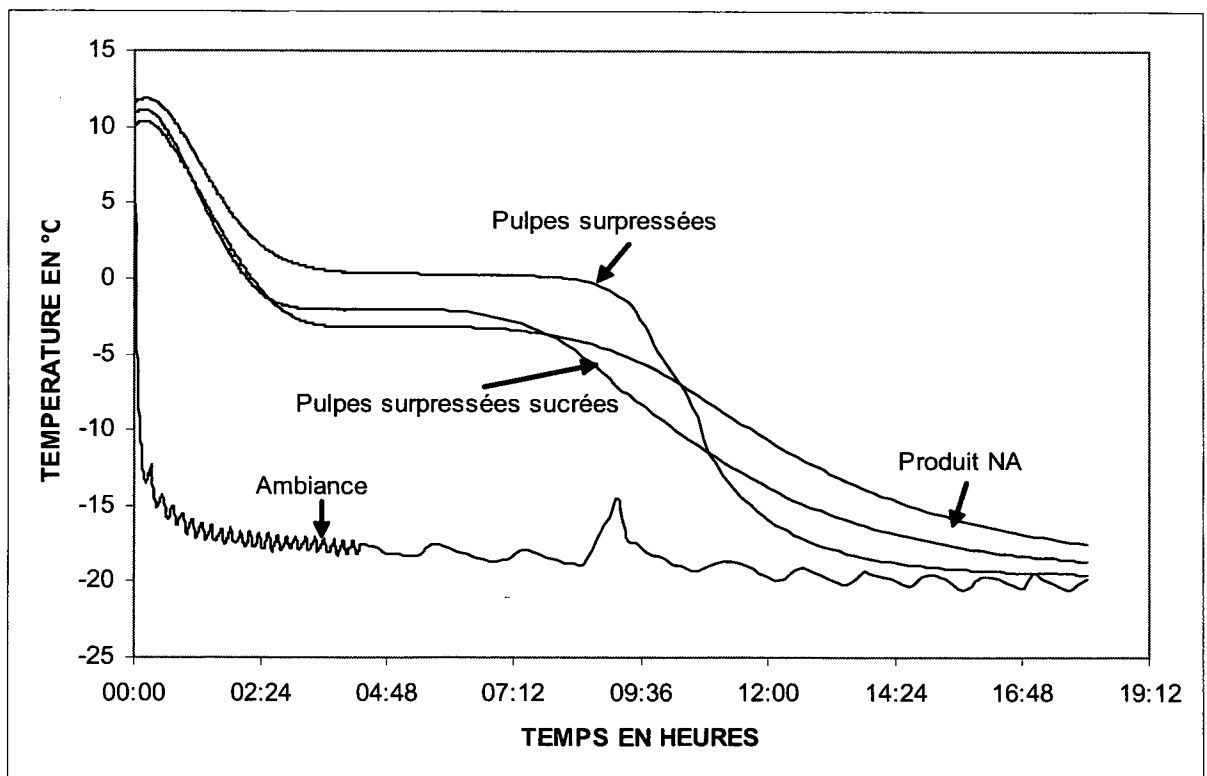


FIG.5

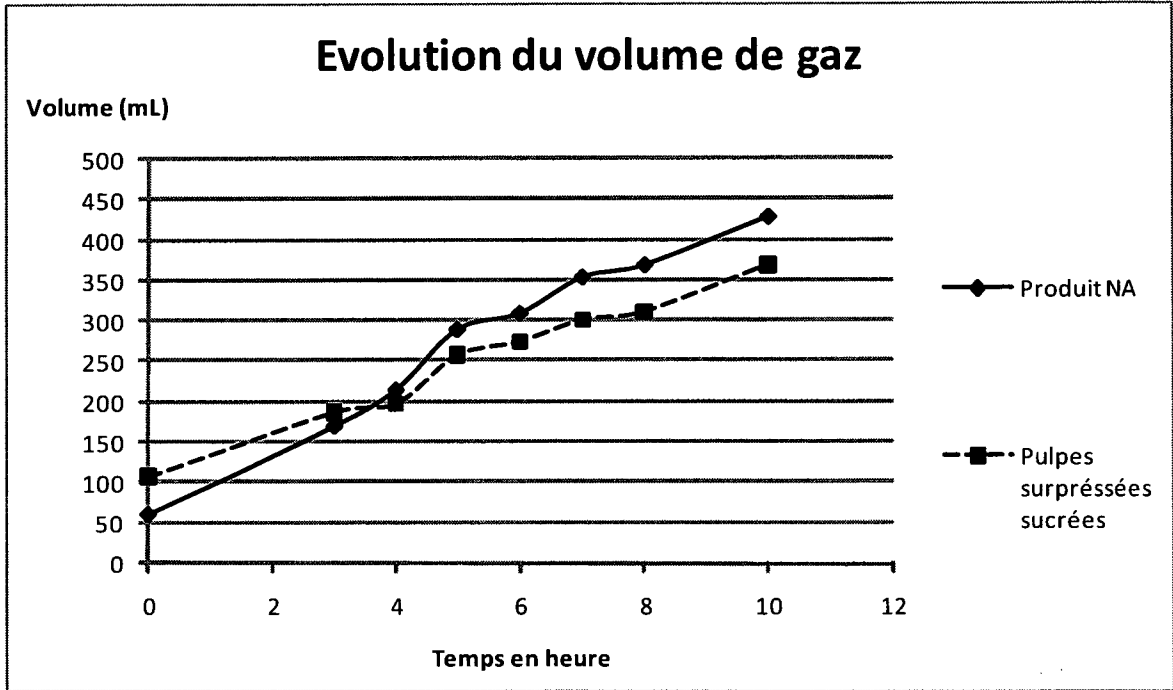


FIG.6

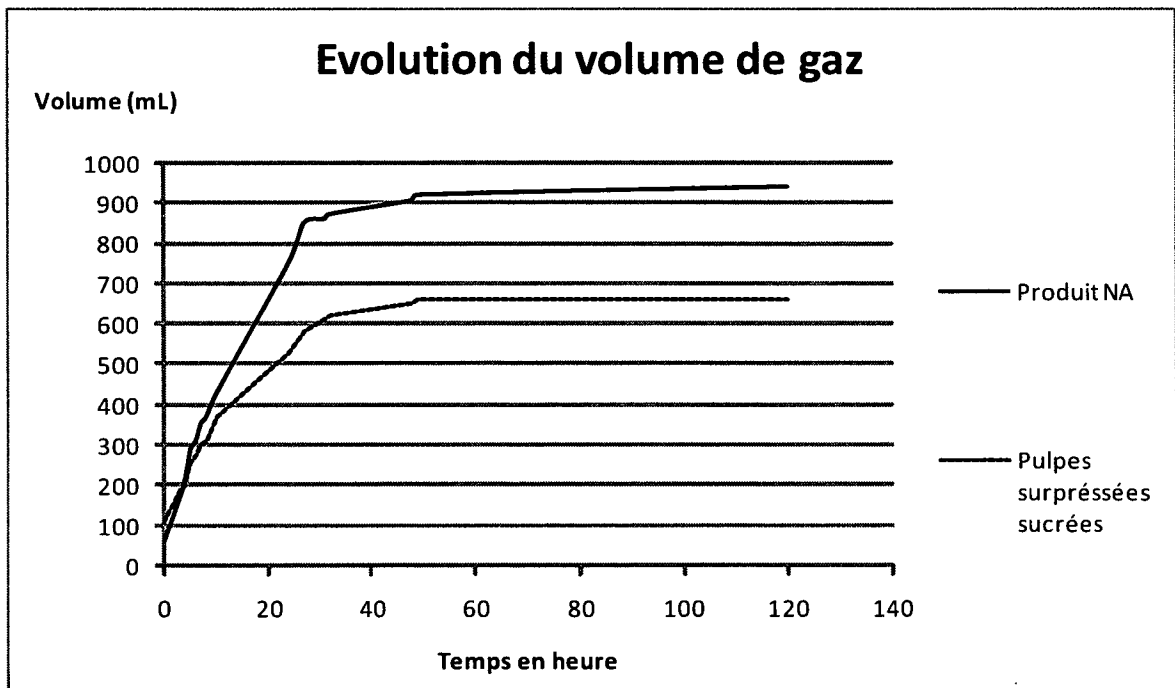


FIG.7