

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

92928

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: 92928

51

Int. Cl.:
C05F 3/06, C02F 11/12

22

Date de dépôt: 23/12/2015

30

Priorité:

72

Inventeur(s):
TROUVE EMMANUEL – 34270 VACQUIÈRES (France)

43

Date de mise à disposition du public: 20/07/2017

74

Mandataire(s):
DENNEMEYER & ASSOCIATES S.A. PATENT
DEPARTMENT – 1015 LUXEMBOURG (Luxembourg)

47

Date de délivrance: 20/07/2017

73

Titulaire(s):
AMA MUNDU TECHNOLOGIES S.A. –
3895 FOETZ (Luxembourg)

54

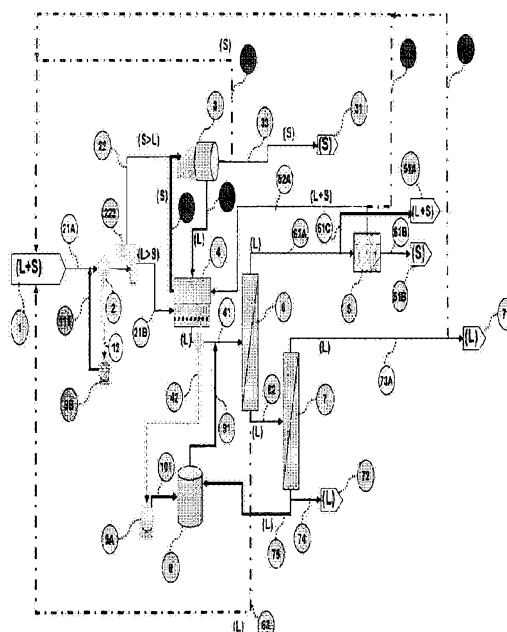
Dispositif et procédé de traitement d'une biomasse pour produire des matières sèches solides, un engrais phosphoré et azoté, un engrais azoté riche en potassium et de l'eau.

57

Abrégé: La présente invention concerne un dispositif et un procédé de traitement d'une biomasse (1) pour produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphore et azoté (51A ; 51B), un engrais azoté (71) riche en potassium et de l'eau potable (72). 92928

20

Fig. 1



Dispositif et procédé de traitement d'une biomasse pour produire des matières sèches solides, un engrais phosphoré et azoté, un engrais azoté riche en potassium et de l'eau.

- 5 La présente invention concerne un dispositif, selon la revendication 1, et un procédé, selon la revendication 6, de traitement d'une biomasse (1) pour produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphoré et azoté (51A ;51B), un engrais azoté (71) riche en potassium et de l'eau potable (72).
- 10 Dans le domaine de l'énergie, et plus particulièrement des bioénergies, le terme de biomasse désigne l'ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique (champignons) pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou après de nouvelles transformations chimiques (agrocarburant).
- 15 La biomasse est aujourd'hui la deuxième source d'énergie renouvelable en France, après l'énergie hydraulique. Dans la présente invention le terme biomasse doit être compris comme englobant la biomasse solide et liquide.
Exemple de biomasse solide : fumier, boues de stations d'épuration, boues de digesteurs.
Exemple de biomasse liquide : lisier, purin.
- 20 La modernisation et la spécialisation des activités agricoles a conduit à abandonner l'équilibre entre l'alimentation des animaux par les seuls produits de la ferme d'une part et le retour des déjections animales sur les terres de la ferme d'autre part. Désormais, de nombreux élevages importent une part importante de l'alimentation animale (jusqu'à 100%) et ne disposent plus de suffisamment de terres pour y retourner les lisiers ou autres déjections produites. Dans l'Union Européenne, l'impact environnemental de ces élevages hors sol (ou utilisant peu de terres agricoles) est avéré : pollution importante des ressources en eau douce, en particulier par les nitrates ou par les résidus de substances vétérinaires, et également par les excès de potassium.
- 30 Le Luxembourg possède environ 680 élevages d'animaux de plus de 100 têtes équipés de fosses à lisier, et les pays voisins (DE, BE, NL et FR) en possèdent plus de 153000. Il reste aussi un grand nombre d'élevages sans fosse à lisier. (Source: Eurostat, Survey on agricultural production methods and Farm structure survey, 2010).
- 35 Issu des déjections animales, le lisier est un mélange complexe et de compositions très variables, en fonction des animaux présents sur l'exploitation agricole, de leur mode d'alimentation et d'élevage et du mode de collecte des déjections animales.

Bien que produit toute l'année, le lisier ou les mélanges en contenant ne peuvent être épanchés sur les terres agricoles en toute saison : il existe des périodes de restriction ou d'interdiction d'épandage. De même, les quantités autorisées par hectare de terre sont aussi réglementées. Les élevages sont ainsi contraints de stocker les lisiers pendant des périodes de plusieurs mois, supportant le coût d'investissement de ces cuves de stockage. Puis la vidange des cuves est réalisée durant les périodes autorisées, sans toutefois correspondre aux seuls besoins des cultures en fertilisants : n'étant pas utilisés par les plantes, les apports excédentaires migrent vers les nappes d'eau souterraines et les polluent de manière importante; dans le cas de nappes fluviales, les polluants rejoignent la mer et provoquent aussi la prolifération d'algues. La dépollution des lisiers pour éviter leur épandage est pratiquée dans certaines régions européennes par des procédés conventionnels de traitement des eaux usées : l'énergie requise est importante, et la réglementation évolue vers une interdiction de ces méthodes. Une autre alternative est l'apport des lisiers ou mélanges en contenant comme substrat pour la production de biogaz : non seulement le potentiel méthanogène n'est que modéré ou faible, mais le transport d'une grande proportion d'eau (50% à 90%) à un coût et un impact environnemental difficilement soutenable pour les opérateurs.

Dans tous les cas, le problème principal est le transport d'une grande proportion d'eau sans intérêt pour la destination finale (fertilisation par épandage, méthanisation). Dans le cas de l'épandage, de nombreux captages d'eau souffrent d'un excès de potassium (K) et de nitrates (NO_3) suite aux apports trop importants de lisiers. Un second problème en découle : l'absence de méthode de concentration compatible avec les contraintes économiques et techniques des exploitations agricoles européennes, malgré toutes les tentatives réalisées depuis l'émergence du problème avec toutes les technologies conventionnelles de concentration.

A ce jour il n'existe aucun procédé ni système équivalent à la présente invention. Les alternatives actuelles souffrent soit d'un problème de coût élevé, soit de contraintes économiques (ex: coûts en hausse pour l'épandage, ...), soit de contraintes environnementales (ex: interdiction d'épandage ou de rejet, ...).

Les solutions existantes se répartissent en deux grandes familles :

1. Procédés physico-chimiques :

La séparation mécanique, l'isolation sous lattes, la décantation, naturelle ou par centrifugation, flottation avec air dissous, précipitation physico-chimique.

2. Procédés biologiques :

Procédés de digestion anaérobie, boues activées, bio-filtration, compostage.

Basées sur une approche de type 'traitement' avec valorisation partielle de certains sous-produits, ces solutions ne permettent pas un fractionnement complet des lisiers donnant exclusivement des produits valorisés (eau, engrais NP (azote-phosphore) ou NK (azote-potassium), matières organiques sèches). De plus, elles génèrent des transports importants entre fosses et lieux de traitement ou d'épandage, et elles ne suppriment pas les risques de nuisances olfactives et de pollution des aquifères, des rivières ou des eaux côtières.

Le point scientifique et technique le plus complet a été réalisé lors d'une conférence tenue en Belgique en 2013, avec la participation des meilleurs spécialistes mondiaux:

<http://www.manuresource2013.org>

L'avantage que procure la présente invention est qu'elle permet de fractionner les lisiers sans les transporter et d'obtenir ainsi trois ou quatre fractions valorisables:

(1) une eau sans micropolluants, une eau avec une teneur résiduelle en azote très faible ou nulle, dont l'infiltration ou l'irrigation peuvent être menées sans risque pour les aquifères, ladite eau pouvant aussi être utilisée en boisson animale ou en nettoyage,

(2,3) un engrais riche en phosphore & azote et un engrais liquide riche en potassium & azote, conservable jusqu'à son utilisation en phase avec les besoins, et

(4) un mélange de matières concentrées dans un faible volume, pouvant satisfaire à plusieurs utilisations telles que paillage, substrat de méthanisation, amendement organique simple ou composté, combustible. Conçu à partir de techniques de séparation mécaniques, physiques et hydrauliques, ladite technique n'utilise pas de produits chimiques rejetés avec l'eau : c'est une solution propre.

La présente invention procure les mêmes avantages lorsqu'elle est mise en œuvre pour fractionner des digestats, des mouts de fermentation, des boues de station d'épuration.

Les extracteurs d'eau de la présente invention utilisent la séparation sur membranes céramiques de nanofiltration : la taille des pores est si petite (1 nm à 3 nm) que seule l'eau (et quelques ions ou petites molécules) peuvent traverser cette barrière membranaire. Selon les liquides bruts, des prétraitements appropriés sont sélectionnés et appliqués en temps réel pour bien préparer le passage en nanofiltration.

Selon la qualité d'eau souhaitée, une étape de finition est identifiée pour atteindre les exigences de rejet ou de réutilisation de l'eau.

L'extraction d'engrais permet la récupération du phosphore et du potassium dans deux fractions séparées, avantageuses pour la formulation et l'utilisation desdits engrais.

D'autres avantages de la présente invention portent sur la diafiltration sur membranes de nanofiltration, le fractionnement complet in situ, l'extraction à bas coût du phosphore organique et l'extraction séparée du potassium et du phosphore. La diafiltration est un processus de dilution qui implique l'élimination ou la séparation de certains composants d'un liquide contenant des molécules solubles et dans certaines conditions filtrables dans une solution (aqueuse en général), basée sur le tri des molécules selon leur taille en utilisant des filtres perméables plus ou moins nanométriques, avec l'objectif de produire de l'eau pure ou de récupérer des éléments.

Une action est exercée sur le volume pour diminuer la concentration avant le passage à travers le module (6) de nanofiltration et simultanément le PH est influencé en amont du module (6) de nanofiltration afin d'optimiser la filtration.

Le problème technique résolu par la présente invention est de fournir une solution écologique à l'importante pollution des nappes phréatiques et de la mer ayant comme origine la biomasse solide telle que les fumiers, boues de stations d'épuration, boues de digesteurs et la biomasse liquide telle que le lisier et le purin.

La solution à ce problème est de traiter la biomasse (1) en la faisant passer dans un dispositif afin de produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphoré et azoté solides (51B) et/ou solide en suspension liquide (51A), un engrais azoté (71) liquide riche en potassium et de l'eau potable (72).

La présente invention concerne un dispositif de traitement d'une biomasse (1) pour produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphoré et azoté (51A ;51B), un engrais azoté (71) riche en potassium et de l'eau potable (72) comprenant :

- de la biomasse (1) se présentant sous forme d'une partie dite liquide (L) et d'une partie dite solide (S), introduites par au-moins un conduit (21A) directement relié à au-moins un module (2) d'analyses de PH et de siccité qui mesure les caractéristiques de siccité et de PH de ladite biomasse (1),
- au-moins un répartiteur (222) directement relié d'une part par le conduit (22) à au-moins un module (3) de séparation des parties liquides (L) et solides (S) de la biomasse (1) et d'autre part à au-moins un tamis (4) par le conduit (21B), ledit répartiteur (222) recevant ladite biomasse (1) et envoyant cette biomasse (1) vers ledit module (3) de séparation des parties liquides (L) et solides (S) de la biomasse (1) si la siccité est supérieure à 15% et envoyant la biomasse (1) vers ledit un tamis (4) si la siccité est inférieure ou égale à 15%,
- ledit tamis (4) dans lequel entre ladite biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15%, ledit tamis (4) comportant :

- au-moins un conduit (21B) d'entrée de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15%, ledit conduit (21B) étant directement relié audit répartiteur (222),
 - au-moins un conduit (30) d'entrée de la partie liquide (L) extraite de la biomasse (1) de siccité supérieure à 15%, directement relié à au-moins un module (3) de séparation des parties liquides (L) et solides (S) de la biomasse (1),
 - au-moins un conduit (41) de sortie de la partie liquide (L) de la biomasse (1) directement relié à au-moins un module (6) de nanofiltration,
- ledit au-moins un module (3) de séparation de la biomasse (1) de siccité supérieure à 15% comportant :
 - au moins un conduit (22) d'entrée de la biomasse (1) de siccité supérieure à 15%, ledit conduit (22) étant directement relié à audit répartiteur (222),
 - au-moins un convoyeur (33) de sortie de matières sèches solides (31),
- au-moins un premier conduit (32) de transfert transportant un reliquat de la partie solide (S) de la biomasse (1) retenue sur le tamis (4), dudit tamis (4) vers ledit module (3) de séparation de la biomasse et,
- au-moins un second conduit (30) de transfert transportant la partie liquide (L) de la biomasse (1) dudit module (3) de séparation de la biomasse vers ledit tamis (4),
- ledit premier conduit (32) de transfert et ledit second conduit de transfert (30) constituant une boucle de couplage entre ledit tamis (4) et ledit module (3) de séparation de la biomasse,
- ledit au-moins un module (6) de nanofiltration comportant :
 - au-moins un conduit (61A) de transfert de produits liquides phosphorés et azotés directement relié à un module (5) d'extraction de produits phosphorés et azotés sous forme solide (51B), évacuant les produits phosphorés et azotés sous forme solide (51B) par au-moins un conduit de récupération (61B),
 - au-moins un conduit de transit (61C) de sortie de produits phosphorés et azotés sous forme liquide et solide (51A), ledit conduit de transit (61C) étant en amont du module (5) d'extraction de produits phosphorés et azotés,
 - au-moins un conduit (62) de transfert de produits liquides riches en potassium, en azote et en eau potable directement relié à au moins un module d'osmose inverse (7),
- ledit au-moins un module d'osmose inverse (7) comportant :
 - au-moins un conduit (73A) de sortie d'engrais azoté (71) riche en *potassium*,

- au-moins un conduit (74) de sortie d'eau potable (72).

De préférence, ledit dispositif comprend au-moins une première pompe (9B) de régulation du PH de la biomasse (1) directement reliée par au-moins un conduit (111) au conduit (21A) lui-même relié à la biomasse (1).

De préférence, ledit dispositif comprend au-moins un module (8) de réserve de diafiltration comportant :

- au-moins un conduit de sortie (91) directement relié audit conduit (41) relié au module (6) et
- au-moins un conduit d'entrée (75) directement relié audit module d'osmose inverse (7) et
- au-moins un conduit d'entrée (101) directement relié à au-moins une deuxième pompe (9A) de régulation du PH.

De préférence, ledit dispositif comprend un module (5) d'extraction de produits phosphorés et azotés sous forme solide (51B) comportant au-moins un conduit de transfert primaire (52B) relié directement audit conduit (21A) recevant la biomasse (1), pour ensemençer ledit conduit (21A) en amont dudit répartiteur (222) et comportant aussi au-moins un conduit de transfert secondaire (52A) relié directement au tamis (4), transportant lesdits produits phosphorés et azotés sous forme liquide et solide (51A) vers ledit tamis (4), pour ensemençer ledit tamis (4).

De préférence, ledit dispositif comprend un module d'osmose inverse (7) évacuant un engrais azoté (71) riche en potassium par au-moins une canalisation (73A) de sortie d'engrais azoté (71) riche en potassium, laquelle est connectée à au-moins une canalisation (73B) de retour en tête reliée directement audit conduit (21A) recevant la biomasse (1), afin d'augmenter la concentration en engrais azoté (71) riche en potassium.

De préférence, ledit dispositif de la présente invention peut être transporté sur tout véhicule terrestre (par exemple sur la remorque d'un camion).

La présente invention concerne aussi un procédé de traitement d'une biomasse (1) pour produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphoré et azoté (51A ;51B), un engrais azoté (71) riche en potassium et de l'eau potable (72) comprenant les étapes suivantes:

- a) traiter une biomasse (1) ayant un PH acide, se présentant sous forme d'une partie liquide (L) et d'une partie solide (S), par au-moins une pompe (9B;9A) de régulation de PH,
- b) analyser le PH et la siccité de la biomasse (1) par un module (2) d'analyses de PH et de siccité,

- c) répartir par au-moins un répartiteur (222) la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% vers au-moins un tamis (4) et la biomasse (1) de siccité supérieure à 15% vers au-moins un module (3) de séparation de la biomasse (1),
- d) séparer la biomasse (1) de siccité supérieure à 15% de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% par au-moins un module (3) de séparation et au-moins un tamis (4),
- e) produire des matières sèches solides (31) à la sortie du module (3),
- f) coupler ledit tamis (4) et ledit module (3) de séparation de la biomasse au moyen d'un premier conduit (32) de transfert, transportant un reliquat de ladite partie solide (S) de la biomasse (1) retenue sur le tamis (4), du tamis (4) vers ledit module (3) de séparation de la biomasse et d'un second conduit de transfert (30) transportant ladite partie liquide (L) de la biomasse (1) dudit module (3) de séparation de la biomasse vers ledit tamis (4), afin d'optimiser la production matières sèches solides (31),
- g) transporter la partie liquide (L) de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% dudit tamis (4) vers un module (6) de nanofiltration,
- h) filtrer par nanofiltration la partie liquide (L) de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% pour
 - d'une part la faire passer dans un module d'extraction (5) d'engrais phosphorés et azotés afin de produire de manière indépendante des engrais phosphorés et azotés solides (51B) via un conduit (61B) de récupération et des engrais phosphorés et azotés solides et liquides (51A) via un conduit de transit (61C),
 - d'autre part la faire passer dans un module d'osmose inverse (7) pour produire de manière indépendante un engrais azoté riche en potassium (71) et de l'eau potable (72).

25

De préférence, le PH acide de la biomasse (1) est compris entre 5 et 6,5.

De préférence, ledit procédé comprend en outre une étape de retour de la partie solide (S) de la biomasse (1) retenue sur ledit module (4) vers ledit module (3).

De préférence, ledit procédé comprend en outre une étape de retour de la partie liquide (L) de la biomasse (1) dudit module (3) vers ledit module (4).

De préférence, ledit procédé comprend en outre une étape de diafiltration entre ledit module (4) et ledit module (6).

De préférence, ledit procédé comprend en outre une étape de retour d'une partie de produits liquides phosphorés et azotés du module (6) vers le conduit (21A) directement relié audit module (2) d'analyses de PH et de siccité.

35

De préférence, ledit procédé comprend en outre une étape de retour d'une partie de l'engrais azoté (71) riche en potassium du module (7) vers le conduit (21A) directement relié audit module (2) d'analyses de PH et de siccité.

- 5 La figure 1 montre le dispositif de la présente invention dans lequel la signification des signes de références est la suivante:

CANALISATIONS & TRANSFERTS :

- 21A: canalisation commune d'alimentation en matières brutes
- 10 21B: canalisation d'alimentation du tamis
- 22: canalisation d'alimentation du séparateur
- 32: premier conduit de couplage du tamis vers le séparateur (solides)
- 33 : convoyeur de sortie de matières sèches solides
- 30: second conduit de couplage du séparateur vers le tamis (liquide)
- 15 34: conduit de réinjection en tête de matières solides sèches
- 41: canalisation de transfert du filtrat du tamis vers les membranes
- 52A: canalisation de sortie de l'engrais riche en phosphore, en suspension liquide
- 52B: canalisation de retour en tête de procédé pour des liquides et grains d'ensemencement
- 61A: canalisation de transfert de produits liquides phosphorés et azotés des membranes
- 20 vers l'extracteur (5) de struvite
- 61B: conduit de récupération des grains de struvite (solides)
- 61C: conduit de transit de l'engrais riche en phosphore, en suspension liquide
- 62: canalisation de transfert du filtrat nanofiltré vers le module d'osmose inverse (7)
- 63: canalisation de récupération de solutions basiques filtrées
- 25 73A: canalisation de sortie de l'engrais riche en potassium, en solution liquide
- 73B: canalisation de retour en tête de procédé
- 74: canalisation de sortie d'eau osmosée (eau potable)
- 75: canalisation de réutilisation d'eau pour la diafiltration
- 8: réserve de solution de diafiltration
- 30 91: canalisation de diafiltration basique
- 101: canalisation de dosage de réactif basique

FLUX DE MATIERES :

- 1: biomasse (par ex. : déjections animales, boues de stations d'épuration)
- 35 31: matière solide sèche extraite
- 51A: produits phosphorés et azotés sous forme solide+liquide (càd struvite en suspension)
- 51B: produits phosphorés et azotés sous forme solide (càd struvite sèche solide)

71: engrais riche en potassium extrait (liquide)

92928

72: eau potable purifiée extraite

5 EQUIPEMENTS & INSTRUMENTS :

2: module d'analyses de PH et de siccité (en ligne en temps réel)

222: répartiteur selon la siccité

3: module de séparation de phase solide/liquide

4: tamis

10 42: chaîne de mesure du pH en ligne

5: module d'extraction d'engrais phosphorés et azotés (struvite)

6: module de nanofiltration – ultrafiltration fine

7: module d'osmose inverse

9A & 9B: pompes de régulation de PH (réactif basique)

15 L : liquide ; S : solide ; L+S : solide en suspension liquide

Mode de réalisation préférentiel:

Un mode de mise en œuvre est destiné au fractionnement des déjections animales contenant une partie liquide telles que les lisiers de bovins, de porcins, d'ovins ou de tous autres animaux d'élevages. Lesdits lisiers sont pompés directement dans leur cuve ou bassin de stockage et acheminés au répartiteur (222) par la canalisation (21A) commune d'alimentation en matières brutes. Le module (2) d'analyses de PH et de siccité évalue la siccité du lisier pompé : lorsque ladite siccité est inférieure ou égale à 15%, ledit répartiteur (222) transfère lesdits lisiers pompés vers le tamis (4) par la canalisation (21B) d'alimentation du tamis, et lorsque ladite siccité est supérieure à 15%, ledit répartiteur (222) transfère lesdits lisiers pompés vers le séparateur (3) par la canalisation (22) d'alimentation du séparateur.

L'avantage créé par le répartiteur (222) est d'étendre l'acceptation de lisiers en entrée à toute la gamme de siccité, ce qui n'est possible avec aucun type d'équipement actuel.

Le fractionnement débute par l'action couplée dudit module (3) de séparation de phase solide/liquide et du tamis (4). Le couplage est réalisé en récupérant la fraction solide rejetée par le tamis (4) dans le premier conduit (32) de couplage du tamis vers le séparateur pour l'introduire dans le flux principal entrant dans le module (3) de séparation de phase solide/liquide par la canalisation (22) d'alimentation du séparateur d'une part, et en récupérant la fraction liquide rejetée par le module (3) de séparation de phase solide/liquide

dans le second conduit (30) de couplage du séparateur vers le tamis (4) pour l'introduire dans le tamis (4) d'autre part.

L'avantage créé par le couplage est de supprimer le rejet de deux fractions difficilement valorisables, le refus solide du tamis (4) et l'effluent liquide émis par le module (3) de
5 séparation de phase solide/liquide, de façon à placer le présent procédé de fractionnement au service de l'économie circulaire par une valorisation de tous les extraits.

Le module (3) de séparation de phase solide/liquide produit des matières sèches solides (31) évacuées par le convoyeur (33) de sortie de matières sèches solides. Une partie
10 desdites matières solides (31) sèches extraites peut être retournée par le conduit (34) de réinjection en tête de matières solides sèches en amont du répartiteur (222), dans le but d'obtenir une modification des caractéristiques rhéologiques des lisiers entrants (1) telle qu'un épaissement ou une adsorption de colloïdes afin de faciliter la répartition.

Le tamis (4) produit un filtrat liquide transféré par la canalisation (41) de transfert du filtrat du tamis vers le module (6) de nanofiltration. Il peut subir pendant ce transfert une modification de sa concentration par diafiltration au moyen de la réserve (8) de solution de diafiltration et de la canalisation (91) de diafiltration basique versant de l'eau dans ladite canalisation (41) et/ou une modification de pH au moyen de la pompe (9A) de régulation de pH ajoutant des
15 réactifs dans ladite réserve d'eau de diafiltration par la canalisation (101) de dosage de réactif basique. L'avantage desdites modifications du filtrat du tamis est d'augmenter fortement sa filtrabilité sur le module (6) de nanofiltration afin d'optimiser le facteur de concentration volumique et de maximiser la séparation du phosphore et du potassium dans le but de faciliter les formulations de fertilisants à partir des fractions de produits (51A)
20 phosphorés et azotés sous forme solide+liquide (càd struvite en suspension), de produits (51B) phosphorés et azotés sous forme solide (càd struvite sèche solide) et de l'engrais (71) riche en potassium extrait (liquide).

Le module (6) de nanofiltration produit un filtrat liquide transféré par la canalisation (62) de transfert du filtrat nanofiltré vers le module (7) de finition par exemple par osmose inverse d'une part, et un concentrat liquide riche en azote et en phosphore ledit concentrat étant
30 acheminé initialement par la canalisation (61A) vers le module (5) module d'extraction d'engrais phosphorés et azotés d'autre part. Une partie dudit concentrat peut être évacuée directement sous sa forme liquide (51A) (en fait de petits cristaux en suspension dans un liquide) par la canalisation (61C) qui assure le contournement dudit module (5).
35

Une partie dudit filtrat liquide issu dudit module (6) de nanofiltration peut être retournée par la canalisation (63) de récupération de solutions basiques filtrées en amont du répartiteur (222), dans le but d'obtenir une modification des caractéristiques rhéologiques des biomasses (1) (lisiers entrants) telle qu'une dilution ou un mouillage afin de faciliter la répartition.

Ledit module (5) de formation d'engrais solides riches en phosphore (51b) émet un sous-produit liquide contenant des amorces de cristaux phosphorés qui sert à ensemercer le tamis (4) par la canalisation (52A) de sortie de l'engrais riche en phosphore ou la biomasse entrante (1) par la canalisation (52B) de retour en tête de procédé pour des liquides et grains d'ensemencement. L'avantage de ces ensemencements en amont est de maximiser la récupération du phosphore contenu dans ladite biomasse (1).

Le module (7) d'osmose inverse produit une eau (72) de qualité égale ou supérieure à celle requise par les normes européennes de potabilisation, ladite eau étant soit évacuée par la canalisation (74) de sortie d'eau, soit réutilisée pour la réserve de solution de diafiltration (8) par apport au travers de la canalisation (75). L'avantage créé par l'association des modules de nanofiltration (6) et d'osmose inverse (7) est de réduire fortement l'énergie requise pour obtenir ladite qualité d'eau tout en disposant d'une double barrière.

Ledit module (7) produit un concentrat (71) riche en potassium et en azote, ledit concentrat est évacué par la canalisation (73A) ou est retourné en amont du répartiteur (222), dans le but d'obtenir une modification des caractéristiques rhéologiques de la biomasse(1) (lisiers) entrante telle qu'une dilution ou un mouillage afin de faciliter la répartition.

D'autres mises en œuvre peuvent être réalisées par simple ajustement des réglages des modules (222), (3) et (4) afin de fractionner d'autres biomasses telles que, sans limitation, les digestats, les boues de méthaniseur, les boues de stations d'épuration, les moûts de fermentation, les jus de macération, les récoltes de microalgues.

Le tableau 1 ci-après synthétise les principaux avantages de la présente invention en comparaison avec des solutions de l'art antérieur:

Tableau 1 :

	Critères & normes	Présente invention	Pompage suivi de l'épandage	Capture de la phase solide (C)	Traitement sur la phase liquide (D)	Combinaison des actions de (C) et (D)
Taux de vidange (fosse à lisiers)	Vol/Vol	96-99%	99%	10-30%	50-70%	50-70%
Qualité du liquide extrait (eau)	% de paramètres satisfaits, Dir.91/676/CEE	100%	0%	0%	15-50%	15-50%
Pureté de l'engrais phosphaté produit	Poids/Poids	> 95%	< 10%	< 10%	Pas d'engrais	< 10%
Séparation sélective du potassium et du phosphore	Présence Poids/Poids	Oui > 30%	Non < 5%	Non < 2%	Non Pas d'engrais	Non < 2%
Plage de siccité admissible pour les matières entrantes	Poids Matière sèche /Poids total	1-35%	1-15%	1-35%	1-15%	1-35%
Contamination des eaux souterraines par K ou PO ₄ ou NO ₃	Risque avéré Teneurs constatées	Non	Oui Selon excès des apports	Oui Selon excès des apports	Oui Selon excès des apports	Oui Selon excès des apports

- 5 La « Directive Nitrates » est une directive européenne datée du 12 décembre 1991, la Directive 91/676/CEE. Le contenu d'une directive européenne concernant les normes

européennes pour une eau distribuée a été transposé en droit français par le décret no 2001-1220 du 20 décembre 2001. La directive européenne 98/83 du 3 novembre 1998 qui est entrée en vigueur le 23 décembre 2003 fixe à 250 mg/l la teneur maximum en ions chlorures dans l'eau potable. Un pourcentage de 100% de paramètres satisfaits, signifie que tous les critères potabilité de l'eau (selon la directive européenne de potabilité de l'eau) sont remplis.

Le tableau 1 nous apprend que la présente invention évite une contamination des eaux souterraines par le potassium ou le phosphate ou le nitrate alors que les autres techniques connues contaminent les eaux souterraines et la mer.

Par conséquent, le dispositif et le procédé de la présente invention représentent une réponse écologique adéquate au problème récurrent de pollution des nappes phréatiques et de la mer.

Certaines caractéristiques de l'invention qui sont décrites sous forme de mode de réalisation séparés, peuvent aussi être fournies en combinaison dans un mode de réalisation unique. A l'opposé certaines caractéristiques de l'invention qui sont décrites sous forme de mode de réalisation en combinaison dans un mode de réalisation unique, peuvent aussi être fournies séparément sous forme de plusieurs modes de réalisation séparés.

Revendications:

92928

1. **Dispositif** de traitement d'une biomasse (1) pour produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphoré et azoté (51A;51B), un engrais azoté (71) riche en potassium et de l'eau (72) comprenant :

- de la biomasse (1) se présentant sous forme d'une partie dite liquide (L) et d'une partie dite solide (S), introduites par au-moins une canalisation (21A) commune d'alimentation en matières brutes directement relié à au-moins un module (2) d'analyses de PH et de siccité mesurant les caractéristiques de siccité et de PH de ladite biomasse (1),
- au-moins un répartiteur (222) directement relié d'une part à au-moins un module (3) de séparation des parties liquides (L) et solides (S) de la biomasse (1) et d'autre part à au-moins un tamis (4) par la canalisation (21B) d'alimentation du tamis, ledit répartiteur (222) recevant ladite biomasse (1) et envoyant cette biomasse (1) vers ledit module (3) de séparation des parties liquides (L) et solides (S) de la biomasse (1) si la siccité est supérieure à 15% et envoyant la biomasse (1) vers ledit un tamis (4) si la siccité est inférieure ou égale à 15%,
- ledit tamis (4) dans lequel entre ladite biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15%, comportant :
 - au-moins une canalisation (21B) d'alimentation du tamis permettant l'entrée de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15%, ladite canalisation (21B) étant directement reliée audit répartiteur (222),
 - au-moins un second conduit (30) de couplage du module (3) de séparation audit tamis (4) permettant l'entrée de la partie liquide (L) extraite de la biomasse (1) de siccité supérieure à 15%, étant directement reliée à au-moins un module (3) de séparation des parties liquides (L) et solides (S) de la biomasse (1),
 - au-moins une canalisation (41) de transfert permettant la sortie de la partie liquide (L) de la biomasse (1) et étant directement reliée à au-moins un module (6) de nanofiltration,
- ledit au-moins un module (3) de séparation de la biomasse (1) de siccité supérieure à 15% comportant :
 - au moins une canalisation (22) d'alimentation du séparateur permettant l'entrée de la biomasse (1) de siccité supérieure à 15%, la dite canalisation (22) étant directement reliée audit répartiteur (222),
 - au-moins un convoyeur (33) de sortie de matières sèches solides (31),

- au-moins un premier conduit (32) de couplage reliant ledit tamis (4) audit module (3) de séparation de la biomasse, ledit premier conduit (32) transportant un reliquat de la partie solide (S) de la biomasse (1) retenue sur le tamis (4) vers ledit module (3) de séparation de la biomasse et,
- ledit second conduit (30) de couplage du module (3) de séparation de la biomasse audit tamis (4), ledit second conduit (30) transportant la partie liquide (L) de la biomasse (1) dudit module (3) de séparation de la biomasse vers ledit tamis (4),
- ledit premier conduit (32) de couplage et ledit second conduit (30) de couplage constituant une boucle de couplage entre ledit tamis (4) et ledit module (3) de séparation de la biomasse,
- ledit au-moins un module (6) de nanofiltration comportant :
 - au-moins une canalisation (61A) de transfert de produits liquides phosphorés et azotés directement reliée à un module (5) d'extraction de produits phosphorés et azotés sous forme solide (51B), évacuant lesdits produits phosphorés et azotés sous forme solide (51B) par au-moins un conduit de récupération (61B),
 - au-moins un conduit (61C) de transit de produits phosphorés et azotés sous forme liquide et solide (51A), ledit conduit (61C) de transit étant connecté à ladite canalisation (61A) en amont du module (5) d'extraction de produits phosphorés et azotés,
 - au-moins un conduit (62) de transfert de produits liquides riches en potassium, en azote et en eau directement relié à au moins un module d'osmose inverse (7),
- ledit au-moins un module d'osmose inverse (7) comportant :
 - au-moins une canalisation (73A) de sortie d'engrais azoté (71) riche en potassium,
 - au-moins un conduit (74) de sortie d'eau (72).

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel au-moins une première pompe (9B) de régulation du PH de la biomasse (1) est directement reliée par au-moins un conduit (111) à la canalisation commune d'alimentation en matières brutes (21A) relié à la biomasse (1).

3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel au-moins un module (8) de réserve de diafiltration comporte :

- au-moins un conduit de sortie (91) directement relié audit conduit (41) relié au module (6) et
- au-moins un conduit d'entrée (75) directement relié audit module d'osmose inverse (7) et
- au-moins un conduit d'entrée (101) directement relié à au-moins une deuxième pompe (9A) de régulation du PH.

4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit module (5) d'extraction de produits phosphorés et azotés sous forme solide (51B) comporte au-moins un conduit de transfert primaire (52B) relié directement à ladite canalisation commune d'alimentation en matières brutes (21A) recevant la biomasse (1), pour ensemençer ladite canalisation (21A) en amont dudit répartiteur (222) et comporte aussi au-moins un conduit de transfert secondaire (52A) relié directement au tamis (4), transportant lesdits produits phosphorés et azotés sous forme liquide et solide (51A) vers ledit tamis (4), pour ensemençer ledit tamis (4).

5. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit module d'osmose inverse (7) évacue un engrais azoté (71) riche en potassium par au-moins une canalisation (73A) de sortie d'engrais azoté (71) riche en potassium, lequel est connecté à au-moins une canalisation (73B) de retour en tête reliée directement à ladite canalisation commune d'alimentation en matières brutes (21A) recevant la biomasse (1), afin d'augmenter la concentration en engrais azoté (71) riche en potassium.

6. **Procédé** de traitement d'une biomasse (1) pour produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphoré et azoté (51A;51B), un engrais azoté (71) riche en potassium et de l'eau (72) comprenant les étapes suivantes:

- a) traiter une biomasse (1) ayant un PH acide, se présentant sous forme d'une partie liquide (L) et d'une partie solide (S), par au-moins une pompe (9B;9A) de régulation de PH,
- b) analyser le PH et la siccité de la biomasse (1) par un module (2) d'analyses de PH et de siccité,
- c) répartir par au-moins un répartiteur (222) la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% vers au-moins un tamis (4) et la biomasse (1) de siccité supérieure à 15% vers au-moins un module (3) de séparation de la biomasse (1),

d) séparer la biomasse (1) de siccité supérieure à 15% de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% par au-moins un module (3) de séparation et au-moins un tamis (4),

e) produire des matières sèches solides (31) à la sortie dudit module (3),

5 f) coupler ledit tamis (4) audit module (3) au moyen d'un premier conduit (32) de couplage, transportant un reliquat de ladite partie solide (S) de la biomasse (1) retenue sur le tamis (4), du tamis (4) vers ledit module (3) et d'un second conduit de transfert (30) transportant ladite partie liquide (L) de la biomasse (1) dudit module (3) vers ledit tamis (4), afin d'optimiser la production de
10 matières sèches solides (31),

g) transporter la partie liquide (L) de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% dudit tamis (4) vers un module (6) de nanofiltration,

h) filtrer par nanofiltration la partie liquide (L) de la biomasse (1) de siccité inférieure ou égale à 15% pour

- 15 • d'une part la faire passer dans un module d'extraction (5) d'engrais phosphorés et azotés afin de produire de manière indépendante des engrais phosphorés et azotés solides (51B) via un conduit (61B) de récupération et des engrais phosphorés et azotés solides et liquides (51A) via un conduit de transit (61C),
- d'autre part la faire passer dans un module d'osmose inverse (7) pour produire
20 de manière indépendante un engrais azoté riche en potassium (71) et de l'eau (72).

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le PH acide de la biomasse (1) est compris entre 5 et 6,5.

25 8. Procédé selon la revendication 6, comprenant en outre une étape de retour de la partie solide (S) de la biomasse (1) retenue sur ledit tamis (4) vers ledit module (3).

9. Procédé selon la revendication 6, comprenant en outre une étape de retour de la partie liquide (L) de la biomasse (1) dudit module (3) vers ledit tamis (4).

10. Procédé selon la revendication 6, comprenant en outre une étape de diafiltration entre
30 ledit tamis (4) et ledit module (6).

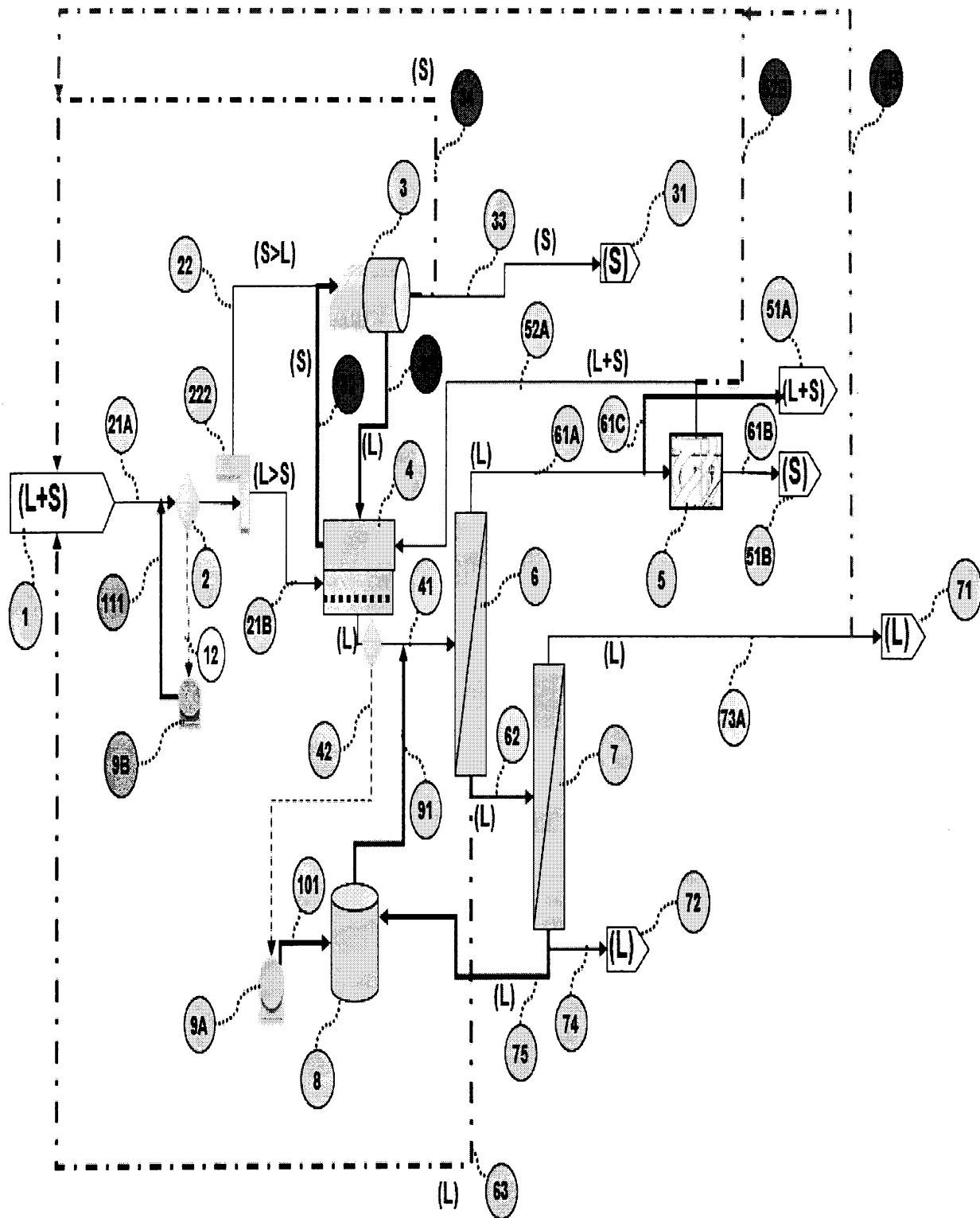
11. Procédé selon la revendication 6, comprenant en outre une étape de retour d'une partie de produits liquides phosphorés et azotés du module (6) vers la canalisation (21A) commune d'alimentation en matières brutes directement reliée audit module (2) d'analyses de PH et de siccité.

12. Procédé selon la revendication 6, comprenant en outre une étape de retour d'une partie de l'engrais azoté (71) riche en potassium du module (7) vers ladite canalisation (21A) commune d'alimentation en matières brutes directement reliée audit module (2) d'analyses de PH et de siccité.

92928

Fig.1

92928



Abrégé:

- 5 La présente invention concerne un dispositif et un procédé de traitement d'une biomasse (1) pour produire des matières sèches solides (31), un engrais phosphoré et azoté (51A ;51B), un engrais azoté (71) riche en potassium et de l'eau potable (72).