

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 33759 B1

(51) Cl. internationale :
C05F 11/02; C05F 17/00

(43) Date de publication :
01.11.2012

(21) N° Dépôt :
34879

(22) Date de Dépôt :
18.05.2012

(30) Données de Priorité :
20.11.2009 DE 10 2009 053 867.4 ; 28.01.2010 DE 10 2010 006 263.4 ; 27.03.2010 DE 10 2010 013 050.8 ; 17.05.2010 DE 10 2010 020 712.8

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2010/006905 12.11.2010

(72) Inventeur(s) :
BUTTMANN, Marc ; FILLBACH, Jürgen

(74) Mandataire :
CABINET AKSIMAN

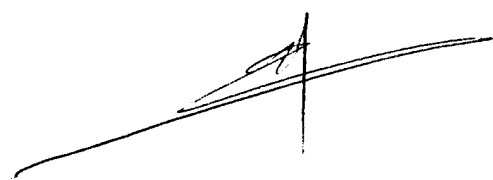
(54) Titre : **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'ADDITIFS POUR LE SOL DESTINES A AMELIORER LA CAPACITÉ DU SOL À ÉCHANGER LES CATIONS ET A RETENIR LES NUTRIMENTS ET L'EAU**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de production d'additifs pour améliorer la fertilité de sols, selon lequel de la biomasse est traitée par carbonisation hydrothermale. L'invention porte également sur un dispositif permettant de réaliser ce procédé.

Abrégé

Procédé de fabrication d'additifs pour le sol destinés à améliorer la capacité du sol à échanger les cations et à retenir les nutriments et l'eau

L'invention concerne un procédé de fabrication d'additifs servant à améliorer la fertilité du sol, dans lequel de la biomasse est traitée par carbonisation hydrothermique. L'invention concerne en outre un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.

A handwritten signature or mark consisting of a long horizontal line with a vertical line intersecting it near the right end, and some scribbles above the intersection.

01 NOV 2012

700156MA

PCT/EP2010/006905

Procédé de fabrication d'additifs pour le sol destinés à améliorer la capacité du sol à échanger les cations et à retenir les nutriments et l'eau

5 L'invention concerne un procédé de fabrication d'additifs servant à améliorer la fertilité du sol, dans lequel de la biomasse est traitée par carbonisation hydrothermique. L'invention concerne en outre un dispositif de mise en oeuvre du procédé.

10

Les documents EP 0 168 556 A2 et WO 2009/021 528 A1 divulguent la fabrication d'additifs pour le sol par un processus de fermentation dans lequel un mélange de biomasse, de charbon et d'autres adjuvants est apporté. Le sol mélangé avec le produit ainsi préparé présente de meilleures propriétés en termes de capacité d'échange de cations, de capacité de retenue des nutriments et de l'eau, et il offre une meilleure fertilité. On trouve dans la région amazonienne des sols de structure similaire appelés "terra preta", dont on ne connaît cependant pas avec certitude le processus précis de formation.

Le procédé décrit dans le document EP 0 168 556 A2 utilise comme matière de départ pour la fermentation une fraction de sable, de charbon et d'argile, par exemple du sable de fonderie. Il se caractérise par sa teneur en charbon et sa structure poreuse, qui exerce un effet avantageux sur les conditions de fermentation. Un désavantage en est que la disponibilité de fractions appropriées de sable, de charbon et d'argile est limitée et que le procédé ne peut pas être utilisé de façon économique au niveau mondial parce que ses matières de départ doivent être transportées sur de grandes distances. Un autre désavantage résulte des techniques qu'il faut mettre en oeuvre dans les installations : comme la fraction très sèche de sable, de charbon et d'argile doit être mélangée de manière homogène

avec une biomasse pâteuse, par exemple des boues de clarification, il faut utiliser à cet effet des dispositifs de mélange forcé. De plus, il faut déchiqueter les particules de biomasse jusqu'à un rapport défini par
5 rapport aux particules d'argile.

Dans le document WO 2009/021 528 A1, du carbone pyrogène est ajouté à la biomasse avant la fermentation. Un désavantage en est que ce carbone pyrogène doit d'abord
10 être fabriqué ou qu'il faut se le procurer d'une autre manière. En outre, le document WO 2009/021 528 A1 indique que le problème d'éviter les métaux lourds et les substances toxiques reste ouvert. De même, le carbone pyrogène doit être divisé ou tamisé avant la fermentation.
15 Cela impose d'utiliser des composants supplémentaires dans l'installation, ce qui exerce un effet sur la rentabilité du procédé. Le document WO 2009/021 528 mentionne en outre la carbonisation hydrothermique comme procédé de préparation de carbone pyrogène. Un désavantage de
20 l'utilisation de ce carbone est cependant sa teneur en carbone volatil, qui représente entre 10 % et 90 % du carbone total en fonction de la durée de l'opération de carbonisation. Des essais discontinus ont montré que lorsque l'on utilise le carbone non traité produit par la
25 carbonisation hydrothermique, on observe une forte inhibition de la croissance.


En outre, le document WO 2009/021 528 A1 parle de l'effet positif de l'invention sur le climat. Cependant, le fait
30 que cet effet ne peut être déterminé quantitativement en constitue un désavantage.

Le problème à la base de l'invention est d'améliorer le procédé de fabrication d'un additif pour le sol en préparant, à titre d'étape préalable au processus de fermentation, une substance carbonée qui ne doit pas être divisée ou tamisée et qui peut être mélangée aisément avec la biomasse. Le procédé réduira les métaux lourds et les
35



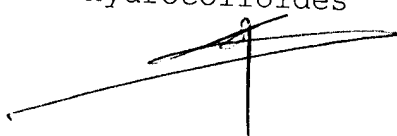
substances toxiques dans l'additif pour le sol. Lorsque l'on utilise du carbone obtenu par carbonisation hydrothermique, ce carbone devra être prétraité de manière appropriée pour que la teneur en carbone volatil n'entraîne pas d'inhibition de la croissance. En outre, il faudra démontrer la possibilité de déterminer quantitativement l'effet sur le climat.

L'invention résout ce problème :

- 10
- en préparant le carbone sous la forme d'une boue carbonée liquide et/ou fluide de particules de petite taille qui se mélange aisément avec la biomasse à traiter, qui présente également une forte teneur en eau et qui est ensuite soumise à la fermentation,
- 15
- en préparant la boue carbonée par carbonisation hydrothermique (HTC) de biomasse de telle sorte qu'elle présente des particules de petite taille. Cela peut être obtenu par exemple en utilisant de la biomasse déjà en suspension, par exemple des boues de clarification, ou en utilisant un dispositif de brassage pendant l'opération de carbonisation,
- 20
- en préparant la boue carbonée par carbonisation hydrothermique (HTC) de biomasse de telle sorte que les structures hydrocolloïdes soient rompues par désagrégation à des températures comprises entre 180°C et 240°C et à un pH dans la plage acide et que la boue carbonée soit fluide et aisément miscible,
- 25
- en apportant la biomasse en continu dans un récipient de réaction utilisé pour la carbonisation hydrothermique, le mélange de réaction ainsi obtenu, constitué de fractions de biomasse carbonisée et de fractions de biomasse dont la carbonisation n'est pas terminée, étant prélevé en continu de ce récipient de réaction et étant soumis directement à une fermentation sans autre mélange,
- 30
- 35
- 

- 5 - en transférant les substances nocives depuis la boue de biomasse jusque dans l'eau de réaction pendant la carbonisation hydrothermique par ajustement d'une valeur acide du pH, et en les séparant,
- 10 - en transférant les nutriments depuis la boue de biomasse jusque dans l'eau de réaction pendant la carbonisation hydrothermique par ajustement d'une valeur acide du pH, en les récupérant et en les utilisant comme additifs pour le sol,
- 15 - en réalisant la séparation et la récupération des substances nocives et des nutriments présents dans l'eau de réaction par une réaction de précipitation ou par ultrafiltration,
- 20 - en réduisant la fraction volatile du carbone préparé par carbonisation hydrothermique, par voie biologique, à savoir traitement aérobie ou anaérobie, par voie chimique, à savoir par des partenaires de réaction appropriés, par voie physique, par exemple par fort rinçage à l'eau ou par électrolyse, ou encore par voie thermique, par pyrolyse ou procédés appropriés, de telle sorte que le carbone
25 résiduel soit principalement inerte et
- 30 - en déterminant par des moyens appropriés la teneur en carbone et le poids de l'additif pour le sol ainsi préparé et en les enregistrant, pour ainsi déterminer la quantité totale du carbone apporté dans le sol par l'intermédiaire de l'additif pour le sol.

35 La carbonisation hydrothermique de boues de clarification s'effectue dans un réacteur sous pression à des températures comprises entre 180°C et 240°C et à une pression supérieure à 16 bars. Si l'on établit un pH d'une valeur de 4 au début de la réaction, on peut obtenir en 2 à 4 heures une désagrégation complète des hydrocolloïdes



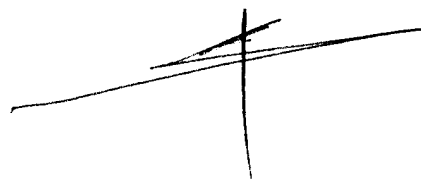
liés à l'eau dans la boue de clarification. Cela confère à la boue de clarification ainsi obtenue une haute fluidité qui facilite la poursuite de ce mélange avec d'autres substances. Les fractions organiques de la boue de clarification sont rompues en particules d'une taille inférieure à 0,2 mm grâce à la carbonisation. Pour une boue de clarification donnée, selon que l'on utilise une boue de clarification stabilisée ou biologiquement encore active, le pouvoir calorifique du charbon préparé est compris entre 11 000 J/g et 24 000 J/g. La fraction minérale du carbone est comprise entre 20 % et 60 % selon la boue de clarification traitée.

Des déchets verts peuvent également être carbonisés dans les mêmes conditions. Le charbon formé contient seulement une fraction minérale inférieure à 5 %. Le pouvoir calorifique est compris entre 23 000 J/g et 30 000 J/g. Pour accélérer le procédé, on utilise pendant la réaction un dispositif de brassage qui soutient également l'homogénéisation de la boue carbonée. Après 4 heures, les particules de boue carbonée ont une taille d'au plus 0,4 mm.

L'invention s'avère être avantageuse, en particulier par les points suivants.

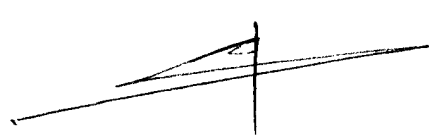
- La préparation de la substance carbonée s'effectue dans des conditions aqueuses maintenues jusqu'au mélange avec la biomasse qui contient également de l'eau. Cela permet d'éliminer de complexes étapes de séchage, de division, de tamisage et de mélange à sec.

- Grâce à sa bonne miscibilité, sa bonne fluidité et à la petite taille de ses particules, la boue carbonée peut être utilisée directement comme additif pour le sol, avec ou sans addition d'autres biomasses organiques, ou être soumise à une fermentation.



- 5 - Le mélange de réaction, qui est constitué de fractions de biomasse complètement carbonée et de fractions de biomasse incomplètement carbonée dans un réacteur continu de carbonisation hydrothermique, peut sans étape supplémentaire de mélange être utilisé comme additif pour le sol ou être soumis à une fermentation ultérieure.
- 10 - A la différence d'autres procédés, par exemple la pyrolyse, la préparation de charbon peut s'effectuer à partir de biomasses humides. De ce fait, la biomasse humide soumise à la fermentation peut également être utilisée comme matière de départ pour la préparation de charbon sans étape supplémentaire et complexe de séchage.
- 15 - L'élimination de la teneur en carbone volatil permet d'éviter une inhibition de la croissance.
- 20 - La concentration en substances nocives de l'additif pour le sol est plus basse que celle des substances de départ.
- 25 - Pendant la carbonisation hydrothermique, les nutriments, par exemple le phosphore, peuvent être séparés de la biomasse à carboniser, par exemple la boue de clarification, et ils peuvent être ajoutés à l'additif pour le sol selon les besoins.
- 30 - La chaleur dégagée pendant la carbonisation hydrothermique peut être utilisée pour établir un niveau approprié de température lors de la fermentation.
- 35 - La détermination de la quantité totale de carbone extrait permet de quantifier la séquence de CO₂ qui y est associée et donc de participer au commerce des émissions.

Des modes de réalisation avantageux du procédé selon l'invention vont maintenant être décrits.



Dans un premier exemple de réalisation représenté dans la figure 1, une boue de clarification provenant d'un récipient de réserve est apportée dans un réacteur de carbonisation hydrothermique. Ce réacteur peut être rempli et vidé cycliquement ou être alimenté en continu en boue de clarification avec enlèvement continu du mélange de réaction. Le produit est soumis à une fermentation ultérieure 3.

5
10

Dans le deuxième exemple de réalisation représenté dans la figure 2, une partie non traitée de la boue de clarification est ajoutée dans un dispositif de mélange 4 à la boue de clarification carbonisée.

15

Le mélange ainsi obtenu est ensuite fermenté 5 et sa teneur en carbone est analysée 6 et pesée 7 avant l'application sur le sol.

20 Dans le troisième exemple de réalisation représenté dans la figure 3, des déchets verts 8 sont ajoutés dans un mélangeur à la boue de clarification provenant du réacteur HTC. Le mélange est appliqué directement sur le sol 9 sans fermentation ultérieure.

25

Dans le quatrième exemple de réalisation représenté dans la figure 4, la boue de clarification et les déchets verts sont carbonisés dans le réacteur HTC. Pour obtenir des particules de taille suffisamment petite, on utilise pendant la carbonisation un dispositif de brassage 10. Ensuite, le mélange carbonisé est analysé, pesé et appliqué sur le sol.

30

La figure 5 représente l'extraction des substances nocives, par exemple les métaux lourds, hors du processus. L'eau de réaction du réacteur HTC 11, enrichie en substances nocives, est apportée dans un récipient 12 dans lequel on ajoute des agents de précipitation 13. La boue

35

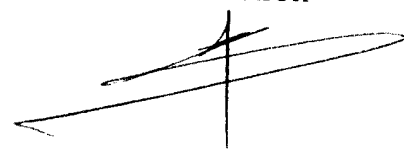


précipitée 14 riche en substances nocives est éliminée et l'eau résiduelle 15 est appliquée sur le sol.

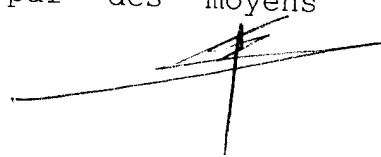
A handwritten mark consisting of a long diagonal line from the bottom-left to the top-right, with a vertical line intersecting it near the top-right end.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'additifs pour le sol en vue d'améliorer la capacité du sol à échanger les cations et à
5 retenir les nutriments et l'eau par fermentation biologique, caractérisé en ce qu'une boue carbonée liquide est ajoutée à la biomasse organique avant la fermentation.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la boue carbonée liquide est préparée par carbonisation hydrothermique de biomasse.
- 15 3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la boue carbonée liquide est une boue de clarification traitée par carbonisation hydrothermique.
- 20 4. Procédé de fabrication d'additifs pour le sol en vue d'améliorer sa capacité à échanger les cations et à retenir les nutriments et l'eau, par fermentation biologique, en particulier selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que de la biomasse organique est apportée en continu dans un récipient de
25 réaction de carbonisation hydrothermique et en ce que le produit de réaction est prélevé en continu hors de ce récipient de réaction.
- 30 5. Procédé de fabrication d'additifs pour le sol en vue d'améliorer sa capacité à échanger les cations et à retenir les nutriments et l'eau, par fermentation biologique, en particulier selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que de la biomasse organique est apportée en continu dans un récipient de
35 réaction de carbonisation hydrothermique et en ce que le produit de réaction est prélevé en continu hors de ce récipient de réaction et est soumis à une fermentation après d'autres étapes de traitement.



6. Procédé selon les revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que la biomasse organique est constituée en tout ou en partie de boue de clarification et/ou en ce que le produit de réaction est un mélange de biomasse complètement carbonisée et de biomasse incomplètement carbonisée.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le mélange de réaction est brassé et/ou mélangé par un dispositif approprié pendant la carbonisation hydrothermique.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une plage acide de pH est établie pendant la carbonisation hydrothermique et en ce que les substances nocives provenant de la boue de biomasse sont transférées dans l'eau de réaction et séparées.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les nutriments provenant de la boue de biomasse sont transférés dans l'eau de réaction pendant la carbonisation hydrothermique et sont récupérés et utilisés comme additifs pour le sol.
10. Procédé selon les revendications 8 et/ou 9, caractérisé en ce que la séparation et la récupération sont réalisées par une réaction de précipitation ou par ultrafiltration.
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la chaleur dégagée pendant la carbonisation hydrothermique est utilisée pour soutenir une opération ultérieure de fermentation.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la teneur en carbone de l'additif pour le sol préparé est déterminée par des moyens



appropriés et enregistrée, la quantité totale du carbone apporté dans le sol par l'intermédiaire de l'additif pour le sol étant ainsi déterminée.

5 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la fraction volatile du carbone dans la boue carbonée préparée par carbonisation hydrothermique est réduite par voie biologique et/ou chimique et/ou physique et/ou thermique avant le mélange avec le sol et
10 en particulier avant la séparation de l'eau de la boue carbonée.

14. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes.



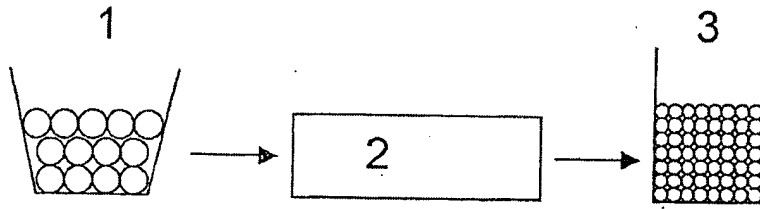


Fig. 1

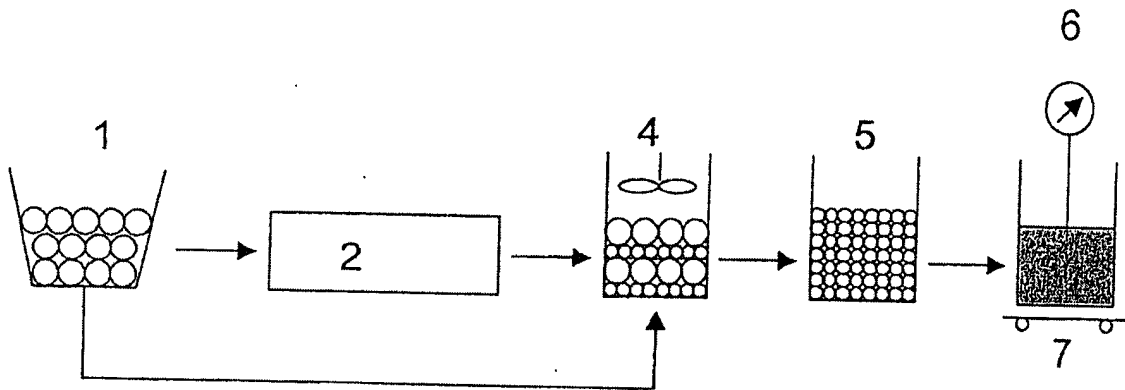


Fig. 2

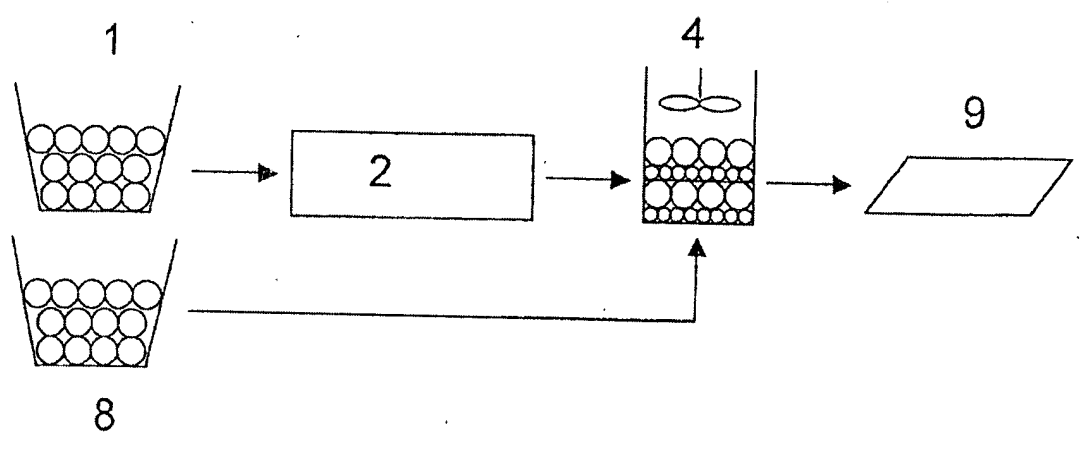


Fig. 3

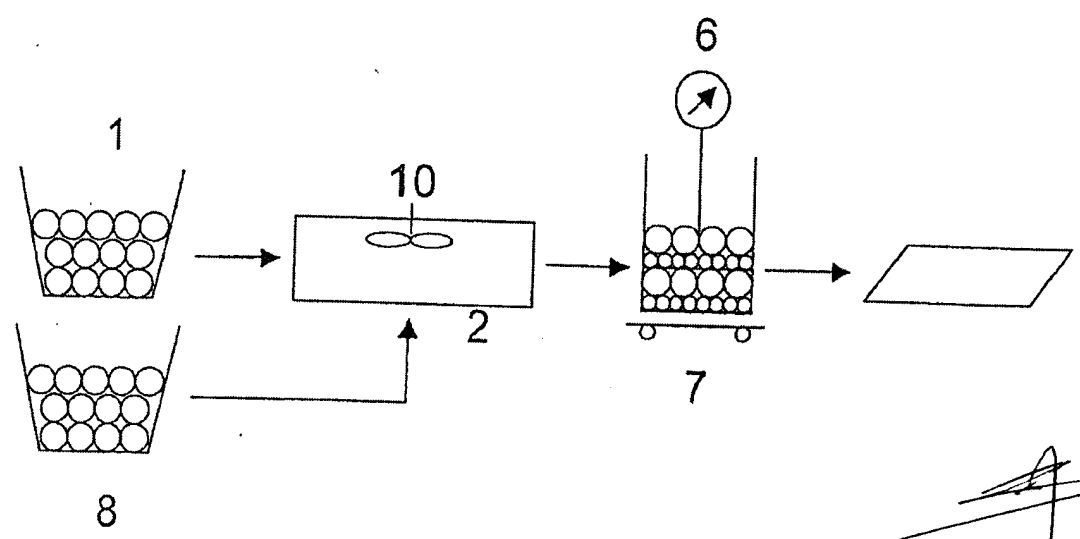


Fig. 4

A handwritten signature or scribble consisting of several overlapping lines, located in the bottom right corner of the page.

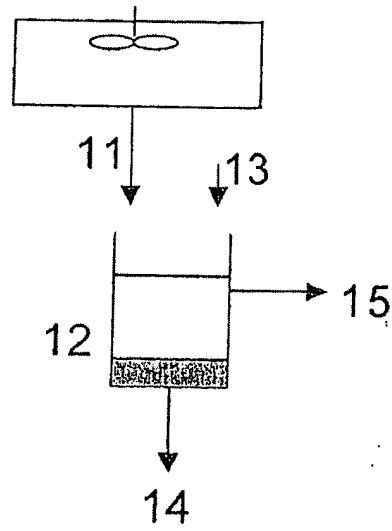


Fig. 5

