

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 31294 B1** (51) Cl. internationale : **A61L 15/60; A01C 21/00; C08F 251/00**  
(43) Date de publication : **01.04.2010**

---

(21) N° Dépôt : **32249**

(22) Date de Dépôt : **02.10.2009**

(30) Données de Priorité : **05.04.2007 DE 10 2007 016 919.3**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2008/002694 04.04.2008**

(71) Demandeur(s) : **EVONIK STOCKHAUSEN GMBH, BAKERPFAD 25 47805 KREFELD (DE)**

(72) Inventeur(s) : **PLATE, Dietmar**

(74) Mandataire : **SABA & CO**

---

(54) Titre : **DISPOSITIF ET PROCÉDE D'INTRODUCTION D'AGENTS FERTILISANTS**

(57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ DE CULTURE DU SOL, NOTAMMENT D'ESPACES VERTS ET DE ZONES DE VÉGÉTATION EXISTANTES, CONSISTANT A) À FABRIQUER UNE FORME D'APPLICATION TRANSPORTABLE D'UN AGENT FERTILISANT, DANS LAQUELLE L'AGENT FERTILISANT EST PRÉSENT SOUS FORME DE DISPERSION DE PARTICULES PRÉGONFLÉES ET/OU D'HYDROGEL; B) À TRANSPORTER LA FORME D'APPLICATION DE L'AGENT FERTILISANT FABRIQUÉE À L'ÉTAPE A), VERS UN DISPOSITIF D'INTRODUCTION; ET C) À INTRODUIRE L'AGENT FERTILISANT AU MOYEN DU DISPOSITIF D'INTRODUCTION. L'INVENTION CONCERNE ÉGALEMENT UN DISPOSITIF DESTINÉ À LA MISE EN OEUVRE D'UN TEL PROCÉDÉ DE CULTURE.

**ABREGE**

L'invention concerne un procédé de culture du sol, notamment d'espaces verts et de zones de végétation existantes, consistant a) à fabriquer une forme d'application transportable d'un agent fertilisant, dans laquelle l'agent fertilisant est présent sous forme de dispersion de particules prégonflées et/ou d'hydrogel; b) à transporter la forme d'application de l'agent fertilisant fabriquée à l'étape a), vers un dispositif d'introduction; et c) à introduire l'agent fertilisant au moyen du dispositif d'introduction. L'invention concerne également un dispositif destiné à la mise en oeuvre d'un tel procédé de culture.

**(DIX-SEPT pages)**

(EVONIK STOCKHAUSEN GMBH)

(P.P SABA & CO)



L'invention concerne un dispositif et un procédé d'introduction d'amendements de sol.

5

L'utilisation intensive d'une surface de végétation - ici en particulier une zone de pelouse ou du gazon - et les mesures de conservation nécessaires conduisent souvent à une abrasion de la végétation ("turf wear"), en particulier pour la liaison des microparticules dans le sol. Ce compactage est formé par une réduction des grands espaces ou des macropores, mais également de la totalité des espaces des pores du sol. De ce fait, l'infiltration de l'eau, la percolation et le drainage dans le sol sont diminués, l'effet capillaire est interrompu et l'échange des gaz du sol, en particulier l'oxygène du sol avec l'atmosphère est limité. En outre, ceci provoque une réduction de la croissance des racines et donc un développement problématique de l'enherbement (gazon) par exemple, dans quelques cas, une réduction substantielle du système de racines et souvent aussi une mort des racines plus profondes est provoquée.

10

La culture appropriée de surfaces de végétation, telles que par exemple les pelouses (gazon), en particulier pour provoquer le drainage mais également une croissance puissante des racines et pour améliorer le rapport sol-air-eau a toujours été un problème de l'horticulture et de l'agriculture et les fabricants de machines agricoles ont construit et essayé, par le passé, un grand nombre de dispositifs pour trouver une solution ici.

15

La culture par carottage (aération) est largement répandue comme programme à long terme, pour diminuer les conditions compactées dans la zone des racines dans le sol. Différents types de machines de culture par carottage sont commercialement disponibles à cette fin.

20

Il s'est cependant avéré que l'utilisation de ces machines de culture conduit, sur un long laps de temps, à un compactage du sol sous la couche travaillée, c'est-à-dire du sous-sol. Ces couches inférieures du sol compactées perturbent d'une part la circulation d'eau souhaitée dans le sol et d'autre part la croissance souhaitée des racines des surfaces de végétation ou, selon le cas, de l'enherbement (gazon).

25

Pour résoudre ce problème d'ameublissement du sous-sol ("subsoil cultivation"), on a proposé dans le document EP 0 627 158 un dispositif de culture qui injecte au moyen

30

35

d'une pression suffisante des liquides essentiellement incompressibles dans le sol pour provoquer ainsi une fragmentation des couches de sol compactées. Comme liquides incompressibles, c'est-à-dire des liquides incompressibles de Newton ou également des liquides hydrauliques, on mentionne explicitement l'eau ou des engrais liquides et des agents de lutte contre les mauvaises herbes.

Bien que des dispositifs, tels qu'ils sont par exemple décrits dans le document EP 0 627 158, résultent en de très bons résultats lors de l'aération du sol et provoquent ainsi une meilleure absorption de l'eau par le sol, ils ne permettent pas de prendre des mesures qui conduisent à une accumulation durable de l'eau et des nutriments dans le sol. Il est en particulier désavantageux que lors de la réalisation de la culture selon le document EP 0 627 158, lors de l'injection aqueuse des produits, des parties de boue se trouvant dans le sol, appelées fines, présentant une grosseur de grain inférieure à 0,1 mm dans la partie inférieure du ballon d'injection se déposent à la longue et provoquent ainsi une fermeture du sous-sol, de manière telle que la structure capillaire du sol n'est pas conservée.

Pour les mesures qui conduisent à une accumulation durable de l'eau et des nutriments du sol, il s'agit en particulier de l'introduction d'amendements de sol sous forme de polymères gonflables dans l'eau, qui peuvent par exemple être utilisés comme adjuvants dans le sol pour l'accumulation d'eau et de nutriments, ainsi que comme gels de protection des racines. A titre d'exemple, on renvoie ici au document US 5 303 663, dans lequel est décrit un procédé pour favoriser la croissance de végétaux dans le sol et dans lequel des particules polymères absorbant l'eau ou, selon le cas, gonflables à l'eau sont incorporées sous forme sèche dans le sol. Ces amendements de sol pour la technique agricole ou, selon le cas, l'agriculture, la sylviculture et l'horticulture sont par exemple également commercialisés par la société Stockhausen GmbH, Krefeld sous la marque STOCKOSORB®.

Ces amendements de sol sont toujours introduits dans le sol lorsque, en raison de la qualité du sol ou de conditions climatiques, l'accumulation d'eau et de nutriments est insuffisante. Par exemple, l'accumulation d'eau et de nutriments de sols sablonneux et perméables est extrêmement limitée, car l'eau de pluie et de ruissellement percole en grande partie de manière non exploitée par les plantes et/ou s'évapore trop rapidement en raison des capillaires normaux. De plus, les nutriments sont très facilement lessivés de la zone des racines.

Fondamentalement, il s'avère cependant que la quantité d'eau disponible pour la plante détermine également la qualité de la croissance de plantes et en outre, que l'alimentation en eau des plantes est soumise à des fortes variations. Par exemple, des déficits de précipitations et des périodes de sécheresse font que la teneur en eau dans le sol diminue rapidement sous la quantité minimale nécessaire pour la croissance.

5 Pour éviter des dégâts dus à la sécheresse et des défaillances des plantes, il faut alors un arrosage plus intensif, qui est plus intensif en travail. En particulier dans les zones sèches de la Terre, des mesures d'arrosage sont extrêmement coûteuses en raison de la rareté des ressources naturelles en eau qu'on y rencontre. Pour pouvoir exploiter

10 dans ces zones sèches, où il s'agit souvent aussi de régions à loisirs, efficacement des techniques agraires ou une agriculture, une sylviculture et une horticulture par exemple sous forme de soins du paysage et d'entretiens de plantations d'hôtels et de golfs, de gazons et d'installations de sport équestre, il faut dès lors une gestion combinée de l'eau car souvent jusqu'à 50% de l'eau s'évapore avant d'arriver aux racines des

15 plantes.

L'inconvénient pour l'utilisation de ces amendements de sol gonflables à l'eau, tels qu'ils ont par exemple été décrits dans le document US 5 303 663 susmentionné ou les polymères gonflables à l'eau commercialisés sous la marque STOCKOSORB® par la société Stockhausen GmbH, Krefeld réside dans le fait, en particulier sur les surfaces

20 de golf et toutes les autres surfaces de végétation et de gazon, que les surfaces ne peuvent pas être pratiquées juste après l'application de ces agents, ce qui s'oppose à une utilisation de ces amendements de sol qui, pour le reste, sont très avantageux. De plus, on a pu observer en pratique que l'incorporation de ces amendements de sol gonflables à l'eau sous forme sèche s'avère très difficile ou, selon le cas, que

25 l'incorporation dans le sol n'est que très irrégulière ou, selon le cas, conduit à une déstabilisation du sol. Il en résulte immédiatement une modification du relief de départ de la surface de végétation. Une telle modification du relief du sol est cependant totalement inacceptable pour les installations sportives et de golf.

30 Il existe donc un besoin d'un procédé de culture, en particulier pour les espaces verts et des couvertures de végétation existantes, qui assure d'une part une aération active du sol (aériorification), sans que le relief d'origine de la surface de végétation ne soit ainsi modifié et qui conduit d'autre part à une accumulation durable d'eau et de nutriments du sol ou, selon le cas, d'un dispositif pour l'introduction des amendements de sol pour

35 réaliser un tel procédé de culture.

- Le problème réside dans le développement d'un procédé qui assure une augmentation durable de la capacité en eau exploitable de sols ou, selon le cas, de la quantité d'eau disponible pour les végétaux et qui conduit à une réduction significative de la fréquence d'arrosage et qui assure simultanément une alimentation en eau régulière des végétaux et qui occasionne un enracinement plus rapide et meilleur, y compris une diminution de l'évacuation des nutriments dans la nappe phréatique et qui provoque ainsi une réduction des coûts d'arrosage et de fertilisation ou, selon le cas, dans la mise au point d'un dispositif pour la réalisation d'un tel procédé de culture.
- 5
- 10 De manière totalement surprenante, on a pu trouver un procédé de culture, en particulier pour des espaces verts existants et des surfaces de végétation existantes, comprenant les étapes
- a.) préparation d'une forme d'application transportable d'un amendement de sol gonflable à l'eau, dans laquelle l'amendement de sol se trouve sous forme de dispersion de particules prégonflées et/ou d'hydrogel,
  - b.) transport de la forme d'application préparée dans l'étape a.) de l'amendement de sol dans un dispositif d'introduction,
  - c.) introduction de l'amendement de sol au moyen du dispositif d'introduction.
- 15
- 20

Selon l'invention on peut utiliser comme amendements de sol tous les agents qui peuvent être utilisés sous forme d'une forme d'application transportable, de préférence sous forme de dispersion et selon l'invention de manière particulièrement préférée sous forme d'hydrogels dans la technique agricole ou, selon le cas, en agriculture et horticulture, par exemple comme adjuvants pour le sol pour l'accumulation de l'eau et des aliments, ainsi que dans un sol synthétique pour la culture des plantes ainsi que comme gels de protection des racines.

25

Selon l'invention, il est cependant essentiel que la forme d'application transportable de l'amendement de sol ne soit pas introduite sous forme sèche dans la surface de sol ou de végétation à cultiver, mais que les amendements de sol soient prégonflés, de manière telle qu'ils se trouvent sous forme de dispersion de particules prégonflées et/ou d'hydrogel,

30

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, l'amendement de sol est au moins un polymère réticulé insoluble dans l'eau, qui représente un réseau polymère

35

A

tridimensionnel et qui est en mesure, en gonflant et en formant des hydrogels, d'absorber des quantités importantes d'eau ou de liquides aqueux et de pouvoir retenir la quantité de liquide absorbée, même sous l'influence d'une pression extérieure, tel que par exemple tous les poly(méth)acryliques réticulés, contenant des groupes  
5 carboxylate, qui peuvent former des hydrogels. De plus, il peut aussi s'agir ici de polymères gonflables à l'eau, à base de substances naturelles, telles que par exemple des polysaccharides, des alginates, des pectines, des gélatines, de la gomme de graines de guar, de carboxyméthylcellulose etc. ainsi que de polymères gonflables à l'eau ou formant des hydrogels à base de substances synthétiques telles que l'acide  
10 acrylique, méthacrylique, l'acrylamide, l'acrylonitrile, le styrène ainsi que leurs dérivés.

Les poly(méth)acrylates utilisables selon l'invention, contenant des groupes carboxylate, qui conviennent en particulier sont ceux qui sont constitués principalement et de préférence par les monomères acide acrylique, acrylamide, acide méthacrylique  
15 et méthacrylamide, en outre cependant aussi par d'autres monomères solubles dans l'eau, tels que l'acrylonitrile, le méthacrylonitrile, le N,N-diméthylacrylamide, la vinylpyridine ainsi que d'autres acides polymérisables solubles dans l'eau et leurs sels, en particulier l'acide maléique, fumarique, itaconique, vinylsulfonique ou acrylamidométhylpropanesulfonique ; en outre les esters contenant des groupes  
20 hydroxy d'acides polymérisables, en particulier les esters hydroxyéthyliques et hydroxypropyliques de l'acide méthacrylique ; en outre les esters et les amides contenant des groupes amino et ammonium d'acides polymérisables, tels que les dialkylaminoesters, en particulier les diméthylaminoalkylesters et les diéthylaminoalkylesters de l'acide acrylique et méthacrylique, ainsi que les  
25 triméthylammoniumalkylesters et les triméthylammoniumalkylesters ainsi que les amides correspondants.

Les poly(méth)acrylates utilisables selon l'invention peuvent être formés exclusivement par les monomères contenant des groupes carboxylate susmentionnés ou également  
30 être combinés avec les monomères ne portant pas de groupes carboxylate dans un copolymère. Dans les copolymères, la proportion de monomères de type carboxylate se situe à 90 jusqu'à 10% en mole, de préférence à 60 jusqu'à 30% en mole.

Des monomères peu solubles ou totalement insolubles peuvent en outre encore être  
35 copolymérisés en de faibles quantités avec les monomères ci-dessus, tels que par exemple les esters de vinyle et les esters de l'acide acrylique et/ou méthacrylique avec des alcools en C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>, du styrène et des styrènes alkylés. Généralement, la proportion

de monomères solubles dans l'eau est de 80 à 100% en poids, par rapport à la totalité des monomères. Les monomères insolubles dans l'eau (hydrophobes) représentent généralement 0 à 20% en poids des monomères.

- 5 Les constituants monomères acides peuvent être neutralisés avant la polymérisation, le degré de neutralisation étant de préférence situé entre 10 et 95% en mole, en particulier entre 50 et 90% en mole, ainsi qu'en particulier entre 70 et 95% en mole. Les bases qui entrent en considération pour la neutralisation sont tous les composés inorganiques et organiques usuels, en préférant en particulier la lessive de soude  
10 caustique, la lessive de potasse et l'ammonium ou l'hydroxyde d'ammonium.

Ensemble avec les monomères susmentionnés, on copolymérise en de faibles proportions des monomères réticulants présentant plus d'un groupe apte à la réaction dans la molécule. Il se forme ainsi des polymères partiellement réticulés, qui ne sont  
15 plus solubles dans l'eau, mais uniquement gonflables.

Comme monomères réticulants, on mentionne par exemple des monomères difonctionnels ou polyfonctionnels, par exemple des amides, tels que le méthylènebisacrylamide ou le méthylènebisméthacrylamide ou l'éthylènebisacrylamide,  
20 en outre les composés d'allyle, tels que le (méth)acrylate d'allyle, le (méth)acrylate d'allyle alcoxylé avec de préférence 1 à 30 moles d'oxyde d'éthylène, le triallylcyanurate, l'ester diallylique de l'acide maléique, les polyallylesters, le tétraallyloxyéthane, la triallylamine, la tétraallyléthylènediamine, les esters allyliques de l'acide phosphorique ou phosphoreux, en outre des monomères réticulables, tels que  
25 les composés de type N-méthylol d'amides, tels que du méthacrylamide ou de l'acrylamide et les éthers qui en sont dérivés, tels que les esters de polyols et de polyols alcoxylés, tels que les diacrylates ou les triacrylates par exemple le diacrylate de butanediol ou d'éthylèneglycol, les di(méth)acrylates de polyglycol, le triacrylate de triméthylolpropane, les diacrylatesters et triacrylatesters du triméthylolpropane de  
30 préférence oxalkylé avec 1 à 30 moles d'oxyde d'alkylène (éthoxylé), les acrylatesters et méthacrylatesters du glycérol et pentaérythritol, ainsi que du glycérol et du pentaérythritol de préférence oxéthylé avec 1 à 30 moles d'oxyde d'éthylène.

On utilise de préférence le méthylènebis(méth)acrylamide ou  
35 l'éthylènebis(méth)acrylamide, les N-méthylolacrylamides et la triallylamine. La proportion de comonomères réticulables est de 0,01 à 2,5% en poids, de préférence de

0,01 à 1,0% en poids et de manière particulièrement préférée de 0,01 à 0,1% en poids, par rapport à la totalité des monomères.

Les polymères à utiliser selon l'invention, contenant des groupes carboxylate peuvent  
5 contenir des polymères solubles dans l'eau comme base de greffage, des quantités jusqu'à 30% en poids étant préférées. Parmi ceux-ci on trouve entre autres les poly(alcools vinyliques) partiellement ou totalement saponifiés, l'amidon ou les dérivés d'amidon, la cellulose ou les dérivés de cellulose, la lignine ou les dérivés de lignine, les poly(acides acryliques), les polyglycols ou leurs mélanges.

10

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, les polymères à utiliser peuvent être post-réticulés. Pour la postréticulation, qui conduit à une amélioration nette de la stabilité du gel, de l'absorption de liquide sous pression et de la vitesse d'absorption, on utilise des composés qui présentent généralement au moins deux groupes  
15 fonctionnels et qui peuvent réticuler les groupes fonctionnels du polymère à la surface des particules polymères. On préfère les fonctions alcool, amine, aldéhyde, glycidyle et épichlorure, des molécules de réticulant présentant plusieurs fonctions différentes pouvant également être utilisées.

20

A titre d'exemple on mentionne les agents de post-réticulation suivants : éthylglycol, diéthylèneglycol, triéthylèneglycol, polyéthylèneglycol, glycérol, polyglycérol, propylèneglycol, diéthanolamine, triéthanolamine, poly(oxyde de propylène), copolymères à blocs d'oxyde d'éthylène et d'oxyde de propylène, esters d'acide gras de sorbitane, esters d'acide gras de sorbitane éthoxylés, triméthylolpropane,  
25 triméthylolpropane éthoxylé, pentaérythritol, pentaérythritol éthoxylé, poly(alcool vinylique), sorbitol, éthylèneglycolcarbonate, propylèneglycolcarbonate et polyépoxydes, tels que par exemple éthylèneglycoldiglycidyléther.

30

On travaille de préférence avec de l'éthylèneglycolcarbonate comme agent de post-réticulation. L'agent de post-réticulation est utilisé en une quantité de 0,01 à 10% en poids, de préférence de 0,1 à 5% en poids, de manière particulièrement préférée de 0,1 à 1% en poids par rapport au polymère à post-réticuler.

35

La préparation des poly(méth)acrylates à utiliser selon l'invention peut être réalisée selon des procédés usuels, on polymérise de préférence dans une solution aqueuse, de manière discontinue dans un récipient de polymérisation ou de manière continue, par exemple sur une bande sans fin. Le déclenchement de la polymérisation est réalisé

avec des initiateurs usuels, déclenchant une polymérisation radicalaire ou des systèmes redox. Lors d'un déroulement pratiquement adiabatique de la polymérisation, il se forme, dans le cas d'une concentration de départ correspondante de 15 à 50% en poids de monomères, un gel polymère aqueux. Par le choix de la concentration de départ en monomères et de la température de démarrage basse correspondante dans la plage de température de 0 à 50°C, de préférence de 5 à 25°C, la polymérisation peut être réalisée de manière telle que la température maximale dans le gel polymère aqueux formé est facilement gérable. A la fin de la polymérisation, le gel polymère est réduit mécaniquement, séché, broyé et le cas échéant soumis à une réticulation de surface.

De plus, pour la préparation des poly(méth)acrylates, le procédé de polymérisation en suspension convient également, dans lequel les particules de polymère discrètes sont déjà formées pendant la polymérisation.

Lors de l'addition d'agents de post-réticulation de surface, il faut veiller à un mélange intensif des particules de polymère. Des appareils de mélange appropriés pour l'application d'un agent de post-réticulation sont par exemple les mélangeurs Patterson-Kelley, DRAIS-Rubulenz, Lödige, Ruberg, à vis sans fin, à assiette et en lit tourbillonnant ainsi que les mélangeurs verticaux fonctionnant en continu, dans lesquels la poudre est mélangée au moyen de couteaux rotatifs à une fréquence élevée (mélangeur Schugi). Lorsque l'agent de post-réticulation a été mélangé avec les particules de polymère, de préférence sous forme d'une solution, on chauffe à des températures de 80 à 250°C, de préférence de 135 à 250°C et de manière particulièrement préférée de 150 à 200°C pour réaliser la réaction de post-réticulation. La durée optimale du post-chauffage peut être facilement déterminée pour les différents types de réticulant à l'aide de quelques essais. Elle est limitée par le point auquel le profil de propriétés souhaité du superabsorbant est à nouveau dégradé suite à une dégradation thermique. Par exemple, les temps de réticulation aux températures de 180°C sont usuellement inférieurs à 30 minutes.

Les poly(méth)acrylates peuvent en outre contenir des adjuvants de transformation et de conditionnement, tels que par exemple le stéarate de potassium, le polyglycol, les silices, les bentonites.

La teneur en monomères résiduels des poly(méth)acrylates à utiliser selon l'invention est faible et est inférieure à 1000 ppm, par exemple inférieure à 250 ppm. En

particulier, la teneur résiduelle en monomères écotoxicologiquement dangereux, tels que par exemple l'acrylamide est inférieure à 250 ppm, de préférence inférieure à 100 ppm ou, selon le cas, de manière particulièrement préférée inférieure à 50 ppm.

- 5 Le pouvoir d'absorption des poly(méth)acrylates à utiliser selon l'invention pour l'eau et les solutions aqueuses peut varier dans de larges plages et est réglé par les constituants monomères, les réticulants et le cas échéant les agents de post-réticulation.
- 10 De préférence, on peut utiliser des poly(méth)acrylates qui absorbent plus de 30 g/g, de préférence plus de 50 g/g et de manière particulièrement préférée plus de 65 g/g de polymère d'une solution de sol synthétique présentant une conductibilité de 2,5  $\mu$ S. La solution synthétique de sol contient, pour 10 l d'eau, 0,71 g de NaCl, 0,065 g de  $\text{NaN}_3$ , 1,676 g de KCl, 0,353 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 3,363 g de  $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ , 10,5 g de  $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$   
15 et 0,019 g de  $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ . On délaye 1 g de poly(méth)acrylate dans 200 ml de cette solution pendant 15 min avec un agitateur magnétique, on laisse au repos pendant 45 min, puis on filtre sur un tamis de 100 mesh. A partir du quotient de la quantité de liquide absorbée et de la pesée de polymère, on obtient la valeur d'absorption.
- 20 Les copolymères de poly(méth)acrylate, qui ont été préparés avec utilisation de comonomères exempts de carboxylate, en particulier d'acrylamides, présentent une stabilité à long terme plus élevée de l'absorption par rapport à des phases humides et sèches qui changent souvent pendant l'utilisation.
- 25 Les proportions solubles des poly(méth)acrylates à utiliser selon l'invention se situent usuellement au-dessous de 20% en poids, de préférence au-dessous de 15% en poids et de manière tout particulièrement préférée au-dessous de 10% en poids.

- 30 La granulométrie des polymères à utiliser dans le procédé selon l'invention peut être différente en fonction de l'utilisation, mais usuellement, elle est située dans la plage de 0,2 à 3 mm.

- Dans une autre forme de réalisation de l'invention, les poly(méth)acrylates peuvent être chargés de substances actives, qu'ils libèrent à nouveau au cours de l'utilisation  
35 selon l'invention avec un retard dans l'environnement. Parmi ces substances actives, on compte entre autres des engrais, des herbicides et des agents de lutte contre les organismes nuisibles.

Selon l'invention, on préfère en particulier comme amendements de sol ceux pour la technique agricole ou, selon le cas, l'agriculture, la sylviculture et l'horticulture par exemple commercialisés par la société Stockhausen GmbH, Krefeld sous la marque

5 STOCKOSORB®. Il s'agit de polymères gonflables à l'eau, en particulier superabsorbants, qui peuvent être obtenus par polymérisation des composants décrits ci-dessus, en particulier

- 10 a.) 55 à 99,95% en poids de monomères éthyléniquement monoinsaturés portant des groupes carboxyle, qui sont le cas échéant partiellement neutralisés
  - b.) 0,05 à 5,0% en poids d'au moins un réticulant,
  - c.) 0 à 40% en poids d'autres monomères copolymérisable avec a.),
  - 15 d.) 0 à 30% en poids d'une base de greffage soluble dans l'eau,
- et les constituants a.) à d.) se complètent à 100%.

Pour la préparation de la forme d'application transportable de l'amendement de sol à utiliser dans l'étape a.), on introduit l'amendement de sol, de préférence sous forme d'un polymère gonflable à l'eau tel que par exemple le granulat STOCKOSORB® dans

20 un récipient, dans lequel est disposée une quantité partielle d'au moins un agent de transport ou de dispersion, usuellement de l'eau et l'amendement de sol est introduit sous une agitation intensive dans un récipient, où on introduit simultanément la quantité résiduelle de l'agent de transport ou, selon le cas, du dispersant (eau). Il est également possible de disposer au préalable la quantité totale de l'agent de transport

25 ou du dispersant et de mélanger ensuite l'amendement de sol dans le récipient. Il est cependant très important que l'amendement de sol soit mélangé de manière homogène dans l'agent de transport ou de dispersion, c'est-à-dire se trouve sous forme de suspension ou de dispersion homogène, de manière telle qu'il peut être appliqué dans le sol de la surface de végétation à cultiver. De manière particulièrement

30 préférée selon l'invention, l'amendement de sol se trouve après le processus de mélange sous forme d'un hydrogel.

Le rapport de mélange de l'amendement de sol en poids à l'agent de transport ou au dispersant utilisé se situe dans la plage de 0,5:100 à 1:20. Des rapports de mélange préférés se situent dans la plage de 1:100 à 1:50, en particulier de 1: 80 ou, selon le

35 cas, 1:60.



Dans l'étape b.), on amène la forme d'application transportable préparée dans l'étape a.) de l'amendement de sol au moyen d'un dispositif de transport, de préférence un dispositif à pompe, vers un dispositif d'introduction.

5 De préférence selon l'invention, il s'agit d'un dispositif d'introduction travaillant mécaniquement, hydrauliquement ou à l'air comprimé, qui présente des gicleurs d'injection et/ou des tiges creuses ou des dents creuses métalliques pour l'introduction de l'amendement de sol, qui se trouvent à une distance définie les un(e)s des autres et qui assurent une répartition régulière de l'amendement de sol, on garantira de  
10 préférence 300 à 900 sites d'injection par m<sup>2</sup> de surface d'herbe ou de gazon. De plus, le dispositif d'introduction doit être en mesure d'introduire l'amendement de sol à la profondeur nécessaire pour la culture du sol, en particulier dans la zone des racines principales pour les espaces verts, de préférence jusqu'à une profondeur de 3 cm à 25 cm.

15

De préférence, le dispositif d'introduction présente un dispositif de pression, en particulier sous forme d'un appareil d'injection pour introduire l'amendement de sol dans le sol (appareil d'injection dans le sol).

20 Dans l'étape c.) on introduit alors la quantité d'introduction nécessaire pour la culture du sol de la dispersion homogène ou de l'hydrogel de l'amendement de sol au moyen du dispositif d'introduction dans la zone de profondeur du sol nécessaire pour la culture du sol.

25 La quantité d'introduction nécessaire pour la culture du sol dépend de la nature de la surface du sol à cultiver ainsi que du type d'amendement de sol. On préfère selon l'invention une quantité d'introduction calculée sur base de granulats polymères secs, de manière particulièrement préférée des granulats qui peuvent être obtenus sous la marque Stockosorb®, de 10 à 50 g/m<sup>2</sup>, de préférence de 20 à 40 g/m<sup>2</sup>, à chaque fois  
30 par rapport à la surface de végétation à traiter. Dans une forme de réalisation particulièrement préférée selon l'invention, la quantité d'introduction annuelle pour la surface de végétation à cultiver lors de l'utilisation de granulats de Stockosorb® est de 30 g/m<sup>2</sup> ou, selon le cas, lors de l'utilisation d'un rapport de mélange par exemple de 1:80, il s'agit d'une quantité de dispersion ou d'hydrogel de 0,8 à 4,0 l/m<sup>2</sup>.

35

Un autre objet de la présente invention réside dans un système pour la culture du sol, en particulier d'espaces verts et de surfaces de végétation existantes, qui comprend

- a.) un réservoir avec des dispositifs d'agitation
- b.) des alimentations pour le dispersant ou l'hydrogel
- c.) un dispositif de transport
- 5 d.) un dispositif d'introduction

tel que cela a été décrit au préalable pour la réalisation du procédé selon l'invention.

10 Le procédé ou système selon l'invention convient avantageusement pour la culture d'espaces verts et de surfaces de végétation, en particulier de gazons de tous types, par exemple d'espaces verts et de parcs, de terrains de sport, de terrains hippiques ainsi que de terrains de golf.

15 Il était totalement surprenant que l'incorporation d'amendements de sol gonflables à l'eau, tels que Stockosorb®, dont l'incorporation à sec est extrêmement difficile, puisse être réalisée à présent de manière régulière dans les surfaces de végétation existantes, ce qui permet d'éviter une modification du relief d'origine des surfaces de végétation. De plus, après l'utilisation de ces amendements de sol gonflables à l'eau, en particulier sur des terrains de golf ou des pelouses, ces surfaces peuvent être  
20 pratiquées immédiatement après l'application, ce qui conduit à un élargissement significatif du spectre d'utilisation de ces amendements de sol pour le reste très avantageux.

25 Il est également particulièrement avantageux que le procédé ou le système selon l'invention garantisse en particulier une augmentation durable de la capacité utile d'eau du sol ou de la quantité d'eau disponible pour les végétaux lors de la culture d'espaces verts, en particulier dans des régions sèches, et conduise à une réduction significative de la fréquence d'arrosage. Simultanément, on assure une alimentation en eau régulière des végétaux et un enracinement plus rapide et meilleur, accompagné d'une  
30 diminution de l'évacuation de nutriments dans la nappe phréatique. On peut voir qu'on provoque ainsi une réduction importante du coût pour l'arrosage et les engrais, au bénéfice de la rareté de la ressource en eau, en particulier dans les régions sèches.

35 Un autre avantage du procédé ou du système selon l'invention réside en ce que l'amendement de sol peut être introduit dans la partie inférieure du sol à cultiver en particulier sous forme d'une dispersion ou d'un hydrogel sans dépôt de fines, ce qui

permet d'éviter un bouchage du sous-sol par des injections trop aqueuses, comme par exemple décrites dans le procédé de culture selon le document EP 0 627 158.

Pour expliciter davantage le procédé ou le dispositif selon l'invention, on utilise les  
5 exemples suivants :

### Appareillage

10 2 alimentations d'eau

1 appareil haute pression d'au moins 100 bars et un gicleur à jet plat (appareil froid),  
1 réservoir de 300 à 600 litres avec un agitateur, qui est monté de manière adaptée au  
gazon sur un véhicule pour fonctionner comme véhicule d'alimentation complet ou qui  
est monté avec l'appareil haute pression sur un support mobile comme système  
15 uniforme, ou qui peut être utilisé comme unité complète pour le procédé selon  
l'invention.

#### 1. Préparation de la forme d'application transportable de l'amendement de sol

20 Dans un réservoir de 300 l avec un agitateur, dans lequel on a disposé au préalable  
100 l d'eau, on homogénéise 3 kg de Stockosorb® 500 medium/micro(1:100) ou une  
quantité partielle de celui-ci sous agitation intensive. Outre l'agitateur, l'utilisation d'un  
appareil à haute pression est avantageuse pour le processus d'agitation pour assurer  
une homogénéisation sûre de la dispersion ou de l'hydrogel de l'amendement de sol à  
25 utiliser.

Pendant le processus d'agitation et de mélange, on introduit la quantité d'eau  
supplémentaire ou la quantité résiduelle de polymère Stockosorb® nécessaire dans le  
réservoir, pour obtenir le rapport de mélange souhaité de la dispersion ou de l'hydrogel  
30 pour la quantité introduite choisie pour le morceau de gazon à cultiver. La quantité  
introduite est de 30 g/l, par rapport au volume de réservoir défini.

#### 2. Etape b.)

35 Après la préparation de la dispersion homogène de l'amendement de sol, qui se trouve  
lors de l'utilisation de Stockosorb® sous forme d'un hydrogel, on transporte cet  
hydrogel directement, sous agitation continue et avec utilisation d'une pompe, dans un



appareil d'injection dans le sol, qui introduit la dispersion ou l'hydrogel de l'amendement de sol à la profondeur nécessaire dans le sol.

3. Etape c.)

5

Avec l'appareil d'injection dans le sol susmentionné, on introduit alors au moyen de gicleurs d'injection l'amendement de sol dans la surface de végétation à cultiver, où on introduit dans le sol, en passant avec l'appareil d'injection, 15 g/m<sup>2</sup> à une distance de 5 x 7 cm dans le sol, l'appareil assurant par m<sup>2</sup> au moins 300 sites d'injection. Lors d'un  
10 deuxième passage, qui serait réalisé de manière exactement transversale, on peut doubler la quantité souhaitée de Stockosorb®, sans dégrader la surface de végétation existante, c'est-à-dire que la quantité totale de 30 g/m<sup>2</sup> est alors introduite ou répartie dans le sol à la profondeur souhaitée, réglée par le gicleur.

15

Le procédé selon l'invention permet ainsi de définir exactement la quantité introduite d'amendement de sol ainsi que sa répartition dans le sol. Ceci est nécessaire pour pouvoir tenir compte des différents comportements du sol et des conditions climatiques des surfaces de végétation à cultiver.

20

Ensuite, après l'introduction de l'amendement de sol gonflable à l'eau dans le sol, les appareils utilisés doivent être obligatoirement nettoyés, car en raison des propriétés de gonflement des polymères utilisés, le nettoyage serait inutilement compliqué.

25

La technique d'introduction décrite ici d'amendements de sol gonflables à l'eau est particulièrement avantageuse car elle assure une absorption et une restitution régulière d'eau et elle stabilise les espaces d'injection formés lors de l'introduction de l'agent. On assure ainsi en particulier que lors de périodes de stress et de sécheresse prolongées, une croissance optimale des plantes soit garantie et que l'aspect esthétique de surfaces de végétation de valeur élevée, telles que des espaces verts (paysages,

30

terrains de golf et espaces récréatifs) puisse être conservé.

### Revendications

1. Procédé pour la culture du sol, en particulier d'espaces verts et de surfaces de  
5 végétation existantes, comprenant les étapes
  - a.) préparation d'une forme d'application transportable d'un amendement de sol, dans laquelle l'amendement de sol se trouve sous forme de dispersion de particules prégonflées et/ou d'hydrogel,
  - b.) transport de la forme d'application préparée dans l'étape a.) de  
10 l'amendement de sol dans un dispositif d'introduction,
  - c.) introduction de l'amendement de sol au moyen du dispositif d'introduction.
  
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la forme d'application  
15 transportable de l'amendement de sol est préparée au moyen d'un dispositif de mélange.
  
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la forme d'application transportable de l'amendement de sol est une  
20 dispersion homogène ou un hydrogel de l'amendement de sol.
  
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'amendement de sol est un polymère gonflable à l'eau, en particulier superabsorbant.  
25
  
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la granulométrie du polymère gonflable à l'eau, en particulier superabsorbant, se situe dans la plage de 0,2 à 3 mm.
  
- 30 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le polymère gonflable à l'eau, en particulier superabsorbant est obtenu par polymérisation des composants
  - a.) 55 à 99,95% en poids de monomères éthyléniquement monoinsaturés portant des groupes carboxyle, qui sont le cas échéant partiellement  
35 neutralisés
  - b.) 0,05 à 5,0% en poids d'au moins un réticulant,
  - c.) 0 à 40% en poids d'autres monomères copolymérisable avec a.),

d.) 0 à 30% en poids d'une base de greffage soluble dans l'eau, et les constituants a.) à d.) se complètent à 100%.

- 5 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le polymère gonflable à l'eau, en particulier superabsorbant est au moins post-réticulé une fois à la surface.
- 10 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'émulsion et/ou la dispersion homogène de l'amendement de sol est transportée au moyen d'un dispositif de transport vers un dispositif d'introduction ou est transportée dans celui-ci.
- 15 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le dispositif de transport est une pompe et/ou un système à pompe.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le dispositif d'introduction introduit l'amendement de sol à une profondeur de 3 à 25 cm.
- 20 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le dispositif d'introduction présente un dispositif de pression sous forme d'un appareil d'injection pour l'introduction de l'amendement de sol dans le sol.
- 25 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'amendement de sol est introduit dans le sol sous forme d'un hydrogel.
- 30 13. Système pour la culture du sol, en particulier d'espaces verts et de surfaces de végétation existantes pour la réalisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.
- 35 14. Système pour la culture du sol selon la revendication 13, comprenant  
a.) un réservoir avec des dispositifs d'agitation  
b.) des alimentations en émulsion ou, selon le cas, en dispersion  
c.) un dispositif de transport  
d.) un dispositif d'introduction.

/