

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 873 312**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **05 07613**

51) Int Cl⁸ : B 09 C 1/10 (2006.01), C 02 F 3/34, C 12 S 13/00

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 18.07.05.

30) Priorité : 20.07.04 FR 0407995.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.01.06 Bulletin 06/04.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *NOVALUZ Société par actions simplifiée — FR.*

72) Inventeur(s) : *LEBESGUE YVES, DU PONTAVICE ANTOINE et JUMENTIER MARIE.*

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : *IXAS CONSEIL.*

54) **PRODUIT POUR BIOTRAITEMENT ENVIRONNEMENTAL.**

57) L'invention concerne un produit biodégradable pour le biotraitement environnemental se composant d'une enveloppe de conditionnement perméable à l'oxygène, réalisée au moyen d'une composition biodégradable extrudable, comprenant au moins un matériau végétal broyé fibreux, au moins un agent végétal non fibreux intervenant comme liant de ce matériau, et au moins un agent plastifiant, d'un fourrage interne formulé, réalisée avec au moins un acide aminé agissant comme membrane osmotique et comme milieu nourricier, d'un volume aqueux d'une culture contenant bactéries, fungi et/ou levures aérobies placées à l'intérieur de ladite enveloppe de conditionnement.

L'invention concerne également le procédé de réalisation du produit et ses applications au biotraitement de sols, d'eaux polluées, de traitement des graisses, de compostage et de traitement des milieux ambiants en général.

FR 2 873 312 - A1



PRODUIT POUR BIOTRAITEMENT ENVIRONNEMENTAL

DOMAINE DE L'INVENTION

5 L'invention concerne un produit biodégradable pour le biotraitement environnemental.

Il est bien connu qu'en termes de traitement environnemental, les moyens physico-chimiques ne sont pas toujours suffisants.
10 La sélection, la culture, la mise en condition et l'utilisation ciblée de souches bactériennes dont l'exploitation est organisée en vue de traiter des pollutions environnementales difficilement gérables par des moyens physico-chimiques se sont depuis longtemps mises en place. Ces situations d'applications
15 peuvent être très diverses et elles impliquent, de plus en plus, d'intégrer les contraintes de la conservation et de la réactivation de bactéries stockées dans des conditions adéquates, afin de permettre à ces bactéries de retrouver toute leur efficacité d'action le moment venu.

20 Les pollutions et les nuisances environnementales pour lesquelles des traitements biologiques s'imposent, sont fort variées : il peut s'agir de la destruction de polluants organiques tels que des hydrocarbures, de la destruction de
25 composants inorganiques associés, de la suppression de nuisances olfactives et autres, dans le cas du compostage accéléré de déchets organiques issues des ordures ménagères ou des déchets verts ou encore du traitement des pollutions contenues dans les eaux résiduaires et, plus globalement, du
30 traitement de composés lipidiques, glucidiques ou protéiques.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Différentes techniques de conditionnement et de mise en œuvre de colonies bactériennes sélectionnées, pouvant être utilisées au mieux des impératifs de traitement de pollution de l'environnement, ont été envisagées et pratiquées : ces techniques déjà envisagées peuvent recouvrir des concepts de production « in situ » de milieux liquides contenant des souches bactériennes suivies de leur mise en œuvre par aspersion de l'environnement pollué ou encore recouvrir des concepts de cartouches contenant les bactéries, véritable réservoir de conditionnement et de conservation des souches bactériennes en attente de leur utilisation.

D'autres moyens ont été utilisés pour le conditionnement et la conservation de souches bactériennes tels que, par exemple, des supports solides inertes ou des supports organiques actifs imprégnés desdites souches bactériennes ou encore des techniques d'encapsulation permettant le conditionnement, dans des espaces clos, des colonies bactériennes.

Toutes ces techniques de conditionnement et de mise en œuvre de souches ou colonies bactériennes ont été effectivement pratiquées. Toutefois, ces différentes techniques trouvent leurs limites, soit par rapport aux conditions d'imprégnation des supports actifs, soit par rapport aux conditions de conditionnement optimisées, soit par rapport aux conditions d'utilisation suivant les stratégies d'attaque bactériennes à considérer selon le type de pollution à traiter.

Différents documents antérieurs traitent de compositions chimiques se présentant sous formes solides qui sont destinées à relarguer des substances organiques et des substances inorganiques dans un milieu à traiter, en général, un sol. Ces compositions solides peuvent se présenter sous la forme de

granulés, de briquettes, de capsules, de poudres ou toute autre forme capable d'être stockée puis dispersée facilement dans le milieu à traiter.

- 5 Un premier document (US 6,620,611) décrit un substrat imprégné d'une composition active destinée à diffuser dans le temps des composés organiques et des phosphates inorganiques complexes en vue d'un bio-traitement d'un sol.
- 10 Un autre document (US 6,617,150) décrit une composition biodégradable comprenant un matériau incorporant des fibres végétales et des enzymes destiné au bio-traitement d'un sol pollué.
- 15 Un autre document (US 6,423,531) est plus spécifiquement descriptif d'une composition comportant des souches bactériennes anaérobies utilisée pour le traitement des sols en vue de la restauration de leur état biologique.
- 20 Un autre document (US 6,403,364) concerne une méthode de traitement de sols pollués par des contaminants, mettant en œuvre des bactéries anaérobies, cette méthode s'appliquant, en particulier, dans des sédiments contenant de l'eau ou dans tous autres environnements difficiles.
- 25 Une demande de brevet (US 20020090697) décrit une composition chimique solide à effet de dégradation et de diffusion lente, ainsi qu'une méthode de biotraitement de sols en vue de leur restauration par des techniques mettant en œuvre des bactéries
- 30 anaérobies.

Tous ces documents décrivent des compositions biodégradables, contenant des colonies bactériennes, permettant à ces bactéries

de survivre et de se développer ensuite dans le milieu à traiter : mais toutes ces compositions utilisent des bactéries anaérobies.

5 Enfin, un document récent (US 6,251,826) décrit une composition destinée à une application de traitement de sol, avec ajout de compost, afin de promouvoir une bonne croissance végétale sans avoir recours à des pesticides. La composition met en œuvre une luzerne broyée, un agent mouillant, une source de calcium, et
10 un humus, sous forme de granulé. Mais cette composition ne contient pas de souches bactériennes. Dès lors, il n'y a pas de sélection bactérienne et la finalité de cette composition est l'enrichissement de sols et non le traitement d'une pollution environnementale spécifique.

15

OBJET DE L'INVENTION

Ainsi l'état de la technique le plus proche traite de l'utilisation de bactéries anaérobies pour des situations
20 particulières de pollution ou d'enrichissement bactérien du sol. Or, il existe des situations où des traitements biologiques par des bactéries aérobies s'imposent. Dès lors, les produits de traitement biologique se doivent d'intégrer des conditionnements capables d'assumer toutes les contraintes
25 propres au stockage et à la reviviscence de ces bactéries aérobies, tout en assurant leur dispersion dans le milieu à traiter, pour y assurer le moment venu, une biodégradation contrôlée.

30 Dès lors, l'objet de l'invention, pour répondre à des besoins non satisfaits, est de créer un produit biodégradable pour le biotraitement environnemental ayant les fonctions : (i) de contenir ou/et de servir de support à une colonie de bactéries

aérobies choisies de manière très spécifique par rapport à l'utilisation finale qu'il en sera fait, (ii) de protéger ces bactéries durant le conditionnement, (iii) de maintenir une présence d'oxygène dans l'espace de conditionnement afin de préserver la capacité des bactéries à agir le moment venu et ce, grâce à une perméabilité à l'oxygène suffisante, (iv) d'offrir les nutriments nécessaires à la croissance bactérienne le moment venu, (v) de s'hydrolyser dans le milieu récepteur, (vi) de se biodégrader de manière contrôlée lorsque les conditions d'utilisation sont réunies, en particulier, d'humidité suffisante, (vii) de libérer la colonie bactérienne aérobie tout en assurant sa croissance sur le lieu de son action de biotraitement programmé.

Plus particulièrement, l'objet de l'invention est un produit biodégradable pour le biotraitement environnemental, à biodégradabilité contrôlée, se présentant sous toute forme physique commode, telle que, par exemple, une enveloppe ou ses équivalents, une capsule, une gélule, dans lequel les bactéries inoculées sont des bactéries aérobie choisies très spécifiquement pour une action donnée par rapport à un environnement connu à dégrader par cette colonie bactérienne. Le produit de biotraitement environnemental combine les fonctions de conditionnement, de support et de nutriment pour la colonie bactérienne aérobie, et intègre sa propre destruction contrôlée, en libérant dans l'environnement à traiter, la colonie bactérienne au moyen d'un comportement de biodégradabilité spécifiquement conçu.

SOMMAIRE DE L'INVENTION

Selon l'invention, le produit biodégradable pour le biotraitement environnemental se caractérise en ce qu'il se compose

- 5 a) d'une enveloppe de conditionnement perméable à l'oxygène, réalisée au moyen d'une composition biodégradable extrudable, comprenant au moins un matériau végétal broyé fibreux, au moins un agent liant d'origine végétale ou d'origine synthétique et au moins un agent plastifiant,
- 10 b) d'un fourrage formulé, placé à l'intérieur de ladite enveloppe de conditionnement et composé d'une culture contenant des bactéries, fongi et/ou levures aérobies en mélange avec un substrat nutritif contenant au moins un acide aminé, agissant comme membrane osmotique et comme milieu nourricier pour les
- 15 bactéries contenues au moment de leur reviviscence et au moins un agent modificateur de viscosité.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

20 Dès lors, le produit biodégradable pour le biotraitement environnemental comprend une enveloppe de conditionnement réalisée au moyen d'une composition biodégradable extrudable comprenant au moins un matériau végétal broyé fibreux, au moins un agent liant de ce matériau et au moins un agent plastifiant

25 et pouvant contenir d'autres adjuvants et additifs et un fourrage formulé, interne à l'enveloppe de conditionnement, dont la formulation comporte une culture bactérienne aérobie en mélange avec un substrat nutritif, et au moins un modificateur de viscosité.

30 Dans le contexte de l'application de biotraitement, en particulier, de biotraitement à vocation environnementale, faisant appel à des bactéries, fongi et/ou levures aérobies, il est indispensable d'assurer la présence d'oxygène pour la

culture contenant les bactéries, fongi et/ou levures aérobies contenues dans l'enveloppe de conditionnement biodégradable. C'est la raison pour laquelle ce conditionnement a été choisi préférentiellement sous la forme d'une enveloppe dont les parois sont suffisamment poreuses à l'oxygène, tout en restant imperméable aux liquides.

La composition biodégradable extrudable pour la réalisation d'une enveloppe de conditionnement, à base d'au moins un végétal fibreux broyé lui permettant d'être mise en œuvre sous forme de tube, profilé, feuille multicouche, ultérieurement transformée en enveloppe, comporte au moins un agent liant, au moins un agent plastifiant, et peut aussi comporter des adjuvants et additifs, ainsi que d'autres composants servant de nutriments et dont aucun ne doit pour autant restreindre la performance de la biodégradabilité contrôlée de l'enveloppe.

Selon l'invention, la composition biodégradable permettant de réaliser l'enveloppe de conditionnement comprend d'abord, au moins, un matériau végétal fibreux.

Si de nombreux matériaux biodégradables existent, ils sont, dans la plupart des cas, obtenus à partir essentiellement d'amidon, avec incorporation éventuelle de différents liants, aussi bien naturels que synthétiques, mais leurs propriétés de porosité à l'oxygène ne sont pas suffisantes pour assurer la pérennité des bactéries aérobies lors de leur stockage.

Toute enveloppe de conditionnement destinée à recevoir une colonie bactérienne aérobie, doit en effet présenter différentes caractéristiques, en particulier, une bonne perméabilité à l'oxygène ou une réserve d'oxygène suffisante, une bonne biodégradabilité activée en présence d'humidité, une

capacité à présenter une pression osmotique faible lorsque ce conditionnement se présente sous la forme d'une enveloppe séparant le milieu externe du milieu interne contenant les bactéries à protéger.

5

Ce conditionnement peut se présenter sous différentes formes physiques spécifiques, suivant les utilisations qu'il en sera faites : il peut être en forme de feuilles appelées à être façonnées en forme d'enveloppes, de capsules ou de gélules ou en forme de tubes ou profilé fermé aux extrémités dans lesquels la colonie de bactéries, fongi et/ou levures aérobies sera contenue.

10

15

L'emploi de matériau végétal fibreux, comme élément principal de la composition biodégradable extrudable est apparu comme indispensable. Ce matériau végétal fibreux est associé à au moins un agent liant et au moins un agent plastifiant, afin d'obtenir un matériau présentant une certaine plasticité qui permet la formation d'une enveloppe de conditionnement pour la colonie bactérienne aérobie. Ce matériau végétal fibreux apporte renfort mécanique, supplément de porosité et nutriment.

20

25

Le matériau végétal fibreux utilisé comme élément principal de la composition biodégradable extrudable est choisi dans le groupe des végétaux comprenant la luzerne, le chanvre, les résidus de lin, les collets de betteraves, les lupins et des légumineuses de type féverole. Selon une composition biodégradable préférentielle, de la luzerne est utilisée comme composant principal. La luzerne est préférentiellement choisie dans la mesure où elle possède certaines caractéristiques particulières par rapport à d'autres composés végétaux, à savoir, celui de ne pas contenir d'amidon et celui de contenir de l'hémicellulose facilement assimilable par les bactéries

30

aérobies et non de la seule cellulose plus difficilement assimilable.

5 Le matériau végétal fibreux est à la fois un élément structurant de la composition comme peut l'être toute fibre de renfort, mais aussi un élément nutritif pour les bactéries aérobies ainsi qu'un élément pour partie liant, grâce à sa partie protéinique, toutefois insuffisante à elle seule.

10 Ainsi l'enveloppe de conditionnement protectrice de la colonie bactérienne aérobie sert également de nutriment à ces bactéries, avant et au moment où elles vont être libérées pour pouvoir agir sur le milieu à traiter.

15 Le matériau végétal fibreux est traité par voie physique tel que séchage, déshydratation, broyage, compactage, pressage.

20 Dans la composition biodégradable extrudable, le au moins un matériau végétal fibreux est introduit à raison de 10 à 90 % en poids et préférentiellement de 20 à 45 % en poids par rapport au poids total de ladite composition biodégradable extrudable.

25 Selon l'invention, la composition biodégradable permettant de réaliser l'enveloppe de conditionnement comprend aussi au moins un agent liant du ou des matériaux végétaux fibreux.

30 Le rôle de l'agent liant au sein de la composition biodégradable, est de permettre une cohésion des constituants végétaux fibreux entre eux. Toutefois, cet agent liant peut avoir un pouvoir de cohésion tel que le matériau perd toute capacité à se comporter de manière plastique, par exemple, lorsque soumis à une élévation de température ou lorsque mis en présence d'eau.

L'agent liant mis en œuvre peut être d'origine naturelle ou synthétique et doit être, dans tous les cas, rapidement biodégradable.

5 Quand il est d'origine naturelle, et dans une réalisation préférentielle, l'agent liant est principalement constitué par un mélange comprenant de l'amidon et des protéines. Les proportions entre amidon et protéines sont de 5 à 25 % en poids de protéines et de 75 à 95 % en poids d'amidon.

10

Les végétaux donnant des composés amylacés et intervenant comme agent liant sont choisis dans le groupe des végétaux tels que riz, pommes de terres, maïs, manioc, blé, houblon, avoine, orge, tapioca.

15

Dans une composition préférentielle, l'agent liant d'origine naturelle est une farine issue de céréales, telles que par exemple, le blé. Cet agent liant d'origine naturelle comprend de l'amidon et des protéines provenant du gluten dans le cas d'une farine de blé. Cet agent liant végétal s'est avéré être possible dans la mesure où une telle farine apporte cohésion pour la composition, sans pour autant restreindre, si l'ajout reste modeste, les propriétés de perméabilité à l'oxygène de l'enveloppe de conditionnement constituée à partir de la composition.

25

L'agent liant d'origine naturelle comprenant amidon et protéines est ajouté dans la composition à raison de 25 % à 47 % exprimé en poids de la composition biodégradable extrudable de l'enveloppe.

30

Un autre agent liant carboné hydrosoluble, également d'origine naturelle et végétale, peut être associé au premier

précédemment décrit. Il est choisi parmi les jus verts tels que produits de luzerne ou autres végétaux y compris les graminées, les polysaccharides issus de produits tels que la mélasse, le sucre de canne et/ou de betteraves, les produits issus de fractionnements de jus verts tels que hydrolysats et sérums.

L'utilisation de cet autre agent liant végétal associé avec le premier constitué d'amidon et de protéines est intéressant dans la mesure où il apporte, au-delà de sa fonction première de liaison, une certaine plasticité à la composition. De plus, cet autre agent liant apporte du carbone organique additionnel qui est avantageux comme nutriment présent dans l'enveloppe de conditionnement car ce nutriment est facilement assimilable par la colonie bactérienne, ou/et de fongi ou/et de levures, puisqu'il s'agit de sucres.

Cet autre agent liant carboné hydrosoluble est ajouté en proportion de 0% à 5% exprimé en poids de la composition biodégradable extrudable de l'enveloppe.

D'autres agents liants d'origine synthétique, en substitution pour tout ou partie des agents liants d'origine naturelle, tels que les polymères hydrosolubles, peuvent être éventuellement utilisés et plus particulièrement et préférentiellement les alcools polyvinyliques. Ces agents liants d'origine synthétique peuvent intervenir selon une quantité choisie dans l'intervalle 0% à 40% exprimé en poids de la composition biodégradable extrudable constituant l'enveloppe.

Selon l'invention, la composition biodégradable permettant de réaliser l'enveloppe de conditionnement comprend également au moins un agent plastifiant, d'origine naturelle ou synthétique.

Afin de créer une composition biodégradable thermoplastique qui puisse être facile à transformer, par exemple, en tube, profilé ou feuille multicouche, puis en enveloppe de conditionnement, par les techniques empruntées à la transformation des matériaux plastiques ou à la transformation des produits alimentaires qualifiés d'extrudés, puis mise en œuvre par des techniques disponibles telles que découpe, formage, soudure et qui puisse être suffisamment résistant une fois mise en forme, cette composition biodégradable doit être formulée avec différents agents plastifiants organiques naturels ou/et synthétiques, préférentiellement de poids moléculaire restreint, capables d'être solubles dans l'eau et d'être également eux-mêmes biodégradés, sans écotoxicité résiduelle lorsque dispersés dans le milieu à traiter.

En fait, la composition biodégradable constituée par les fibres végétales et les agents liants doit présenter une certaine plasticité par rapport aux contraintes de formage. Le rôle de l'agent plastifiant est de créer des volumes de liberté au niveau macromoléculaire afin que, sous l'effet, en particulier de la chaleur, les macromolécules constituant de la composition puissent bouger plus facilement les unes par rapport aux autres.

L'agent plastifiant opère également à température ambiante. Il apporte la souplesse nécessaire à l'enveloppe issue de la composition mise en œuvre qui, sans la présence dudit agent plastifiant, serait trop rigide et éventuellement cassante.

Les agents plastifiants hydrosolubles sont choisis dans le groupe des polyols, dont en particulier le glycérol, le sorbitol, l'éthylène glycol, le diéthylène glycol, le propylène glycol. D'autres polyols sont également possibles tels que

l'adonitol, le dithioérythritol, le dithiothréitol, le galactitol, l'inositol, le mannitol, le xylitol. Tous ces polyols peuvent être mis en œuvre seul ou en mélange.

5 L'agent plastifiant de type polyol est ajouté dans des proportions de 1 % à 30 %, et préférentiellement de 3 % à 20 % exprimé en poids de la composition biodégradable extrudable, en l'occurrence l'enveloppe.

10 Selon l'invention, la composition biodégradable permettant de réaliser l'enveloppe de conditionnement peut comprendre également divers additifs tels que des sels, des agents lubrifiants, des charges minérales, des colorants ou pigments colorés.

15 Des sels peuvent être ajoutés à la composition biodégradable, en particulier, lorsque ces sels ont un comportement hygroscopique permettant de maintenir au sein de la composition biodégradable un taux d'humidité suffisant favorisant la
20 plasticité de la dite composition.

Ces sels sont choisis dans le groupe constitué par les sels de l'acide lactique, en particulier, le lactate de sodium ou le lactate de potassium. L'ajout de sels se fait dans des
25 proportions de 0 % à 10 % exprimé en poids de la composition biodégradable extrudable.

30 Des agents lubrifiants peuvent être également ajoutés à la composition biodégradable dans le but de la rendre plus facilement extrudable et qu'elle se prête mieux au malaxage dans les vis de l'extrudeuse. De tels agents lubrifiants sont bien connus de l'état de la technique et sont choisis dans le groupe constitué par les sels métalliques de l'acide stéarique,

principalement les sels de sodium, de magnésium et de potassium, mais également d'aluminium, de calcium, de zinc ou d'autres métaux remplaçant le sodium ou le potassium. Le stéarate de magnésium est préférentiellement sélectionné.

5

Ces agents lubrifiants sont présents dans la composition dans des proportions de 0% à 5% et préférentiellement de 0,5% à 1,5% exprimé en poids de la composition biodégradable extrudable.

10

Une charge minérale peut aussi être ajoutée afin de contrôler la viscosité de la composition biodégradable extrudable. Cette charge minérale peut être de l'argile, de la silice, du talc, du carbonate de calcium, de l'oxyde de titane ou toute autre charge neutre au regard de l'écosystème.

15

Toutefois, une argile est préférentiellement choisie dans la mesure où elle contient de l'eau de constitution et a, en outre, capacité à en absorber et qu'elle agit également comme modificateur de rhéologie et comme un possible support de la colonie bactérienne une fois l'enveloppe de conditionnement biodégradée.

20

L'argile est préférentiellement un phyllosilicate, plus particulièrement, une kaolinite dont la structure est composée de feuillets de silicate associés à des couches d'oxyde/hydroxyde d'aluminium ou encore une montmorillonite.

25

La proportion de charge minérale introduite dans la composition biodégradable varie entre 0% et 15% et préférentiellement entre 0% et 10% en poids de la composition biodégradable extrudable, la taille des particules étant simplement micrométrique.

30

Un pigment de coloration peut éventuellement être ajouté sous réserve de sa non-toxicité environnementale lorsque libéré, lors de la biodégradation de la composition dans l'environnement : l'oxyde de titane est préférentiellement retenu.

5

D'autres additifs peuvent être ajoutés à la composition biodégradable tels que des nutriments, des additifs de croissance bactérienne, des enzymes, des acides aminés, des sels minéraux ou de l'ammoniaque.

10

Les nutriments et additifs de croissance spécifiques peuvent être choisis parmi les pectines, les extraits de levure, les polysaccharides issus de l'industrie vinicole, de l'hémicellulose, éventuellement de la cellulose.

15

Des enzymes, des acides aminés, des vitamines peuvent être ajoutés à la composition biodégradable.

20

Des sels minéraux peuvent être ajoutés à la composition biodégradable. Leur nature et les quantités sont soigneusement étudiées. Ces sels minéraux sont des composés nitrates et/ou de phosphates et/ou de sulfates d'ammonium, de potassium, de magnésium, de calcium, de sodium, de manganèse, de molybdène, de fer, de cuivre, de zinc.

25

Enfin, selon l'invention, la composition biodégradable permettant de réaliser l'enveloppe de conditionnement comporte une teneur en eau qui varie entre 5% à 20% de la composition biodégradable extrudable, qui peut être de l'eau déjà contenue dans le matériaux végétal fibreux et/ou complété par un apport.

30

L'enveloppe de conditionnement de la colonie bactérienne aérobie, selon l'invention, se présente préférentiellement sous la forme d'une capsule fabriquée à partir d'un tube, d'un profilé, de feuilles multicouches, extrudés, à partir de la composition précédemment décrite. Les tubes ou profilés contenant le fourrage interne formulé sont clos par pinçage aux deux extrémités et sur les quatre côtés dans le cas d'une feuille multicouche.

Le matériau qui constitue l'enveloppe externe de la capsule est toujours perméable à l'oxygène.

Le produit biodégradable pour le biotraitement environnemental est ainsi une capsule contenant son fourrage, de dimension variable, qui est stable et qui peut être facilement stockée et manipulée, pour être ensuite utilisée, le moment venu, dans des conditions d'humidité permettant sa délitescence et sa biodégradation contrôlée, la reviviscence des bactéries aérobies et donc leur libération et leur utilisation efficace dans le milieu à traiter.

Selon l'invention, le fourrage interne formulé de l'enveloppe de conditionnement comprend une culture contenant bactéries, fungi et/ou levure aérobies sous forme de suspension aqueuse avec leur milieu nutritif, en mélange avec un substrat nutritif comprenant au moins un acide aminé et un agent modificateur de viscosité, c'est-à-dire un agent épaississant.

Les bactéries, fungi, levures aérobies présentes dans le fourrage interne sont choisies dans le groupe constitué par les Micrococcaceae, Lactobacillaceae, Bacillaceae, Nisseriaceae, Enterobacteriaceae, Azotobacteriaceae, Rhizobiaceae, Nitrobacteriaceae, Thiobacteriaceae, Pseudomonadaceae, ainsi

que dans les groupes des Bactéries : Pseudomonadales :
 Pseudomonas, Nitrosomonas, Nitrobacter, Thiobacillus, Vibrio,
 Acetobacter, ... Azotobacteriacées : Azotobacter, Beijerinckia
 Achromobactériacées : Achromobacter, Flavobacterium
 5 Entérobactériacées : Aerobacter, Serratia Lactobacillacées :
 Lactobacillus, Corynébactériacées : Arthrobacter Bacillacées :
 Bacillus, des actinomycètes : Actinomycétacées : Nocardia,
 Pseudonocardia, des champignons : Mucorales : Rhizopus,
 Protoascomycètes (levures) : Candida, Torula, Rhodotorula,
 10 Cryptococcus, Torulopsis, des Eueascomycètes (moisissures) :
 Aspergillus.

Le fourrage comprend entre 0,5% et 20% et préférentiellement
 entre 1% et 10% de souche aérobies, c'est-à-dire bactéries,
 15 fongi et/ou levure aérobies du cycle de l'azote et du carbone
 dans leur culture en milieu aqueux, avec leur milieu nutritif
 entre 20% et 70% de substrat nutritif, entre 20% et 70% d'au
 moins un agent modificateur de viscosité agissant en
 particulier, comme épaississant rapporté au poids total du
 20 fourrage.

Le substrat nutritif comprenant au moins un acide aminé est
 réalisé au moyen d'une phase aqueuse formulée, dans laquelle
 certains composants sont solubles, en particulier, des acides
 25 aminés. Un ou plusieurs des 21 acides aminés peuvent être
 utilisés. La quantité d'acides aminés présente dans le substrat
 nutritif est de 1 % à 10 % en poids dudit substrat nutritif ou
 encore de 0,2% à 7% en poids du fourrage interne formulé.

30 Ces acides aminés ont la propriété d'agir comme membrane
 osmotique et comme milieu nourricier pour les bactéries
 contenues au moment de leur reviviscence.

Des sels minéraux et/ou de l'ammoniaque peuvent être ajoutés à la formulation du fourrage. Leur nature et les quantités ont été soigneusement étudiées. Ces sels minéraux sont des composés nitriques et/ou de phosphates et/ou de sulfates d'ammonium, de potassium, de magnésium, de calcium, de sodium, de manganèse, de molybdène, de fer, de cuivre, de zinc.

Des nutriments et additifs de croissance bactérienne peuvent être ajoutés à la formulation du fourrage. Ces nutriments peuvent être choisis parmi les pectines, les extraits de levure, les polysaccharides, les vitamines, l'hémicellulose, éventuellement la cellulose, des enzymes.

Un agent modificateur de viscosité agissant comme épaississant est ajouté pour modifier la viscosité du fourrage interne formulé en vue d'en faciliter la mise en œuvre dans le procédé de coextrusion. Cet agent modificateur de viscosité peut être d'origine minérale ou organique.

Lorsqu'il est d'origine minérale, il agit comme une charge minérale ; il peut être un carbonate de calcium ou de magnésium, une silice, une argile et est préférentiellement une argile. Cette argile est de type kaolinite ou montmorillonite. La taille des particules d'argile est micrométrique. De plus, la nature de ces argiles facilite l'adsorption des colonies de bactéries, fongi et levures aérobies.

Lorsque l'agent modificateur de viscosité est d'origine organique, il peut être choisi dans le groupe des glutamates, des carraghénanes, ou des alginates comme par exemple, l'agar.

Les agents modificateurs de viscosité peuvent être pris seuls ou en mélange.

Les bactéries mises en œuvre selon l'invention et donc inoculées dans le fourrage interne formulé sont des souches aérobies, telles que des bactéries, des levures, des fungi du cycle de l'azote et du carbone. Elles peuvent être d'une même famille ou appartenir à des familles différentes

La culture des souches aérobie comprenant bactéries, fungi et/ou levures se fait dans un milieu aqueux à une concentration variant par exemple entre 10^7 et 10^{10} unité formant colonie par millilitre de suspension aqueuse. La quantité de cette culture bactérienne introduite dans le fourrage représente entre 0,5% et 20% en poids et préférentiellement entre 1% et 10% en poids, du poids du fourrage.

Le fourrage interne formulé, représente entre 5% et 35% et préférentiellement entre 10% et 30% du poids du produit biodégradable de biotraitement environnemental constituée par l'enveloppe de conditionnement et le fourrage contenant les bactéries, fungi et levures, les acides aminés et l'agent modificateur de viscosité.

Le procédé de fabrication de produits biodégradables destinés au traitement biologique, en particulier, biotraitement environnemental, est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes successives :

- (a) de séchage, éventuellement déshydratation et broyage, éventuellement compactage d'un matériau végétal fibreux,
- (b) de mélangeage du matériau végétal fibreux avec au moins un agent liant, au moins un agent plastifiant et éventuellement d'autres additifs, en vue de constituer l'enveloppe,

- 5 (c) de préparation d'une formulation appelée à jouer le rôle de fourrage, comprenant une colonie bactérienne, fongi et/ou levures aérobies, en mélange avec un substrat nutritif, contenant au moins un acide aminé, et un agent modificateur de viscosité, à conditionner dans l'enveloppe de conditionnement,
- 10 (d) de compoundage, plastification, formage de la composition au moyen de techniques en particulier, l'extrusion compoundage, la coextrusion en tube, en profilé, en feuille multicouche,
- 15 (e) d'homogénéisation et injection, pompage de la formulation appelée à jouer le rôle de fourrage à l'intérieur du tube, profilé, feuille multicouche, formé au cours de l'opération de coextrusion, afin de réaliser un tube, profilé, feuille multicouche contenant le fourrage,
- 20 (f) de fermeture étanche de l'enveloppe par pression exercée sur les extrémités du tube, profilé, feuille multicouche fourré et découpe des enveloppes fourrées ainsi formées.

25 Le procédé de fabrication du produit biodégradable de biotraitement environnemental comporte une première étape a) de préparation du matériau végétal fibreux, séchage, éventuelle déshydratation, broyage aux dimensions permettant de fabriquer une pâte de viscosité satisfaisante pour pouvoir être extrudée en tube, profilé, feuille multicouche d'épaisseur de paroi de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres à quelques millimètres.

30

Les fibres du matériau végétal fibreux ne doivent pas être trop longues car le tube, profilé, feuille multicouche ainsi formé perdrait en homogénéité et il y aurait risque de formation et

présence de micro trous dans l'enveloppe de conditionnement préparée à partir de la composition, ne permettant plus ainsi de préserver la colonie bactérienne puisqu'il y aurait perte d'étanchéité. Il importe véritablement de pouvoir produire un produit extrudé souple, continue et homogène. La dimension des fibres est également importante pour la mise en œuvre par extrusion. Les fibres de matériau végétal ont une dimension qui varie de quelques microns à quelques dizaine de millimètres, mais la distribution de taille est essentiellement entre 0,5 et 15 mm et préférentiellement entre 1 et 10 mm. Le rôle du matériau végétal fibreux est également de renforcer les propriétés mécaniques de la composition biodégradable, indépendamment des autres fonctions assurées.

5

10

15 L'apport de ce matériau végétal fibreux à la composition biodégradable peut se faire sous la forme de matériau séché, broyé, éventuellement déshydraté et également sous une forme compactée.

20

25

Le taux d'humidité relative des matériaux végétaux fibreux est un élément important de la maîtrise de la performance de la composition tout au long du processus de fabrication de l'enveloppe de conditionnement et de sa mise en œuvre. Une humidité relative trop faible engendrera un comportement plus cassant et fragile pour le produit extrudé ainsi formé. Un taux d'humidité relative de 5% à 30% et préférentiellement de 5% à 15% exprimé en poids de la composition est souhaité.

30

Le procédé de fabrication du produit biodégradable de biotraitement environnemental comporte une étape b) qui est celle de la préparation de la composition, sous forme d'un mélange homogène. Sont ajoutés en vue de leur mélangeage le ou les agents liants organiques biodégradables et le ou les agents

plastifiants. Le contrôle de la teneur en humidité de la composition permet d'obtenir après extrusion une pâte relativement plastique, de viscosité adaptée aux procédés de mise en œuvre tels qu'extrusion/coextrusion et formage dans une filière, puis passage sur des moyens de refroidissement et de formage tels que rouleaux, galets, conformateurs.

Une charge minérale peut être également ajoutée sous forme pulvérulente afin de mieux contrôler la viscosité du produit en cours d'extrusion. Comme précédemment évoqué, l'argile est préférablement retenue dans la mesure où un tel matériau a une capacité à fixer les bactéries, levures, fongis, lors de l'utilisation de la composition biodégradable.

L'adjonction de sels minéraux peut se faire à ce stade de la fabrication de la pâte, ainsi que l'adjonction de tous les autres composants de la composition. Toutefois, certains des adjuvants précités peuvent également être introduits au moment du compoundage ou de l'extrusion par des techniques d'injection latérales dans le corps de la co-extrudeuse.

L'étape de préparation de la composition biodégradable peut se faire dans tout mélangeur tels que disponibles dans l'industrie de la transformation des matières plastiques ou de l'industrie agroalimentaire. L'homogénéisation optimale se fait dans un mélangeur à turbine où les différents ingrédients organiques et inorganiques vont être ajoutés. Il n'y a pas d'élévation incidente de température lors du mélangeage. Elle peut également se faire directement dans une extrudeuse compoundeuse ayant suffisamment capacité à mélanger et homogénéiser la composition ce qui permet des introductions séquentielles des différents composants solides et liquides.

Le procédé de fabrication du produit biodégradable de biotraitement environnemental comporte une étape c) de préparation d'une formulation appelée à jouer le rôle de fourrage, comprenant une colonie bactérienne, levures, fungi
5 aérobies, en mélange avec un substrat nutritif contenant au moins un acide aminé et un agent modificateur de viscosité, à conditionner dans l'enveloppe de conditionnement.

10 Le fourrage interne formulé représente entre 5 et 35% en poids du produit biodégradable de biotraitement environnemental selon l'invention.

15 Cette formulation à base d'acides aminés et éventuellement de sels minéraux, d'additifs de croissance et de nutriments tels que des polysaccharides et d'argile contenant la colonie bactérienne est destinée à constituer le fourrage interne formulé de l'enveloppe biodégradable.

20 Les acides aminés et éventuellement les autres additifs tels que des polysaccharides ont comme fonction première d'assurer un surcroît de nutriment à la colonie bactérienne aérobie. Une autre fonction de ce fourrage venant pour partie en revêtement de la surface interne de l'enveloppe est de modifier la pression osmotique par rapport à la masse aqueuse de la
25 solution contenant la colonie bactérienne et aussi de procurer une certaine imperméabilisation de la composition biodégradable afin de mieux contrôler ses capacités à se biodégrader et de favoriser, grâce aux polysaccharides, la conservation des bactéries de par les sucres présents facilement assimilables.

30 Les 21 acides aminés peuvent être utilisés, seuls ou en mélange. Les concentrations majeures sont représentées par l'arginine, la méthionine, l'isoleucine, le tryptophane, qui

peuvent représenter entre 70% et 80% en poids de l'ensemble des acides aminés.

5 Ce substrat nutritif constitue entre 20% et 70% du poids du fourrage interne formulé.

10 La viscosité de ce fourrage interne formulé constitué par la phase aqueuse d'acides aminés et éventuellement de polysaccharides et d'autres additifs est modifiée par l'adjonction d'un agent modificateur de viscosité qui peut être d'origine minérale ou organique. Lorsqu'il est d'origine minérale, il peut être choisi dans le groupe des silices, des carbonates, des argiles et est choisi préférentiellement parmi les argiles. Lorsque l'agent modificateur de viscosité est 15 d'origine organique, il est choisi dans le groupe des glutamates, des carraghénanes ou des alginates comme par exemple, l'agar.

20 Ces agents modificateurs de viscosité permettent le contrôle de la viscosité, en particulier, l'épaississement lors de la mise en œuvre par injection par pompage ou extrusion latérale dans la filière de la co-extrudeuse, de cette composition appelée à constituer le fourrage de l'enveloppe au cours de la coextrusion.

25 Cet agent modificateur de viscosité constitue entre 20% et 70% du poids du fourrage interne formulé.

30 Au cours de cette étape c) de préparation de la formulation destinée à devenir le fourrage, une colonie bactérienne aérobie est introduite sous la forme d'une dispersion dans un milieu liquide nutritif.

Les conditions d'introduction de la colonie bactérienne impliquent une préparation du milieu aqueux de la colonie bactérienne, une pré-introduction des souches bactériennes sélectionnées dans ce milieu aqueux et une introduction, dans la formulation de fourrage, des souches et du milieu de croissance avant injection, pompage, extrusion, dans l'unité de coextrusion au niveau de la filière de coextrusion avant la phase de formage du tube, profilé, feuille multicouche.

Ainsi, une fois cette coextrusion effectuée, le tube, profilé, feuille multicouche, est rempli d'une formulation dans laquelle se trouve la colonie bactérienne. La colonie bactérienne est sélectionnée en fonction des types d'usage considérés, que ce soit par exemple, pour une dégradation contrôlée d'hydrocarbures, pour une action sur des milieux plus complexes ou autres. La viscosité de la solution bactérienne est choisie de manière à ce que l'introduction soit facile, qu'elle puisse être réalisée sans discontinuité et que les quantités de liquide chargé en souches bactériennes soient les plus appropriées au regard des volumes de l'enveloppe de conditionnement, des quantités nutritives disponibles, des caractéristiques de cinétique de dégradation et donc de mise à disponibilité des bactéries requises pour l'application finale considérée.

La concentration en bactéries, fongi et levures est de 10^7 à 10^{10} unités formant colonie par millilitre de suspension aqueuse de culture (ufc/ml) et la quantité en poids de culture est variable suivant l'application.

Cependant, une concentration élevée est souhaitée pour maximiser la performance du produit de biotraitement environnemental lors de son utilisation.

5 En fonction des utilisations liées au traitement des glucides, lipides, protides, les bactéries, levures et fungi produites séquentiellement en fermenteurs stériles sont préalablement mélangées et conditionnées avec les sels minéraux et oligo-éléments constituant le milieu de croissance.

10

Parmi les populations bactériennes, on retrouve de nombreux genres et familles parmi lesquels ceux cités dans le tableau 1.

15

Les levures appartiennent à la famille des saccharomycètes, myxomycètes, candida. Les fungi sont utilisés pour la dégradation de certains composés lipidiques.

20

La concentration en germes totaux hétérotrophes est de 10^7 à 10^{10} ufc/ml ; la quantité de culture mise en œuvre dans le produit biodégradable objet de l'invention varie selon l'usage.

25

La masse constituée par la colonie bactérienne aérobie, fungi et levures en milieu aqueux varie entre 0,5% et 20% et préférentiellement entre 1% et 10% en poids de la masse totale du fourrage, c'est-à-dire 0,1% à 14% en poids de la masse totale du produit de biotraitement environnemental.

30

Tableau 1

	Mobilité	Caractéristiques	Genres	Familles
Bactéries Gram +	Immobilés en permanence : Cocci	Sporulées	<i>Sporosarcina</i>	<i>Micrococcaceae</i>
		Aérobies non sporulées	<i>Sarcina</i>	<i>Micrococcaceae</i>
		Cellules irrégulièrement arrangées	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcaceae</i>
		Cellules en chaînettes et tétraèdre	<i>Leuconostoc</i>	<i>Streptococcaceae</i>
	Mobilés à cils péritriches	Formation d'endospores	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillaceae</i>
Bactéries Gram -	Cocci	Immobilés aérobies	<i>Neisseria</i>	<i>Nesseriaceae</i>
	Batonnets	Immobilés aérobies	<i>Azotobacter</i>	<i>Azotobacteriaceae</i>
		Fermentation butylène-glycole	<i>Serratia</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
		Aérobies symbiotiques (fixateurs d'azote)	<i>Rhizobium</i>	<i>Rhizobiaceae</i>
	Mobilés flagellés	Aérobies oxydant les minéraux	<i>Pseudomonas</i>	<i>Nitrobacteriaceae</i>
		Aérobies oxydant la matière organique	<i>Acetobacter</i>	<i>Thiobacteriaceae</i>
		Anaérobies facultatives	<i>Aeromonas</i>	<i>Pseudomonadaceae</i>

Les bactéries présentes dans le fourrage interne formulé sont à une concentration de 10^7 à 10^{10} ufc/ml.

- 5 Ce fourrage interne formulé à base d'acides aminés et éventuellement de polysaccharides, d'agent modificateur de viscosité et contenant la colonie bactérienne inoculée, rempli complètement le tube, profilé, feuille multicouche et agit

également comme revêtement des faces internes du tube, profilé, feuille multicouche coextrudés issue de la composition.

- 5 Le procédé de fabrication du produit biodégradable de biotraitement environnemental comporte une étape d) de compoundage, plastification et de formage de la composition biodégradable ; les technologies d'extrusion et plus particulièrement coextrusion, mono vis, bi vis, sont possibles.
- 10 Eventuellement, la co-injection ainsi que les technologies de calandrage multiples, peuvent être utilisées. Dans le cas de la co-injection et du calandrage multiple, une extrusion compoundage préalable est nécessaire.
- 15 Toutefois, la composition étant sensible à l'humidité, il n'est pas possible de refroidir au moyen d'eau en vue de préparer des granulés intermédiaires qui seraient ensuite à nouveau chauffés et plastifiés en vue de fabriquer l'enveloppe de conditionnement. C'est pourquoi le refroidissement se fait au
- 20 moyen d'air qui peut être refroidi. Le procédé d'extrusion compoundage ainsi que les procédés de mise en forme s'effectuent à température et pression contrôlée. Toute technique de fabrication de produits de type multicouche ou multi-paroi et mettant en œuvre différent matériaux pour
- 25 constituer en une opération, un produit multi-composant, tels que disponibles pour la mise en œuvre des matériaux polymères ou des produits alimentaires dit extrudés ou coextrudés, est adaptée pour mettre en œuvre la composition biodégradable en vue de fabriquer une telle enveloppe contenant le fourrage.
- 30 La composition biodégradable peut passer d'un état pâteux, viscoélastique à un état solide, sans pour autant être cassant. Il y a changement de module d'élasticité en fonction de taux

d'humidité tout en gardant une aptitude au ramollissement à certaines températures propres à tout comportement thermoplastique. Il y a lieu d'éviter tout risque de dégradation thermique des matériaux organiques de la composition biodégradable, telles que par exemple, des réactions de Maillard ou des carbonisations engendrées par une oxydation prématurée.

Dans le cas d'une extrusion compoundage, le profil de vis retenu doit permettre une bonne homogénéisation de la composition, sans pour autant induire un taux de cisaillement trop élevé qui aurait pour conséquence une augmentation excessive de la température de la composition. L'extrudeuse peut être une machine bi-vis co-rotative ou contra-rotative ou une machine mono vis. Les meilleurs résultats de compoundage sont obtenus avec une bi-vis co-rotative. L'utilisation d'une compoundeuse de type BUSS avec deux extrudeuses perpendiculaires est également possible.

Dans le cas de l'utilisation d'une technologie d'extrusion compoundage, la température d'extrusion est comprise entre 80°C et 130°C. Une température trop élevée a pour conséquence la perte des propriétés spécifiques obtenues grâce à l'apport des matériaux végétaux et engendre éventuellement la création de réactions de Maillard, résultant de l'éventuelle présence de sucre.

Un dégazage est éventuellement utilisé, en vue de contrôler la vapeur d'eau générée lors de l'extrusion des composants de la composition biodégradable dont la teneur en humidité serait trop élevée, en particulier pour ce qui concerne les produits végétaux. La présence de gaz, tels que la vapeur d'eau, non

évacués de la masse plastifiée engendre un produit extrudé présentant des boursouflures.

5 La composition biodégradable thermoplastique co-extrudée à relativement basse température est formée dans une filière qui peut être annulaire dans le cas d'un tube, carré, rectangulaire ou plus généralement de section polygonale dans le cas d'un profilé, ou plate mais avec plusieurs lèvres, dans le cas d'une feuille multicouche dont la couche interne prise en sandwich
10 entre les deux feuilles externes serait constituée par le fourrage. Les épaisseurs de parois ou de feuilles vont de quelques dixièmes de millimètres à quelques millimètres. Ce tube, profilé ou feuille multicouche est refroidi entre deux moyens tracteurs de refroidissement tels que cylindres, galets, conformateurs. Cette mise en oeuvre peut se faire sur une seule
15 machine ou en reprise, l'extrudeuse ou co-extrudeuse étant alors alimentée à partir de granulés préfabriqués dans une extrudeuse compoundeuse indépendante.

20 La température du tube, profilé, feuille multicouche à la sortie des lèvres de la filière est inférieure à 100°C. L'épaisseur des parois du tube, profilé, feuille multicouche varie entre 0,15 mm et 5 mm, mais est préférentiellement comprise entre 0,5 mm et 3 mm, afin d'assurer une relative
25 résistance mécanique. Le débit est essentiellement fonction de la taille de l'extrudeuse/co-extrudeuse et des capacités de refroidissement des cylindres, galets, conformateur de refroidissement et de l'épaisseur du produit ainsi extrudé ou coextrudé.

30 Le résultat final, lorsque les conditions de co-extrusion sont effectivement maîtrisées, est un produit qui reste souple, avant refroidissement, afin de pouvoir être manipulé sans

risque de rupture et sans présenter des performances trop faibles à l'abrasion.

5 Tout au long de ces étapes de compoundage, plastification
formage, la teneur en eau est contrôlée dans une plage de 5% à
30% exprimé en poids de la composition biodégradable.
L'injection d'eau est un moyen de modifier la teneur en eau de
la composition qui doit garder une plasticité jusqu'à l'étape
10 de fermeture par formage/pincement/soudage du tube, profilé,
feuille multicouche.

Le procédé de fabrication de produits destinés au biotraitement
environnemental comporte une étape e) de d'homogénéisation et
d'injection, pompage, de la formulation appelée à jouer le rôle
15 de fourrage à l'intérieur du tube, profilé, feuille
multicouche, formé au cours de l'opération de coextrusion, afin
de réaliser un tube, profilé, feuille multicouche contenant le
fourrage.

20 L'injection du fourrage s'effectue au niveau de la filière de
coextrusion. Cette injection peut s'effectuer grâce à
différents moyens qui peuvent être une extrudeuse latérale, une
pompe à vis ou à engrenage.

25 La viscosité du fourrage interne formulé est compatible avec
les impératifs d'écoulement dans les systèmes de pompage, d'une
part et est, d'autre part, ajustée de manière à ce que le
fourrage ne puisse pas s'écouler hors de son enveloppe non
encore fermée, à la sortie de la filière.

30 Le contrôle de la température du fourrage, au cours de son
injection dans la filière de co-extrusion est tel qu'il évite

tout risque de destruction de la colonie bactérienne présente dans le fourrage qui résulterait d'une température trop élevée.

5 Les débits d'injection de la formulation semi-pâteuse constituant le fourrage sont contrôlés et asservis au débit de l'extrudeuse principale mettant en œuvre la composition biodégradable appelée à constituer l'enveloppe.

10 Le procédé de fabrication de produits destinés au biotraitement environnemental comporte une étape f) de fermeture étanche de l'enveloppe par pression exercée sur les extrémités du tube, profilé, feuille multicouche fourré et découpe des enveloppes fourrées ainsi formées.

15 Le tube, profilé, feuille multicouche, fourré passe après refroidissement entre deux rouleaux conformés et est ainsi pincé en ces deux extrémités, dans le cas d'un tube ou profilé, ou aux deux extrémités et sur les deux cotés dans le cas d'une
20 feuille multicouche. Un collage soudage s'effectue chassant le fourrage vers l'intérieur de l'enveloppe ainsi formée et permettant ainsi de faire en sorte que le tube ou profilé aplati s'apparente sur cette zone d'extrémité à une feuille, la demi-partie inférieure du tube ou profilé constituant la partie inférieure de l'enveloppe de conditionnement, tandis que
25 la demi-partie supérieure du tube ou profilé, constitue la partie supérieure de l'enveloppe de conditionnement. Ce formage est effectivement facilité lorsque le tube, profilé ou éventuellement feuille multicouche ont encore une certaine plasticité.

30 Les deux extrémités pincées peuvent être parallèles ou selon des angles différents.

Ce formage permet de constituer des objets de type par exemple, berlingots, alvéoles, capsules, remplies, allant de 1 cm de coté à quelques centimètres de coté, voire quelques dizaines de centimètres suivant les applications finales considérées. Toute
5 forme géométrique d'alvéole est possible. Toutefois, les contraintes propres au formage de tubes, profilés, feuilles multicouches thermoplastiques dont le module de rigidité est variable avec la température font que des formes arrondies et relativement peu hautes ou profondes au regard de la dimension
10 à plat de l'alvéole seront préférées.

Une ligne de production en continu de produit de biotraitement environnemental en forme de capsules a ainsi été conçue.

15 **EXEMPLES**

EXEMPLE 1 - Préparation du produit biodégradable pour le biotraitement environnemental et contrôle des reviviscences.

20 Différents produits de biotraitement environnemental ont été réalisées à partir d'une même composition pour l'enveloppe (tableau 2) et de formulations de fourrage différentes (tableau 3). La composition de l'enveloppe comprenait 37% de luzerne déshydratée exprimé en poids total de la composition
25 biodégradable permettant de réaliser l'enveloppe. Le liant choisi est une farine de blé turbo-séparée pour laquelle on a conservé la fraction riche en amidon et pauvre en protéines. Ce liant a été ajouté en proportion de 34% en poids. Du glycérol a été ajouté, ainsi que du stéarate de magnésium et de la silice,
30 le complément à 100% étant assuré par l'ajout d'eau.

Tableau 2 - Composition biodégradable de l'enveloppe

Composants	Composition 7 % en poids de la composition
Luzerne	37%
Farine de blé	34%
Glycérol	12%
Sorbitol	0%
Silice	0,25%
Stéarate de Magnésium	0,97%
Lactate de Sodium	0%
Eau	15,78%
Total	100

La mise en œuvre de la composition biodégradable s'est fait dans les conditions suivantes : après broyage de la luzerne déshydraté, celle-ci a été mélangée à la farine de blé au niveau de la trémie doseuse d'une extrudeuse bi-vis CLEXTRAL de type BC 45 ; à ce mélange a été ajouté des additifs minéraux et le stéarate de magnésium. Une fois cette incorporation du composé fibreux végétal et du liant végétal (farine de blé) et des additifs de mise en oeuvre réalisée, l'incorporation du glycérol et de l'eau par injection dans une zone aval de l'extrudeuse CLEXTRAL a pu s'effectuer.

L'extrudeuse CLEXTRAL était équipée d'une filière annulaire de coextrusion permettant l'introduction du fourrage; la paroi du tube ainsi réalisée avait une épaisseur allant de 0,5 à 3 mm; le diamètre du tube réalisé était de 1,5 cm.

Les conditions de co-extrusion ont été ajustées en fonction de la composition du matériau biodégradable constituant l'enveloppe.

L'extrudeuse CLEXTRAL comprenait neuf zones, une zone 1 de convoyage, les zones 2 et 3 de mélangeage, la zone 4 équipée d'un contre-filet de cisaillement, les zones 5 et 6 de chauffage régulées à une température allant de 80°C à 135°C et préférentiellement stabilisée entre 120°C et 130°C. La zone 7 est une zone de refroidissement répartie sur une longueur correspondant à 3 fourreaux et pour laquelle la température a été maintenue entre 60°C à 80°C.

D'autres compositions biodégradables extrudables pour l'enveloppe de conditionnement ont été réalisées et apparaissent sur le Tableau 3.

Tableau 3

	Composition 1 20% luzerne	Composition 2 25% luzerne	Composition 3 30% luzerne	Composition 4 35% luzerne	Composition 5 40% luzerne	Composition 6 40% luzerne
Luzerne	20%	25%	30%	35%	40%	40%
Farine de blé	45,2%	42,4%	39,6%	36,7%	33,9%	36%
Glycérol	3,5%	3,3%	3,0%	2,8%	2,6%	13%
Sorbitol	4,9%	4,6%	4,3%	4,0%	3,7%	0%
Argile	5,5%	5,2%	4,9%	4,5%	4,2%	2%
Silice	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Stéarate de Magnésium	3,5%	3,3%	3,0%	2,8%	2,6%	1%
Lactate de Sodium	7,0%	6,5%	6,1%	5,7%	5,2%	0%
Eau	10,4%	9,8%	9,1%	8,5%	7,8%	8%
Total	100%	100 %	100%	100%	100%	100%

Puis, des enveloppes de conditionnement de composition selon le Tableau 2 ont été fourrées au moment de leur fabrication par co-extrusion, au niveau de la filière, avec un substrat

nutritif constitué par une solution d'acides aminés dont la viscosité avait été modifiée par adjonction d'argile et inoculé d'une colonie bactérienne de type pseudomonas.

5 Le fourrage formulé avait la composition suivante :

Tableau 4 - Composition du fourrage interne formulé

Composants	Composition 1 %	Composition 2 %	Composition 3 %	Composition 4 %
Substrat nutritif	48,56	51,23	50,00	48,00
Argile	46,47	43,77	44,45	45,88
Colonie de bactéries	4,97	5,00	5,55	6,12
Total	100	100	100	100

10 La concentration en bactérie était de 10^7 à 10^9 ufc/ml.

L'extrudeuse CLEXTRAL était équipée d'un système d'injection du fourrage au niveau de la filière de coextrusion. Ce système comprenait une pompe d'alimentation de l'extrudeuse en fourrage, équipée d'une trémie à double enveloppe, permettant de refroidir le fourrage afin de l'épaissir au-delà de sa viscosité initiale cependant modifiée par la présence de l'agent modificateur de viscosité.

20 La filière de coextrusion était également équipée d'un système de refroidissement.

Les débits d'extrusion ont été réglés entre 70 kg/h et 80 kg/h, avec une seule filière de coextrusion ; néanmoins, des débits de 150 à 200 kg/h, avec la même extrudeuse mais en utilisant une filière de coextrusion à double sortie sont tout à fait réalisables.

Le débit de la pompe pendant les essais était d'environ 20 kg/h, alors que le débit de l'extrudeuse permettant de réaliser l'enveloppe était de 50 à 60 kg/h.

5 Le tube réalisé au moyen de la composition biodégradable extrudable, fourré, ainsi obtenu, était suffisamment souple pour pouvoir être, une fois réceptionné sur un tapis roulant, transformé par aplatissage et pinçage à ces deux extrémités, en une multiplicité d'enveloppes de conditionnement contenant
10 le fourrage, séparées les unes des autres. Ce système de couteau-pinceur comprenait deux rouleaux contra-rotatifs associés à des couronnes de coupe, permettant de réaliser ces opérations de formage et découpe/séparation des capsules. Le produit de biotraitement environnemental dans sa forme de
15 capsule a été ensuite refroidi et séché avant d'être stocké et ensaché.

Les capsules fabriquées durant ces essais ont la forme de petits berlingots rectangulaires, de dimensions 20 à 28 mm de
20 longueur, 10 à 18 mm de largeur, 5 à 15 mm de hauteur. Ces dimensions peuvent évoluer, de l'ordre du centimètre à la dizaine de centimètres éventuellement, suivant les filières et les rouleaux de pinçage mis en place.

25 A composition inchangée, plus le taux d'incorporation de luzerne est élevé, plus le produit extrudé perd de sa souplesse.

L'application était destinée au compostage. La minéralisation
30 de l'enveloppe était totale, pour un pH de 6,5 à une température de 30°C et une humidité relative de 75%, à partir de 6 heures de fermentation.

Quelques exemples de capacité de reviviscence et de conservation mesurées sur des bactéries conservées dans une enveloppe de conditionnement selon l'invention sont donnés ci-dessous.

5

L'aptitude à la survie dans de bonnes conditions des bactéries permettant d'anticiper ainsi la reviviscence bactérienne a été testée sur une enveloppe de conditionnement réalisée selon la composition 6 décrite dans le tableau 3 avec 40% de luzerne, remplie de bactéries à une concentration de $3,6 \cdot 10^8$ ufc/ml de *Pseudomonas aeruginosa*. La capsule a été stockée à température ambiante et dans des conditions d'hygrométrie naturelles. Au terme d'une période de 8 semaines, il a été effectué une série de contrôles de la numération totale à l'intérieur de la capsule. La concentration est restée identique à la concentration initiale.

10

15

20

Pour des tests à partir de *Bacillus cereus*, trois essais ont confirmé la stabilité de la concentration de *Bacillus cereus* dans des enveloppes de conditionnement entreposées en milieu ambiant au laboratoire, pendant une période de 6 mois, à la concentration de $3 \cdot 10^7$ ufc/ml.

25

Toutes les souches sporulentes sont conservées à l'intérieur de l'enveloppe de conditionnement selon l'invention.

Les souches non sporulentes présentent des durées de conservation qui diffèrent selon les espèces.

30

Les levures (*Candida lipolytica*) conservent une numération identique pendant une période de 90 jours par rapport au taux d'ensemencement initial.

Une comparaison entre l'évolution de la numération des bactéries stockées en bidon et celles conservées en capsule a été effectuée.

- 5 Le fait d'assurer un transfert d'oxygène dans un faible volume permet d'obtenir le maintien du mécanisme des fonctions enzymatiques dans les enveloppes de conditionnement. Ainsi, un taux de lipases pour les bactéries responsables de la
- 10 dégradation des graisses passe de 420 unités au temps $t=0$ en milieu liquide, à 360 unités au terme de 90 jours de stockage en bidon sous forme liquide. Les enveloppes de conditionnement ont permis de conserver le même taux de lipase sur une même période.
- 15 Il est ainsi démontré que les enveloppes de conditionnement, permettent, par rapport au stockage en bidon, une meilleure conservation de la vitalité initiale et de la préservation de la conservation des endo- et exo-enzymes adaptées aux traitements envisagés.
- 20 Un tel produit biodégradable de biotraitement environnemental offre une facilité de mise en œuvre pour le dosage puisque le même apport sous forme liquide nécessiterait la mise en place de trois équipements de dosage et de régulation de débit.
- 25 Il offre également une meilleure garantie de reviviscence bactérienne, le maintien de la disponibilité en oxygène pour les bactéries, un apport par la conception et la nature des constituants de l'enveloppe de conditionnement de l'ensemble
- 30 des éléments nécessaires au développement des bactéries et levures.

A conditions paramétriques égales, la cinétique de dégradation de la matière organique est supérieure pour le produit biodégradable de biotraitement environnemental par rapport à la même masse d'apport de bactéries liquides, et ce en raison des facilités de conservation offertes par le mode de conditionnement selon l'invention, en particulier, transfert d'oxygène et donc garantie d'un traitement optimal et supérieur au traitement par les simples bactéries gardées sous une forme liquide en bidon.

Enfin l'équilibre en sels minéraux du milieu récepteur est réajusté par l'enveloppe de conditionnement contenant le milieu de croissance des souches bactériennes.

EXEMPLE 2 - Dépollution d'eau contaminée par des hydrocarbures

Une seconde application consistait en un traitement d'hydrocarbures lourds pour lequel l'efficacité du produit de biotraitement environnemental selon l'invention a été évaluée de manière comparative. La composition de l'enveloppe est celle issue du Tableau 2. La composition du fourrage est conforme à la composition 3 du Tableau 4.

Ainsi ont été comparé l'aptitude à la dégradation d'hydrocarbures lourds au moyen de deux types de produits ou approches de biotraitement environnemental :

* d'une part le produit de biotraitement environnemental selon l'invention, c'est à dire sous forme de capsules avec fourrage contenant les bactéries associées et leur milieu nutritif (et référencé sous l'appellation « Essai 1 ») et d'autre part le témoin s'articulant autour de bactéries dites « libres », stockées sous forme liquide (et référencé sous l'appellation

« Essai 2 »). Le protocole expérimental adopté a été le suivant :

5 Le milieu à dépolluer était constitué par un mélange comprenant 30 litres d'eau contaminé par 4 ml de gasoil.

Essai 1 : Témoin

10 Le témoin à utiliser pour le bio traitement des même quantités de liquide pollué

✓ 0,57 g de bactéries liquide à 10^{10} ufc/ml (soit 1,5 % en poids)

✓ 4,56 g d'argile (12 % en poids)

✓ 5,13 g de substrat (13,5 % en poids)

15

Essai 2 : Produit objet de l'invention

20 38 g de produit de biotraitement environnemental selon l'invention ont été incorporés au liquide pollué à traiter, ce qui correspondant à :

✓ 0,57 g de bactéries à 10^{10} ufc/ml (soit 1,5 % en poids du produit de biotraitement environnemental), 4,56 g d'argile (soit 12 % en poids), 5,13 g de substrat nutritif (soit 13,5% en poids) constituant le fourrage

25 27,74 g d'enveloppe (soit 73 % en poids du produit de biotraitement environnemental).

Pour chacun des deux essais, un même système d'aération à grosses bulles a été mis en place.

30

Le suivi de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biologique en oxygène (DBO_5 , mesurée sur 5 jours)

pendant une semaine a permis d'obtenir les résultats suivants, apparaissant sur les tableaux 5 et 6 :

Tableau 5 - Essai 1 : Témoin

5

Temps (heures)	0	48	120	168
pH	5	4	5	5,5
DCO1 (mg/L)	6700	2350	1690	1600
DBO ₅ 1 (mg/L)	2700	1200	700	650

Le résultat de l'essai 1 est une réduction de la DCO de 76,1% et une réduction de la DBO₅ de 75,9%.

10

Tableau 6 - Essai 2 : produit objet de l'invention

Temps (heures)	0	48	120	168
pH	5	4	5,5	6
DCO2 (mg/L)	6680	1380	1080	690
DBO ₅ 2 (mg/L)	2670	750	500	300

Le résultat de l'essai 2 est une réduction de la DCO de 89,7% et une réduction de la DBO₅ de 88,8%.

15

L'efficacité de la capsule est supérieure à celles des bactéries sous forme liquide ajoutées dans les mêmes proportions puisque l'on observe un plus fort abattement de la DBO et de la DCO dans l'essai 1 que dans l'essai 2.

20

Les résultats sont repris dans la figure 1 qui représente l'évolution de la demande chimique en en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO₅) pour

respectivement le produit de biotraitement environnemental selon l'invention (Tableau 6) et pour le témoin mis en œuvre (Tableau 5).

- 5 Comme le révèle la comparaison des courbes de cette figure, le produit de biotraitement environnemental objet de l'invention à un bien meilleur comportement en DCO et DBO5 que le témoin expérimenté dans les meilleures conditions de concentration en bactéries et de milieu nutritif présent.

10

RENDICATIONS

1. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental caractérisé en ce qu'il se compose :
 - 5 a) d'une enveloppe de conditionnement perméable à l'oxygène, réalisée au moyen d'une composition biodégradable extrudable, comprenant au moins un matériau végétal broyé fibreux, au moins un agent liant d'origine végétale et/ou d'origine synthétique, et au moins un agent plastifiant,
 - 10 b) d'un fourrage formulé, placé à l'intérieur de ladite enveloppe de conditionnement et composé d'une culture contenant bactéries, fongi et/ou levures aérobies en mélange avec un substrat nutritif contenant au moins un acide aminé et au moins un agent modificateur de viscosité.
2. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon la revendication 1 caractérisé en ce que le matériau végétal fibreux de la composition est choisi dans le groupe
20 comprenant la luzerne, le chanvre, les résidus de lin, les collets de betteraves, les lupins, les légumineuses de type féverole.
- 25 3. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon la revendications 2 caractérisé en ce que le matériau végétal fibreux de la composition est préférentiellement de la luzerne.
- 30 4. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que le au moins un matériau végétal fibreux de la composition est ajouté à concurrence de 10% à 90% et

préférentiellement de 20 à 40% en poids de la composition de l'enveloppe.

- 5 5. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le au moins un agent liant de la composition est d'origine naturelle.
- 10 6. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que le au moins un agent liant d'origine naturelle de la composition est un mélange d'amidon et de protéines.
- 15 7. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le au moins un agent liant naturelle de la composition est choisi dans le groupe des végétaux donnant des composés amylicés en particulier riz, pommes de terres, manioc, maïs, blé, pois, orge, avoine, houblon, tapioca.
- 20 8. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon la revendication 7 caractérisé en ce que l'agent liant d'origine naturelle de la composition est préférentiellement une farine de céréale.
- 25 9. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que le au moins un agent liant d'origine naturelle de la composition est ajouté à un taux de 25% à 47% en poids de la composition de l'enveloppe.
- 30 10. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 9

caractérisé en ce que la composition comporte un autre agent liant carboné hydrosoluble d'origine naturelle.

- 5 11. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon la revendication 10 caractérisé en ce
que l'agent liant carboné hydrosoluble est un
polymère hydrosoluble naturel choisi parmi les jus verts en
particulier produits de luzerne ou autres végétaux y compris
10 les graminées, les polysaccharides issus de produits en
particulier la mélasse, le sucre de canne et/ou de
betteraves, les produits issus de fractionnements de jus
verts tels que hydrolysats et sérums.
- 15 12. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 10 et
11 caractérisé en ce que cet autre agent liant carboné est
ajouté en proportion de 0 % à 5 % de la composition de
l'enveloppe.
- 20 13. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
12 caractérisé en ce que la composition comporte en
substitution pour tout ou partie des agents liants d'origine
naturelle, un agent liant d'origine synthétique.
- 25 14. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon la revendications 13 caractérisé en ce
que l'agent liant d'origine synthétique est choisi en
quantité dans l'intervalle de 0 % à 40 % du poids de
30 l'enveloppe.
15. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 13 à

14 caractérisé en ce que l'agent liant d'origine synthétique est préférentiellement un alcool polyvinylique.

- 5 16. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 15 caractérisé en ce que l'agent plastifiant de la composition est un composé organique hydrosoluble biodégradable d'origine naturelle ou synthétique.
- 10 17. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 16 caractérisé en ce que le au moins un agent plastifiant de la composition hydrosoluble de la composition est choisi parmi les polyols, et en particulier le glycérol, le sorbitol, l'éthylène glycol, le diéthylène glycol, le propylène glycol, l'adonitol, le dithioérythritol, le dithiothréitol, le galactitol, l'inositol, le mannitol, le xylitol, pris seul ou en mélange.
- 15
- 20 18. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 17 caractérisé en ce que le au moins un agent plastifiant est introduit à raison de 1% à 30% et préférentiellement de 3% à 20% en poids de la composition de l'enveloppe.
- 25
19. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 18 caractérisé en ce que des charges minérales sont ajoutées à la composition de l'enveloppe.
- 30
20. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon la revendication 19 caractérisé en ce que les charges minérales sont choisies dans le groupe

constitué par des argiles, des talcs, des silices, des carbonates de calcium, des oxydes de titane.

- 5 21. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon la revendication 20 caractérisé en ce que les charges minérales sont préférentiellement une argile et plus préférentiellement une argile de type kaolinite ou montmorillonite.
- 10 22. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 19 à 21 caractérisé en ce que les charges minérales sont ajoutées à la composition de l'enveloppe dans des proportions variant entre 0% et 15% en poids et préférentiellement entre 0% et 15 10% en poids de la composition de l'enveloppe.
- 20 23. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 22 caractérisé en ce qu'un agent lubrifiant est ajouté à la composition de l'enveloppe.
- 25 24. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon la revendication 23 caractérisé en ce que l'agent lubrifiant est un stéarate de zinc ou de magnésium.
- 30 25. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une ou l'autre des revendications 23 et 24 caractérisé en ce que l'agent lubrifiant est présent à un taux de 0% à 5% en poids et préférentiellement à raison de 0,5% à 1,5% en poids de la composition de l'enveloppe.

26. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
25 caractérisé en ce qu'on ajoute à la composition de
l'enveloppe d'autres additifs appartenant au groupe constitué
5 par des nutriments, des additifs de croissance bactérienne,
des enzymes, des acides aminés, des sels minéraux ou de
l'ammoniaque.
27. Produit biodégradable pour le biotraitement
10 environnemental selon la revendication 26 caractérisé en ce
que les sels minéraux sont choisis dans le groupe constitué
par les nitrates et/ou phosphates et/ou sulfates d'ammonium,
de potassium, de magnésium, de calcium, de sodium, de
manganèse, de molybdène, de fer, de cuivre, de zinc.
- 15
28. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon la revendication 26 caractérisé en ce
que les nutriments et additifs de croissance bactérienne sont
choisis parmi les pectines, les extraits de levure, la
20 cellulose et l'hémicellulose, les polysaccharides, les acides
aminés, les enzymes, des vitamines.
29. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
25 28 caractérisé en ce que la composition de l'enveloppe
contient entre 5% et 30% en poids d'eau.
30. Produit biodégradable pour le biotraitement
30 environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
29 caractérisé en ce que les cultures présentes dans le
fourrage interne sont des souches aérobies, en particulier
des bactéries, des fungi, des levures, du cycle de l'azote et
du carbone.

31. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
30 caractérisé en ce que les bactéries, fongi, et/ou levures,
sous forme de suspension aqueuse avec leur milieu nutritif,
5 présentes dans le fourrage interne, représentent entre 0,5%
et 20% en poids et préférentiellement entre 1% et 10% en
poids de la masse totale du fourrage.
32. Produit biodégradable pour le biotraitement
10 environnemental selon l'une au moins des revendications 30 à
31 caractérisé en ce que les bactéries, fongi, levures
aérobies présentes dans le fourrage interne sont choisies
dans le groupe constitué par les Micrococcaceae,
Lactobacillaceae, Bacillaceae, Nesseriaceae,
15 Enterobacteriaceae, Azotobacteriaceae, Rhizobiaceae,
Nitrobacteriaceae, Thiobacteriaceae, Pseudomonadaceae, ainsi
que dans les groupes des Bactéries : Pseudomonadales :
Pseudomonas, Nitrosomonas, Nitrobacter, Thiobacillus, Vibrio,
Acetobacter,...Azotobacteriacées : Azotobacter, Beijerinckia
20 Achromobactériacées : Achromobacter, Flavobacterium
Entérobactériacées : Aerobacter, Serratia Lactobacillacées :
Lactobacillus, Corynébactériacées : Arthrobacter
Bacillacées : Bacillus, des actinomycètes :
Actinomycétacées : Nocardia, Pseudonocardia, des
25 champignons :Mucorales : Rhizopus, Protoascomycètes
(levures) : Candida, Torula, Rhodotorula, Cryptococcus,
Torulopsis, des Euascomycètes (moisissures) : Aspergillus.
33. Produit biodégradable pour le biotraitement
30 environnemental selon l'une au moins des revendications 30 à
32 caractérisé en ce que les bactéries, fongi, levures
aérobies sont à une concentration de colonie
préférentiellement entre 10^7 et 10^{10} ufc/ml.

34. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
33 caractérisé en ce que le au moins un acide aminé du
substrat nutritif présent dans le fourrage interne formulé
5 est choisi dans le groupe des 21 acides aminés.
35. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
34 caractérisé en ce que la quantité d'acides aminés présents
10 dans le substrat nutritif est de 1% ou 10% en poids dudit
substrat nutritif.
36. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
15 35 caractérisé en ce que le substrat nutritif du fourrage
interne formulé contient aussi des sels minéraux et/ou de
l'ammoniaque.
37. Produit biodégradable pour le biotraitement
20 environnemental selon la revendication 36 caractérisé en ce
que les sels minéraux sont choisis dans le groupe constitué
par les nitrates et/ou phosphates et/ou sulfates d'ammonium,
de potassium, de magnésium, de calcium, de sodium, de
manganèse, de molybdène, de fer, de cuivre, de zinc.
- 25
38. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à
37 caractérisé en ce que le substrat nutritif du fourrage
interne formulé contient aussi des nutriments et des additifs
30 de croissance bactérienne.
39. Produit biodégradable pour le biotraitement
environnemental selon la revendication 38 caractérisé en ce

que ces nutriments et additifs de croissance bactérienne ajoutés au substrat nutritif du fourrage interne formulé sont choisis parmi les pectines, les extraits de levure, les polysaccharides, les vitamines, la cellulose et hémicellulose, les enzymes.

5

40. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une ou l'autre des revendications 1 à 39 caractérisé en ce que le substrat nutritif du fourrage interne formulé représente entre 20% et 70% en poids du fourrage interne formulé.

10

41. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 40 caractérisé en ce que présent dans le fourrage interne formulé l'agent modificateur de viscosité est d'origine minérale ou organique.

15

42. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon la revendication 41 caractérisé en ce que l'agent modificateur de viscosité d'origine minérale est choisi dans le groupe constitué par les argiles, le carbonate de calcium, le carbonate de magnésium et préférentiellement des argiles.

20

25

43. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une ou l'autre des revendications 41 ou 42 caractérisé en ce que l'argile est une kaolinite ou une montmorillonite.

30

44. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 41 caractérisé en ce que l'agent modificateur de viscosité

d'origine organique est choisi dans le groupe constitué par les glutamates, les carraghénanes ou les alginates.

- 5 45. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une ou l'autre des revendications 41 à 44 caractérisé en ce que l'agent modificateur de viscosité représente entre 20% et 70% en poids du fourrage interne formulé.
- 10 46. Produit biodégradable pour le biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 45 caractérisé en ce que le fourrage interne formulé représente entre 5% et 35% du poids du produit biodégradable.
- 15 47. Procédé de fabrication de produits biodégradables destinés au biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 46 caractérisé en ce qu'il comporte les étapes successives :
- 20 a) de séchage, éventuellement déshydratation et broyage, éventuellement compactage d'un au moins un matériau végétal fibreux,
- 25 b) de mélangeage du au moins un matériau végétal fibreux avec au moins un agent liant, au moins un agent plastifiant et éventuellement d'autres additifs en vue de constituer l'enveloppe,
- 30 c) de préparation d'une formulation appelée à jouer le rôle de fourrage interne formulé, comprenant une colonie bactérienne, fongi et/ou levures aérobies, en mélange avec un substrat nutritif, contenant au moins un acide aminé et un agent modificateur de viscosité à conditionner dans l'enveloppe de conditionnement,

- d) de compoundage, plastification, formage de la composition au moyen de techniques en particulier, l'extrusion compoundage, la coextrusion en tube, en profilé, en feuille multicouche,
- 5 e) d'injection/pompage de la formulation appelée à jouer le rôle de fourrage interne formulé à l'intérieur du tube, profilé, feuille multicouche, formé au cours de l'opération de coextrusion afin de réaliser un tube, profilé, feuille multicouche
- 10 contenant le fourrage,
- f) de fermeture étanche de l'enveloppe par pression exercée sur les extrémités du tube, profilé fourrés, ou cotés de la feuille multicouche fourrée et découpe des enveloppes fourrées ainsi
- 15 formées.

48. Utilisation du produit de biotraitement environnemental selon l'une au moins des revendications 1 à 47 ou à toutes applications telles que le traitement de bioaugmentation des

20 eaux résiduaires en milieu industriel, dans des situations de surcharge, de toxicité accidentelle, le traitement de bioaugmentation des eaux résiduaires urbaines, lorsque des stations d'épuration ont été sous dimensionnées ou dans le cas

25 du traitement de sols contaminés par des hydrocarbures, du traitement des graisses, du traitement des composés organiques volatils ou du traitement de milieux ambiants en général ainsi que du compostage.

30

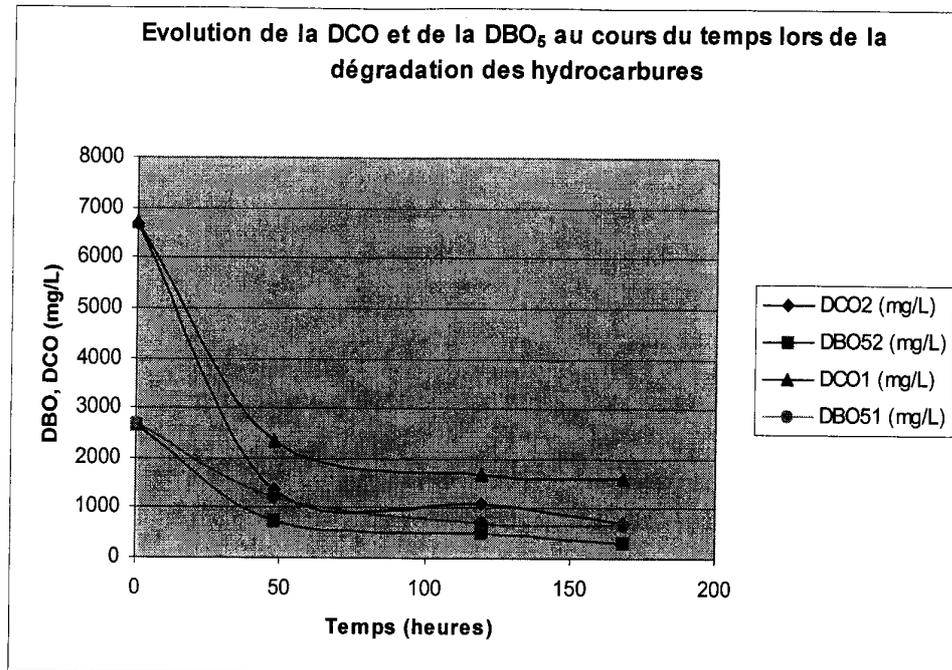


FIGURE 1