

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ APPAREIL DE TRAITEMENT DES SOLS PAR MICRO-ONDES.

②② Date de dépôt : 24.04.17.

③③ Priorité :

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : GRANGE EMILE —FR, GRANGE
JEREMY FR et GRANGE KEVIN — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 26.10.18 Bulletin 18/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.06.19 Bulletin 19/26.

⑦② Inventeur(s) : GRANGE EMILE, GRANGE JEREMY
et GRANGE KEVIN.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

⑦③ Titulaire(s) : GRANGE EMILE, GRANGE JEREMY,
GRANGE KEVIN.

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ Mandataire(s) : ABSAROKA.



APPAREIL DE TRAITEMENT DES SOLS PAR MICRO-ONDES

L'invention est relative à un appareil de traitement des sols par micro-ondes, c'est-à-dire par rayonnement électromagnétique à haute fréquence. Elle concerne
5 l'assainissement et la désinfection des sols, mais aussi leur désherbage.

Les végétaux qui se développent à partir du sol ont mis en place pour leur nutrition un système d'absorption racinaire d'une grande complexité. Environ 94% de leur poids de matière sèche provient des éléments absorbés dans l'atmosphère, tels que le carbone, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène, alors que le solde, soit sensiblement 6%,
10 provient du sol. Les éléments nutritifs tirés du sol et nécessaires au développement des végétaux sont en compétition avec de nombreuses concurrences, en particulier parasites, végétales, animales, et sensibles aux maladies portées par les bactéries et microchampignons contenus dans le sol.

Dans la culture traditionnelle des sols, ceux-ci sont retournés sur une
15 profondeur de un à plusieurs dizaines de centimètres avant tout nouvel ensemencement ou plantation. La répétition de ces opérations préparatoires entraîne un appauvrissement du sol et une prolifération de parasites et bactéries nocifs. Pour remédier à cela et pour maintenir les capacités nutritives du sol, il faut procéder à l'épandage d'engrais, tandis que la lutte contre les maladies est assurée par l'épandage de produits fongicides
20 agissant sur les champignons et/ou bactéries à l'origine de la maladie, mais aussi sur ceux ayant des effets bénéfiques sur la chaîne alimentaire des cultures futures. Il en résulte que l'usage de ces produits chimiques résout les problèmes instantanés résultant de la culture intensive, mais engendre des dysfonctionnements dans l'équilibre des sols, entraînant leur appauvrissement et une diminution de leur rendement nutritionnel.

25 Pour remédier à cela en évitant le recours massif à des produits chimiques et leurs conséquences, imposant par exemple la revitalisation des sols par inoculation de « bonnes bactéries », il a été envisagé d'avoir recours à des traitements d'assainissement et/ou de stérilisation par des rayonnements électromagnétiques à haute fréquence, en particulier de type micro-ondes. Ces micro-ondes interviennent :

- soit directement sur les agents pathogènes, les œufs d'insectes, les microbes, les adventices et leurs graines, par exemple en cassant les liaisons électriques entre composants,

- soit indirectement en élevant la température du sol ou celle de l'eau que le sol retient ou celle contenue dans la faune et la flore du sol, voir en créant de la vapeur, détruisant ces dernières.

L'état de la technique fournit de nombreux documents décrivant diverses technologies de traitement du sol par des rayonnements électromagnétiques de haute fréquence, ceux-ci étant adaptés à la nature du sol et pouvant être variables pendant le traitement. Ces technologies peuvent être rangées en plusieurs groupes.

Un premier groupe est celui des appareils et machines déplaçables longitudinalement sur le lit de culture à traiter, et portant des moyens prélevant en continu une couche du sol à traiter. La couche prélevée traverse une enceinte de traitement équipée de moyens d'émission de rayonnements électromagnétiques à haute fréquence, de type micro-ondes, et des moyens de redistribution sur le sol de la couche traitée.

Il en est ainsi dans les documents US-A-4 873 789, US-A-2008/0149 625, et US-A-7 789 027. Ces équipements mettent en œuvre des moyens complexes et lourds, et des moyens générateurs de rayonnements électromagnétiques dont l'action en profondeur n'est ni contrôlable ni réglable et va au-delà du lit de plantation devant être traité pour assainir le sol. Ainsi, si le traitement d'assainissement et/ou de stérilisation est efficace pour supprimer les mauvais éléments contenus dans le sol, il détruit aussi les composants pouvant assurer sa redynamisation après traitement. Pour compenser cela, il faut avoir recours soit à l'inoculation de bonnes bactéries et/ou champignons, soit à l'apport d'engrais.

Par ailleurs, le coût de tels équipements est prohibitif pour les maraichers, alors même que ce sont eux qui ont le plus besoin de moyens de traitement entre des cultures différentes et répétées.

Un deuxième groupe comprend des appareils qui, déplaçables sur le sol à traiter, comportent au moins un caisson sans fond affleurant le sol et duquel est émis en direction du sol un rayonnement électromagnétique assurant l'assainissement du sol, sa désinfection, le traitement des mauvaises herbes et la destruction des insectes.

5 Il en est ainsi de l'appareil décrit dans le document US-A-5 141 059 qui comprend un chariot tracté portant plusieurs caissons émetteurs, indépendants et juxtaposés transversalement. La rangée transversale de caissons est précédée par des dents élastiques qui ameublissent le sol avant son traitement par les micro-ondes. Chaque caisson est bordé par des joues qui pénètrent dans le sol pour s'opposer à la
10 diffusion du rayonnement hors de la zone de traitement.

Le dispositif décrit dans WO-A-2003/099 004 comprend des moyens de réglage de la puissance et de la longueur d'onde du rayonnement pour adapter celui-ci au traitement et à la nature du sol. Il possède aussi un bouclier qui, s'opposant aux fuites de rayonnement hors des zones de traitement, protège le personnel assurant le traitement.

15 Il décrit aussi des moyens permettant le réensemencement bactérien du lit traité, pour compenser les excès du traitement réalisé.

Dans le dispositif décrit dans US-A-6 401 537, le caisson, portant plusieurs magnétrons générant un rayonnement électromagnétique en direction du sol, est entouré par une collerette qui, parallèle au sol, est munie d'une bavette périphérique
20 empêchant la transmission du rayonnement hors de la zone en cours de traitement.

Les dispositifs décrits dans ce groupe mettent en œuvre des rayonnements électromagnétiques dont la pénétration dans le sol va très au-delà du lit de culture devant être traité et ayant des effets secondaires pouvant être néfastes à la reconstitution de la vie générant le complexe argilo-humique du lit de culture, voir même
25 en provoquant la stérilisation du sol.

Un troisième groupe comprend des appareils dans lesquels les éléments rayonnant les ondes électromagnétiques à haute fréquence sont constitués par des outils, tels que des dents, qui sont engagés dans le sol à traiter et déplacés longitudinalement par rapport à lui.

Le document WO-A-2004/086 860 décrit un chariot trainé ou poussé portant des paires d'outils agricoles opposés, réparties en rangs et colonnes. Quand ces outils sont enfoncés dans le sol ils génèrent entre les éléments constitutifs d'une paire d'outils des rayonnements électromagnétiques qui ont une action transversale dans l'épaisseur du lit de culture. Même en multipliant le nombre de paires d'outils pour traiter le sol sur une grande largeur, le traitement n'est pas homogène dans le volume de sol traité et génère des fuites hors de la zone traitée.

Les dents décrites dans le document US-A-5 287 818 sont espacées transversalement et comportent chacune, dans leur dos, d'une part, des moyens d'émission de micro-ondes et, d'autre part, des moyens d'arrosage souterrain. Quand les dents sont enfoncées dans le sol sur une profondeur de labour et sont déplacées longitudinalement, elles émettent vers l'arrière un rayonnement électromagnétique qui entraîne la destruction des éléments pathogènes contenus dans le sol, soit par action directe du rayonnement, soit par action indirecte en élevant la température de l'eau d'arrosage jusqu'à une valeur entraînant la formation de vapeur. Cette technologie nécessite des micro-ondes de grande puissance et consomme beaucoup d'énergie.

De plus, cet appareil assure le traitement de sillons parallèles, et non de l'intervalle entre sillons, ce qui impose d'effectuer plusieurs passages s'il faut assurer un traitement homogène sur toute la largeur du lit de culture.

Il ressort de ce qui précède que les appareils et dispositifs actuels présentent les inconvénients suivants :

- Absence de contrôle du rayonnement électromagnétique dans l'aire traitée, tant en profondeur qu'horizontalement, en particulier pour la protection du personnel d'accompagnement,
- Action aussi bien sur la couche du lit de semence, ayant une épaisseur de l'ordre de quelques centimètres, que sur la couche inférieure contenant des « bons » composants pouvant redynamiser le sol, tels que bactéries, champignons, vers de terre,
- Exigence d'ondes électromagnétiques de haute fréquence et de forte puissance, très consommatrices d'énergie,

- Rendement énergétique faible, conduisant à des coûts de fonctionnement élevés, s'ajoutant bien souvent aux coûts d'acquisition des appareils,
- Et surtout, appauvrissement du sol impliquant le recours à des semences sélectionnées et à l'apport d'engrais et/ou de pesticides.

5 L'invention a pour objet de fournir un appareil remédiant à ces inconvénients en limitant la pénétration en profondeur des flux d'ondes électromagnétiques dans le lit de culture en cours de traitement, pour maintenir ou redynamiser l'équilibre des sols, tout en maîtrisant les coûts d'achat et de fonctionnement et en améliorant la protection du personnel et la qualité du traitement.

10 L'invention s'applique aux appareils comprenant un chariot, motorisé ou tracté, déplaçable sur le lit de culture, de semence ou de plantation à traiter, et portant au moins un caisson sans fond et des moyens émettant en direction du sol un rayonnement électromagnétique à haute fréquence.

15 L'appareil selon l'invention comprend, au-dessous de chaque caisson, un fond métallique lacunaire délimitant avec le caisson une cavité de traitement, à la façon de celle d'un four à micro-ondes, ce fond lacunaire, qui limite le rayonnement électromagnétique vers le bas et le renvoie vers le caisson, étant porté par une structure coopérant avec des moyens de déplacement vertical entre :

- une position de repos, dans laquelle ce fond lacunaire et le caisson sont
20 au-dessus du sol et sans contact avec lui,
- et une position de travail dans laquelle, le caisson affleure le sol et le fond lacunaire est engagé dans le lit de culture à traiter, pendant le déplacement horizontal de l'appareil sur ce lit de culture.

25 Lors du déplacement de l'appareil sur le lit de culture, le fond lacunaire en position de travail dans la litière fertile, ferme temporairement la cavité de traitement qu'il délimite avec le caisson.

Cela a pour conséquence :

- d'une part, et comme la porte d'un four à micro-ondes, de limiter la propagation des ondes vers le bas, donc le traitement par micro-ondes des couches sous-jacentes,

- et, d'autre part, de renvoyer les rayonnements électromagnétiques vers l'intérieur de la cavité, où ils restent emprisonnés.

Il résulte de cela que le rayonnement électromagnétique :

- est confiné dans la cavité de traitement formée par le caisson et son fond,
- ne s'étend pas horizontalement hors du caisson, et ne présente pas de fuites dangereuses pour le personnel,

- ne s'étend pas verticalement vers le bas, sous la couche traitée du lit de culture, et ne peut donc pas détruire les couches sous-jacentes à celui-ci, ce qui supprime la destruction dans ces couches des composants organiques permettant la redynamisation de la litière traitée, et rend inutile la réintroduction ultérieure de bonnes bactéries,

- ne dépense que la quantité d'énergie nécessaire au traitement,
- et a donc un excellent rendement énergétique.

Il faut ajouter à cela que, par rapport aux appareils du premier groupe prélevant une grande épaisseur de sol pour l'élever et le traiter dans une enceinte surélevée du sol, avant de le redistribuer sur le sol, en mélangeant ses composants, ce qui a pour effet d'empêcher la redynamisation ultérieure du complexe argilo-humique, l'appareil selon l'invention ne traite que la faible épaisseur de la litière fertile, de l'ordre d'une dizaine de centimètres. Ce traitement est effectué sans communiquer à la litière des mouvements de retournement mélangeant ses composants. Il en résulte que le complexe argilo-humique de la litière traitée reprend vie plus rapidement.

Dans une forme d'exécution préférée de l'appareil, la structure portant le fond lacunaire comprend un châssis intermédiaire porteur de moyens générateurs de vibrations dans le plan horizontal se transmettant au fond lacunaire, tandis que la liaison entre le châssis intermédiaire et le fond est effectuée avec interposition de moyens amortisseurs de vibrations.

Ainsi, lorsque le fond lacunaire est déplacé dans le lit de culture il est soumis à des vibrations qui facilitent sa pénétration dans le sol et réduisent l'effort résistant procuré par cette action.

Dans une forme d'exécution, le fond lacunaire est constitué par des barreaux
5 métalliques, sensiblement horizontaux et parallèles à la direction d'avancement de l'appareil, ces barreaux étant juxtaposés avec un espace E constant, défini selon la nature du sol à traiter et la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique devant être arrêté. L'extrémité antérieure de chaque barreau se prolonge vers le haut par des barrettes coudées servant à sa fixation sur le châssis intermédiaire.

10 Cette réalisation présente l'avantage d'être résistante, d'être peu sensible à l'abrasion par le sol, d'offrir une surface de renvoi vers le haut du rayonnement électromagnétique, très efficace, tout en offrant un maillage s'opposant à la diffusion de ce rayonnement vers le bas.

La description qui suit fournit d'autres formes d'exécution.

15 De préférence et pour mieux protéger le personnel et l'environnement, le caisson comporte des joues latérales qui, s'étendant verticalement vers le bas et au-dessous du niveau horizontal du fond lacunaire et s'étendant en avant de la paroi transversale antérieure du caisson, constituent un blindage protecteur s'opposant à la dispersion du rayonnement hors de ces joues latérales.

20 Avantageusement et pour faciliter l'adaptation dimensionnelle de l'appareil aux diverses largeurs des lits de culture, le caisson est composé d'un élément central sans joues latérales et de deux éléments latéraux, chacun de ces derniers éléments ayant la forme d'un tiroir retourné et comportant, d'une part et à son extrémité extérieure, une paroi latérale constituant la joue latérale du caisson et, d'autre part et à son extrémité
25 intérieure, des moyens de fixation et de verrouillage sur l'élément central, tandis que le fond lacunaire comprend des éléments d'élargissement qui, venant près de ses bords latéraux et sous les éléments latéraux du caisson, sont rapportables sur le châssis intermédiaire.

En pratique et en exploitation sur le terrain, cette disposition permet au maraicher de donner au caisson une largeur comprise entre 1,40 mètres et 2,50 mètres, ces dimensions étant données à titre d'exemple, sans qu'elles puissent constituer des limites dimensionnelles.

5 D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit en référence aux dessins schématiques annexés représentant une forme d'exécution de l'appareil, dans le cas de son application à une exploitation en culture continue, donc sans planche, par exemple sous serre :

- 10 - La figure 1 est une vue en coupe longitudinale de l'appareil et de son véhicule tracteur,
- La figure 2 est une vue en coupe transversale suivant la ligne II-II à la figure 1 et à échelle agrandie,
- La figure 3 est une vue partielle en perspective montrant une forme d'exécution du fond lacunaire limitant le flux du rayonnement micro-onde,
- 15 - La figure 4 est une vue partielle montrant à échelle très agrandie la section transversale des barreaux constitutifs du fond lacunaire et leur position verticale par rapport au lit de culture, quand ils sont en position de travail et
- Les figures 5 et 6 sont des vues partielles en perspective montrant, à échelle réduite, deux autres formes d'exécution du fond lacunaire.

20 Dans cette application, concernant la culture continue sans planche, par exemple sous serre, l'appareil désigné de façon générale par la lettre A est tracté par un engin motorisé B, tel qu'un tracteur 1 sur chenilles 2. Cet engin est équipé d'un moteur diesel 3 entraînant un générateur électrique 4 et un groupe hydraulique 5. Il peut aussi porter un générateur d'ondes 6.

25 L'appareil A est composé d'un chariot 7 portant au moins un caisson 9, avec l'aide d'une structure comprenant un châssis intermédiaire 8.

Dans cette forme d'exécution, la liaison entre l'appareil A et l'engin B est assurée par des bielles 12 coopérant avec l'attelage trois points 13 de l'engin, mais il peut être assuré par tout autre moyen ne transmettant que l'effort de traction de l'engin.

Le chariot 7 comprend un cadre métallique 14, sensiblement horizontal et solidaire, d'une part, de montants antérieurs 15 sur lesquels sont articulées les bielles 12 de l'attelage, et, d'autre part, de montants postérieurs 16 liés aux corps 17a de roues Jockey 17. La fourche 17b portant la roue 17c de chaque roue jockey est montée dans le
 5 corps 17a avec liberté de rotation autour de l'axe vertical, de manière à pouvoir pivoter librement pour suivre les mouvements du chariot 7 sur le sol S.

Le châssis intermédiaire 8 comprend un cadre 18, métallique et sensiblement horizontal, portant une membrure antérieure 19 et des jambes, respectivement antérieures 20 et postérieures 21. A leurs extrémités inférieures ces jambes 20, 21
 10 portent des paliers pour des rouleaux pesants 22, s'étendant transversalement sous le châssis intermédiaire 8, et encadrant le caisson métallique 9, comme montré figure 1.

Le caisson 9 est en forme de boîte ouverte sans fond dont l'ouverture débouche vers le bas. Il présente donc, comme montré figure 2, une paroi supérieure 9a, deux parois transversales 9b et deux joues latérales 9c. Il est lié au cadre 18 du châssis par
 15 des moyens 23 de réglage de son niveau, tels que des vérins hydrauliques ou électriques, visibles figure 1. Ces moyens 23 permettent de régler sa position verticale entre une position surélevée de repos et une position abaissée de travail, (visible aux figures 1, 2 et 4) dans laquelle les bords inférieurs de ses parois transversales 9b affleurent le sol S, tandis que les parties inférieures de ses joues latérales 9c sont
 20 engagées dans le sol, au-dessous du niveau horizontal du fond lacunaire 40, décrit plus loin.

La figure 1 montre aussi que les joues latérales 9c s'étendent vers l'avant et vers l'arrière au-delà des parois transversales 9b, antérieure et postérieure du caisson, pour constituer, quand ces joues sont dans le sol, un blindage protecteur s'opposant à la
 25 dispersion du rayonnement à l'extérieur de ces joues latérales, donc de la zone de traitement.

Le caisson 9 est associé à des moyens émettant des rayonnements électromagnétiques qui, selon les formes de réalisation et les puissances nécessaires aux besoins, sont émis soit par des générateurs 30, à savoir des magnétrons disposés

dans un compartiment 31 du caisson, soit par des générateurs 32 portés par le châssis intermédiaire 8, soit par le générateur 6 porté par l'engin B. Les rayonnements émis par les générateurs 32 et 6 sont canalisés vers le caisson par des conduits guides d'ondes, schématisés en 60 à la figure 1.

5 La puissance de tels générateurs de rayonnement électromagnétique augmentant régulièrement, en même temps que leur encombrement diminue, l'homme de métier désirant construire un appareil selon l'invention saura choisir sur le marché celui dont les caractéristiques seront les plus adaptées aux besoins du traitement.

10 La figure 1 montre aussi que le chariot 7 porte le châssis intermédiaire 8 par l'intermédiaire de moyens de réglage de position, tels des vérins hydrauliques 34 alimentés par un boîtier de contrôle et de commande 35. A ce boîtier aboutissent :

- un circuit électrique d'alimentation 33, provenant du générateur électrique 4,
- un circuit hydraulique d'alimentation 36, provenant de la centrale hydraulique 5,
- 15 • deux circuits électriques 37 provenant de capteurs 38 de position horizontale, ces capteurs étant portés par des composants du chariot 7.

20 Selon les données relevées par les capteurs 38, le boîtier 35 commande, par les circuits hydrauliques 39, les mouvements des vérins 34 afin que le châssis 8 occupe toujours la même position par rapport au sol et reste parallèle à ce dernier, malgré les mouvements complexes de roulis et de tangage que lui communiquent les roues et rouleaux lors du déplacement sur le lit de culture.

25 Enfin, et il s'agit là d'une caractéristique importante de l'invention, l'appareil comprend aussi un fond métallique lacunaire 40 qui est disposé entre les joues 9c du caisson 9 et s'étend longitudinalement sous lui. Ce fond 40 est sensiblement parallèle à la surface S du lit de culture et se prolonge vers l'avant et vers le haut par des bras coudées 40b-40c, servant à sa fixation sur la membrure antérieure 19 du châssis intermédiaire 8.

Cette membrure 19 porte un générateur de vibrations 42, ou autre moteur vibrant, transmettant au fond lacunaire 40 des vibrations dans le plan horizontal, tandis que des moyens 43 d'amortissement de ces vibrations sont interposés entre chacune des bras 40b-40c et la membrure 19.

5 Le fond lacunaire 40 est relié à des moyens pouvant le déplacer verticalement entre :

- une position de repos dans laquelle il est au-dessus du lit de culture C et sans contact avec lui, seul ou en même temps que le caisson 9,
- et une position de travail dans laquelle, le caisson 9 affleure le sol et le fond

10 lacunaire et est engagé dans le lit de culture à traiter sur une épaisseur L montrée à la figure 1.

Dans une forme d'exécution, ces moyens de déplacement vertical sont constitués par le système de relevage 13 du tracteur B, cas dans lequel c'est l'ensemble du chariot 7 qui passe d'une position à l'autre.

15 Dans une autre forme d'exécution, les mouvements verticaux ne concernent que le châssis intermédiaire 7 portant le caisson 9, le fond 40 et les rouleaux 22 et sont effectués par les moyens 34, qui, dans une autre fonction, assurent aussi la régulation de l'assiette de ce châssis.

20 Le fond lacunaire 40, qui occulte l'ouverture du caisson 9 et réfléchit le rayonnement électromagnétique vers ce caisson, est assimilable à la porte d'un four à micro-ondes limitant la propagation des ondes vers l'extérieur.

25 Les vibrations transmises au fond lacunaire lui permettent de bien circuler dans le lit de culture, mais aussi permettent au rayonnement électromagnétique, par exemple à une fréquence de 2,45 GigaHertz, de frapper en direct toutes les molécules d'eau contenues dans l'épaisseur du lit traité, ayant une épaisseur de l'ordre de quelques centimètres, donc de faire monter la température de ce lit, jusqu'à plus ou moins 80°C. Les vibrations espacent les composants du lit de culture et améliorent la conduction thermique dans ce lit, de sorte que l'élévation de température pénètre en profondeur et agit sur toute l'épaisseur de la couche traitée. Il en résulte que, pour effectuer le

traitement avec la même puissance d'émission que celle des équipements existants, l'appareil exige moins de temps et une moindre énergie.

Il est précisé que le générateur de rayons électromagnétiques peut être muni de moyens de réglage de l'intensité du rayonnement et de la fréquence d'émission pour
5 l'adapter aux différents types de sol, argilo-granulo-humique, ces réglages pouvant être effectués avant le traitement ou de manière séquentielle pendant le traitement.

Dans la forme d'exécution montrée aux figures 1 à 4, le fond lacunaire et limiteur de rayonnement 40 est composé de barreaux métalliques 44, sensiblement horizontaux et parallèles à la direction d'avancement sur le sol, représentée
10 schématiquement par la flèche D figure 1.

Ces barreaux 44 sont juxtaposés et séparés par des espaces E, constituant les lacunes facilitant la pénétration et l'avancement dans le sol. La largeur K des barreaux et leur espacement sont définis en fonction de la nature du sol devant être travaillé, mais aussi de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique afin que le maillage
15 entre la largeur K des barreaux et l'espace E entre les barreaux, s'oppose au passage des ondes vers le bas.

La figure 4 montre que chaque barreau 44 présente une section transversale en forme de triangle isocèle avec deux faces latérales concaves 44a et une face supérieure plane 44b et parallèle au plan supérieur du lit de culture.

20 L'homme de métier saura adapter l'espace E à la nature du sol, par exemple en lui donnant une plus grande valeur dans les sols argileux et une plus petite valeur dans les sols sableux, afin de faciliter le passage du fond lacunaire dans les lits de culture, sans que cela perturbe la fonction réflectrice des faces 44b.

La figure 2 montre aussi que la pénétration des joues 9c dans le lit de culture, jusqu'au-dessous du fond lacunaire 40 ou des barreaux 44, s'oppose à la transmission
25 du rayonnement électromagnétique, hors du volume de lit de culture traité et assure la protection du personnel d'accompagnement.

Il en résulte que le rayonnement procuré par l'appareil selon l'invention n'est utilisé que pour le traitement du lit de culture et est sans effet secondaire sur les couches

environnantes du sol qui peuvent ainsi conserver les composants bénéfiques aptes à redynamiser le lit de culture.

L'invention permet donc d'assainir le lit de culture par un traitement agissant sur une faible profondeur et favorisant la réduction des quantités utilisées d'herbicides et de
5 fongicides.

Dans la forme d'exécution montrée à la figure 5, le fond lacunaire est formé par une tôle métallique 45 qui est portée par et fixée sur les longerons latéraux 46a d'un support 46. Ces longerons se prolongent vers l'avant par des bras verticaux 46b servant à la fixation sur la membrure 19 du châssis intermédiaire 7. Les lacunes de la tôle sont
10 constituées par des découpes 47 et par un maillage de trous filetés 48, servant à la fixation sur la face supérieure de la tôle de sabots 49 en forme de demi cône, disposés avec la pointe en avant. La répartition des sabots sur la tôle 45, de même que le choix de leur diamètre, petit, moyen ou grand, sont adaptables aux besoins et à la nature du sol.

Lors de l'avancement du fond 45 dans le lit de culture C, les pointes des sabots
15 49 facilitent la pénétration dans le sol, leurs flancs écartent le complexe argilo-humique et leurs talons, associés ou non aux vibrations, aèrent les composants du complexe sans les mélanger, en favorisant la pénétration des ondes.

Dans la forme d'exécution représentée à la figure 6, le fond lacunaire est formé par une grille métallique 50 qui est portée par et fixée sur les longerons horizontaux 51a
20 d'un support 51. Ces longerons se prolongent vers l'avant par des bras verticaux 51b, servant à la fixation sur la membrure 19 du châssis intermédiaire 8.

La dimension des mailles de la grille 50 et l'épaisseur des brins entre mailles sont définies en fonction de la nature du sol à traiter et de la longueur des ondes devant être réfléchies vers le caisson 9.

25 Bien évidemment les fonds 40, 45 et 50 sont interchangeables sur le châssis intermédiaire 8.

L'appareil représenté figure 1 comporte aussi différents accessoires, tels que :

- des dents 53 portées par les montants antérieurs 15 du chariot 7, et disposées devant les bras de fixation 40c du fond lacunaire sur la membrure

19 du châssis 7, ces dents ayant pour but, dans un lit de culture continu, (sans planches), d'effacer le tassement du sol par les moyens de roulement de l'engin B ;

- devant le rouleau antérieur 22, des moyens 54 aplanissant la surface du sol, par exemple les sillons formés par les dents 53, ces moyens étant constitués soit par des herse animées de mouvements latéraux alternatifs, soit par un rouleau transversal muni de poils radiaux souples, et
- immédiatement devant le rouleau antérieur 22, des moyens électromagnétiques, non représentés, pénétrant dans le lit de culture pour en retirer les déchets métalliques pouvant provoquer des arcs électriques et perturber le rayonnement électromagnétique dans ce lit de culture.

Dans une forme d'exécution de l'appareil, non représentée mais destinée à fournir une possibilité d'adaptation de la largeur de traitement à diverses largeurs de lit de culture, le caisson 9 est composé d'un élément central avec joues latérales amovibles et de deux éléments latéraux. Chaque élément latéral a la forme d'un tiroir retourné et comporte, à son extrémité extérieure, une paroi latérale constituant la joue latérale du caisson. A son extrémité intérieure, il est muni de moyens de fixation et de verrouillage sur l'élément central.

Les éléments latéraux sont soit télescopiques, soit basculants, et coopèrent avec des moyens de fixation et de verrouillage sur l'élément central.

Dans cette réalisation et pour obtenir sur toute la largeur étendue du traitement le même renvoi vers le haut du rayonnement électromagnétique, le fond lacunaire comprend des éléments d'élargissement qui, se juxtaposant à ses bords latéraux et sous les éléments latéraux du caisson, sont rapportés et fixés sur le châssis intermédiaire 8 et en particulier sur sa membrure 19.

Cet appareil qui vient d'être décrit dans le cas de son application à une exploitation en culture continue, donc sans planche, par exemple sous serre, peut être appliqué à toute autre exploitation avec planche et en culture discontinue en étant tiré ou

poussé, pourvu qu'à chaque caisson soit associé un fond lacunaire limitant la pénétration des ondes dans le sol et en renvoyant l'essentiel vers le caisson.

REVENDEICATIONS

1.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à haute fréquence, comprenant un chariot (7), motorisé ou tracté, déplaçable sur le lit de culture (C) à traiter, des moyens (6, 30 ou 32) pour émettre des rayonnements micro-ondes en direction de ce lit de culture et au moins un caisson (9) sans fond pouvant affleurer le lit de culture (C), comprenant, au-dessous de chaque caisson (9), un fond métallique lacunaire (40, 45 ou 50) délimitant avec le caisson (9) une cavité de traitement, à la façon de celle d'un four à micro-ondes, ce fond lacunaire (40, 45 ou 50), qui limite le rayonnement électromagnétique vers le bas et le renvoie vers le caisson, étant porté par une structure (8) coopérant avec des moyens (13, 34) de déplacement vertical entre :

- une position de repos du fond lacunaire, dans laquelle ce fond lacunaire (40,45 ou 50) est au-dessus du sol et sans contact avec lui,
- et une position de travail dans laquelle il est engagé dans le lit de culture (C) à traiter, pendant le déplacement de l'appareil sur ce lit de culture, caractérisé en ce que les moyens portant le fond lacunaire (40, 45 ou 50) sont constitués par un châssis intermédiaire (8), lié au chariot (7) et porteur de moyens (42) générateurs de vibrations dans le plan horizontal se transmettant au fond lacunaire, tandis que la liaison entre une membrure (19) du châssis intermédiaire (8) et le fond lacunaire (40, 45 ou 50) comprend des moyens (43) amortisseurs de vibrations.

2.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à haute fréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fond lacunaire (40) est constitué par des barreaux métalliques (44), sensiblement horizontaux et parallèles à la direction d'avancement de l'appareil, ces barreaux étant juxtaposés avec un espace (E) constant, défini selon la nature du sol à traiter et la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique devant être arrêté, l'extrémité antérieure de chaque barreau (44) se

prolongeant vers le haut par des barrettes coudées (44c) servant à sa fixation sur une membrure (19) du châssis intermédiaire.

3.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à haute fréquence selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque barreau (40) présente une section transversale triangulaire isocèle avec deux faces latérales concaves (44a) et une face supérieure plane (44b), assurant la réflexion des ondes vers les parois du caisson (9).

4.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à haute fréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que le châssis intermédiaire (8) comprend un cadre (18) sensiblement horizontal portant, en allant de l'avant vers l'arrière :

- une membrure (19) pour la fixation, respectivement, des moyens (42) générateurs de vibrations et des moyens (43) amortisseurs de vibrations,
- des jambes latérales, respectivement amont (20) et aval (21), disposées de part et d'autre du caisson (9) et dont les extrémités inférieures portent des paliers pour des rouleaux transversaux (22) et, entre ces rouleaux,
- des moyens (23) de réglage de la position verticale du caisson (9) par rapport au lit de culture (C) et de déplacement de ce caisson (9) entre une position de travail dans le sol et une position relevée de repos et de transport.

5.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à haute fréquence selon l'ensemble des revendications 1 et 4 prises ensemble, caractérisé en ce que le chariot (7) comporte à son extrémité antérieure des moyens (12) d'accrochage à un engin tracteur (B) et, à son extrémité postérieure, des roues (17) multidirectionnelles, tandis que la liaison entre ce chariot (7) et le châssis intermédiaire (8) est assurée par des vérins verticaux (34), électriques ou hydrauliques, commandés par un boîtier (35) réagissant à des capteurs de niveau (38), afin que le caisson (9) et son fond lacunaire (40, 45 ou 50) portés par ce châssis intermédiaire (8) restent parallèles au lit de culture (C).

6.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à haute fréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fond limiteur lacunaire est constitué par une tôle métallique horizontale (45) portée et fixée sur les longerons horizontaux d'un support (46), les dits longerons se prolongeant vers le haut par des bras
 5 verticaux (46b) de fixation à une membrure (19) du châssis, tandis que la dite tôle (45) est traversée par des découpes (46) et par un maillage de trous filetés (48) pour la fixation, sur sa face supérieure, de sabots (49) en forme de demi cône disposés pointe en avant.

7.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à
 10 haute fréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fond limiteur lacunaire est constitué par une grille métallique (50) portée et fixée sur des longerons horizontaux (51a) d'un support (51), ces longerons se prolongeant vers l'avant par des bras verticaux (51b) servant à la fixation sur une membrure (19) du châssis intermédiaire.

8.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à
 15 haute fréquence selon la revendication 1 caractérisé en ce que, le caisson (9) comporte des joues latérales (9c) qui, s'étendent, d'une part, verticalement vers le bas et sous le niveau du fond lacunaire (40, 45 ou 50) et, d'autre part et horizontalement, vers l'avant et vers l'arrière de ce caisson, constituent un blindage protecteur s'opposant à la dispersion du rayonnement hors de la zone de traitement.

20 9.) Appareil de traitement des sols par rayonnement électromagnétique à haute fréquence selon les revendications 1 et 8 prises ensemble, caractérisé en ce que le caisson (9) est composé d'un élément central en U avec joues latérales amovibles et de deux éléments latéraux porteurs chacun d'une joue latérale, chaque élément, télescopique ou basculant, ayant la forme d'un tiroir retourné et coopérant avec des
 25 moyens de fixation et de verrouillage sur l'élément central.

FIG. 1

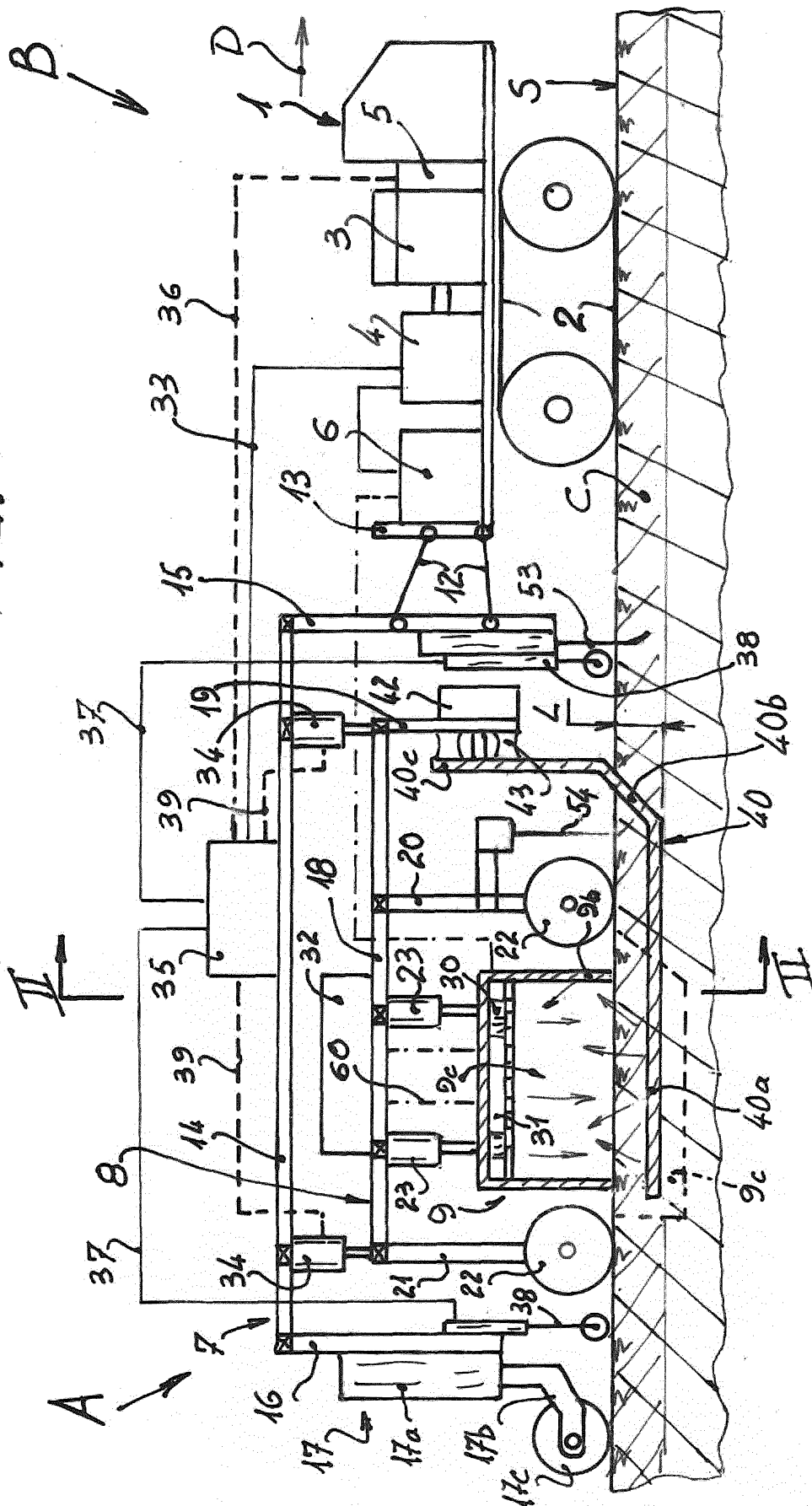


FIG.2

Pl. 2/3

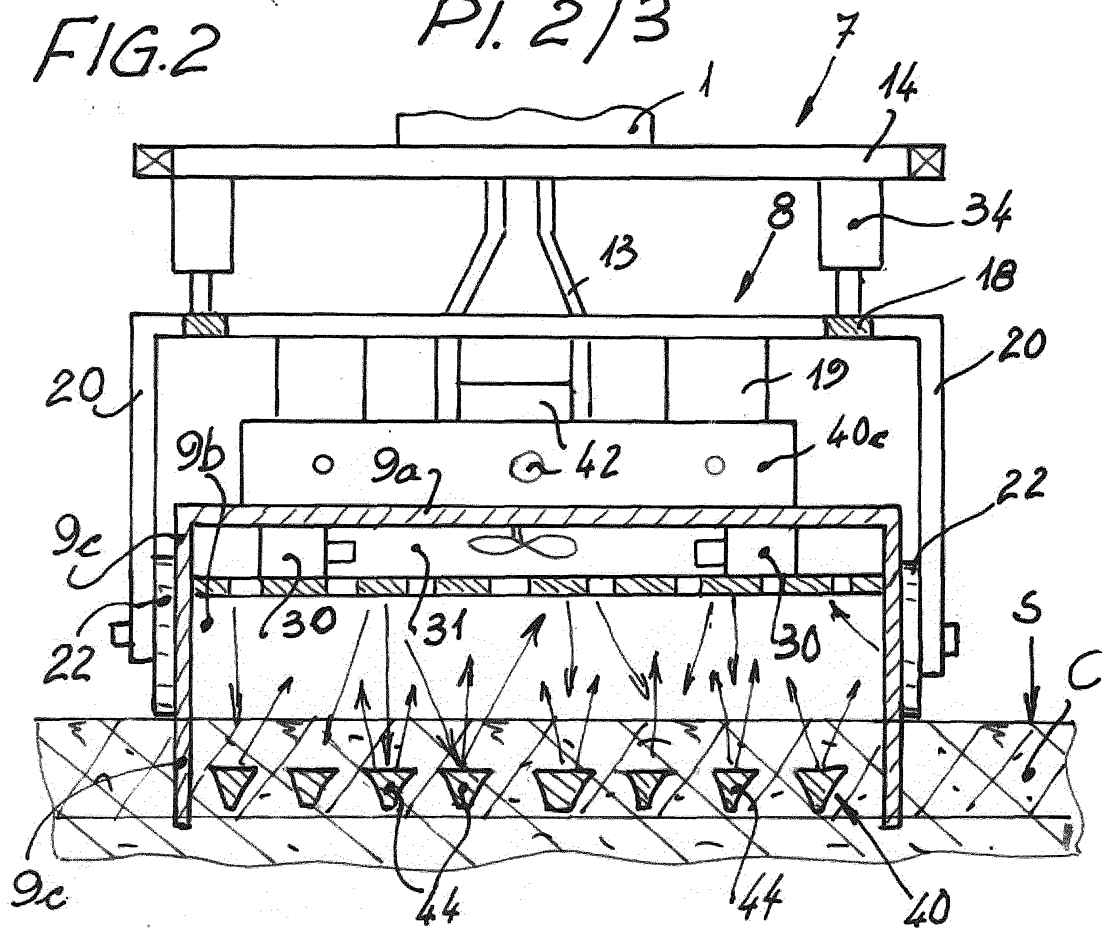


FIG.4

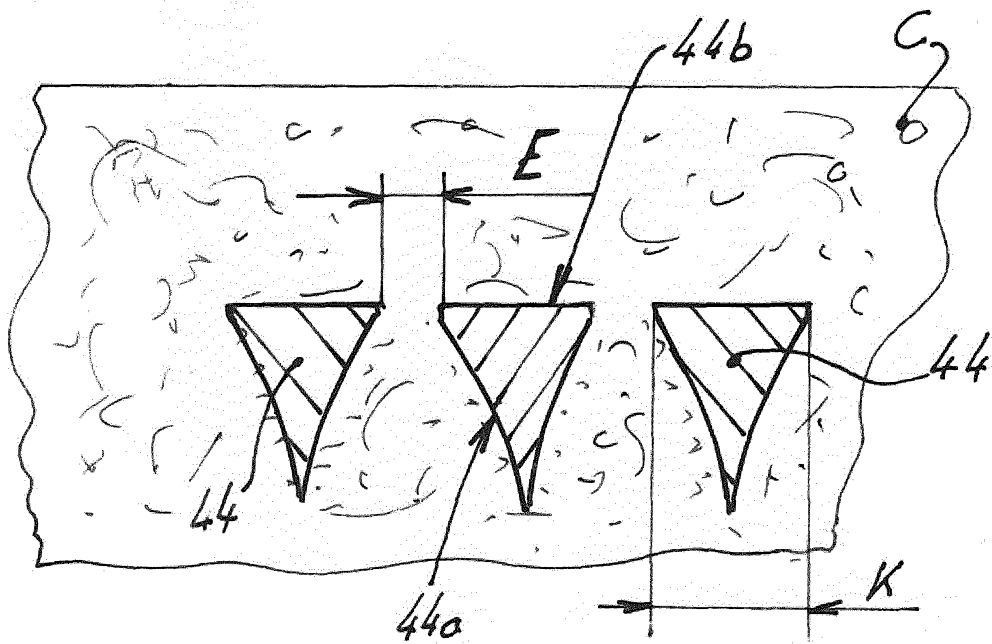


FIG. 3

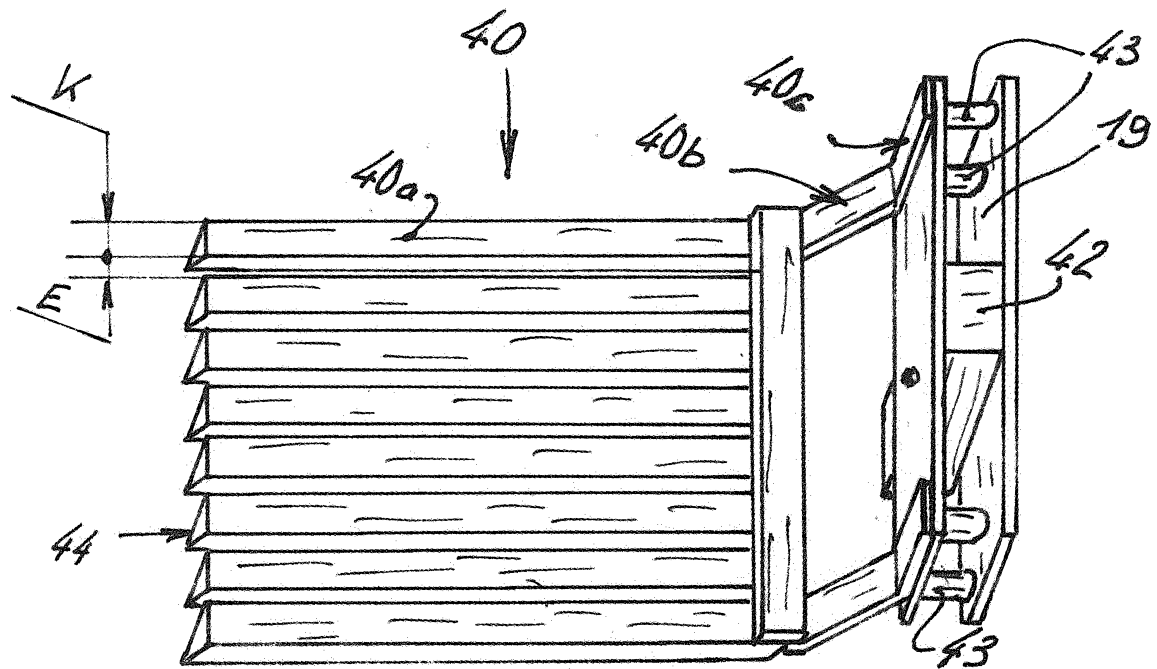


FIG. 6

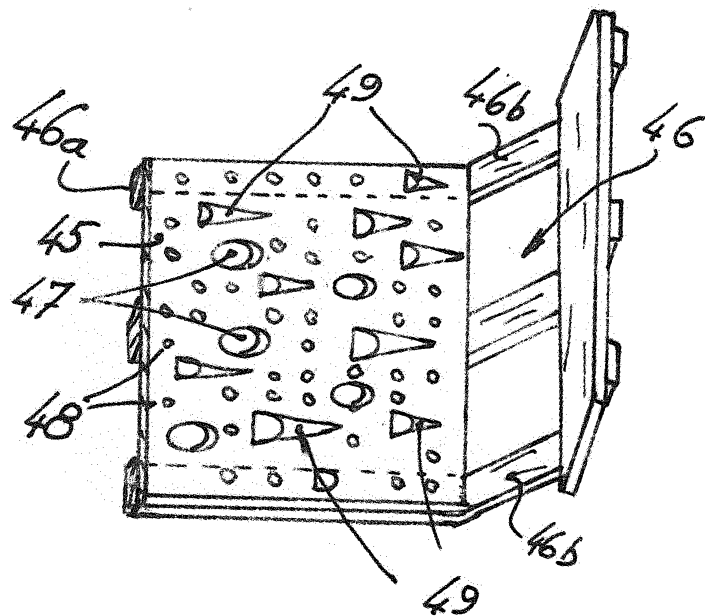
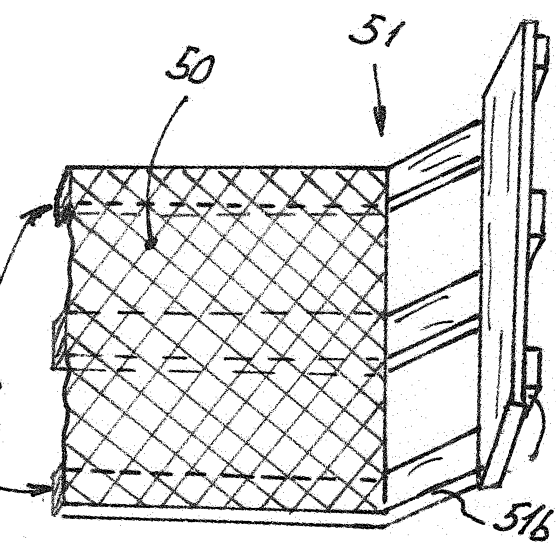


FIG. 5

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NL 1 022 156 C2 (HOEK LEENDERT VAN DER [NL]; MIDDELBURG ARIE NICOLAAS [NL]) 5 juillet 2004 (2004-07-05)

WO 01/76362 A1 (BOYKOV HRISTO PRAVTCHEV [BG]; GRIGOROV GRIGOR RANGELOV [BG]) 18 octobre 2001 (2001-10-18)

GB 1 419 429 A (OCEANOGRAPHY INT CORP) 31 décembre 1975 (1975-12-31)

NL 8 900 730 A (MULTINORM BV) 16 octobre 1990 (1990-10-16)

WO 03/099004 A2 (ADVANCED SCIENT TECHNOLOGIES C [US]; CLARK WILLIAM J [US]; KISSELL CHA) 4 décembre 2003 (2003-12-04)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT