

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 septembre 2013 (19.09.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/136014 A2

(51) Classification internationale des brevets : Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/050524

(22) Date de dépôt international :
13 mars 2013 (13.03.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1252276 14 mars 2012 (14.03.2012) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COMBAGRO (SUISSE) SARL** [CH/CH]; Chemin de Greyblin 2, CH-1415 Molondin (CH).

(72) Inventeurs; et

(71) Déposants (pour US seulement) : **DE CHIEUSSES DE COMBAUD, Benoît** [FR/CH]; Route de Corençon 9, CH-1410 Saint Cierges (CH). **CORDELIER, Jérémy** [CH/CH]; Avenue du Chablais 39, CH-1008 Prilly (CH).

(74) Mandataire : **BREESE, Pierre**; Fidal Innovation, 32, Place Ronde, F-92035 Paris la Défense (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

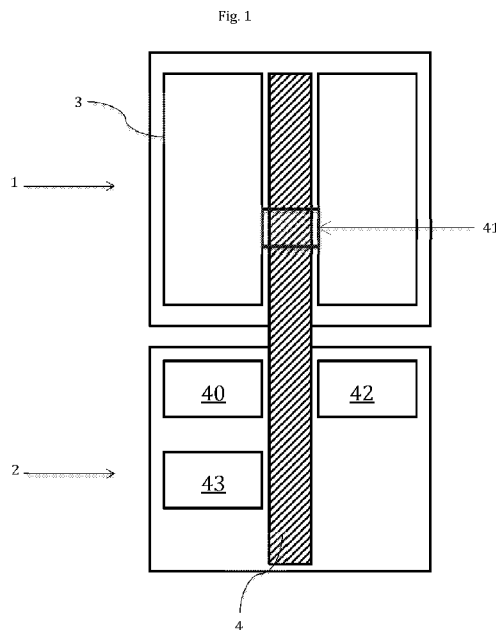
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)

(54) Title : AEROPONIC CULTURE EQUIPMENT WITH INDIVIDUAL, PERMANENT SUBSTRATE BLOCK

(54) Titre : EQUIPEMENT DE CULTURE EN AEROPONIE A BLOC DE SUBSTRAT INDIVIDUEL ET PERMANENT



(57) Abstract : The present invention relates to aeroponic culture equipment including a plurality of substrate blocks intended for receiving at least one seed and for supporting the plant throughout the entire growth thereof, the dimensions of the substrate block being fixed and determined such as to allow growth of the vegetation on one side and the roots on the other, the cross-section of said block of substrate being 1.2 to 10 times the nominal cross-section of the collar of the adult plant, and at least one mobile mounting comprising recesses (14) for receiving mobile substrate blocks by transverse movement, said equipment comprising a means for modifying the separation of the consecutive blocks of substrate throughout the growth of the plant, said recesses (14) being open at the top in order to enable the vegetation to pass therethrough and at the bottom in order to enable the roots to pass therethrough.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2013/136014 A2

La présente invention concerne un équipement de culture aéroponique comprenant une pluralité de blocs de substrat destinés à recevoir au moins une semence et à assurer le maintien du végétal pendant la totalité de sa croissance, les dimensions du bloc de substrat étant fixes et déterminées de façon à permettre la croissance de la végétation d'un côté et des racines de l'autre et la section transversale dudit bloc de substrat étant comprise entre 1,2 et 10 fois la section nominale du collet du végétal adulte, et au moins un support mobile présentant des logements (14) pour recevoir des blocs de substrat mobiles par un déplacement transversal, ledit équipement comportant des moyens pour modifier l'espacement des blocs de substrat consécutifs au cours de la croissance du végétal, lesdits logements (14) étant ouverts à la partie supérieure pour laisser le passage de la végétation et à la partie inférieure pour laisser le passage aux racines.

EQUIPEMENT DE CULTURE EN AEROPONIE A BLOC DE SUBSTRAT
INDIVIDUEL ET PERMANENT

Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne le domaine de la culture en aéroponie, notamment mais non limitativement de salades, consistant à alimenter les racines des plantes par un brouillard nutritif produit par un brumisateur.

10 La culture en aéroponie permet de maîtriser tous les éléments nécessaires au développement des plantes : la température et l'hygrométrie, le pH et les éléments nutritifs (eau, sels minéraux et oligo-éléments). Elle a pour avantages de limiter la consommation d'eau et les attaques de nuisibles du sol (ce qui permet des traitements phytosanitaires réduits et ciblés), d'accélérer le processus de croissance des plantes
15 et de maturation des fruits, de maîtriser de façon optimale les paramètres de culture sur une surface faible et avec une main d'œuvre réduite.

20 Etat de la technique

On connaît dans l'état de la technique des solutions d'équipements destinés à la culture hydroponique et aéroponique.

25 Parmi les technologies de production hors sol en hydroponie aujourd'hui, il existe notamment deux technologies permettant au moins une étape de repiquage :

- les plants poussent sur des plaques, par exemple en polystyrène, qui flottent dans une piscine de solution nutritive. Les plaques ont différentes densités en plants

selon leur stade de croissance. Ce type de culture nécessite un repiquage manuel.

- les plants sont dans un premier temps dans une nursery pour la phase de germination et en début de croissance. Les plants sont ensuite fixés manuellement ou à l'aide d'un robot dans une gouttière dans laquelle circule la solution nutritive. Les gouttières sont alors écartées progressivement les unes des autres pour accompagner la croissance de la salade. Le pas entre deux plants sur une même gouttière reste fixe tout au long de la croissance du végétal.

L'état de l'art comprend également différents brevets portant sur des systèmes de culture aéroponique.

Le brevet expiré US5136804 décrit un appareillage de culture aéroponique comprenant un séparateur de module définissant un compartiment supérieur et un compartiment inférieur, ledit séparateur comportant des moyens de support d'une pluralité de plantes. L'appareillage comporte en outre un générateur de brouillard constitué d'un transducteur ultrasonique immergé dans un réservoir d'eau et des conduits acheminant le brouillard au niveau des compartiments du module.

La demande de brevet internationale WO/1998/056237 décrit une structure modulaire conçue pour des cultures aéroponiques et composée d'une pluralité de panneaux latéraux préfabriqués servant à recevoir des cultures de plantes, ainsi que d'une pluralité de bases plates préfabriquées auxquelles les panneaux latéraux sont accouplés par l'intermédiaire d'éléments de verrouillage respectifs, de manière à créer une structure présentant sensiblement la forme d'un V à l'envers, dans laquelle les panneaux latéraux sont accouplés les uns aux autres le long d'une ligne de faîte supérieure par des

faîtières respectives, une unité de pompage et un appareil de pulvérisation font également partie de l'ensemble et servent à alimenter l'intérieur de la structure en solution nutritive atomisée.

5 La demande de brevet internationale WO/2004/040962 décrit un appareil de culture aéronique comprenant un nouveau système d'alimentation en nutriment liquide basse pression utilisant un dispositif à cylindre rotatif. Le dispositif à cylindre rotatif diffuse une solution de
10 nutriment liquide sur les racines de plantes par l'intermédiaire de la force centrifuge, ce qui permet d'éliminer l'utilisation d'une pompe et de tuyères à haute pression.

 La demande de brevet internationale WO/2008/113761
15 décrit un dispositif, un procédé de culture hors-sol, et un dispositif comprenant une source de radiation. Ce document expose un support de culture hors-sol comprenant des perforations pour introduire des végétaux à cultiver, et un fond sensiblement opposé aux perforations pour introduire les
20 végétaux, ledit fond comprenant sensiblement un moyen pour forcer un liquide d'irrigation des végétaux à cultiver, telle qu'une solution nutritive, à être localisé hors du centre racinaire des végétaux à cultiver lorsque l'irrigation est arrêtée. Selon un mode de réalisation ce dispositif comprend
25 une source de radiation, notamment pour désinfecter un fluide.

 Des solutions semi-automatiques de culture existent également, comme décrit dans le brevet expiré US4352256. Les plantes en pots sont disposées dans des bacs montés sur un tapis roulant permettant l'acheminement des plantes à traiter
30 au niveau d'un hall de traitement central où les plantes sont ensuite manipulées manuellement.

Inconvénients de l'art antérieur

Les solutions de l'art antérieur présentent plusieurs inconvénients.

5 Dans les solutions de l'art antérieur, le végétal est extrait de son support initial pour être réintroduit dans un nouveau support, plus adapté au volume occupé par le végétal après une phase de croissance. Les structures de l'art antérieur nécessitent une main d'œuvre importante pour réaliser les différents traitements car les supports de
10 végétaux ne permettent pas une automatisation complète.

Cette solution entraîne des interventions difficilement automatisables, et surtout implique un contact entre l'opérateur ou un équipement automatique avec le végétal lui-même. Ce contact peut produire des lésions et favorise le
15 transfert de nuisibles (insectes, bactéries,...).

Par ailleurs, les solutions de l'art antérieur ne permettent pas d'optimiser au maximum ou à un coût de main d'œuvre très élevé la surface occupée sur la zone de culture. Cette surface correspond à une serre où l'atmosphère est
20 contrôlée en éclairage, température, hygrométrie et composition de l'air, en pureté et asepsie. Il est donc souhaitable que la surface de culture soit la plus réduite possible. Or l'espace n'étant pas optimisé, l'ensemble des moyens techniques et des ressources nutritives sont utilisés
25 de manière peu économe : la surface de culture est surdimensionnée pendant une grande partie du cycle de croissance.

Le volume et la surface occupée par les végétaux, par exemple des laitues, augmentent considérablement au cours
30 de la croissance, pour passer d'une section transversale d'environ un millimètre (la taille de la graine) à plusieurs dizaines de centimètres. Les solutions de l'état de la

technique ne permettent d'adapter la surface affectée à un plant en fonction de sa maturité que de manière imparfaite, et obligent un surdimensionnement de la surface de culture, et donc des moyens de contrôle de l'atmosphère de la zone de culture.

En troisième lieu, les structures sont très vulnérables à des attaques de bactéries, champignons et plus généralement tous types de parasites. Une attaque se propage à l'ensemble des cultures, de manière souvent accélérée en raison de la propagation par le biais des systèmes de diffusion des solutions nutritives.

Enfin, un inconvénient des systèmes de culture hydroponique est la maîtrise de la température et de l'homogénéité de la solution nutritive. Dans le cas des cultures en gouttières, il est difficile de maîtriser la température autour des racines et dans le cas des cultures en piscines, il est très coûteux de chauffer ou refroidir l'important volume de solution nutritive desdites piscines.

20

Solution apportée par l'invention

Afin de remédier à ces inconvénients, l'invention propose selon son acception la plus générale un équipement de culture aéroponique comprenant une pluralité de blocs de substrat (16) destinés à recevoir au moins une semence et à assurer le maintien du végétal pendant la totalité de sa croissance, les dimensions du bloc de substrat (16) étant fixes et déterminées de façon à permettre la croissance de la végétation d'un côté et des racines de l'autre et la section transversale dudit bloc de substrat (16) étant comprise entre 1,2 et 10 fois la section nominale du collet du végétal

adulte, et au moins un support mobile présentant des logements (14) pour recevoir des blocs de substrat (16) mobiles par un déplacement transversal, ledit équipement comportant des moyens pour modifier l'espacement des blocs de substrat (16) consécutifs au cours de la croissance du végétal, lesdits logements (14) étant ouverts à la partie supérieure pour laisser le passage de la végétation et à la partie inférieure pour laisser le passage aux racines.

On entendra par « blocs de substrat (16) » au sens du présent brevet un élément unitaire présentant un contour défini, d'une section transversale adaptée pour la section du collet du végétal mature et permettant un maniement aisé du végétal sans risquer de l'abîmer. Ce bloc de substrat (16) contient au départ au moins une graine (20) et reste associé au végétal pendant toute la phase de croissance, jusqu'à sa récolte, sans accroissement sensible de taille ou de volume. Il peut être constitué par un matériau poreux tel qu'une mousse de fleuriste de type « Oasis » (nom commercial), ou encore de laine de roche ou de gélose dissoluble par lavage. Il peut présenter une forme cubique de quelques centimètres de coté, par exemple entre 2 et 4 centimètre par coté pour une salade, ou encore une forme discale épaisse ou parallélépipédique. Raisonnablement, la section transversale du bloc de substrat (16) à une dimension correspondant à 1,5 à 3 fois le diamètre du collet du plant mature.

Le logement (14) présente une forme complémentaire à celle du bloc de substrat (16) pour permettre l'insertion et le maintien du bloc dans son support, puis son retrait. L'insertion et le retrait sont effectués préférentiellement par une translation selon une direction perpendiculaire à l'axe de la végétation.

On entendra par « moyen pour modifier l'espacement des blocs de substrat » des moyens permettant d'espacer

longitudinalement et latéralement les blocs de substrat portant les végétaux dans un plan transversal au collet du végétal. Ainsi le végétal peut croître dans toutes les directions de façon homogène.

5 Selon une première variante, lesdits blocs de substrat (16) sont cubiques et ont une section transversale non inférieure à 1,2 fois et non supérieure à 3 fois la section nominale du végétal mature pour sa récolte.

10 Selon une deuxième variante, l'équipement de culture aéronique comporte des supports constitués par des rails (6 à 8) présentant des ouvertures latérales (15) pour l'insertion desdits blocs de substrat (16), l'équipement comportant une pluralité de séries de rails (6 à 8) de pas différents.

15 Avantageusement, l'équipement de culture aéronique comporte des rails (6 à 8) présentant une barre longitudinale (11) et des bras transversaux (12, 13) formant des glissières pour l'insertion desdits blocs de substrats dans l'ouverture (15) définie entre deux bras consécutifs.

20 Avantageusement, les ouvertures (15) sont configurées pour recevoir un bloc de substrat (16) par un déplacement selon une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du rail (6 à 8) et dans le plan transversal dudit bloc de substrat (16).

25 Selon une troisième variante, l'équipement de culture aéronique comporte des moyens pour exercer une pression sur la tranche des blocs de substrat (16) afin d'assurer un mouvement d'introduction ou d'extraction desdits blocs de substrats (16) au niveau des ouvertures (15) des
30 rails (6 à 8).

Avantageusement, les moyens pour exercer une pression sur la tranche des blocs de substrat (16) sont constitués par des pistons, et les rails (6 à 8) présentent au moins une lumière latérale (19) pour le passage des têtes
5 desdits pistons.

Selon une autre variante, les moyens pour déplacer les blocs de substrat (16) sont constitués par un fluide sous pression, lesdits rails (6 à 8) présentant au moins une lumière latérale (19) pour le passage dudit fluide sous
10 pression.

Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comporte en outre des châssis (5) pour recevoir lesdits rails (6 à 8) pendant les phases de culture et de traitement. Les rails peuvent être disposés selon deux
15 organisations sur les châssis, notamment lors des phases de culture. Les châssis de culture peuvent s'étendre dans une direction sur plusieurs dizaines de mètres de long pour constituer une ligne de production linéaire. Les rails disposés sur ces châssis peuvent être orientés
20 longitudinalement à la direction de la ligne de production ou perpendiculairement à celle-ci mais toujours dans le plan transversal au collet du végétal. Dans cette dernière disposition, la largeur de ces châssis équivaut à la dimension de la barre longitudinale (11) d'un rail de support de blocs
25 de substrat, soit 1 à 3 mètres.

Selon une autre variante, lesdits rails (6 à 8) sont disposés côte à côte sur lesdits châssis (5) de sorte que les blocs de substrat (16) incorporés dans lesdits rails et supportant un végétal sont agencés en quinconce. Cette
30 disposition en quinconce, autrement appelé en damier, permet d'optimiser l'espace de culture, les végétaux disposant de davantage d'espace pour se développer dans toutes les

directions que s'ils étaient alignés sur les lignes d'un quadrillage à angles droits.

De préférence, lesdits châssis (5) présentent au moins une zone de réception inclinée desdits rails (6 à 8).
5 Cette solution permet de réduire l'encombrement au sol des châssis (5) et par conséquent d'optimiser l'espace de culture ainsi que l'éclairage, notamment dans un souci d'économie.

Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comporte en outre des navettes pour le déplacement
10 desdits rails (6 à 8) entre la zone de traitement (2) et la zone de stockage (1). Cette solution permet de simplifier considérablement l'installation de culture. Les machines de traitement sont fixes, et ce sont les plantes qui sont déplacées vers l'équipement ad-hoc lorsqu'elles doivent être
15 soumises à un nouveau cycle de traitement. Les navettes et les rails permettent de déplacer un sous-ensemble de plants notamment entre deux châssis ou entre le châssis et une zone de traitement de manière automatisée ou semi-automatisée sans qu'il ne soit nécessaire de modifier l'emplacement individuel
20 de chaque plant, tout en maintenant l'espacement adapté entre chaque plant selon son stade de croissance.

Cela permet de développer la zone de culture de manière très flexible, sans qu'il ne soit nécessaire de modifier l'implantation des machines ni de prévoir des moyens
25 de déplacement des équipements de traitement pour les adapter à l'organisation de la zone de culture.

Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comprend en outre des moyens de transport d'un châssis entre ladite zone de stockage (1) et une zone de
30 traitement (2).

Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique inclut une zone de traitement (2) comportant un

équipement de semis (40) présentant des moyens d'incorporation de graines dans les blocs de substrat et des moyens de positionnement desdits blocs de substrats dans les rails en cours de traitement.

5 Avantageusement, ladite zone de traitement (2) comporte un équipement de repiquage (42) comportant des moyens de transfert d'une partie au moins desdits blocs de substrat (16) installés sur le rail vers un autre rail présentant un pas plus important que celui du premier rail.

10 Avantageusement, la zone de traitement (2) comporte un équipement de repiquage (42) comportant des moyens de transfert d'une partie au moins desdits blocs de substrat (16) installés sur le rail d'un châssis vers un autre rail installé sur un autre châssis.

15 Avantageusement, la zone de traitement (2) comporte un équipement de récolte (43) présentant des moyens de retrait des blocs de substrat (16) d'un rail (6 à 8).

Avantageusement, la zone de traitement (2) comporte un équipement de recyclage d'une solution nutritive.

20 Selon une autre variante, les rails (6 à 8) chargés en blocs de substrat (16) séparent une zone inférieure humide où débouchent les racines (22) d'une zone supérieure moins humide où se déploie la partie supérieure du végétal, l'équipement comportant des moyens de pulvérisation d'une
25 solution nutritive vers la partie racinaire (22) et des moyens de contrôle de l'hygrométrie dans la zone supérieure.

Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comporte en outre des moyens de contrôle de la température de la solution nutritive.

Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comporte en outre des moyens de contrôle de la température du volume d'air intérieur.

5 Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comporte en outre des moyens de contrôle de la concentration en dioxyde de carbone du volume d'air intérieur.

Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comporte en outre des moyens de contrôle de l'éclairage incident.

10 Selon une autre variante, l'équipement de culture aéroponique comporte en outre des moyens d'orientation par rapport à la direction de la lumière incidente.

15 Selon un mode de réalisation, l'équipement de culture aéroponique comprend des moyens de contrôle de l'hygrométrie constitués par un compartiment inférieur contenant une solution dessiccante reliée à un compartiment supérieur par un conduit d'aération.

20 L'invention concerne également un procédé de commande d'un équipement de culture aéroponique comportant une étape d'optimisation des déplacements.

25 Avantageusement, le procédé de commande d'un équipement de culture aéroponique comporte des moyens de contrôle des paramètres de culture avec une consommation minimisée, et désactivant les fonctionnalités des équipements qui ne sont pas directement nécessaires à la préservation des végétaux.

Description détaillée de deux modes non limitatifs de
réalisation

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de deux exemples non limitatifs de réalisation, se référant aux dessins annexés où :

- la figure 1 représente une vue schématique d'une installation de culture aéroponique selon le premier exemple de réalisation de l'invention

10 - la figure 2 représente une vue d'une portion d'un châssis avec plusieurs rails de support de blocs de substrat selon le premier exemple de réalisation de l'invention

- la figure 3 représente une vue détaillée des rails de support des blocs de substrat

15 - la figure 4 représente une vue en coupe transversale d'un châssis conforme à l'invention comportant des rails partiellement chargés en blocs de substrat selon le premier exemple de réalisation de l'invention

20 - la figure 5 représente une vue schématique d'un équipement de repiquage selon le premier exemple de réalisation

- la figure 6 représente une vue schématique d'une installation de culture aéroponique selon un deuxième exemple de réalisation de l'invention

25 - la figure 7 représente une vue détaillée d'un module autonome fermé de culture aéroponique selon un deuxième exemple de réalisation de l'invention

- la figure 8 représente une vue schématique d'un équipement de repiquage selon le deuxième exemple de réalisation

Description d'un premier exemple de réalisation

La figure 1 représente une vue schématique d'une installation conforme à l'invention selon un premier exemple
5 de réalisation.

Elle présente une zone de stockage (1) et une zone de traitement (2) incluses dans l'enceinte d'une serre fermée.

La zone de traitement (2) comprend un semoir automatique (40), un équipement de repiquage automatique (42)
10 ainsi qu'un équipement de récolte (43).

La zone de stockage (1) comprend des zones de croissance (3) des végétaux disposées de part et d'autre d'un élément de convoyage central (4). Ces zones de croissance sont composées de châssis selon deux plans d'organisation
15 optionnels :

- premièrement, les châssis peuvent être de section carrée de 1 à 3 mètres de côté et être organisés de façon matricielle, avec un élément de convoyage central (4) orienté longitudinalement sur lequel se déplacent des navettes (41),
20 et des systèmes de convoyage transversaux correspondant à chaque rangée de châssis de section carrée.

- deuxièmement, les châssis peuvent constituer des lignes de production de 50 à 100 mètres de long. Les châssis sont disposés transversalement à l'élément de convoyage
25 central (4) sur lequel se déplacent des navettes (41), et de part et d'autre de cet élément. Sur ces châssis de ligne de production, les rails (6 à 8) de support de bloc de substrat peuvent être disposés : i) longitudinalement à l'élément de
30 convoyage central (4), dans ce cas la largeur du châssis correspond à la dimension de la barre longitudinale (11) d'un

rail de support de blocs de substrat, soit 1 à 3 mètres ; ou ii) transversalement à cet élément (4), dans ce cas, les extrémités de la barre longitudinale (11) des rails (6 à 8) sont bout à bout sur toute la longueur du châssis.

5 Les rails (6 à 8) sont disposés côte à côte sur les châssis (5) de sorte que les blocs de substrat (16) incorporés dans lesdits rails et supportant un végétal soient agencés en quinconce. Cette disposition en quinconce, autrement appelé en damier, permet d'optimiser l'espace de culture, les végétaux
10 disposant de davantage d'espace pour se développer dans toutes les directions que s'ils étaient alignés sur les lignes d'un quadrillage à angles droits. Au fur et à mesure de la croissance du végétal, des intercalaires sont insérés entre les rails de façon jointive afin d'augmenter l'espace de
15 développement des végétaux, le pas entre deux blocs de substrat sur les rails est également augmenté au cours de la croissance. Le végétal dispose donc d'un rayon d'espace adapté à son stade de croissance. Par ailleurs, des cales sont placées en extrémité de ligne de production au niveau d'une
20 rangée de rails sur deux afin de maintenir la disposition en quinconce.

La figure 2 représente une vue détaillée d'une portion d'un châssis (5) avec plusieurs rails (6 à 8) non chargés selon l'invention. La figure 3 représente un détail
25 d'un rail (6 à 8) non chargé de support de blocs de substrat.

Les châssis (5) sont des structures métalliques destinées à supporter au moins un rail (6 à 8) reposant sur des glissières (9, 10) transversales. Eventuellement, une glissière centrale permet de réduire les efforts s'exerçant
30 sur les rails (6 à 8).

Les rails (6 à 8) sont déplaçables pour permettre leur remplacement lors des opérations de semis, repiquage ou

de récolte. Les rails (6 à 8) transitent entre la zone de stockage (1) et la zone de traitement (2) par les navettes (41) se déplaçant sur l'élément de convoyage central (4).

5 Les rails (6 à 8) sont constitués par une barre longitudinale (11) prolongée par des bras perpendiculaires (12, 13). Ces bras perpendiculaires (12, 13) définissent un espace (14), dans lequel il est possible d'introduire, via une ouverture (15) un bloc de substrat (16).

10 Ces bras (12, 13) présente une cannelure (17, 18) destiné à recevoir les épaulements formés latéralement sur les blocs de substrat (16).

Des lumières (19) traversant la barre (11) permettent le passage de poussoirs d'éjection.

15 La figure 4 détaille une coupe transversale d'un châssis selon l'invention avec un rail (6 à 8) partiellement chargé et disposé longitudinalement à l'élément de convoyage central (4).

20 Les blocs de substrats (16) sont constitués par un matériau poreux permettant le développement du premier stade de germination. Le matériau peut être notamment :

- La laine de roche formant des blocs parallélépipédiques avec des épaulements latéraux,

- La perlite et la vermiculite s'utilisent surtout pendant les phases de propagation (bouturage, germination...)

25 - la fibre de coco et la tourbe de coco

- la laine de verre

- le substrat de croissance poreux à faible densité, par exemple commercialisé sous la marque Horticultures®

- la gélose.

Le rail (6 à 8) est réalisé en métal, notamment en inox ou en aluminium, ou en une matière plastique.

Les blocs de substrat (16) sont préférentiellement cubiques et d'arrête inférieure à 6 cm. Les blocs de substrat (16) sont destinés à accueillir une graine (20) dont la germination pourra être induite selon les besoins de production. Lors de la croissance du végétal, le bloc de substrat (16) ne varie ni en taille ni en volume. Il demeure durant toute la croissance du végétal et sépare la partie foliaire (21) des racines (22) de la plante.

Les rails (6 à 8) chargés en blocs de substrat (16) contenant une graine (20) dont la germination n'a pas encore été induite sont disposés les uns à côté des autres sans aucun espace entre eux sur les glissières (9, 10) d'un châssis (5). Ainsi le rail (6 à 8) délimite une zone inférieure étanche humide d'une zone supérieure moins humide. Lors de la croissance des végétaux, l'espace nécessaire au bon développement des plants s'accroît. Les rails (6 à 8) sont alors progressivement espacés. Afin de maintenir l'étanchéité du compartiment inférieur, des joints sont disposés entre les rails (6 à 8).

Description de la zone de traitement (2) :

Le premier équipement est un équipement destiné au semis.

Il est constitué par un semoir automatique (40) de type connu, associé à un robot de manipulation de blocs de substrats (16). Le robot réalise une séquence d'opération suivante :

- prélèvement d'un bloc de substrat (16) à la sortie du semoir automatique (40). Le semoir automatique (40) a réalisé le dépôt d'une graine (20) dans le bloc de substrat (16).

5 - prélèvement d'un rail (6 à 8) dans un stock de rails vides et implantation dans l'un des logements (14) d'un bloc de substrat (16), puis remplissage des logements (14) additionnels avec d'autres blocs de substrat (16)

10 - insertion du rail (6 à 8) rempli de bloc de substrats (16) plantés dans la zone de réception du châssis

- répétition de ces premières opérations pour compléter le châssis (5) avec des rails (6 à 8) supplémentaires (par exemple 50 rails par châssis).

15

Un deuxième équipement est un équipement de repiquage automatisé (42) illustré par la figure 5.

Cet équipement comprend :

20 - une zone de réception (51) des navettes de rails à repiquer dit rails parents

- une zone de réception (61) de navettes pleines de rails vides dit rails enfants ()

- une zone de réception de navettes vides (52, 62, 63)

25 - Une zone de traitement disposée entre les zones de réception des navettes équipées d'un système permettant de déplacer les blocs de substrats (16) d'un rail plein vers un rail vide de pas plus élevé

Le fonctionnement de cet équipement est le suivant. Une navette est chargée de rails parents pleins de bloc de substrat (16) supportant une plante en cours de croissance depuis un des châssis (5) et déplacé jusqu'à la zone de réception (51). De même, une navette est chargée de rails enfants vides et est déplacée jusqu'à la zone de réception (61). Trois navettes vides sont déplacées jusqu'à la zone de réception (52, 62 et 63). Le dispositif de repiquage (50) saisi un rail parent de la navette en (51) et un rail enfant de la navette en (61) et permet de les placer et maintenir en face l'un de l'autre au niveau de leurs ouvertures (15) et de manière à ce que les cubes de substrats (16) puissent passer d'un rail plein vers un rail vide par translation par rapport à leurs bras (12 et 13).

Selon le type de repiquage, un rail parent peut nécessiter plusieurs rails enfants : les cubes de substrat (16) logés dans le rail parent peuvent nécessiter plusieurs rails enfants de pas plus élevé pour être relogés. Dans ce cas le dispositif de repiquage (50) amène successivement plusieurs rails enfants en face du rail parent jusqu'à ce que tous les cubes de substrat soient relogés.

Une fois un premier rail enfant chargé de cube de substrat (16) supportant un plant en croissance et en provenance du rail parent, le système de repiquage le déplace jusqu'à l'une des navettes vides en (62) ou (63). De même une fois le rail parent déchargé de l'ensemble de ses blocs de substrats (16) et donc vide, le système de repiquage le déplace vers une navette vide en (52).

Lorsque la totalité des rails parents a été traitée par le système de repiquage, la navette en (51) est vide, la navette en (52) est remplie de rails parents sans leurs cubes de substrats, la navette en (61) est diminuée du nombre de

rails nécessaire au déplacement des cubes de substrats. Les navettes en (62) et (63) sont remplies de rails enfants.

Les navettes en (62) et (63) sont amenées vers les châssis (5) où les rails enfants sont déchargés. De même la navette en (52) est déchargée de ses rails vides vers un magasin à rail vide apparenté à un châssis.

Un troisième équipement est un automate de récolte (43) comportant un automate procédant à l'extraction des blocs de substrat (16) des rails (6 à 8) dont la végétation a atteint le stade de maturité requis. Ces rails sont amenés à l'équipement de récolte par une navette.

Recyclage de la solution nutritive :

La zone de stockage (1) est équipée par ailleurs de moyens de recyclage mutualisé de la solution nutritive, pour l'ensemble de l'installation.

Ce moyen de recyclage comprend une sonde d'analyse périodique de la composition de la solution nutritive à recycler, et des pompes reliées à des réservoirs de composants nutritifs dont le fonctionnement est commandé en fonction du résultat de l'analyse, pour délivrer la quantité juste nécessaire du composant dont l'analyse a détecté l'insuffisance. L'analyse porte sur la composition chimique, le PH et la conductance.

Cette zone de stockage (1) comprend encore un éclairage UV pour stériliser la solution nutritive et éviter la propagation de germes ou autres agents pathogènes.

Contrôle et pilotage de l'installation :

Le système met en œuvre un contrôle des ressources énergétiques (chauffage, éclairage,...) prenant en compte des paramètres externes tels que le coût de l'énergie en fonction de la tranche horaire ou la température extérieure.

La gestion des déplacements est assurée par un contrôleur commandé par un algorithme d'optimisation.

Description d'un deuxième exemple de réalisation

La figure 6 représente une vue schématique d'une installation conforme à l'invention selon un deuxième exemple de réalisation. Cet exemple de réalisation présente des unités de culture autonomes et fermées appelées modules. La culture selon ce mode de réalisation n'est pas réalisée dans une serre commune à tous les plants. Les plants sont regroupés par sous-ensembles dans des « mini-serres » constitués de modules autonomes (30), intégrant l'ensemble des moyens de contrôle de l'atmosphère et des éléments nutritifs.

L'installation selon cet exemple présente une zone de stockage (1) et une zone de traitement (2).

La zone de stockage (1) est généralement en plein air. Elle est constituée d'une aire permettant de disposer une pluralité de modules de culture aéroponique (30). Ces modules sont disposés selon une organisation matricielle, avec un élément de convoyage central (4) orienté longitudinalement, et des systèmes de convoyages transversaux correspondant à chaque rangée de modules (30).

A titre d'exemple, on installe 500 modules (30) sous forme de deux groupes de dix rangées de 25 modules (30), de part et d'autre du tapis roulant central (4). Chaque module

(30) occupe une section directe de 4 m², et une emprise au sol de 8 m² en tenant compte de l'espace séparant les blocs adjacents.

5 La zone de stockage (1) présente un maillage de prises électriques (31) et des canalisations de circulation des fluides nécessaires au module, avec des raccordements (32) permettant l'alimentation de chacun des modules en électricité et en fluides.

10 L'élément de convoyage central (4) est constitué par des unités indépendantes, dont la longueur correspond à celle d'un module (30). Chaque unité est motorisée pour le déplacement d'une charge déposée sur l'élément de convoyage central (4). Deux unités consécutives sont séparées d'un espace correspondant à la moitié de la section d'une boîte,
15 pour permettre le passage du système de convoyage transversal.

Lorsqu'un module (30) doit faire l'objet d'un traitement, sa partie mobile est soulevée au moyen du système de convoyage transversal puis déplacée transversalement jusqu'à l'unité de l'élément de convoyage central (4) la plus
20 proche, dans la même rangée. Après avoir été déposée sur l'unité de l'élément de convoyage central (4), il est déplacé d'une unité à la suivante.

Le système de convoyage transversal comporte également un conduit d'alimentation en fluide d'un module.

25 L'élément de convoyage central (4) s'étend jusqu'à une zone de traitement (2). Cette zone (2) comporte plusieurs équipements permettant de modifier un module aéroponique (30). Cette zone de traitement (2) est généralement une zone fermée, telle qu'un hangar ou un bâtiment industriel. Les équipements
30 sont répartis pour permettre le déplacement d'un module depuis l'élément de convoyage central (4) vers l'équipement permettant de réaliser le traitement attendu.

Description détaillée d'un module autonome :

La figure 7 représente une vue détaillée du module (30) autonome fermé selon ce mode de réalisation.

5 Le module (30) comporte une partie fixe (34) et une partie mobile (33). La partie fixe (34) est constituée par un récipient parallélépipédique d'une section de 2 mètres sur 2 mètres, et d'une hauteur d'un mètre. Il contient les circuits électriques et électroniques de régulation ainsi que le
10 système de dessiccation.

La partie mobile (33) présente un caisson inférieur (35) surmonté par une enceinte transparente (36) divisée en un étage inférieur (37) correspondant aux racines, et un étage supérieur (38) pour le feuillage.

15 La partie mobile (33) est fermée pour permettre une bonne maîtrise de l'environnement et du volume d'air. L'ensemble du module est isolé thermiquement. Le système de pulvérisation de la solution nutritive n'est pas représenté sur cette figure.

20 L'étage supérieur (38) est relié à la partie fixe (34) par deux conduits (39) d'air pour la circulation de l'air respectivement vicié et recyclé entre la zone de feuillage et le système de dessiccation.

25 La partie mobile, comme les châssis du premier exemple de réalisation, est constituée par une enceinte présentant des glissières transversales supportant des rails (6 à 8). Eventuellement, une glissière centrale permet de réduire les efforts s'exerçant sur les rails.

Ces rails (6 à 8) sont semblables aux rails de support des blocs de substrat de l'exemple premier de réalisation et présentés à la figure 3. Ils sont également déplaçables pour permettre leur remplacement lors des opérations de semis, repiquage ou de récolte.

Description de la zone de traitement :

Le premier équipement est un équipement destiné au semis.

Il est constitué par un semoir automatique (40) de type connu, associé à un robot de manipulation de blocs de substrats. Le robot réalise une séquence d'opération suivante :

- prélèvement d'un bloc de substrat à la sortie du semoir automatique. Le semoir automatique a réalisé le dépôt d'une graine dans le bloc de substrat.

- Prélèvement d'un rail dans un stock de rails vides et implantation dans l'un des logements d'un bloc de substrat, puis remplissage des logements additionnels avec d'autres blocs de substrat

- insertion du rail rempli de bloc de substrats plantés dans la zone de réception du châssis

- répétition de ces premières opérations pour compléter la partie mobile (33) avec des rails supplémentaires (par exemple 50 rails par partie mobile).

Un deuxième équipement est un équipement de repiquage automatisé (42) illustré par la figure 8.

Cet équipement comprend :

- une zone de réception (70) des parties mobiles (33)

- une zone de réception (80) de rails vides (81)

5 - une zone intermédiaire (90); disposée entre les deux zones de réception (70, 80), pour le déplacement de chariots (91 à 96) destinés à recevoir des rails provenant des de la zone de réception (70) ou (80).

Le fonctionnement de cet équipement est le suivant.

10 Une partie mobile (33) à traiter arrive dans la zone de réception, en position centrale par exemple. Cette partie centrale correspond à un module dont les végétations ont atteint une étape de maturité où l'espace de développement alloué est atteint et nécessite un repiquage pour réduire la
15 densité pour permettre la poursuite du développement.

Lorsque la partie mobile (33) atteint sa position centrale, on commence par extraire la totalité des rails pour les déplacer vers un bac tampon (81), également en position centrale, sur la zone de réception opposée (80). Ce
20 déplacement est effectué par l'intermédiaire des chariots (91, 92) et un actionneur robotisé.

On amène également dans la zone de réception (70) deux parties mobiles (72, 73) contenant des rails vides dont la densité de logements (26) est inférieure à celle des rails
25 de la partie mobile (71) précédente.

Ces rails sont également déplacés vers la zone de réception (80) par l'intermédiaire des chariots (93 à 96) et d'un actionneur robotisé (éventuellement le même, déplacé longitudinalement d'un poste à l'autre).

L'étape suivante consiste à déplacer un rail chargé depuis le bac tampon (81) jusqu'à l'un des chariots (92). Un rail vide est chargé sur un autre chariot (93). Les chariots sont ensuite déplacés pour se faire face, et permettre le transfert des blocs, l'un après l'autre, d'un rail initialement chargé vers le rail vide. Comme la densité des rails est différente, une partie des blocs de substrat dépassera la capacité du rail récepteur. Dans ce cas, le rail partiellement déchargé est remis en position centrale. Un nouveau rail vide est chargé depuis le bac tampon (82) jusqu'à un chariot mobile (95). Le déchargement des blocs de substrat se poursuit alors pour continuer à alimenter le nouveau rail.

Les chariots et les rails sont déplacés de façon à optimiser le temps de transfert et permettre le chargement des rails nouveaux dans toutes les situations, notamment de rails incomplets.

Lorsque les parties mobiles (72, 73) sont chargés avec les rails de moindre densité, ils sont extraits du poste de travail pour être replacés sur l'élément de convoyage (4), qui les conduit à l'équipement de prétraitement pour refermeture avant déplacement vers la zone de stockage (1).

Dans cette phase du traitement, le nombre de modules actifs dans la zone de stockage (1) varie. Afin d'éviter des variations globales trop importantes, on veillera à éviter que les cycles de croissance soient synchrones, de façon à toujours disposer sur la zone de stockage de modules contenant des végétaux à chacun des stades de croissance. Cela conduit à une faible variation statistique de l'espace actif.

Une des solutions consiste à faire varier localement un des paramètres commandant la croissance de façon à favoriser certains modules de la zone de stockage (1) par

rapport à d'autres modules. Le paramètre peut être l'éclairage ou la température.

5 Le troisième équipement est un automate de récolte (43) comportant un automate procédant à l'extraction des blocs de substrat dans les rails du module dont la végétation a atteint le stade de maturité requis.

Recyclage de la solution nutritive :

10 La zone de stockage est équipée par ailleurs de moyens de recyclage mutualisé de la solution nutritive, pour l'ensemble des modules (3).

15 Ce moyen de recyclage comprend une sonde d'analyse périodique de la composition de la solution nutritive à recycler, et des pompes reliées à des réservoirs de composants nutritifs dont le fonctionnement est commandé en fonction du résultat de l'analyse, pour délivrer la quantité juste nécessaire du composant dont l'analyse a détecté l'insuffisance. L'analyse porte sur la composition chimique,
20 le PH et la conductance.

Cette zone de stockage comprend encore un éclairage UV pour stériliser la solution nutritive et éviter la propagation de germes ou autres agents pathogènes.

25 Contrôle et pilotage de l'installation :

Le système met en œuvre un contrôle des ressources énergétiques (chauffage, éclairage,...) prenant en compte des paramètres externes tels que le coût de l'énergie en fonction de la tranche horaire ou la température extérieure.

Il comporte des sécurités pour placer les modules en mode survie avec une consommation minimisée, et désactivant les fonctionnalités des équipements qui ne sont pas directement nécessaires à la préservation des végétaux.

- 5 La gestion des déplacements est assurée par un contrôleur commandé par un algorithme d'optimisation.

Revendications

1 – Equipement de culture aéroponique caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de blocs de substrat (16) destinés à recevoir au moins une semence et à assurer le maintien du végétal pendant la totalité de sa croissance, les dimensions du bloc de substrat (16) étant fixes et déterminées de façon à permettre la croissance de la végétation d'un côté et des racines de l'autre et la section transversale dudit bloc de substrat (16) étant comprise entre 1,2 et 10 fois la section nominale du collet du végétal adulte, et au moins un support mobile présentant des logements (14) pour recevoir des blocs de substrat (16) mobiles par un déplacement transversal, ledit équipement comportant des moyens pour modifier l'espacement des blocs de substrat (16) consécutifs au cours de la croissance du végétal, lesdits logements (14) étant ouverts à la partie supérieure pour laisser le passage de la végétation et à la partie inférieure pour laisser le passage aux racines.

2 – Equipement de culture aéroponique selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits blocs de substrat (16) sont cubiques et ont une section transversale non inférieure à 1,2 fois et non supérieure à 3 fois la section nominale du végétal mature pour sa récolte.

3 – Equipement de culture aéroponique selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que lesdits supports sont constitués par des rails (6 à 8) présentant des ouvertures latérales (15) pour l'insertion desdits blocs de substrat (16), l'équipement comportant une pluralité de séries de rails (6 à 8) de pas différents.

4 – Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que

lesdits rails (6 à 8) présentent une barre longitudinale (11) et des bras transversaux (12, 13) formant des glissières pour l'insertion desdits blocs de substrats dans l'ouverture (15) définie entre deux bras consécutifs (12, 13).

5 5 - Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que lesdites ouvertures (15) sont configurées pour recevoir un bloc de substrat (16) par un déplacement selon une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du rail (6 à 8) et dans
10 le plan transversal dudit bloc de substrat (16).

 6 - Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour exercer une pression sur la tranche des blocs de substrat (16) afin d'assurer un mouvement
15 d'introduction ou d'extraction desdits blocs de substrats au niveau des ouvertures (15) des rails (6 à 8).

 7 - Equipement de culture aéroponique selon la revendication 6 caractérisé en ce que lesdits moyens pour exercer une pression sur la tranche des blocs de substrat (16)
20 sont constitués par des pistons, lesdits rails présentant au moins une lumière latérale (19) pour le passage des têtes desdits pistons.

 8 - Equipement de culture aéroponique selon la revendication 6 caractérisé en ce que lesdits moyens pour
25 déplacer les blocs de substrat sont constitués par un fluide sous pression, lesdits rails (6 à 8) présentant au moins une lumière latérale (19) pour le passage dudit fluide sous pression.

 9 - Equipement de culture aéroponique selon l'une
30 au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte en outre des châssis (5) pour recevoir lesdits rails (6 à 8) pendant les phases de culture et de traitement.

10 - Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que lesdits rails (6 à 8) sont disposés côte à côte sur lesdits châssis (5) de sorte que les blocs de substrat (16) incorporés dans lesdits rails et supportant un végétal sont agencés en quinconce.

11 - Equipement de culture aéroponique selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que lesdits châssis (5) présentent au moins une zone de réception inclinée desdits rails (6 à 8).

12 - Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte en outre des navettes pour le déplacement desdits rails (6 à 8) entre la zone de traitement (2) et la zone de stockage (1).

13 - Equipement de culture aéroponique selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de transport d'un châssis entre ladite zone de stockage (1) et une zone de traitement (2).

14 - Equipement de culture aéroponique selon l'une des revendications 12 et 13 caractérisé en ce que ladite zone de traitement (2) comporte un équipement de semis (40) présentant des moyens d'incorporation de graines (20) dans les blocs de substrat (16) et des moyens de positionnement desdits blocs de substrats (16) dans les rails (6 à 8) en cours de traitement.

15 - Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 12 à 14 caractérisé en ce que ladite zone de traitement (2) comporte un équipement de repiquage (42) comportant des moyens de transfert d'une partie au moins desdits blocs de substrat (16) installés sur un rail

vers un autre rail présentant un pas plus important que celui du premier rail.

16 - Equipement de culture aéroponique selon la revendication précédente caractérisé en ce que ladite zone de traitement (2) comporte un équipement de repiquage (42) comportant des moyens de transfert d'une partie au moins desdits blocs de substrat (16) installés sur le rail d'un châssis vers un autre rail installé sur un autre châssis.

17 - Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 12 à 16 caractérisé en ce que ladite zone de traitement (2) comporte un équipement de récolte (43) présentant des moyens de retrait des blocs de substrat (16) d'un rail.

18 - Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 12 à 17 caractérisé en ce que ladite zone de traitement (2) comporte un équipement de recyclage d'une solution nutritive.

19 - Equipement de culture aéroponique selon la revendication principale caractérisé en ce que les rails (6 à 8) chargés en blocs de substrat (16) séparent une zone inférieure humide où débouchent les racines (22) d'une zone supérieure moins humide où se déploie la partie supérieure du végétal (21), l'équipement comportant des moyens de pulvérisation d'une solution nutritive vers la partie racinaire (22) et des moyens de contrôle de l'hygrométrie dans la zone supérieure.

20 - Equipement de culture aéroponique selon les revendications 18 ou 19 caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de contrôle de la température de la solution nutritive.

21 – Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 18 à 20 caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de contrôle de la température du volume d'air intérieur.

5 22 – Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 18 à 21 caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de contrôle de la concentration en dioxyde de carbone du volume d'air intérieur.

10 23 – Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 18 à 22 caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de contrôle de l'éclairage incident.

15 24 – Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 18 à 23 caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens d'orientation par rapport à la direction de la lumière incidente.

20 25 – Equipement de culture aéroponique selon l'une au moins des revendications 18 à 24 caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle de l'hygrométrie sont constitués par un compartiment inférieur contenant une solution dessicante reliée à un compartiment supérieur par un conduit d'aération.

25 26 – Procédé de commande d'un équipement de culture aéroponique conforme à la revendication principale, caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'optimisation des déplacements.

30 27 – Procédé de commande d'un équipement de culture aéroponique conforme à la revendication principale, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de contrôle des paramètres de culture avec une consommation minimisée, et

désactivant les fonctionnalités des équipements qui ne sont pas directement nécessaires à la préservation des végétaux.

Fig. 1

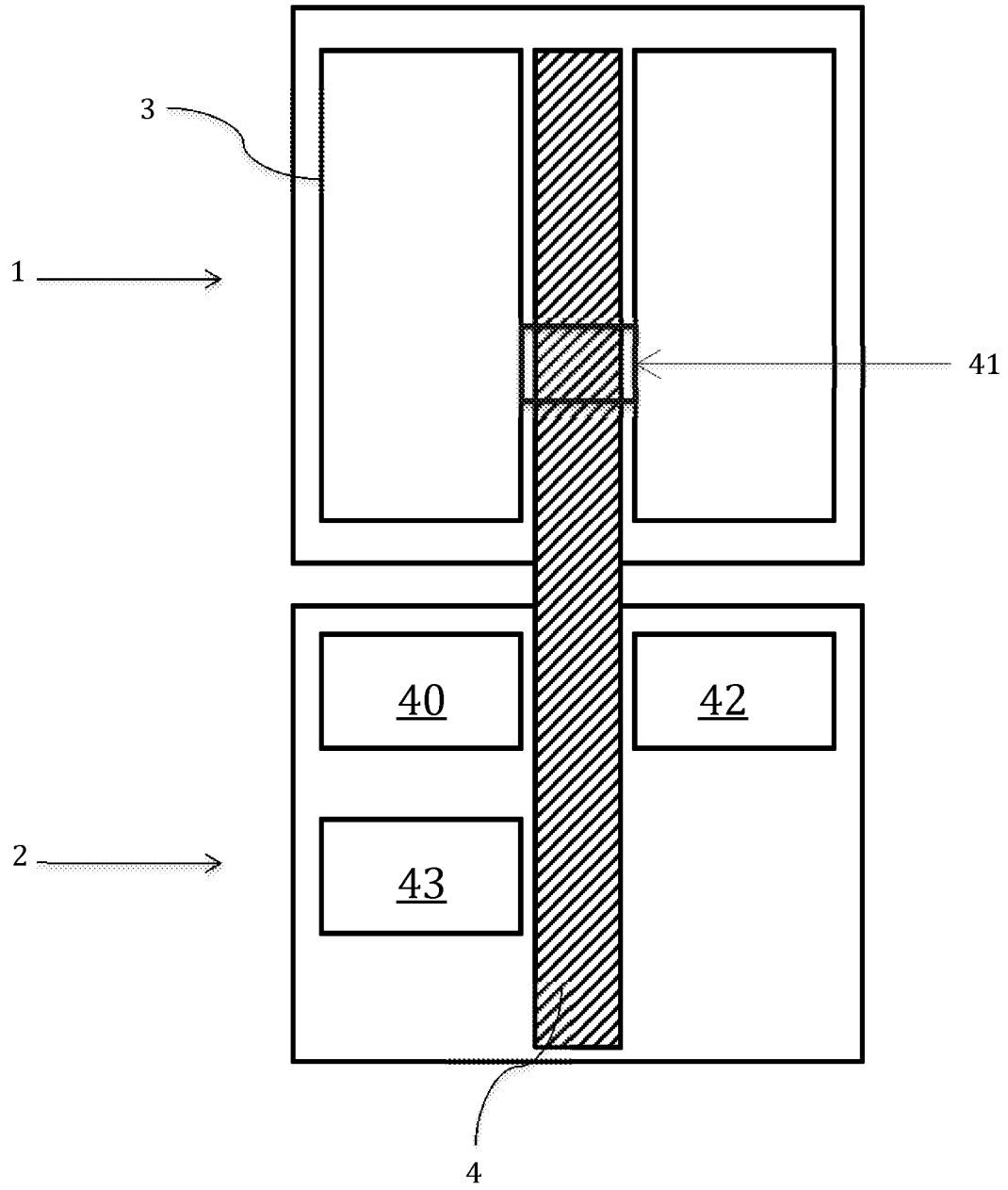


Fig. 2

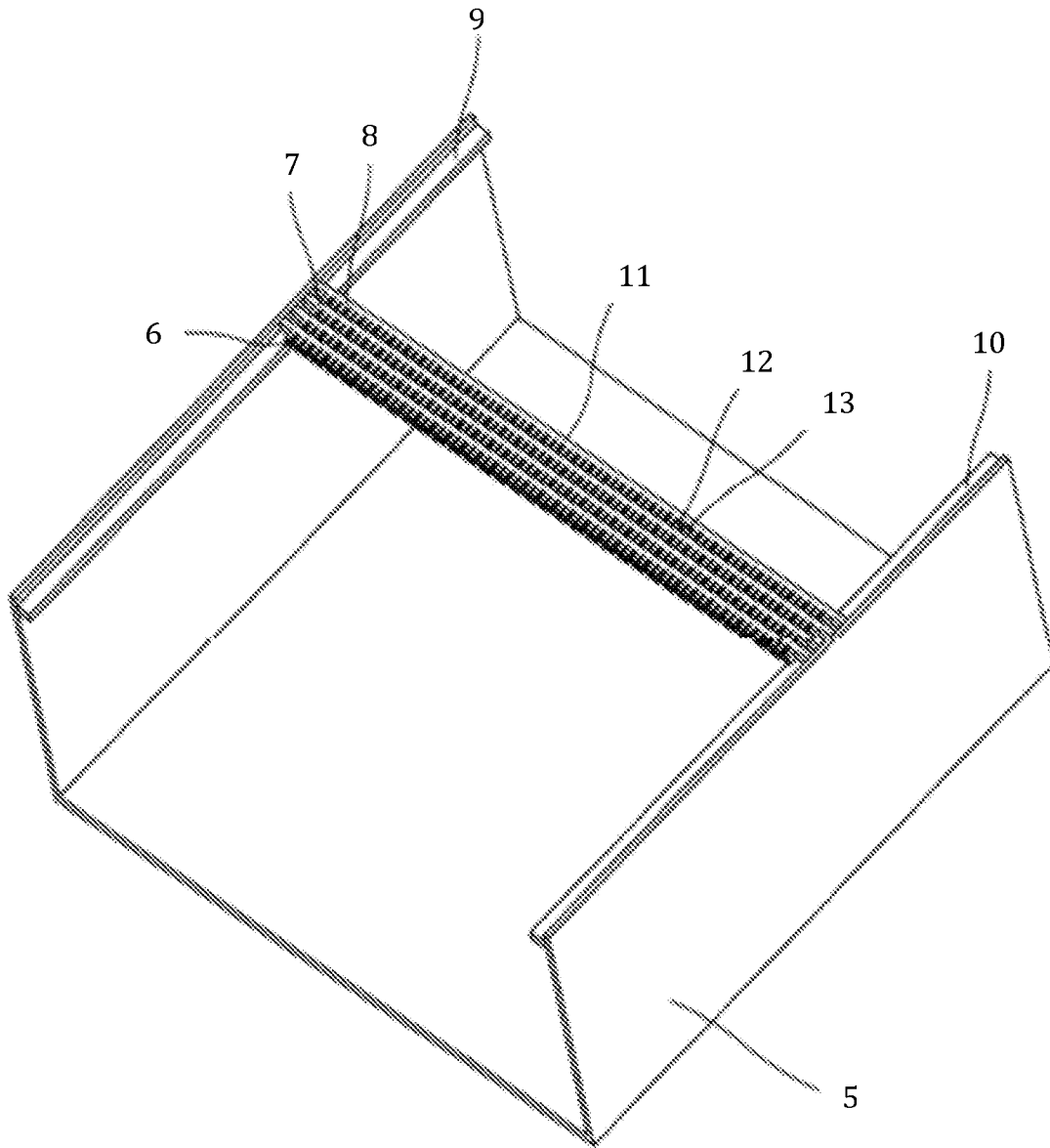


Fig. 3

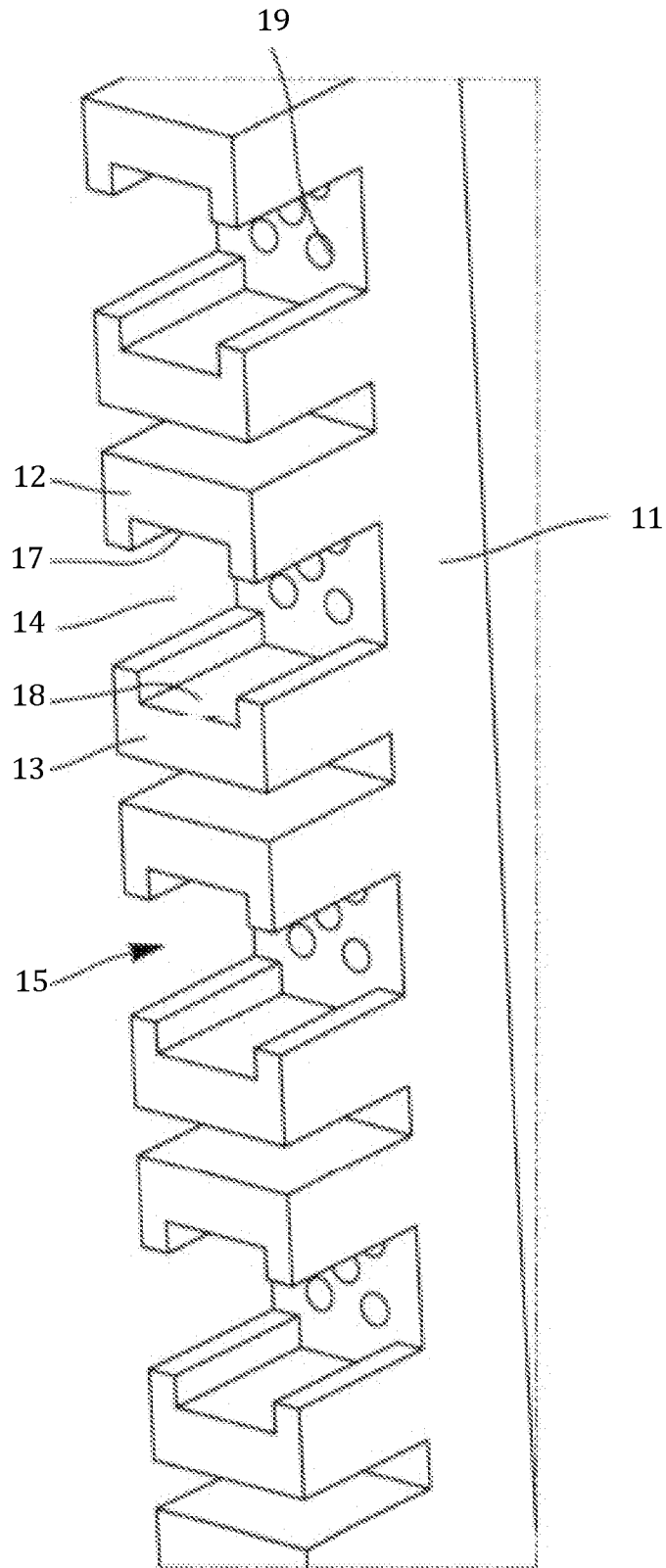
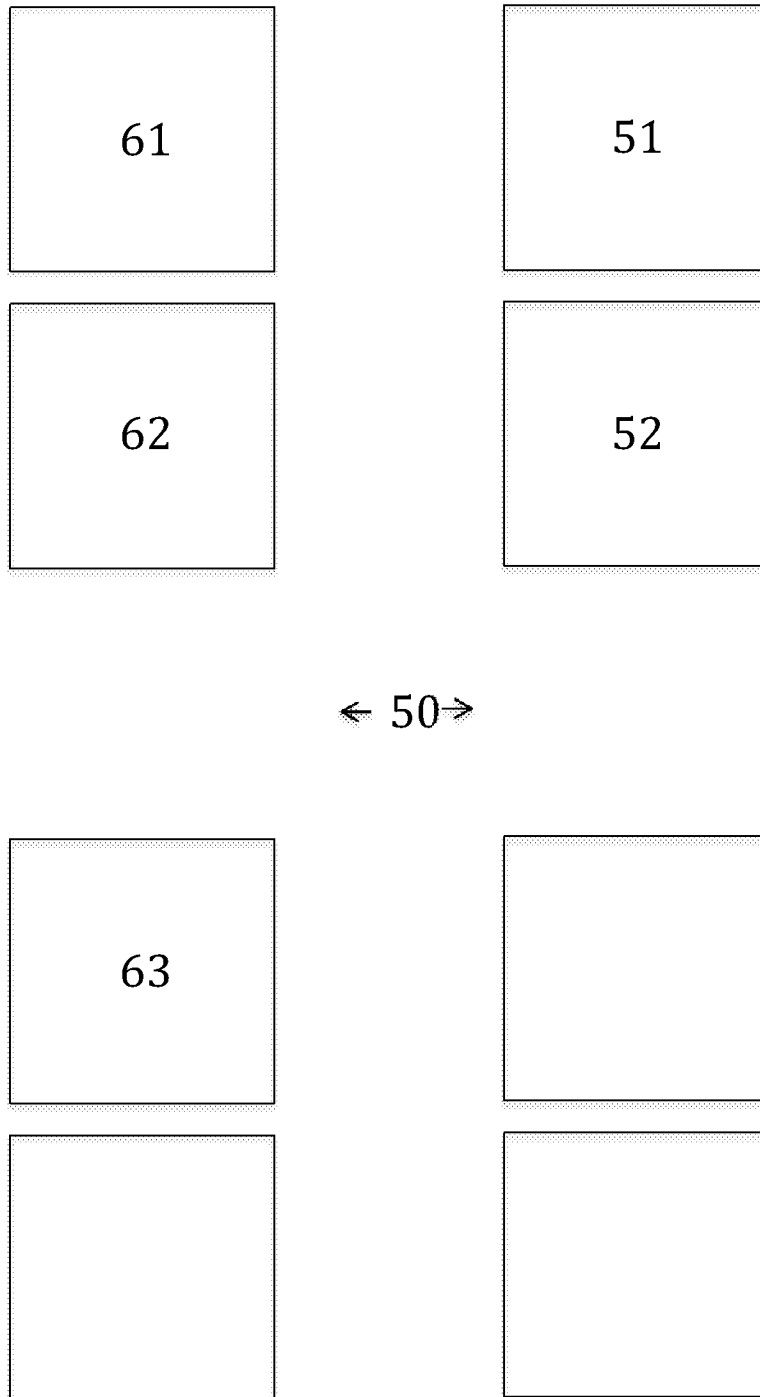


Fig. 5



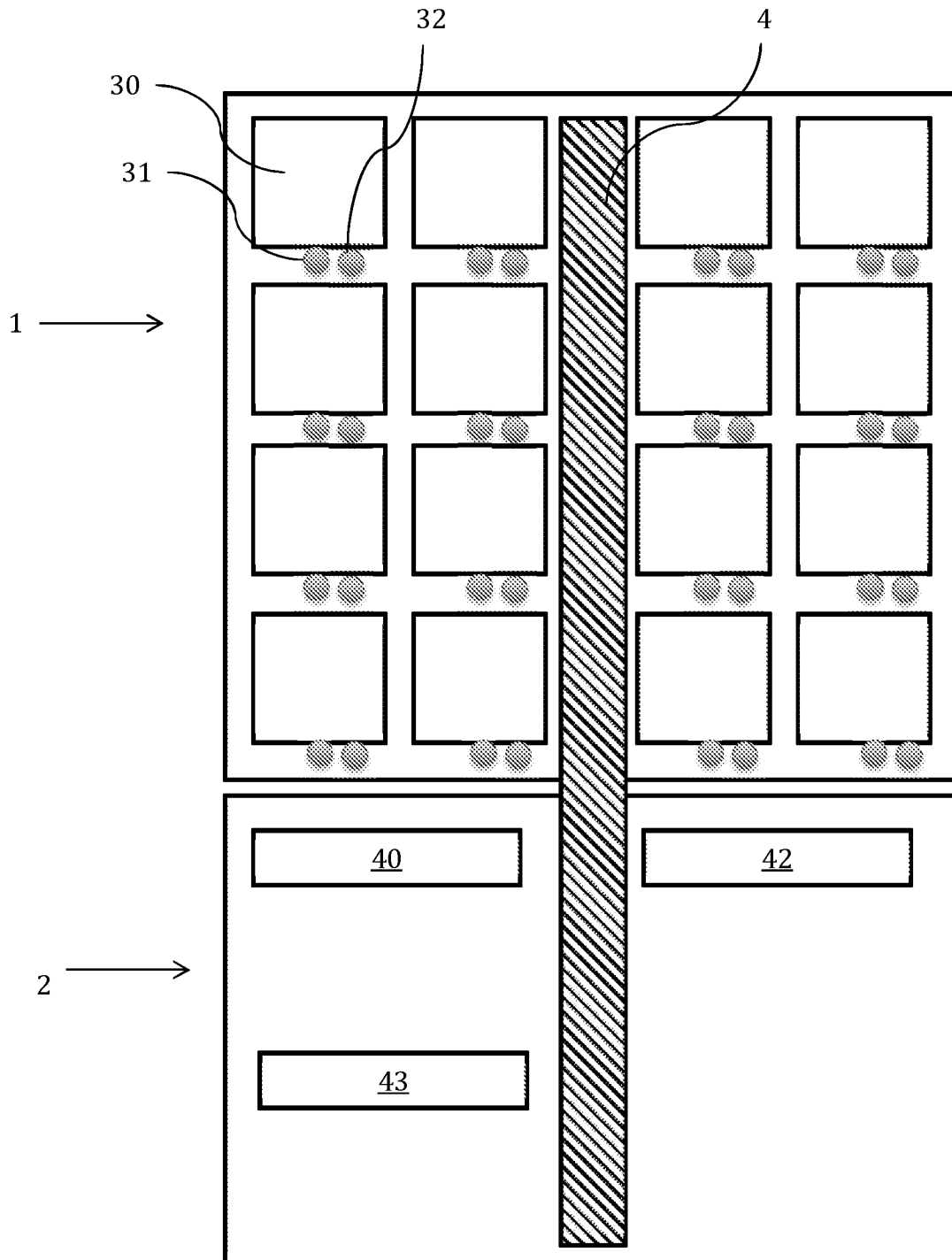


Fig. 7

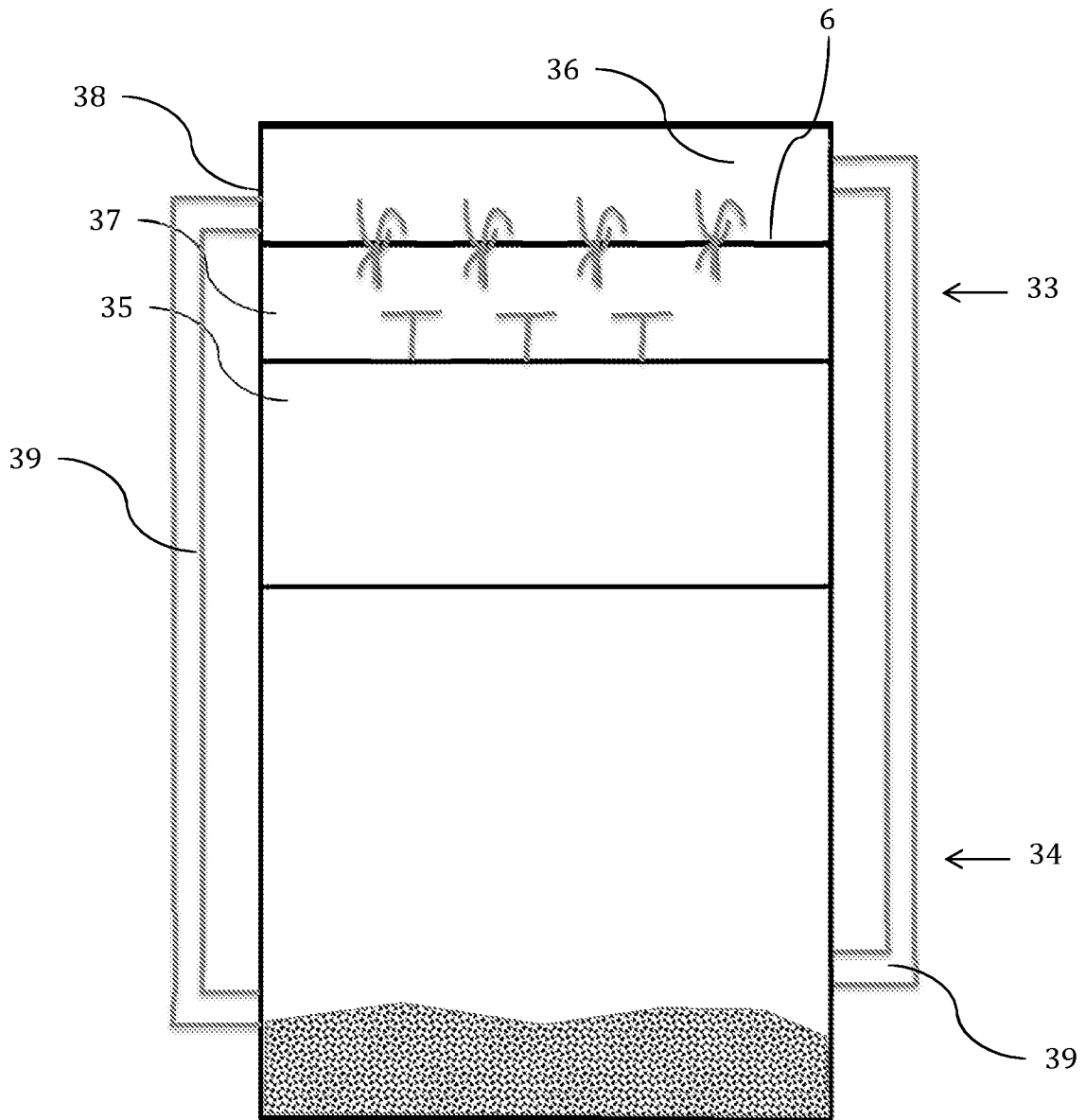


Fig. 8

