(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 133 974***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 03123**

(51) Int Cl[8] : ***A 01 G 31/02*** *(2022.01), A 01 K 63/04, A 01 K 61/59*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) Système aquaponique découplé en eau faiblement salée et procédé d'élevage et de culture dans tel système.

(22) **Date de dépôt :** 05.04.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 06.10.23 Bulletin 23/40.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 19.07.24 Bulletin 24/29.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :** Polynésie-Fr

(71) **Demandeur(s) :** *LA SOURCE Société par actions simplifiée (SAS)* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** VANDAME Romain et COGNARD Jérémie.

(73) **Titulaire(s) :** LA SOURCE Société par actions simplifiée (SAS).

(74) **Mandataire(s) :** SANTARELLI.

FR 3 133 974 - B1

Description

Titre de l'invention : Système aquaponique découplé en eau faiblement salée et procédé d'élevage et de culture dans tel système

[0001] La présente invention concerne le domaine de l'aquaponie. Le terme « aquaponie » est formé par fusion des mots aquaculture (désignant l'élevage d'animaux aquatiques ou d'autres organismes aquatiques) et hydroponie (culture des plantes par de l'eau enrichie en matières minérales).

[0002] De manière générale, un système aquaponique désigne un système de production qui allie aquaculture et production agricole, en l'occurrence hydroponique. Dans ce contexte, l'aquaculture correspond à production d'organismes aquatiques, en particulier d'animaux aquatiques (poissons, crustacés ou mollusques), dans des conditions contrôlées que ce soit en eau douce, à faible salinité, saumâtre, ou marine.

[0003] L'une des idées générales qui sous-tend le principe d'aquaponie est que l'ammoniaque contenu dans les urines et déjections des organismes aquatiques qui sont élevés dans la partie aquacole du système peut former des nutriments, des nitrates notamment, assimilables par la ou les plantes cultivées dans la partie agricole.

[0004] Le principe de l'aquaponie est connu de très longue date. Il suscite néanmoins actuellement un intérêt important dans un contexte où les enjeux environnementaux et en matière de nutrition se multiplient, avec par exemple le développement des circuits courts de consommation, pour la culture et l'élevage, et de manière générale le besoin d'une production locale de produits cultivés ou élevés de manière respectueuse pour l'environnement.

[0005] De nombreux systèmes aquaponiques ont été ainsi développés et sont décrits dans la littérature.

[0006] La plupart des systèmes envisagés sont des systèmes dit « couplés ». Dans un système couplé, de l'eau utilisée pour l'élevage aquacole permet ensuite ou conjointement la culture de plantes, tandis que de l'eau utilisée pour la culture des plantes permet, ensuite ou conjointement, l'élevage aquacole. En d'autres termes, soit les plantes et les animaux aquatiques croissent dans le même bassin, soit tout ou partie de l'eau servant à la culture des plantes est renvoyée vers la partie aquacole.

[0007] C'est ainsi que le document US 10 548 269 décrit un système aquaponique couplé, dans lequel des animaux, typiquement des poissons, sont élevés dans de l'eau salée, tandis que des plantes adaptées à être cultivées en milieu salé sont cultivées dans des supports qui flottent sur l'eau d'élevage des animaux aquatiques. Une première plante permet d'épurer l'eau, et une seconde plante permet son oxygénation. L'oxygénation de l'eau permet la vie des animaux dans l'élevage aquacole, et l'élevage aquacole

fournit pour sa part des nutriments pour les plantes.

[0008] Le document WO201617202 divulgue un autre système aquaponique couplé. Ce document décrit et revendique un système aquaponique complet comportant des dispositifs de circulation, de filtration et de contrôle des propriétés des fluides qui circulent dans le système depuis la partie aquacole vers la partie agricole et inversement. L'élevage de poissons ou de crevettes est envisagé dans ce document.

[0009] Le document WO2019057818 présente encore un autre système aquaponique. Ce document divulgue un système comportant deux systèmes, respectivement aquacole et hydroponique, qui sont gérés indépendamment.

[0010] Le système aquacole et le système hydroponique communiquent entre eux, de l'eau du système aquacole étant traitée pour en extraire des résidus solides et former une solution riche en nutriments pour les plantes, tandis que de l'eau du système hydroponique est distillée pour diluer l'eau dans le système aquacole. En particulier, un ensemble de traitements permet l'extraction des résidus solides du système aquacole afin de créer une solution enrichie en nutriments pour le système agricole, tandis qu'un distillateur permet de déminéraliser de l'eau du système agricole pour l'envoyer vers le système aquacole et diluer l'eau qui y est présente. Cela implique un fonctionnement du système aquaponique en eau douce, faute de quoi une accumulation de sel serait réalisée dans le système agricole.

[0011] Selon une autre configuration envisagée, le système aquaponique peut comporter une partie agricole, hydroponique, sans qu'il soit prévu un retour d'eau de la partie agricole vers la partie aquacole.

[0012] L'article *Co-culture of shrimp with commercially important plants: a review* par Juan Francisco Fierro-Sañudo, Frederico Paez-Osuna et Gustavo A Rodriguez Montes de Oca publié dans *Reviews in Aquaculture* en novembre 2020 présente ainsi une synthèse de plus de 158 études publiées sur des élevages de crevettes menés conjointement avec des cultures de plantes, dans des milieux plus ou moins salés. Cette étude envisage notamment un système aquaponique comportant l'irrigation de diverses plantes cultivées en plein champ.

[0013] Néanmoins, les systèmes aquaponiques décrits dans l'état de la technique peuvent être optimisés sur de nombreux aspects. Il n'est en particulier pas connu de système permettant un élevage de crevettes à très haute densité couplé de manière efficace, notamment pour ce qui concerne les apports en eau, à une culture agricole.

[0014] Ainsi la présente invention porte sur un système aquaponique découplé comportant une partie aquacole et une partie agricole. La partie aquacole comporte un bassin d'élevage adapté à la croissance d'animaux aquatiques rempli d'eau ayant une salinité supérieure à 2g/L, et une boucle aquacole de circulation de l'eau entre une sortie d'eau du bassin d'élevage et une entrée d'eau du bassin d'élevage. Le système comporte en

outre un dispositif de prélèvement d'eau permettant d'extraire de l'eau de la partie aquacole. La partie agricole comporte un dispositif de culture hors sol de plantes et un système d'irrigation contenant une solution nutritive alimentant le dispositif de culture hors sol. Le système comporte un réservoir tampon, le dispositif de prélèvement d'eau étant configuré pour déverser dans le réservoir tampon l'eau prélevée dans la partie aquacole. Le système comporte en outre un réservoir de préparation de la solution nutritive, ledit réservoir de préparation de la solution nutritive étant au moins en partie alimenté par de l'eau issue du réservoir tampon.

[0015] Par « système aquaponique découplé », il est entendu un système aquaponique dont les parties aquacole et agricole peuvent être gérées et contrôlées indépendamment.

[0016] La salinité est définie comme la quantité de sels dissous dans un liquide, c'est-à-dire la teneur massique en sels. Les principaux sels dissous sont le chlore, le sodium, le magnésium, le sulfate, le calcium, le potassium, etc. La configuration du système aquaponique permet en particulier d'extraire de l'eau de la partie aquacole avant que ses propriétés ne deviennent imparfaites pour la bonne croissance des animaux aquatiques élevés, et tandis que ses propriétés sont appropriées pour servir de base à la préparation d'une solution nutritive adaptée à la culture des plantes de la partie agricole.

[0017] Le système aquaponique peut comporter des moyens de mesure de la salinité de l'eau de la partie aquacole et des paramètres azotés, notamment des moyens de mesure des nitrates, dans l'eau de la partie aquacole.

[0018] Le système peut également comporter des moyens de mesure de l'alcalinité dans l'eau de la partie aquacole.

[0019] La boucle aquacole peut comporter un filtre mécanique.

[0020] La boucle aquacole peut comporter un dénitrateur. Un dénitrateur, ou dispositif dénitrificateur, comporte généralement un filtre anaérobie permettant une dénitrification de l'eau.

[0021] La boucle aquacole peut comporter un dispositif de dégazage et/ou un filtre biologique aérobie.

[0022] Le bassin d'élevage peut contenir des crevettes. Le bassin d'élevage peut contenir plus de 6kg de crevettes par mètre cube d'eau.

[0023] Une telle densité peut en particulier être atteinte en fin de période d'élevage, lorsque les crevettes ont atteint la taille souhaitée pour leur pêche.

[0024] La partie agricole peut comporter au moins deux systèmes d'irrigation, à savoir un premier système d'irrigation alimentant un premier système de culture hors sol et un deuxième système d'irrigation alimentant un deuxième système de culture hors sol, et dans lequel le premier système d'irrigation contient une première solution nutritive contenant de l'eau directement issue du réservoir tampon, et dans lequel le deuxième

système d'irrigation contient une deuxième solution nutritive contenant de l'eau directement issue du réservoir tampon et contenant optionnellement un drainage du premier système d'irrigation.

[0025] Le drainage du premier système d'irrigation correspond à la solution récupérée en sortie de ce premier système d'irrigation.

[0026] Le système aquaponique peut comporter des premières plantes cultivées dans le premier système de culture hors sol, à savoir des plantes à fruits, préférentiellement des tomates, et comportant des deuxièmes plantes cultivées dans le deuxième système de culture hors sol, à savoir des plantes à feuilles.

[0027] Les plantes à feuilles comportent les légumes feuilles, c'est-à-dire les légumes dont la partie consommée (ou au moins une partie consommée) correspond aux feuilles. Cela inclut les plantes crucifères ou brassicacées, les plantes aromatiques, et certaines pousses (par exemple les pousses de betterave).

[0028] On entend par « plantes à fruits », toutes les plantes qui produisent des fruits, de préférence des fruits comestibles.

[0029] Les plantes à fruits et les plantes à feuilles sont cultivées sur des supports de cultures adaptés à une culture hors sol.

[0030] Les supports de cultures envisageables, pour les plantes à fruits et/ou pour les plantes à feuilles, incluent des substrats de cultures, notamment des substrats fibreux, des supports flottant, et tout autre forme de support adapté au développement racinaire.

[0031] Par exemple, les plantes à fruits et les plantes à feuilles sont respectivement cultivées sur un substrat fibreux ou sur un support flottant imperméable comportant des orifices traversants adaptés à recevoir des racines desdites plantes à feuilles

[0032] Par exemple, les plantes à fruits peuvent être cultivées sur un substrat fibreux, et les plantes à feuilles peuvent être cultivées sur un support flottant imperméable comportant des orifices traversants adaptés à recevoir des racines desdites plantes à feuilles.

[0033] Le système peut comporter un capteur adapté à mesurer l'électro-conductivité dans le substrat fibreux.

[0034] L'invention porte également sur un procédé d'élevage d'animaux aquatiques et de culture de plantes dans un système aquaponique, le procédé comportant :

- l'élevage d'animaux aquatiques dans une partie aquacole contenant de l'eau à une salinité supérieure à 2g/L,
- la culture de plantes, alimentées en solution nutritive par un système d'irrigation,

La culture des plantes est réalisée hors sol et le procédé comporte :

- la mesure au moins quotidienne de la salinité dans l'eau de la partie aquacole, et
- la mesure au moins quotidienne des nitrates dans l'eau de la partie aquacole,

et, si la salinité dépasse un seuil de salinité donné, et/ou si les nitrates dépassent un

seuil nitrates donné :

- l'extraction d'eau de la partie aquacole,
- l'ajout d'eau neuve dans la partie aquacole, en compensation de l'eau extraite,

le procédé comportant en outre la préparation de la solution nutritive, ladite solution nutritive comportant de l'eau extraite de la partie aquacole.

[0035] Les animaux aquatiques plus particulièrement envisagés comportent les poissons et les crustacés, notamment les crevettes, en particulier les crevettes Penaeus Vannamei.

[0036] Le procédé peut comprendre un stockage de l'eau extraite de la partie aquacole dans un réservoir tampon.

[0037] Le seuil de salinité donné peut par exemple être compris entre 3g/L et 8g/L. et le seuil de nitrates donné peut par exemple être compris entre 100 mg/L et 300 mg/L.

[0038] La préparation de la solution nutritive peut comporter :

la fourniture d'eau extraite de la partie aquacole,

la fourniture d'intrants,

optionnellement, la fourniture d'eau douce, et

le mélange de l'eau extraite de la partie aquacole, des intrants et optionnellement de l'eau douce.

[0039] Les intrants peuvent être fournis directement, par exemple sous la forme de poudres, ou être fournis contenus dans une solution mère. La solution mère désigne une solution riche en intrants, qui peut être obtenue en mélangeant des intrants dans de l'eau issue de la partie aquacole (via le réservoir tampon) ou dans de l'eau douce.

[0040] Dans l'ensemble du présent document, la notion d'eau douce fait référence à une eau dont la salinité est inférieure à 1g/L de sels.

[0041] Le procédé peut comporter la préparation de deux solutions nutritives, à savoir une première solution nutritive et une deuxième solution nutritive,

la préparation de la première solution nutritive comportant :

la fourniture d'eau extraite de la partie aquacole,

la fourniture d'intrants contenus dans une solution mère, et

le mélange de l'eau extraite de la partie agricole et de la solution mère, et une dilution avec de l'eau douce ;

le procédé comportant l'irrigation, par un premier système d'irrigation, de premières plantes avec la première solution nutritive,

la préparation de la deuxième solution nutritive comportant :

la fourniture d'eau extraite de la partie aquacole

la fourniture d'un drainage du premier système d'irrigation ;

le mélange de l'eau extraite de la partie aquacole et du drainage du premier système d'irrigation et optionnellement l'ajout d'intrants ;

le procédé comportant l'irrigation, par un deuxième système d'irrigation, de

deuxièmes plantes avec la deuxième solution nutritive.

[0042] Les intrants peuvent comporter l'un ou plusieurs des intrants suivants :

- nitrate de Calcium ;
- nitrate de potassium ;
- phosphate monopotassique ;
- un ou plusieurs intrants organiques ;
- chélate de fer ;
- mélange d'oligoéléments ;
- manganèse ;
- acide nitrique ;
- acide chlorhydrique ;
- acide sulfurique ;
- acide orthophosphorique.

[0043] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

[0044] Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

la [Fig.1] représente, selon un schéma de principe, un système aquaponique conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

la [Fig.2] représente, selon un schéma de principe, la partie aquacole d'un exemple de système aquaponique conforme à un mode de réalisation de l'invention, par exemple du système aquaponique de la [Fig.1] ;

la [Fig.3] représente, selon un schéma de principe, la partie agricole d'un exemple de système aquaponique conforme à un mode de réalisation de l'invention, par exemple du système aquaponique de la [Fig.1].

[0045] Un système aquaponique conforme à la présente invention comporte une partie aquacole 1, dont un exemple est représenté à la [Fig.2], et une partie agricole 2 (hydroponique) représentée à la [Fig.3].

[0046] Selon l'invention et comme décrit plus en détail ci-après, la partie aquacole 1 et la partie agricole 2 sont en interface en ce que de l'eau issue de la partie aquacole 1 sert à l'irrigation des plantes de la partie agricole 2. Néanmoins, il n'y a pas de retour d'eau direct depuis la partie agricole 2 vers la partie aquacole 1. La partie aquacole et la partie agricole peuvent être gérées, pour ce qui concerne notamment les propriétés de l'eau qu'elles contiennent, comme cela est décrit ci-après, de manière indépendante. Le système proposé dans l'invention est ainsi un système aquaponique découplé. En outre la partie aquacole et la partie agricole peuvent être gérées indépendamment. Par indépendamment il est entendu que les systèmes de contrôle respectifs de ces parties sont indépendants, les propriétés de l'eau sortie de la partie aquacole 1 pour servir à l'irrigation dans la partie agricole 2 pouvant néanmoins influer sur la gestion de la

partie agricole 2.

[0047] Dans l'exemple représenté, lorsque de l'eau est extraite de la partie aquacole 1, elle est déversée dans un réservoir tampon 3. Le réservoir tampon 3 alimente (en tout ou partie, comme cela est décrit en référence à la [Fig.2]) la partie agricole 2. Enfin, les éventuels effluents de la partie agricole sont sortis du système pour être relâchés ou traités au besoin.

[0048] La [Fig.2] représente ainsi la partie aquacole 1 d'un tel système aquaponique.

[0049] La partie aquacole comporte un bassin d'élevage 101. Le bassin d'élevage contient des animaux aquatiques, de préférence des crustacés, de préférence des crevettes. Plus particulièrement, le système objet de la présente invention est particulièrement adapté à un élevage de crevettes, notamment de crevettes Penaeus Vannamei (aussi appelée Litopenaeus Vannamei). Le bassin d'élevage 101 permet la croissance de crevettes dans une eau dite à faible salinité, supérieure à 1g/L mais inférieure à 10g/L.

[0050] La salinité est définie comme la quantité de sels dissous dans un liquide, c'est-à-dire la teneur massique en sels. Les principaux sels dissous sont le chlore, le sodium, le magnésium, le sulfate, le calcium, le potassium, etc. Elle inclut ainsi notamment la teneur en ions : Chlorure (cl-), Sodium (na+), Sulfate (SO42-), Magnésium (Mg2+), Calcium (Ca2+), Potassium (K+), etc. La salinité est mesurée à partir de la conductivité électrique de l'eau, à une température et une pression donnée. En particulier, la conductivité électrique de l'eau peut être mesurée à l'aide d'un conductimètre. Cette conductivité reflète ainsi la présence d'ions dans la solution, notamment des ions Chlorure (cl^-), Sodium (na^+), Sulfate (SO_4^{2-}), Magnésium (Mg^{2+}), Calcium (Ca^{2+}), Potassium (K^+), etc.

[0051] La présente invention dont un mode de réalisation est détaillé en référence aux figures 1 à 3 vise notamment à permettre un élevage de crevettes avec une très forte densité de crevettes. La densité dans le bassin d'élevage peut ainsi être supérieure à 6kg de crevettes par mètre cube d'eau, avantageusement supérieure à 10kg/m3 et jusque 20kg/m3 voire plus. Ramenée en nombre de crevettes Penaeus Vannamei, la densité de crevettes peut ainsi être supérieure à 0,4 crevette par litre d'eau dans le bassin d'élevage, et jusqu'à plus de 1,2 crevette par litre d'eau dans le bassin d'élevage à la fin de la période d'élevage, lorsque les crevettes ont atteint la taille souhaitée pour leur pêche.

[0052] L'expression « bassin d'élevage » peut bien évidemment désigner collectivement un ensemble de plusieurs bassins où sont élevées des crevettes ou autres animaux aquatiques.

[0053] Une boucle aquacole permet une circulation de l'eau, en circuit fermé, entre une sortie d'eau 102 du bassin d'élevage 101 et une entrée d'eau 103 du bassin d'élevage 101.

[0054] La boucle aquacole comporte un certain nombre de dispositifs permettant des traitements de l'eau de la partie aquacole. La boucle aquacole représentée comporte ainsi un filtre mécanique 104 permettant une filtration mécanique de l'eau issue du bassin d'élevage 101. Le but d'une filtration mécanique est de séparer de l'eau des éléments solides d'une taille donnée ou supérieure qui y sont présents. Le filtre mécanique 104 peut être de différents types. Il peut notamment s'agir d'un filtre à mailles. Il peut s'agit d'un filtre à tambour, qui comporte un filtre rotatif permettant de capter et de séparer les éléments solides de l'eau. De préférence, le filtre mécanique est un filtre adapté à retirer des particules de plus de 100 micromètres, de préférence de plus de 60 micromètres. Ces éléments solides sont alors évacués de la boucle aquacole, devenant ainsi des effluents solides 105 du système aquaponique. Les effluents solides 105 comprennent également des boues. Les effluents solides, riches en azote, sont valorisables, notamment en fertilisants organiques.

[0055] Conjointement, le cas échéant, avec le filtre biologique décrit ci-après, le filtre mécanique permet de maintenir l'élevage en eau claire. On entend par eau claire une eau dont la concentration massique de solides en suspension est inférieure à 100 mg/L, de préférence inférieure à 80mg/L, encore plus préférentiellement inférieure à 50 mg/L. Une fois filtrée, l'eau issue du bassin d'élevage est envoyée dans un bassin de reprise 106. Le bassin de reprise 106, constitue une réserve d'eau facilitant la gestion de la qualité et de la quantité de l'eau présente dans la partie aquacole 1 du système aquaponique.

[0056] Un dénitrateur 107 est prévu, en parallèle du bassin de reprise 106.

[0057] Le dénitrateur 107, ou dispositif dénitrificateur, est un dispositif permettant la formation de diazote à partir de nitrates présents dans l'eau. Il permet donc de limiter, de stabiliser, ou de ralentir la progression de la quantité de nitrates dans l'eau de la partie aquacole. Il se fonde sur la colonisation d'un substrat neutre par des bactéries qui utilisent une source de carbone, typiquement de l'alcool tel que de l'éthanol, pour transformer les nitrates en diazote. Dans un dénitrateur, les bactéries dénitrifiantes catalysent la réduction de l'ion nitrate (NO3-) en diazote (N2) selon la réaction suivante : $NO_3^- + 6H^+ + 5\ e^- \rightarrow \frac{1}{2}\ N_2 + 3H_2O$.

[0058] Le dénitrateur permet ainsi de contrôler la quantité de nitrates et plus généralement des paramètres azotés présent dans l'eau. Cela permet de limiter la quantité d'eau à remplacer dans la partie aquacole selon les modalités décrites ci-après.

[0059] La boucle aquacole comporte en outre un filtre biologique aérobie 108. Le filtre biologique aérobie 108 permet la nitrification, c'est-à-dire la transformation par des organismes nitrificateurs de l'azote ammoniacal en nitrates au cours de deux réactions successives. La première réaction est une réaction de nitrosation, qui est la transformation de l'ammoniac (NH4+) en ion nitrite (NO2 -) par des bactéries nitreuses. La

deuxième réaction est une réaction de nitratation, qui est la transformation des ions nitrites en ions nitrates (NO3-). Les ions nitrates sont assimilables par les plantes et moins toxiques que l'ammonium. Le filtre biologique aérobie 108 permet donc d'adapter la quantité de matière organique présente dans l'eau issue du bassin de reprise 106.

[0060] Enfin un dispositif de dégazage 109 permet, au besoin, de libérer les gaz dissous dans l'eau avant que l'eau soit réintroduite dans le bassin d'élevage 101 via l'entrée d'eau 103. Divers dispositifs de dégazage sont envisageables. Les dispositifs de dégazage les plus courants fonctionnent par agitation mécanique de l'eau. Le dispositif de dégazage 109 permet en particulier la libération du dioxyde de carbone dissout dans l'eau. Il permet de remonter au besoin le pH de l'eau, sans en augmenter l'alcalinité.

[0061] La gestion de l'eau, dans le but de maintenir des caractéristiques souhaitées, passe également par l'extraction d'eau de la partie aquacole à destination du réservoir tampon 3, et par l'apport d'eau en compensation à partir d'une source d'eau neuve 110. L'extraction de l'eau, à l'aide d'un dispositif de prélèvement, est réalisée ponctuellement selon les besoins.

[0062] La source d'eau neuve 110 correspond à un réservoir ou un réseau d'eau permettant d'introduire dans la partie aquacole (au niveau de la boucle aquacole ou du bassin d'élevage 101) de l'eau dont les propriétés permettent de compenser d'éventuelles dérives des propriétés de l'eau présente dans la partie aquacole. Par exemple, de l'eau de réseau, ou de l'eau de forage ou de source, peut être complémentée dans un bassin dédié pour former de l'eau neuve ayant les propriétés souhaitées. Parmi les propriétés de l'eau, sont notamment inclus la salinité, le pH, les paramètres azotés (en particulier les nitrates), et l'alcalinité.

[0063] A titre d'exemple, entre 1% et 10%, et par exemple 3% de l'eau présente dans la boucle aquacole peuvent être extraits chaque jour de la partie aquacole, une quantité équivalente ou sensiblement équivalente d'eau neuve étant ajoutée en compensation. La quantité ajoutée permet également de compenser l'évaporation et/ou les éventuelles fuites du système.

[0064] La quantité d'eau extraite dépend de l'évolution des propriétés de l'eau dans la partie aquacole, celles-ci pouvant néanmoins être régulées dans une certaine mesure par les dispositifs qu'elle contient (par exemple, comme expliqué ci-avant, le dénitrateur 107 peut contrôler l'augmentation des nitrates dans l'eau, au moins dans une certaine mesure), ou par l'ajout de produits adaptés.

[0065] Les besoins en eau de la partie agricole (hydroponique) peuvent aussi être pris en considération pour l'extraction d'eau de la partie aquacole.

[0066] Les propriétés suivantes de l'eau qui est présente dans la boucle aquacole font l'objet d'un suivi par des mesures à une fréquence adaptée. Le suivi des propriétés peut se

faire selon toutes les méthodes adaptées connues, par l'homme du métier, dans l'état de la technique. Selon la propriété considérée, sa mesure peut être réalisée par exemple de manière hebdomadaire, bi-hebdomadaire, quotidienne, deux fois par jour, ou « en continu » (c'est-à-dire que la mesure est suffisamment fréquente pour observer une variation régulière, sans « saut » brusque de la valeur mesurée, de sorte qu'à tout instant la valeur mesurée peut être connue avec précision).

[0067] Par exemple, on peut mesurer a une fréquence adaptée, par exemple en continu, les propriétés suivantes de l'eau de la partie aquacole en un ou plusieurs points de la partie aquacole, notamment dans le bassin d'élevage (ou dans les différents bassins formant le bassin d'élevage) :

- le dioxygène (O2) dissout dans l'eau ;
- le pH ;
- la température,;
- la salinité ;

[0068] Des mesures quotidiennes peuvent être réalisée pour :

- les paramètres azotés (NH4+ / NO2- / NO3-) ;
- l'alcalinité totale.

[0069] De manière moins fréquente, par exemple tous les deux jours ou deux fois par semaine, des mesures peuvent être réalisées pour les concentrations en cations : Na+ / K+ / Mg2+ / Ca2+.

[0070] Une mesure hebdomadaire du potentiel d'oxydo-réduction peut être réalisée.

[0071] Bien évidemment les fréquences évoquées ci-dessus le sont à simple titre d'information et peuvent être adaptées, notamment en fonction du système aquaponique particulier considéré, ou notamment si d'éventuelles déviations constatées dans les propriétés de l'eau nécessitent un contrôle plus régulier de ces propriétés.

[0072] Le système aquaponique peut comporter pour cela des capteurs installés à demeure, ou des capteurs mis en place par un opérateur pour la réalisation d'une mesure (par exemple des capteur manuels).

[0073] Des plages de valeurs ont été définies pour les propriétés de l'eau précitées, ou pour certains couples de propriétés. Par exemple le couple formé de la salinité et des nitrates est très pertinent car la toxicité des nitrates pour les crevettes dépend de la salinité.

[0074] Le maintien dans les plages définies peut nécessiter certaines mesures, par exemple l'activation du dénitrateur 107 ou l'ajout de certains produits, en particulier de sels minéraux, dans l'eau, par exemple dans le bassin de reprise 106.

[0075] Les produits ajoutés peuvent ainsi être : du bicarbonate de sodium, de la soude, de l'oxyde de calcium ou du carbonate de calcium pour compenser une diminution de l'alcalinité et/ou du pH.

[0076] Par ailleurs, l'extraction d'eau de la partie aquacole vers le réservoir tampon 3 est avantageusement réalisée en fonction de certaines propriétés de l'eau. En effet, il convient de maintenir une eau dont la qualité permet d'élever des crevettes à forte densité (ou, le cas échéant, d'autres animaux aquatiques) dans l'eau, tout en fournissant un effluent intéressant pour la culture hydroponique, notamment niche en nitrates, mais relativement pauvre en sel.

[0077] Ainsi, il peut être décidé d'extraire de l'eau de la partie aquacole 1, en l'envoyant dans le réservoir tampon 3, lorsque l'eau atteint ou dépasse un seul de salinité donné. Ce seuil est par exemple compris entre 3g/L et 10g/L, et avantageusement compris entre 3g/L et 8g/L.

[0078] De même, il peut être décidé d'extraire de l'eau de la partie aquacole 1, en l'envoyant dans le réservoir tampon 3, lorsque les nitrates atteignent ou dépassent un seuil de nitrates donné. Ce seuil est par exemple compris entre 100 mg/L et 300 mg/L, et avantageusement compris entre 150 mg/L et 250 mg/L, par exemple 200mg/L ou environ 200mg/L.

[0079] Dans l'ensemble de la demande de brevet, par « environ » ou « de l'ordre de », il est entendu la valeur indiquée plus ou moins 10%.

[0080] Dans la présente demande de brevet, sauf indication contraire, toutes les bornes des plages de valeurs indiqués sont comprises dans la plage considérée.

[0081] Dans certaines plages de salinité ou de nitrates, le ratio entre ces deux propriétés peut être pris en compte dans la décision d'extraire de l'eau de la partie aquacole.

[0082] Par ailleurs, l'alcalinité peut être surveillée et contrôlée par un apport plus ou moins important de bicarbonate dans l'eau de la partie aquacole.

[0083] En outre, il peut être décidé d'extraire de l'eau de la partie aquacole 1, en l'envoyant dans le réservoir tampon 3, tant que l'alcalinité totale, définie par la teneur de l'eau en équivalent $CaCO_3$, ne dépasse pas un seuil donné. Ce seuil peut être compris entre 100 et 300 mg/L, il peut être de 150mg/L ou environ 150mg/L. Lorsque l'alcalinité totale est au-dessus de ce seuil, il peut être décidé de réduire l'extraction d'eau et de diminuer les apports en bicarbonate de sodium de sorte que l'alcalinité totale redescende en dessous du seuil donné.

[0084] Le remplacement de l'eau extraite par le l'eau neuve aux propriétés adaptées permet de rétablir les propriétés de l'eau à un niveau souhaité. Par exemple, si l'eau est extraite car sa salinité devient trop élevée, de l'eau neuve faiblement salée voire de l'eau neuve douce peut être introduite en compensation de l'eau extraite.

[0085] L'eau neuve apportée peut ainsi être de l'eau de réseau, de forage ou de source, complémentée en y ajoutant différents sels, notamment :

- du sel d'aquaculture (disponible commercialement pour la formation d'eau de mer artificielle),

- de l'éthylène diamine tétra-acétique.

[0086] La boucle aquacole présentée à la [Fig.2] correspond à une boucle particulièrement optimisée. Bien évidemment, la présente invention n'est pas limitée à cet exemple de mode de réalisation, et certains modes de réalisation alternatifs (notamment ne comportant pas tous les dispositifs présents dans la boucle aquacole décrite, ou comportant d'autres dispositifs) peuvent être envisagés sans sortir du cadre de la présente invention.

[0087] La [Fig.3] représente la partie agricole 2, hydroponique, d'un système aquaponique conforme à un mode de réalisation de l'invention, tel que celui représenté à la [Fig.1].

[0088] L'interface avec la partie aquacole y est réalisée via le réservoir tampon 3.

[0089] La partie agricole 2 est avantageusement utilisée pour la culture de légumes traditionnels, notamment de tomates, et/ou de mesclun, et/ou de plantes aromatiques.

[0090] La partie agricole comporte, dans l'exemple représenté, un premier système d'irrigation 201 destiné à la culture de premières plantes, et un deuxième système d'irrigation 202 destiné à la culture de deuxièmes plantes. Les cultures réalisées dans la partie agricole sont des cultures hors sol. La notion de système d'irrigation renvoie ainsi à un dispositif permettant l'irrigation des plantes, c'est-à-dire la fourniture de solution nutritive à leurs racines, via leur support de culture.

[0091] Un système d'irrigation peut donc comporter, selon le type de système de culture hors sol considéré, et à titre d'exemple, un bassin, plus ou moins profond, un ensemble de canalisations ouvertes du type gouttières contenant la solution nutritive, ou encore un système de type goutte à goutte ou « goutteur » pour apporter la solution nutritive au niveau du support de culture, par exemple un substrat de culture.

[0092] Dans l'exemple représenté, le premier système d'irrigation 201 est destiné à l'irrigation de plantes à fruits (en tant que premières plantes) cultivées dans un premier système de culture hors sol, et le deuxième système d'irrigation 202 est destiné à l'irrigation de plantes « à feuilles » (en tant que deuxièmes plantes), cultivées dans un deuxième système de culture hors sol.

[0093] Les plantes à fruits plus particulièrement envisagées dans le cadre du présent système aquaponique sont des tomates, notamment des tomates cerises.

[0094] Les plantes à feuilles cultivées peuvent notamment être des plantes crucifères. Les plantes crucifères plus particulièrement envisagées comportent la roquette cultivée (Eruca sativa), la moutarde de Chine (Brassica Juncea), le Pak Choi (Brassica rapa L. subsp. Chinensis), et le Mizuna (Brassica rapa joponica).

[0095] Pour la culture des plantes à fruits, en particulier de tomates, une solution nutritive (première solution nutritive) doit être préparée pour servir à l'irrigation. On parle ci-après de tomates à titre d'exemple préférentiel, sans toutefois exclure la culture d'autres plantes à fruits, *mutatis mutandis*.

[0096] Les tomates sont cultivées avantageusement sur un substrat de culture fibreux, par exemple de la laine de roche en pains, et en particulier des pains de laine de roche à fibres orientées verticalement (la direction verticale étant définie lorsque le pain est en position d'utilisation pour accueillir les racines des tomates). Ce type de substrat se révèle très drainant, ce qui évite l'accumulation de sels issus de l'eau d'irrigation dans le substrat. Le premier système d'irrigation 201 peut comporter un goutteur qui distribue de l'eau sur le substrat de culture. Le premier système d'irrigation 201, dans l'exemple présenté, n'est pas « recirculant », c'est-à-dire que la première solution nutritive n'est pas recyclée pour être de nouveau fournie aux tomates.

[0097] En adaptant la quantité d'eau apportée, une grande proportion de l'eau apportée est consommée par les tomates. A titre d'exemple, 30% environ seulement du volume de la solution nutritive apportée est récupérée en sortie du premier système d'irrigation 201 sous forme de solution dite de drainage. Bien évidemment, la solution nutritive ayant irrigué les tomates et qui est récupérée en sortie du premier système d'irrigation n'a plus les mêmes propriétés que la solution nutritive initiale.

[0098] La première solution nutritive est obtenue sur la base d'eau issue du réservoir tampon 3, c'est-à-dire d'eau extraite de la partie agricole 1 dans les conditions décrites en référence à la [Fig.2]. Cette eau est particulièrement riche en paramètres azotés, notamment en nitrates.

[0099] Dans l'exemple représenté, deux solutions nutritives distinctes sont réalisées pour la culture des tomates. Ces deux solutions sont obtenues par dilution d'une même solution mère par de l'eau issus du réservoir tampon 3 et de l'eau douce.

[0100] La solution mère 203 comporte de l'eau douce et des intrants 204. La solution mère permet donc d'apporter les intrants sous une forme simple à mettre en œuvre pour former la solution souhaitée.

[0101] Les intrants peuvent notamment comporter un ou plusieurs des éléments suivants :

- le nitrate de calcium ;
- le nitrate de potassium ;
- le phosphate monopotassique ;
- un ou plusieurs intrants organiques
- le chélate de fer
- un mélange d'oligoéléments
- le manganèse
- l'acide nitrique
- l'acide chlorhydrique ;
- l'acide sulfurique
- l'acide orthophosphorique.

[0102] Une première solution pour plantes à fruits 205 est obtenue par dilution de la solution

mère par de l'eau issue du réservoir tampon 3 et de l'eau douce 207de sorte à obtenir un premier pourcentage d'eau douce dans la première solution pour plantes à fruits 205.

[0103] Une deuxième solution pour plantes à fruits 206 est obtenue par dilution de la solution mère par de l'eau issue du réservoir tampon 3 et de l'eau douce 207de sorte à obtenir un deuxième pourcentage d'eau douce dans la deuxième solution pour plantes à fruits 206.

[0104] Le deuxième pourcentage d'eau douce est plus important que le premier pourcentage d'eau douce.

[0105] A simple titre d'exemple, le premier pourcentage d'eau douce peut être compris entre 10% et 40% en volume, le deuxième pourcentage d'eau douce peut être compris entre 41% et 70% en volume.

[0106] Bien évidemment, alternativement, la première solution pour plantes à fruits 205 et la deuxième solution pour plante à fruit 206 peuvent être respectivement obtenues en apportant les intrants dans de l'eau issue du réservoir tampon 3 puis en diluant la solution mère ainsi obtenue par de l'eau douce, avec le taux de dilution respectivement souhaité.

[0107] D'autres modalités pour la préparation des solutions nutritives peuvent bien évidemment être envisagées dans le cadre de la présente invention.

[0108] La sélection de la solution pour plantes à fruits utilisée pour irriguer les tomates, entre la première solution pour plantes à fruit et la deuxième solution pour plantes à fruits, résulte d'une gestion très fine des conditions de culture, et peut ainsi être fonction d'un ou plusieurs des éléments suivants :

- le moment de la journée (donné par l'heure) ;
- les prévisions météorologiques pour les heures et/ou les jours à venir ;
- le poids des supports de culture (en l'occurrence des pains de substrat) ;
- la température de l'air autour des tomates ;
- la luminosité ; et
- l'électro-conductivité dans le substrat.

[0109] Concernant l'électro-conductivité dans le substrat, il est remarquable de noter qu'elle est ici contrôlée à la hausse, et non à la baisse comme c'est le cas dans les cultures agricoles classiques. En effet, généralement l'électro-conductivité est mesurée pour contrôler la quantité d'éléments nutritifs présents dans l'eau. Dans les systèmes agricoles classiques, qui emploient de l'eau douce, une baisse d'électro-conductivité est ainsi attendue et surveillée, afin de savoir quand l'eau doit être renouvelée ou enrichie. Dans le cadre de la partie agricole 2 d'un système aquaponique conforme à la présente invention, l'eau utilisée présente une certaine salinité, qui est la propriété de l'eau qui influe majoritairement sur son électro-conductivité. Ainsi, c'est avant tout

l'augmentation de la salinité, qui peut être problématique pour les plantes cultivées, qui est surveillée via la hausse d'électro-conductivité qu'elle provoque, afin de prendre les mesures correctrices nécessaires (par exemple un apport d'eau douce ou de solution nutritive douce, c'est-à-dire dont la salinité est inférieure à 1g/L de sels, ou présentant une faible salinité, typiquement inférieure à 2g/L).

[0110] Pour la culture des plantes à feuilles, une deuxième solution nutritive doit être obtenue. La deuxième solution nutritive 208 est obtenue sur la base d'eau issue du réservoir tampon 3, c'est-à-dire d'eau extraite de la partie agricole 1 dans les conditions décrites en référence à la [Fig.2].

[0111] Les plantes à feuilles peuvent être cultivées sur des supports imperméables qui flottent ou sont disposés à la surface de la deuxième solution nutritive, et comportant des orifices traversants adaptés à recevoir des racines desdites plantes à feuilles. Le deuxième système d'irrigation 202 peut ainsi avantageusement comporter un bassin, notamment un bassin de faible profondeur rempli de la deuxième solution nutritive. Par faible profondeur, on entend une hauteur d'eau de moins de 20 cm, avantageusement de moins de 10 cm.

[0112] Les supports de culture peuvent en particulier être formés de radeaux (généralement appelées par le terme anglophone correspondant « raft ») qui sont formés d'une tablette flottante comportant des orifices traversants adaptés et destinés à recevoir des racines desdites plantes crucifères, qui peuvent ainsi atteindre la deuxième solution nutritive sur laquelle flotte le radeau. A titre d'exemple, les radeaux connus et utilisés avec succès dans le mode de réalisation ici décrit comportent environ 1000 orifices par mètre carré. Le support étant par ailleurs imperméable, en ce qu'il se gorge peu ou pas de deuxième solution nutritive et en ce que les racines des deuxièmes plantes ne s'y développent pas ou peu, aucun risque d'accumulation de sels minéraux dans le support de culture n'existe.

[0113] En plus de l'eau issue du réservoir 3, la deuxième solution nutritive peut également comporter, optionnellement, de la première solution nutritive issue du premier système d'irrigation 201, après que cette première solution nutritive a irrigué les tomates. Cette eau de drainage issue du premier système d'irrigation peut représenter, à titre d'exemple jusqu'à 50% du volume de la deuxième solution nutritive 208 qui est formée. Des acides sont alors ajoutés pour obtenir un pH situé dans une plage de pH souhaitée pour la culture des plantes à feuilles cultivées.

[0114] Si la deuxième solution nutritive est formée sans eau issue du premier système d'irrigation, des intrants sont ajoutés à l'eau issue du réservoir tampon 3 (et donc de la partie aquacole).

[0115] Les intrants peuvent notamment comporter un ou plusieurs des éléments suivants :

- le chélate de fer ;

- un ou plusieurs intrants organiques ;
- un mélange d'oligoéléments ;
- le manganèse ;
- l'acide nitrique ;
- l'acide chlorhydrique ;
- l'acide sulfurique ;
- l'acide orthophosphorique.

[0116] Les intrants organiques comportent notamment des engrais liquide biologiques.

[0117] Il convient donc de noter que la culture de plantes à fruits est optionnelle dans le système proposé. Un système aquaponique conforme à certains modes de réalisation de l'invention peut être dépourvu de culture de plantes à fruits dans sa partie agricole, et/ ou la culture de plantes à fruits peut être saisonnière.

[0118] Le deuxième système d'irrigation 202 entraine une recirculation de la deuxième solution nutritive. Ainsi, la deuxième solution nutritive peut être utilisée pour irriguer les deuxièmes plantes jusqu'à ce que sa teneur en nitrates et/ou en phosphore passe en dessous d'un seuil fixé respectivement pour ces éléments.

[0119] Typiquement, la deuxième solution nutritive peut être utilisée jusqu'à ce que la teneur en nitrate soit inférieure à un seuil compris entre 50mg/L et 0mg/L, de préférence entre 30mg/L et 0mg/L ; et/ou la deuxième solution nutritive peut être utilisée jusqu'à ce que la teneur en phosphore soit inférieure à un seuil compris entre 10mg/L et 0mg/L, de préférence entre 5mg/L et 0mg/L.

[0120] Dans le mode de réalisation représenté à la figure, et tel que cela est décrit ci-dessus, le premier système d'irrigation 201 n'est pas « recirculant ». Il est cependant possible, dans un mode de réalisation alternatif, de prévoir une recirculation de tout ou partie de l'effluent pour former une nouvelle quantité de solution nutritive pour plantes à fruits, qui sera fournie aux tomates (ou autres plantes à fruits). Dans ce cas, la culture de plantes à feuilles peut être optionnelle.

[0121] L'effluent qui sort de la partie agricole quitte le système aquaponique et peut être relâché ou traité au besoin, par exemple par une station d'épuration locale 4.

[0122] Selon un mode de réalisation alternatif, l'effluent peut (en tout ou partie) être traité de sorte que ses propriétés soient compatibles d'un retour vers la partie aquacole. Par exemple, un traitement physico-chimique de l'effluent peut être réalisé pour lui conférer certaines propriétés proches de celles de l'eau neuve apportée dans la boucle aquacole. Cela permet à l'effluent traité d'être intégré à l'eau neuve apportée dans la boucle aquacole. Le traitement de l'effluent peut comporter l'ajout d'une base.

[0123] L'invention ainsi développée propose un système aquaponique découplé, dont la configuration et le mode d'exploitation permet l'élevage d'animaux aquatiques, en particulier de crevettes, à très haute densité dans une eau à faible salinité, ce qui permet la

culture hors sol de plantes à feuilles et/ou de plantes à fruits, de haute qualité et avec un haut rendement.

Revendications

[Revendication 1] Système aquaponique découplé comportant une partie aquacole (1) et une partie agricole (2),
la partie aquacole (1) comportant un bassin d'élevage (101) adapté à la croissance d'animaux aquatiques rempli d'eau ayant une salinité supérieure à 2g/L, et une boucle aquacole de circulation de l'eau entre une sortie d'eau (102) du bassin d'élevage (101) et une entrée d'eau (103) du bassin d'élevage,
le système comportant en outre un dispositif de prélèvement d'eau permettant d'extraire de l'eau de la partie aquacole (1),
caractérisé en ce que la partie agricole (2) comporte un dispositif de culture hors sol de plantes et un système d'irrigation contenant une solution nutritive alimentant le dispositif de culture hors sol,
et en ce que le système comporte un réservoir tampon (3), le dispositif de prélèvement d'eau étant configuré pour déverser dans le réservoir tampon (3) l'eau prélevée dans la partie aquacole (1),
le système comportant en outre un réservoir de préparation de la solution nutritive , ledit réservoir de préparation de la solution nutritive étant au moins en partie alimenté par de l'eau issue du réservoir tampon (3).

[Revendication 2] Système aquaponique selon la revendication 1, comportant des moyens de mesure de la salinité de l'eau de la partie aquacole (1) et des nitrates dans l'eau de la partie aquacole (1).

[Revendication 3] Système aquaponique selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la boucle aquacole comporte un filtre mécanique (104)

[Revendication 4] Système aquaponique selon l'une des revendications précédentes dans lequel la boucle aquacole comporte un dénitrateur (107).

[Revendication 5] Système aquaponique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la boucle aquacole comporte un dispositif de dégazage (109) et/ou un filtre biologique aérobie (108).

[Revendication 6] Système aquaponique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le bassin d'élevage (101) contient des crevettes.

[Revendication 7] Système aquaponique selon la revendication 6, dans lequel le bassin d'élevage (101) contient plus de 6kg de crevettes par mètre cube d'eau.

[Revendication 8] Système aquaponique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la partie agricole (2) comporte au moins deux systèmes d'irrigation, à savoir un premier système d'irrigation alimentant un

premier système de culture hors sol et un deuxième système d'irrigation alimentant un deuxième système de culture hors sol, et dans lequel le premier système d'irrigation (201) contient une première solution nutritive contenant de l'eau directement issue du réservoir tampon (3), et dans lequel le deuxième système d'irrigation (202) contient une deuxième solution nutritive contenant de l'eau directement issue du réservoir tampon (3) et contenant optionnellement un drainage du premier système d'irrigation (201).

[Revendication 9] Système aquaponique selon la revendication 8, comportant des premières plantes cultivées dans le premier système de culture hors sol, à savoir des plantes à fruits, préférentiellement des tomates, et comportant des deuxièmes plantes cultivées dans le deuxième système de culture hors sol, à savoir des plantes à feuilles.

[Revendication 10] Système selon la revendication 9, dans lequel les plantes à fruits et les plantes à feuilles sont respectivement cultivées sur un substrat fibreux ou sur un support flottant imperméable comportant des orifices traversants adaptés à recevoir des racines desdites plantes à feuilles.

[Revendication 11] Procédé d'élevage d'animaux aquatiques et de culture de plantes dans un système aquaponique, le procédé comportant :
- l'élevage d'animaux aquatiques dans une partie aquacole (1) contenant de l'eau à une salinité supérieure à 2g/L,
- la culture de plantes, alimentées en solution nutritive par un système d'irrigation,
le procédé étant caractérisé en ce que la culture des plantes est réalisée hors sol,
et en ce que le procédé comporte :
- la mesure au moins quotidienne de la salinité dans l'eau de la partie aquacole (1), et
- la mesure au moins quotidienne des nitrates dans l'eau de la partie aquacole (1),
et, si la salinité dépasse un seuil de salinité donné, ou si les nitrates dépassent un seuil de nitrates donné :
- l'extraction d'eau de la partie aquacole (1),
- l'ajout d'eau neuve dans la partie aquacole (1), en compensation de l'eau extraite,
le procédé comportant en outre la préparation de la solution nutritive, ladite solution nutritive comportant de l'eau extraite de la partie aquacole (1).

[Revendication 12] Procédé selon la revendication 11, comportant un stockage de l'eau extraite de la partie aquacole dans un réservoir tampon (3).

[Revendication 13] Procédé selon la revendication 11 ou la revendication 12, dans lequel le seuil de salinité donné est compris entre 3g/L et 8g/L. et le seuil de nitrates donné est compris entre 100 mg/L et 300 mg/L.

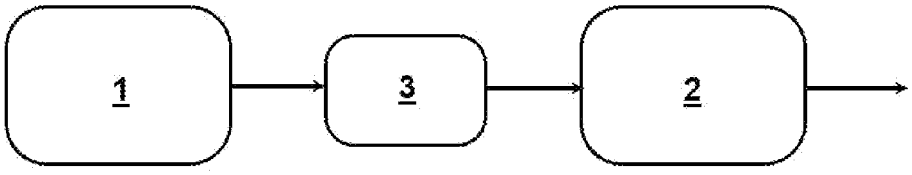
[Revendication 14] Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, dans lequel la pré-paration de la solution nutritive comporte :
- la fourniture d'eau extraite de la partie aquacole (1),
- la fourniture d'intrants,
- optionnellement, la fourniture d'eau douce, et
- le mélange de l'eau extraite de la partie aquacole (1), des intrants (204) et optionnellement de l'eau douce (207).

[Revendication 15] Procédé selon l'une des revendications 11 à 14, le procédé comportant la préparation de deux solutions nutritives, à savoir une première solution nutritive (205, 206) et une deuxième solution nutritive (208),
la préparation de la première solution nutritive (205, 206) comportant :
- la fourniture d'eau extraite de la partie aquacole (1),
- la fourniture d'intrants (204) contenus dans une solution mère (203), et
- le mélange de l'eau extraite de la partie agricole (2) et de la solution mère (203), et une dilution avec de l'eau douce (207) ;
le procédé comportant l'irrigation, par un premier système d'irrigation, de premières plantes avec la première solution nutritive,
la préparation de la deuxième solution nutritive (208) comportant :
- la fourniture d'eau extraite de la partie aquacole (1)
- la fourniture d'un drainage du premier système d'irrigation ;
- le mélange de l'eau extraite de la partie aquacole (1) et du drainage du premier système d'irrigation et optionnellement l'ajout d'intrants
le procédé comportant l'irrigation, par un deuxième système d'irrigation, de deuxièmes plantes avec la deuxième solution nutritive.

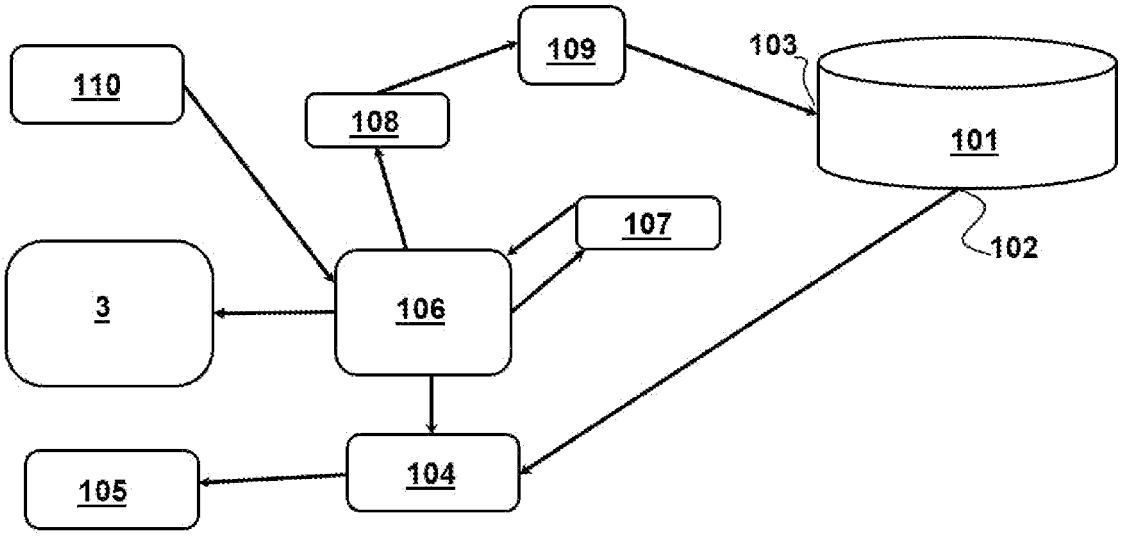
[Revendication 16] Procédé selon la revendication 13 ou la revendication 14, dans lequel les intrants (204) comportent l'un ou plusieurs des intrants suivants :
- nitrate de Calcium ;
- nitrate de potassium ;
- phosphate monopotassique ;
- un ou plusieurs intrants organiques ;
- chélate de fer ;
- mélange d'oligoéléments ;
- manganèse ;

- acide nitrique ;
- acide chlorhydrique ;
- acide sulfurique ;
- acide orthophosphorique.

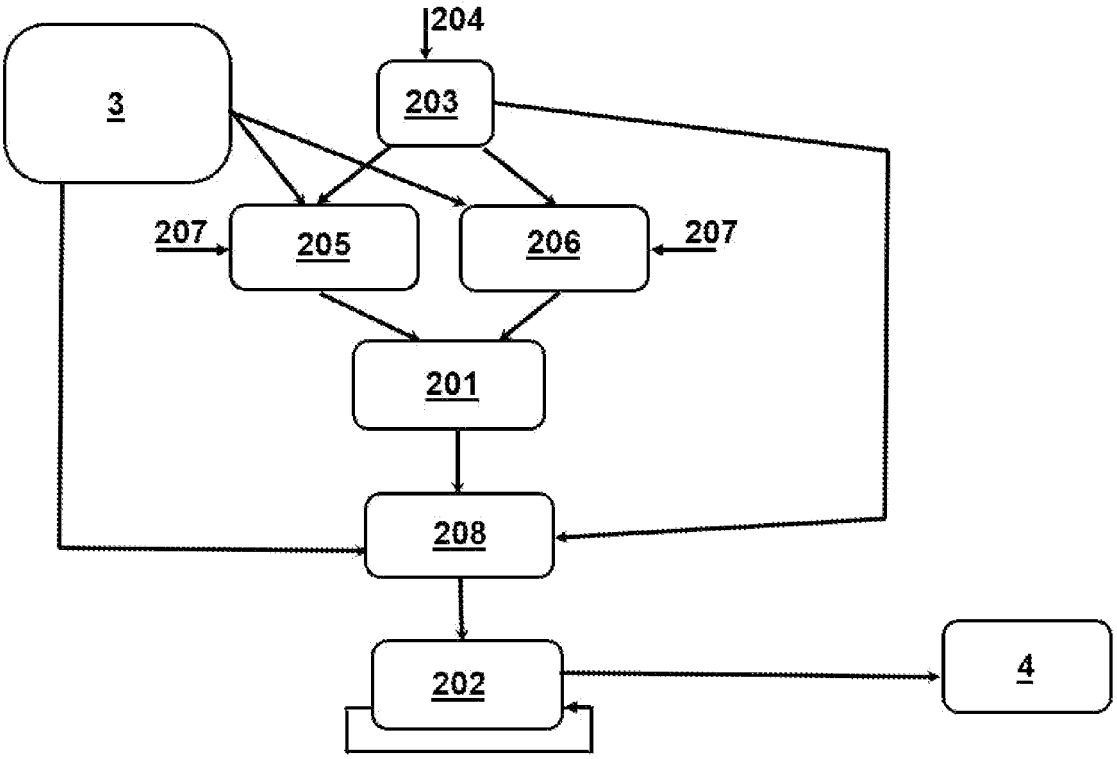
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



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 (nouveauté) 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

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

[x] 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.

[x] 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

WO 2019/057818 A1 (HEUER DEV GMBH [DE])
28 mars 2019 (2019-03-28)

US 2019/166776 A1 (VILLAMAR CARLOS R [US])
6 juin 2019 (2019-06-06)

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

NEANT

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

NEANT