



(51) Classification internationale des brevets :
C12M 1/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/072502

(22) Date de dépôt international :
13 décembre 2011 (13.12.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
BE 2010/0741 14 décembre 2010 (14.12.2010) BE

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) : AGC GLASS EUROPE [BE/BE]; R&D Centre, Chaussée de La Hulpe, 166, B-1170 Bruxelles (Watermael-Boitsfort) (BE). CARMEUSE GROUP [BE/BE]; Boulevard de Lauzelle, 65, 1348 Louvain-La-Neuve (BE).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BOONAERT, Christophe [BE/BE]; AGC Glass Europe, R&D Centre, Rue de l'Aurore, 2, B-6040 Jumet (BE). DOUX-CHAMPS, Olivier [BE/BE]; AGC Glass Europe, R&D Centre, Rue de l'Aurore, 2, B-6040 Jumet (BE). MALCHAIRE, Sébastien [BE/BE]; AGC Glass Europe, R&D Centre, Rue de l'Aurore, 2, B-6040 Jumet (BE). SEPULCHRE, Simon [BE/BE]; AGC Glass Europe, R&D Centre, Rue de l'Aurore, 2, B-6040 Jumet (BE).

(74) Mandataire : CHABOU, Samia; R&D Centre, Rue de l'Aurore, 2, B-6040 Jumet (BE).

(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, 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, 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, MD, 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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : APPARATUS FOR CONTROLLING THE TEMPERATURE OF AN ORGANISM BEING CULTURED

(54) Titre : APPAREIL POUR LA RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE D'UN ORGANISME MIS EN CULTURE

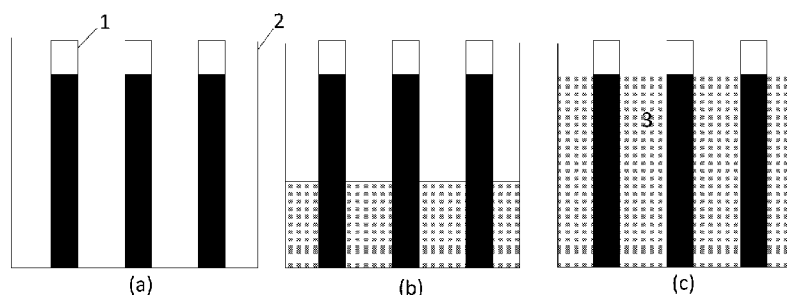


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to an apparatus for culturing a living organism located in a first container (1) enabling the temperature of said living organism to be controlled according to parameters external and/or internal to the apparatus. The control of the temperature is carried out by varying a quantity of a first material (3) in a second container (2) which contains the first container (1) or which is contained in the first container. The present invention also relates to a method for controlling said temperature.

(57) Abrégé : L'invention concerne un appareil de culture d'un organisme vivant situé dans un premier récipient (1) permettant de réguler la température dudit organisme vivant en fonction de paramètres externes et/ou interne à l'appareil. La régulation de la température est opérée en variant une quantité d'une première matière (3) présente dans un second récipient (2) contenant le premier récipient (1) ou contenu dans le premier récipient. La présente invention se rapporte également à une méthode pour réguler ladite température.



Appareil pour la régulation de la température d'un organisme mis en culture.

Domaine technique de l'invention

La présente invention se rapporte à un procédé de régulation de la température d'au moins un organisme vivant (par exemple une plante ou un micro-organisme). La présente invention se rapporte également à un appareil permettant cette régulation. Typiquement, ledit organisme est mis en culture. Les applications de la présente invention sont multiples. Dans certains modes de réalisation, elle présente un moyen avantageux de faciliter la régulation thermique des photobioréacteurs (où typiquement des micro-algues sont cultivées). Elle permet également la régulation de la température d'autres systèmes tels que des systèmes de culture de bactéries ou de plantes (par exemple, des plants de tomates). On peut également envisager la régulation de systèmes biologiques ou chimiques au sens plus large tel que par exemple la régulation d'une solution enzymatique.

Arrière-plan de l'invention

Dans le cadre de la capture du CO₂ à l'aide de cultures de micro-organismes photosynthétique il existe deux grandes technologies de culture qui sont les étangs type Raceway et les photobioréacteurs.

Il est connu dans l'art antérieur que pour chaque micro-organisme photosynthétique, il existe une température optimale qui favorise son développement. Cette température est généralement située entre 15 et 27 °C pour les algues mésophiles, supérieure à 27°C pour les algues thermophile et inférieure à 15°C pour les algues cryophiles. Il est généralement reconnu que dans le cas des micro-algues mésophiles, en deçà de 12 °C, même si la luminosité est optimale, la croissance et l'activité biologique reste faible. Par ailleurs, les températures trop élevées peuvent provoquer la mort des micro-organismes. Ces observations démontrent l'importance de bien maîtriser le volet thermique de la culture. Il est important de lisser au maximum la température cible de culture et d'éviter les variations importantes de température au sein des photobioréacteurs.

Un inconvénient de la technologie photobioréacteur est que le système est très sensible aux variations climatiques et maintenir la température au sein du photobioréacteur dans une plage acceptable coûte cher en énergie.

Aujourd'hui l'apport énergétique se fait grâce à des techniques communes
5 qui sont très coûteuses et pèsent fortement sur l'empreinte écologique globale de ces systèmes (échangeurs de chaleur alimentés avec eau chauffée à partir d'une source énergétique électrique ou fuel). Le majeur problème observé aujourd'hui est que l'on consomme énormément d'énergie aussi bien pour réchauffer les photobioréacteurs que pour les refroidir sur des laps de temps très court (24h).

10 WO2009040383 décrit une technologie photobioréacteur plastique. Celle-ci augmente artificiellement le volume du système de culture en entourant les algues d'eau. Le système requiert alors moins d'énergie pour la régulation thermique. Dans ce cas précis, l'eau sert également de support pour les aquariums en « gonflant » la membrane plastique extérieure. Un tel système n'est cependant pas optimal en terme de
15 gain d'énergie.

WO2009090549 décrit l'immersion de photobioréacteurs dans un liquide et le contrôle de la densité dudit liquide afin de contrôler la position des photobioréacteurs. Cette demande de brevet ne permet pas une meilleure régulation de la température des photobioréacteurs que dans WO2009040383.

20 Il reste donc un besoin dans l'art antérieur pour des solutions alternatives permettant une meilleure régulation de la température d'une culture d'organismes vivants.

Résumé de l'invention

Un objet de modes de réalisation de la présente invention est de permettre un contrôle plus fin et moins gourmand en énergie de la température d'une culture d'organismes vivants.

5 Dans un premier aspect, la présente invention se rapporte à un appareil de culture d'un organisme vivant comprenant:

- a) un premier récipient (1) pour contenir un organisme vivant,
- b) un second récipient (2) contenant au moins partiellement le premier récipient (1) ou contenu au moins partiellement dans le premier récipient (1), ledit
10 second récipient (2) étant approprié pour contenir une première matière (3), de préférence sans contact entre ladite première matière (3) et ledit organisme vivant, et
- c) un moyen pour varier la quantité de ladite première matière dans ledit second récipient en fonction d'au moins un paramètre extérieur audit premier récipient.

15 Le premier aspect de la présente invention concerne un appareil dans lequel l'inertie thermique du système est variable (via une variabilité de la surface de contact entre le système et le milieu extérieur et via une variabilité du volume du système).

20 Un second aspect de la première invention se rapporte à une méthode pour réguler la température d'un premier récipient contenant un organisme vivant, ledit premier récipient étant au moins partiellement contenu dans un second récipient ou contenant au moins partiellement un second récipient, ledit second récipient comprenant une première matière sans contact entre ladite première matière et ledit organisme vivant, ladite méthode comprenant une étape de variation de la quantité de ladite première matière dans ledit second récipient.

25 La quantité d'énergie et donc le cout financier pour maintenir la température des premiers récipients dans une gamme de température acceptable dépend directement des variations de température qu'observent les premiers récipients.

Un avantage de la présente invention est que les variations naturelles de température qu'observent les premiers récipients peuvent nous permettre d'économiser une partie de la quantité d'énergie et du coût financier nécessaire pour ramener la température dans une gamme acceptable.

- 5 Un autre avantage de certains modes de réalisation de la présente invention est de pouvoir modifier l'inertie du système (en variant le rapport surface/volume) afin de favoriser ou non les échanges thermiques au cours du temps.

Brève description des figures

- Fig. 1 montre schématiquement une méthode pour réguler la température d'un premier récipient contenant un organisme vivant, selon un mode de réalisation du second aspect de la présente invention.

Fig. 2 montre une simulation de l'évolution de la température (T) de la première matière en fonction du rayonnement solaire global R (ensoleillement).

- Fig. 3 montre le schéma d'un appareil selon un mode de réalisation du premier aspect de la présente invention. Les moyens pour varier la quantité de la première matière en fonction d'au moins un paramètre extérieur au premier récipient ne sont pas représentés.

- Fig.4 montre une simulation de l'évolution de la température de photobioréacteurs en fonction de l'alternance jour/nuit en été pour différentes quantités de première matière présentent dans le second récipient.

Fig.5 montre une simulation de l'évolution de la température de photobioréacteurs en fonction de l'alternance jour/nuit en hiver pour différentes quantités de première matière présentent dans le second récipient.

Description de l'invention

- La présente invention va être décrite en faisant référence à des modes de réalisation particuliers et en faisant référence à certains dessins mais l'invention n'est

pas limitée par cela et n'est limitée que par les revendications. Dans les dessins, la taille et les dimensions relatives de certains éléments peuvent être exagérés et ne pas être dessinés à l'échelle pour des raisons d'illustration.

De plus les termes premier, second, troisième et similaire dans la description et dans les revendications sont utilisés pour distinguer entre des éléments similaires et non pas nécessairement pour décrire une séquence qu'elle soit temporelle, spatiale, à des fins de classement ou autre. Il est bien entendu que les termes ainsi utilisés sont interchangeables dans des circonstances appropriées et que les modes de réalisations de l'invention décrits ici sont capables d'opérer dans d'autres séquences que celles décrites ou illustrées ici.

De plus, les termes haut, bas, au-dessus, en-dessous et similaire dans la description et les revendications sont utilisés pour des raisons de description et non pas nécessairement pour décrire des positions relatives. Il est bien entendu que les termes ainsi utilisés sont interchangeables dans des circonstances appropriées et que les modes de réalisation de l'invention décrits ici sont capables d'être opérés dans d'autres orientations que celles décrites ou illustrées ici.

Il est à remarquer que le terme "comprenant", utilisé dans les revendications, ne doit pas être interprété comme étant restreint aux moyens listés après celui-ci; il n'exclue pas d'autres éléments ou étapes. Il doit donc être interprété comme spécifiant la présence des éléments spécifiés, entiers, étapes ou composants référés, mais n'exclue pas la présence ou l'addition d'un élément, entier, étape ou composant, ou groupe de ceux-ci. Donc l'étendue de l'expression "un appareil comprenant les moyens A et B" ne doit pas être limité à des appareils consistant seulement des composants A et B. Cela veut dire qu'en ce qui concerne la présente invention, les seuls composants relevant de l'appareil sont A et B.

Tel qu'utilisé dans la présente description et à moins d'indications contraires, le terme « **appareil de culture** » se rapporte à un appareil visant à cultiver (c'est-à-dire faire croître et/ou se multiplier) un organisme vivant. Typiquement, un tel appareil peut être un système comprenant un ou plusieurs photobioréacteurs.

Tel qu'utilisé dans la présente description et à moins d'indications contraires, le terme « **organisme vivant** » se rapporte à tout organisme autotrophe ou hétérotrophe. De préférence, ce terme se rapporte à un organisme autotrophe tel qu'un organisme phototrophe (aussi appelé photosynthétique). Par exemples, ce terme peut désigner une plante telle qu'un plant de tomate ou peut désigner une algue. Les algues sont les organismes préférés pour utilisation dans la présente invention. Les algues sont les organismes les plus efficaces pour la production de biomasse.

Tel qu'utilisé dans la présente description et à moins d'indications contraires, le terme « **premier récipient** » se rapporte à un récipient dans lequel l'organisme vivant sera cultivé.

L'appareil selon la présente invention peut comprendre un ou plusieurs premiers récipients. De préférence, l'appareil selon la présente invention peut comprendre deux ou plus premiers récipients. Le ou lesdits premiers récipients sont de préférence contenus au moins partiellement dans ledit second récipient. Par contenu partiellement, il faut comprendre que ledit premier récipient peut dépasser du dit second récipient, par exemple en étant plus haut que celui-ci. Cette situation peut avoir l'avantage d'assurer que la première matière ne sache pas recouvrir le dessus du premier récipient, ce qui empêcherait une partie de la lumière d'entrer dans ledit premier récipient. Dans un mode de réalisation, le second récipient est contenu dans le premier récipient. Dans ce dernier cas, plusieurs seconds récipients peuvent être contenus dans un premier récipient.

Ledit récipient peut avoir toutes formes et peut être fait de n'importe quelle matière. Il est cependant préférable que ledit premier récipient soit fait de matériaux transparents afin que, dans le cas de la culture d'organismes autotrophes, la lumière puisse atteindre lesdits organismes. Typiquement, des matériaux polymériques ou du verre peuvent être utilisés.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, ledit premier récipient est un photobioréacteur. Les photobioréacteurs étant souvent disposés à l'extérieur, ils bénéficient de manière particulièrement avantageuse du contrôle de la température permis par la présente invention.

Tel qu'utilisé dans la présente description et à moins d'indications contraires, le terme « **second récipient** » se rapporte à un récipient servant de contenant à une première matière, typiquement de l'eau, dont la quantité est variée en fonction d'au moins un paramètre extérieur au premier récipient. Le second récipient

5 contient ou est contenu dans un premier récipient. De préférence, le second récipient est approprié pour contenir une première matière, de préférence sans contact entre la dite première matière et ledit organisme vivant. Pour ce faire, il suffit par exemple que le second récipient puissent contenir le premier récipient de tel façon qu'un espace soit créé entre les parois internes du second récipient et les parois externes du ou des

10 premiers récipients. Cet espace permet alors ladite première matière d'être contenue dans ledit second récipient sans contact avec l'organisme vivant présent dans le premier récipient. De préférence il contient au moins partiellement ledit premier récipient. Le second récipient ne doit pas forcément être transparent mais s'il comprend un couvercle supérieur, ce dernier est de préférence transparent. De préférence, les dimensions

15 latérales du premier récipient sont suffisamment étendues pour pouvoir accueillir au moins un et de préférence plusieurs premiers récipients. La hauteur du second récipient est de préférence au moins égale à la moitié et de préférence au moins égale au trois quart de la hauteur des premiers récipients qu'il contient. Ceci afin que la première matière puisse recouvrir au moins la moitié et de préférence les trois-quarts de la

20 hauteur desdits premiers récipients.

Dans le cas où l'organisme vivant est photosynthétique, il est avantageux que le second récipient ait une hauteur plus faible que la hauteur des premiers récipients. Ceci dans un souci d'accès à la lumière des organismes. En effet, l'eau absorbe une partie de la lumière disponible.

25 Le second récipient doit pouvoir contenir la première matière. Pour se faire, il est de préférence imperméable à la dite matière. Le premier récipient est également de préférence imperméable à ladite première matière. La présence d'un premier et d'un second récipient contenant ou étant contenu dans le premier récipient permet d'éviter tout contact entre ledit organisme vivant et ladite première matière. Eviter

30 un tel contact est préférable.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, dans le cas où le premier récipient est contenu au moins partiellement dans le second récipient, ledit second récipient est de préférence approprié pour que ladite matière puisse couvrir au moins partiellement les parois latérales dudit premier récipient. Préférentiellement, des
5 échanges thermiques en convection et/ou en conduction se produisent entre la première matière du second récipient et le contenu du premier récipient incluant l'organisme vivant (par exemple, le contenu du premier récipient comprend l'organisme vivant et un liquide dans lequel baigne l'organisme vivant). Cela permet un bon contact thermique entre ladite première matière et ledit premier récipient. De ce fait, le contrôle de la température
10 est plus efficace.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, le second récipient peut être muni d'une entrée et/ou d'une sortie permettant à ladite première matière d'être amenée ou évacuée dudit second récipient.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, le dessus du second
15 récipient peut être au moins partiellement recouvert et/ou fermé par un matériau transparent imperméable à ladite première matière et/ou ledit premier récipient peut être au moins partiellement couvert et ou fermé par un matériau transparent imperméable à l'eau. Un tel couvercle au dessus dudit premier et ou second récipient permet de limiter l'évaporation de l'eau éventuellement présente dans ledit premier récipient et/ou de
20 ladite première matière présente dans ledit second récipient. La transparence permet une bonne illumination de l'organisme vivant.

Dans un mode de réalisation de la présente invention, afin de ne pas perdre par évaporation l'eau du second récipient, un système de couverture transparente peut donc être mis en place. Dans un premier exemple, ledit système peut être fixe. Par
25 exemple, il peut s'agir d'une plaque de verre (par exemple un simple vitrage, un double vitrage ou un film transparent qui vient se déposer sur le dessus des premiers récipients et du second récipient, couvrant l'ensemble du système.

Dans un second exemple, le dit système peut être mobile. Par exemple, il peut s'agir d'un film transparent posé sur la première matière dans second récipient,

pouvant monter et descendre suivant les variations de niveau. Dans ce cas-ci, il est également préférable de couvrir en plus séparément chaque premier récipient.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, ledit second récipient peut être couvert d'un matériau formant une surface horizontale, la hauteur de ladite surface dans ledit second récipient étant variable. Par exemple, si ladite première matière est un fluide, ledit matériau peut flotter à la surface dudit fluide. Ceci est un mode de réalisation permettant une mise en œuvre aisée dudit matériau ne requérant aucune fixation. Des découpes dans ledit film transparent peuvent être faites aux endroits où les premiers récipients sont présents.

Tel qu'utilisé dans la présente description et à moins d'indications contraires, le terme « **transparent** » se rapporte à un matériaux ou à un objet se laissant traverser au moins partiellement par au moins la partie du spectre solaire nécessaire à la culture de l'organisme vivant. Typiquement, un matériau ou un objet se laissant traverser par au moins 10% du rayonnement solaire, de préférence au moins 25%, de préférence au moins 50% et encore plus préférablement au moins 70% peut être considéré comme transparent.

Tel qu'utilisé dans la présente description et à moins d'indications contraires, le terme « **première matière** » se rapporte à n'importe quelle matière. En particulier, toute matière capable de stocké de l'énergie, par exemple sous forme de chaleur, peut convenir. De préférence, la dite première matière est un fluide. Ceci est avantageux car cela permet de varier la quantité de la dite matière dans le dit second récipient de manière plus aisée et moins consommatrice d'énergie que dans le cas d'un solide. De préférence, le dit fluide est un liquide. Ceci est avantageux au vu de la plus grande capacité calorifique des liquides par rapport aux gaz. Les liquides sont également plus faciles à contenir dans un récipient. Ledit liquide peut-être un liquide aqueux, préférablement de l'eau. L'eau à l'avantage d'avoir une capacité calorifique surpassée seulement par l'ammoniaque, d'être non-toxique et d'être bon marché. Ledit liquide aqueux peut avoir un point de fusion inférieur à 0°C. Ceci permet d'éviter que ladite première matière ne gèle pendant l'hiver.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ladite première matière peut être transparente. Ceci permet un meilleur passage de la lumière vers l'organisme vivant et donc une meilleure croissance de celui-ci.

Dans certains modes de réalisations, la première matière et le milieu
5 intérieur au premier récipient peuvent tout deux être aqueux. Dans d'autres modes de réalisations, un composant liquide autre que l'eau peut être utilisé pour la première matière et le milieu intérieur au premier récipient. Par exemples, des composants solides ou gazeux peuvent être utilisés. De préférence, la première matière est transparente. Ceci est particulièrement dans le cas où les premiers récipients (par exemples des
10 photobioréacteurs) sont totalement immergés.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, ledit au moins un
paramètre extérieur peut être sélectionné dans la liste consistant en une ou plusieurs premières températures mesurées en dehors dudit premier récipient, une pression mesurée en dehors du premier récipient, une vitesse de vent mesurée en dehors du
15 premier récipient, un paramètre temporel et un degré d'ensoleillement. Ces paramètres ont une influence sur la température du premier récipient et occasionnent des variations de température que la présente invention permet de diminuer.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, lesdites une ou plusieurs premières températures peuvent être sélectionnées parmi une température mesurée au
20 niveau de ladite première matière et une température mesurée au niveau de l'air entourant ledit appareil. Ce sont en effet ces températures qui ont l'impact le plus important sur la température dudit premier récipient.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, ledit appareil peut être adapté pour que ladite première matière ne puisse pas recouvrir le dessus dudit premier
25 récipient. La première matière absorbant ou réfléchissant toujours au moins une partie du rayonnement solaire, une couche de ladite première matière au dessus dudit premier récipient diminue la quantité de lumière capable de rentrer dans le dit premier récipient et diminue dès lors la croissance dudit organisme vivant si ce dernier a besoin de ladite lumière pour se développer, par exemple, si ledit organisme vivant est un organisme
30 photosynthétique.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, le dessus dudit premier récipient et le dessus du second récipient peuvent être appropriés pour laisser passer une lumière appropriée pour la culture dudit organisme vivant.

5 Dans un mode de réalisation du premier aspect, le premier récipient peut être transparent. Ceci à l'avantage de laisser passer plus de lumière vers l'organisme vivant.

10 Dans un mode de réalisation du premier aspect, ledit moyen pour varier la quantité de ladite première matière dans ledit second récipient peut être approprié pour que ladite variation se fasse en fonction d'au moins un paramètre extérieur audit premier récipient et d'une seconde température mesurée au niveau dudit premier récipient. Ceci est avantageux au vu du fait que ce sont un ou plusieurs paramètres extérieurs qui occasionnent les variations de température au niveau du premier récipient que la présente invention permet de diminuer.

15 Dans un mode de réalisation du premier aspect, ledit **moyen pour varier** la quantité de ladite première matière peut comprendre un moyen pour vider et remplir ledit second récipient (par exemple une pompe). En outre, il peut également comprendre un contrôleur et au moins un capteur pour détecter un signal permettant de déterminer un paramètre, le contrôleur pouvant communiquer avec le moyen pour vider et remplir et avec le capteur, le contrôleur étant approprié pour piloter ledit moyen pour vider et
20 remplir en fonction dudit paramètre.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, le moyen pour varier la quantité de ladite première matière dans ledit second récipient en fonction d'au moins un paramètre extérieur audit premier récipient est un moyen pour varier automatiquement la quantité de ladite première matière dans ledit second récipient en fonction d'au moins un
25 paramètre extérieur audit premier récipient.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, l'appareil peut en outre comprendre **un troisième récipient** pour accueillir ou apporter la quantité de matière nécessaire afin d'occasionner ladite variation.

Dans un mode de réalisation de la présente invention, la quantité de ladite première matière (par exemple, la quantité d'eau) présente dans le second récipient peut également être variée au moyen d'un système d'écluses ou, si l'on se trouve à proximité d'un océan, en profitant des marées. Le troisième récipient étant dans ces cas
5 particuliers respectivement une rivière ou une mer.

Dans un mode de réalisation du premier aspect, dans le cas où la variation se fait en fonction d'au moins un paramètre extérieur au premier récipient et d'une seconde température mesurée au niveau du premier récipient, le moyen pour varier la quantité de la première matière peut être adapté pour que le second récipient
10 comprenne plus de la première matière lorsque la température du premier récipient est comprise entre une température cible et une température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil que lorsque la température mesurée au niveau du premier récipient n'est pas comprise entre la température cible et la température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil. Ceci permet par exemple de minimiser les apports calorifiques
15 dans le premier récipient lors d'une journée d'été, de favoriser le refroidissement du premier récipient lors d'une nuit d'été, de minimiser les pertes calorifiques lors d'une nuit d'hiver et de capturer le maximum de calories lors d'une journée d'hiver. De ce fait, l'appareil utilise moins d'énergie que si le niveau de la première matière était constante (ou zéro, c'est-à-dire si la première matière n'était pas présente).

20 Dans un mode de réalisation du premier aspect, l'appareil peut en outre comprendre un échangeur thermique pour chauffer ladite première matière. Ceci peut être utile vu que malgré la minimisation des pertes d'énergie permise par l'invention, il reste parfois nécessaire d'utiliser une source d'énergie d'appoint.

Dans un mode de réalisation du second aspect, le premier récipient peut
25 être contenu au moins partiellement dans le second récipient, ledit second récipient étant approprié pour que ladite première matière puisse couvrir au moins partiellement le dit premier récipient. Ceci permet de varier la surface de contact entre ladite première matière et ledit premier récipient et dès lors d'augmenter ou de diminuer la variabilité calorifique du premier récipient.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ledit organisme vivant peut être un micro-organisme.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ledit organisme vivant peut être un organisme photosynthétique. Les organismes photosynthétiques tels que
5 par exemple les micro-algues sont fréquemment élevées à l'extérieur afin de profiter de la lumière du soleil. L'élevage en extérieur étant soumis à de fortes variations de température du au cycle jour/nuit et été/hiver, la présente invention et sa capacité à stabiliser la température du premier récipient y est particulièrement bien adaptée.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ledit organisme
10 photosynthétique peut être une algue.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ladite première matière peut être un fluide. Ceci est avantageux car il est plus facile et moins énergétique de faire varier la quantité d'un fluide que d'un solide.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ledit fluide peut-être un
15 liquide. Ceci est avantageux car les liquides ont une capacité calorifique plus élevée que les gaz et sont plus faciles à contenir dans un récipient.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ledit liquide peut-être un liquide aqueux, préférablement de l'eau. L'eau a l'avantage d'avoir une capacité calorifique surpassée seulement par l'ammoniaque, d'être non-toxique et d'être bon
20 marché.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ledit liquide aqueux peut avoir un point de fusion inférieur à 0°C. Ceci permet d'éviter que ladite première matière ne gèle pendant l'hiver.

Dans un mode de réalisation du second aspect, ladite première matière
25 peut être transparente. Ceci permet un meilleur passage de la lumière vers l'organisme vivant et donc une meilleure croissance de celui-ci.

Dans un mode de réalisation du second aspect, la méthode peut permettre de maintenir la température dudit premier récipient entre une température maximale et une température minimale, la différence entre lesdites températures maximales et minimales étant d'au maximum 10°C, la température maximale ne dépassant pas 95°C et la température minimale n'allant pas en dessous de -15°C. La température maximale de 95°C correspond à une température maximale adéquate pour certains organismes thermophiles et la température minimale de -15°C correspond à une température minimale adéquate pour certains organismes cryophiles. Une température maximale plus commune est 30°C. Une température minimale plus commune est 12°C.

Dans un mode de réalisation du second aspect, la quantité de ladite première matière peut être variée de manière à ce qu'elle soit plus importante lorsque la température dudit premier récipient est comprise entre une température cible et une température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil que lorsque la température mesurée au niveau dudit premier récipient n'est pas comprise entre ladite température cible et ladite température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil.

Un mode de réalisation du second aspect de la présente invention concerne une méthode de régulation de la température d'au moins un organisme vivant (par exemple une plante ou un micro organisme). Ledit organisme vivant est placé dans un premier récipient (e.g. une enceinte). Le premier récipient peut être contenu dans un second récipient ou peut contenir un second récipient. Le second récipient peut être rempli, au moins partiellement, d'une première matière (e.g. un fluide ou un solide). Ladite première matière permet les échanges d'énergie en convection et/ou conduction avec un milieu extérieur à l'appareil. Typiquement, la méthode comprend une étape de mise en échange d'énergie par convection et/ou conduction entre la première matière et le milieu présent dans le premier récipient. Cette mise en échange est typiquement établie pendant au moins un intervalle temporel. Dans certains modes de réalisation, le premier récipient peut contenir un fluide et/ou un solide. Dans le cas où le premier récipient est un photobioréacteur, le milieu présent dans le photobioréacteur est typiquement aqueux.

Dans le cas d'une plante tel un plan de tomate, le milieu présent dans le premier récipient pourrait être de la terre et de l'air alors que la première matière facilitant la régulation thermique pourrait-être un liquide ou un gaz tel que de l'air.

Un des concepts sous-jacent de l'invention est de faire varier l'inertie thermique du système en fonction d'au moins un paramètre extérieur au premier récipient. En procédant de la sorte, il est possible de temporisé l'apport énergétique lors de certaines périodes relativement chaudes et/ou ensoleillée (par exemple lors d'une journée d'été) ou la perte énergétique lors de certaines périodes relativement froides et/ou peu ou non-ensoleillée (par exemple lors d'une nuit d'hiver). Il est également possible d'évacuer rapidement et efficacement de l'énergie du premier récipient lors de période relativement froide, lorsque le premier récipient à besoin d'être refroidi en prévision d'une période plus chaude (par exemple lors d'une nuit d'été). Il est également possible de profiter d'autres périodes relativement chaudes et/ou ensoleillées pour rapidement et efficacement transférer de l'énergie au premier récipient (par exemple lors d'une journée d'hiver).

L'inertie d'un système peut être augmentée en diminuant la surface d'échange calorifique (S) et/ou en augmentant le volume (V) d'un système. Diminuer le rapport S/V permet donc d'augmenter l'inertie.

La surface S est la surface entre le milieu extérieur et la première matière additionnée à la surface entre le milieu extérieur et le milieu contenu dans les premiers récipients. Le volume V est le volume du contenu des premiers récipients additionné au volume de la première matière contenue dans le second récipient.

Un mode de réalisation de la présente invention est de jouer sur l'inertie de photobioréacteurs par exemple en les disposant dans une grande piscine dont le niveau d'eau est variable. L'eau entourant les photobioreacteurs augmente ainsi le volume du système tout en diminuant la surface d'échange calorifique avec le milieu extérieur. Le niveau variable de l'eau permet de choisir selon les conditions climatiques (Saisons ou moment de la journée) de jouer sur le rapport S/V et donc d'augmenter ou de diminuer l'inertie afin de permettre de maintenir de la manière la plus fine possible la température cible des photobioréacteurs.

Dans un appareil tel que représenté dans la Figure 1, la surface d'échange avec le milieu extérieur diminue lorsque le niveau de la première matière (par exemple de l'eau) augmente. Parallèlement, le volume du système augmente. Dans la Figure 1(a), le second récipient 2 à été vidé de la première matière 3. Dans cette configuration, la surface de contact entre le milieu extérieur et les premiers récipients est maximale et le volume du système est minimal (seulement le volume des premiers récipients 1) ce qui permet un échauffement rapide (e.g. si le milieu extérieur est plus chaud que le premier récipient) ou un refroidissement rapide (e.g. si le milieu extérieur est plus froid que le premier récipient). Dans la Figure 1(c), le second récipient 2 à été rempli de la première matière 3. Dans cette configuration, la surface de contact entre le milieu extérieur et les premiers récipients est minimale et le volume du système est maximal (volume des premiers récipients + volume de la première matière 3) ce qui permet un échauffement lent (e.g. si le milieu extérieur est plus chaud que le premier récipient) ou un refroidissement lent (e.g. si le milieu extérieur est plus froid que le premier récipient).

La Figure 1 peut par exemple représenter le cas d'une masse d'eau entourant les aquariums d'algue mais le principe de modification de l'inertie thermique est applicable pour d'autres types de montage. Le système inverse est par exemple également possible en prenant le cas d'un bassin d'algues dans lequel des aquariums sont placés dont le niveau d'eau est variable.

Pour faire des économies d'énergies, la présente invention répartit les calories transmises aux premiers récipients (par exemple des photobioréacteurs) en fonction d'au moins un paramètre extérieur auxdits premiers récipients (par exemple un paramètre temporel tel que l'alternance entre le jour et la nuit). Dans un mode de réalisation, la présente invention utilise la fraîcheur de la nuit pour refroidir le premier récipient le jour et utilise la chaleur du jour pour réchauffer le premier récipient la nuit. Cet un avantage de la présente invention qu'un apport calorifique à l'ensemble du ou des premiers récipients est peu nécessaire. Ceci permet de diminuer le cout énergétique mais aussi de diminuer l'empreinte carbone du système.

Si on prend l'exemple de l'été, le fait d'augmenter l'inertie du système (diminuer les surfaces d'échanges et augmenter le volume) va lui permettre de réagir de

manière plus lente et plus douce aux différentes variations climatiques. On observe sur le graphe de la Figure 2 qu'en période d'ensoleillement l'énergie excédentaire délivrée par le soleil peut être captée pour la distribuer la nuit aux premiers récipients. Durant la nuit, le système se rafraichit afin d'anticiper la chauffe du jour suivant. Dans la Figure 2, les losanges représentent la température de la première matière et les carrés représentent le rayonnement global.

Le premier aspect de la présente invention concerne un appareil dans lequel l'inertie thermique du système est variable (via une variabilité de la surface de contact entre le système et le milieu extérieur et via une variabilité du volume du système).

Exemple :

Un ensemble de photobioréacteurs (premiers récipients) placés dans un bassin en béton (second récipient) dans lequel la quantité d'une première matière (le niveau d'eau) peut être variée via une pompe (moyen approprié).

Dans cet exemple, les photobioréacteurs sont des aquariums en verre (12mm trempé) dont les dimensions extérieures sont de 3000mm*800mm*50mm, l'aquarium est assemblé à l'aide de silicone. Les photobioréacteurs sont placés dans un bassin comme indiqué sur la Figure 3. Notons que les dimensions, le nombre d'aquariums par bassin et la nature de la première matière peuvent être différent de ce qui est décrit dans le présent exemple. Notons également que le bassin peut être construit dans n'importe quel matériau et peut également être enterré.

La variation du niveau d'eau dans le bassin peut se faire à l'aide de pompe(s) (ex : pompe piscine Sta-Rite SW5P6R - 30m³/h) acheminant l'eau du second récipient (bassin de culture contenant les photobioréacteurs) à un troisième récipient (bassin ou citerne de stockage).

Au cours d'une année, l'appareil de l'exemple ci-dessus fait l'expérience des quatre situations suivantes :

Exemple type

1.	Température extérieure	>	Température_PBR	>	Température_Optimale	<i>Jour Eté</i>
2.	Température extérieure	<	Température_PBR	>	Température_Optimale	<i>Nuit Eté</i>
3.	Température extérieure	>	Température_PBR	<	Température_Optimale	<i>Jour Hiver</i>
4.	Température extérieure	<	Température_PBR	<	Température_Optimale	<i>Nuit Hiver</i>

Dans le tableau ci-dessus le terme Température extérieure représente la température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil. Le terme

5 Température_Optimale représente la température souhaitée au niveau de l'organisme vivant dans le photobioréacteur. Le terme Energie_PBR représente la température mesurée au niveau du photobioréacteur (e.g. la température mesurée au sein du photobioréacteur).

Il est bien entendu également possible de tenir compte, outre la

10 température extérieure (température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil), d'autres paramètres extérieurs tel que la pression mesurée en dehors du premier récipient, une vitesse de vent mesurée en dehors du premier récipient, un paramètre temporel (tel que l'heure de la journée) et un degré d'ensoleillement. Ces paramètres extérieurs peuvent être pris en compte dans le cadre des calculs d'échanges de chaleur

15 classiques.

Ainsi, on peut définir la notion de potentiel énergétique naturel disponible dans l'environnement de l'appareil qui est l'apport énergétique potentiel au système que

représente le milieu extérieur. Ce potentiel énergétique comprenant notamment la température de l'air extérieur (qui permet des échanges avec le premier récipient en conduction et en convection), la pression extérieure, le vent (qui permet des échanges avec le premier récipient en convection) et le rayonnement solaire (qui permet des échanges avec le premier récipient en rayonnement).

Lorsque l'on parle d'un potentiel énergétique extérieur positif, cela signifie que le milieu extérieur peut, de part son potentiel énergétique, faire augmenter la température du PBR par les voies classiques d'échange de chaleur (conduction, convection ou rayonnement).

Lorsque l'on parle d'un potentiel énergétique extérieur négatif, cela signifie que le milieu extérieur peut, de part son potentiel énergétique, faire diminuer la température du PBR par les voies classiques d'échange de chaleur (conduction, convection ou rayonnement).

La première situation est une journée type en été. Le but est ici de minimiser les apports calorifiques aux photobioréacteurs, le rapport S/V, soit augmenter le niveau d'eau de la piscine au maximum.

Lorsque la nuit été arrive, que le rayonnement solaire est nul et que l'air se rafraichit (situation 2), le système est préférablement refroidi en prévision de l'apport calorifique de la journée suivante. Il est donc souhaitable de favoriser l'échange thermique avec le milieu extérieur, augmenter le rapport S/v et donc diminuer le niveau de la piscine.

Dans le cas de la situation 4, nous sommes dans le cas d'une nuit type en hiver. Le but est de minimiser les pertes calorifiques des photobioréacteurs, il est donc souhaitable de minimiser le rapport S/V, soit augmenter le niveau d'eau de la piscine au maximum.

Lorsque la journée hiver arrive, que le rayonnement solaire est positif et que l'air se réchauffe (situation 3), il est souhaitable de capturer le maximum de calories dans les photobioréacteurs en prévision de la nuit froide qui suivra. Il est donc

souhaitable de favoriser l'échange thermique avec le milieu extérieur, d'augmenter le rapport S/V et donc diminuer le niveau de la piscine.

Des simulations ont été réalisées afin d'illustrer certains modes de réalisations de la présente invention.

5 Dans le cadre de ces simulations les paramètres suivants ont été utilisés :

- Première matière : Eau
- Milieu présent au sein des premiers récipients : Eau
- Milieu extérieur : Air ambiant
- Configuration des premiers récipients et du second récipient : 10
10 premiers récipients sont disposés comme indiqué à la Figure 3 avec
une distance de 400 mm entre chaque premier récipient d'une
rangée, une distance de 400 mm entre les deux rangées et une
distance de 1000 mm entre les bords du second récipient et les bords
des premiers récipients les plus proches.
- T° initiale de la première matière et du milieu présent au sein des
15 premiers récipients = 30°C
- T° milieu extérieur été : min 20°C ; max 35°C
- T° milieu extérieur hiver : min -5°C ; max 5°C
- Rayonnement été : de 0 à 800 W/m² sur 24h
- Rayonnement Hiver : 0 W/m² sur 24h
20

Le cas de l'alternance jour/nuit en été a été simulé pour une période de plusieurs journées successives. Le graphique résultant est montré sur la Figure 4. Nous pouvons comparer sur ce graphique l'évolution sur plusieurs jours des températures suivantes : Température extérieure (Tex), température mesurée au niveau d'un des
25 premiers récipients lorsque la quantité d'eau dans le second récipient est telle qu'indiqué dans la Figure 1(c) (Ta), lorsque la quantité d'eau dans le second récipient est tel

qu'indiqué dans la Figure 1(b) (Tam), lorsque le second récipient est vidé entièrement de la dite première matière, c'est-à-dire tel qu'indiqué dans la Figure 1(a) (Tae) et la température mesurée au niveau de l'eau présente dans le second récipient lorsque ce dernier est rempli à moitié (Tbm). On observe que la configuration avec un niveau d'eau nul (Tae) donne des variations de température à peu près 20 fois plus importante que si le niveau d'eau était maximum (Ta). Le gain énergétique est donc ici considérable.

On observe cependant, pour l'ensemble des configurations, un échauffement général au fil des jours. Afin d'améliorer le modèle et refroidir les organismes vivants (e.g. algues) en prévision du réchauffement du lendemain, on peut baisser le niveau d'eau et permettre aux algues d'atteindre des températures plus faibles. De cette manière, la variation de niveau d'eau permet de garder une température ne variant que très légèrement autour d'une température cible, dans certains cas sans apport calorifique nécessaire.

Si on fait le même type de simulation pour le cas de l'alternance jour/nuit en hiver (voir Figure 5), on observe que c'est bien la configuration avec le niveau d'eau maximum qui réagit le mieux. Cependant, la température tend à baissé fortement de jour en jour. Similairement au cas précédent, si l'on réduit le volume d'eau durant la journée, la température dans les aquariums peut être rehaussée, en prévision des nuits froides. Ceci permet d'atténué la baisse de température au cours du temps.

Dans certains cas, en fonction de la saison, un système autonome auquel il ne faut apporter aucunes calories n'est pas toujours possible, cependant, la présente invention permet un gain énergétique par rapport aux solutions de l'art antérieur. Dans certains modes de réalisations, un apport énergétique extérieur peut être gardé afin de s'assurer d'atteindre et de maintenir la température optimale. Une façon de faire pourrait être celle de chauffer ou refroidir ladite première matière à l'aide d'un échangeur thermique classique ou par un chauffage par le sol.

Revendications

1. Un appareil de culture d'un organisme vivant comprenant :
 - a) un premier récipient (1) pour contenir un organisme vivant,
 - b) un second récipient (2) contenant au moins partiellement le premier récipient (1) ou contenu au moins partiellement dans le premier récipient (1), ledit second récipient (2) étant approprié pour contenir une première matière (3) sans contact entre ladite première matière (3) et ledit organisme vivant, et
 - c) un moyen pour varier la quantité de ladite première matière (3) dans ledit second récipient (2) en fonction d'au moins un paramètre extérieur audit premier récipient (1).
2. L'appareil selon la revendication 1 dans lequel le premier récipient (1) est contenu au moins partiellement dans le second récipient (2), ledit second récipient (2) étant approprié pour que ladite première matière (3) puisse couvrir au moins partiellement les parois du dit premier récipient (1).
3. L'appareil selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel ledit premier récipient (1) est un photobioréacteur.
4. L'appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit au moins un paramètre extérieur est sélectionné dans la liste consistant en une ou plusieurs premières températures mesurées en dehors dudit premier récipient (1), une pression mesurée en dehors du premier récipient, une vitesse de vent mesurée en dehors du premier récipient, un paramètre temporel et un degré d'ensoleillement.
5. L'appareil selon la revendication 4, dans lequel lesdites une ou plusieurs premières températures sont sélectionnées parmi une température mesurée au niveau

de ladite première matière (3) et une température mesurée au niveau de l'air entourant ledit appareil.

6. L'appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le premier récipient (1) est transparent.

5 7. L'appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel ledit moyen pour varier la quantité de ladite première matière (3) dans ledit second récipient (2) est approprié pour que ladite variation se fasse en fonction d'au moins un paramètre extérieur audit premier récipient (1) et d'une seconde température mesurée au niveau dudit premier récipient (1).

10 8. L'appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel ledit moyen pour varier la quantité de ladite première matière (3) comprend un moyen pour vider et remplir ledit second récipient (2), un contrôleur et au moins un capteur pour détecter un signal permettant de déterminer un paramètre, le contrôleur pouvant communiquer avec le moyen pour vider et remplir et le capteur, le contrôleur
15 étant approprié pour piloter le dit moyen pour vider et remplir en fonction dudit paramètre.

9. L'appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant en outre un troisième récipient pour accueillir ou apporter la quantité de première matière (3) nécessaire afin d'occasionner ladite variation.

20 10. L'appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit second récipient (2) est au moins partiellement couvert d'un matériau transparent imperméable à ladite première matière (3) et/ou dans lequel ledit premier récipient (1) est au moins partiellement couvert d'un matériaux transparent imperméable à l'eau.

25 11. L'appareil selon la revendication 10, dans lequel ledit second récipient (2) est couvert d'un matériau formant une surface horizontale, la hauteur de ladite surface dans ledit second récipient (2) étant variable.

12. L'appareil selon la revendication 11, dans lequel ladite première matière (3) est un fluide et dans lequel ledit matériau flotte à la surface dudit fluide.

13. L'appareil selon la revendication 7 ou l'une quelconque des revendications 8 à 12 dépendantes de la revendication 7, dans lequel ledit moyen pour varier la
5 quantité de ladite première matière (3) est adapté pour que ledit second récipient (2) comprenne plus de ladite première matière (3) lorsque la température dudit premier récipient (1) est comprise entre une température cible et une température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil que lorsque la température mesurée au niveau dudit
10 premier récipient (1) n'est pas comprise entre ladite température cible et ladite température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil.

14. L'appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant en outre un échangeur thermique pour chauffer ladite première matière (3).

15. Une méthode pour réguler la température d'un premier récipient (1) contenant un organisme vivant, ledit premier récipient (1) étant au moins partiellement
15 contenu dans un second récipient (2) ou contenant au moins partiellement un second récipient (2), ledit second récipient (2) comprenant une première matière (3) sans contact entre ladite première matière (3) et ledit organisme vivant, ladite méthode comprenant une étape de variation de la quantité de ladite première matière (3) dans ledit second récipient (2).

20 16. La méthode selon la revendication 15, dans laquelle le premier récipient (1) est contenu au moins partiellement dans le second récipient (2), ledit second récipient (2) étant approprié pour que ladite première matière (3) puisse couvrir au moins partiellement les parois dudit premier récipient (1).

25 17. La méthode selon la revendication 15 ou la revendication 16, dans laquelle ladite première matière (3) est transparente.

18. La méthode selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, dans laquelle ladite première matière (3) est un liquide aqueux, préférentiellement de l'eau.

19. La méthode selon l'une quelconque des revendications 15 à 18 pour maintenir la température dudit premier récipient (1) entre une température maximale et une température minimale, la différence entre lesdites températures maximales et minimales étant d'au maximum 10°C, la température maximale ne dépassant pas 95°C
5 et la température minimale n'allant pas en dessous de -15°C.

20. La méthode selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, dans laquelle la quantité de ladite première matière (3) est variée de manière à ce qu'elle soit plus importante lorsque la température dudit premier récipient (1) est comprise entre une température cible et une température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil que
10 lorsque la température mesurée au niveau dudit premier récipient (1) n'est pas comprise entre ladite température cible et ladite température mesurée au niveau de l'air entourant l'appareil.

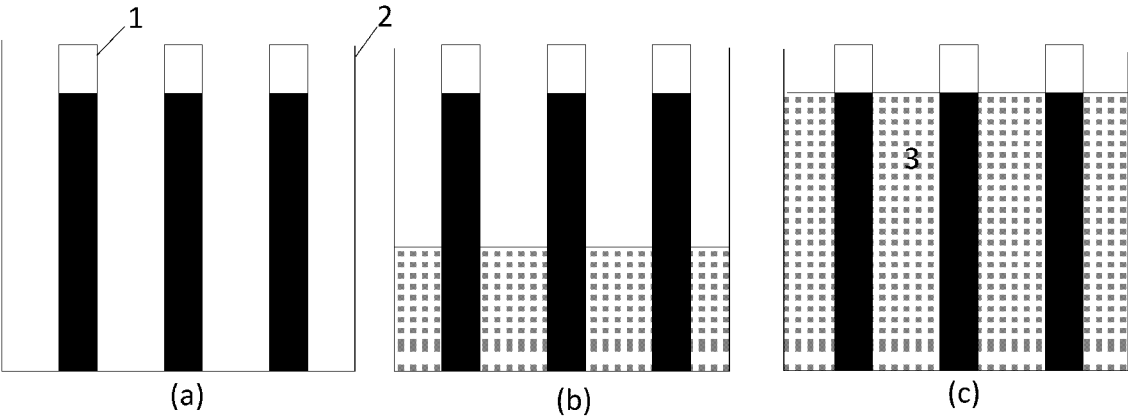


FIG. 1

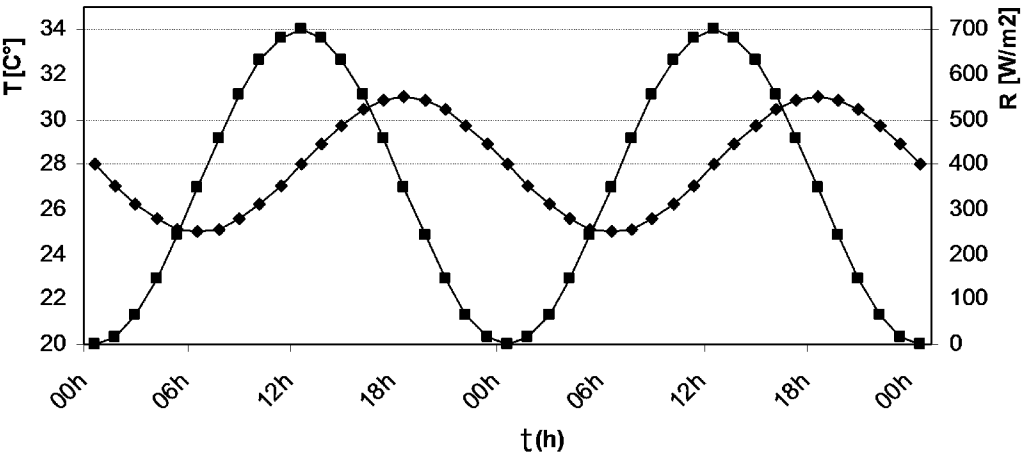
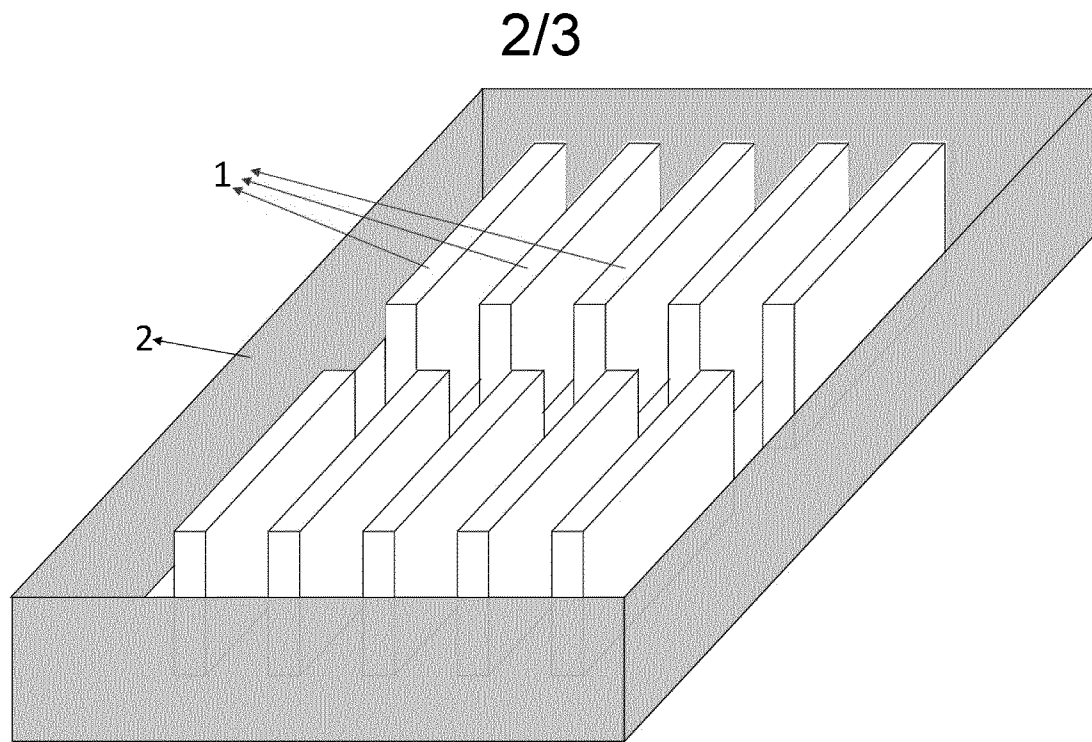
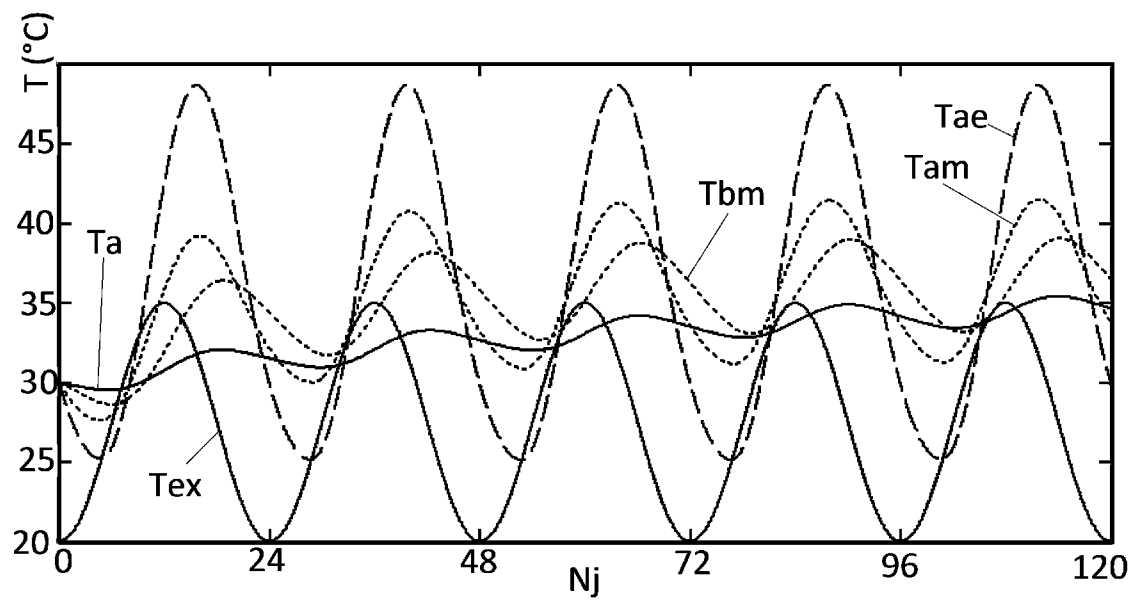
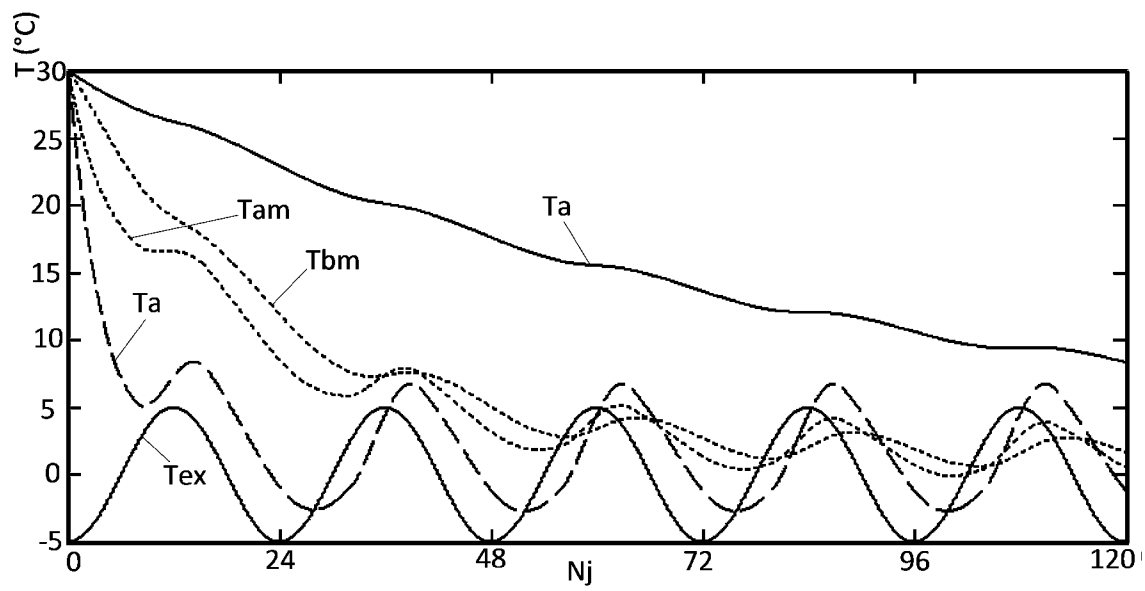


FIG. 2

**FIG. 3****FIG. 4**

3/3

**FIG. 5**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C12M1/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C12M A01G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/090549 A2 (ALGAE LTD; MEISER ANDREAS [DE]; VERHEIN MIGUEL [VE] AVESTON GRIFFORD L) 23 July 2009 (2009-07-23) cited in the application page 3, line 10 - page 6, line 21 -----	1-20
A	WO 2009/040383 A1 (PROVIRON HOLDING [BE]; MICHELIS MARK [BE]) 2 April 2009 (2009-04-02) cited in the application claim 1 -----	1-20
A	EP 0 310 522 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 5 April 1989 (1989-04-05) column 3, line 39 - line 60 ----- -/-	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 January 2012

Date of mailing of the international search report

07/02/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clement, Jean-Paul

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/072502

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/079724 A2 (SOLIX BIOFUELS INC [US]; UNIV COLORADO STATE RES FOUND [US]; WILLSON B) 3 July 2008 (2008-07-03) paragraph [0012] - paragraph [0055] -----	1-20
A	WO 2009/153790 A1 (EDELSON NAHSHON [IL]) 23 December 2009 (2009-12-23) claim 1 -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/072502

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009090549	A2	23-07-2009	
		AU 2009205386 A1	23-07-2009
		CN 101918529 A	15-12-2010
		EA 201070861 A1	28-02-2011
		EP 2242834 A2	27-10-2010
		JP 2011524736 A	08-09-2011
		KR 20110008007 A	25-01-2011
		US 2011124087 A1	26-05-2011
		WO 2009090549 A2	23-07-2009
WO 2009040383	A1	02-04-2009	
		AT 506429 T	15-05-2011
		BE 1017763 A5	02-06-2009
		CN 101868530 A	20-10-2010
		DK 2203546 T3	25-07-2011
		EP 2039753 A1	25-03-2009
		EP 2203546 A1	07-07-2010
		ES 2364891 T3	16-09-2011
		JP 2010539894 A	24-12-2010
		PT 2203546 E	15-07-2011
		US 2010285575 A1	11-11-2010
		WO 2009040383 A1	02-04-2009
EP 0310522	A1	05-04-1989	
		AU 2294788 A	27-04-1989
		DE 3888274 D1	14-04-1994
		DE 3888274 T2	29-09-1994
		EP 0310522 A1	05-04-1989
		FR 2621323 A1	07-04-1989
		IL 87832 A	29-03-1992
		JP 1108973 A	26-04-1989
		US 4868123 A	19-09-1989
WO 2008079724	A2	03-07-2008	
		AU 2007337093 A1	03-07-2008
		EP 2097506 A2	09-09-2009
		JP 2010514446 A	06-05-2010
		US 2008160591 A1	03-07-2008
		WO 2008079724 A2	03-07-2008
WO 2009153790	A1	23-12-2009	
		AU 2009261523 A1	23-12-2009
		US 2011129906 A1	02-06-2011
		WO 2009153790 A1	23-12-2009

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/072502

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C12M1/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C12M A01G		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2009/090549 A2 (ALGAE LTD; MEISER ANDREAS [DE]; VERHEIN MIGUEL [VE] AVESTON GRIFFORD L) 23 juillet 2009 (2009-07-23) cité dans la demande page 3, ligne 10 - page 6, ligne 21 -----	1-20
A	WO 2009/040383 A1 (PROVIRON HOLDING [BE]; MICHIELS MARK [BE]) 2 avril 2009 (2009-04-02) cité dans la demande revendication 1 -----	1-20
A	EP 0 310 522 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 5 avril 1989 (1989-04-05) colonne 3, ligne 39 - ligne 60 ----- -/--	1-20
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 5 janvier 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 07/02/2012
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Clement, Jean-Paul

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2008/079724 A2 (SOLIX BIOFUELS INC [US]; UNIV COLORADO STATE RES FOUND [US]; WILLSON B) 3 juillet 2008 (2008-07-03) alinéa [0012] - alinéa [0055] -----	1-20
A	WO 2009/153790 A1 (EDELSON NAHSHON [IL]) 23 décembre 2009 (2009-12-23) revendication 1 -----	1-20

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/072502

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2009090549	A2	23-07-2009	AU 2009205386 A1	23-07-2009
			CN 101918529 A	15-12-2010
			EA 201070861 A1	28-02-2011
			EP 2242834 A2	27-10-2010
			JP 2011524736 A	08-09-2011
			KR 20110008007 A	25-01-2011
			US 2011124087 A1	26-05-2011
			WO 2009090549 A2	23-07-2009

WO 2009040383	A1	02-04-2009	AT 506429 T	15-05-2011
			BE 1017763 A5	02-06-2009
			CN 101868530 A	20-10-2010
			DK 2203546 T3	25-07-2011
			EP 2039753 A1	25-03-2009
			EP 2203546 A1	07-07-2010
			ES 2364891 T3	16-09-2011
			JP 2010539894 A	24-12-2010
			PT 2203546 E	15-07-2011
			US 2010285575 A1	11-11-2010
			WO 2009040383 A1	02-04-2009

EP 0310522	A1	05-04-1989	AU 2294788 A	27-04-1989
			DE 3888274 D1	14-04-1994
			DE 3888274 T2	29-09-1994
			EP 0310522 A1	05-04-1989
			FR 2621323 A1	07-04-1989
			IL 87832 A	29-03-1992
			JP 1108973 A	26-04-1989
			US 4868123 A	19-09-1989

WO 2008079724	A2	03-07-2008	AU 2007337093 A1	03-07-2008
			EP 2097506 A2	09-09-2009
			JP 2010514446 A	06-05-2010
			US 2008160591 A1	03-07-2008
			WO 2008079724 A2	03-07-2008

WO 2009153790	A1	23-12-2009	AU 2009261523 A1	23-12-2009
			US 2011129906 A1	02-06-2011
			WO 2009153790 A1	23-12-2009
