

⑤④ CONTRÔLE ÉNERGÉTIQUE ET HYDROMÉTRIQUE DE SERRES HORTICOLES.

⑫② Date de dépôt : 24.03.23.

⑫③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : Les Industries Harnois Inc. Société
de droit Canadien — CA.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 27.09.24 Bulletin 24/39.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 06.06.25 Bulletin 25/23.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : HARNOIS Patrice et DUBÉ Yves.

⑦③ Titulaire(s) : Les Industries Harnois Inc. Société de
droit Canadien.

⑦④ Mandataire(s) : IP TRUST.



Description

Titre de l'invention : CONTRÔLE ENERGÉTIQUE ET HYDROMÉTRIQUE DE SERRES HORTICOLES

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne un système de contrôle de l'énergie et/ou de l'hydrométrie dans le domaine de la serriculture, en particulier pour les serres horticoles pour la production maraîchère.

ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0002] Les changements climatiques, la hausse moyenne des températures ainsi que les effets néfastes engendrés sont maintenant connus et reconnus par une vaste majorité de civils et reconnus parmi la communauté scientifique. Il est reconnu que la hausse des températures s'accompagne avec des pointes de chaleur extrême. Il est reconnu que l'énergie additionnelle accumulée dans notre atmosphère pompe beaucoup plus d'humidité au sein de nos océans et lacs, cette humidité se transforme de façon occasionnelle en phénomènes violents mais, de façon générale, le taux d'humidité est en hausse dans plusieurs régions du globe. Il est reconnu que les changements climatiques sont en bonne partie liés aux activités humaines et à sa grande propension à utiliser de l'énergie fossile, laquelle énergie est la source principale des émanations de GES, notamment du dioxyde de carbone (CO₂).

[0003] Il est reconnu également que les activités agricoles sont grandement reliées au climat. Tout changement entraîne de nouveaux défis et parfois des contraintes insurmontables. Il va de soi que l'agriculture plein champ est davantage frappée par ces changements. Cependant, les productions sous protection (serres ou autres) sont également touchées et la tendance actuelle du climat fait en sorte que de nouvelles technologies seront requises. La hausse des températures extérieures a un impact direct sur la température intérieure des serres. La hausse du taux d'humidité extérieur a aussi un effet direct sur le climat intérieur de la serre, et sur le niveau de production des plantes. Un trop haut taux d'humidité peut empêcher les plantes de respirer, diminuer l'efficacité de la photosynthèse et favoriser le développement de maladies, de champignons, etc.

[0004] Puisque le CO₂ est un élément essentiel aux plantes, il est reconnu que le seul point positif (probable) des changements climatiques est la hausse de concentration de CO₂ laquelle favorise une croissance accélérée des plantes. Mais comment faire pour en tirer parti et comment faire pour en consommer plus que l'on en génère ?

[0005] Paradoxalement, Il est reconnu qu'une serre a régulièrement besoin d'un système de chauffage afin de maintenir la température à un niveau optimum et afin d'éviter le point de rosée. Dans le contexte actuel, le chauffage est souvent relié à la

consommation d'énergie fossile donc de CO₂. La présente invention s'attaque à ce problème en minimisant l'apport d'énergie fossile.

[0006] Depuis plus de 50 ans, la serriculture utilise des moyens de ventilation simples et naturels, et ce, sous différentes formes, différents types d'ouvrants et différents mécanismes. Dans le contexte actuel et futur, les serres traditionnelles munies de ventilation naturelle trouveront rapidement leur point limite et deviendront de moins en moins efficaces.

[0007] Les fabricants de serres et les producteurs qui les utilisent font donc face à un défi de taille. Comment produire des fruits et des légumes de façon continue dans un contexte de changements climatiques évidents. Comment produire de façon efficace, comment contribuer au ralentissement de la hausse des températures, comment réduire l'empreinte carbone, comment réduire l'utilisation d'énergie fossile, comment fabriquer concevoir des serres offrant le climat requis aux plantes. Des questions pertinentes demandant une action, des solutions et menant à l'invention ici présente.

[0008] Puisque la réfrigération (contrôle de la température interne) via des moyens naturels est de moins en moins appropriée ou insuffisante, il faut donc se tourner vers des moyens mécanisés. Moyens mécanisés égalent énergie, égalent augmentation des CO₂, et assurément augmentation des coûts de production. Le défi est donc de réinventer la serre typique, ainsi que ses composantes, afin d'atteindre le meilleur environnement de croissance sans ajouter aux problèmes climatiques déjà en cours.

[0009] Le premier élément à considérer est la hauteur de dégagement interne des serres. De façon naturelle, l'air ambiant va s'élever tout en gagnant en température. Une partie de surplus d'énergie s'accumule au faîte de la serre et peut être gérée à ce niveau. Une hauteur au faîtage de 9m procurera un gradient de 10 °C entre le sol et le faîtage de la serre. Une hauteur et un volume accrus doivent être considérés au moment de la conception d'une serre moderne.

[0010] Lorsque les températures augmentent (intérieur et extérieur), il est très probable d'arriver à un point où l'enthalpie (énergie interne) de l'air extérieur est supérieure à l'enthalpie de l'air interne. Rendu à ce point, les mécanismes de refroidissement naturel ne fonctionnent plus et il faut définitivement passer à des moyens mécanisés. Les systèmes classiques de refroidissement sont constitués de brumisateurs ou de panneaux d'évaporation localisés sur un mur de la serre ou dans une chambre de mélange. L'air passant à travers ces panneaux baisse en température mais son humidité relative augmente beaucoup. Dans un contexte où l'air extérieur est de plus en plus chaud et humide, ce genre de système purement adiabatique devient rapidement inopérant.

[0011] La première alternative au refroidissement adiabatique direct est l'utilisation d'unités réfrigérantes. Quoique fonctionnelles lorsque bien conçues, ces unités sont très

énergivores.

- [0012] Une deuxième alternative est celle de l'utilisation de pompes à chaleur, connues aussi sous le nom de thermopompes, avec ou sans accumulateur d'énergie. Cette solution est intéressante mais sous sa forme et utilisation actuelle, cette solution est incomplète et contribue peu à la baisse du niveau de CO₂. De plus, les pompes à chaleur peuvent être encore énergivores si elles sont mal utilisées ou si les paramètres d'utilisation des pompes à chaleur ne sont pas optimisés.

OBJET DE L'INVENTION

- [0013] La présente invention propose une solution visant à remédier aux problèmes énoncés. L'invention porte sur un système et une méthode de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole
- [0014] La présente invention propose un agencement parfait et complémentaires des diverses sources d'énergie tout en les optimisant. La diminution de l'utilisation de l'énergie fossile est réduite de façon significative rendant ainsi possible l'atteinte de la carboneutralité et ce, peu importe la saison et/ou le climat, et le CO₂ extérieur devient une source d'engrais utilisable et gérable. De fait, l'invention optimise l'utilisation des pompes à chaleur et autres sources d'énergie.
- [0015] Le refroidissement de la serre peut s'effectuer en 2 phases. La 1ère phase de refroidissement est une phase de réfrigération mécanique tandis que la 2ème optionnelle est une phase de refroidissement adiabatique via des brumisateurs. Il est reconnu que le refroidissement adiabatique est peu énergivore mais limité. Lorsque qu'appuyer par une source mécanisée le procédé global devient très efficace. Il est à noter que les brumisateurs sont situés dans l'enceinte de la serre, alors la serre au complet devient comme une grande chambre de mélange où chaque changement de phase ou de caractéristiques de l'air s'effectue au bon endroit.
- [0016] L'invention ici présente permet de diminuer drastiquement les besoins en énergie fossile sans toutefois le bannir. L'invention repose davantage sur l'optimisation des ressources, sur sa gestion et sur les transferts d'énergie entre les piles (accumulateurs), lesquels transferts se font à faible coût et au gré des cycles nocturnes et diurnes.
- [0017] Le procédé selon l'invention a pour vocation d'être mis en œuvre par un ordinateur, par l'intermédiaire d'un programme d'ordinateur constitué d'instructions adaptées pour mettre en œuvre au moins chacune des étapes de ce procédé.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

- [0018] Selon un premier aspect, l'invention concerne un système de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole, caractérisé en ce qu'il comprend :
- [0019] un premier réservoir conçu pour contenir un premier fluide préalablement chauffé à une première température T_e comprise entre environ 45 et 90 °C à l'aide:

- [0020] d'une ou plusieurs chaudières;
- [0021] d'un échange thermique avec une boucle de distribution d'un deuxième fluide préalablement chauffé à une deuxième température à l'aide d'une ou plusieurs pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire de la chaleur; ou
- [0022] de l'action combinée de ou des chaudières et de l'échange thermique avec la boucle de distribution;
- [0023] la ou les chaudières et la boucle de distribution faisant parties du système de contrôle, et le premier réservoir étant reliées fluidiquement à un ensemble de tuyaux de chauffe installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de la serre; et
- [0024] un autre réservoir conçu pour contenir un troisième fluide préalablement refroidi à une température comprise entre environ 2 et 10 °C à l'aide de la ou des pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire du froid;
- [0025] la boucle de distribution et l'autre réservoir étant reliés fluidiquement à un ensemble de radiateurs installés dans la serre pour chauffer ou refroidir l'intérieur de la serre.
- [0026] Selon ce premier aspect, l'invention concerne aussi une méthode de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole mettant en œuvre le système tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'elle comprend les étapes suivantes:
 - a. on mesure la température extérieure de la serre (T_{ext});
 - b. i) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est inférieure à une température seuil (par exemple : $T_{ext} \leq 10$ °C), on chauffe l'intérieur de la serre via les tuyaux de chauffe alimentés par le premier fluide;
 - [0027] ii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est supérieure la température seuil (par exemple $T_{ext} > 10$ °C), on chauffe l'intérieur de la serre via l'ensemble de radiateurs alimentés par le second fluide; ou
 - [0028] iii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est égale ou supérieure à une température utile de la serre, on refroidi l'intérieur de la serre à l'aide dudit ensemble de radiateurs alimentée par le troisième fluide.
- [0029] Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de l'invention selon ce premier aspect, prises seules ou selon toute combinaison techniquement réalisable :
- [0030] Le système est caractérisé en ce que la boucle de distribution est configurée pour chauffer le deuxième fluide à la température T_e quand la température extérieure à la serre est suffisamment haute pour n'utiliser que la ou des pompes à chaleur pour chauffer le premier fluide dans le premier réservoir et le second fluide de la boucle de distribution.
- [0031] Le système est caractérisé en ce qu'il comprend en outre un second réservoir conçu pour contenir le deuxième fluide préalablement chauffé à l'aide de la ou des pompes à chaleur, ledit échange thermique se faisant alors entre le premier et le second réservoir, le second réservoir étant relié fluidiquement à l'ensemble de radiateurs installés dans la

serre pour chauffer l'intérieur de la serre.

[0032] Selon un second aspect, l'invention concerne un système de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole, caractérisé en ce qu'il comprend :

[0033] une première pile énergétique à température élevée comprenant un premier réservoir conçu pour contenir un premier volume d'un premier fluide préalablement chauffé à une première température d'au moins 60 °C à l'aide de une ou plusieurs chaudières, la première pile étant reliée fluidiquement à un ensemble de tuyaux de chauffe installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de la serre;

[0034] une deuxième pile énergétique à température moyenne comprenant un deuxième réservoir conçu pour contenir un deuxième volume d'un second fluide préalablement chauffé à une deuxième température comprise entre environ 40 et 60 °C à l'aide d'une ou plusieurs pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire de la chaleur, la deuxième pile étant reliée fluidiquement à un ensemble de radiateurs installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de la serre;

[0035] une troisième pile énergétique à température basse comprenant un troisième réservoir conçu pour contenir un troisième volume dudit second fluide préalablement refroidi à une troisième température comprise entre environ 2 et 10 °C à l'aide de la ou des pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire du froid, la troisième pile étant reliée fluidiquement audit ensemble de radiateurs installés dans la serre pour refroidir l'intérieur de la serre;

[0036] et en ce que :

[0037] les première et deuxième piles énergétiques sont reliées thermiquement entre elles pour permettre un échange de chaleur de la première vers la deuxième pile quand la température extérieure est trop basse pour utiliser la ou des pompes à chaleur pour chauffer le second fluide de la deuxième pile énergétique.

[0038] L'invention concerne aussi une méthode de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole mettant en œuvre le système tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'elle comprend les étapes suivantes:

- a. on mesure la température extérieure de la serre (T_{ext});
- b. i) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est inférieure à un seuil minimal de fonctionnement des pompes à chaleur (par exemple : $T_{ext} \leq 10^{\circ}\text{C}$), on chauffe l'intérieur de la serre via les tuyaux de chauffe alimentés par la première pile énergétique à température élevée;

[0039] ii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est comprise dans une plage optimale de fonctionnement des pompes à chaleur (par exemple entre -10 °C et + 10 °C), on chauffe l'intérieur de la serre via l'ensemble de radiateurs alimentés par la deuxième pile énergétique à température moyenne; ou

[0040] iii) quand la température extérieure mesurée est égale ou supérieure à une tem-

pérature utile de la serre, on refroidi l'intérieur de la serre à l'aide dudit ensemble de radiateurs alimentée par la troisième pile énergétique à température basse; et

[0041] la méthode étant également caractérisée en ce que, lorsque la température extérieure approche le seuil minimal de fonctionnement des pompes à chaleur, la méthode comprend :

- a. une étape lors de laquelle on effectue un échange de chaleur de la première pile vers la deuxième pile énergétique pour chauffer le second fluide de la deuxième pile énergétique.

[0042] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions adaptées à la mise en œuvre de chacune des étapes des méthodes décrites ci-dessus, lorsque le programme est exécuté sur un ordinateur.

[0043] Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de l'invention selon le premier ou le second aspect de celle-ci, prises seules ou selon toute combinaison techniquement réalisable :

[0044] le système est caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens mécanisés et contrôlables d'adduction d'air provenant de l'extérieur de la serre pour injecter l'air au niveau du sol de la serre, au niveau du faîte de la serre, ou au deux niveaux afin de contrôler l'hydrométrie de la serre.

[0045] Le système est caractérisé en ce que le premier fluide comprend de l'eau et le second fluide comprend un fluide de transport d'énergie à haute efficacité tel que du glycol, une huile ou de la vapeur.

[0046] Le système est caractérisé en ce que la première pile est aussi reliée fluidiquement à un ensemble de moyens, tels que des tuyaux, installés à l'extérieur de la serre pour faire fondre la glace et/ou la neige présentes à proximité de la serre.

[0047] Le système est caractérisé en ce que :

[0048] la ou les chaudières sont alimentée par des énergies fossiles, électriques, géothermiques, ou un mélange de ces énergies; et

[0049] la ou les pompes thermiques sont alimentées en électricité produite par des énergies alternatives telles que l'énergie hydraulique, éolienne, solaire, géothermique, du biocarburant, ou un mélange de ces énergies.

[0050] Le système est caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens adiabatiques et contrôlables de refroidissement de la serre installés dans la serre, tels que des brumisateurs, afin de contrôler l'hydrométrie de la serre.

[0051] Le système est caractérisé en ce qu'il comprend en outre une station hydrologique comprenant au moins une première sonde de mesure de la température à l'intérieur de la serre, au moins une deuxième sonde de mesure de la température à l'extérieur de la serre et au moins une sonde de mesure du taux d'humidité à l'intérieur de la serre.

[0052] Le système est caractérisé en ce le fonctionnement de la station hydrologique et de

ses sondes, de la ou des chaudières, de la ou des pompes thermiques, des moyens mécanisés et contrôlables d'adduction d'air frais, et/ou le transfert de chaleur est programmable et contrôlable par un ordinateur ou un appareil intelligent muni d'un logiciel informatique et relié aux différents éléments de contrôle de la serre via un réseau filaire ou non filaire tel que le WiFi ou Bluetooth.

- [0053] La méthode est caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une étape lors de laquelle on injecte de l'air provenant de l'extérieur de la serre au niveau du sol de la serre, au niveau du faîte de la serre, ou au deux niveaux afin de contrôler l'hydrométrie de la serre.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

- [0054] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée de l'invention qui va suivre en référence aux figures annexées sur lesquelles :
- [0055] [Fig.1] La [Fig.1] présente un premier diagramme général illustrant des modes préférentiels de l'invention ;
- [0056] [Fig.2] La [Fig.2] présente un schéma d'une serre vue de face illustrant des modes préférentiels de l'invention ;
- [0057] [Fig.3] La [Fig.3] présente un schéma d'une serre vue de côté illustrant des modes préférentiels de l'invention ; et
- [0058] [Fig.4] La [Fig.4] présente un second diagramme général illustrant des modes préférentiels de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0059] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un système (1) de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole, tel qu'illustré sur la [Fig.4]. Préférentiellement, ce système est adapté pour une utilisation des serres dans régions au climat tempéré ou chaud.
- [0060] Le système (1) comprend un premier réservoir (110) conçu pour contenir un premier fluide (F1) préalablement chauffé à une première température T_e comprise entre environ 45 et 90 °C. Le premier fluide (F1) est chauffé soit à l'aide d'une ou plusieurs chaudières (120), de préférence, la ou les chaudières (120) sont alimentées par des énergies fossiles, tel que du gaz, électriques, de l'énergie issue de la biomasse, de l'énergie issue de la géothermique, ou un mélange de ces énergies ; soit à l'aide d'un échange thermique (160) avec une boucle de distribution (208) d'un deuxième fluide (F2) préalablement chauffé à une deuxième température à l'aide d'une ou plusieurs pompes à chaleur (220) alimentées à l'électricité et programmées pour produire de la chaleur. Le fluide (F1) peut aussi être chauffé par l'action combinée de ou des chaudières (120) et de l'échange thermique (160) avec la boucle de distribution (208). La premier réservoir (110) est relié fluidiquement à un ensemble de tuyaux de chauffe

(130) installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de celle-ci. Par exemple, de l'eau à environ 60 °C circule dans les tuyaux de chauffe (130). Le système (1) comprend aussi une autre réserveoir (310) conçu pour contenir un troisième fluide (F3) préalablement refroidi à une température comprise entre environ 2 et 10 °C à l'aide de la ou des pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire du froid. La boucle de distribution (208) et l'autre réserveoir (310) étant reliés fluidiquement à un ensemble de radiateurs installés dans la serre pour chauffer ou refroidir l'intérieur de la serre.

- [0061] Selon ce premier aspect, l'invention concerne aussi une méthode de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole mettant en œuvre le système (1) tel que décrit ci-dessus. La méthode est caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes suivantes:
- a. on mesure la température extérieure de la serre (T_{ext});
 - b. i) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est inférieure à une température seuil (par exemple : $T_{ext} \leq 10$ °C), on chauffe l'intérieur de la serre via les tuyaux de chauffe alimentés par le premier fluide;
- [0062] ii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est supérieure la température seuil (par exemple $T_{ext} > 10$ °C), on chauffe l'intérieur de la serre via l'ensemble de radiateurs alimentés par le second fluide; ou
- [0063] iii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est égale ou supérieure à une température utile de la serre, on refroidi l'intérieur de la serre à l'aide dudit ensemble de radiateurs (230) alimentée par le troisième fluide (F3).
- [0064] Selon un mode préférentiel, le système (1) est caractérisé en ce que la boucle de distribution (208) est configurée pour chauffer le deuxième fluide (F2) à la deuxième température à la température T_e quand la température extérieure à la serre est suffisamment haute pour n'utiliser que la ou des pompes à chaleur pour chauffer le premier fluide dans le premier réserveoir et le second fluide de la boucle de distribution.
- [0065] Selon un mode préférentiel, le système (1) peut comprendre en outre un second réserveoir (210) conçu pour contenir le deuxième fluide préalablement chauffé à l'aide de la ou des pompes à chaleur (220), ledit échange thermique se faisant alors entre le premier et le second réserveoir. Ce mode préférentiel sera décrit plus en détail dans la description qui suit du second aspect de l'invention illustré notamment sur la [Fig.1].
- [0066] Ce premier aspect de l'invention présente les particularités suivantes.
- Il convient principalement aux régions ayant une demande en chauffage minimale (incluant le sud des États-Unis ou des pays comme le Mexique), mais sans s'y limiter.
 - La source de froid provient de la boucle de distribution, de préférence avec comme second fluide du glycol, laquelle est accouplée aux pompes à chaleur

ou autres sources réfrigérante. Dans certaines régions au climat chaud, le glycol pourra être remplacé par de l'eau.

- La source de chaleur provient de la chaudière et/ou de la boucle de distribution (ex. au glycol). Là encore, dans certaines régions au climat chaud, le glycol pourra être remplacé par de l'eau.
- De plus, dans certains cas, la chaudière sera non requise, ou seulement pour fin de sécurité ou pour générer du CO₂ (voir détails ci-après à ce sujet).
- Les boucles de distribution d'eaux chaudes peuvent toutes fonctionner dans une plage normale soit entre environ 45 °C et 90 °C sans y être limitée et de façon indépendante.
- Le lien énergétique entre la boucle de distribution et le premier réservoir est bidirectionnel, mais sans s'y contraindre.
- Les plages d'utilisations des différents systèmes sont modifiées et sont plus aléatoires car dans les régions chaudes le besoin en déshumidification peut avoir préséance sur tout le reste.

[0067] Selon un second aspect, la présente invention concerne un système (1) de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole, tel qu'illustré sur la [Fig.1]. Ce second aspect du système selon la présente invention peut être utilisé sous n'importe quel climat, en particulier des climats tempérés, continentaux ou nordiques plus froids.

[0068] Le système (1) comprend une première pile énergétique (100) à température élevée comprenant un premier réservoir (110) conçu pour contenir un premier volume (ex. 3000 m³) d'un premier fluide (F1), tel que de l'eau, préalablement chauffé à une première température d'au moins 60 °C, de préférence entre 60 et 90 °C. Le premier fluide (ex. eau) est chauffé à l'aide d'une ou plusieurs chaudières (120). De préférence, la ou les chaudières (120) sont alimentées par des énergies fossiles, tel que du gaz, électriques, de l'énergie issue de la biomasse, de l'énergie issue de la géothermique, ou un mélange de ces énergies. La première pile (100), en particulier son réservoir (110), est reliée fluidiquement à un ensemble de tuyaux de chauffe (130) installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de celle-ci. Par exemple, de l'eau à environ 60 °C circule dans les tuyaux de chauffe (130). Selon un mode préférentiel, la première pile (100) est aussi reliée fluidiquement à un ensemble de moyens, tels que des tuyaux (140), conçus pour être installés à l'extérieur de la serre pour faire fondre la glace et/ou la neige présentes à proximité de celle-ci. Par exemple, de l'eau à environ 90 °C circule dans les tuyaux (140). Les tuyaux (140) peuvent être en fonte, en acier (avec ou sans ailettes), ou tout autre matériaux conducteurs de chaleur appropriés.

[0069] Tel qu'illustrée sur la [Fig.1] ou 4, le dioxyde de carbone - CO₂ - (150) produit par la combustion d'énergie fossile dans les chaudières (120) peut être capté et réutilisé, au moins en partie et selon sa qualité, pour alimenter les plantes de la serre qui ab-

sorberont ce CO₂, diminuant ainsi la production de gaz à effet de serre (GES).

- [0070] Le système (1) comprend aussi une deuxième pile énergétique (200) à température moyenne comprenant un deuxième réservoir (210) conçu pour contenir un deuxième volume (ex. 2000 m³) d'un second fluide (F2) préalablement chauffé à une deuxième température comprise entre environ 40 et 60 °C, de préférence environ 45 °C. De préférence, le second fluide (F2) comprend un fluide de transport d'énergie à haute efficacité, tel que par exemple du glycol, une huile ou de la vapeur.
- [0071] Le second fluide (F2) alimentant la deuxième pile (200) est chauffé à l'aide d'une ou plusieurs pompes à chaleur (220) fonctionnant à l'électricité et programmées pour produire de la chaleur. Une pompe à chaleur (PAC), aussi appelée thermopompe en français canadien, est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un milieu à basse température (source froide) vers un milieu à haute température (source chaude). Ce dispositif permet donc d'inverser le sens naturel du transfert spontané de l'énergie thermique. Selon le sens de fonctionnement du dispositif de pompage, une pompe à chaleur peut être considérée comme un système de chauffage, si l'on souhaite augmenter la température de la source chaude, ou de réfrigération, si l'on souhaite abaisser la température de la source froide. Pour la production de froid, le procédé est à la base de la quasi-totalité des climatiseurs et réfrigérateurs. Pour la production de chaleur, le procédé diffère du chauffage classique, dans lequel un corps est chauffé (par effet Joule, par combustion, ou par tout autre procédé).
- [0072] Selon un mode préférentiel, les pompes à chaleur utilisées sont des pompes de types air-eau ou eau-eau.
- [0073] Selon un mode préféré de l'invention, le nombre utile de pompes à chaleur sera déterminé en fonction de différents paramètres structurels, tel que par exemple le volume de la serre, et du climat. De plus, de préférence, les pompes thermiques (220) peuvent être alimentées en électricité produite par des énergies alternatives (270) telles que l'énergie hydraulique, éolienne, solaire, géothermique, du biocarburant, de la biomasse ou un mélange de ces énergies. Là encore, l'utilisation d'énergie non-fossiles est possible par le fait que la quantité d'électricité nécessaire au fonctionnement des pompes à chaleur et le chauffage du second fluide entre environ 40 et 60 °C est inférieure à la quantité d'énergie nécessaire pour alimenter les chaudières (120) alimentant la première pile et produire un premier fluide à haute température.
- [0074] La deuxième pile et son réservoir (210) sont reliés fluidiquement via un premier réseau fluide (240) à un ensemble de radiateurs (230) installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de celle-ci.
- [0075] De façon préférentielle, les réservoirs des piles chaudes (110, 210) sont installés à l'extérieurs de la serre ou des serres. En effet, les piles chaudes peuvent être conçues pour alimenter en chaleur une ou plusieurs serres.

- [0076] Le système (1) comprend également une troisième pile énergétique (300) à température basse comprenant un troisième réservoir (310) conçu pour contenir un troisième volume (e. 500 m³) dudit second fluide (F2) préalablement refroidi à une troisième température comprise entre environ 2 et 10 °C à l'aide de la ou des pompes à chaleur décrites ci-dessus. Dans ce cas, les pompes sont programmées pour produire du froid. La troisième pile et son réservoir (310) sont reliés fluidiquement aux mêmes radiateurs décrits ci-dessus, via un second réseau fluidique (340), à la fois pour refroidir ou contrôler la température de la serre, mais aussi pour déshumidifier la serre.
- [0077] Selon la présente invention, les première et deuxième piles énergétiques (200, 300) sont reliées thermiquement entre elles pour permettre un échange ou transfert de chaleur (160) de la première vers la deuxième pile, et ce quand la température extérieure est trop basse pour utiliser la ou des pompes à chaleur (220) pour chauffer le second fluide (F2) de la deuxième pile énergétique (200). Ceci représente un avantage de la présente invention, en particulier dans les régions du monde, comme la Canada ou le nord de l'Europe, où les températures en hivers peuvent descendre bien en dessous de -10 °C. Selon un mode préférentiel, ce transfert de chaleur peut être réalisé avec un échangeur de chaleur, par exemple de puissance de 2MW.
- [0078] Selon un mode préférentiel, un transfert de chaleur peut être réalisé, au rythme des cycles diurnes et nocturnes, de la pile à basse température (300) vers la pile à moyenne température (200) pour maintenir la température du second fluide de la pile à moyenne température en utilisant la chaleur extraite de la pile froide (300). Par exemple, une pompe à chaleur de type eau-eau peut être utilisée. Une pompe à chaleur eau-eau permet en effet un transfert d'énergie entre la pile 3 °C et 45 °C, et ce à un énergétique très bas.
- [0079] Le système (1) comprend également des moyens mécanisés et contrôlables d'adduction d'air frais (400) provenant de l'extérieur de la serre pour injecter de l'air au niveau du sol de la serre (410), au niveau du faite de la serre (420), ou au deux niveaux afin de contrôler l'hydrométrie de la serre. Ces moyens seront décrits plus en détails ci-après en référence aux Figures 2 et 3.
- [0080] Selon un mode préférentiel de l'invention, le système (1) comprend également des moyens adiabatiques et contrôlables de refroidissement (500) de la serre installés dans la serre, tels que des brumisateurs, afin de contrôler l'hydrométrie de la serre. Là encore, ces moyens seront décrits plus en détails ci-après en référence aux Figures 2 et 3.
- [0081] Selon un mode préférentiel de l'invention illustré sur la [Fig.1], le système (1) comprend également une station hydrologique (600) comprenant au moins une première sonde de mesure de la température (610) à l'intérieur de la serre, au moins une deuxième sonde de mesure de la température (620) à l'extérieur de la serre et au

moins une sonde de mesure du taux d'humidité à l'intérieur de la serre (630).

[0082] Selon un mode préférentiel de l'invention, le fonctionnement de la station hydrologique (600) et de ses sondes, de la ou des chaudières (120), de la ou des pompes thermiques (220), des moyens mécanisés et contrôlables d'adduction d'air frais (400), et/ou le transfert de chaleur (160) entre la première et la deuxième pile énergétique est programmable et contrôlable par un ordinateur ou un appareil intelligent muni d'un logiciel informatique et relié aux différents éléments de contrôle de la serre via un réseau filaire ou non filaire tel que le WiFi ou Bluetooth.

[0083] Selon le deuxième aspect, la présente invention concerne aussi une méthode de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole, mettant en œuvre le système tel que décrit dans la présente demande et dans laquelle les points de consignes doivent être adaptés aux climats et technologies utilisées sans s'en limiter. La méthode comprend les étapes suivantes:

[0084] a) on mesure la température extérieure T_{ext} de la serre, par exemple avec la sonde extérieure (620);

[0085] b) i) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est inférieure à un seuil minimal de fonctionnement des pompes à chaleur (par exemple : $T_{ext} \leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), on chauffe l'intérieur de la serre via les tuyaux de chauffe alimentés par la première pile énergétique à température élevée;

[0086] ii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est comprise dans une plage optimale de fonctionnement des pompes à chaleur (par exemple entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$), on chauffe l'intérieur de la serre via l'ensemble de radiateurs alimentés par la deuxième pile énergétique à température moyenne; ou

[0087] iii) quand la température quand la température extérieure mesurée est égale ou supérieure à une température utile de la serre, on refroidit l'intérieur de la serre à l'aide dudit ensemble de radiateurs alimentée par la troisième pile énergétique à température basse; et

[0088] lorsque la température extérieure T_{ext} mesurée approche le seuil minimal de fonctionnement adéquat de la ou des pompes à chaleur, la méthode comprend alors :

[0089] d) une étape lors de laquelle on effectue un échange de chaleur de la première vers la deuxième pile énergétique pour chauffer le second fluide de la deuxième pile énergétique.

[0090] Le seuil minimal et la plage minimale de fonctionnement de la ou des pompes à chaleurs dépendent notamment de la puissance des pompes à chaleurs et de la technologie. Ces paramètres de fonctionnement peuvent donc évoluer dans le temps et ne seraient être un élément limitant de la présente invention. A ce jour, une température minimale seuil de fonctionnement se situe autour d'environ $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

[0091] Selon un mode préférentiel, la méthode peut comprendre aussi une étape lors de

laquelle on injecte de l'air provenant de l'extérieur de la serre au niveau du sol de la serre, au niveau du faîte de la serre, ou au deux niveaux afin de contrôler l'hydrométrie de la serre.

- [0092] Selon un mode préférentiel, la méthode peut comprendre aussi une étape lors de laquelle on réalise un transfert de chaleur, au rythme des cycles diurnes et nocturnes, de la pile à basse température (300) vers la pile à moyenne température (200) pour maintenir la température du second fluide de la pile à moyenne température en utilisant la chaleur extraite de la pile froide (300). Par exemple, tel que mentionné ci-dessus, on peut utiliser pour cet échange de chaleur une pompe à chaleur de type eau-eau peut être utilisée.
- [0093] Selon un autre aspect, la présente invention concerne une méthode de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole qui comprend les étapes suivantes:
- [0094] a) on mesure la température extérieure de la serre, par exemple avec la sonde extérieure (620);
- [0095] b) i) quand la température extérieure mesurée est inférieure à environ -10°C , on chauffe l'intérieur de la serre à l'aide d'un ensemble de tuyaux de chauffe (130) installés dans la serre et alimentés par un premier fluide (F1) provenant d'une première pile énergétique à température élevée (100) comprenant un premier réservoir (110) conçu pour contenir un premier volume du premier fluide (F1) préalablement chauffé à une première température d'au moins 60°C à l'aide de une ou plusieurs chaudières (120);
- [0096] ii) quand la température extérieure mesurée est comprises entre environ -10°C et $+10^{\circ}\text{C}$, on chauffer l'intérieur de la serre à l'aide d'un ensemble de radiateurs (230) installés dans la serre et alimentés par un second fluide (F2) provenant d'une deuxième pile énergétique à température moyenne (200) comprenant un deuxième réservoir (210) conçu pour contenir un deuxième volume du second fluide (F2) préalablement chauffé à une deuxième température comprise entre environ 40 et 60°C , à l'aide d'une ou plusieurs pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire de la chaleur; ou
- [0097] iii) quand la température extérieure mesurée est égale ou supérieure à $+10^{\circ}\text{C}$, on refroidi l'intérieur de la serre à l'aide dudit ensemble de radiateurs (230) installés dans la serre et alimentée par le second fluide (F2) provenant d'une troisième pile énergétique à température basse (300) comprenant un troisième réservoir (310) conçu pour contenir un troisième volume du second fluide (F2) préalablement refroidi à une troisième température comprise entre environ 2 et 10°C à l'aide de la ou des pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire du froid; et
- [0098] c) on injecte de l'air provenant de l'extérieur de la serre au niveau du sol de la serre (410), au niveau du faîte de la serre (420), ou au deux niveaux afin de contrôler

l'hydrométrie de la serre.

- [0099] Lorsque la température extérieure approche une température limite de fonctionnement adéquat de la ou des pompes à chaleur, la méthode comprend :
- [0100] d) une étape lors de laquelle on effectue un échange de chaleur de la première vers la deuxième pile énergétique pour chauffer le second fluide de la deuxième pile énergétique.
- [0101] Selon un mode préférentiel, la méthode comprend en outre une étape lors de laquelle on fait fondre la glace et/ou la neige présentes à proximité de la serre via un ensemble de moyens, tels que des tuyaux (140), installés à l'extérieur de la serre reliée fluidiquement à la première pile (100). Tel que déjà mentionné, ces tuyaux (140) peuvent être en fonte, en acier (avec ou sans ailettes), ou tout autre matériaux conducteurs appropriés.
- [0102] Selon un mode préférentiel, la méthode comprend en outre une étape lors de laquelle on contrôle l'hydrométrie de la serre via des moyens adiabatiques et contrôlables de refroidissement de la serre installés dans la serre, tels que des brumisateurs (500).
- [0103] Selon un mode préférentiel, la méthode comprend en outre une étape lors de laquelle on mesure la température à l'intérieur de la serre, la température à l'extérieur de la serre et le taux d'humidité à l'intérieur de la serre. Tel que mentionné ci-dessus, ces mesures sont préférentiellement effectuées à l'aide de sondes ou capteurs installés dans la serre (température (610) ou hydrométrie (630) et à l'extérieur de la serre (température (620))).
- [0104] Selon un mode préférentiel, la méthode comprend en outre une étape lors de laquelle on programme et on contrôle le fonctionnement des différents éléments de contrôle de la serre par un ordinateur ou un appareil intelligent muni d'un logiciel informatique et relié auxdits éléments via un réseau filaire ou non filaire tel que le WiFi ou Bluetooth. Les différents éléments de contrôle de la serre comprenant la station hydrologique (600) munies de sondes (610, 620, 630) de mesure de la température et du taux d'humidité, la ou des chaudières (120), la ou des pompes thermiques (220), les moyens mécanisés et contrôlables d'adduction d'air frais (400), et/ou les transferts de chaleur entre la première et la deuxième pile énergétique (160), ou entre la deuxième et la troisième pile (non illustré).
- [0105] Selon un autre aspect, la présente invention concerne un programme d'ordinateur comprenant des instructions adaptées à la mise en œuvre de chacune des étapes des méthodes décrites dans la présente demande la méthode, lorsque le programme est exécuté sur un ordinateur.
- [0106] Les figures 2 et 3 illustrent une serre, et en particulier les moyens mécanique d'adduction d'air (400) tel que discuté ci-dessus, et la circulation de l'air dans la serre via des ventilateurs à direction verticale (VAF) ou horizontale (HAF). Les données

métriques indiquées sur les Figures 2 et 3 sont à titre indicatif seulement et ne seraient en aucun cas limitative de l'invention. L'utilisation des ventilateurs est aussi décrite en partie ci-après. La [Fig.2] en particulier illustre une adduction d'Air par le faîte de la serre (410), et la [Fig.3] montre une adduction d'air par le sol ou le bas de la serre (420). Les deux systèmes d'adduction peuvent être présents. La [Fig.2] montre aussi la possibilité d'avoir des éléments structurels en hauteur ou suspendus dans la serre.

- [0107] L'invention telle que décrite ici procure plusieurs avantages. Parmi ces avantages, on peut citer ceux qui suivent :
- [0108] A) Le système décrit introduit une dissociation des réseaux de chauffage afin de maximiser le potentiel des thermopompes (220); tout en conservant les requis pour la fonte des neiges et les grands froids de par l'utilisation combinée de chaudières (120);
- [0109] B) Le système décrit utilise trois réservoirs d'eau (110, 210, 310) de piles énergétiques, a des températures différentes, au lieu de un seul réservoir ou pile;
- [0110] C) Le système permet une connexion thermique (160) entre la boucle haute température (100) et la boucle moyenne température (200), permettant ainsi de déverser une grande quantité d'énergie lorsque que le réseau de thermopompes devient inefficace (très basse température);
- [0111] D) Le système permet l'inclusion d'une boucle d'eau chaude à moyenne température (200) permettant l'utilisation de sources d'énergie alternatives (270), tel que des concentrateurs solaires, l'éolien, l'hydraulique et le géothermique;
- [0112] E) Le système selon l'invention permet de combiner un moyen mécanisé d'adduction d'air frais (400) à la distribution de chauffage procurant une grande quantité de CO₂ aux plantes de la serre;
- [0113] F) Le système selon l'invention permet de combiner un système de refroidissement mécanique et adiabatique (500) à l'intérieur d'une enceinte surélevée (voir Figures 2 et 3). Cette combinaison transforme la serre en une chambre de mélange où les conditions sont optimales et où les gradients d'énergie se forment de façon naturelle.

Bénéfices de l'invention :

- [0114] 1) Optimise l'utilisation des thermopompes (220);
- [0115] 2) Diminue les GES car 80% de l'énergie vient des thermopompes (200); (base annuelle) ;
- [0116] 3) Permet d'utiliser des thermopompes (220) à haute efficacité pour le chauffage et la climatisation ;
- [0117] 4) Permet l'utilisation de boucles primaires d'énergie (ex. au glycol), permettant de faire fonctionner les thermopompes (220) de façon indépendante, en bloc ou en cascade, et ce dans toutes les régions du monde.
- [0118] 5) Permet l'intégration de concentrateurs solaires ou tout autre source d'énergie (270) via une interface au niveau de la boucle de glycol. Le réseautage et le transport de

l'énergie dans les boucles d'énergie sont configurables en utilisant des fluides à haute efficacité (F2).

- [0119] 6) Permet de déshumidifier l'air de la zone de culture en tout temps via le réseau relié à la pile énergétique à basses températures (300) à environ 3 °C;
- [0120] 7) La déshumidification via la pile énergétique à basses températures (300) à environ 3 °C, permet d'améliorer de façon importante le rendement des systèmes de brumisation (500).
- [0121] 8) Très grande flexibilité au niveau de la gestion du climat;
- [0122] 9) L'adduction d'air au niveau du sol (410) permet d'augmenter la densité de CO₂ et d'augmenter la productivité à moindre coût, du fait que le CO₂ est plus lourd que l'air ;
et
- [0123] 10) Permet une expansion facile du réseau énergétique via son réseau de glycol. Par exemple, la configuration en parallèle des thermopompes ne nécessite qu'un branchement au réseau en cas d'ajout.

Domaine d'application et étendu:

- [0124] – La présente invention s'applique principalement aux différentes cultures sous serres. La variété et/ou le type de plantes n'ont aucun effet sur le brevet et ce brevet demeure en tout point applicable.
- La présente invention s'applique peu importe la forme de la serre, sa grandeur, sa hauteur, son recouvrement etc. ;
- Les divers fluides utilisés dans les boucles d'énergie alternative sont principalement prévus pour être de la vapeur, de l'huile et du glycol sans s'y limiter.
- Les divers fluides utilisés dans les boucles d'énergie venant des thermopompes (220) sont principalement prévus pour être du glycol ou de l'eau sans s'y limiter.
- Les chaudières (120) sont potentiellement alimentées en gaz naturel, propane ou électricité sans toutefois s'y limiter.
- La présente invention s'applique peu importe le dimensionnement des chaudières (120), la source d'approvisionnement de celles-ci, leur type ;
- La présente invention s'applique peu importe le type de thermopompes (220) utilisé (air-air / air-eau / eau-eau) ;
- Les températures citées (90 °C, 60 °C, 45 °C, 3 °C) seront potentiellement optimales à un moment précis au cours de l'année. Tout ajustement ou calibration différentes de ces températures n'a aucun effet sur la protection conférée par le brevet ;
- La forme, les dimensions, le type de piles d'énergie n'ont aucun effet sur la protection conférée par le brevet ;
- L'utilisation de diverses sources d'énergie électrique (270) tel que le réseau

(280), l'éolien ou le solaire ne sont qu'à titre indicatif, l'utilisation de toutes autres sources d'énergie n'a aucun effet sur la protection conférée par le brevet ;

- Les plages de températures peuvent différer d'une région à l'autre et/ou d'un pays à l'autre. La variation de ces plages d'utilisation d'énergie n'a aucun effet sur la protection conférée par le brevet ;
- L'utilisation ou non de mécanisme de ventilation naturelle (400) n'a aucun effet sur le brevet et ce brevet demeure en tout point applicable ; et
- Le dimensionnement des éléments mécaniques, le type, le débit, le voltage etc.. Lesquels approvisionnent la serre en air et en CO₂ n'ont aucun effet sur le brevet et ce brevet demeure en tout point applicable.

[0125] **LOGIQUE DE GESTION MINIMISANT LES COUTS EN ÉNERGIE(S) ET CO₂**

[0126] Solution optimale = Fonction minimisant les 2 variables suivantes : Coûts énergétiques & Émission de CO₂

[0127] Hypothèses de départ:

1. Plage de température donnant un fonctionnement optimal des pompes à chaleur maximisant le COP est les suivant $-10\text{ °C} < \text{Text} < 45\text{ °C}$.
2. Le dimensionnement des pompes à chaleur est égal ou supérieur à 35% de la puissance de pointe de chauffage et 120% de la puissance de pointe en refroidissement.
3. Le dimensionnement des réserves (piles) est en fonction des besoins cumulés hors plage, i.e. périodes de grands froids ou caniculaires.
4. Le circuit haute température est alimenté par une énergie tierce.

[0128] Ces hypothèses peuvent varier d'un site à l'autre, d'une culture à une autre et/ou selon les technologies choisies (pompes à chaleur).

Consignes de gestion primaires :

[0129] A) Si *Text* (température extérieure) est dans la plage optimale de fonctionnement (par exemple : $\text{Text} \geq 10\text{ °C}$) on favorise les pompes à chaleur;

[0130] B) Si *Text* est inférieure au seuil minimal de fonctionnement des pompes à chaleur (par exemple : $\text{Text} \leq 10\text{ °C}$) , on utilise en premier lieu l'énergie accumulée dans les 2 piles (100, 200);

[0131] C) Si la période de froid se prolonge et/ou que la pile 45 °C (200) devient faible, on effectue un transfert d'énergie entre les piles;

[0132] D) Au fil des saisons et sur une base régulière (ex. bi hebdomadaire), on peut revoir les consignes de puissance des pompes à chaleur à savoir quel pourcentage de l'énergie disponible sera utilisé pour le chaud et quel pourcentage sera utilisé pour le froid. Ces calculs tiennent compte de préférence des éléments suivants : besoins énergétiques

requis selon les prévisions météo et degré-jour calculés, état des piles, apport quotidien d'énergie de fonctionnement (ex : lampes, puissance motrice)

[0133] E) S'il n'y a aucun besoin d'énergie fossile, on peut ajouter du CO₂ dans la serre via le système d'adduction;

[0134] F) On fait diminuer (si possible) la température du réseau haute température à 45 ou 60 °C en période estivale;

[0135] G) On peut toujours maximiser l'utilisation de la pile centrale (45 °C).

Consignes journalières :

[0136] En période hivernale (diurne) et en période normale :

[0137] a) On peut utiliser la serre comme une serre conventionnelle ;

[0138] b) On peut maximiser l'utilisation de la ventilation naturelle (très peu énergivore);

[0139] c) On peut utiliser les circuits 45 °C et 3 °C (200, 300) selon les besoins en cours ;

[0140] d) On peut utiliser la Pile 90 °C (100) en mode de maintien ;

[0141] e) On peut utiliser les VAF et HAF en vitesse normale ;

[0142] En période caniculaire et/ou lorsque l'enthalpie de l'air extérieure devient supérieure à celle que l'on mesure au faitage de la serre :

[0143] a) On peut passer en mode semi ou totalement fermé (ces deux modes minimisant les échanges gazeux avec l'extérieur, voir les éviter pendant un certain laps de temps);

[0144] b) On peut passer en mode gestion du climat par stratification ;

[0145] c) On peut activer l'adduction d'air en mode minimal et maintenir une légère pression positive ;

[0146] d) On peut utiliser les vitesses des HAF et VAF au seuil minimal ;

[0147] e) On peut déshumidifier avec les circuits 3 °C et 45 °C et réhumidifier avec le système de brumisation (500) lorsque nécessaire, i.e. on s'assurer que l'air passe d'un stade frais et sec au niveau du sol à un mode chaud et humide au faitage. Alors et à certaines occasions, il est possible que l'on ait à privilégier le réseau aérien de brumisation. Un air chaud sec aura tendance à se dé-stratifier. On peut avoir des sondes complètes à plus d'un niveau afin de connaître en temps réel les caractéristiques de l'air. Le système mécanique situé au sol (410) peut permettre d'enlever des grammes de H₂O alors que les brumisateurs (500) aériens en ajoutent. Ces deux réseaux ne sont pas en concurrence, ils sont deux outils distincts permettant d'atteindre les changements de phase naturel de l'air et de l'eau à un coût moindre.

[0148] f) On utilise la Pile 90 °C en mode maintien;

[0149] En période hivernale nocturne et/quand l'énergie est à 80% utilisée pour le chauffage :

[0150] a) On peut passer en mode de stratification car dans ce cas il est préférable de bien mélanger l'air afin de conserver un maximum de chaleur au niveau de la zone de culture et afin de diminuer les risques de condensation;

- [0151] b) On peut utiliser les Vitesse des HAF et VAF en mode maximal;
- [0152] c) on peut activer l'adduction d'air en mode minimal et maintenir une légère pression positive. Cette option est importante lors de grands froids et lorsque venteux. Tout comme pendant les périodes caniculaires, il est important de préserver l'intégrité de l'enveloppe du bâtiment en contrecarrant les infiltrations non désirées liées au écarts de pression;
- [0153] d) On peut gérer les piles et énergies selon les consignes primaires;

Revendications

[Revendication 1]

Système (1) de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un ensemble de tuyaux de chauffe (130) installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de la serre ;
- un ensemble de radiateurs (230) installés dans la serre pour refroidir ou chauffer l'intérieur de la serre ;
- un premier réservoir (110) conçu pour contenir un premier fluide (F1) préalablement chauffé à une première température T_e comprise entre environ 45 et 90 °C à l'aide :
 - de une ou plusieurs chaudières (120),
 - d'un échange thermique (160) avec une boucle de distribution (208)
- d'un deuxième fluide (F2) préalablement chauffé à une deuxième température à l'aide d'une ou plusieurs pompes à chaleur (220) alimentées à l'électricité et programmées pour produire de la chaleur, ou de l'action combinée de la ou des chaudières (120) et de l'échange thermique avec la boucle de distribution (208) ;
- la ou les chaudières (120) et la boucle de distribution (208) faisant parties du système de contrôle, et le premier réservoir (110) étant reliées fluidiquement audit ensemble de tuyaux de chauffe (130) ;
- un autre réservoir (310) conçu pour contenir un troisième fluide (F3) préalablement refroidi à une température comprise entre environ 2 et 10 °C à l'aide de la ou des pompes à chaleur alimentées à l'électricité et programmées pour produire du froid ;
- la boucle de distribution (208) et l'autre réservoir (310) étant reliés fluidiquement audit ensemble de radiateurs (230) ; et
- une station hydrologique (600) comprenant au moins une première sonde de mesure de la température (610) à l'intérieur de la serre, au moins une deuxième sonde de mesure de la température (620) à l'extérieur de la serre et au moins une sonde de mesure du taux d'humidité à l'intérieur de la serre (630).

[Revendication 2]

Le système (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la boucle de distribution (208) est configurée pour chauffer le deuxième fluide (F2) à la température T_e quand la température extérieure à la serre est suffisamment haute pour n'utiliser que la ou les pompes à chaleur (220) pour chauffer le premier fluide (F1) dans le premier réservoir (110) et le second fluide (F2) de la boucle de distribution (208).

- [Revendication 3] Le système (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un second réservoir (210) conçu pour contenir le deuxième fluide (F2) préalablement chauffé à l'aide de la ou des pompes à chaleur (220), ledit échange thermique se faisant alors entre le premier et le second réservoir (110, 210), le second réservoir (210) étant relié fluidiquement à l'ensemble de radiateurs installés dans la serre pour chauffer l'intérieur de la serre.
- [Revendication 4] Le système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens mécanisés et contrôlables d'adduction d'air (400) provenant de l'extérieur de la serre pour injecter l'air au niveau du sol de la serre (410), au niveau du faîte de la serre (420), ou au deux niveaux afin de contrôler l'hydrométrie de la serre.
- [Revendication 5] Le système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier fluide (F1) comprend de l'eau et le second fluide (F2) comprend un fluide de transport d'énergie à haute efficacité tel que du glycol, une huile ou de la vapeur.
- [Revendication 6] Le système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier réservoir (110) est aussi relié fluidiquement à un ensemble de moyens, tels que des tuyaux, installés à l'extérieur de la serre pour faire fondre la glace et/ou la neige présentes à proximité de la serre.
- [Revendication 7] Le système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que :
la ou les chaudières (120) sont alimentée par des énergies fossiles, électriques, géothermiques, ou un mélange de ces énergies; et
la ou les pompes thermiques (220) sont alimentées en électricité produite par des énergies alternatives choisies parmi l'énergie hydraulique, éolienne, solaire, géothermique, du biocarburant, et un mélange de ces énergies.
- [Revendication 8] Le système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens adiabatiques et contrôlables de refroidissement (500) de la serre installés dans la serre, tels que des brumisateurs, afin de contrôler l'hydrométrie de la serre.
- [Revendication 9] Le système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce le fonctionnement de la station hydrologique (600) et de ses sondes, de la ou des chaudières (120), de la ou des pompes thermiques (220), des moyens mécanisés et contrôlables d'adduction

d'air frais (400), et/ou le transfert de chaleur (160) est programmable et contrôlable par un ordinateur ou un appareil intelligent muni d'un logiciel informatique et relié aux différents éléments de contrôle de la serre via un réseau filaire ou non filaire tel que le WiFi ou Bluetooth.

[Revendication 10] Méthode de contrôle énergétique et hydrométrique d'une serre horticole mettant en œuvre le système (1) tel que revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'elle comprend les étapes suivantes:

- a. on mesure la température extérieure de la serre (T_{ext});
- b. i) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est inférieure à une température seuil (par exemple : $T_{ext} \leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), on chauffe l'intérieur de la serre via les tuyaux de chauffe alimentés par le premier fluide;

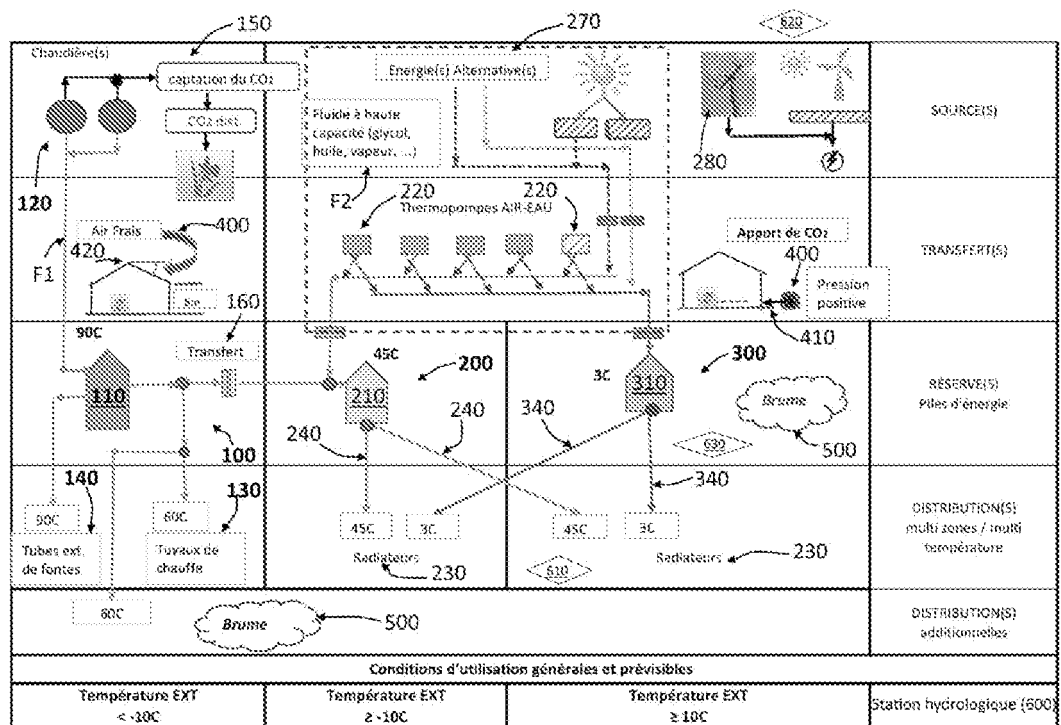
ii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est supérieure la température seuil (par exemple $T_{ext} > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), on chauffe l'intérieur de la serre via l'ensemble de radiateurs alimentés par le second fluide ; ou

iii) quand la température extérieure T_{ext} mesurée est égale ou supérieure à une température utile de la serre, on refroidit l'intérieur de la serre à l'aide dudit ensemble de radiateurs alimentée par le troisième fluide.

[Revendication 11] La méthode selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une étape lors de laquelle on injecte de l'air provenant de l'extérieur de la serre au niveau du sol de la serre, au niveau du faîte de la serre, ou au deux niveaux afin de contrôler l'hydrométrie de la serre.

[Revendication 12] Programme d'ordinateur comprenant des instructions adaptées à la mise en œuvre de chacune des étapes de la méthode de conception selon l'une quelconque des revendications 10 à 11, lorsque le programme est exécuté sur un ordinateur.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

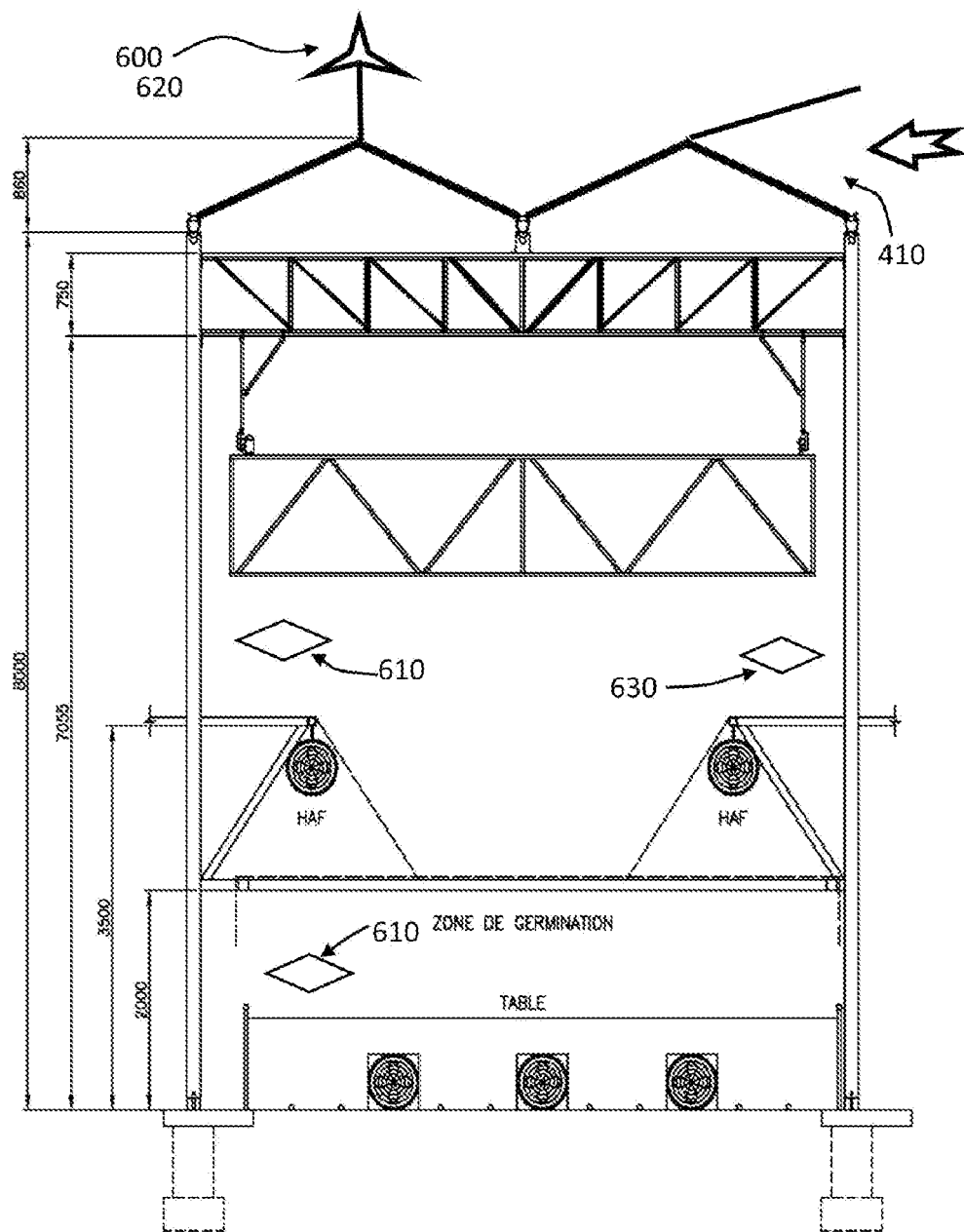


FIG. 2

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

KR 2012 0137743 A (NEWGREENTECH ENERGY CO LTD [KR]) 24 décembre 2012 (2012-12-24)

CN 214 593 217 U (ZHONGSHOUNENG ENERGY INVEST BEIJING CO LTD)
5 novembre 2021 (2021-11-05)

WO 2004/045272 A1 (ECOFYS B V [NL]; OPDAM JOANNES JOZEF GERARDUS [NL] ET AL.)
3 juin 2004 (2004-06-03)

US 2021/400885 A1 (OUAMMI AHMED [QA] ET AL) 30 décembre 2021 (2021-12-30)

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