(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 144 490***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 14652**

(51) Int Cl[8] : ***A 01 K 1/00*** *(2023.01), A 01 K 67/033, A 01 K 29/00*

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

(54) Zone climatique d'un système agricole.

(22) **Date de dépôt :** 29.12.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 05.07.24 Bulletin 24/27.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 10.01.25 Bulletin 25/02.

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

Se reporter à la fin du présent fascicule

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

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *YNSECT SAS* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** SARTON DU JONCHAY Thibault et GIMENEZ Nicolas.

(73) **Titulaire(s) :** YNSECT SAS.

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

FR 3 144 490 - B1

Description

Titre de l'invention : Zone climatique d'un système agricole

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne le domaine de l'agriculture dans des installations dites « verticales », telles que des fermes verticales, et concerne en particulier la culture de plantes ou de champignons ou l'élevage d'animaux, notamment l'élevage d'insectes, dans de telles installations.

[0002] La présente invention est ainsi applicable aux fermes verticales, dans lesquelles des plantes ou des champignons sont cultivés ou des animaux élevés dans des systèmes d'étagères, sur plusieurs étages. Les plantes, champignons, ou animaux s'y développent dans des contenants appropriés, pouvant notamment prendre la forme générale de caisses empilables.

[0003] Bien que l'invention soit applicable à des installations agricoles variées, on prendra généralement dans la suite du présent document l'exemple d'un élevage d'insectes pour illustrer la présente invention.

[0004] Une application particulièrement pertinente de l'invention concerne ainsi les ateliers d'élevage d'insectes, par exemple un atelier tel que celui décrit dans le brevet européen publié sous la référence EP3282837. L'élevage décrit dans ce document met en œuvre des contenants d'élevage (typiquement des caisses) qui sont empilés, en une ou plusieurs colonnes, pour former des unités élémentaires d'élevage. Les unités élémentaires d'élevage sont stockées, et, lorsqu'une opération d'élevage doit être réalisée, les contenants sont amenés vers un poste adapté à la réalisation de l'opération, groupés en unités élémentaires d'élevage ou dégroupés unitairement.

[0005] Les insectes concernés par la présente invention peuvent être, de manière non limitative, choisis parmi le groupe des coléoptères, des diptères, des lépidoptères, des névroptères, des orthoptères, des hyménoptères, des dictyoptères regroupant notamment les blattoptères, y inclus isoptères, et les mantoptères, des phasmoptères, des hémiptères, des hétéroptères, des éphéméroptères, des mécoptères, et leurs mélanges, de préférence, parmi le groupe des coléoptères, des diptères, des lépidoptères, des névroptères, des orthoptères et leurs mélanges, plus préférentiellement, les insectes appartiennent au groupe des coléoptères. Préférentiellement, les diptères appartiennent au sous-ordre des Brachycera. Préférentiellement, les lépidoptères appartiennent au sous-ordre des Ditrysia, plus préférentiellement à la super-famille des Pyraloidea. Préférentiellement, les névroptères appartiennent au sous-ordre des Hemerobiiformia, en particulier aux familles des Mantispidae, des Ithonidae, des Chrysopidae, des Hemerobiidae, ou leurs mélanges. Préférentiellement, les coléoptères appartiennent à l'infra-ordre des Cucujiformia, en particulier aux familles des Tenebrionidae, Cocci-

nellidae, Cerambycidae, Dryophthoridae, ou leurs mélanges. Plus préférentiellement, les coléoptères sont choisis parmi Tenebrio molitor, Alphitobius diaperinus, Zophobas morio, Tenebrio obscurus, Tribolium castaneum, Rhynchophorus ferrugineus, et leurs mélanges, encore plus préférentiellement Tenebrio molitor, Alphitobius diaperinus, et leurs mélanges. Les insectes visés par l'invention appartiennent donc de préférence au groupe des coléoptères et plus particulièrement à la famille des Tenebrionidae. Préférentiellement, les insectes visés par l'invention appartiennent à l'espèce Tenebrio molitor et/ou Alphitobius diaperinus.

[0006] Le terme « insecte » est employé pour désigner tout stade de développement de l'œuf ou oothèque à l'insecte adulte, en passant par la larve et la nymphe telle que la pupe.

[0007] Dans le type d'élevage notamment visé par l'invention, les insectes vivent dans une zone dans laquelle ils croissent et se développent entre des opérations d'élevage. Il est donc important dans cette zone dite zone climatique d'y faire régner des conditions environnementales favorables à leur santé, leur bien-être, et leur croissance rapide.

[0008] Par conditions environnementales, il est notamment fait référence à la température de l'air, à l'hygrométrie, et au taux de dioxyde de carbone (CO_2) présent dans l'air.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

[0009] Divers systèmes ont été proposés dans le cadre d'un élevage d'insectes à échelle industrielle, afin de tenter d'obtenir et le maintenir de conditions environnementales correctement contrôlées et homogènes.

[0010] Pour ce qui concerne la régulation de la température dans l'atelier d'élevage, deux problématiques principales se posent dans un élevage à très grande échelle. D'une part, les insectes en grande quantité (typiquement, plusieurs dizaines de tonnes d'insectes dans un atelier d'élevage) génèrent une quantité très importante de chaleur. D'autre part, il est difficile d'assurer une homogénéité suffisante de la température, notamment du fait du caractère vertical de l'élevage.

[0011] Or, la plage de température optimale pour la croissance des insectes est généralement assez restreinte. Pour ce qui concerne le ténébrion meunier par exemple, bien qu'il soit actif entre 15°C et 40°C et qu'il puisse survivre à une température légèrement inférieure ou légèrement supérieure, le taux de croissance de cette espèce est maximum à une température située autour de 25°C. De manière similaire, dans des zones de l'élevage ou ce n'est pas une croissance maximum des insectes qui est recherchée, mais par exemple la ponte, une température assez précise doit être maintenue.

[0012] L'obtention dans une zone d'élevage de grandes dimensions d'une telle température, de manière relativement homogène, et son maintien malgré de possibles variations temporelles et spatiales, est une problématique importante.

[0013] Il en est de même pour le taux d'humidité dans l'air. En effet, bien qu'il tolère une

plage d'humidité relative assez large, une humidité trop faible peut ralentir la croissance de cet insecte et une humidité trop importante peut favoriser le développement de maladies fongiques.

[0014] Le document EP3883369 résout efficacement cette problématique en proposant une zone climatique d'un atelier d'élevage d'insectes comportant deux ensembles de conduits pour amener de l'air à des températures distinctes, permettant de réguler rapidement et efficacement la température tout en assurant un renouvellement adéquat de l'air. Ce document décrit en outre l'utilisation de gaines de diffusion d'air s'étendant entre les rayonnages de l'atelier, selon un agencement approprié. Les gaines peuvent être placées verticalement entre les rayonnages. Elles comportent des buses d'éjection d'air, dont le positionnement permet essentiellement un apport d'air à une température homogène, sur toute la hauteur de la zone climatique. Leur configuration permet aussi le mélange de l'air apporté respectivement aux deux températures. Les contenants dans lesquels sont élevés les insectes comportent des faces ouvertes permettant le passage de l'air.

[0015] Le document WO2019/022596 divulgue un procédé et un système de contrôle climatique dans un élevage d'insectes. L'élevage est organisé en piles de caisses, et au moins deux ouvertures de ventilation sont associées à chaque caisse. Des dispositifs d'aération comprenant plusieurs sorties sont positionnés de manière adjacente à chaque pile de caisses, afin d'envoyer de l'air au travers des ouvertures des caisses. Ce document divulgue un système de régulation climatique optimisé en ce qu'il comporte une base de données comportant une table de référence de propriétés de l'air conditionné permettant d'appliquer une commande appropriée du système climatique en fonction d'au moins un paramètre de l'air.

[0016] Le document WO2022/119443 divulgue un système d'élevage d'insectes selon lequel les insectes sont également élevés dans des caisses qui sont empilées. Ces piles de caisses définissent un trajet d'écoulement d'air. En particulier, ce document propose qu'un conduit d'entrée d'air soit ménagé le long d'une pile de caisses, et comporte une pluralité d'ouvertures alignées avec des ouvertures d'entrée des caisses de la pile. Sur une face opposée de la pile de caisses, les caisses forment des ouvertures de sortie. Ainsi, le système proposé dans ce document repose sur l'idée qu'une bonne ventilation du contenu des caisses est obtenu en soufflant de l'air dans les caisses directement vers et dans les ouvertures d'entrée qu'elles forment.

[0017] La demanderesse a néanmoins constaté qu'en procédant comme le suggère le document WO2022/119443, le flux d'air au travers des caisses n'est pas optimal. L'air est très fortement ralenti en entrée des caisses du fait du niveau de pertes de charge au niveau de l'entrée des caisses. Cela résulte en une faible dynamique de renouvellement de l'air dans les caisses, et à une mauvaise homogénéité de l'air au-dessus de chaque

caisse, l'air pouvant stagner dans certaines zones des caisses. Cela conduit également à une faible efficacité du système, la perte de charge en entrée des caisses devant être compensée par une vitesse et/ou un débit d'air plus important en entrée. La consommation énergétique du système, pour assurer un soufflage d'air entre les caisses, est ainsi importante.

[0018] Dans ce contexte, le document WO2022/123153 propose l'utilisation de caisses d'élevages ayant une forme optimisée pour éviter les perturbations de l'air circulant entre les caisses.

[0019] Néanmoins, les procédés et systèmes existants peuvent encore être améliorés, en particulier pour ce qui concerne leur efficacité énergétique et leur capacité à assurer une ventilation efficace dans les contenants d'élevage.

Exposé de l'invention

[0020] La présente invention vise à l'amélioration des systèmes climatiques dans une structure agricole verticale.

[0021] À cet effet, l'invention vise une zone climatique d'un système agricole de culture ou d'élevage, ladite zone climatique comportant un ensemble de caisses empilées en plusieurs piles de caisses, chaque pile de caisses comportant au moins une première face sur laquelle les caisses forment des ouvertures et au moins une deuxième face sur laquelle les caisses forment des ouvertures, de sorte qu'un flux d'air peut traverser chaque pile de caisses entre sa première face et sa deuxième face. Les premières faces des piles de caisses sont orientées sensiblement selon une même direction et positionnées de sorte à définir entre elle une allée droite. En d'autres termes, au moins deux piles de caisses se font face et sont alignées pour définir entre elles l'allée qui est droite, rectiligne.

[0022] Le terme « allée » désigne dans l'ensemble du présent document un espace rectiligne essentiellement libre formé entre des piles de caisse. Une allée peut donc répondre à un besoin logistique (par exemple, y faire passer un transstockeur), on pourra dans ce cas parler d'une allée « logistique », ou être créée pour d'autres raisons. Une allée peut notamment être créée, dans le cadre de l'invention, pour permettre la circulation d'air. On pourra dans ce cas parler d'une allée « aéraulique ». Néanmoins, il est bien évident qu'une allée « logistique », ou créée pour d'autres raisons, peut être utilisée pour la circulation d'air, dans certaines configurations. Dans la mesure où la présente invention porte en particulier sur un système climatique, sauf lorsque qu'il est indiqué spécifiquement autre chose, une « allée » s'entend dans le présent document comme une allée aéraulique, permettant, de manière générale, un passage d'air.

[0023] La zone climatique comporte en outre un dispositif de diffusion d'air.

[0024] Le dispositif de diffusion d'air est configuré de sorte à diffuser de l'air dans l'allée

seulement dans une ou plusieurs directions parallèles auxdites premières faces des piles de caisses.

[0025] En effet, la demanderesse a constaté que, de manière surprenante, ce n'est pas en diffusant l'air directement en direction des ouvertures des piles de caisses que l'on obtient les meilleurs résultats en termes de diffusion de l'air dans les caisses.

[0026] En soufflant l'air parallèlement aux piles de caisses, c'est-à-dire parallèlement aux faces ouvertes des caisses et piles de caisses, il a été constaté que les flux d'air induits dans les caisses permettent un renouvellement de l'air tout aussi efficace si ce n'est plus efficace, avec un flux régulier et homogène qui permet un renouvellement de l'air dans les caisses, sans zone morte ou avec de faibles zones mortes. Les pertes de vitesse dans le flux sont réduites. Ainsi, l'évacuation de la chaleur des piles de caisses est optimisée, grâce à la génération d'un flux d'air régulier et aux faibles pertes de vitesse dans ce flux.

[0027] Cela est expliqué par les mouvements tourbillonnaires et l'effet venturi qui se créent dans le flux d'air au passage devant les ouvertures des piles de caisses. Un flux d'air est ainsi créé dans les piles de caisses, l'air entrant ou sortant de la première face ouverte selon la position des caisses dans les piles.

[0028] La perte de charge étant faible pour le flux d'air diffusé dans la zone climatique et le flux dans les caisses s'établissant avec des vitesses relativement faibles et régulières, de sorte qu'il subit également une faible perte de charge, le système climatique est très efficace en termes énergétiques. La sortie des calories des piles de caisses est optimisée dans la présente invention, comparativement aux dispositif dans lesquels l'air est soufflé directement vers les caisses et qui entraînent des ralentissements importants dans les flux d'air.

[0029] On notera que la direction de diffusion de l'air correspond à la direction dans laquelle l'air est soufflé. Pour le cas où l'air se diffuse, à proximité de la buse par laquelle il est soufflé, sous la forme d'un cône, la direction de diffusion correspond à l'axe principal de ce cône. De manière générale, on tend à diffuser l'air de manière rectiligne ou selon un cône peu ouvert, par exemple un cône d'angle de moins de 30°, préférentiellement moins de 20°, encore plus préférentiellement moins de 10°.

[0030] Le fait que le dispositif de diffusion d'air est configuré de sorte à diffuser seulement dans une direction donnée désigne donc le fait que l'axe principal du cône de diffusion est orienté selon cette direction, ou que les axes principaux des cônes de diffusion du dispositif de diffusion d'air sont tous orientés selon cette direction.

[0031] Le dispositif de diffusion d'air peut comporter au moins une gaine de diffusion s'étendant verticalement et comportant des buses d'éjection d'air réparties verticalement. Il peut s'agir d'une ou plusieurs gaines textiles.

[0032] La gaine de diffusion peut être métallique ou textile. Les buses peuvent être formées

par de simples orifices formés dans la gaine, en particulier lorsque la gaine est une gaine textile. Alternativement, les buses ont une forme adaptée à orienter et conformer précisément le flux d'air issu des buses.

[0033] Selon cette première configuration, l'air est diffusé de préférence horizontalement entre les piles de caisses, de préférence au niveau des ouvertures formées dans les caisses (mais parallèlement aux ouvertures, et non pas en direction de celles-ci). Par exemple, la gaine verticale peut comporter une buse de diffusion (qui dans ce type de gaine correspond essentiellement à un orifice de sortie) au niveau de chaque caisse ou des buses réparties de manière appropriée sur la hauteur de la gaine (par exemple une buse toutes les trois caisses, une buse toutes les cinq caisses, etc.).

[0034] Les gaines de diffusion placées dans l'allée peuvent bien évidemment être configurées pour diffuser de l'air dans deux directions opposées, vers chaque extrémité de l'allée.

[0035] Le dispositif de diffusion d'air peut comporter un boîtier de diffusion ou une gaine de diffusion disposé horizontalement au-dessus de l'allée ou en dessous de l'allée, ledit boîtier de diffusion ou ladite gaine de diffusion étant configuré pour diffuser de l'air verticalement dans ladite allée.

[0036] Lorsque la zone climatique comporte plusieurs allées parallèles, et en particulier lorsque les allées ont une hauteur importante, les gaines de diffusion (ou boîtiers de diffusion) peuvent être disposées en alternance au-dessus d'une allée et au-dessous de l'allée ou des allées adjacentes.

[0037] Le boîtier de diffusion ou la gaine de diffusion peut comporter plusieurs buses d'éjection d'air orientées verticalement.

[0038] Selon cette deuxième configuration, l'air est diffusé verticalement entre les piles de caisses. Néanmoins, comme expliqué ci-dessus, le passage du flux d'air en regard des ouvertures des caisses génère dans les caisses un flux d'air horizontal, du fait notamment des différences de pression qui s'établissent et génèrent un effet venturi.

[0039] Cette deuxième configuration présente également l'avantage de nécessiter moins d'espace entre les piles de caisses, c'est-à-dire une allée moins large, que la première configuration dans laquelle les gaines de diffusion sont installées verticalement, et sont donc présentes dans l'allée. En effet, aucun moyen de diffusion d'air n'a besoin d'être installé dans cette allée lorsque la gaine de diffusion (ou le boîtier de diffusion) est au-dessus ou en dessous de l'allée, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de faire passer la gaine physiquement dans l'allée. Dès lors, la quantité de caisses stockées peut être plus grande, pour une même surface de la zone climatique.

[0040] La zone climatique peut comporter au moins une deuxième allée et le dispositif de diffusion d'air peut comporter un second boîtier de diffusion ou une seconde gaine de diffusion configuré pour diffuser de l'air dans la deuxième allée dans une direction

verticale opposée à la direction de diffusion de l'autre boîtier de diffusion ou gaine de diffusion.

[0041] Des différences de pression permettant de générer les flux d'air dans les caisses sont ainsi générées entre les deux allées à tous les niveaux (verticalement) des piles de caisses. Cela améliore l'efficacité du système climatique. De manière générale, les principes développés dans la présente invention peuvent être appliqués à des systèmes agricoles de grandes dimensions en multipliant les points de diffusion d'air dans la zone climatique. Cela se traduit par exemple par une augmentation du nombre de gaines de diffusion ou de boîtiers de diffusion du dispositif de diffusion. Le positionnement et la direction de diffusion de ces éléments du dispositif de diffusion d'air permettent d'optimiser les flux d'air générés dans chaque caisse.

[0042] La zone climatique peut en outre comporter au moins un dispositif de reprise d'air.

[0043] Le ou les dispositifs de reprise d'air permettent l'évacuation de l'air de la zone climatique. En créant localement une dépression, ils participent à l'établissement des flux dans la zone climatique. Leur positionnement est ainsi avantageusement choisi pour améliorer la circulation de l'air dans la zone climatique.

[0044] Dans la zone climatique, les caisses peuvent être empilées sous forme d'unités élémentaires comportant un nombre donné de caisses, la zone climatique comportant des rayonnages dans lesquels sont superposées plusieurs unités élémentaires, les rayonnages comportant un cloisonnement vertical formé entre les unités élémentaires de part et d'autre de l'allée ou des allées de la zone climatique.

[0045] Un tel groupement en unités élémentaires peut être particulièrement pertinent pour certaines applications, comme cela est expliqué dans les documents EP3282837 et EP3282836. Ainsi, lors du stockage des unités élémentaires dans des étagères, par exemple dans des racks de type racks à palettes, des espaces peuvent exister entre les différentes unités élémentaires. Le fait de prévoir un cloisonnement de ces espaces évite tout passage d'air, et évite ainsi qu'une part du flux d'air diffusé dans la zone climatique soit consommé à générer un flux inutile dans ces espaces.

[0046] Les caisses peuvent être de forme généralement rectangulaire (c'est-à-dire ayant un fond rectangulaire et une hauteur faible comparativement à la longueur et la largeur des caisses) de sorte qu'elles comportent quatre faces latérales, les caisses comportant une ouverture sur chaque face latérale.

[0047] En particulier, les caisses peuvent comporter

- un fond plein, définissant un plan sensiblement horizontal,
- des parois latérales définissant une ceinture périphérique de la caisse,

le fond et les parois latérales définissant un corps de caisse, et

- des pieds s'étendant verticalement du fond de la caisse jusqu'à un niveau situé au-dessus de la ceinture de la caisse, lesdits pieds étant configurés pour

permettre un empilement sur ledit caisse d'élevage d'un caisse d'élevage d'insectes identique, tout en en ménageant un espace entre le fond de ladite caisse identique et la ceinture de la caisse, lesdits pieds comportant une surface d'appui supérieure configurée pour coopérer avec une surface d'appui inférieure des pieds de ladite caisse identique ;

le corps de la caisse étant dénué d'arêtes vives, de sorte à limiter les perturbations d'un flux d'air laminaire s'écoulant autour de la caisse.

[0048] Ce type de caisse limite fortement les pertes de charge lors de l'entrée d'air entre les caisses d'une pile de caisses. Ce mode de réalisation de l'invention limite donc ainsi les besoins en énergie du système pour diffuser l'air dans la zone climatique de sorte à générer les flux souhaités dans les piles de caisses.

[0049] La zone climatique peut comporter un système de régulation de la température de l'air diffusé dans la zone climatique par le dispositif de diffusion d'air.

[0050] La zone climatique peut comporter en outre un système de régulation d'au moins l'un des paramètres suivants de l'air diffusé dans la zone climatique par le dispositif de diffusion d'air :

- hygrométrie ;
- teneur en dioxyde de carbone ;
- teneur en dioxygène,
- teneur en ammoniac.

[0051] Les paramètres environnementaux peuvent ainsi être régulé selon les besoins dans la zone climatique, afin par exemple d'optimiser la croissance des plantes, champignons, ou animaux qui y croissent.

[0052] La ou les allées de la zone climatique peuvent être d'une largeur inférieure à 4 m. La largeur des allées peut notamment être inférieure à 2 m, voire inférieure à 1m.

[0053] En effet, les allées ayant pour seule fonction d'assurer la circulation d'air dans la zone climatique, il n'est pas nécessaire de les dimensionner, par exemple, pour permettre la sortie des piles de caisses de la zone climatique, par exemple à l'aide d'un transstockeur (ou autre système adapté). Dans ce cas, le déplacement des piles de caisses, et par exemple leur sortie de la zone climatique, peut être réalisé à l'aide d'un dispositif passant sous les piles de caisses, et/ou un dispositif permettant la mise en place et le retrait de caisses dans les étagères sur plusieurs niveaux de profondeur.

[0054] La ou les allées peuvent être d'une hauteur comprise entre 2m et 30m

[0055] Cette plage de hauteur, donnée à titre indicatif, montre que l'invention est applicable notamment à des systèmes agricoles de grande hauteur. Elle permet d'y faire régner des conditions environnementales, notamment de température, relativement homogène et en tout état de cause compatibles avec l'activité agricole visée.

[0056] Le système agricole visé dans le cadre de la présente invention peut avantageusement

être un système d'élevage d'insectes comportant une zone climatique telle de définie ci-dessus.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0057] D'autres avantages, buts et caractéristiques particulières de la présente invention ressortiront de la description non limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier des dispositifs et procédés objets de la présente invention, en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- la [Fig.1] représente schématiquement un atelier d'élevage d'insectes ;
- la [Fig.2] représente une pile de caisses formant une unité élémentaire d'élevage ;
- la [Fig.3] représente, selon une vue schématique en trois dimensions, un exemple de caisse pouvant être utilisée dans le cadre de la présente invention ;
- la [Fig.4] représente, selon une vue de dessus, une zone climatique selon l'art antérieur ;
- la [Fig.5] est une vue schématique en perspective d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un mode de réalisation de l'invention ;
- la [Fig.6] est une vue schématique de la zone climatique de la [Fig.6], vue de dessus ;
- la [Fig.7] représente, de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées en partie haute de la zone climatique des figures 5 et 6 ;
- la [Fig.8] représente, de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées à mi-hauteur de la zone climatique des figures 5 et 6 ;
- la [Fig.9] représente, de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées en partie basse de la zone climatique des figures 5 et 6 ;
- la [Fig.10] représente, de manière schématique, les champs de températures dans des caisses situées en partie haute de la zone climatique des figures 5 et 6 ;
- la [Fig.11] représente, de manière schématique, les champs de températures dans des caisses situées à mi-hauteur de la zone climatique des figures 5 et 6 ;
- la [Fig.12] représente, de manière schématique, les champs de températures dans des caisses situées en partie basse de la zone climatique des figures 5 et 6 ;
- La [Fig.13] représente de manière schématique les champs de température dans une coupe transversale des piles de caisses de la zone climatique des figures 5 et 6 ;
- la [Fig.14] correspond à la [Fig.8] annotée ;
- la [Fig.15] représente de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses

situées à mi-hauteur de la zone climatique selon une variante du mode de réalisation des figures 5 et 6 ;

- la [Fig.16] représente de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées à mi-hauteur de la zone climatique selon une autre variante du mode de réalisation des figures 5 et 6 ;
- la [Fig.17] est une vue schématique en perspective d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la [Fig.18] représente selon une vue schématique en coupe verticale, les flux d'air dans une zone climatique selon la [Fig.17] ;
- la [Fig.19] représente selon une vue en coupe verticale schématique les flux d'air dans une zone climatique selon la [Fig.17] ;
- la [Fig.20] représente selon une vue schématique en coupe transversale, les flux d'air dans une zone climatique selon la [Fig.17] ;
- la [Fig.21] est une vue schématique en perspective d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la [Fig.22] est une vue schématique en trois dimensions d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la [Fig.23] représente, selon vue schématique en trois dimensions d'un élément mis en œuvre dans le mode de réalisation de la figure.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

[0058] La présente description est donnée à titre d'exemple de réalisation non limitatif.

[0059] La [Fig.1] représente un atelier d'élevage d'insectes, ici représenté sous la forme d'une vue schématique en trois dimensions.

[0060] L'élevage d'insectes peut notamment être envisagé comme un ensemble organisé permettant la ponte d'œufs par des insectes adultes pour la production de larves, certaines larves étant élevées jusqu'au stade adulte pour la ponte de nouveaux œufs, les adultes étant renouvelés régulièrement (par exemple suite à leur mort) par des adultes jeunes assurant de nouvelles pontes et ainsi de suite. Le produit final de la production peut être des œufs, et/ou des larves, et/ou des nymphes, et/ou des insectes adultes.

[0061] L'atelier représenté à titre d'exemple comporte une zone climatique Z1 organisée pour le stockage des insectes pendant leur croissance.

[0062] Dans cette zone climatique Z1, les insectes grandissent dans des conditions environnementales (définies par des paramètres environnementaux dont la température, l'hygrométrie…) contrôlées, dirigées, et optimisées.

[0063] Tel que précédemment mentionné, la notion d'élevage d'insectes comprend la croissance d'insectes adultes jusqu'à un stade désiré, mais peut également comprendre

toutes les phases précédant l'obtention d'un insecte adulte (ou imago), depuis la ponte des œufs (ou oothèque) en passant par leur éclosion, le stade larvaire, l'éventuel stade de nymphe, de pupe (l'ensemble des stades intermédiaires), etc.

[0064] L'atelier ici représenté comporte également une deuxième zone Z2, organisée pour la réalisation d'une ou plusieurs séquences ou opérations d'élevage. La conduite de l'élevage comporte la mise en œuvre d'une succession de séquences ou d'opérations d'élevage. Une séquence ou « séquence opératoire » comporte une ou plusieurs opérations successives prédéfinies, et est réalisée entre deux phases de croissance (sauf lorsqu'il s'agit d'envoyer les insectes vers un autre procédé).

[0065] Les opérations d'élevage correspondent à des opérations devant être menées pour le maintien en vie, la bonne croissance et/ou l'optimisation des conditions d'élevage des insectes.

[0066] La deuxième zone Z2 comporte en particulier un ou plusieurs postes P1, P2 de travail spécialisés dans la réalisation d'une ou plusieurs opérations d'élevage.

[0067] Les insectes (œufs, larves, nymphes, ou adultes) sont élevés dans des caisses, pouvant être optionnellement groupées en ensembles appelés unités élémentaires d'élevage. Lors de phases de croissance, les caisses sont stockées dans la zone climatique Z1, par exemple dans des rayonnages à palettes (ou tout autre type d'étagères adaptée).

[0068] Un exemple d'unité élémentaire d'élevage est représenté à la [Fig.2] selon une représentation de principe en trois dimensions. L'unité élémentaire d'élevage peut comporter un nombre prédéfini de caisses 1 empilées. Une ou plusieurs piles peuvent constituer une unité élémentaire d'élevage.

[0069] Les caisses utilisées dans le cadre de la présente invention sont empilables, c'est-à-dire qu'elles peuvent se superposer les unes au-dessus des autres, par exemple de manière légèrement encastrée, ce qui procure une certaine stabilité à la colonne de caisses ainsi formée.

[0070] Les caisses 1 utilisées sont configurées de sorte que lorsqu'elles sont empilées, au moins une première face sur laquelle les caisses forment des ouvertures 2 et au moins une deuxième face sur laquelle les caisses forment aussi des ouvertures. Un flux d'air peut traverser chaque pile de caisses entre sa première face F1 et sa deuxième face F2. Cela permet de renouveler l'air dans les caisses d'élevage et permet d'éviter, si le renouvellement de l'air est suffisant, que la température dans les caisses ne monte pas excessivement.

[0071] Les caisses 1 utilisées peuvent notamment être du type décrit dans la demande de brevet français publiée sous la référence FR3116993.

[0072] Une telle caisse est représentée à la [Fig.3]. Cette caisse 1 comporte un fond 101 plein, des parois latérales 102 définissant une ceinture 103 périphérique.

[0073] Des pieds 104 s'étendent verticalement du fond 101 de la caisse jusqu'à un niveau situé au-dessus de la ceinture 103 de la caisse.

[0074] Les pieds 104 sont configurés pour permettre un empilement sur ladite caisse d'une caisse d'élevage d'insectes identique, tout en en ménageant un espace formant une ouverture 2 entre le fond de ladite caisse identique et la ceinture de la caisse.

[0075] La caisse représentée à la [Fig.3] a notamment pour particularité d'être largement dénuée d'arêtes vives, de sorte à limiter les perturbations d'un flux d'air laminaire s'écoulant autour de la caisse. Cela limite grandement la puissance à fournir pour le soufflage de l'air afin d'établir un flux d'air au travers des piles de caisses.

[0076] La [Fig.4] représente, selon une vue de dessus, une zone climatique selon l'art antérieur, dans laquelle pour apporter de l'air, par exemple de l'air conditionné en température, dans la zone climatique, un dispositif de diffusion d'air est utilisé. En l'occurrence, une gaine de diffusion 4 qui est installée verticalement entre les piles de caisses.

[0077] La gaine de diffusion 4 peut être alimentée en air par un système de conditionnement d'air adapté, afin de diffuser de l'air dans la zone climatique.

[0078] La vitesse des flux est représentée selon le niveau de gris, d'une vitesse nulle (en gris clair) à une vitesse de l'ordre de $2ms^{-1}$ (en noir).

[0079] La gaine de diffusion 4 comporte des buses de diffusion configurées pour souffler de l'air en direction d'une pile de caisses P0..

[0080] La configuration proposée à la [Fig.4] permet un renouvellement de l'air dans les caisses de la pile P0. On constate néanmoins les problématiques suivantes créées par cette configuration.

[0081] Afin de générer un flux d'air jusqu'à la face de la pile de caisses P0 opposée à la gaine de diffusion 4, l'air doit être soufflé à grande vitesse vers la pile de caisses, en l'occurrence à une vitesse de l'ordre de 2 ms^{-1}. L'air soufflé pénètre dans les caisses de la pile de caisses P0 à grande vitesse, de que les premiers centimètres à l'entrée de la caisse subissent un flux d'air à une vitesse potentiellement trop élevée pour les organismes présents dans la caisse, typiquement plus de $1ms^{-1}$. Des zones mortes subsistent néanmoins dans la pile de caisses P0, à proximité de la face opposée à la gaine. En effet, la perte de charge en entrée des caisses est importante. La puissance de soufflage nécessaire pour assurer l'aération des piles de caisses est donc importante. Les piles de caisses adjacentes à la pile de caisses P0 sont relativement mal aérées, et comportent des zones mortes en termes de flux d'air.

[0082] En résumé, la configuration proposée dans l'art antérieur et dont le principe est illustré à la [Fig.4] permet certes de remplir globalement la fonction souhaitée de ventilation des piles de caisses, mais de nombreuses améliorations peuvent être recherchées.

[0083] La [Fig.5] est une vue schématique en perspective d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un mode de réalisation de l'invention. Il est également fait référence à la [Fig.6] qui représente la zone climatique de la [Fig.5], vue de dessus.

[0084] Des caisses 1 sont empilées afin de former des piles, en l'occurrence 8 piles P1…P8 de caisses dans l'exemple représenté. Chaque pile peut comporter, à titre d'exemple, entre 10 et 30 caisses. Dans l'exemple représenté, chaque pile comporte 22 caisses.

[0085] Chaque caisse peut avoir, par exemple, les dimensions d'une palette « Europe » soit 1,20 m sur 0,80 m ou d'un multiple de ces dimensions, par exemple 2,40 m (soit trois fois 0,80 m) sur 1,20m, ou être carrée, avec par exemple des côtés de 1,20m. Cela en facilite la manutention et rend la caisse, et les piles de caisses, compatibles de dispositifs de transport et de stockage des palettes (transpalette ou autre système de manutention classique, étagères ou « racks » à palettes). Mais d'autres dimensions peuvent bien évidemment être choisies.

[0086] Les exemples détaillés ci-après sont présentés pour des caisses ayant une longueur de 80 cm et une largeur de 60 cm.

[0087] La caisse inférieure peut servir de support de manutention, c'est-à-dire de palette, pour l'ensemble de la pile de caisses.

[0088] Tout comme dans l'exemple montré à la [Fig.4] pour illustrer l'art antérieur à l'invention, afin d'apporter de l'air, par exemple de l'air conditionné en température, dans la zone climatique, un dispositif de diffusion d'air est utilisé. Dans l'exemple représenté, le dispositif de diffusion d'air comporte une gaine de diffusion 4 qui est installée verticalement entre les piles de caisses.

[0089] Contrairement aux solutions dans l'art antérieur, notamment à la solution illustrée à la [Fig.4], la gaine n'est pas nécessairement installée en regard d'une face ouverte (par exemple des premières faces F1) d'une pile de caisses. En effet, selon le principe développé dans la présente invention, l'air est diffusé dans la zone climatique non pas en direction des faces ouvertes des caisses et des piles de caisses, mais parallèlement à ces faces ouvertes.

[0090] En pratique, les piles de caisses forment, entre leurs premières faces sur lesquelles les caisses forment des ouvertures, une allée 5. Dans l'exemple représenté, l'air est diffusé dans la direction d'extension de l'allée 5, entre les piles de caisses P1…P8. L'air est plus particulièrement diffusé dans deux directions opposées, vers chacune des extrémités de l'allée 5. Les directions de diffusion de l'air sont représentées par des flèches sur la [Fig.6].

[0091] Il est notable que comme l'air est diffusé parallèlement aux piles de caisses et non en direction de celles-ci, la largeur de l'allée 5 peut être réduite, car il n'est pas nécessaire de ménager une distance significative entre la gaine de diffusion 4 et les caisses 2.

[0092] Dans ce mode de réalisation comme dans les autres modes de réalisation présentés ci-

après, la direction de diffusion correspond typiquement, pour une buse donnée, à l'axe principal du cône de diffusion de l'air en sortie de la buse. Ce cône est avantageusement d'un angle faible, par exemple de moins de 30°, préférentiellement moins de 20°, encore plus préférentiellement moins de 10°.

[0093] Afin de diffuser l'air sur toute la hauteur de la zone climatique, la gaine de diffusion 4 comporte des buses réparties (par exemple régulièrement réparties) sur sa hauteur. La notion de buse s'entend de manière générale comme un élément qui assure l'écoulement et l'évacuation de la gaine de diffusion 4. Il peut donc s'agir tout simplement d'un orifice formé dans la gaine de diffusion 4, ou d'une pièce configurée pour canaliser le flux d'air sortant de la gaine de diffusion 4.

[0094] La gaine de diffusion 4 peut être une gaine textile. Il peut s'agir alternativement d'une gaine rigide, par exemple une gaine métallique telle qu'une gaine en acier inoxydable.

[0095] Ainsi, et comme cela est bien visible sur les figures 7 à 9, le principe développé dans l'invention consiste à générer un flux d'air dans les piles de caisses P1…P8 sans diffuser l'air en direction des piles de caisses, mais parallèlement aux faces ouvertes de ces piles de caisses. Dans l'exemple représenté, l'air est diffusé avec une vitesse de l'ordre de $2ms^{-1}$ mesurée à 50 cm de la buse.

[0096] La [Fig.7] représente, de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées en partie haute de la zone climatique des figures 5 et 6, selon le plan de coupe C1 représenté sur la [Fig.5]. L'orientation des flux d'air dans ce plan de coupe est représentée par des flèches. La vitesse des flux est représentée selon le niveau de gris, d'une vitesse nulle (en gris clair) à une vitesse de l'ordre de $2ms^{-1}$ (en noir).

[0097] On constate que les flux d'air s'établissent dans les caisses selon un mouvement tourbillonnaire ne laissant pas ou que peu de zones mortes. Les flux s'établissent dans des plans horizontaux, sensiblement symétriquement de part et d'autre de l'allée 4. Dans l'exemple représenté, le flux d'air s'établit à une vitesse modérée, de l'ordre de 0,5 ms^{-1} dans les piles de caisses, de manière régulière et assurant un renouvellement convenable dans les caisses.

[0098] Un résultat analogue est obtenu en bas de la pile de caisses, comme cela est visible à la [Fig.9] qui représente, de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées en partie basse de la zone climatique des figures 5 et 6, selon le plan de coupe C3 représenté sur la [Fig.5].

[0099] La [Fig.8] représente, de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées à mi-hauteur de la zone climatique des figures 5 et 6, selon le plan de coupe C2 représenté à la [Fig.1]. On constate qu'à mi-hauteur des caisses, un flux d'air s'établit avec une vitesse légèrement plus importante qu'en haut et en bas des caisses, de l'ordre de 0,7 ms^{-1} à 1.1 ms^{-1} dans l'exemple représenté.

[0100] Les figures 6, 7 et 8 permettent de constater que, de manière contrintuitive, un flux régulier dans les piles de caisses est obtenu en diffusant l'air non pas en direction des caisses, mais dans la direction générale des allées qui séparent ces caisses.

[0101] Il a en outre été constaté que cette façon de diffuser l'air parallèlement aux piles de caisses et non en direction de celles-ci est bien plus efficace pour ce qui concerne la régularité du flux créé dans les caisses et pour ce qui concerne la puissance à fournir pour assurer un renouvellement de l'air efficace dans les caisses, comparativement à une diffusion de l'air en direction des piles de caisses.

[0102] La [Fig.10], la [Fig.11] et la [Fig.12] représentent, de manière schématique, les champs de température dans des caisses situées respectivement dans le plan de coupe C1, dans le plan de coupe C2 et dans le plan de coupe C3. Plus la température est élevée, plus le champ de température est foncé, le blanc correspondant à une température de 25°C, le noir à une température de 40°C.

[0103] Pour le cas de figure représenté, l'hypothèse que chaque caisse a une puissance thermique de 20W est retenue. Bien évidemment la puissance thermique dégagée par chaque insecte ou la puissance dégagée par unité de masse d'insectes dépend de nombreux facteurs, par exemple du stade de développement ou de l'activité biologique courante des insectes (par exemple, s'ils viennent ou non de manger). La puissance considérée est cependant d'un ordre de grandeur cohérent avec la puissance qui pourra être dégagée par les caisses lors de l'élevage.

[0104] La [Fig.13] montre de manière schématique les champs de température dans une coupe transversale selon le plan de couple C4 représenté à la [Fig.6] des piles de caisses de la zone climatique des figures 5 et 6.

[0105] On constate, sur les figures 10 à 13 que grâce au renouvellement de l'air régulier réalisé grâce à la diffusion d'air parallèlement aux faces ouvertes des caisses, une température relativement homogène, ici comprise entre 31°C et 36°C, est maintenue sur l'ensemble de la surface des caisses, et cela à tous les niveaux (verticalement) des piles de caisses.

[0106] La demanderesse a en outre étudié le rôle de la vitesse de diffusion de l'air sur les flux induits dans les piles de caisses.

[0107] La [Fig.14] et la [Fig.15] sont annotées en entourant, par un trait mixte, les zone où un flux tourbillonnaire à une vitesse de l'ordre de $1ms^{-1}$ s'établit. La [Fig.14] correspond à la [Fig.8] décrite ci-dessus, mais annotée. La [Fig.15] correspond aux mêmes conditions que celles de la [Fig.14], sauf que l'air, au lieu d'être diffusé à $2ms^{-1}$ mesurés à 50 cm des buses, est diffusé plus rapidement, de sorte à être mesuré à $2ms^{-1}$ à 70cm des buses.

[0108] On constate sur les figures 14 et 15 que la configuration des flux générés dans les piles de caisses dépend de la vitesse de diffusion de l'air. En particulier, on constate

qu'au-delà d'une certaine vitesse de diffusion, la pénétration dans les caisses d'un flux ayant une vitesse supérieure ou égale à $1ms^{-1}$ est réduite.

[0109] Cela s'explique par un taux d'induction moindre lorsque la vitesse de diffusion est élevée. Le « taux d'induction » d'un diffuseur désigne le rapport entre le volume d'air ambiant et d'air soufflé à une distance donnée du diffuseur. Plus le taux d'induction est élevé, plus le mélange entre air ambiant et air diffusé est rapide, et plus une température homogène est rapidement obtenue.

[0110] Ainsi, la vitesse de diffusion du flux est un paramètre qu'il convient d'optimiser selon l'application considérée, pour obtenir la génération d'un flux couvrant au maximum la surface des piles de caisses.

[0111] La [Fig.16] représente de manière schématique, les flux d'airs dans des caisses situées à mi-hauteur d'une zone climatique selon une variante du mode de réalisation des figures 5 et 6.

[0112] Selon cette variante, les allées dans la direction desquelles l'air est soufflé, entre les piles de caisse, sont de faible largeur et sont formées entre les grands côtés des caisses (dans leur longueur). Les gaines de diffusion sont installées verticalement, en regard des allées ménagées entre les caisses de sorte à souffler entre les piles de caisses dans ces allées. On peut ainsi considérer que les gaines de diffusion s'étendent verticalement à l'entrée des allées dans lesquelles elles soufflent. La vitesse des flux est représentée selon le niveau de gris, d'une vitesse nulle (en gris clair) à une vitesse de l'ordre de $2ms^{-1}$ (en noir).

[0113] On constate que les flux d'air s'établissent dans les caisses selon un mouvement tourbillonnaire ne laissant pas ou que peu de zones mortes. Les flux s'établissent dans des plans horizontaux, sensiblement symétriquement de part et d'autre de l'allée 4. Dans l'exemple représenté, le flux d'air s'établit à une vitesse modérée, de l'ordre de $0,7\ ms^{-1}$ dans les piles de caisses, de manière régulière et assurant un renouvellement convenable dans les caisses.

[0114] La [Fig.17] est une vue schématique en perspective d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un autre mode de réalisation de l'invention.

[0115] Selon ce mode de réalisation, l'air est diffusé verticalement dans les allées 5 entre les piles de caisses. En l'occurrence, des gaines de diffusion 4 sont utilisées, à savoir une première gaine de diffusion 401 et une deuxième gaine de diffusion 402.

[0116] La première gaine de diffusion 401 s'étend dans la direction d'extension d'une première allée 501, au-dessus de celle-ci. La première gaine de diffusion 401 est configurée pour diffuser de l'air vers le bas, par exemple en direction d'un sol 6 de la zone climatique.

[0117] La deuxième gaine de diffusion 402 s'étend dans la direction d'extension d'une deuxième allée 502, en dessous de celle-ci. La deuxième gaine de diffusion 402 est

configurée pour diffuser de l'air vers le haut, par exemple en direction d'un plafond 7 de la zone climatique.

[0118] Dans l'exemple représenté, une reprise d'air 8 (c'est-à-dire un dispositif d'extraction d'air de la zone climatique) est ménagée au niveau du plafond 7.

[0119] En outre, dans l'exemple de mode de réalisation de la [Fig.16], chaque pile de caisses forme une unité élémentaire. Du fait de la configuration des étagères dans lesquelles ces piles sont stockées, il existe un espace 9, verticalement, entre les unités élémentaires.

[0120] Des cloisonnements verticaux 10 sont installés pour combler ces espaces de part et d'autre de chaque allée 5, 501, 502. Ces cloisonnement verticaux 10 permettent de canaliser l'air diffusé dans les allées, afin d'éviter une forte diffusion d'air dans les espaces 8 et permettre à l'air diffusé d'atteindre le haut ou respectivement le bas des allées.

[0121] Les flux d'air sont représentés à la [Fig.17], dans le plan de coupe C5 représenté à la [Fig.16].

[0122] La [Fig.18] permet de constater que le flux d'air diffusé par chacune des gaines de diffusion 401, 402 atteint le côté de l'allée opposé à la gaine (c'est-à-dire le haut ou respectivement le bas de l'allée) avec peu de perte de vitesse. Plus particulièrement, du fait de la reprise d'air 8 située au plafond 7, le flux d'air diffusé par la deuxième gaine de diffusion 402 dans la deuxième allée 502 atteint le haut de la zone climatique quasiment sans perte de vitesse, c'est-à-dire à une vitesse de l'ordre de 2 ms^{-1}. Le flux d'air diffusé par la première gaine de diffusion 401 dans la première allée 501 atteint le bas de la zone climatique à une vitesse supérieure à 1ms^{-1}.

[0123] La [Fig.19] est une coupe verticale dans le plan d'une troisième allée 503, située entre la première allée 501 et la deuxième allée 502, parallèlement à celle-ci. En particulier, la troisième allée est définie entre des deuxième face F2 des piles de caisses, qui présentent des ouvertures.

[0124] La [Fig.20] représente selon une vue schématique en coupe transversale selon le plan de coupe C8 représenté à la [Fig.17], les flux d'air dans une zone climatique.

[0125] La [Fig.19] et la [Fig.20] permettent de constater que des flux d'air s'établissent dans l'ensemble de la zone climatique, entre chaque caisse, de manière relativement homogène et avec une vitesse comprise entre 0,2 ms^{-1} et 1 ms^{-1}, ce qui est particulièrement bien adapté pour renouveler l'air de manière satisfaisante dans la zone climatique, en particulier dans les caisses, et y maintenir une température relativement homogène.

[0126] La [Fig.21] est une vue schématique en perspective d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un autre mode de réalisation de l'invention. La [Fig.20] illustre le fait que la configuration proposée à la [Fig.16] peut être adaptée pour des

zones climatiques de très grandes dimensions. Dans l'exemple de la [Fig.20], la zone climatique comporte sept allées 5 dont quatre sont équipées d'une gaine de diffusion 4. Le nombre de piles de caisses peut ainsi être augmenté autant que de besoin, tant transversalement par rapport aux gaines de diffusion que dans leur direction d'extension.

[0127] De même, la zone climatique constituée selon l'exemple représenté à la [Fig.5] peut être agrandie en multipliant le nombre de piles de caisses et le nombre de gaines de diffusion.

[0128] La [Fig.22] est une vue schématique en trois dimensions d'une zone climatique d'un système agricole conforme à un autre mode de réalisation de l'invention. Comparativement à la zone climatique des figures 16 et 20, le dispositif de diffusion d'air ne comporte pas des gaines de diffusion mais des boîtiers de diffusion 11. Chaque boîtier de diffusion 11 comporte, comme représenté à la [Fig.23], un collecteur d'air 111 et un ensemble de buses 112, sous la forme de tuyaux d'éjection d'air permettant de diffuser l'air avec un cône de diffusion de faible angle.

[0129] Quel que soit le mode de réalisation de l'invention, mais *a fortiori* lorsque la diffusion de l'air est réalisée verticalement, il est possible d'assurer cette diffusion dans des allées de faible largeur.

[0130] En particulier, la largeur des allées pour la fonction de diffusion de l'air peut être de seulement quelques dizaines de centimètres, par exemple de l'ordre de 30 cm à 100 cm. En tout état de cause, la configuration de diffusion d'air dans la zone climatique selon l'invention –et en particulier selon la seconde configuration dans laquelle l'air est soufflé verticalement entre les piles de caisses - trouve un intérêt particulier lorsqu'elle est combinée avec un système de manutention, pour le déplacement automatisé des caisses, qui ne nécessite pas la création de larges allées entre les piles de caisses.

[0131] Par exemple, tandis qu'un système de transstockeur nécessite la création de larges allées, un système de manutention adapté à extraire les caisses ou les piles de caisses par le dessous ne nécessite pas la création de larges allées. De même, un système capable de gérer le stockage ou la sortie des caisses sur plusieurs niveaux de profondeur dans les étagères permet de limiter le nombre d'allées dédiées à la manutention. Dans la mesure où il n'est pas nécessaire de prévoir de larges allées pour l'aération de la zone climatique, le nombre de caisses pouvant être stockées par unité de surface de la zone climatique peut être fortement augmenté comparativement aux zones climatiques connues dans l'art antérieur.

[0132] Il est ainsi proposé une zone climatique d'un système agricole de culture ou d'élevage, notamment particulièrement adapté à l'élevage d'insectes, permettant un maintien de l'ensemble de la zone climatique à une température relativement homogène et un renouvellement de l'air satisfaisant dans l'ensemble de la zone climatique.

[0133] La zone climatique proposée dans l'invention ne nécessite pas une forte puissance pour la diffusion de l'air, grâce à une configuration générale et à une direction d'introduction de l'air contrintuitives par rapport aux systèmes connus. Cela permet néanmoins la création de flux d'airs ayant une faible vitesse mais qui sont réguliers, dans les caisses empilées dans la zone climatique.

Revendications

[Revendication 1] Zone climatique (Z1) d'un système agricole de culture ou d'élevage, ladite zone climatique comportant un ensemble de caisses (1) empilées en plusieurs piles de caisses (P1…P8), chaque pile de caisses (P1…P8) comportant au moins une première face (F1) sur laquelle les caisses forment des ouvertures (2) et au moins une deuxième face (F2) sur laquelle les caisses (1) forment des ouvertures (2), de sorte qu'un flux d'air peut traverser chaque pile de caisses entre sa première face et sa deuxième face,
les premières faces des piles de caisses étant orientées sensiblement selon une même direction et positionnées de sorte à définir entre elle une allée (5) droite,
la zone climatique comportant en outre un dispositif de diffusion d'air, caractérisé en ce que le dispositif de diffusion d'air est configuré de sorte à diffuser de l'air dans l'allée (5) seulement selon une ou plusieurs directions parallèles auxdites premières faces (F1) des piles de caisses.

[Revendication 2] Zone climatique selon la revendication 1, dans laquelle le dispositif de diffusion d'air comporte au moins une gaine de diffusion (4) s'étendant verticalement et comportant des buses d'éjection d'air réparties verticalement.

[Revendication 3] Zone climatique selon la revendication 2, dans lequel la gaine de diffusion (4) est une gaine textile.

[Revendication 4] Zone climatique selon la revendication 1, dans laquelle le dispositif de diffusion d'air comporte un boîtier de diffusion (11) ou une gaine de diffusion (4) disposé horizontalement au-dessus de l'allée (5) ou en dessous de l'allée (5), ledit boîtier de diffusion (11) ou ladite gaine de diffusion (4) étant configuré pour diffuser de l'air verticalement dans ladite allée (5).

[Revendication 5] Zone climatique selon la revendication 4, dans laquelle le boîtier de diffusion (11) ou la gaine de diffusion (4) comporte plusieurs buses d'éjection d'air orientées verticalement.

[Revendication 6] Zone climatique selon la revendication 4 ou la revendication 5, dans laquelle la zone climatique comporte au moins une deuxième allée et dans laquelle le dispositif de diffusion d'air comporte un second boîtier de diffusion ou une seconde gaine de diffusion configuré pour diffuser de l'air dans la deuxième allée dans une direction verticale opposée à la direction de diffusion de l'autre boîtier de diffusion ou gaine de

diffusion.

[Revendication 7] Zone climatique selon l'une des revendications précédentes, comportant en outre au moins un dispositif de reprise d'air.

[Revendication 8] Zone climatique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les caisses sont empilées sous forme d'unités élémentaires comportant un nombre donné de caisses, la zone climatique comportant des rayonnages dans lesquels sont superposées plusieurs unités élémentaires, les rayonnages comportant un cloisonnement vertical formé entre les unités élémentaires de part et d'autre de l'allée ou des allées de la zone climatique.

[Revendication 9] Zone climatique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les caisses sont de forme généralement rectangulaire de sorte qu'elles comportent quatre faces latérales, les caisses (1) comportant une ouverture (2) sur chaque face latérale.

[Revendication 10] Zone climatique selon l'une des revendications précédentes dans laquelle les caisses comportent
- un fond plein, définissant un plan sensiblement horizontal,
- des parois latérales définissant une ceinture périphérique de la caisse, le fond et les parois latérales définissant un corps de caisse, et
- des pieds s'étendant verticalement du fond de la caisse jusqu'à un niveau situé au-dessus de la ceinture de la caisse, lesdits pieds étant configurés pour permettre un empilement sur ledit caisse d'élevage d'un caisse d'élevage d'insectes identique, tout en en ménageant un espace entre le fond de ladite caisse identique et la ceinture de la caisse, lesdits pieds comportant une surface d'appui supérieure configurée pour coopérer avec une surface d'appui inférieure des pieds de ladite caisse identique ;

le corps de la caisse étant dénué d'arêtes vives, de sorte à limiter les perturbations d'un flux d'air laminaire s'écoulant autour de la caisse.

[Revendication 11] Zone climatique selon l'une des revendications précédentes comportant un système de régulation de la température de l'air diffusé dans la zone climatique par le dispositif de diffusion d'air.

[Revendication 12] Zone climatique selon la revendication 11, comportant en outre un système de régulation d'au moins l'un des paramètres suivants de l'air diffusé dans la zone climatique par le dispositif de diffusion d'air :

- hygrométrie ;
- teneur en dioxyde de carbone,

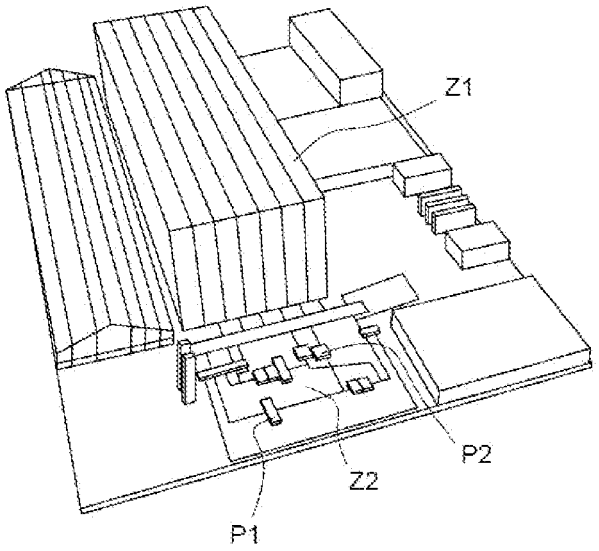
- teneur en dioxygène,
- teneur en ammoniac.

[Revendication 13] Zone climatique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la ou les allées sont d'une largeur inférieure à 4 m

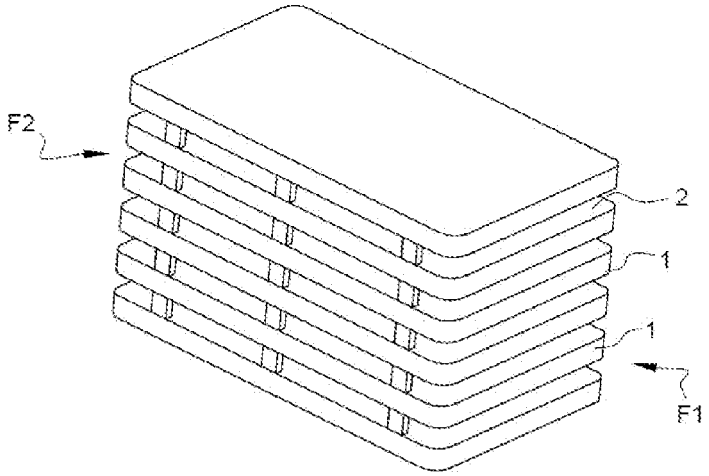
[Revendication 14] Zone climatique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la ou les allées sont d'une hauteur comprise entre 2 m et 30 m

[Revendication 15] Système d'élevage d'insectes comportant une zone climatique selon l'une des revendications précédentes.

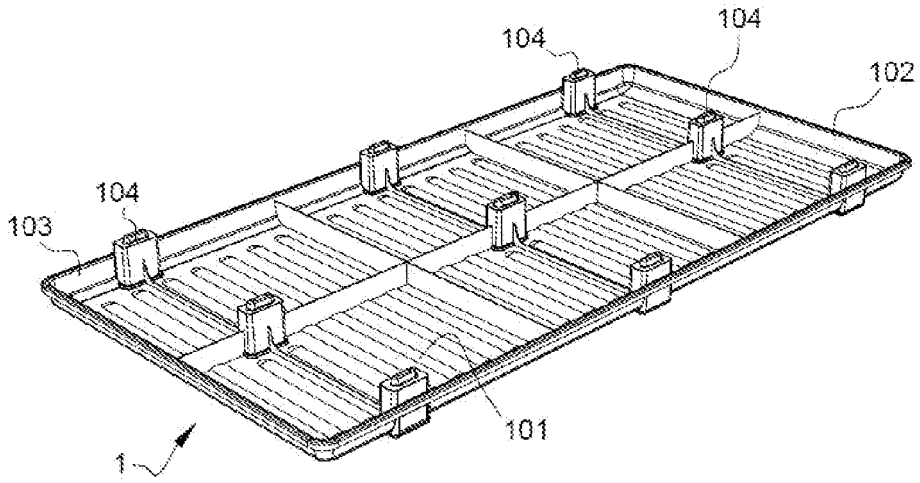
[Fig. 1]



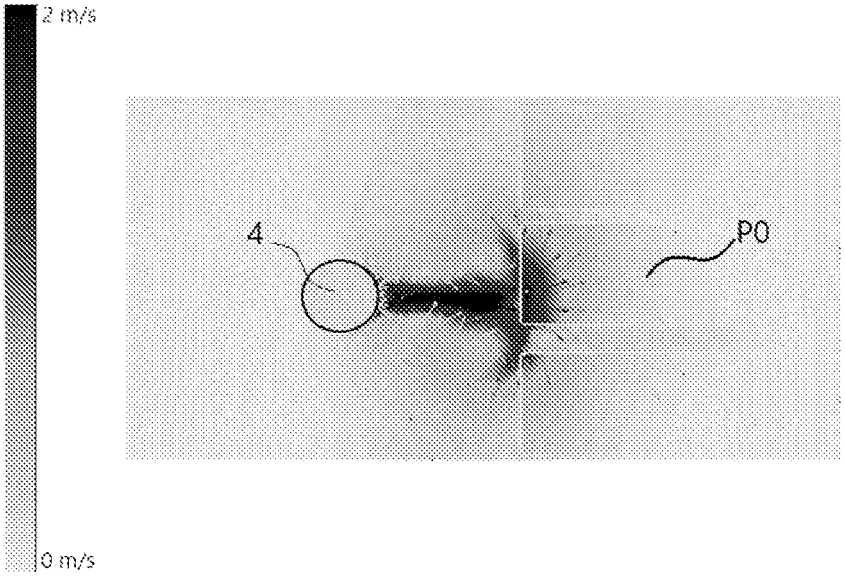
[Fig. 2]



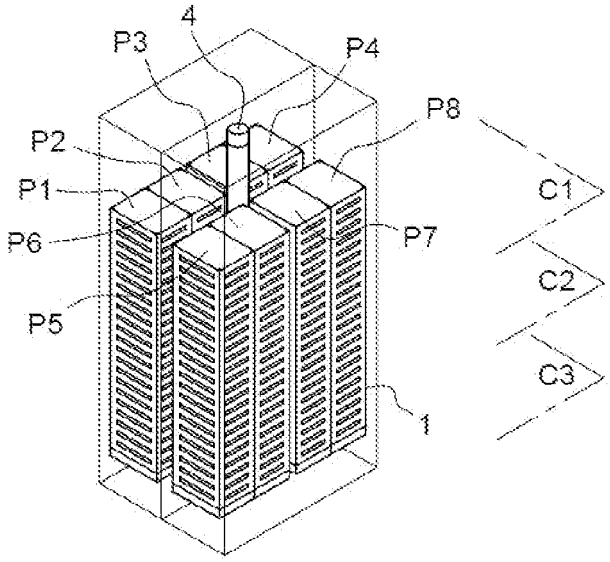
[Fig. 3]



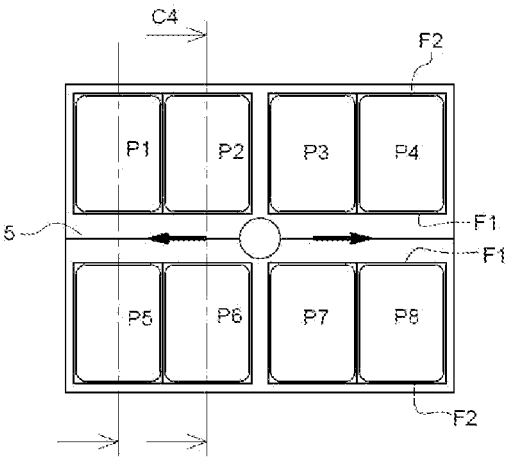
[Fig. 4]



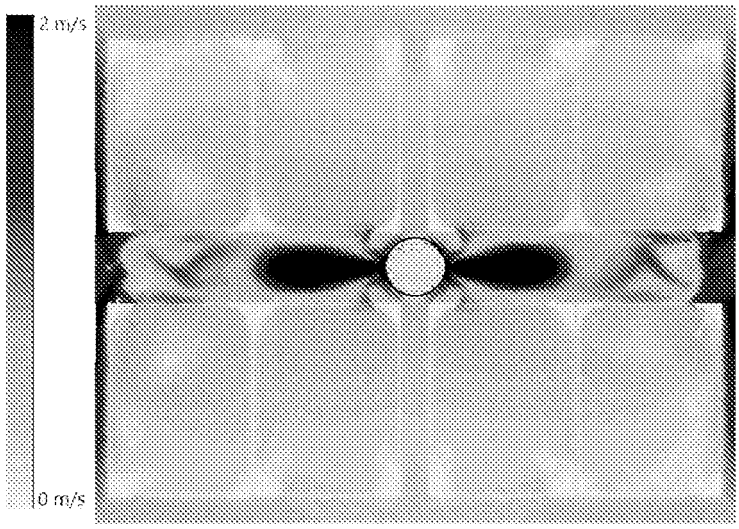
[Fig. 5]



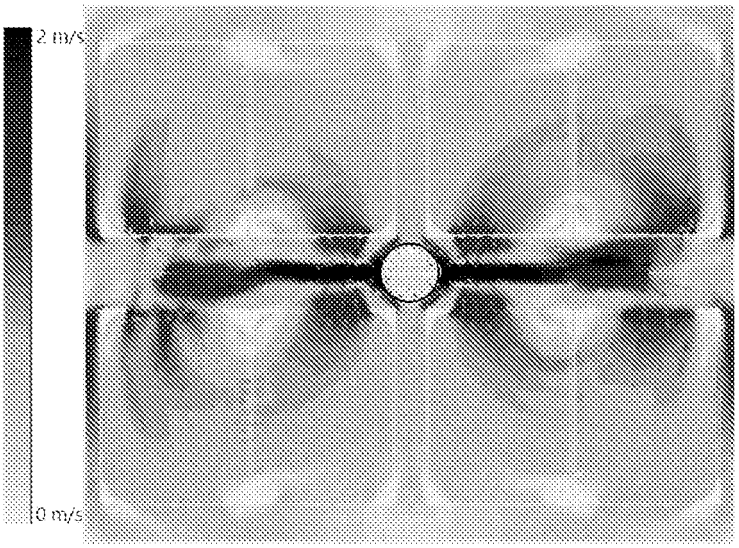
[Fig. 6]



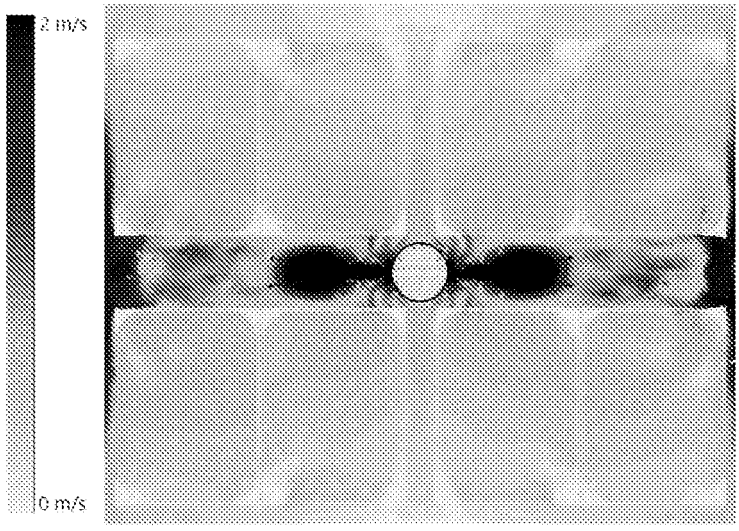
[Fig. 7]



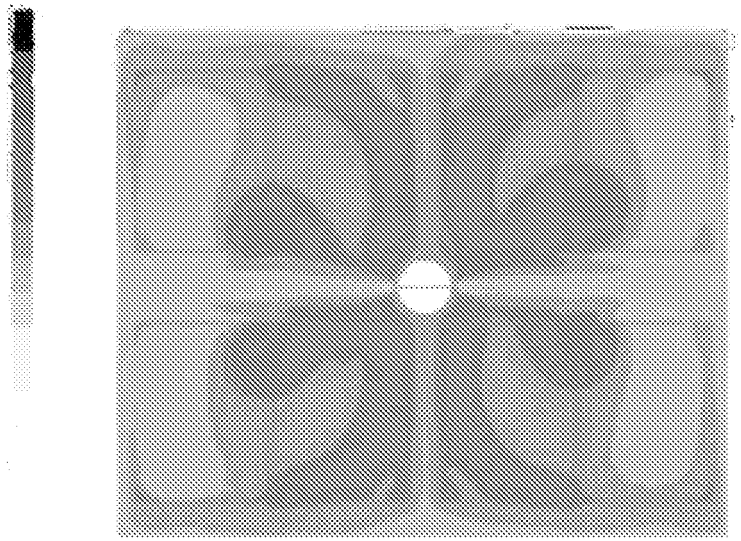
[Fig. 8]



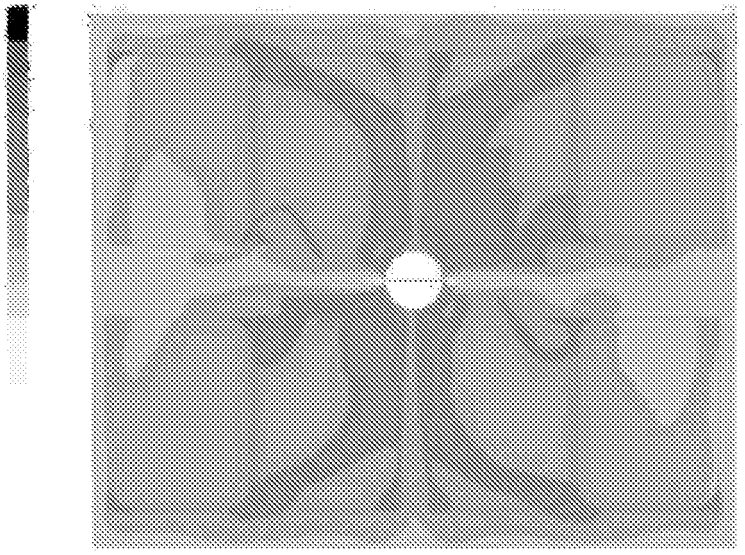
[Fig. 9]



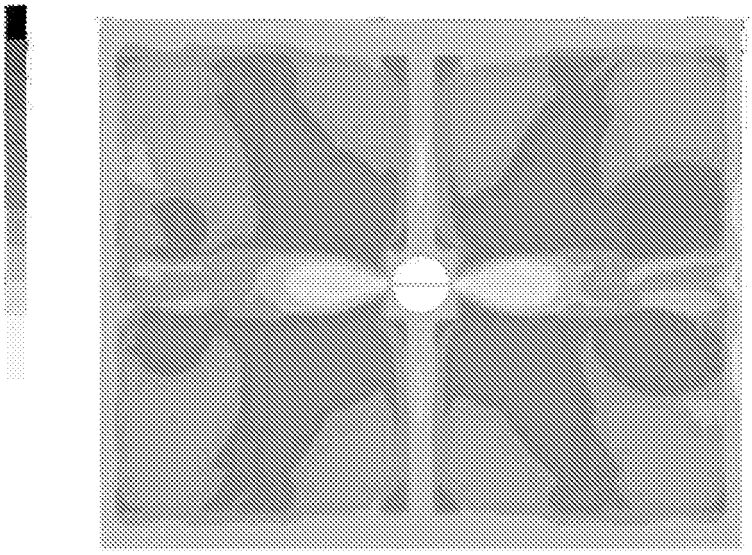
[Fig. 10]



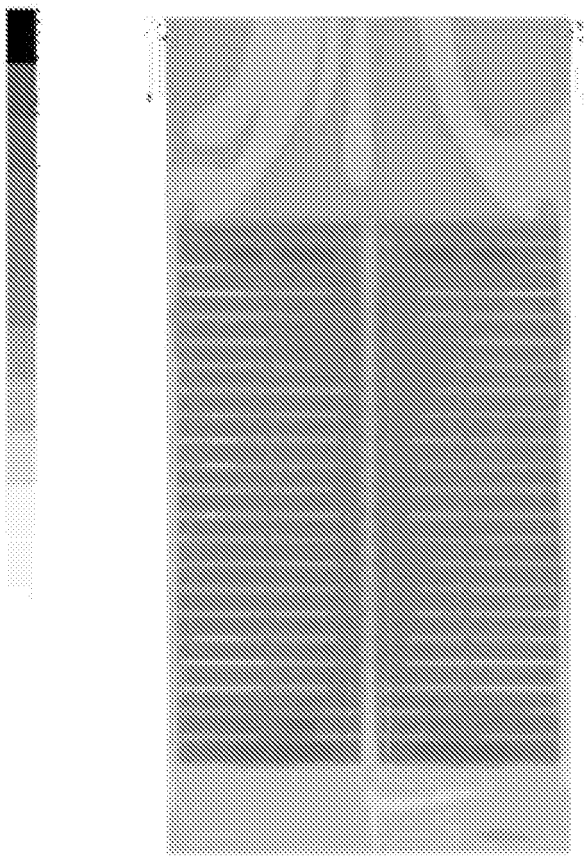
[Fig. 11]



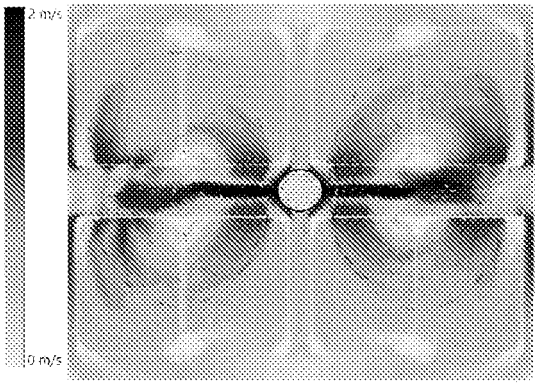
[Fig. 12]



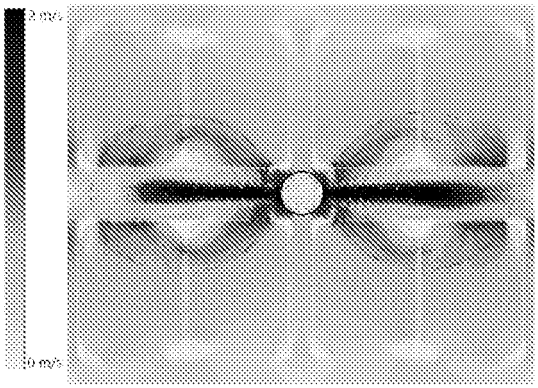
[Fig. 13]



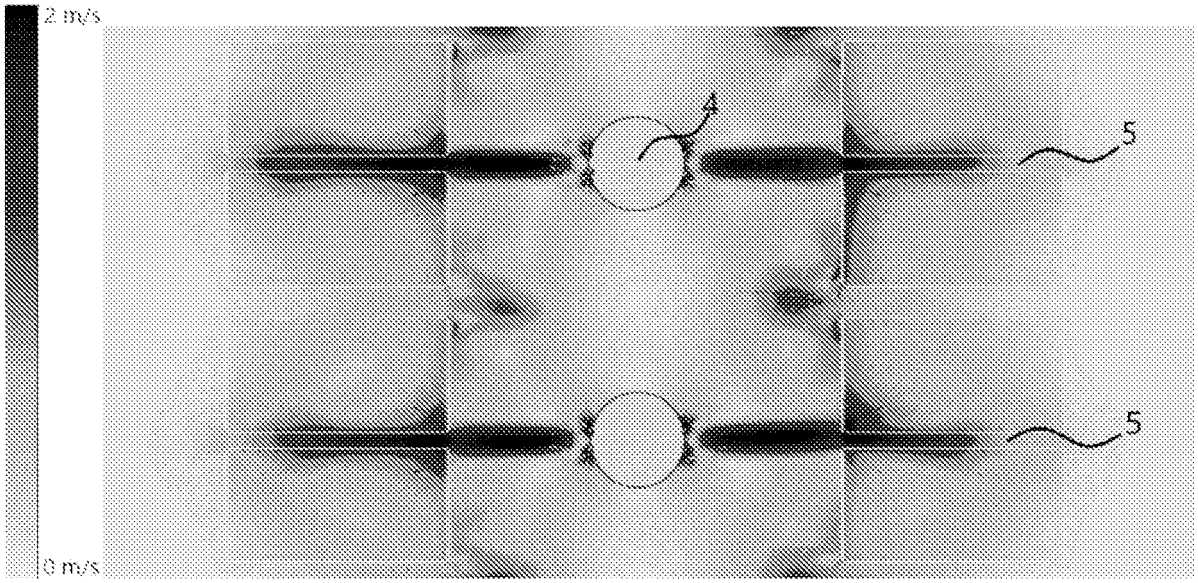
[Fig. 14]



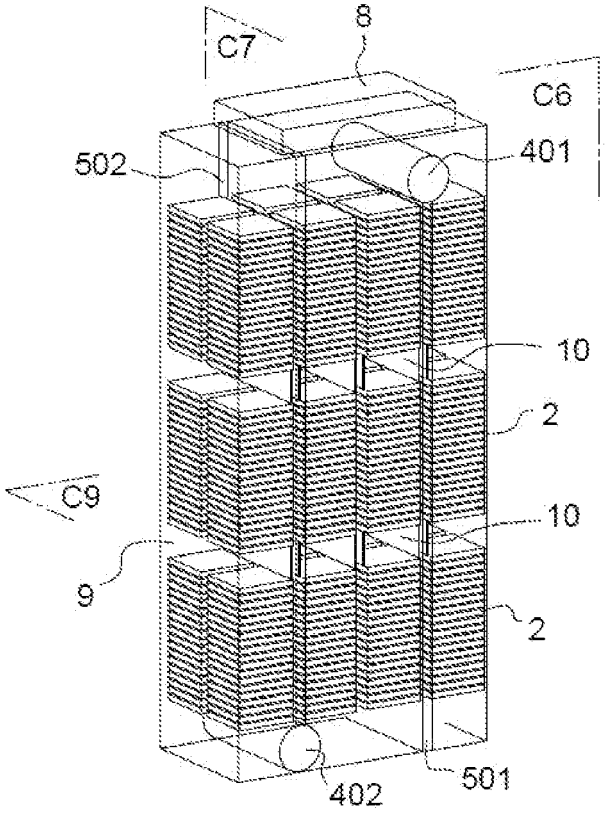
[Fig. 15]



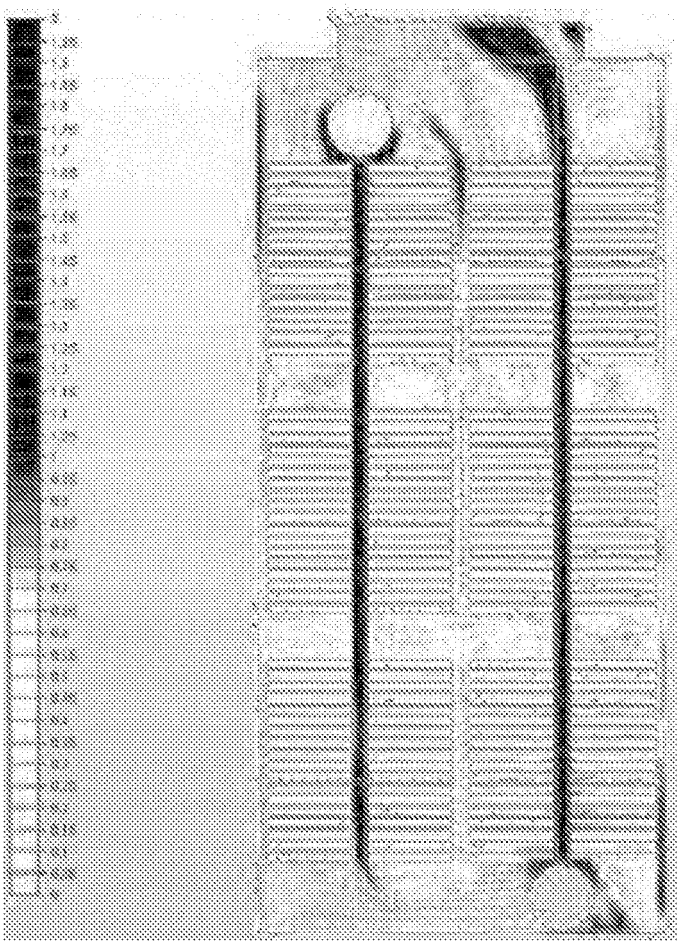
[Fig. 16]



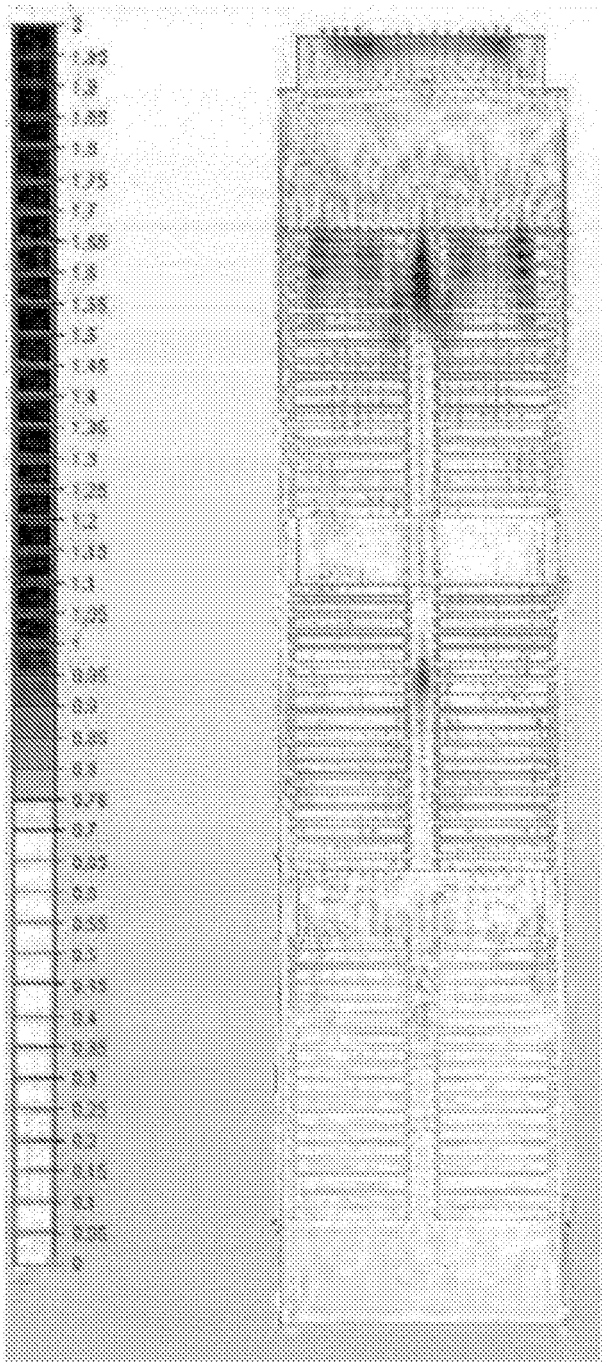
[Fig. 17]



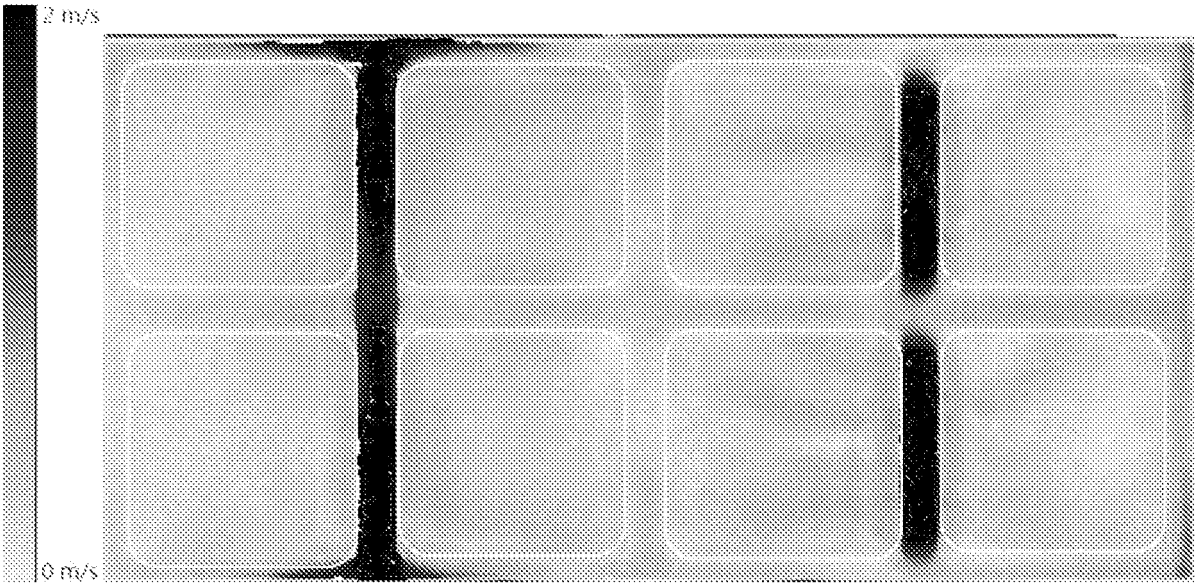
[Fig. 18]



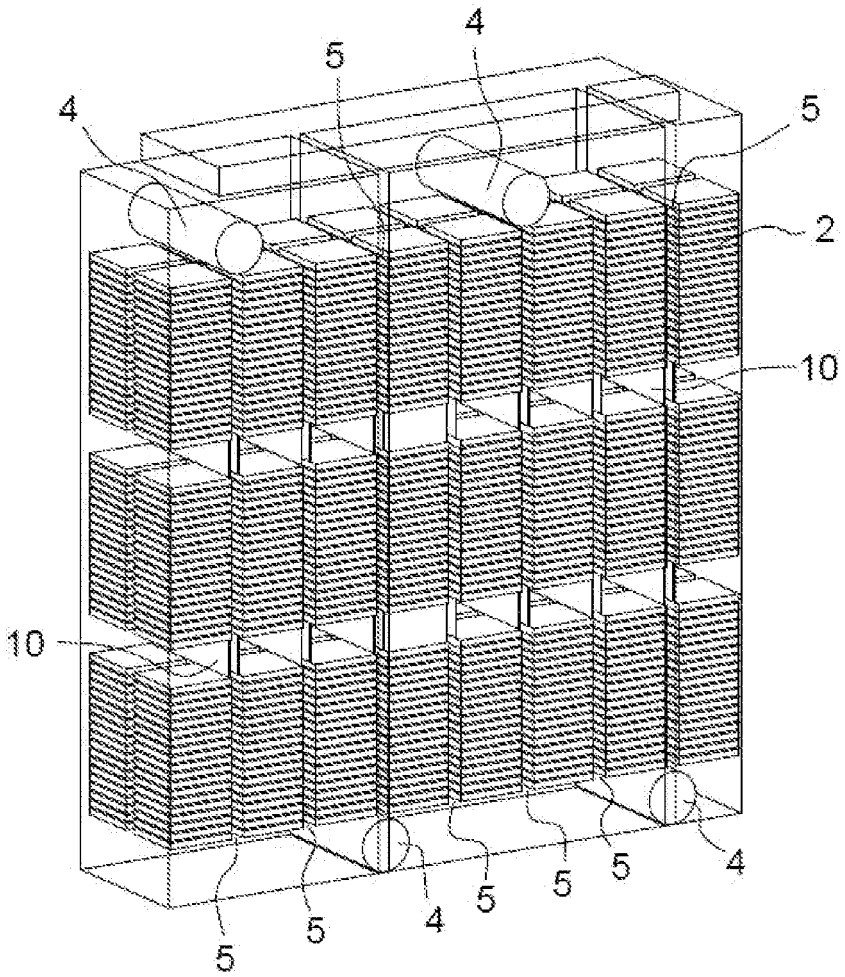
[Fig. 19]



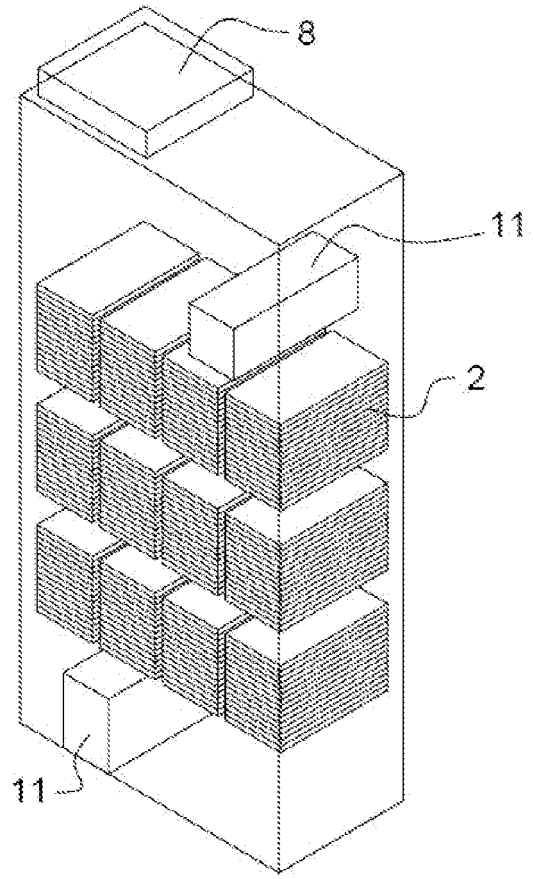
[Fig. 20]



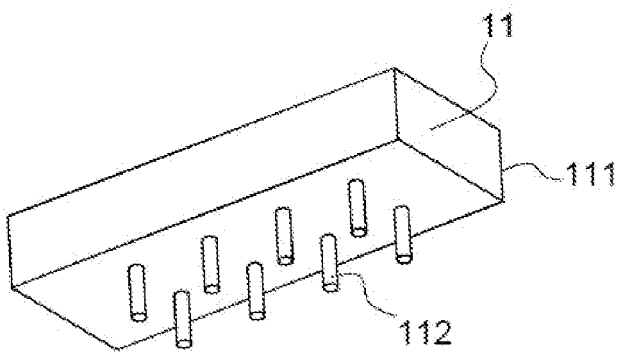
[Fig. 21]



[Fig. 22]



[Fig. 23]



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

[x] Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

EP 3 883 369 A1 (YNSECT [FR])
29 septembre 2021 (2021-09-29)

WO 2019/022596 A1 (PROTI FARM R & D B V
[NL]) 31 janvier 2019 (2019-01-31)

WO 2022/119443 A1 (PROTIX BV [NL])
9 juin 2022 (2022-06-09)

US 2016/066552 A1 (ARSIWALLA TARIQUE [NL]
ET AL) 10 mars 2016 (2016-03-10)

US 2022/295737 A1 (SCHMITT ERIC HOLLAND
[BE] ET AL) 22 septembre 2022 (2022-09-22)

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

NEANT