

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 05807

(54) Procédé de captation et de valorisation de l'énergie solaire dans le domaine du bâtiment.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). F 24 J 3/02; F 24 D 11/02.

(22) Date de dépôt..... 24 mars 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 1-10-1982.

(71) Déposant : SOCIETE ANONYME DES ENTREPRISES A. ET M. BREZILLON et AMOROS
Gabriel, résidant en France.

(72) Invention de : Gabriel Amoros et Apostolos Pezas.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Gabriel Amoros, ingénieur-conseil,
18, rue Caulaincourt, 75018 Paris.

- 1 -

La présente invention concerne un procédé de captation et de valorisation de l'énergie solaire dans le domaine du bâtiment, système performant de récupération énergétique pour un coût d'investissement peu important.

5 D'une façon inexorable, le prix des combustibles fossiles, produits d'utilisation commode pour les besoins d'énergie, augmente à un point tel que les charges de chauffage des bâtiments deviennent excessives et parfois difficilement supportables par certains utilisateurs. L'expérience des années précédentes prou-
10 ve, s'il en était besoin, qu'on ne peut se faire d'illusions sur une modération des hausses des combustibles fossiles tant qu'il n'y aura pas de véritable alternative.

Tenant compte de la diminution des réserves mondiales de produits pétroliers, de leur disparition à moyen terme et par
15 suite de leur hausse incessante et de leur coût excessif, la reconversion énergétique s'impose et s'oriente vers l'accroissement de la production d'énergie d'origine nucléaire, les économies d'énergie et le développement des énergies renouvelables dites "nouvelles". Mais ce redéploiement énergétique pose le
20 problème majeur du financement et du coût des investissements nécessaires.

Le système, objet de la présente invention, se situe dans les deux domaines suivants : celui des économies d'énergie et celui de l'utilisation performante de l'énergie solaire.

25 Les techniques d'utilisation directe de l'énergie solaire ne datent pas d'aujourd'hui et les principes en sont bien connus, mais, depuis le Professeur MOUCHOT qui, il y a 100 ans, présentait au Jardin des Tuileries un moteur solaire à miroirs actionnant une presse d'imprimerie, l'obstacle à son dévelop-
30 pement a toujours été un problème financier. C'est ainsi qu'il ne manque pas, de par le monde, d'exemples de construction chauffée exclusivement (Maison à Chicago notamment) ou partiellement grâce à l'énergie solaire mais qui constituent, de même, des exemples typiques d'échecs soit du point de vue de leur
35 aspect (laideur) soit du point de vue de leur surcoût d'investissement inamortissable même dans le cadre d'un coût prohibitif des combustibles fossiles.

S'il est vrai que l'avenir du solaire au 21e siècle passera par la réalisation de satellites géostationnaires (S.P.S.
40 Solar project Satellite) dont la production d'énergie se sub-

- 2 -

stituera à celle du pétrole et à celle d'origine nucléaire, en attendant, il est urgent et nécessaire de trouver des processus économiques qui permettent d'utiliser dès à présent l'énergie solaire.

5 La recherche actuelle, dans le domaine de la construction, a deux axes d'orientation pour s'adapter aux nécessités d'aujourd'hui; d'une part, elle porte sur l'amélioration des processus ou des composants afin d'en abaisser le coût, d'autre part sur l'adaptation architecturale dont l'objectif est de
10 capter le maximum de rayonnement solaire et de diminuer les besoins énergétiques de chauffage .

On désigne communément ces utilisations de l'énergie solaire par "voie active" et "voie passive". Elles ont leurs limites et sont sources de déboires.

15 L'intégration du paramètre solaire dans la conception de l'architecture est une solution très prisée actuellement car elle aboutit à un surcoût d'investissement raisonnable. "Vivre avec le climat" ou "Maison bioclimatique" dit-on. Il s'agit d'une conception tenant compte de l'orientation du bâtiment
20 ("Toute la France tournée vers le Sud!"): de grandes ouvertures vitrées au Sud, une protection des vents par mouvements de terre et rideau d'arbres feuillus, un effet de serre d'espace-tampon et des murs accumulateurs de chaleur. La régulation des apports calorifiques est difficile car la puissance calorifi-
25 que n'est pas maîtrisée mais subie, l'énergie solaire étant aléatoire. Un des déboires fréquemment rencontré : la constatation que non seulement, il n'y a pas l'amortissement du surcoût, mais, en plus, la consommation de chauffage est supérieure à celle d'une Maison sans prétention "bioclimatique", et il
30 apparaît , en outre, un inconfort d'été ! En effet, une des principales caractéristiques de ce type de projet est de prévoir de grandes ouvertures au Sud; s'il est vrai qu'en hiver, à l'apparition du soleil, la récupération du rayonnement direct dans le bâtiment est optimum, dès qu'il disparaît, les
35 déperditions calorifiques sont maximum à moins d'imaginer , (comme certains y ont pensé), une fermeture automatique par volets isolants dès la disparition du soleil, au risque d'entraîner le phénomène de claustrophobie des occupants. Si l'on excepte cette digression, le bilan des apports et des déperdi-
40 tions calorifiques reste déficitaire. De plus, en été, le fait

- 3 -

d'avoir de grandes ouvertures au Sud surchauffe l'intérieur du bâtiment et le rend inconfortable.

Disons, un mot, du mur TROMBE, qui consiste à disposer un vitrage devant les murs situés au Sud, à l'Est ou à l'Ouest, 5 peints de couleur sombre, et à récupérer directement l'énergie solaire captée par le mur par l'air circulant entre le vitrage et ce mur. S'il existe un point commun avec le processus (objet de l'invention), que nous décrivons ci-après il réside dans le seul fait qu'il se situe dans le même axe de recherche en considérant le bâtiment comme élément de capteur. Mais 10 il s'en différencie par le fait que le mur TROMBE est un produit-capteur d'énergie solaire directement récupérée alors que notre invention concerne un processus global d'utilisation indirecte de l'énergie solaire et non un produit-capteur. Deux 15 inconvénients apparaissent dans l'utilisation du mur TROMBE : celui concernant la régulation des apports calorifiques et celui de l'intégration architecturale.

La "voie active" d'utilisation de l'énergie solaire consiste à prévoir des capteurs à eau ou à air, inclinés à 45° ou à 20 à 60° de façon à obtenir une captation optimum du rayonnement solaire direct. Le capteur solaire comporte une enveloppe, un isolant thermique, un absorbeur et un vitrage. S'il s'agit de capteur à eau, la chaleur restituée est utilisée pour préchauffer l'eau chaude sanitaire ou distribuée par des surfaces de 25 chauffe bi-énergie ou par des planchers chauffants. S'il s'agit de capteur à air, la chaleur est emmagasinée dans une réserve de cailloux et restituée par un ventilateur suivant les besoins calorifiques et la possibilité de la charge calorifique de la réserve. Outre des difficultés de régulation 30 qu'on peut toujours résoudre mais qui sont sources de complexité de maintenance, deux inconvénients majeurs distinguent ce type d'utilisation d'énergie solaire : la difficulté d'intégration architecturale et son coût prohibitif dès qu'il s'agit de vouloir obtenir une économie de consommation significative. 35 Dans ces conditions, le seul domaine d'application de la "voie active" qu'on estime intéressant, est le préchauffage d'eau chaude sanitaire, cela d'autant plus que son utilisation reste permanente tout au long de l'année. Même dans ce cas précis, la rentabilité est douteuse, même si l'installation est vraiment 40 ment réalisée correctement à savoir : surface de captation

- 4 -

suffisante + régulation de bonne qualité + ballon de préchauffage + ballon de réchauffage. Enfin, considérant que la fabrication en série des capteurs en ferait baisser leur prix, différentes aides et incitations auprès des constructeurs

5 institutionnels sont apportées par les Pouvoirs Publics pour amorcer le Marché des capteurs. Mais il s'agit là d'une mauvaise solution d'utilisation de l'énergie solaire en comparaison de la solution préconisée ci-après.

En conclusion de l'état de la technique de l'utilisation
10 économique de l'énergie solaire. La "voie passive" : pourquoi pas, s'il s'agit de prévoir certaines dispositions^{de} construction qui entraînent une véritable économie de consommation et non le contraire. La "voie active" : non, s'il s'agit d'utiliser des capteurs industriels.

15 Si l'on devait faire, pour la compréhension, une analogie de l'invention, on pourrait la comparer à un certain jeu de hasard dont tout le monde connaît les chiffres mais où le gagnant d'une combinaison de 6 chiffres successifs est l'exception. Toutefois l'invention comporte une différence fonda-
20 mentale à savoir l'absence de hasard. Elle est le fruit d'un très long travail de maîtrise de techniques suivant la méthode scientifique d'élimination successive des solutions potentielles. La démarche a consisté à l'analyse systématique de tout ce qui a été réalisé dans le domaine de l'énergie solaire, d'en
25 faire apparaître les défauts, d'en tirer les leçons et partant de là d'effectuer de nombreuses études technico-économiques en simulant les différents processus possibles, nouveaux et imaginables car l'invention restait à trouver.

Considérer les bâtiments tels qu'ils sont ou tels qu'ils
30 apparaissent suivant le talent de l'architecte est une des idées de départ de l'inventeur et ne pas vouloir orienter ces bâtiments systématiquement au "Sud" en concevant une architecture dite "solaire". D'une part, ce n'est pas toujours envisageable (Centre Urbain par exemple) et, d'autre part, on ne
35 peut que constater, tout compte fait, que tous les bâtiments possèdent leurs quatre orientations. Il s'agit donc de les prendre tels qu'ils sont et ainsi se délivrer de cette servitude d'orientation au Sud typique des Maisons solaires.

L'idée dominante de l'invention est un préchauffage
40 d'air insolé enveloppant totalement ou partiellement la cons-

truction, suivant l'aspect que voudra bien lui donner le concepteur de l'architecture. En effet, le bâtiment comporte en lui-même certains éléments constitutifs d'un capteur, à savoir le support et l'isolant, et pour ce qui est de la terrasse un
5 accumulateur constitué par les gravillons de la protection et pour les murs à isolation intérieure, un accumulateur constitué par le mur béton. Pour obtenir un capteur complet, il suffit donc d'y rajouter une fermeture.

L'idée d'adjoindre un vitrage ou un matériau transparent
10 comme du polycarbonate ou même un matériau opaque et mince comme de l'ardoise, sur une toiture-terrasse, à 10 ou 20 cm de la protection lourde invisible de l'extérieur car, masqué par l'acrotère, constitue déjà une "nouveauité d'application industrielle" suivant la définition légale de l'invention. Mais
15 elle reste insuffisante pour son utilisation si on ne poursuit pas la réflexion afin de déterminer comment tout s'organise pour capter cette énergie solaire aléatoire et la valoriser.

L'air traversant cette terrasse-capteur n'est pas n'importe quel air, mais celui nécessaire à l'évaporateur d'une
20 Pompe à Chaleur Air-Eau qui démultiplie l'apport solaire.

Telle une troupe au garde-à-vous, certains ont imaginé et réalisé la pose de capteurs à eau de 1 m de hauteur inclinés à 45° ou 60° pour obtenir une meilleure récupération du rayonnement solaire direct en hiver, en recouvrant la totalité des
25 terrasses. A l'évidence, notre terrasse-capteur est plus économique et en outre, plus performant car, par suite de l'effet d'ombre, on ne peut recouvrir en capteurs industriels une terrasse d'une surface supérieure à la projection orthogonale de celle-ci par rapport à l'axe du rayonnement solaire et de plus
30 les faces postérieures des capteurs industriels sont refroidies par l'air extérieur alors que notre terrasse-capteur est située au-dessus d'un local chauffé de façon permanente.

La chaleur solaire récupérée par la Pompe à Chaleur est diffusée, en principe, par l'intermédiaire d'un réseau de
35 tubes plastiques en polyéthylène, calculé pour fonctionner à basse température suivant une courbe de chauffe 16°C - 35°C permettant une basse température de condensation du fluide frigorigène et un meilleur coefficient de performance de la Pompe à Chaleur.

40 On remarquera que si, on assure l'étanchéité de la couver-

- 6 -

ture par vitrage de la terrasse, on peut supprimer la prestation d'étanchéité de la terrasse à l'exception des bordures d'acrotère.

On remarquera aussi que le fait de recouvrir la terrasse et d'utiliser l'air comme vecteur d'énergie permet de récupérer partiellement les déperditions calorifiques par la terrasse des locaux situés sous celle-ci.

Pour ce qui est du renouvellement d'air des locaux, nécessaire à leur assainissement, source importante de déperditions calorifiques si on ne récupère pas les calories contenues dans l'air extrait, il suffit de raccorder les gaines d'extraction sur le ventilateur de l'évaporateur de la Pompe à Chaleur pour soutirer toute la chaleur contenue dans l'air extrait qui sera restituée au condenseur et renvoyée dans les locaux avec un rendement supérieur à celui d'une récupération par double-flux. L'on sait que la ventilation mécanique nécessite des bouches d'extraction à forte perte de charges et pour équilibrer les 2 réseaux d'air sans trop de difficultés avec des registres, l'espacement de 10 à 20 cm en terrasse est calculé pour obtenir une perte de charges de même importance que celle des bouches d'extraction.

De l'idée du procédé de terrasse-capteur avec les avantages signalés ci-avant, on passe à la notion d'enveloppe d'air du bâtiment-capteur si l'architecture l'autorise ce qui peut toujours être le cas partiellement, et parfois totalement.

Il est utile de préciser que la surisolation thermique est une intervention de rentabilité évidente qu'il est nécessaire de prévoir actuellement quelque soit la conception du système thermique. Elle a l'avantage de diminuer les besoins thermiques du bâtiment et pour ce qui nous concerne, d'augmenter la valeur relative de la participation de l'énergie solaire ou des autres apports de chaleur récupérés. Pour fixer les idées, on citera une valeur de coefficient volumique de déperditions G de 0,80 W/°Cm³h à 0,90 W/°Cm³h dans le cas d'une maison individuelle sans tenir compte des énergies récupérées ou de la part^{de} gratuite due à la Pompe à Chaleur.

Quelque soit l'architecture, on peut toujours prévoir une isolation extérieure avec bardage des pignons, l'un NE, l'autre SO par exemple. Les règlements imposent une ventilation de l'espacement compris entre l'isolant et le bardage d'une valeur

- 7 -

minimum de 2 cm, pour assurer la tenue dans le temps de l'isolant thermique, écart qu'on pourra porter à 5 ou 10 cm.

Mais au lieu de laisser entrer l'air au pied du bardage et sortir en haut de l'immeuble, on canalisera cet air réchauffé
 5 d'une part par l'insolation solaire sur le pignon SO et, d'autre part, par les déperditions calorifiques des locaux chauffés sur ces 2 pignons, vers l'évaporateur de la Pompe à Chaleur, le mouvement d'air étant dirigé de haut en bas contrairement à ce qui se passe habituellement. A noter qu'il est
 10 souhaitable que le bardage du pignon SO soit plutôt transparent mais ce n'est pas une obligation, la seule différence étant une légère diminution du rendement du système.

Pour ce qui est des façades, soit elles ne comportent pas de balcons auquel cas on revient à un traitement de façades du
 15 même genre que précédemment, ou elles comportent des balcons ou des simili-balcons auquel cas on peut les prévoir vitrés, laisser un passage d'air à chaque niveau et récupérer cet air réchauffé par le ventilateur de l'évaporateur de la Pompe à Chaleur.

20 Si le bâtiment est sur vide sanitaire ou sur cave, les ouvertures pour aération sanitaire seront supprimées ce qui constitue un gain, car l'air réchauffé balayant le bâtiment avant d'entrer dans la Pompe à Chaleur, assurera au passage l'aération nécessaire de ces volumes.

25 Si le bâtiment est sur parking, celui-ci sera ventilé par l'air de balayage du bâtiment ce qui entraîne la suppression du caisson de ventilation de parking, car le ventilateur de l'évaporateur de la Pompe à Chaleur remplira cette fonction.

L'invention n'est donc pas un produit mais un procédé de
 30 captation et de valorisation de l'énergie solaire caractérisé par un ensemble d'éléments qui forme un tout, à savoir : balayage d'air du bâtiment là où l'architecture l'autorise sans altération de celle-ci; récupération par Pompe à Chaleur Air extérieur insolé - Air extrait, Eau; distribution et
 35 émission de la chaleur récupérée et démultipliée par des surfaces de chauffe basse température assurant un chauffage de base, l'appoint étant réalisé par des convecteurs; l'eau chaude sanitaire étant préchauffée dans un 1er ballon par un serpentín où circule l'eau sortant du condenseur, une vanne
 40 motorisée de priorité chauffage court-circuitant le ballon de

préchauffage dès que la température de sortie est inférieure à 35°C.

S'agissant d'un procédé, les calculs n'ont qu'un intérêt secondaire dans cette demande de brevet. Ils relèvent des thé-
5 ories traditionnelles de la thermique, de l'héliothermique ou de l'aéraulique. Nous pouvons toutefois préciser que le débit du ventilateur pourra correspondre à 4 à 6 vol/h le volume du bati-
ment* 1 volume d'air extrait, que la puissance du compresseur sera de l'ordre 30 à 35% la valeur des déperditions bases -7,19°C,
10 pour un COP de 2 à 0°C, que les planchers émetteurs pourront être calculés pour un écart de 15°C, que le coefficient de déperdition volumique tend vers 0,4 W/°Cm³h suivant le flux solaire reçu.

Certaines caractéristiques et avantages de l'invention res-
sortent mieux des dessins annexés :

15 Les figures 1 et 2 représentent les coupes suivant façade et suivant pignon d'un immeuble collectif. Le pignon aurait pu être représenté avec un bardage ventilé; le sous-sol mis en dépression par le ventilateur de la Pompe à Chaleur aura pu être représenté sans les gaines de raccordement.

20 La figure 3 représente la coupe sur la dalle béton terrasse. Le vitrage pourrait être remplacé par un autre matériau transparent ou non ayant un moins bon facteur de récupération de l'énergie solaire. Une couche de peinture noire répandue au pistolet sur la protection lourde permettra une meilleure accu-
25 mulation calorifique.

La figure 4 représente un agrandissement du local technique Il aurait pu être figuré sans les gaines de canalisations d'air à l'exception de la gaine d'évacuation de l'air refroidi par l'évaporateur.

30 La figure 5 représente un bâtiment à R.de C.comme on en rencontre souvent en zone rurale. Le vitrage représenté en toiture pourrait être remplacé par la récupération de l'air de ventilation de bardage en toiture et en façade suivant un sys-
tème constructif traditionnel pour ce qui est des entrepôts ou
35 des usines.

La figure 6 représente une Maison individuelle avec terrasse vitrée et un espace-serre à R. de C. Il aurait pu aussi être aussi représenté par une ventilation de bardage d'isolation thermique par l'extérieur.

40 La figure 7 représente une Maison individuelle avec toit en

- 9 -

pente en tuile de verre côté Sud et un espace-serre à R. de C. Il aurait pu être représenté la ventilation de la sous-face du toit côté Nord et la ventilation d'un bardage d'isolation extérieure. A noter que le procédé est moins intéressant pour
 5 une seule Maison individuelle isolée car il nécessite une Pompe à Chaleur par Maison.

Les figures 8 et 9 représentent les coupes d'un ensemble de 4 Maisons individuelles avec serre collective vitrée bien entendu au même titre que les terrasses. Il aurait pu être re-
 10 présenté aussi une ventilation de bardage d'isolation extérieure. A noter que côté serre collective, il est préférable d'avoir une isolation intérieure pour laisser le béton servir d'accumulation de l'énergie solaire entrant dans la serre.

Les figures 10, 11, 12, 13 représentent des groupements de
 15 Maisons individuelles avec serre centrale et éventuellement éclairage naturel zenithal. On remarquera qu'il n'a pas été représenté une seule maison individuelle avec serre centrale car il est à craindre dans ce cas d'avoir plus de déperditions calorifiques que de gain sur la récupération de l'énergie so-
 20 laire à cause des vitrages de cette serre, ce qui a été explicité précédemment.

La figure 15 représente le schéma de principe de l'installation. Le ballon d'eau chaude sanitaire à réchauffage électrique à fonctionnement exclusif pendant les heures creuses du
 25 tarif E D F pourrait être décentralisé en plusieurs ballons individuels à comptage individuel. Tenant compte de l'inertie du bâtiment, le compresseur pourra être à l'arrêt pendant les quatre heures de pointe du tarif E D F s'il s'agit du tarif vert donc d'une installation importante.

30 Enfin un mot sur les bâtiments récents. Ceux-ci ne sont pas du tout isolés sur le plan thermique. Dans le cadre d'une rénovation ou réhabilitation, le fait de leur prévoir une surisolation thermique entrainera une surpuissance de leurs surfaces de chauffe prévues à l'origine. Le système de dis-
 35 tribution et d'émission de chaleur pourra donc être conservé et les surfaces de chauffe fonctionneront à basse température.

L'invention, procédé hybride de la "voie passive" et de la "voie active", permet les gains successifs d'économie d'éner-
 40 gie suivants :

- 10 -

Gain 1 par surisolation statique

Gain 2 par récupération des apports thermiques des locaux chauffés à travers les parois opaques, isolation pariéto-dynamique

Gain 3 par récupération de l'énergie solaire insolant les 5 bâtiments.

Gain 4 par récupération de la chaleur contenue dans l'air extrait de renouvellement d'air des bâtiments.

Gain 5 par démultiplication des gains 2, 3, 4 par la Pompe à Chaleur Air - Eau

10 Gain 6 par récupération de la part^{de} gratuité que donne la Pompe à Chaleur sur l'air extérieur.

L'invention répond, dès à présent, à l'hyperisolation qui devrait être prochainement recommandée par les Pouvoirs Publics puis ensuite réglementée.

15 Il est bien entendu que l'invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et qu'on pourra y apporter toute équivalence technique dans ses éléments constitutifs sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Ensemble de dispositions judicieusement associées ayant pour conséquence directe la diminution des dépenses d'énergie des bâtiments pour un surcoût d'investissement peu important, lesdites dispositions caractéristiques d'un procédé qui comporte la pose d'une peau, à distance variable du bâti, en principe transparente ou à défaut non transparente entraînant une diminution de rendement, formant enveloppe totale ou partielle d'un bâtiment ou d'un centre d'ensemble immobilier, l'air étant considéré comme vecteur d'énergie, d'une peau donc, ventilée mécaniquement grâce à une Pompe à Chaleur Air-Eau qui transforme et valorise l'énergie contenue dans l'air par suite du rayonnement solaire, sous forme d'eau chaude utilisée pour le préchauffage d'eau chaude sanitaire et le chauffage de base des locaux, essentiellement par plancher/plafond chauffant basse température par tubes polyéthylène ou autres noyés dans les dalles béton.

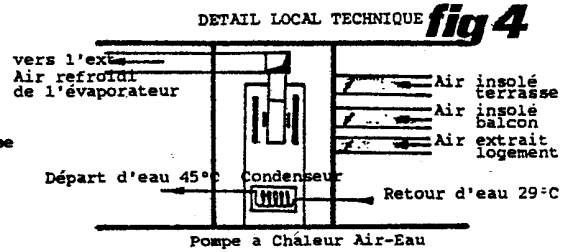
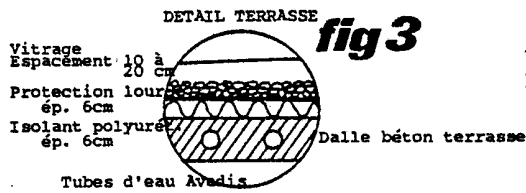
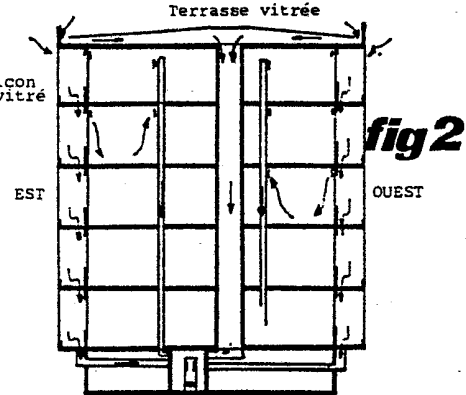
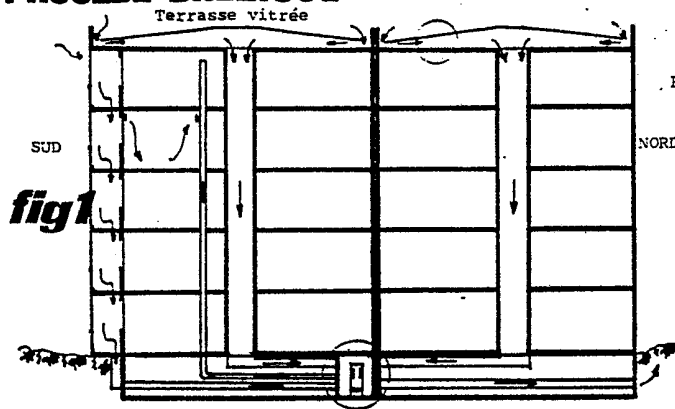
2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'air étant le vecteur d'énergie et le bâtiment étant capteur et formant lame d'air, on récupère, en même temps, une partie des déperditions calorifiques en la valorisant par la Pompe à Chaleur, par effet d'isolation pariéto-dynamique, ainsi que les calories de l'air de renouvellement qui sont soutirées par la Pompe à Chaleur sans autre besoin de caisson de ventilation mécanique contrôlée ou de système double flux.

3. Ensemble selon les revendications 1 et 2, qui associe également aux éléments précédents du procédé une surisolation thermique statique, calculée de préférence comme si les récupérations ou parts de gratuité d'énergie citées ci-avant n'intervenaient pas.

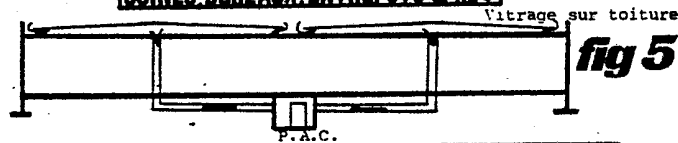
PLANCHE UNIQUE

PROCÉDÉ BREZISOL

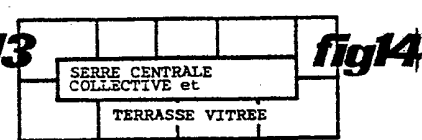
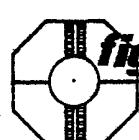
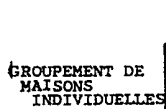
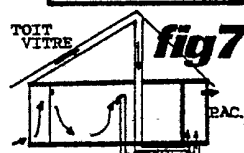
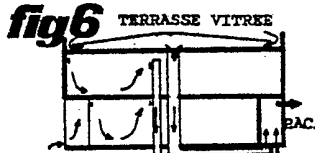
IMMEUBLE COLLECTIF



USINES BUREAUX ENTREPOTS à HDC



MAISONS INDIVIDUELLES ou SEMI-COLLECTIF



SCHEMA DE PRINCIPE

