

#18

ARTchITECTURES
CHRONIQUES / MARC VAYE

ArTchITECTURES
Juillet 2025 #18

1974 / Edition
*LA FACE CACHÉE
du soleil*

CHRONIQUES - MARC VAYE



PROJET DE COUVERTURE NON RETENU

EDITORIAL

LA FACE CACHÉE DU SOLEIL - ENERGIE ET ARCHITECTURE - EST UN OENI.
UN OBJET EDITORIAL NON IDENTIFIÉ.

EN ÉCOLE D'ARCHITECTURE, LA THÈSE DE FIN D'ÉTUDES DOIT PERMETTRE AU CANDIDAT DE FAIRE LA DÉMONSTRATION DE SA CAPACITÉ À PROJETER. LE JURY ATTEND UN MÉMOIRE-PROJET DE BÂTIMENT OU D'AMÉNAGEMENT URBAIN.

EN 1974, FRÉDÉRIC NICOLAS, JEAN-PIERRE TRAISNEL ET MARC VAYE, ÉTUDIANTS À UP7 GRAND PALAIS, EXPOSENT POUR LEUR SOUTENANCE UNE ÉDITION DÉMONTÉE PAGE À PAGE ET PUNAISÉE SUR LES CIMAISES. LE JURY, TROUBLÉ PAR UNE RECHERCHE EXPLORATOIRE SANS PROJET, SE DIVISE, PEINE À ADMETTRE LA VALIDITÉ DE L'EXERCICE.

LE SUJET ENTRE PHYSIQUE ET ÉTHIQUE DE L'HABITER DÉSTABILISE. EN VÉRITÉ UN DEMI SIÈCLE PLUS TARD LA QUESTION CONTINUE, MALGRÉ QUELQUES AVANCÉES, À DÉSTABILISER L'OPINION PUBLIQUE ET PEUT ÊTRE ENCORE PLUS LES POUVOIRS PUBLICS.

MARC VAYE

Textes, photographies, maquette

© Marc Vaye 1974 - 2025

© Frédéric Nicolas 1974

© Jean-Pierre Traisnel 1974

Autres crédits

L'univers de la bande dessinée a été largement utilisé comme source des illustrations et détourné (fragments décontextualisés, textes originaux supprimés et remplacés, dessins modifiés).

© Robert Crumb

© Hergé

© Morris

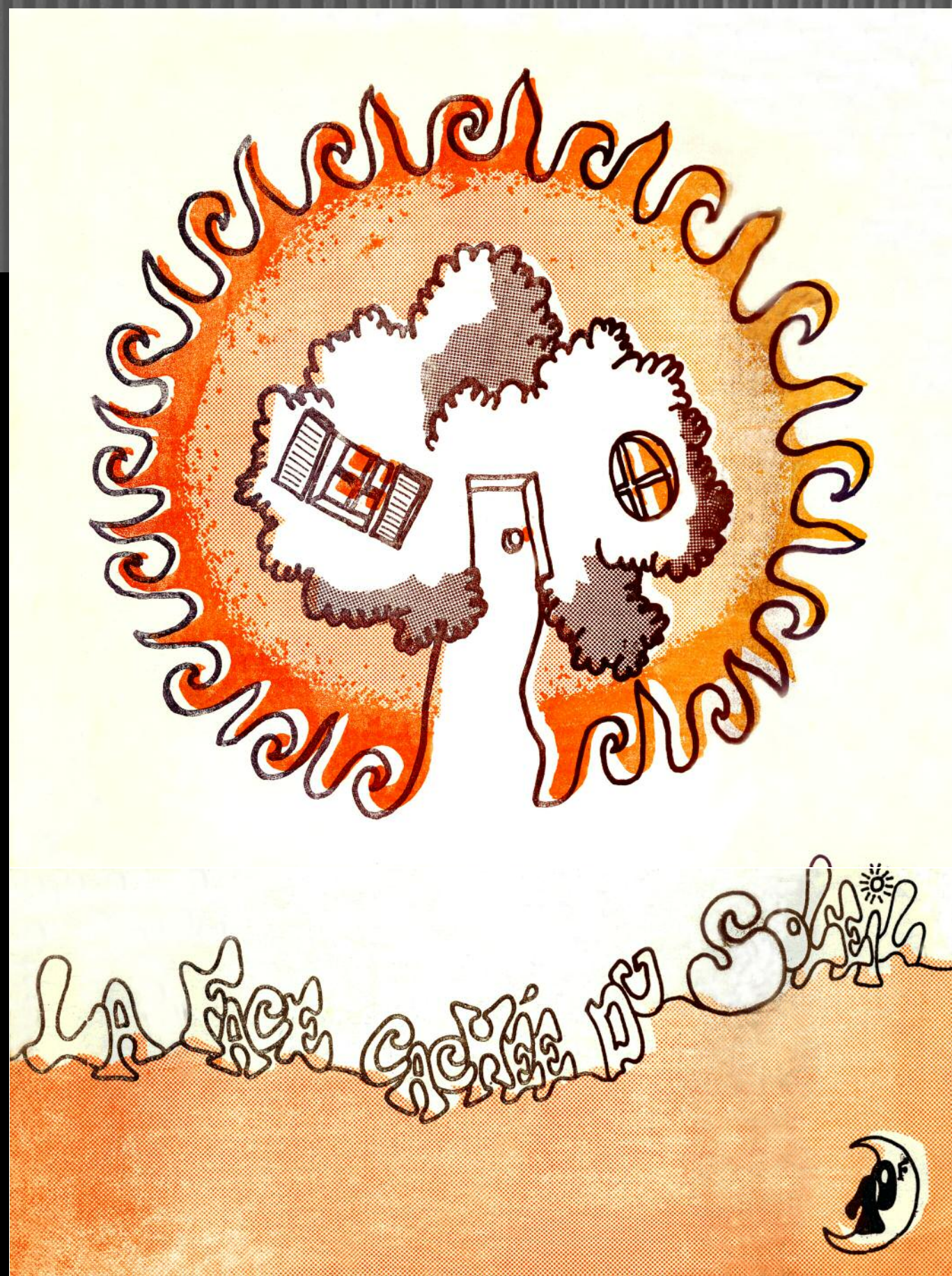
© Winsor McCay

© Walt Disney

© Charles M. Schulz

© Jacques Rouxel

Tout a été entrepris pour identifier les auteurs des documents qui figurent dans cette édition numérique universitaire.



PREMIÈRE COUVERTURE

FACE A

La première publication de l'ouvrage date de mars 1974. Son titre est une référence à l'album 33T du Pink Floyd, *The Dark Side of the Moon*, que les auteurs écoutent en boucle tout au long des six mois de conception - fabrication, d'octobre 1973 à mars 1974. L'influence de la *free-press* californienne donne le ton.

Le premier tirage, imprimé à 1000 exemplaires, par les auteurs eux-mêmes sur les presses de l'imprimerie de l'école des Beaux-Arts de Paris grâce à la bienveillance de ses responsables, Jean-Paul Jungmann et Jean-Pierre Szabo, fut épuisé en quelques semaines par une vente à la criée pour un prix modique dans divers manifestations publiques (festival de musique, rassemblement politique).

Dotée d'une nouvelle couverture et d'un format légèrement révisé, la publication fut l'objet de sept tirages successifs de 5000 exemplaires entre 1974 et 1977. L'impression est cette fois signée par Hubert Tonka de l'Imprimerie Quotidienne installée à Fontenay-sous-bois et la diffusion est assurée par Daniel Droulers de la Librairie Parallèles.

Frédéric Nicolas et Marc Vaye, de retour d'un voyage aux Etats-Unis durant l'été 1973 où ils rencontrent notamment Steeve Baer de *Zomeworks* et Paolo Soleri d'*Arcosanti*, décident de traduire de l'américain divers ouvrages consacrés à l'énergie solaire appliquée à l'architecture. Ce faisant et bientôt rejoints par Jean-Pierre Traisnel, ils considèrent que les documents en cours de traduction expriment des points de vue dans lesquels ils ne se reconnaissent pas véritablement et décident d'écrire un ouvrage original qui finira par devenir leur mémoire de fin d'études d'architecture.

La maquette est réalisée manuellement sans charte graphique partagée sur stabiphane (une matière plastique proche du calque). Les trois auteurs se répartissent page à page et librement la rédaction et la conception graphique. Le ton est résolument didactique et le détournement d'œuvres de l'univers de la bande dessinée féroce assumé,

Avec un tirage total de 36 000 exemplaires, l'ouvrage est un succès éditorial devenu un objet collector. Il est exposé dans la Galerie permanente de la Cité de l'Architecture et du Patrimoine comme témoignage des recherches et éditions des années 70.

Chronique de l'impatience

Cet article est le premier d'une rubrique consacrée au rôle et au fonctionnement de la science dans notre société, de la critique à l'utopie.

Nous espérons publier régulièrement cette page dans *Libé*, tous les 15 jours pour l'instant. La prochaine fois : « Ah ! la recherche... du temps perdu ! » ou « Journée d'une chercheuse dans un labo ».

Pour contacter le collectif de préparation de cette rubrique écrire à *Libération* (rubrique *Impatience*)

Cet article au regret de beaucoup probablement, contient peu d'informations techniques. Ceux que ça intéresse les trouveront avec les développements plus importants des différents points abordés ici, dans la brochure « La face cachée du soleil » que l'on pourra de nouveau obtenir à la librairie « Parallèle » 41 rue St Honoré, Paris 1er, ou en écrivant (joindre 10 francs) au « Bricolo Léopard » 18 rue Montmartre Paris 1er, à partir du 6 juin.

Dans le temps

Dans le temps, le linge était étendu dehors, au vent et au soleil, et séchait au gré du temps : on utilisait le soleil. Puis avec l'urbanisation, l'augmentation de la densité en ville, le linge, mis à sécher dans les cours, a eu de moins en moins de soleil et de plus en plus de mal à sécher. L'augmentation de la hauteur des immeubles a encore obligé le linge à reculer jusqu'aux fenêtres d'où il pouvait, avec un peu de chance, saisir un rayon de soleil. Mais la loi passant par là, interdit le séchage du linge aux fenêtres (sous des prétextes d'esthétique...) et celui-ci reculé dans l'obscurité des cuisines. Mais ceci ne suffisait pas, on a créé pour gagner encore un peu de place et d'argent, des armoires sèche-linge électri-

ques !... Ce qui, somme toute, est assez cohérent (dans une certaine logique...)

Mais ce qui est formidable maintenant, c'est que des savants seront tout contents de vous présenter une armoire sèche linge alimentée en électricité par des cellules photovoltaïques ou un générateur thermo-électrique fonctionnant au soleil (et faisant appel à des techniques très élaborées). C'est-à-dire que, pour en arriver au même résultat, sécher du linge, et en partant de la même source d'énergie, qui plus est, le soleil, on en arrive par tout un artifice à vous faire payer (l'électricité produite par les centrales solaires ne serait tout de même pas gratuite) ce qui a toujours été gratuit : on exploite le soleil.

Alors, exploiter ou utiliser ?

L'énergie solaire dont on nous parle est une énergie de remplacement. Les énergies primaires (le pétrole en particulier) étant en voie de disparition, l'avenir appartient aux énergies nucléaires, dont la fusion thermonucléaire, qui est une application (à long terme) de l'énergie solaire. Or l'exploitation de cette E.S. comme des sources d'énergie de transition (certaines énergies fossiles - charbon, schistes, sables bitumeux) doit rester aux mains de ceux qui ont actuellement le monopole en matière d'énergie (trusts pétroliers multinationaux) et veulent le conserver tout en préparant une reconversion, qui nécessite par ailleurs d'énormes investissements. Dans cette logique, l'énergie solaire devra être rentable. La stricte rentabilité étant fonction de l'échelle d'exploitation, il devient normal d'assimiler l'énergie solaire-centrale solaire et gigawatts.

— De capter l'énergie dans des centrales.

— De la transformer en électricité.

— De la distribuer soit par ligne à haute tension (énergie non stockable) soit par pipeline ou containers sous forme d'hydrogène liquide (énergie stockable).

— De la vendre.

En d'autres mots de repro-

duire les caractères de la production capitaliste : hyper-concentration du pouvoir, hiérarchie, économie du marché donc de pénurie, contrôle des consommateurs et de la consommation, etc.

Mais les centrales thermo-nucléaires - énergie solaire - ne sont seulement et encore que des projets. Elles relèvent d'une technologie sophistiquée nécessitant des investissements et des recherches importantes, qui, pour devenir opérationnelle demandera plusieurs dizaines d'années, voir plus. Ainsi le « projet fou » du docteur Glaser (Arthur D. Little Inc.) : réaliser un satellite géant, 12 km 5, 100 000 tonnes, 5 000 vols de fusées pour le mettre en orbite. Capturer l'énergie solaire au-dessus de l'atmosphère, là où est la plus abondante, et l'envoyer sur terre sous forme d'un faisceau de micro-ondes ou elle est recueillie dans une centrale de 7 km de diamètre et transformée en un courant industriel continue d'une puissance de 5 000 mégawatts.

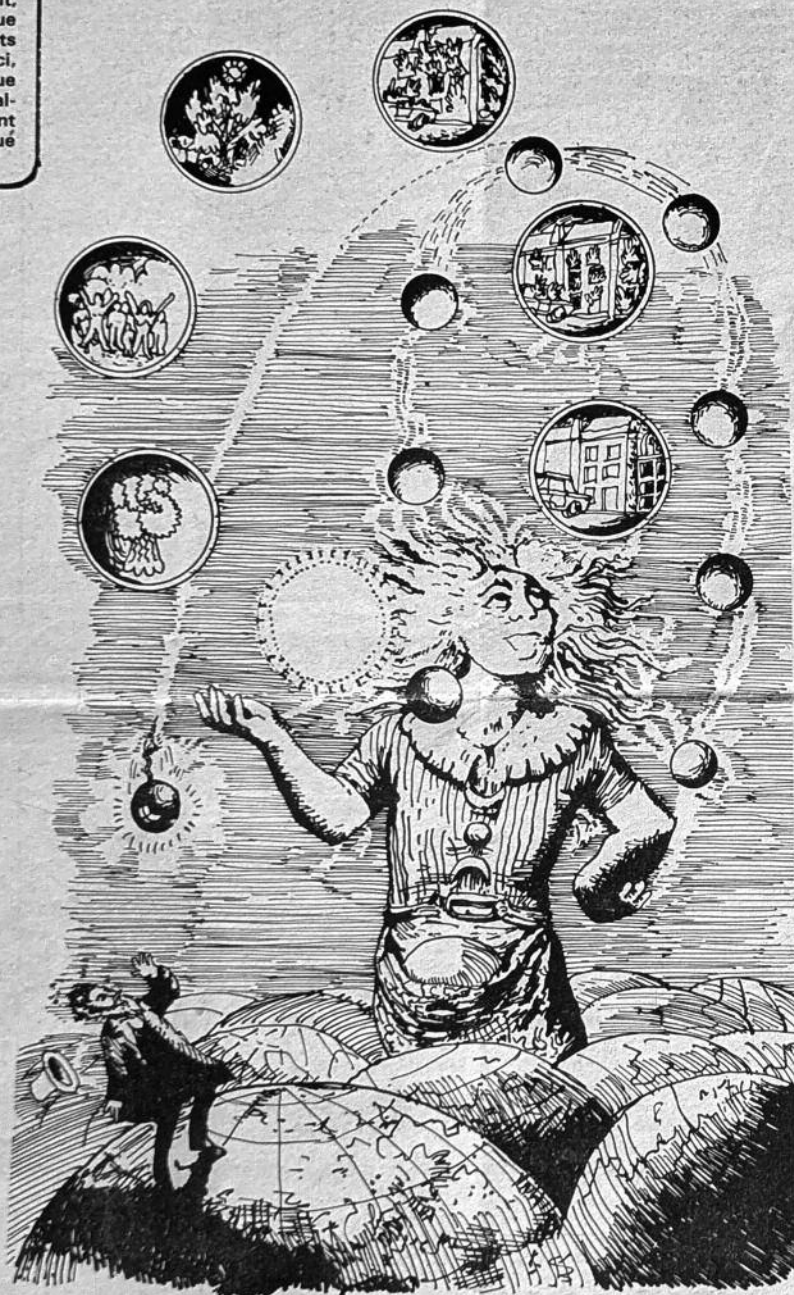
Ainsi quand la presse parle de l'énergie de l'an 2 000, de l'utopie solaire, voire de science fiction, elle répond à la logique de l'énergie solaire à vendre, de l'énergie solaire gigawatts, de l'énergie solaire nouvelle marchandise, dernier fleuron d'un arsenal de domination.

LA FACE CACHEE DU SOLEIL

L'énergie solaire : une solution à la crise énergétique.

Libération du mardi 4 juin 1974

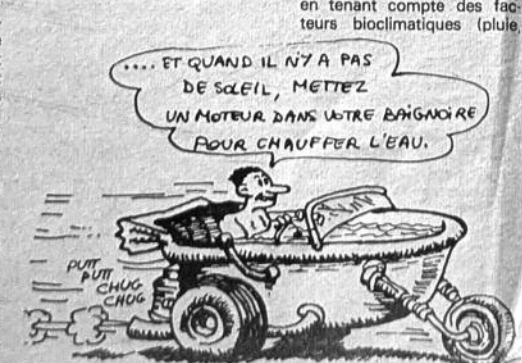
Engageons la lutte pour le droit au soleil et apprenons à vivre avec lui, à vivre de lui.



Mais l'énergie solaire, c'est aussi autre chose...

C'est avant tout une énergie inépuisable, au grand plaisir de nos princes, mais c'est surtout une énergie gratuite et propre. Un bien inaliénable, naturellement distribué et libre de tout territoire (bien que des critères de rentabilité ne mettent pas à l'abri d'une nouvelle forme de colonisation des régions les plus privilégiées). Le soleil ne brille pas également à la surface de la terre, mais on peut dire qu'il est utilisable dans les meilleures conditions dans les régions où vivent 70 % de la population

du globe (entre 40^{ème} degré nord et sud ; la France se situe entre les 40 et 50^{ème} degrés Nord). Il est également utilisable ailleurs de façon satisfaisante si on sait choisir les usages en fonction des contraintes. Le soleil brille pour tout le monde et n'est pas lié à la possession d'un territoire déterminé, supprimant ainsi une des causes des conflits dans l'histoire. On peut transformer l'énergie du rayonnement solaire partout, rendant les nécessités de concentration géographique caduques, contrairement aux



énergies extraites des ressources fossiles. On peut dire de façon relative que l'utilisation de l'énergie solaire est propre et non polluante. Elle ne crée ni déchet, ni émission radioactive comme l'énergie nucléaire. Elle ne crée pas de pollution thermique, c'est-à-dire pas d'élévation de température du milieu ambiant. Elle ne crée pas de chaleur comme le font les énergies fossiles, qui libèrent dans l'atmosphère une chaleur, existant auparavant sous forme de matière, faussant ainsi le bilan thermique d'un éco-système : il s'agit ici de capter une énergie qui de toute façon arrive sur terre avant que celle-ci ne l'absorbe et la restitue sur place, ce qui est tout autre source d'énergie, l'énergie solaire a des propriétés qui la prédisposent à une utilisation sur place, une utilisation directe. Les conséquences de ces propriétés sont multiples : 1- appropriation directe de l'énergie par l'utilisateur 2- captage par unités réparties sur l'ensemble du territoire (décentralisées), 3- autonomie énergétique à tous les niveaux - pays, régions, localités, communautés, etc. - Ainsi précisée l'énergie solaire est utilisable immédiatement et par tous. Les connaissances techniques sont encore limitées, mais déjà opérationnelles dans le cas de l'utilisation directe, et la recherche pourrait avancer très vite si les crédits n'étaient pas gaspillés dans des projets fallacieux. Le caractère conflictuel existant entre les possibles de l'énergie solaire - l'utopie - et les nécessités et volontés du pouvoir de monopole dévoile de façon évidente les raisons de la mystification engagée par une certaine presse.

Le soleil et l'habitat

Prenez l'exemple de certains habitats traditionnels et populaires : villages de campagne, de montagne ou du Midi pour la France, casbahs et médinas pour les pays d'Afrique du Nord, villages esquimaux pour les régions extrêmement froides : pour chaque type de climat, une réponse a été donnée au problème du chauffage - ou du refroidissement, bref, du confort, en fonction du soleil : habitat dense ou dispersé, abrité du vent ou le recherchant, protégé ou exposé au soleil... Ces réponses ont un triple intérêt : d'abord parce qu'elles intègrent l'habitat au système écologique en tenant compte des facteurs bioclimatiques (pluie,

vent, neige, soleil...) - ensuite parce qu'elles ne font appel à aucune technique sophistiquée, connaissance scientifique, mais plutôt au bon sens, à l'intuition, au savoir ancestral transmis et enrichi de génération en génération, - enfin parce qu'elles ont une dimension collective fondamentale. Maintenant, lorsqu'on pense au soleil comme moyen de se chauffer ou de refroidir, on pense à lui comme nouvelle source d'énergie et non comme source d'un ensemble de phénomènes (tous les facteurs bioclimatiques), en interaction les uns avec les autres, et déjà modifiés par la seule présence de l'homme : les écarts de température dans une ville sont, par exemple, moins importants qu'à la campagne à cause de l'inertie thermique plus grande, la présence d'arbres régule les systèmes hydrographiques et hygro-métriques (circulation des eaux et des vents), augmente la température par absorption de l'humidité de l'air, etc.

C'est pourquoi donner des réponses individuelles au problème du contrôle climatique de l'habitat, c'est réduire cette réponse à un problème de chauffage. Certes, il est peut-être préférable que la source d'énergie alimentant le chauffage soit non-polluante (et éventuellement gratuite) mais il est évident, surtout dans nos régions, que le soleil utilisé de cette manière est insuffisant. Et c'est là une des grandes contradictions des recherches menées actuellement, elles permettent des économies allant de 40 à 70 % dans le meilleur des cas sur la consommation, mais les 30 ou 60 % restants, on s'en fout et on s'en remet à la bonne fée Edeffe ou à Elf. Or, c'est dans le but d'atteindre l'autonomie complète et possible qu'il faut poursuivre les recherches. Et c'est à cause de la dimension collective obligatoire des solutions envisageables (en plus des autres sources de chaleur éventuellement utilisables : humaine, géothermique...) et de l'autonomie énergétique complète des régions par exemple, trop dangereuse pour le pouvoir, que celui-ci ne peut se permettre d'engager de telles recherches.

De plus, ce serait aller à l'encontre du développement anarchique et démesuré des villes, avec la construction des tours de verre et d'acier

par exemple (la Défense, Front de Seine, Maine Montparnasse, le 13e, rien que pour Paris...) véritables serres en été, glaciers en hiver nécessitant un système de climatisation fonctionnant 24 heures sur 24, 365 jours par an. Ces tours comme toute l'organisation des villes (transports...) tendent à un gaspillage et à une consommation d'énergie en croissance vertigineuse. Il est

alors bien évident que ce type de développement (amenant entre autre une croissance exceptionnelle des besoins énergétiques) implique la construction de super centrales, qui, même solaires n'auront pas grand chose à envier à leurs sœurs existantes. Et l'on est alors

en droit de se demander si le problème est bien d'exploiter l'énergie solaire pour répondre à ce soi-disant besoin d'énergie créé en grande partie par les marchands de calories ou de kilomètres, ou de repenser la production et la consommation en général - et d'énergie en particulier - en d'autres termes que profit et rentabilité.



L'énergie solaire n'est pas une fin en soi

Il y a quelques années, l'énergie solaire était considérée comme le domaine de quelques hippies ou écologistes farfelus. Il a fallu la crise du pétrole pour qu'elle soit à l'ordre du jour et qu'on s'aperçoive de ses potentiels réels. C'est ce qui valut la convocation d'un congrès international en juillet 73 à l'UNESCO sur le thème « Le soleil au service de l'homme »... la création du « Solar Energy Panel » par la NASA aux Etats-Unis (budget : 2 milliards de dollars), le déblocage de crédits faramineux pour la recherche sur l'énergie solaire

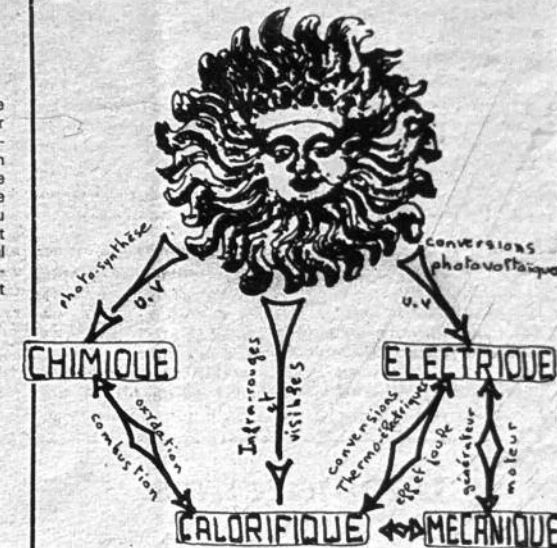
par les grandes compagnies mondiales à des bureaux d'études spécialisés dans l'innovation. Plus modestement en France, l'EDF finance la construction de quelques prototypes de maison à chauffage solaire, et la DGRST (Délégation générale à la recherche scientifique et technique) finance quelques programmes de recherche sur les nouvelles sources d'énergie, dont l'énergie solaire. Il est bien évident que face à ce déploiement de force et d'argent, il n'est pas question de faire des recherches parallèles pour court-circuiter les autres, comme

certaines croient pouvoir le faire par leurs ingénieux bricolages. Ces recherches sur certains équipements secondaires (chauffe-eaux, cuisinières, frigos...) ont leur valeur propre mais n'ont rien à voir avec les recherches et projets géants des organismes précités (tel le projet du Dr Glaser dont nous avons déjà parlé). Elles ne peuvent que rester absolument marginales et n'apporter que des solutions partielles aux problèmes qu'elles prétendent résoudre.

Enfin, il est bien évident que ce n'est pas une certaine utilisation de l'énergie

solaire qui changera notre société, mais que ce sera le changement de cette société qui permettra à cette autre utilisation de l'E.S. dont nous avons parlé. Maintenant, espérons que cette remise en place de l'E.S. dans son contexte ne découvrira pas les amateurs qui veulent profiter de quelques rayons qui traverseront encore l'atmosphère à travers la poussière et les fumées d'usine et surtout encouragera ceux qui veulent lutter pour un droit au soleil (et pas celui du Club Méditerranée, merci Monsieur Trigano).

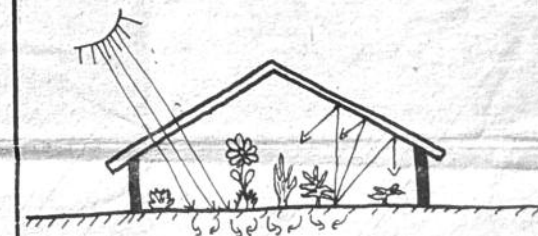
Ce schéma montre comment on peut utiliser, directement ou indirectement l'énergie solaire. On voit tout de suite que les formes d'énergie directement utilisables et donc les plus intéressantes sont chimiques et calorifiques.



Différentes formes d'énergie obtenues à partir du rayonnement solaire.

L'ENERGIE CHIMIQUE. LA PHOTOSYNTHESE

Les plantes utilisent les radiations solaires pour réaliser une série de réactions chimiques qui produisent l'oxygène nécessaire à leur respiration. La photosynthèse est donc absolument nécessaire à la vie mais la faible prise en considération de ce phénomène (en particulier dans les villes) a limité les recherches.



Principe de la serre

L'ENERGIE CALORIFIQUE

Le soleil contrairement aux apparences, ne produit pas de chaleur, mais de l'énergie qui, au contact d'objets, du corps, ou de toute particule se transforme en chaleur. Le problème est alors de capter ou d'accumuler cette chaleur. Pour cela deux principes : - l'effet serre : c'est le principe utilisé depuis si longtemps pour « emprisonner » la chaleur, en utilisant la propriété de certains matériaux comme le verre, transparents à la plus grande partie du rayonnement solaire mais opaques au rayonnement thermique. - La focalisation : qui consiste à concentrer le rayonnement solaire en un foyer pour augmenter fortement la température, à l'aide d'un miroir ayant une forme adéquate ou d'une lentille. (C'est comme ça qu'on enfle une feuille de papier derrière une loupe au soleil). Ces deux principes fort simples permettent de réaliser des appareils également assez simples tels que chauffe-eaux, cuisinières, etc. Cette énergie calorifique peut également être utilisée pour produire de l'énergie mécanique par l'intermédiaire de turbines (principe de toutes les machines à vapeur) électriques créant une différence de potentiel entre les deux pôles, l'un chauffé, l'autre refroidi (thermocouple) et de l'énergie chimique (l'oxydation absorbe de la chaleur).

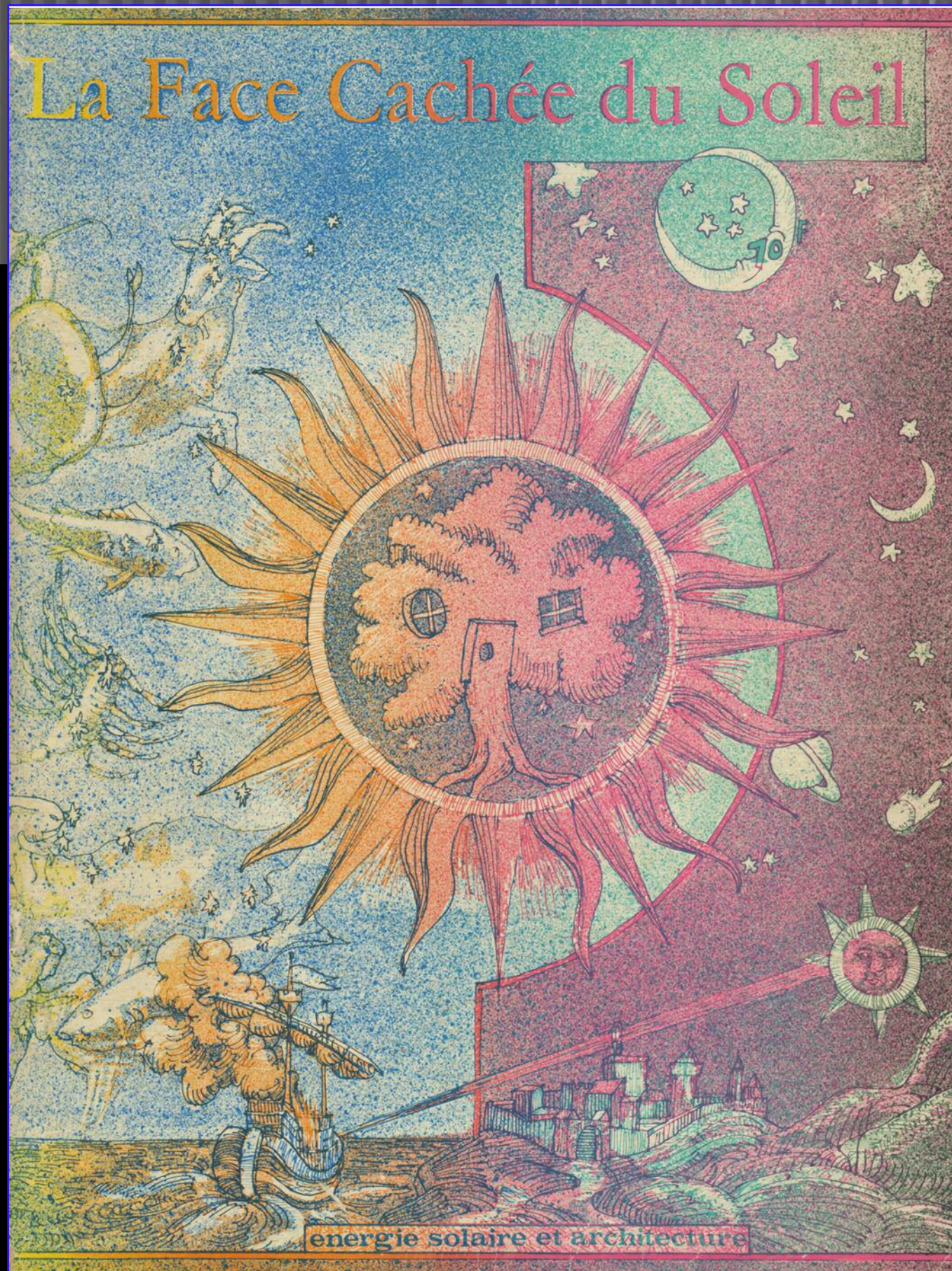


Principe de la focalisation : une par réflexion, deux par réfraction.

ELECTRIQUE : Des matériaux très particuliers, les semi-conducteurs, réagissent sous l'action de l'énergie transportée par la lumière qui en expulse les électrons. Deux pôles, l'un exposé à la lumière, l'autre dans l'obscurité peuvent donc créer une différence de potentiel. Ce procédé est apparemment fort simple et extérieurement séduisant mais il nécessite malheureusement une technique très élaborée (les semi-conducteurs sont très difficiles à traiter) et le prix de revient est très élevé. Enfin l'intermittence du rayonnement solaire et la difficulté que représente l'accumulation de l'électricité rend cette production incertaine.

DEUXIÈME COUVERTURE

FACE B



L'analyse du sommaire permet d'identifier deux catégories de contenu. Le premier, d'ordre scientifique, est un rappel des lois physiques, biologiques et géographiques qui gouvernent thermique et ensoleillement, confort et climats. Rien d'original excepté peut-être leur conjonction qui ouvre la voie à la bioclimatique. Le second d'ordre éthique questionne la façon d'habiter la Terre et invite à porter à un autre regard sur l'architecture, la ville et les territoires. Là réside la nouveauté du propos, ENTRE physique et éthique.

Après l'enthousiasme des années 70, la question a connu une traversée du désert durant les années 80/90 avant de s'imposer comme incontournable au tournant du millénaire. Les acteurs économiques, les pouvoirs publics et les communicants ont développé leurs visions financières, normatives et forgé un mot d'ordre politique : le DEVELOPPEMENT DURABLE. Dans les années 70, *La Face cachée du soleil*, fait l'éloge de l'approche bioclimatique et initie une approche scientifique : l'ÉCOLOGIE URBAINE.

GO WEST / Architectes au pays de la contre - culture publié en 2014 par Caroline Maniaque revient avec pertinence sur les fondements de cette aventure si riche en expériences et en promesses.

Au printemps 2018, *La Face cachée du soleil* figure en bonne place dans l'exposition *Mai 68* de la Cité de l'architecture.

En novembre 2024, la ville de Paris initie un Plan Local d'Urbanisme Bioclimatique. Un demi siècle a passé, le monde a changé.

L'ouvrage, objet éditorial, a-t-il une valeur autre qu'historique ou sentimentale ?

Au-delà de ses naïvetés a-t-il un intérêt pour les jeunes générations ?

En guise de réponse, je propose de donner une deuxième vie numérique à l'édition. Découvrez la Face B de *La face cachée du soleil* dans l'espace virtuel de l'Internet.

Marc Vaye / Juillet 2025

Bibliographie

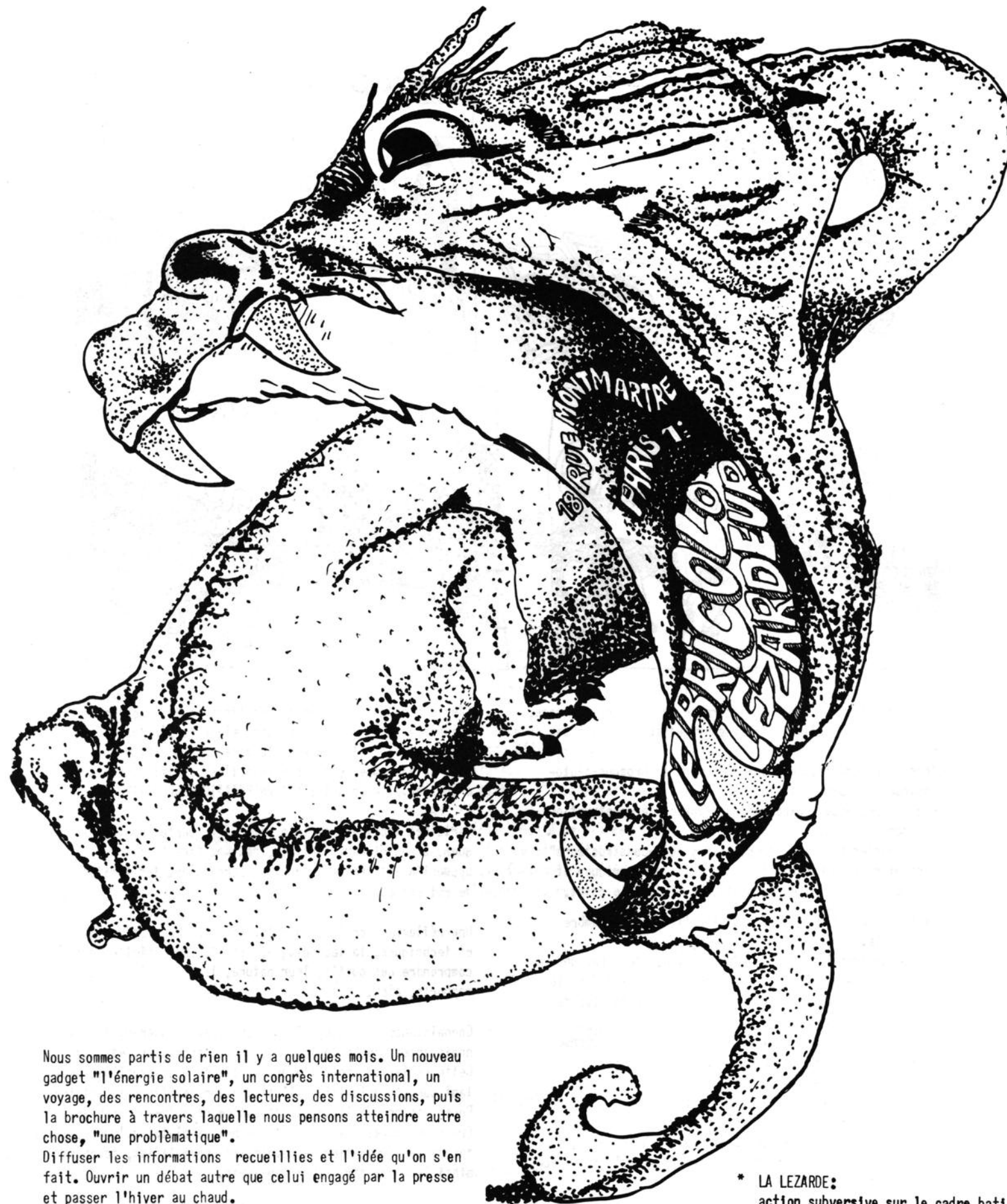
- (AUTO) CRITIQUE DE LA SCIENCE, d'A. Jaubert et J.M. Lévy-Leblond, ed. du Seuil.
 - CONSTRUIRE AVEC LE PEUPLE, d'Assan FATHY, ed. Jérôme Martineau.
(habitat traditionnel en Égypte,...)
 - POUR UNE ANTHROPOLOGIE DE LA MAISON, d'Amos Rapoport, ed. Dunod.
(une partie sur la conception de l'habitat traditionnel / climat)
 - L'ESPACE CHINOIS des origines à Mao Zedong, de Keith Buchanan, ed. A. Colin.
 - LA HOUILLE D'OR, de Perrot, ed. Fayard.
 - L'ENERGIE SOLAIRE, de G. Peyluraux, ed. P.U.F.
 - Vers une technologie libératrice. Harnold et blanchard. ed. PARA-DI.
 - Architecture d'Aujourd'hui, n°167: Architecture de Soleil.
 - Comptes-rendus de la conférence de Rome sur les nouvelles sources d'énergie (aout 1961).
 - Comptes-rendus du Congrès de l'Unesco: "Le soleil au service de l'homme" (juillet 1973).
- } consultables à l'Unesco.
- Polycopié de physique de l'U.P.A. de toulouse, de J. Soum
 - "La climatologie du rayonnement solaire", de C. Perrin de Brichambaut.
(Météo nationale, 73 rue de Sèvres, Boulogne, 92)
 - Bulletins de l'A.F.E.D.E.S., consultables à la bibliothèque de la météo nationale, 2 avenue Rapp, Paris.
 - Revue internationale d'héliotechnique, éditée par la C.O.M.P.L.E.S., 32 cours Pierre Puget, Marseille.
 - "Espaces et société", ed. Anthropos (revue critique d'archi. et d'urbanisme).
 - "Utopie" (critique radicale de la production de l'espace)

EN ANGLAIS

- "DIRECT USE OF THE SUN'S ENERGY" de F. Daniel, ed. Yale University Press (1964)
- "Man, climate and architecture", de Givoni, ed. Eisevier.
- "Design and climate", d'Olgyay, ed. Princeton University.
- A.S.E. (Alternative Source of Energy), route 1 Box 36B Minong WISCONSIN 54859.
(revue américaine sur les technologies douces)
- A.D. (Architectural Design), spécialement les excellents articles de Colin Moorcraft des numéros d'octobre 73 et janvier 74.

Revue de presse. Le Monde, Politique Hebdo, Le Sauvage (nov 73), La gueule ouverte (chronique de l'E.S.), Le courrier de l'Unesco (jan 74),

...



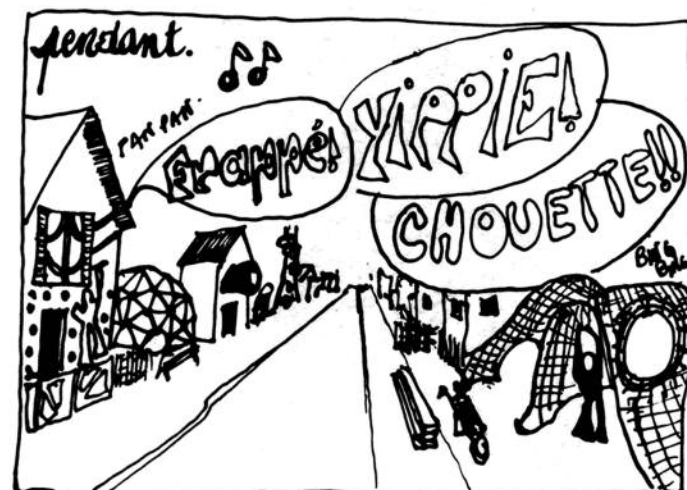
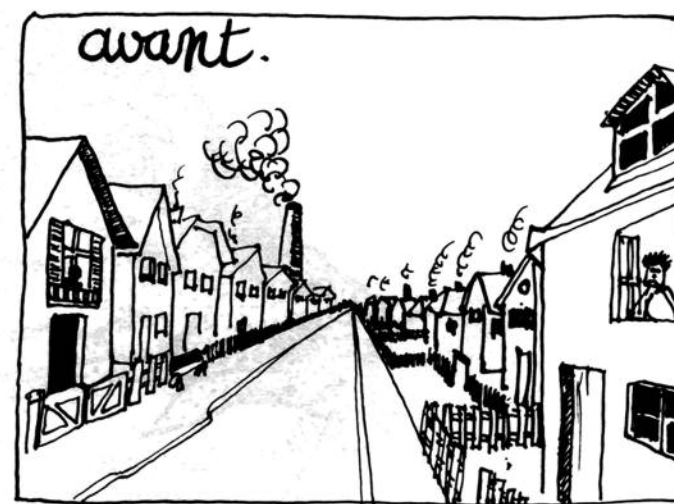
Nous sommes partis de rien il y a quelques mois. Un nouveau gadget "l'énergie solaire", un congrès international, un voyage, des rencontres, des lectures, des discussions, puis la brochure à travers laquelle nous pensons atteindre autre chose, "une problématique".

Diffuser les informations recueillies et l'idée qu'on s'en fait. Ouvrir un débat autre que celui engagé par la presse et passer l'hiver au chaud.

En conséquence, ce n'est ni un travail de spécialistes de l'énergie solaire (nous en serions du reste bien incapables), ni un travail de vulgarisation des techniques (des fiches techniques suffiraient). Toutes les utilisations possibles de l'énergie solaire n'y sont pas recensées : seules celles concernant l'habitat, notre champ d'activité y sont décrites. Ce n'est que la présentation d'un travail au stade où il en est.

* LA LEZARDE:
action subversive sur le cadre bâti
action non moins subversive des masses
au repos.

AUTOCONSTRUCTION - PROJET INDIVIDUEL: ANTI-CHAMBRE de



L'auto-construction, façon différente de produire l'espace, en opposition à celle des financiers et spécialistes de tous poils!!!

C'est en résumé l'idée développée dans la brochure: Auto-construction. juin 72.

Un an de pratique, expériences diverses de construction aménagement, etc...

Et au printemps 73 les "spécialistes auto-constructeurs" se réunissent, échangent les informations techniques et sociales de leurs diverses pratiques et font le point.

L'illusion est tombée: auto-construction, anti-chambre de la folie.

L'auto-construction ne change pas la vie, n'est pas un moyen pour changer la vie, ce pourrait seulement être le résultat d'un changement, l'appropriation collective de l'espace.

L'auto-construction, de système cohérent, est redevenue une idée: CONSTRUIRE DIFFEREMMENT.

ALORS???

Notre démarche a révélée deux choses:

-1- la possibilité d'acquérir des connaissances avec un rapport théorie-pratique différent et à travers une lutte contre la division du travail: manuel- intellectuel et homme- femme.

-2- que les connaissances techniques, en particulier, ne sont PAS NEUTRES, elles sont à l'image de la société qui les a produites.

L'ensemble des outils pratiques (techniques, machines, matériaux, etc.,) et théoriques élaborés par les spécialistes, en relation avec le mode de production dominant de l'espace, est impropre à l'usage différent issu d'une nouvelle volonté: L'APPROPRIATION COLLECTIVE DE L'ESPACE.

Certaines machines, certains matériaux, certaines techniques, à des niveaux partiels, peuvent être "détournés" appropriés différemment, tout en connaissant les limites de cet usage.

Une réflexion critique sur les connaissances scientifiques et techniques, la technologie, est alors essentielle pour comprendre ces outils, leur nature, leur fonction, leurs rapports, etc...

Connaissance critique, plutôt que système cohérent de connaissances (technologies douces, biotechniques, etc...) Cette réflexion, nous l'avons appliquée à un problème, brulant par son actualité, l'utilisation de l'énergie solaire. Poser une problématique plutôt que de résoudre un problème. Créer un nouveau rapport à la technique plutôt qu'une nouvelle technique. Démystifier le savoir des spécialistes, touchant ainsi leur pouvoir. Ouvrir un débat.

CONTRIBUER A LA REAPPROPRIATION DES TECHNIQUES.

l'exploitation de l'



L'exploitation de l'énergie solaire est d'actualité. L'idée qu'on s'en fait n'en est que plus confuse.

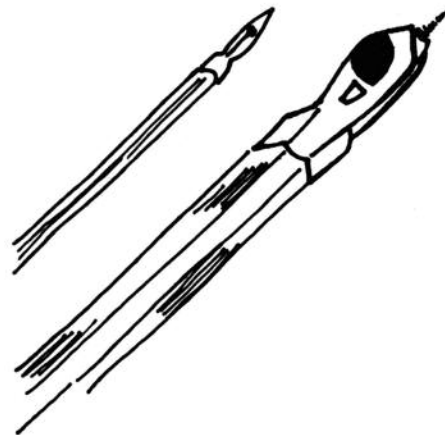
L'énergie solaire ! Qu'a-t-on découvert de si nouveau !

Rien ! sinon tout un ensemble de propriétés appréhendées depuis des siècles. Les paysans l'utilisent toujours pour sécher les grains, le linge, climatiser leur habitat, etc ... Certains l'ont même vénéré sans oublier Archimède et ses machines infernales.

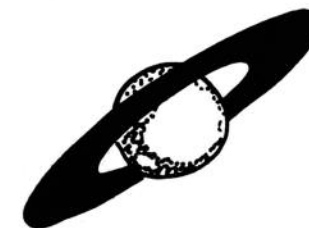
Pourquoi ?



- pourquoi l'UNESCO organise en juillet 73 un congrès international "le soleil au service de l'homme" ?
- pourquoi Von Braun, patron de la NASA annonce que les USA se disposent à investir deux milliards de dollars dans le développement de l'exploitation de l'énergie solaire en 74 (le budget 73 était seulement de treize millions de dollars).
- pourquoi en janvier 72 la même NASA finance la création du "Solar Energy Panel" ?
- pourquoi Arthur D. Little Increase, bureau d'études américain, spécialisé dans l'innovation a rassemblé autour de projets sur l'exploitation de l'énergie solaire une vingtaine de grandes compagnies dont "du Pont de Nemours", "Corning glass", "Standard oil of New Jersey (Esso)" ?

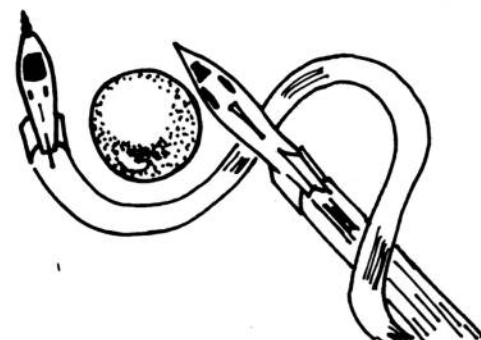


- pourquoi l'E.D.F. (Electricité de France) construit-elle plusieurs prototypes de maisons solaires en Alsace et en Occitanie ?
- pourquoi la D.G.R.S.T. (Délégation générale à la recherche scientifique et technique) finance-t-elle des programmes de recherches sur les nouvelles sources d'énergies ?



POURQUOI TANT D'INTERET AUTOUR DU SOLEIL ET DE SON ENERGIE ?

Ce n'est plus l'agitation de quelques dizaines de hippies ou d'écologistes. Un Von Braun résoud des problèmes "sérieux" commandés par des gens "sérieux".



Une certaine presse parle de "CRISE DE L'ENERGIE".
Que faut-il comprendre ?

La crise du pétrole.



Les récentes mesures prises par les états arabes - diminution des livraisons et augmentation du prix du pétrole n'ont pas modifiées les données du problème.....

* tant qu'ISRAËL n'aura pas évacués tous les territoires occupés depuis 1967



Depuis 1970 le cartel du pétrole (Esso - Shell - Mobil - Texaco - Gulf - B.P. - C.F.P. - Total) a perdu le monopole du marché du pétrole sous les coups des compagnies indépendantes et des pays producteurs qui ont organisé dans l'O.P.E.P.

O.P.E.P. organisation des pays producteurs de pétrole.



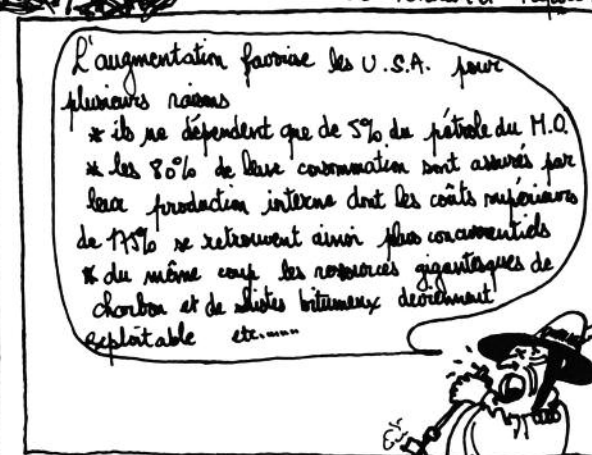
La situation est nouvelle: L'offre se fait rare, la demande augmente. Elle double tous les quinze ans - au détriment du charbon. Et les prix tendent à augmenter car les coûts de production augmentent.



Le développement des économies occidentales étant tributaire du pétrole les impératifs politiques et économiques d'une diversification des approvisionnements incitent les compagnies internationales à rechercher et mettre en exploitation de nouveaux gisements - Alaska - mer du nord. Les coûts de production étant supérieurs, l'O.P.E.P. impose une augmentation du coût de son pétrole ainsi qu'une plus juste répartition des profits - Accords de Téhéran et Tripoli.



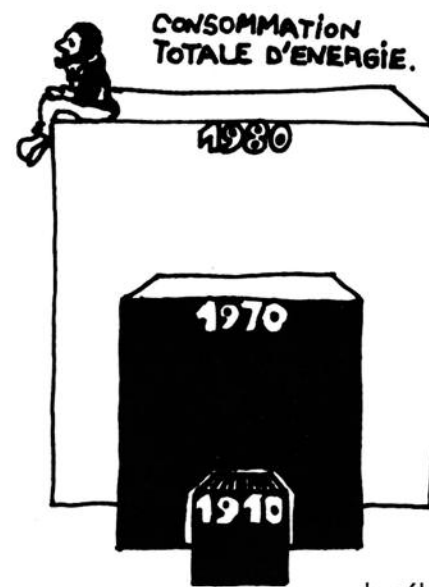
L'augmentation actuelle du coût du pétrole peut provenir par les Etats-Unis d'Amérique pour des raisons d'hégémonie politique et économique vis-à-vis l'Europe Occidentale et le Japon car ils dépendent pour 50% du pétrole du moyen orient.



L'augmentation favorise les U.S.A. pour plusieurs raisons
* ils ne dépendent que de 5% du pétrole du M.O.
* les 95% de leur consommation sont assurés par leur production interne dont les coûts supérieurs de 40% se retrouvent ainsi chez consommateurs
* du même coup les ressources gigantesques de charbon et de mines britanniques deviennent exploitables etc.....

Toutes ces mesures s'inscrivent dans une stratégie mondiale de dimension COSMIQUE que nous ne développerons pas ici...

à suivre.....



Actuellement le système économique dominant a besoin pour atteindre ses objectifs — pouvoir et argent — de doubler TOUS LES 15 ANS sa production d'énergie primaire * consommable. Cette consommation est basée sur l'exploitation des réserves fossiles, c'est-à-dire stockées en quantité limitée dans le sous-sol.

En particulier, le pétrole économiquement exploitable serait en voie d'épuisement dans 20 - 30 ans — c'est aussi autour du pétrole que l'économie mondiale est organisée. De même les réserves de gaz seraient en voie d'épuisement dans 60 - 100 ans, le charbon, les schistes, les sables ont eux des réserves équivalentes à plusieurs centaines d'années.

Mais c'est moins la perspective de pénurie physique que l'importance stratégique du pétrole sur le théâtre mondial qui explique l'ampleur

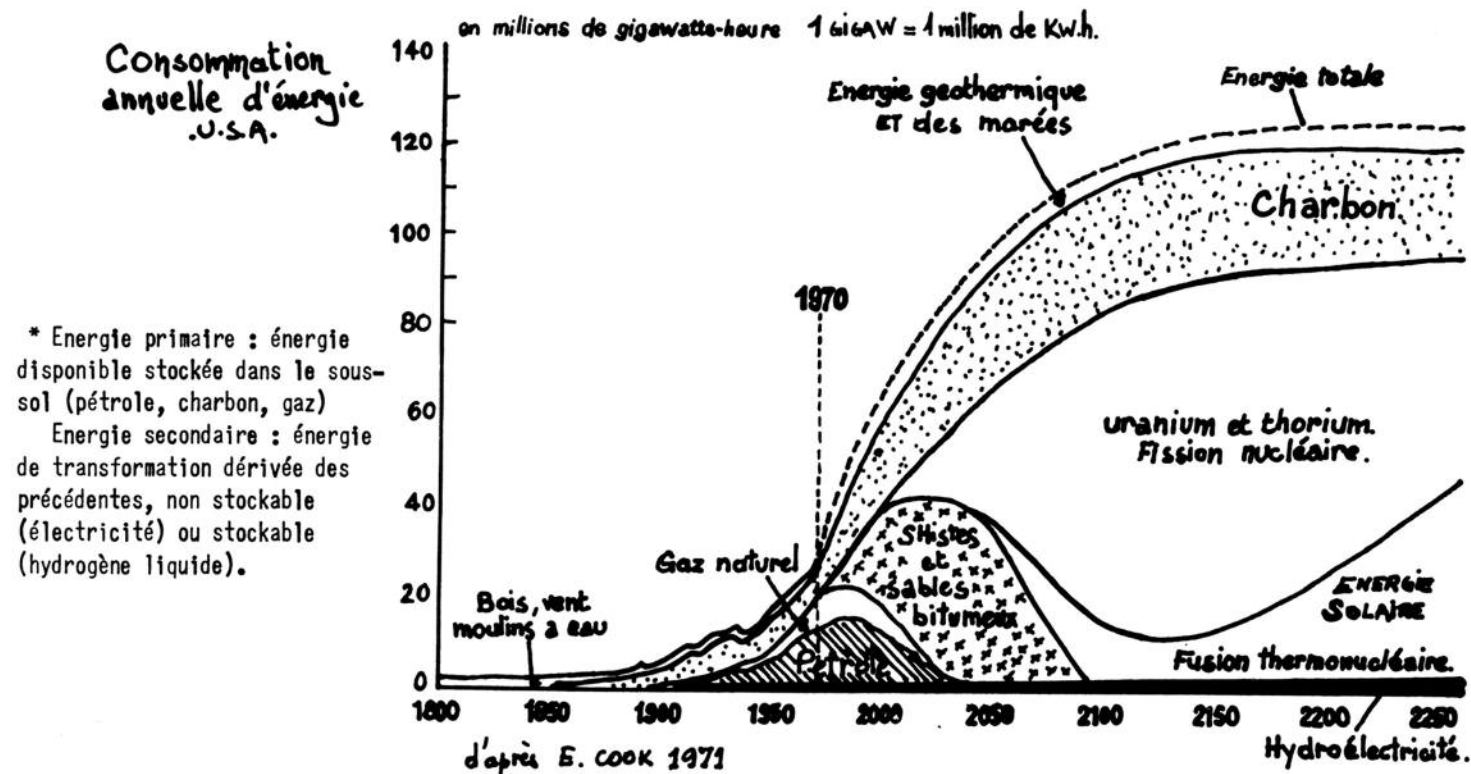
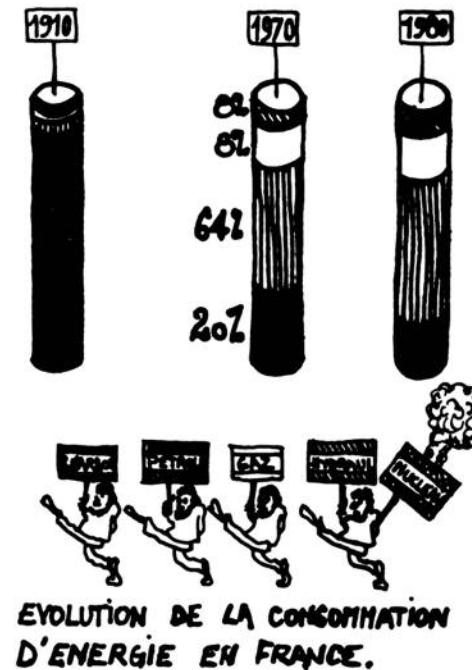
de la crise.

LA CRISE DE L'ENERGIE EST EN REALITE LA CRISE DU PETROLE.
Cf. page 4

Dans la perspective de disparition du pétrole comme source d'énergie bon marché et de raréfaction des réserves plus ou moins proche, les compagnies pétrolières tentent maintenant d'élaborer une nouvelle stratégie dont le but est une gigantesque reconversion à long terme pour reconstituer au niveau de l'ensemble des sources d'énergie un pouvoir de monopole qu'elles avaient pour le pétrole. Reconversion qui nécessite une quantité fabuleuse de capitaux, selon la Chase Manhattan Bank 1000 milliards de dollars d'ici dix ans, et qui doit être réalisée avant la disparition du pétrole comme source essentielle d'énergie primaire*. Il leur faut pour cela réaliser rapidement le maximum de surprofit dans les activités pétrolières en poussant à la hausse les cours mondiaux (surprofit de 40 % pour l'année 73). La pénurie artificielle qui sévit aujourd'hui en est le signe.

Pour réaliser ce nouveau monopole et résoudre la contradiction entre besoins en croissance exponentielle et réserves limitées, les compagnies pétrolières associées à des banques s'efforcent :

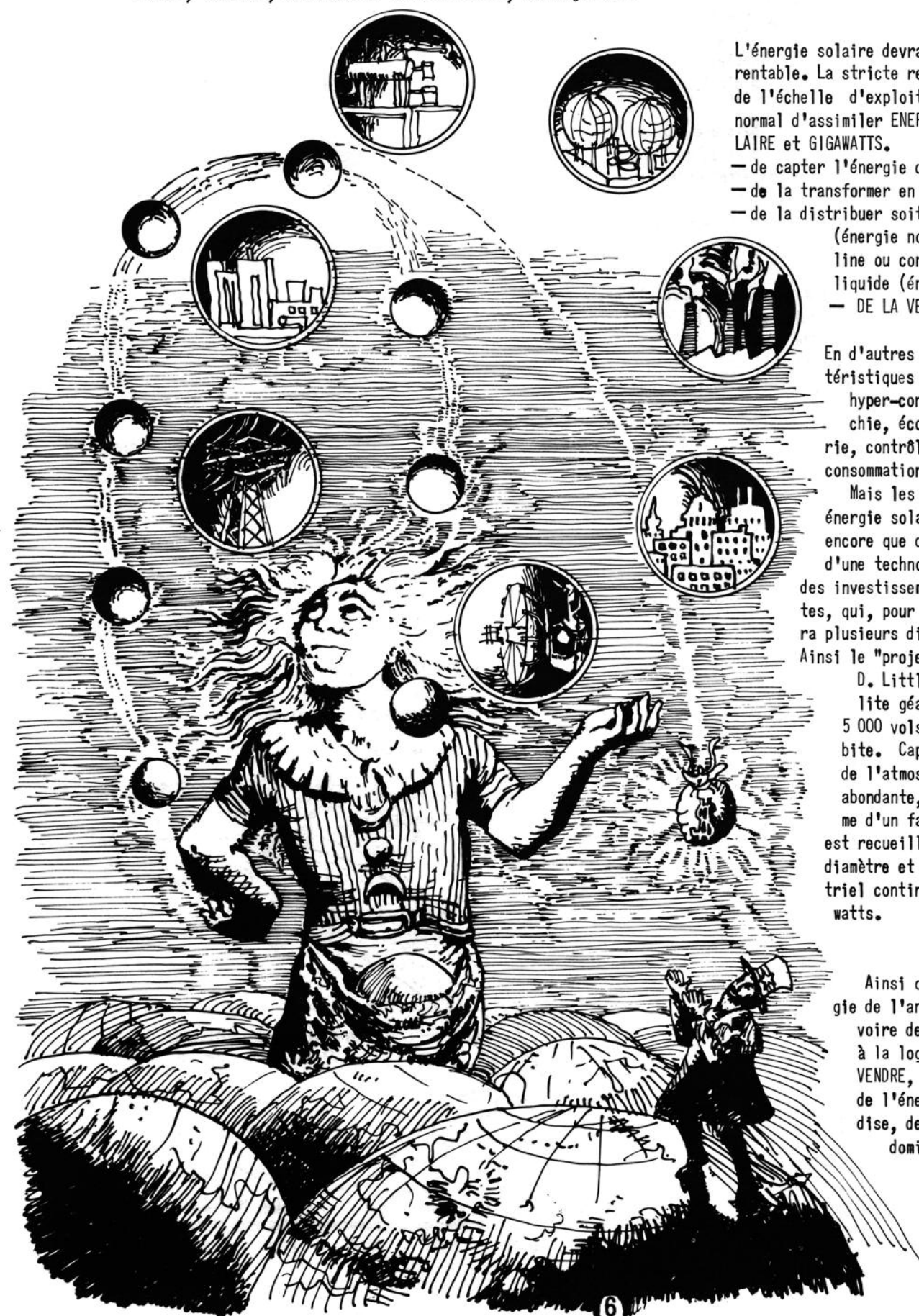
- 1- de prendre le contrôle de l'exploitation des réserves fossiles : charbon, schiste, sable bitumeux (ce contrôle est en voie de réalisation).
- 2- de contrôler toutes les phases du processus de fission nucléaire (seul l'enrichissement de l'uranium est encore dans les mains du gouvernement, mais pour combien de temps encore)
- 3- de développer les recherches dans le domaine de la fusion thermonucléaire — énergie solaire —



Les premières devront assurer la liaison entre le pétrole et les énergies nucléaires (fission et fusion). C'est dans ce contexte d'exploitation de l'énergie solaire COMME ENERGIE DE REMPLACEMENT qu'il faut comprendre l'intérêt qui lui est porté entre autres.

Ainsi l'énergie solaire de fusion — associée à l'énergie nucléaire de fission — (voir le schéma précédent) supprimera au niveau énergétique l'angoisse essentielle de l'économie capitaliste : assurer son ordre à l'infini.

Notons que seule l'énergie solaire est illimitée ; l'énergie nucléaire, elle, est déjà controversée. L'uranium existe en quantité limitée (réserves en voie d'épuisement à la fin du siècle ?). L'évacuation des déchets radioactifs n'est pas vraiment résolue. Elle crée une pollution thermique* qui exclue son usage illimité sans risques secondaires. Il devient difficile d'implanter de nouvelles centrales (aux USA, en Allemagne, en Suède, voire en France), la population se méfie : cancer, leucémie, accidents de fonctionnement, sabotages



L'énergie solaire devra, dans cette logique, être rentable. La stricte rentabilité est en fonction de l'échelle d'exploitation : il devient ainsi normal d'assimiler ENERGIE SOLAIRE - CENTRALE SOLAIRE et GIGAWATTS.

- de capter l'énergie dans des centrales.
- de la transformer en électricité (voir "confort")
- de la distribuer soit par ligne à haute tension (énergie non stockable), soit par pipeline ou containers sous forme d'hydrogène liquide (énergie stockable)
- DE LA VENDRE

En d'autres mots de reproduire les caractéristiques de la production capitaliste : hyper-concentration du pouvoir, hiérarchie, économie de marché donc de pénurie, contrôle des consommateurs et de la consommation, etc ...

Mais les centrales thermonucléaires — énergie solaire — ne sont seulement et encore que des projets. Elles relèvent d'une technologie sophistiquée nécessitant des investissements et des recherches importantes, qui, pour devenir opérationnelle demandera plusieurs dizaines d'années, voire plus. Ainsi le "projet fou" du docteur Glaser (Arthur D. Little Increase) : réaliser un satellite géant, 12 km sur 5, 100 000 tonnes, 5 000 vols de fusées pour le mettre en orbite. Capter l'énergie solaire au-dessus de l'atmosphère, là où elle est la plus abondante, et l'envoyer sur terre sous forme d'un faisceau de micro-ondes où elle est recueillie dans une centrale de 7 km de diamètre et transformée en un courant industriel continu d'une puissance de 5 000 mégawatts.

Ainsi quand la presse parle de l'énergie de l'an 2 000, de l'utopie solaire, voire de science fiction, elle répond à la logique DE L'ENERGIE SOLAIRE A VENDRE, de l'énergie solaire gigawatts, de l'énergie solaire nouvelle marchandise, dernier fleuron d'un arsenal de domination.

C'est avant tout une énergie inépuisable, au grand plaisir de nos princes, mais c'est surtout une ENERGIE GRATUITE ET PROPRE. Un bien inaliénable, naturellement distribué et libre de tout territoire (bien que des critères de rentabilité ne mettent pas à l'abri d'une nouvelle forme de colonisation des régions les plus privilégiées). Le soleil ne brille pas également à la surface de la terre, mais on peut dire qu'il est utilisable dans les meilleures conditions dans les régions où vivent 70 % de la population du globe (entre 40ème degré Nord et Sud ; la France se situe entre les 40 et 50ème degrés Nord). Il est également utilisable ailleurs de façon satisfaisante si on sait choisir les usages en fonction des contraintes. Le soleil brille pour tout le monde et n'est pas lié à la possession d'un territoire déterminé, supprimant ainsi une des causes des conflits dans l'histoire. On peut transformer l'énergie du rayonnement solaire PARTOUT, rendant les nécessités de concentration géographique caduques, contrairement aux énergies extraites des ressources fossiles.

On peut dire de façon relative que l'utilisation de l'énergie solaire est propre et non polluante. Elle ne crée ni déchets, ni émissions radioactives comme l'énergie nucléaire. Elle ne crée pas de pollution thermique, c'est-à-dire pas d'élévation de température du milieu ambiant. Elle ne crée pas de chaleur comme le font les énergies fossiles, qui libèrent dans l'atmosphère une chaleur, existante auparavant sous forme de matière, faussant ainsi le bilan thermique d'un éco-système : il s'agit ici de capter une énergie qui de toute façon arrive sur terre avant que celle-ci ne l'absorbe et LA RESTITUER SUR PLACE.

La terre reçoit par jour plus d'énergie qu'on en consomme actuellement ou qu'on en consommera dans un avenir assez lointain. Il y a pollution thermique si l'énergie n'est pas restituée sur place mais transférée massivement dans une autre région, que ce soit sous la forme d'électricité ou d'hydrogène liquide. Le bilan thermique des deux régions est alors détérioré.

Plus que toute autre source d'énergie, l'énergie solaire a des propriétés qui la prédisposent à une UTILISATION SUR PLACE, une UTILISATION DIRECTE.

Les conséquences de ces propriétés sont multiples :

- 1 - appropriation directe de l'énergie par l'utilisateur.
- 2 - captage par unités réparties sur l'ensemble du territoire (décentralisées)
- 3 - autonomie énergétique à tous les niveaux — pays, régions, localités, communautés, etc ..

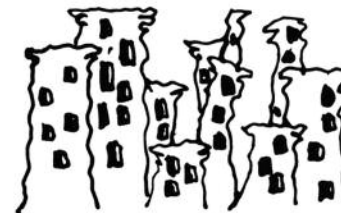
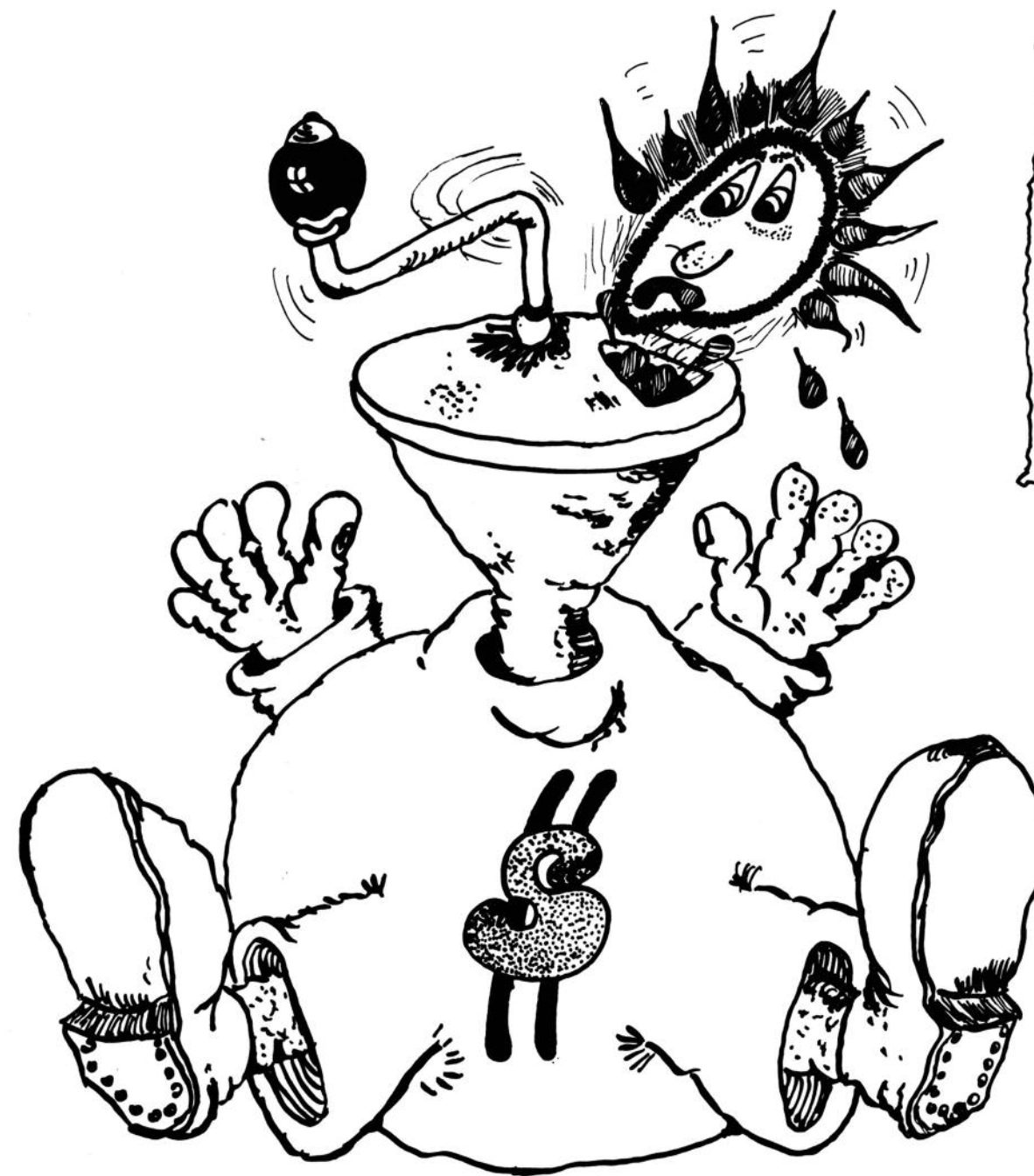
Ainsi précisée L'ENERGIE SOLAIRE est utilisable IMMEDIATEMENT ET PAR TOUS. Les connaissances techniques sont encore limitées, mais déjà opérationnelles dans le cas de l'utilisation directe, et la recherche pourrait avancer très vite si les crédits n'étaient pas gaspillés dans des projets fallacieux.

Le caractère conflictuel existant entre les possibles de l'énergie solaire — l'utopie — et les nécessités et volontés du pouvoir de monopole dévoile de façon évidente LES RAISONS DE LA MYSTIFICATION engagée par une certaine presse.





exploiter ou utiliser l'énergie
du  ? la question est posée.

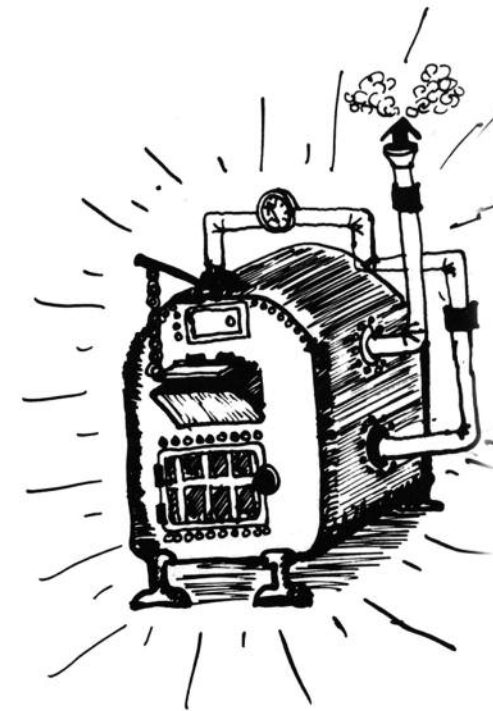


La problématique de l'exploitation ou de l'utilisation de l'énergie solaire concerne de multiples aspects très différents les uns des autres.

Nous nous proposons de développer celle concernant l'habitat : apport énergétique et contrôle climatique.

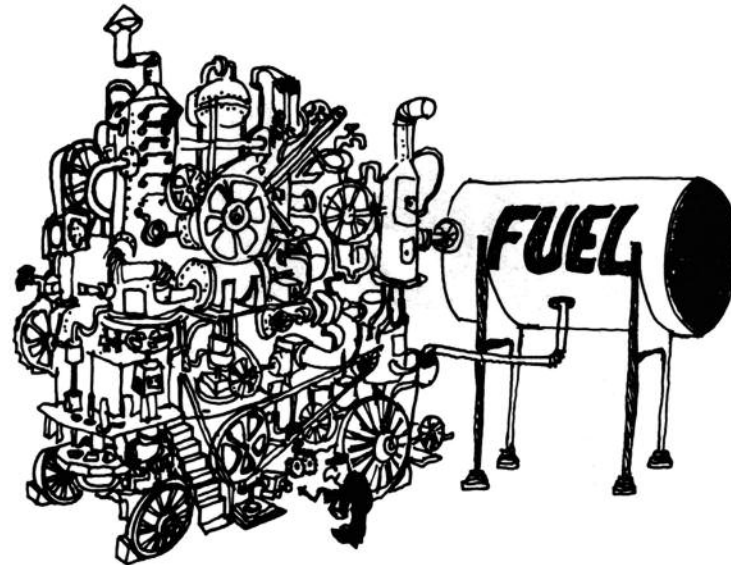
Contrôle Climatique ?

Quand j'entends
CONTRÔLE climatique
JE SORS ma CHAUDIÈRE!!



2 NIVEAUX de réponse...

Le chauffage, c'est le contrôle climatique du pauvre pour les autres c'est le chauffage + la climatisation, c'est à dire être au chaud l'hiver et au frais l'été, chauffer de l'air ou le rafraîchir. Ici encore la pensée mécaniste et mécanicienne a frappé. Tout un ensemble de "connaissances traditionnelles", transmises oralement, ont été délaissées, abandonnées au nom du progrès technique et social. Le problème fut réduit à sa plus simple expression.



MECANISME + ENERGIE

+ isolation thermique *(dans le meilleur des cas.)*

Au niveau du contrôle climatique, la tradition orale accumulée empiriquement, non théorisée, mettait à jour un ensemble de règles utilisables en relation étroite avec le milieu pour répondre à ces contraintes



- A l'échelle d'un microclimat il est possible d'augmenter la température de plusieurs degrés en protégeant l'abri d'un rideau forestier, en l'implantant près d'une étendue d'eau.

- En ville, on remarque que la température est supérieure de 5 à 6 degrés à la campagne environnante. Cela est dû à la capacité et à l'inertie thermique du nombre gigantesque de constructions dans le milieu urbain.

Il y a là deux niveaux différents de réponse.

La pratique "traditionnelle" avec une connaissance profonde des contraintes microclimatiques locales pour choisir l'emplacement les modes de regroupements, pour contrôler l'organisation du site, la nature de l'abri, etc.....OPÈRAIT DU COLLECTIF VERS LE PRIVE.

La pratique "moderne" répond en terme de chauffage par ignorance des contraintes microclimatiques locales, le choix impossible de l'emplacement- propriété privée du sol-, règlement administratif notions fallacieuses d'architecture internationale, etc...Elle n'opère qu'au niveau PRIVE.

REDUIRE LE CONTRÔLE CLIMATIQUE AU CHAUFFAGE, C'EST IGNORER LA DIMENSION COLLECTIVE. C'EST IGNORER LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE RÉPONSE. C'EST VOULOIR TRANSFÉRER LA SOLUTION ENTIÈRE DU PROBLÈME VERS LE NIVEAU INDIVIDUEL, AU SEIN DE SA PROPRIÉTÉ, DANS SON ESPACE PRIVE.

A la limite nous pourrions dire que l'échelle du contrôle climatique va du planétaire au local sans discontinuité, c'est à dire que tous les échelons concourent et l'ignorance volontaire ou non d'un d'entre eux entraîne une solution unidimensionnelle du problème

Aujourd'hui en Chine, la nature du pouvoir a permis de développer cette dimension collective. La mise en place de rideau forestier a des conséquences multiples et en interrelation sur le contrôle climatique

- conservation des sols contre l'érosion: fertilité agricole accrue.
- accumulation d'eau- la forêt est une éponge: régulation du système hydrographique.
- protection de l'habitat: élévation de la température du milieu due à la fois au rideau forestier et à l'accumulation d'eau qu'elle rend possible
- contrôle de l'hygrométrie
- protection contre les vents
- production de bois etc.....



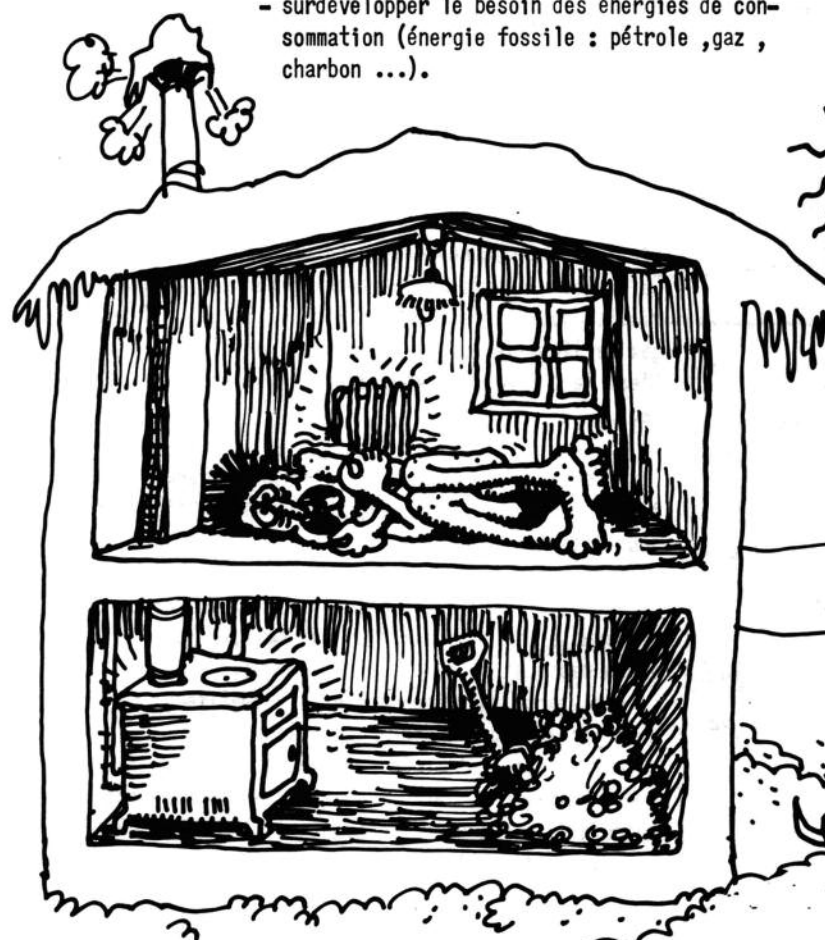
Bioclimatiques



Le climat interne n'existe pas dans le vide . c'est l'extension modifiée du climat externe avec lequel il continue à réagir .
L'objectif est de TRANSFORMER UN CLIMAT EXTERNE INSUFFISAMMENT CONTROLABLE EN UN CLIMAT INTERNE MAITRISABLE et de le maintenir .
L'enveloppe doit être conçue pour filtrer et véhiculer le flux d'énergie , de telle façon que le maximum de qualité possible du CLIMAT INTERIEUR SOIT DERIVE DU CLIMAT EXTERIEUR et ceci aussi longtemps que possible .La conception de l'enveloppe est essentielle par rapport aux besoins ultérieurs en énergie .

Il est possible dans une proportion intéressante sinon totale d'opérer cette transformation dans tous les climats .
Une énergie d'appoint ne doit être utilisée que dans les cas où cette transformation est insuffisante et sur la base des réelles "nécessités" climatiques du corps . L'approche bioclimatique du problème est essentiellement déterminée par "les bases biologiques du confort " .(voir prochain §)

Dans les climats tempérés froids (France partie Nord) la pratique du contrôle climatique tend à négliger le rôle des facteurs bioclimatiques :
- minimiser le rôle de l'enveloppe
- surdévelopper le besoin des énergies de consommation (énergie fossile : pétrole , gaz , charbon ...).



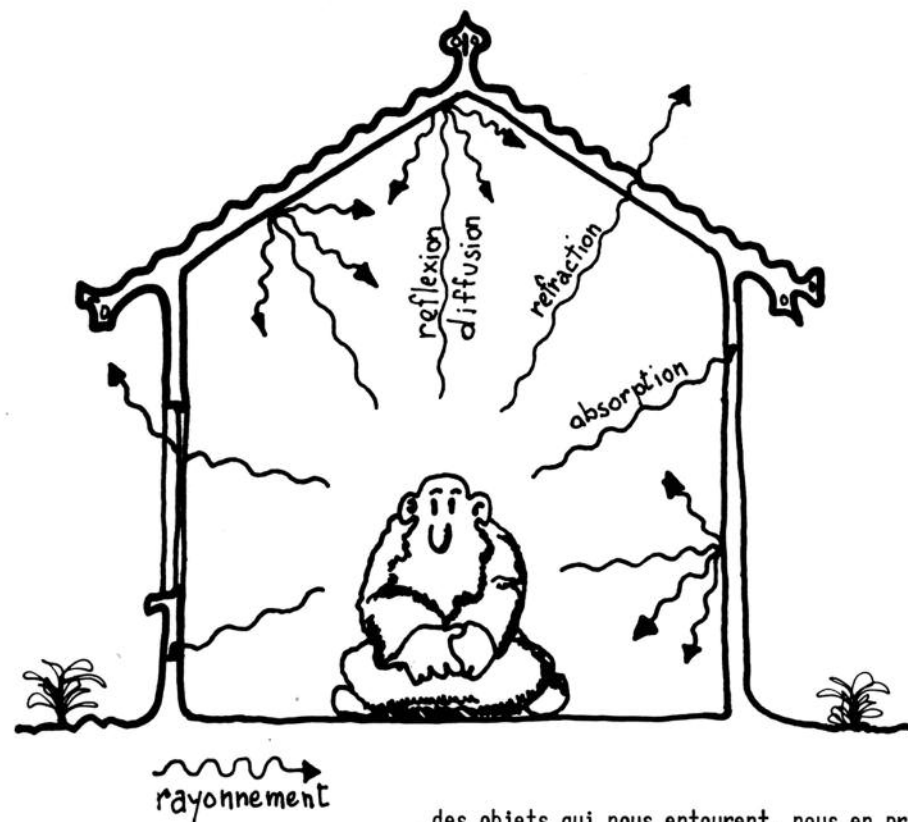
Un des raccourcis les plus importants de la pratique conventionnelle est l'incapacité à reconnaître l'importance de la CHALEUR RAYONNANTE dans le contrôle climatique , à cause de son obsession pour la chaleur perceptible .(voir chapitre 4 formes de chaleur) .
L'importance de la chaleur rayonnante pour le corps est illustrée par le fait que par un jour ensoleillé et sans nuage, d'hiver, dans une région à climat tempéré froid , il est possible de se déshabiller et de prendre un bain de soleil (bien que la t° puisse être près de 0° C).Le corps éprouve la sensation de chaud .Dans ce cas il ne reçoit que quelques centaines de cal/h de chaleur rayonnante du soleil , mais c'est suffisant pour le chauffer .Dans les mêmes conditions , une maison "traditionnelle" consommerait 10 millions de cal/h pour chauffer l'air .Négliger la nature de la chaleur rayonnante peut ainsi amener des dépenses d'énergie superflues .
Quand les murs extérieurs sont très fins , ils sont à une t° beaucoup plus basse que celle de la peau . Le corps perd donc de la chaleur par rayonnement vers le mur .
On doit alors dépenser une quantité considérable d'énergie pour chauffer l'air et le maintenir chaud . Ce qui dans ces conditions est le seul moyen de créer un climat intérieur confortable .

De la même façon que les relations du corps avec la chaleur rayonnante sont ignorées, les propriétés rayonnantes du climat externe sont négligées . Le rayonnement frappant un mur vertical sud en hiver est considérable et pourrait être directement utilisé pour réaliser le climat intérieur des constructions dans les régions à hivers froids .

En conclusion, négliger seulement un des facteurs bioclimatiques ou leurs combinaisons entraîne :
- malaise physiologique : mal de tête, désordres respiratoires (bien qu'une température suffisante soit créée)
- surconsommation d' énergie
- installations chères et surdimensionnées fonctionnant à pleines capacités tout le temps ou presque .

IL EST NECESSAIRE DE COMPRENDRE LES FACTEURS BIOCLIMATIQUES AVANT DE CHOISIR LES TECHNIQUES DU CONTROLE CLIMATIQUE .

Les différentes formes de



LA CHALEUR RAYONNANTE

— Tout corps plus chaud que le milieu dans lequel il se trouve émet un rayonnement, c'est-à-dire de l'énergie en transit qui s'oriente toujours du plus chaud vers le plus froid.

— Le rayonnement émis est constitué de radiations dont les longueurs d'onde sont situées dans l'infrarouge (Cf : le rayonnement solaire). La puissance totale rayonnée augmente très vite avec la température.

Nous vivons entourés d'infrarouges. Nous en recevons

des objets qui nous entourent, nous en produisons nous-mêmes. Le soleil est un puissant radiateur d'infrarouges.

Quand ce rayonnement frappe un corps, l'énergie transportée est en partie — renvoyée (réflexion - diffusion)

— transmise (réfraction)

— absorbée. Mais le corps en absorbe toujours une

partie (en fonction de son épaisseur et de la longueur d'onde des radiations).

Que devient l'énergie rayonnante absorbée ? *en chaleur*

Elle est transformée et à ce moment seulement par le corps récepteur, elle est ainsi appelée "chaleur rayonnante".

LA CHALEUR PERCEPTIBLE (conduction-convection)

C'est la forme que nous avons à l'esprit quand nous parlons de chaleur. C'est une propriété énergétique de la matière. La température d'un corps est l'expression de son degré d'excitation moléculaire. Laquelle peut être causée par rayonnement, friction, action chimique, contact avec une autre masse excitée.

La conduction est le phénomène par lequel l'excitation moléculaire se répand à travers un corps solide ou d'un corps à un autre et ceci des températures les plus hautes vers les plus basses. Le transfert calorifique se fait de proche en proche et est fonction de deux paramètres : la capacité thermique* et la résistance thermique*.

En milieu fluide (gazeux, liquide) la conduction devient convection car les parties les plus chaudes devenant moins denses, s'élèvent formant ainsi des courants dits de convection.

La conduction est au milieu solide ce que la convection est au milieu fluide.

LA CHALEUR LATENTE

C'est la chaleur engagée quand un corps change d'état. La chaleur latente de la vaporisation est la chaleur requise pour transformer un liquide en gaz. Quand le gaz se liquéfie (condensation) il restitue la chaleur. C'est la chaleur contenue dans la matière à l'état latent.

En résumé, il existe trois différentes formes de chaleur : chaleur rayonnante, chaleur perceptible et chaleur latente.

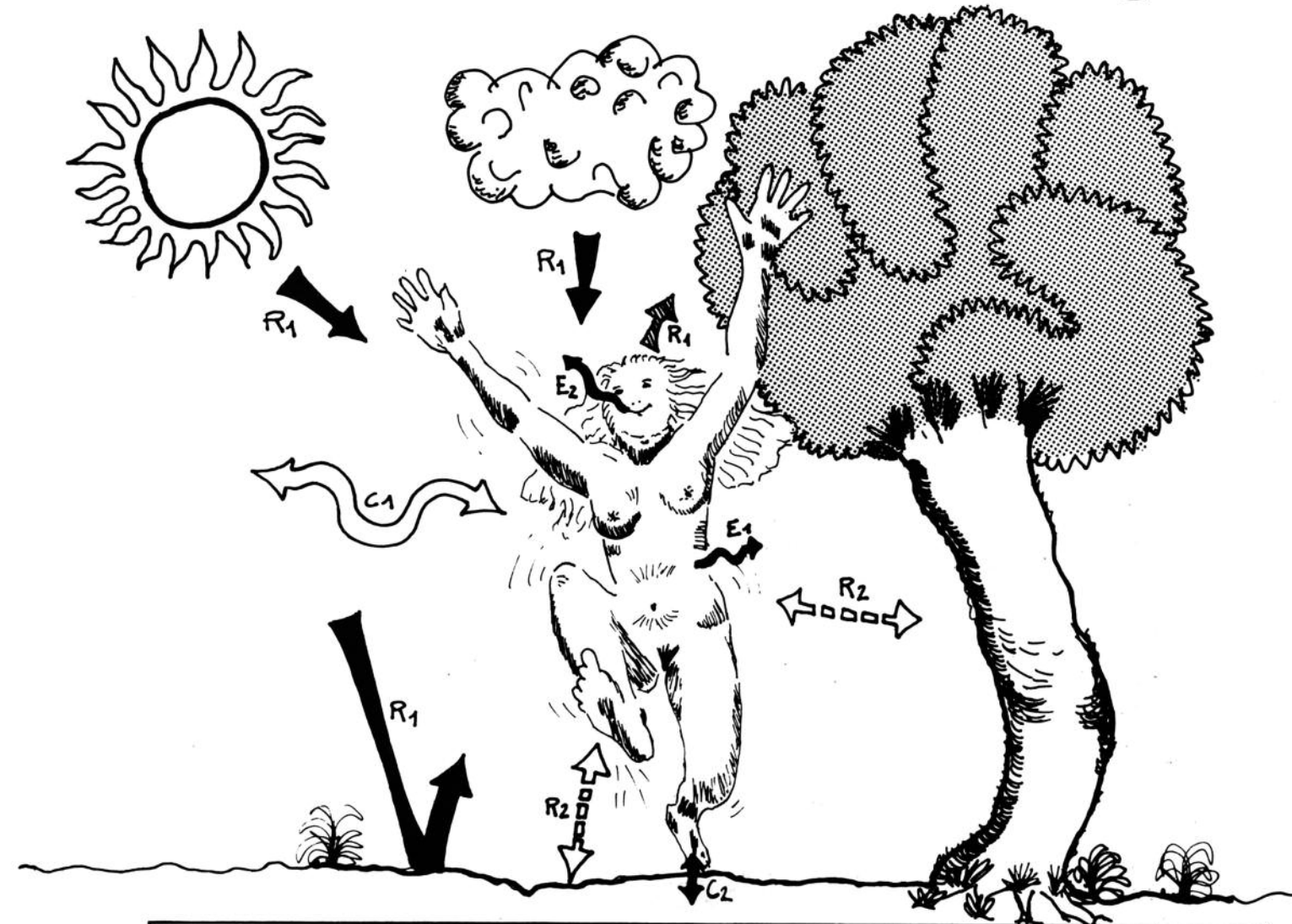
* capacité thermique : c'est la qualité d'un corps d'accumuler de la chaleur en son sein, elle est fonction de sa masse et de sa chaleur massique.

* résistance thermique : c'est la qualité d'un corps de s'opposer au transfert de chaleur.

* réfraction : c'est le changement de direction que subit un rayon en passant d'un milieu transparent à un autre milieu également transparent (à sa longueur d'onde) mais différent.

LES BASES

Biologiques du confort



BILAN THERMIQUE = $M \mp R \mp C - E$

Il est fonction de l'humidité relative, la vitesse et température de l'air, la température de rayonnement. Les doubles flèches signifient que notre corps émet ou reçoit selon la température du milieu ambiant et des objets le composant. C'est donc soit un apport soit une perte + R ou - R, + C ou - C.

APPORTS

M : chaleur générée par l'activité métabolique
c'est la chaleur de base.

R : flux d'énergie rayonnante.

R1 : énergie solaire directe ou diffuse.

R2 : énergie des radiateurs divers
incandescents ou non.

C : chaleur de convection
C1: de l'air à température supérieure à celle
de la peau.

C2: par contact avec les corps plus chauds.

PERTES

E : évaporation d'eau par:

E1 : transpiration

E2 : respiration

R1 : vers le ciel

R2 : vers l'environnement plus froid.

et de conduction

C1: vers l'air à température inférieure à celle de la peau.

C2: par contact avec les corps plus froids.



d'un point de vue calorifique, se décompose en deux parties. Le noyau central producteur de chaleur et l'écorce périphérique, transporteuse de chaleur (le noyau central, c'est l'ensemble de notre corps, sauf l'épiderme).

La sensation de confort est basée sur les organes sensitifs au sujet desquels nous ne connaissons pratiquement rien. Nous connaissons peu de choses sur nos yeux, oreilles et nez, mais encore moins au sujet de la glande de Krause*, l'organe de Ruffini* et le centre de sensations calorifiques de notre cerveau. (hypothalamus)

* glande de Krause : au nombre de 150 000, elles sont localisées à 6 mm sous la peau, dans le nez, les coudes, les doigts. Elles saisissent le flux dirigé vers les objets à plus basse température.

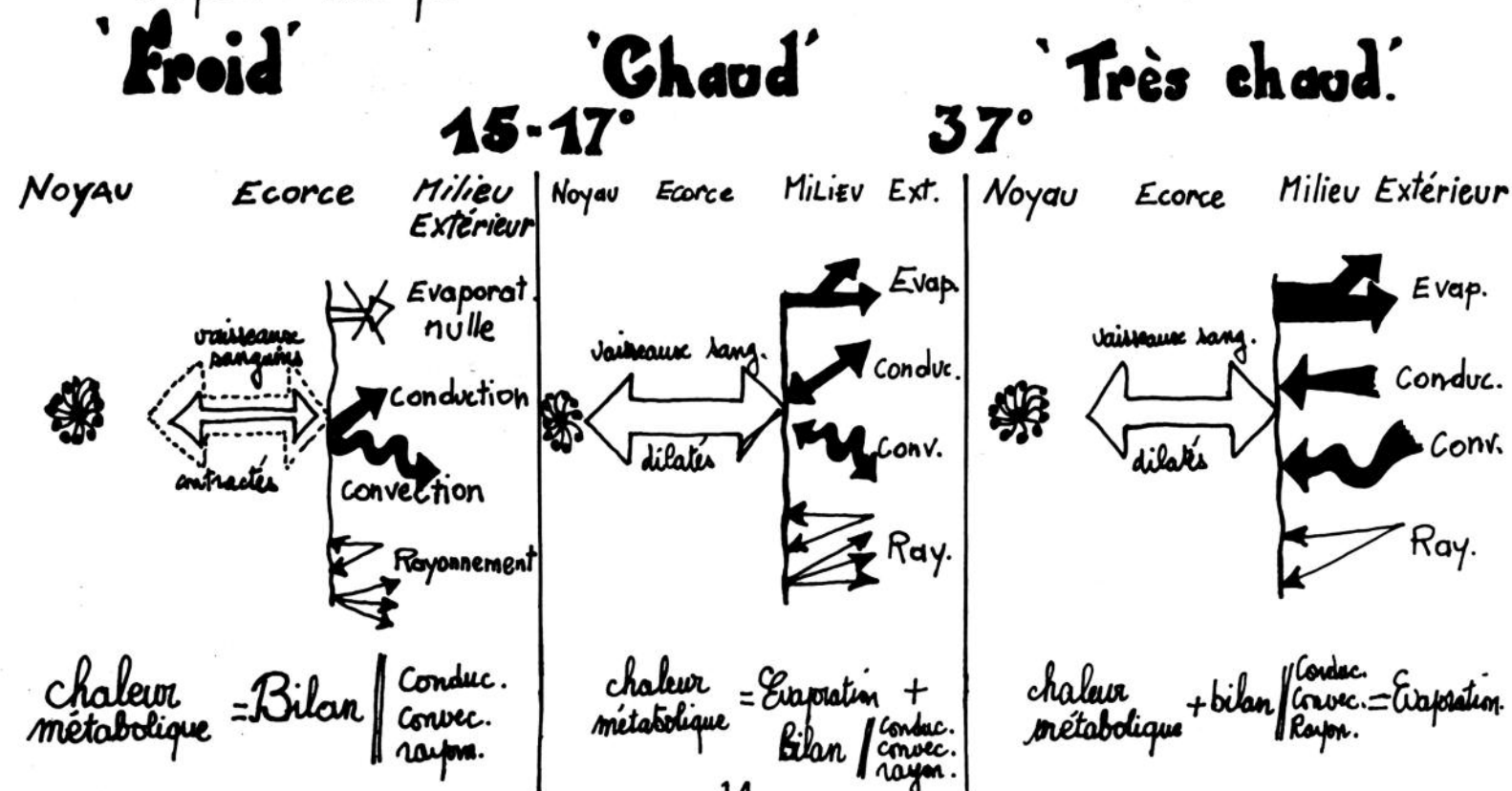
* organe de Ruffini : au nombre de 16 000, elles saisissent le flux venant des objets, à plus haute température. Elles sont localisées plus profondément dans la peau et réagissent plus lentement que les autres à cause de leur isolation par rapport au climat externe. Elles sont principalement situées dans la lèvre supérieure, le nez, le front, les doigts, le menton.

Ces deux types de glandes, situées dans l'écorce périphérique, agissent en avertisseur. Elles contrôlent le flot de sang à travers la peau en contractant ou dilatant les vaisseaux sanguins. Comme le sang a une bonne conductibilité thermique, il est un agent rapide et effectif du contrôle et de l'échange thermique entre le noyau et l'écorce, l'écorce et le milieu ambiant. C'est la thermorégulation physique. (la température du corps, 37°, est en fait la température du sang)

Le point le plus sensible du système de température du corps est l'hypothalamus. C'est une glande située dans le cerveau et liée au système nerveux. Elle est stimulée par tout changement de température dû à un événement extérieur sur n'importe quelle partie du corps et est à l'origine des changements métaboliques nécessaires (thermorégulation chimique)



La chaleur métabolique est à un degré d'activité donné le résultat de la thermorégulation nécessaire pour assurer l'équilibre thermique.



Le confort se ressent comme une absence d'inconfort. L'homme et la femme sont des êtres vivants capables d'auto-réguler la température de leur corps quelque soit le climat ambiant. LA BASE PHYSIOLOGIQUE DU CONFORT EST L'ACCOMPLISSEMENT DE L'EQUILIBRE THERMIQUE AVEC L'APPORT MINIMUM DE THERMOREGULATION*

*Thermorégulation : ensemble des fonctions qui règlent la production (thermor. chimique) et le transport (Thermor. physique) de la chaleur en fonction des conditions thermiques de l'environnement de telle sorte que la température centrale reste constante (environ 37°)

L'équilibre thermique est réalisé au froid par l'apport de chaleur métabolique et au chaud par régulation des pertes par évaporation. Les échanges calorifiques par rayonnement entre la peau et un corps quelconque sont essentiels car la peau humaine et féminine a une excellente absorptivité et émissivité (Cf. paragraphe effet serre).

Echanges calorifiques : 50% par rayonnement, 25% par convection et 25% par évaporation.

La chaleur est produite dans le corps comme un résultat de la respiration. Ainsi contrôler la respiration, c'est contrôler la production de chaleur. Quand la chaleur du corps tend à tomber à cause d'une trop basse température extérieure, la respiration — dans le tissu musculaire très conducteur de chaleur — augmente et génère plus de chaleur. Grelotter est une manifestation extrême de cette forme de contrôle chimique.

Quand la température du corps tend à augmenter en réponse à une augmentation de température extérieure, différents mécanismes physiques accélèrent les pertes par évaporation. Les vaisseaux sanguins de la peau se dilatent apportant ainsi plus de sang porteur de chaleur à la surface de la peau. Les glandes de la transpiration secrètent abondamment. Les poumons et les voies respiratoires perdent de l'eau (ces pertes sont fonction du potentiel d'évaporation de l'air) définie par l'humidité relative et la vitesse ; ce n'est pas important dans les climats tempérés).



ASSIS 90-100 kcal/h
ACTIVITÉ SÉDENTAIRE 100-120 kcal/h.

LE MÉTABOLISME EST le processus par lequel la nourriture est transformée en énergie avec un rendement de 20 % (80 % de chaleur)

- pour grandir
- pour régénérer ses forces
- pour alimenter les organes du corps (contractions musculaires, circulation du sang, respiration, etc ...)

Bien que la production de chaleur métabolique soit dépendante de la respiration, elle est à la base fonction de l'activité du corps. S'il est actif, le taux d'énergie métabolique augmente pour compenser l'extra d'énergie nécessaire, générant ainsi une plus grande quantité de chaleur. Ce taux est proportionnel au poids et influencé par l'état de santé, l'âge.

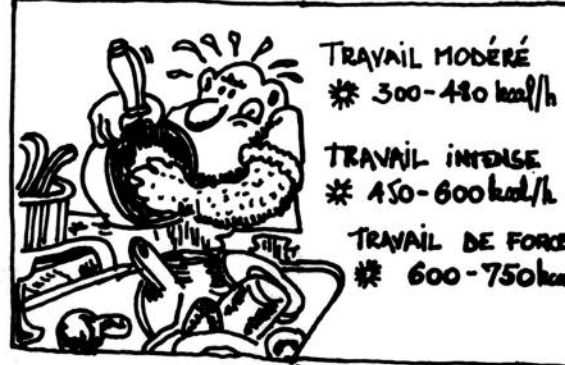
MÉTABOLISME de BASE 60-70 kcal/h.



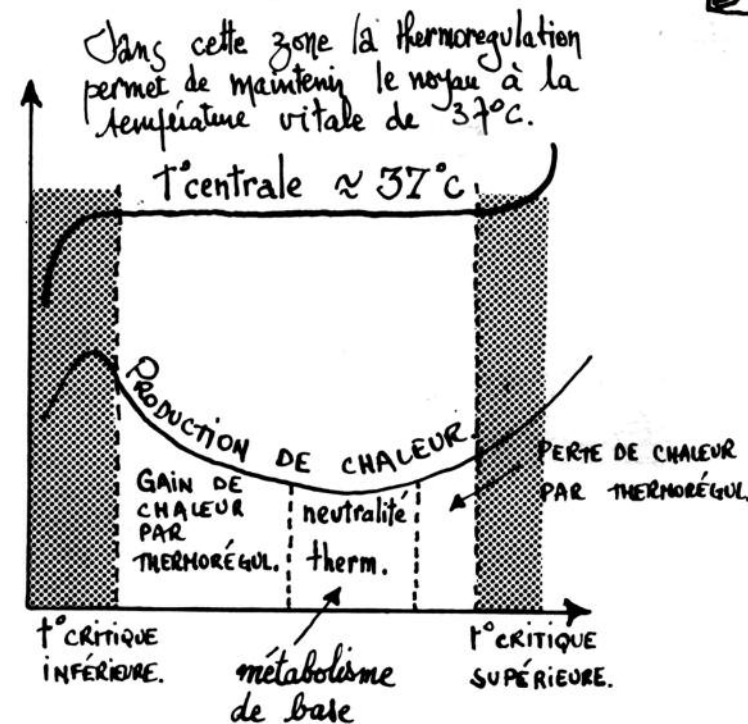
* MARCHÉ
à 4 km/h
* 210-220 kcal/h
à 7 km/h
* 300-400 kcal/h
à 4 km/h sur une pente de + de 10%
* 340-480 kcal/h



ACTIVITÉ FAIBLE * 150-300 kcal/h



TRAVAIL MODÉRÉ * 300-480 kcal/h
TRAVAIL INTENSE * 450-600 kcal/h
TRAVAIL DE FORCE * 600-750 kcal/h

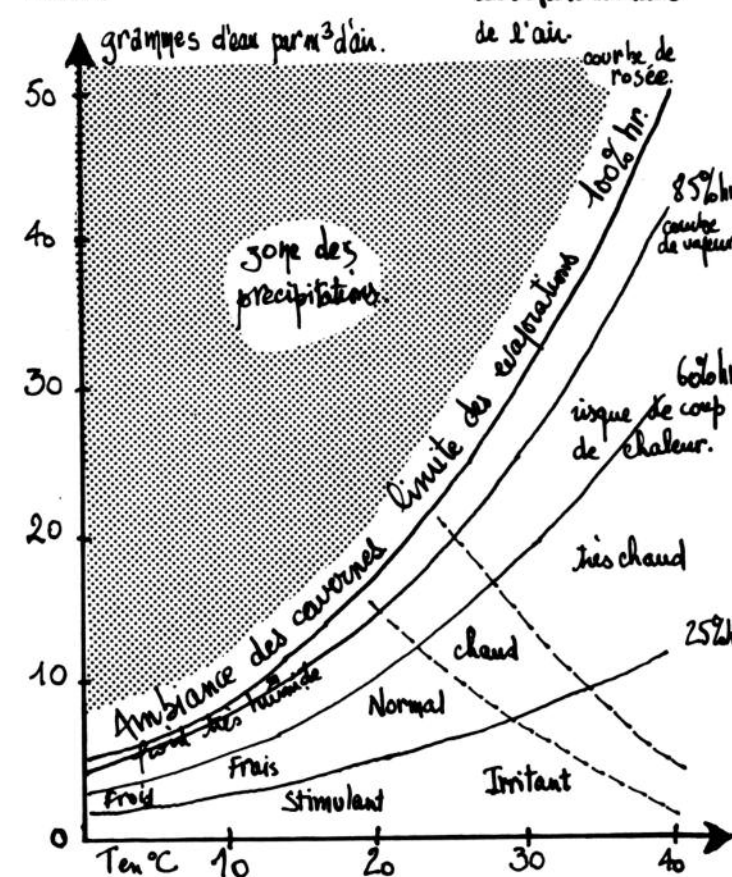


EN CONCLUSION, L'HOMME ET LA FEMME NE DISPOSENT PAS D'ADAPTATION PHYSIOLOGIQUE EFFICACE AU FROID, MAIS LEUR ADAPTATION PHYSIOLOGIQUE AU CHAUD EST PARFAITEMENT EFFICACE (fonction du degré d'humidité de l'air)

AINSI EST POSÉE LA NECESSITE D'UNE COMPENSATION : VÊTEMENTS, ABRIS ...

* La peau humaine est le corps, naturel ou synthétique, le plus près du corps noir théorique (meilleure absorptivité et émissivité)

"le confort" fonction de la température et du degré d'humidité de l'air.



LE CONFORT ce serait plutôt une absence d'inconfort. Il ne s'agit pas d'un luxe (encore faudrait-il préciser duquel il s'agit) mais d'une nécessité. L'inconfort, le froid en particulier, tue chaque hiver des milliers de personnes, sans oublier les millions de malades. Le processus est sélectif : les vieux, les enfants, les pauvres, les faibles, sont les plus touchés.

La chaleur n'est peut-être pas un luxe, mais elle se paie. Si vous n'êtes pas productif, vous ne serez pas convié à la chaleur. Plus vous êtes pauvre, plus vous paierez cher la calorie. Prenons le cas du chauffage électrique, (son importance future justifie le choix) si vous pouvez investir dans un système à accumulation, vous paierez le KWH au tarif de nuit, sinon il vous sera vendu au tarif fort.

Non seulement vous paierez la calorie plus cher, mais il vous en faudra davantage. Dans votre logement tout type de contrôle climatique aura été éliminé : mauvaise isolation thermique, aucune capacité thermique, absence de volets ou d'espaces plantés, etc ... Ceci dans le but de réduire le coût de la construction. Dans ces conditions, obtenir un climat "confortable" nécessite un apport énergétique considérable. C'est ainsi que les économies opérées au niveau de la construction pour le profit des promoteurs se transformeront au niveau de l'usage en dépenses supplémentaires à la charge des habitants.

Ignorer au nom du veau d'or les facteurs essentiels du contrôle climatique, c'est être acculé à quantifier "le confort" en degrés de température puisque les autres éléments sont délaissés. Le rayonnement quasi-nul, les convecteurs remplacent les radiateurs. L'air chauffé se dessèche et les conséquences sur la sensation de confort sont désastreuses : désordres respiratoires, maux de tête, etc ... Il devient alors nécessaire de réhumidifier l'air de l'espace habitable (en fait de le rafraîchir).

Alors les 15° C pratiqués au début du siècle (pour ceux qui le pouvait) devinrent 18° C, puis 20° C et maintenant 22° C, voire beaucoup plus dans certains cas comme les immeubles de bureaux, les grands magasins, où il s'agit moins sur l'ensemble de l'année de chauffer que de refroidir.

Le symbole de cette situation d'inconfort chronique est l'immeuble-tour, verre et acier, merveilleux phallus absurde. Glacière en hiver, serre en été, il est nécessaire de produire soit des calories, soit des frigories. Chauffage et ventilation alternent sans temps mort, il devient nécessaire pour rationaliser les installations de les transformer en un seul système qui soufflera indifféremment de l'air chaud ou de l'air frais. Le conditionnement d'air est né enterinant l'existence des merveilleuses boîtes de verre.

' le Confort '

La notion dominante de confort est fixée sur son obsession absolue : atteindre une "température" idéale dont les limites sont repoussées au fur et à mesure qu'elles sont atteintes.

Par rapport aux données biologiques, elles deviennent relatives à la nature du milieu auquel elles s'appliquent. Cela met en évidence la dépendance des normes de confort par rapport à la nature de la construction.

On peut conclure que le confort est une FORME, résultat de L'ADAPTATION DU METABOLISME AUX CARACTERISTIQUES DE L'AMBIANCE CLIMATIQUE. Il y trouve sa justification.



La nouvelle technique développe sa logique interne, devient objet de connaissances "scientifiques", est enseignée à l'université, diffusée dans des revues, sans oublier les congrès de spécialistes. C'est le "progrès technique".

Mais quel rapport avec le confort?

Ces types de nouvelles techniques dévorent des KWH. Elles assurent la base nécessaire d'une consommation maximum d'électricité rentabilisant et justifiant du même coup la création des centrales nucléaires construites par impératifs de stratégie militaires.

LE TOUT ELECTRIQUE, C'EST UNE BOMBE NUCLEAIRE DANS SA CUISINE.
ALORS LE CONFORT ELECTRIQUE.....





ensoleillement

VARIATIONS?

UNE SURFACE PLANE, FIXE, PERPENDICULAIRE AUX RAYONS SOLAIRES, SANS ATMOSPHÈRE, RECEVRAIT, À LA MÊME DISTANCE DU SOLEIL QUE LA TERRE, D'UNE FAÇON PERMANENTE ET UNIFORME, 2 calories par cm^2 et par min.

MAIS LA TERRE EST APPROXIMATIVEMENT SPHÉRIQUE, ELLE EST EN RÉVOLUTION ELLIPTIQUE AUTOUR DU SOLEIL, SON AXE DE RÉVOLUTION (AILEN-POLE S) EST INCLINÉ PAR RAPPORT AU PLAN DE RÉVOLUTION, ELLE TOURNE SUR ELLE-MÊME, ELLE EST ENVELOPPÉE PAR UNE ATMOSPHÈRE.

➔ À CHAQUE INSTANT, SEULEMENT LA MOITIÉ DE LA TERRE EST EXPOSÉE AUX RADIATIONS SOLAIRES (RÉPARTITION JOUR-NUIT)

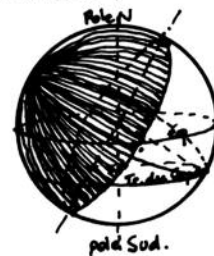
21 MARS et 21 SEPTEMBRE.



22 JUIN.



22 DÉCEMBRE.



LE CERCLE D'ILLUMINATION PASSE PAR LES 2 PÔLES. C'EST L'EQUINOXE DU PRINTEMPS ET DE L'AUTOMNE.

- JOURS ET NUITS D'EGALE LONGUEUR.
- RAYONS SOLAIRES PERPENDICULAIRES AU SOL À L'EQUATEUR, À MIDI. LEUR INTENSITÉ DÉCAÏT JUSQU'AU PÔLE OÙ ILS DISPARAISSENT.

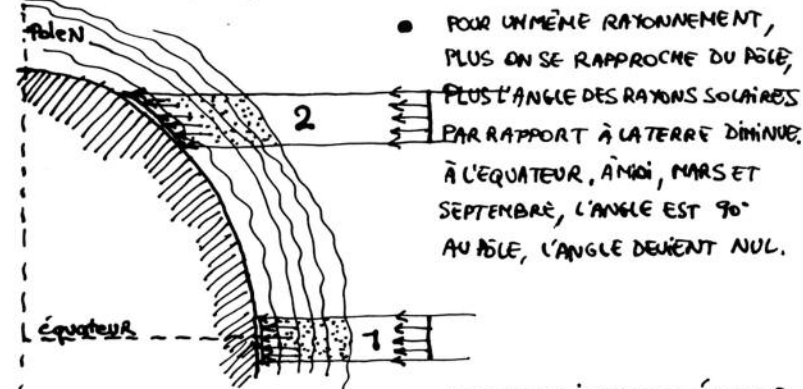
EFFET D'INCLINAISON MAXIMUM ($23^{\circ}5'$). SOLSTICE D'ÉTÉ. LE PÔLE SUD EST PLONGÉ DANS UNE NUIT DE 6 MOIS. LE PÔLE N. DANS UN JOUR DE 6 MOIS.

À MIDI, LES RAYONS SOLAIRES SONT ORTHOGONAUX AU TROPIQUE DU CANCER.

EFFET D'INCLINAISON MAXIMUM ($23^{\circ}5'$). SOLSTICE D'HIVER. LE PÔLE NORD EST PLONGÉ DANS UNE NUIT DE 6 MOIS. CHACUN SON TOUR.

À MIDI, LES RAYONS SOLAIRES SONT PERPENDICULAIRES AUX TROPIQUES DU CAPRICORNE.

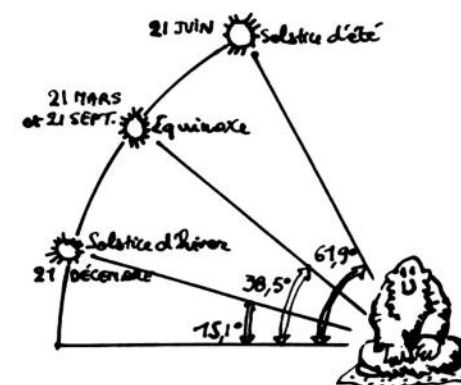
➔ VARIATIONS D'INTENSITÉ, ET DES CARACTÉRISTIQUES SPECTRALES DES RADIATIONS (LONGUEURS D'ONDE), DUES À LA FORME APPROXIMATIVEMENT SPHÉRIQUE DE LA TERRE, ET À L'EXISTENCE DE L'ATMOSPHÈRE.



- POUR UN MÊME RAYONNEMENT, PLUS ON SE RAPPROCHE DU PÔLE, PLUS L'ANGLE DES RAYONS SOLAIRES PAR RAPPORT À LA TERRE DIMINUE. À L'EQUATEUR, EN MARS ET SEPTEMBRE, L'ANGLE EST 90° . AU PÔLE, L'ANGLE DEVIENT NUL.

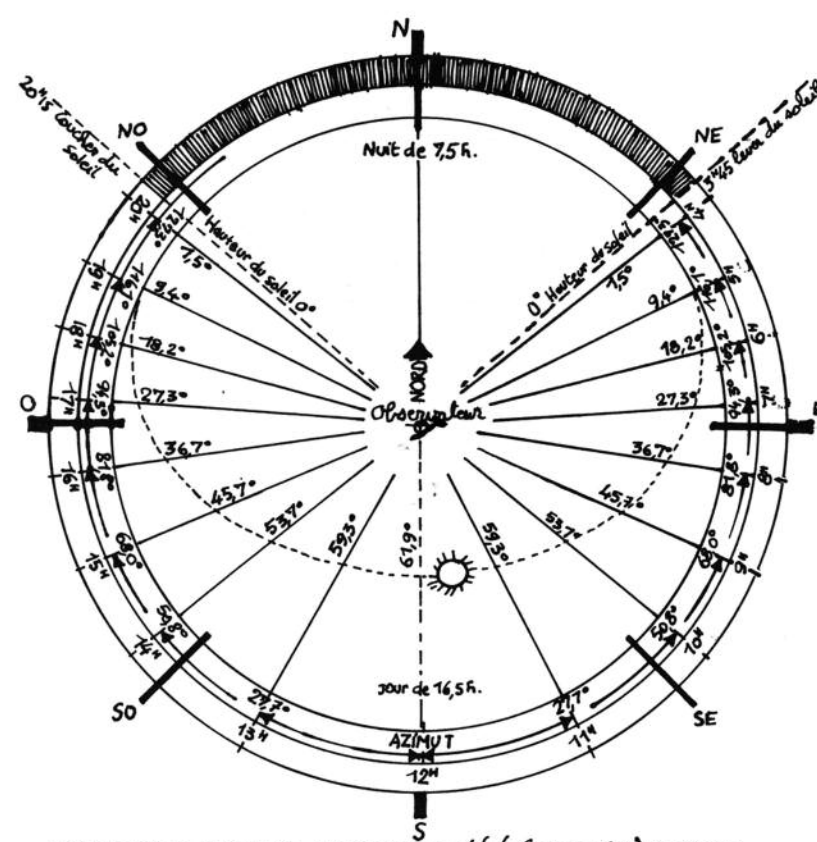
LA SURFACE INTERCEPTÉE EN 2, EST PLUS GRANDE QUE LA SURFACE INTERCEPTÉE EN 1, POUR LA MÊME QUANTITÉ DE RADIATIONS INCIDENTES: IL Y A DONC MOINS D'ÉNERGIE PAR UNITÉ DE SURFACE EN 2 QU'EN 1.

LA DISTANCE DE TRAVERSÉE DE L'ATMOSPHÈRE EN 2 EST PLUS GRANDE QU'EN 1: CELA AUGMENTE LES PERTES D'ÉNERGIE PAR INTERACTION AVEC LES CONSTITUANTS DE L'ATMOSPHÈRE. (DE MÊME À L'AUBE ET AU CRÉPUSCULE.).

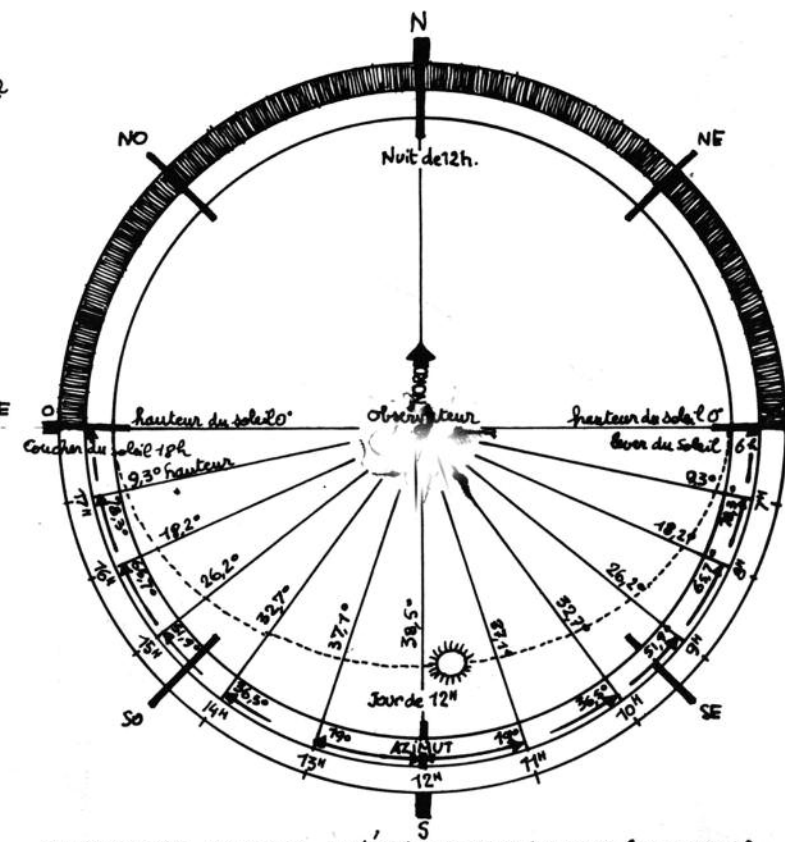


(VALABLE POUR LA LATITUDE $51^{\circ}30'$).

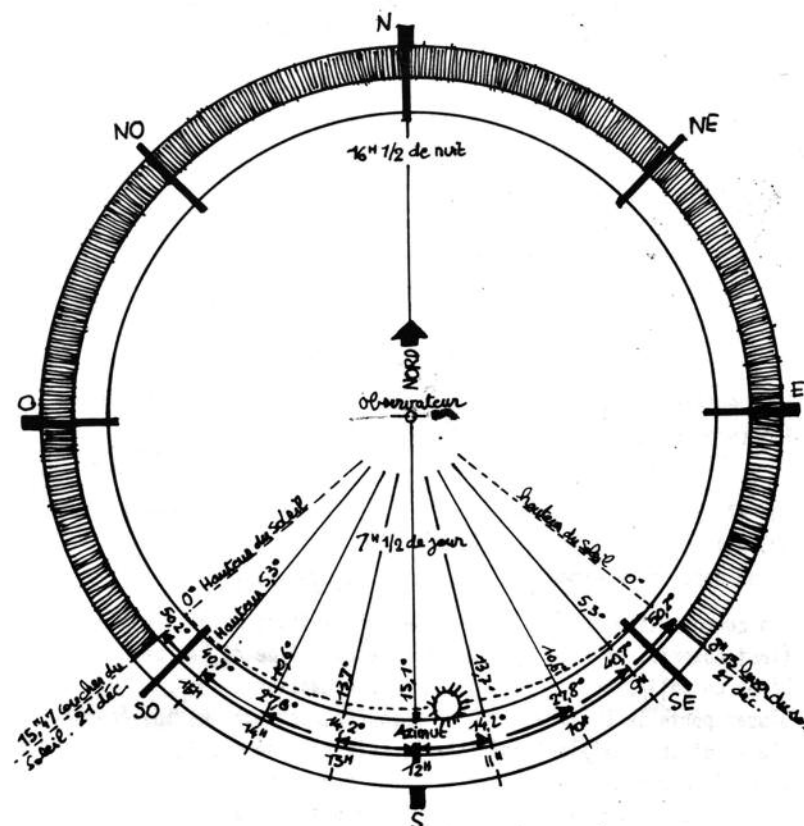
HAUTEUR DU SOLEIL À MIDI AUX JOURS DE L'ANNÉE MARQUANT LES CHANGEMENTS DE SAISON: SA PERMET DE PRÉCISER, SUR LES FIGURES SUIVANTES, LE TRACÉ DE L'ELLIPSE EN POINTILLÉ, PROJECTION SUR LE PLAN HORIZONTAL DE LA TRAJECTOIRE DU SOLEIL SUR LA SPHÈRE CÉLESTE.



TRAJECTOIRE DU SOLEIL AU SOLSTICE D'ÉTÉ (≈ 21 JUIN), JOUR LE PLUS LONG DE L'ANNÉE.
51°30' LATITUDE NORD.



TRAJECTOIRE DU SOLEIL À L'ÉQUINOXE DE PRINTEMPS (≈ 21 MARS)
À L'ÉQUINOXE D'AUTOMNE (≈ 21 SEPT.)



TRAJECTOIRE DU SOLEIL AU SOLSTICE D'HIVER (≈ 21 DÉCEMBRE)
JOUR LE PLUS COURT DE L'ANNÉE.

LES FIGURES REPRÉSENTENT LA TRAJECTOIRE DU SOLEIL SE RAPPORTANT À LA RÉGION SITUÉE À ENVIRON 51°30' LAT. NORD (ANVERS) -

• HAUTEUR DU SOLEIL : POUR LA FRANCE, LA BELGIQUE, LE LUXEMBOURG,

ET LA SUISSE, ON AJOUTERA 1° À LA HAUTEUR DU SOLEIL PAR DEGRÉ DE LATITUDE, AU FURET À MESURE QU'ON DESCENDRA VERS LE SUD -

EX : AMIENS (49°50' LAT. N) : + 1°40' { le 21 mars, 29° à
PARIS (48°55' ") : + 2°50' : { 9h du matin.

• AZIMUT : LES DEGRÉS INDICÉS AU SECOND CERCLE EXTÉRIEUR SE RAPPORTENT À L'ANGLE SOUS LEQUEL ON MESURE LA COURSE D'EST EN OUEST, DANS SA PROJECTION SUR LE PLAN HORIZONTAL.

• LES HEURES LOCALES DONNÉES DANS LE CERCLE EXTÉRIEUR SONT LES HEURES SOLAIRES : ELLES S'OBTIENNENT EN RETRANCHANT 1 HEURE DE L'HEURE LÉGALE ACTUELLE, ET EN AJOUTANT 4 mn PAR DEGRÉ DE LONGITUDE EST, EN RETRANCHANT 4 mn PAR DEGRÉ DE LONGITUDE OUEST : RETARD DE 50 mn à PARIS, DUNKERQUE, OU CARCASSONNE.

DURÉE D'ENSOLEILLEMENT.

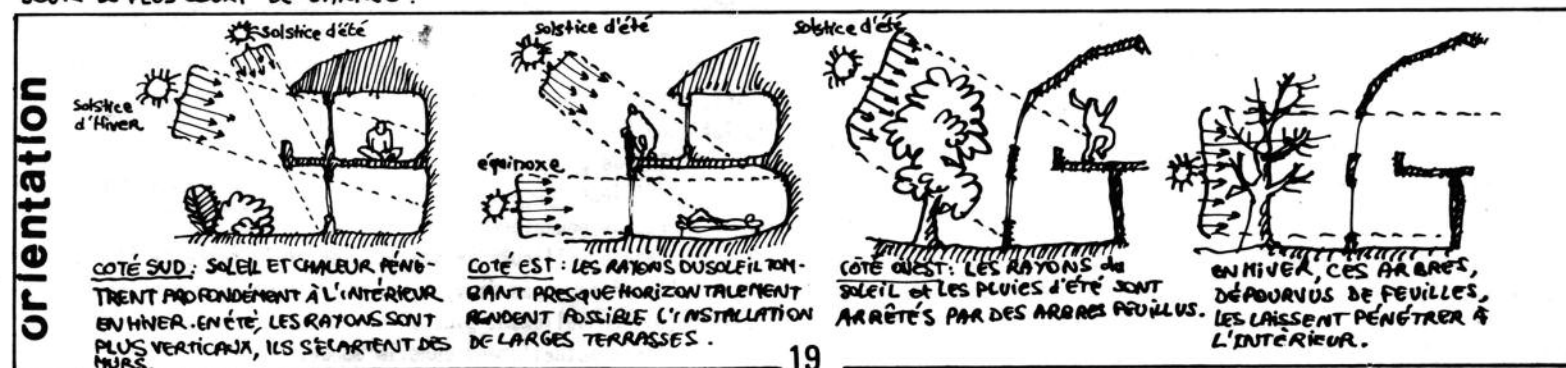
L'ENSOLEILLEMENT A UNE DURÉE À PEU PRÈS CONSTANTE (PAR JOUR),

DU 21 MAI AU 21 JUILLET (16h. à 16h 45)

DU 21 NOVEMBRE AU 21 JANVIER (8h 1/4 à 7h 1/2)

DANS LES PÉRIODES INTERMÉDIAIRES, LA DURÉE D'ENSOLEILLEMENT CHANGE ENVIRON 2 HEURES PAR MOIS.

SUR L'ANNÉE, LA MOYENNE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE ADMISE, EST DE 500 mn (8h 20').

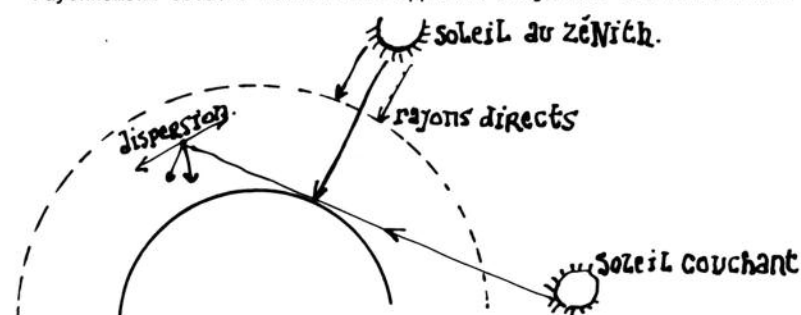


role de l'atmosphère

L'atmosphère est composée de particules gazeuses. En la traversant les radiations heurtent ces particules. Si le diamètre des particules est inférieur aux longueurs d'onde des radiations, les radiations aux plus courtes longueurs d'onde, les bleues, sont dispersées dans toutes les directions, et en particulier vers l'espace. Les longueurs d'onde qui ne sont pas affectées continuent leur chemin sans altération. C'est ce phénomène - la DISPERSION - qui donne au ciel l'apparence BLEUE.

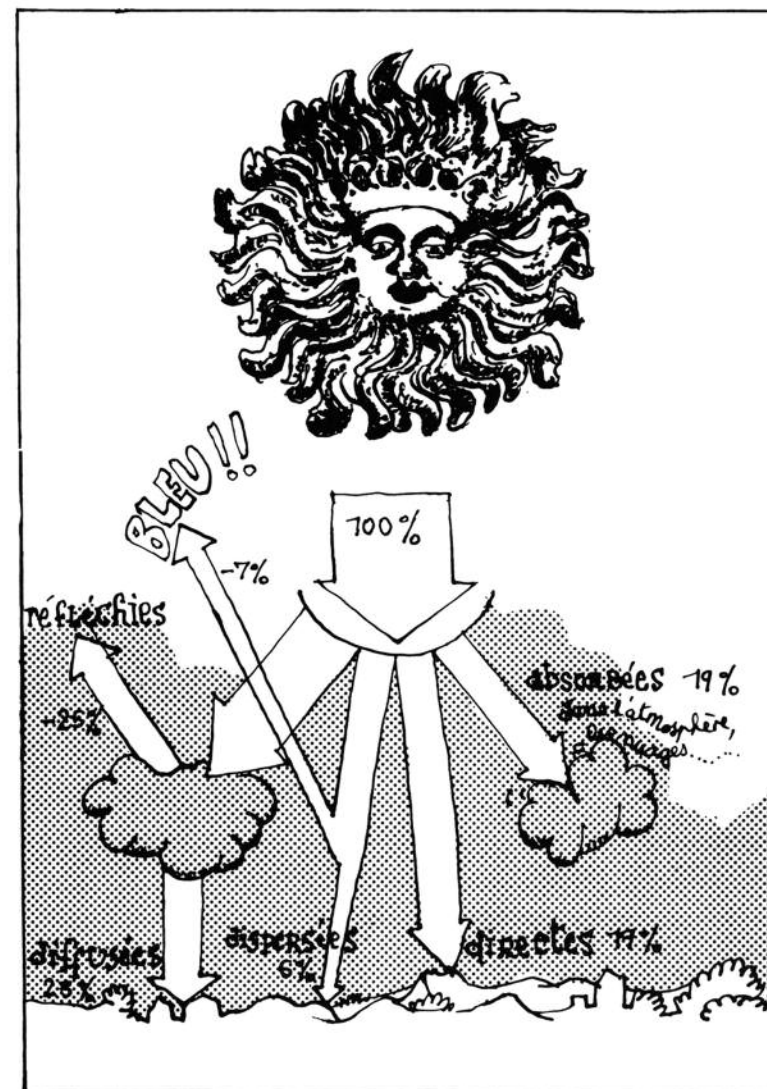


Si le soleil est bas sur l'horizon, (lever et coucher), l'épaisseur d'atmosphère que doivent traverser ses rayons pour nous parvenir directement est beaucoup plus grande que quand il est au zénith. Il en résulte que la diffusion par les molécules de l'air se fera plus sentir: le bleu étant plus diffusé que le rouge voit son intensité diminuer fortement dans le rayonnement direct, c'est pourquoi le rayonnement solaire direct nous apparaît rouge dans ces conditions.



Quand les radiations solaires rencontrent des particules d'un diamètre plus grand que la plus longue longueur d'onde (rouge), elles sont complètement réfléchies. Ce processus est nommé réflexion diffuse et est provoqué par les gouttelettes d'eau des nuages et les particules de poussière en suspension dans l'atmosphère. De plus, certains constituants comme la vapeur d'eau absorbent certaines bandes d'infrarouges.

La DISPERSION, la REFLEXION DIFFUSE et l'ABSORPTION transforment en intensité, distribution spectrale et direction, une partie notable des radiations solaires: on nomme radiations diffuses et radiations dispersées les radiations qui parviennent néanmoins sur la terre, en plus des radiations directes.



En résumé, la quantité de radiations solaires frappant la surface de la terre est fonction de :

- l'heure du jour
- la saison (durée ensoleillement...)
- la latitude
- l'altitude
- la présence de nuages, vapeur d'eau, poussières...

La quantité d'énergie reçue à la surface de la terre varie de 0 à 1,5 calories par cm² et par minute, soit en moyenne: $1 \text{ cal/cm}^2/\text{mn}$

Un m² reçoit 10^4 calories par minute, soit en une journée (moyenne 500 mn) : $5 \cdot 10^6$ calories ou 7 Kwh.

D'où avec un rendement de 10% : $0,7 \text{ Kwh}$.

La consommation moyenne d'énergie par habitant de pays riches (tout compris, transport, industrie, etc) est de 24 Kwh par jour. D'où un collecteur d'environ 35 m² par habitant. Glaser porte le chiffre à 300 m² "nécessaires" aux besoins énergétiques d'une famille (américaine, cela s'entend...). On comprend alors l'énormité des projets financés par la NASA & Co, satellites devant fournir entre 3000 et 20.000 mégawatts d'électricité pour la terre. Sans compter toute l'énergie nécessaire à l'élaboration de ce projet, tout ça dans la pseudo-allégresse du gaspillage organisé.

La meilleure localisation dans le monde est le désert NORD du CHILI, qui s'étend à 160 Km de l'océan Pacifique, sur 280 Km de la latitude 20° Sud à 25° Sud.

1mm de pluie par an

364 jours de soleil

Pas de poussière

Petite pellicule de sel protégeant la terre de l'explosion

Pas d'eau, pas de vie, terre sans ressource et pourtant,

elle reçoit annuellement plus d'énergie par le soleil que nous n'en brûlons actuellement dans le monde.

MESURES

Les mesures effectuées actuellement donnent en un point :

- la durée d'insolation
- l'énergie reçue en ce point, globalement et séparément,
 - * rayonnement direct
 - * rayonnement diffus

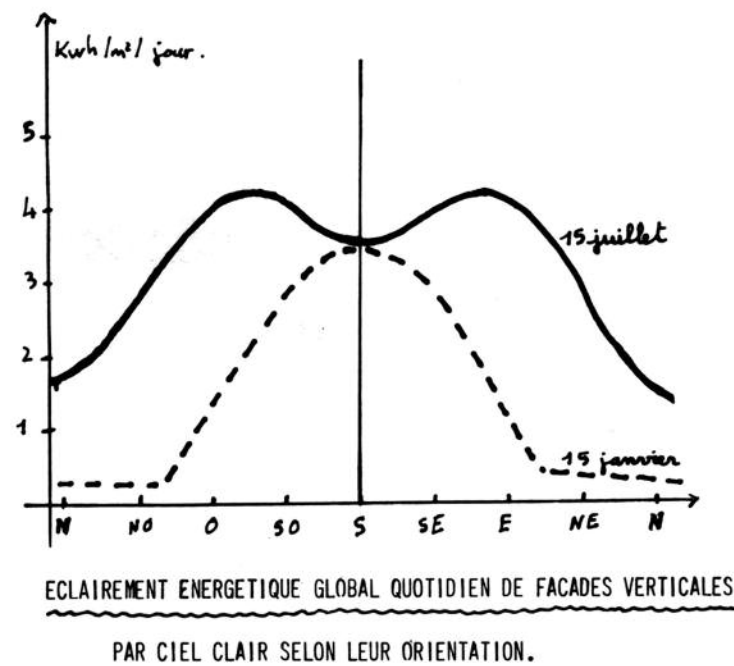
• LA DUREE D'INSOLATION, qui est la mesure la plus facile à effectuer, se mesure à l'aide d'un "héliographe" : une feuille de papier sensible est surmontée d'une demi-sphère en verre. Le rayonnement concentré imprime la feuille de papier (par carbonisation ou coloration), et détermine des courbes suivant le déplacement du soleil.

• LES MESURES ENERGETIQUES se font : pour le rayonnement direct à l'aide d'un "pyrhéliomètre" qui vise le soleil avec un angle de 5° environ et permet de faire des mesures calorimétriques ou électriques.

pour le rayonnement global, à l'aide d'un "pyranomètre" à thermopiles (cf. conversions p. 53) Une plaque noire absolument horizontale, sur laquelle se situe la cathode, et surmontée d'une coupelle en verre, reçoit le rayonnement direct comme le diffus :

pour le rayonnement diffus, le même système est utilisé en le protégeant du rayonnement direct à l'aide d'un pare-soleil orientable couvrant l'arc de cercle que parcourt le soleil en un jour.

Des diagrammes donnant la position exacte du soleil à tous les instants (date et heure) pour chaque parallèle, c.a.d. son angle avec l'horizontale et son azimut, permettent l'étude, sur maquette par exemple, de l'ensoleillement d'une maison ou d'un groupement en fonction de l'environnement. L'héliodon, qui est un système de plateau orientable dans toutes les directions, permet avec une source lumineuse ponctuelle fixe simulant le soleil, ce type d'étude.



(Mesures valables pour la région parisienne)

Le gros problème pour l'utilisation de ces instruments est l'entretien constant (poussière, givre,...), et l'étalonnage fréquent qu'ils demandent.

De plus, ces mesures devant s'étaler sur de longues périodes, coûtent chers.

Il n'existe en France que deux centres de mesures "fiables", c'est à dire utilisant des appareils étalonnés et entretenus, l'un à Carpentras, l'autre à Trappes (région parisienne).

Il en faudrait en fait dans chaque région climatique, pour déterminer les seuils de fonctionnement d'un collecteur, et l'optimisation de son utilisation.

Mais ces mesures ne portent que sur des surfaces horizontales.

Or cette position pour les collecteurs n'étant ni

la plus pratique, ni la plus efficace, IL SERAIT NECESSAIRE DE DETERMINER L'ENERGIE RECUE A CHAQUE INSTANT, A CHAQUE SAISON, EN UN POINT DONNE ET POUR DES ORIENTATIONS ET INCLINAISONS DONNEES.

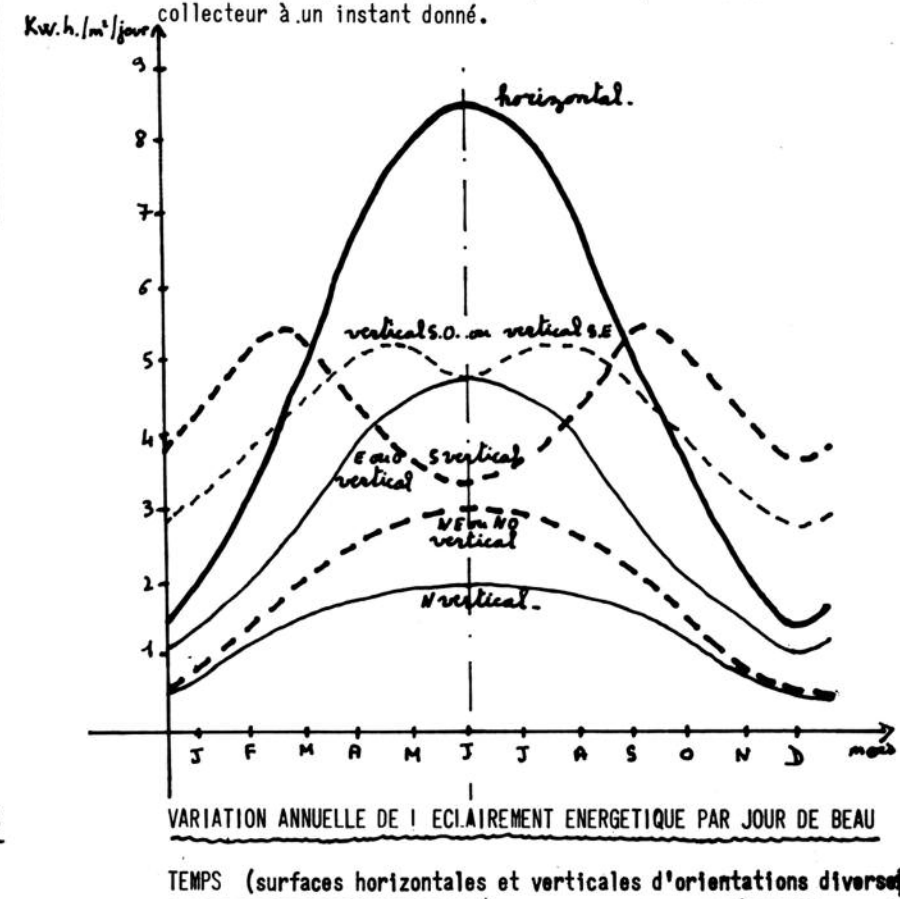
OR CES MESURES N'ONT PRATIQUEMENT PAS ENCORE ETE FAITES.

Et les données qui sont connues ne sont jamais exploitées

dans ce sens là. Les études statistiques, moyennes etc... commencent seulement à réellement se faire.

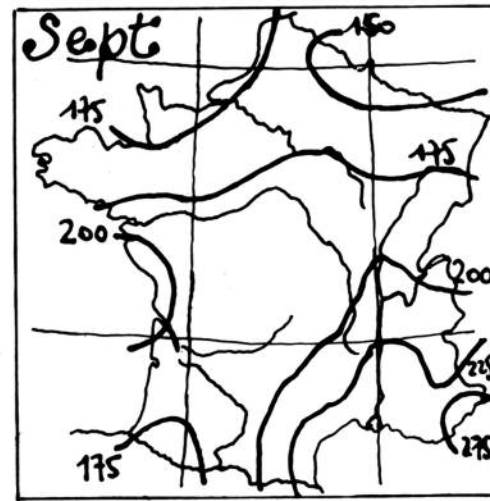
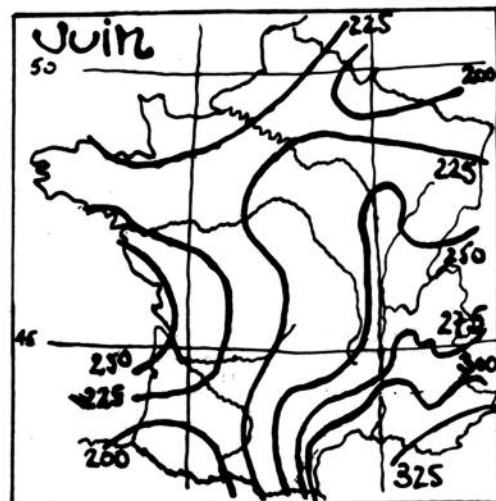
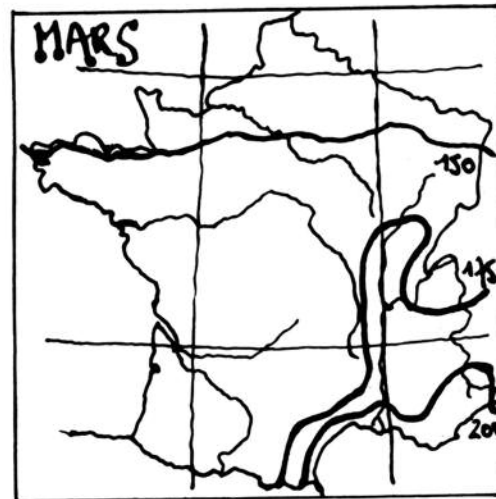
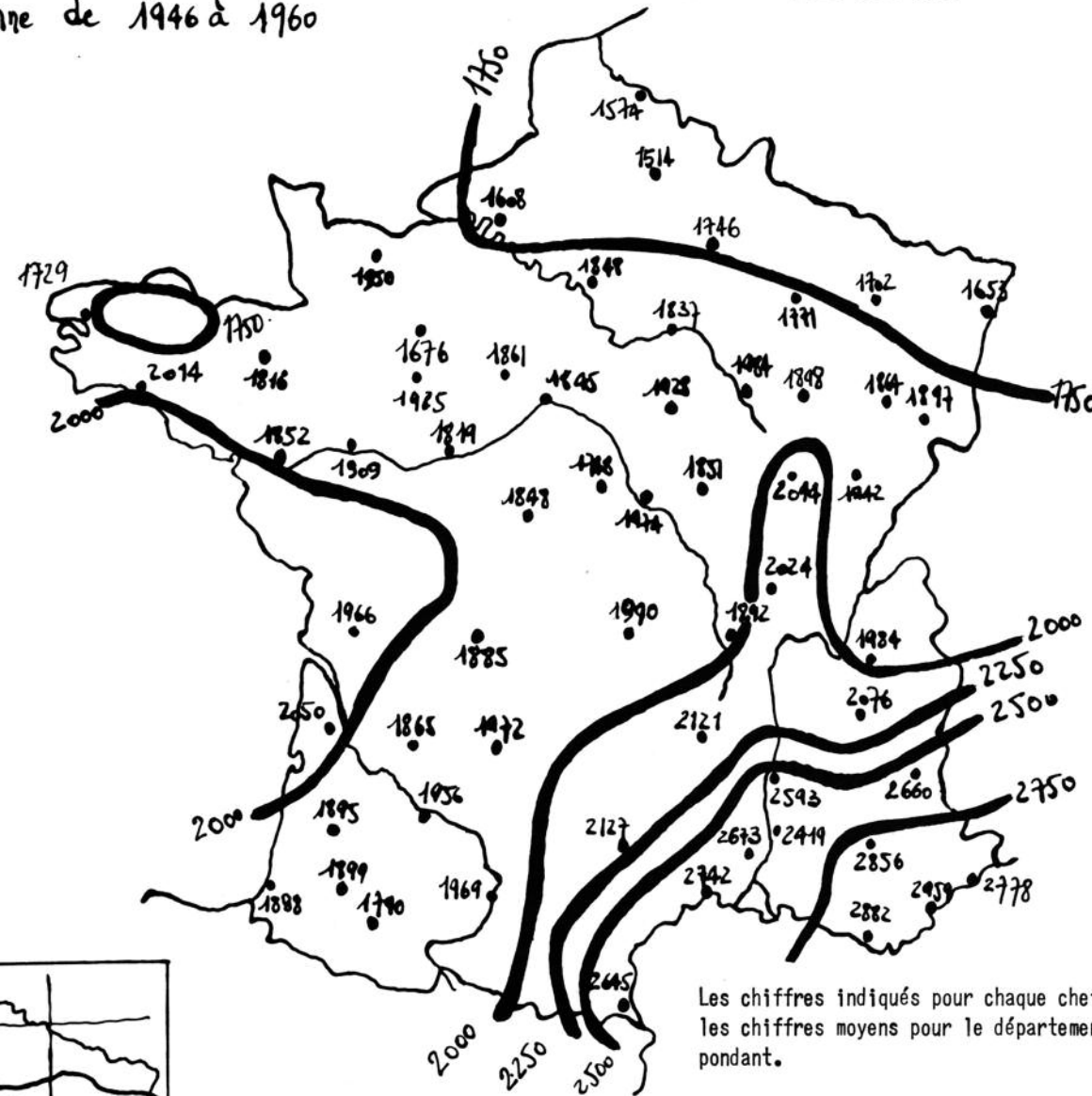
Les études sur l'importance du rayonnement diffus, indispensable pour l'utilisation des collecteurs focalisants (ne pouvant a priori pas l'utiliser) comme des collecteurs plans, commencent seulement.

Ces mesures montrent que le rayonnement diffus représente en moyenne 50% du rayonnement global en juillet, et 80% en janvier ! Ceci est très important pour estimer l'énergie reçue par une surface verticale (mur, la nature du sol est importante) et pour déterminer la position optimum d'un collecteur à un instant donné.



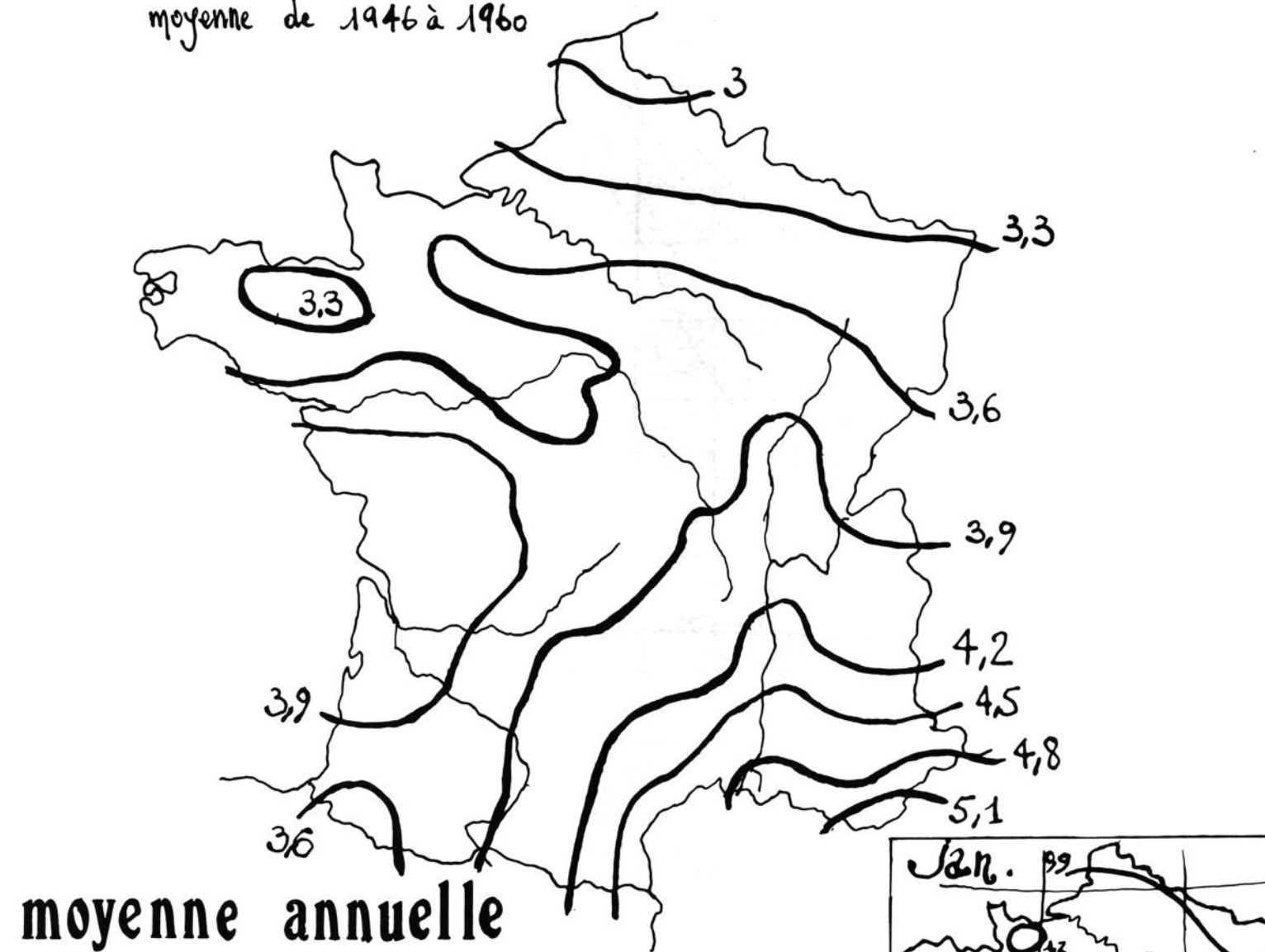
ensoleillement annuel en nombre d'heures

moyenne de 1946 à 1960

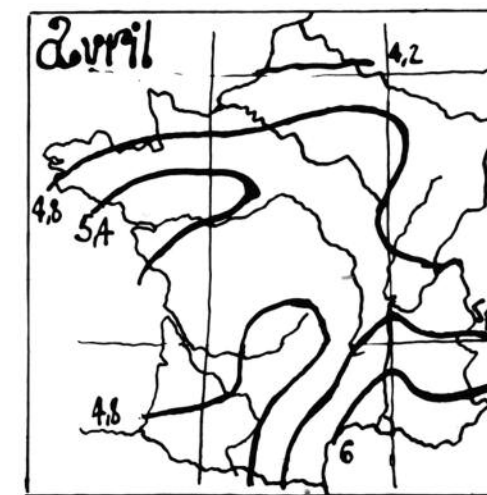
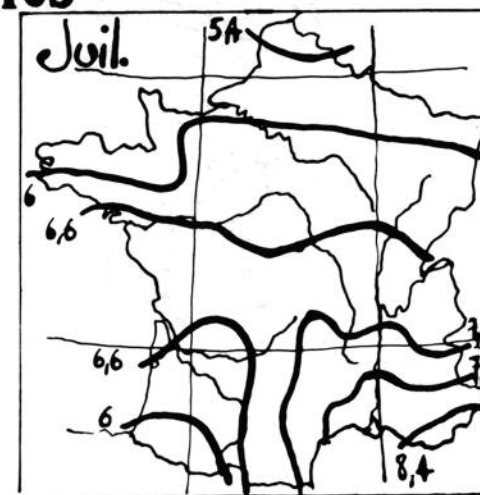
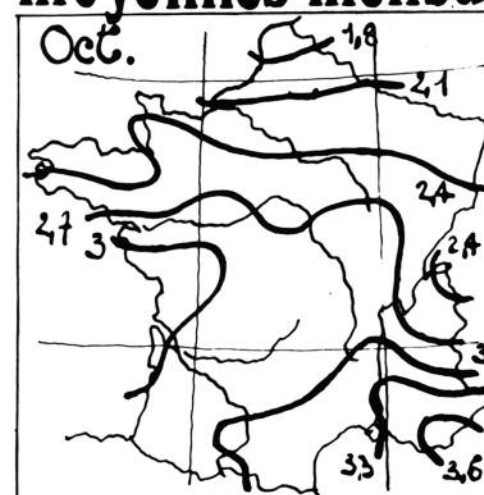


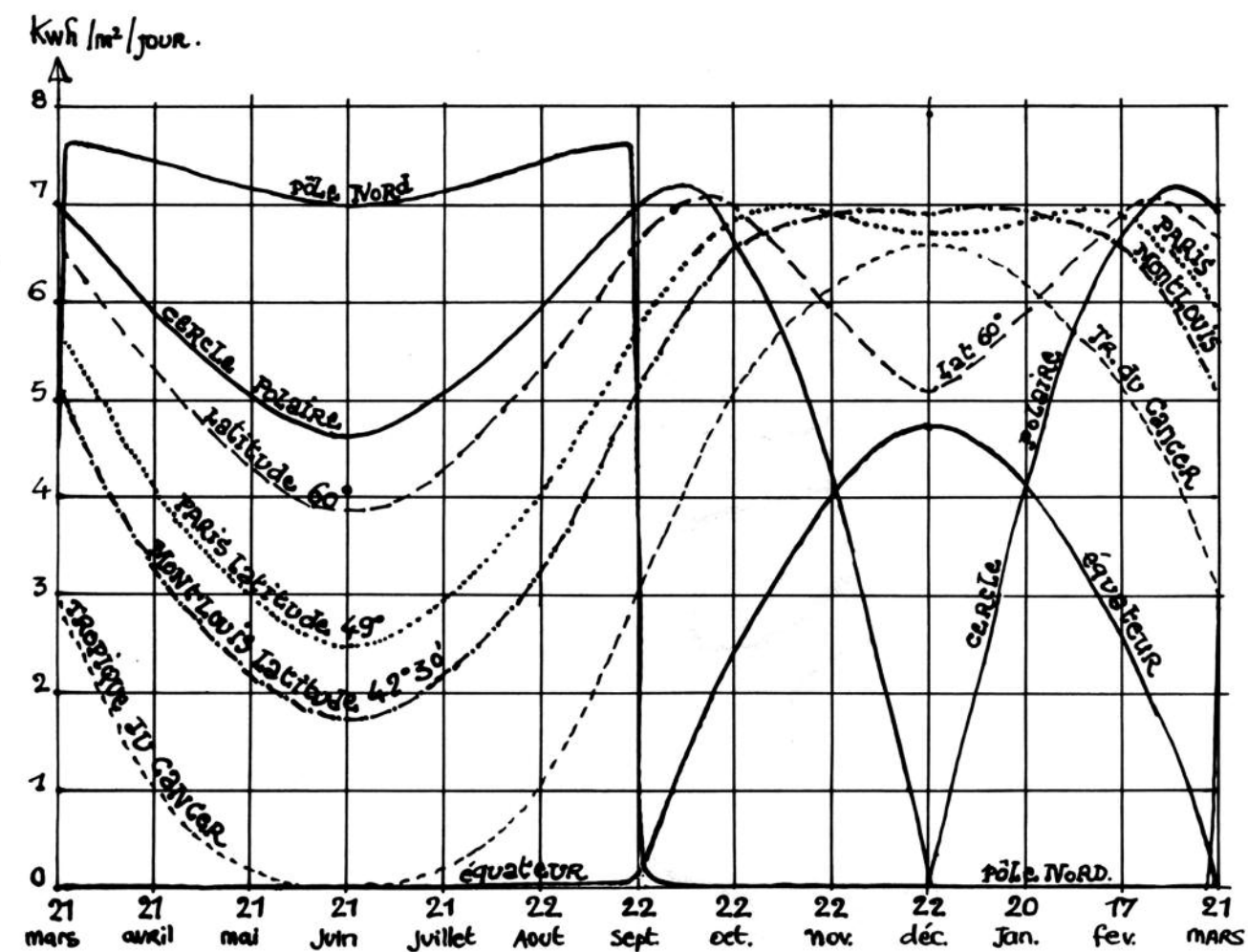
puissance quotidienne au sol en kwh / m²

moyenne de 1946 à 1960



moyennes mensuelles

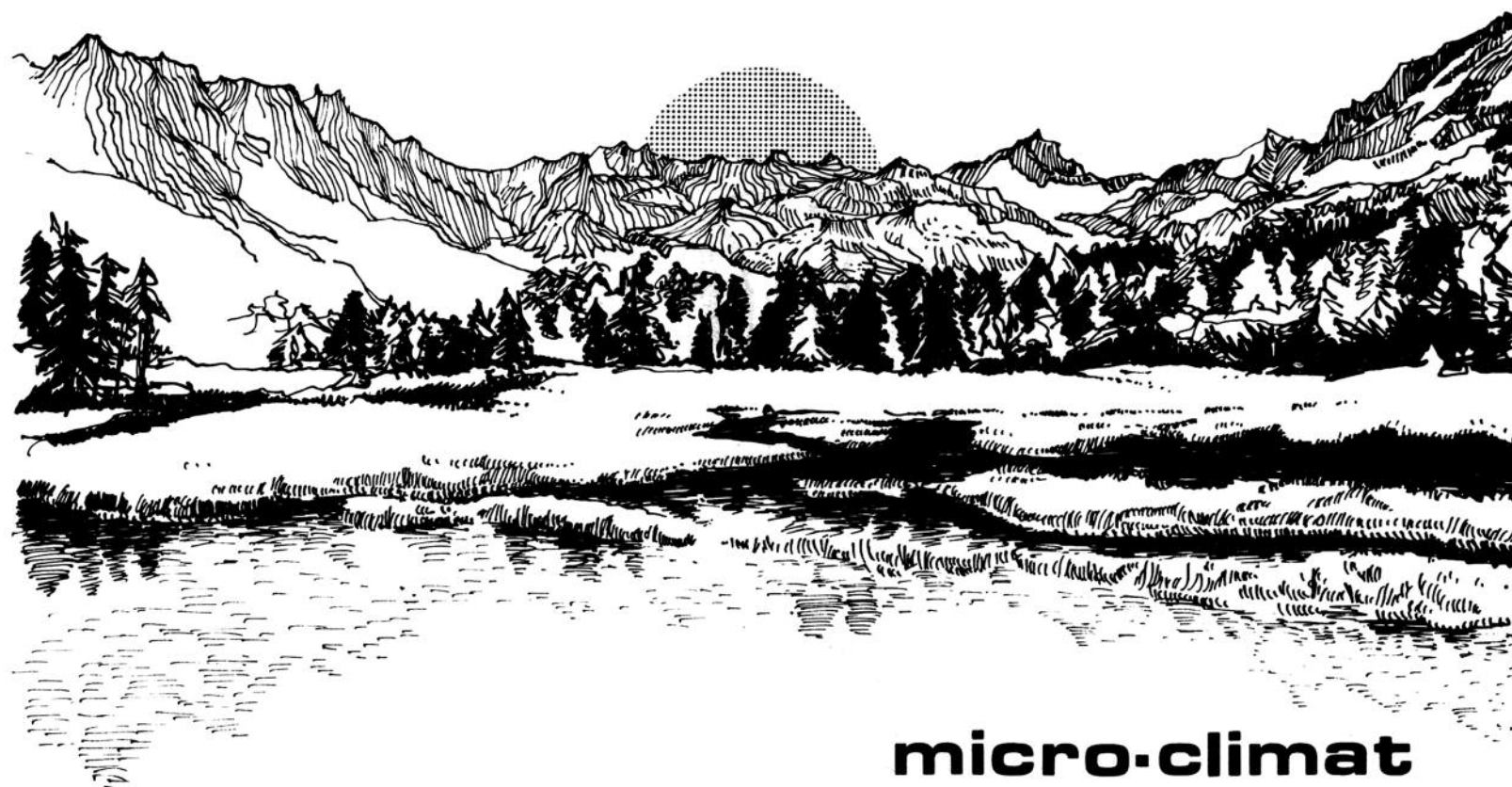




Des études théoriques effectuées au Laboratoire d'Énergie Solaire du C.N.R.S. ont montré l'intérêt particulier des surfaces captantes Sud pour l'exposition au rayonnement solaire. La figure représente la réception d'énergie solaire d'une façade SUD en $\text{Kwh/m}^2/\text{jour}$ pour les différents mois de l'année et diverses latitudes. Valable pour l'hémisphère Nord. Pour l'hémisphère Sud, ce sont les façades NORD qui présentent les mêmes caractéristiques. On notera l'importance de l'apport du rayonnement sur la façade Sud les mois d'hiver.

Distribution mondiale de l'énergie solaire en centaines d'heures par an (from Solar Energy)





micro-climat

L'étude des composantes essentielles du micro-climat permettra de déterminer les possibilités d'utilisation de l'énergie solaire, dans le domaine du contrôle climatique de l'habitat. La conception de l'abri varie en fonction de la sévérité des forces à vaincre; d'où la nécessité d'une connaissance précise du micro-climat local, suivant les heures du jour.

LES VENTS LOCAUX

L'EMPLACEMENT DE LA BRUME, DU BROUILLARD

L'ENSOLEILLEMENT, SES VARIATIONS

LES MOUVEMENTS DES MASSES D'AIR FROIDES ET CHAUDES.

Le climat, dans la mesure où il affecte le confort de l'homme, est le résultat de la température de l'air, de l'humidité, des mouvements de l'air, de l'altitude, et de leur inter-action avec le rayonnement solaire.

1° TEMPERATURE DE L'AIR

L'air n'absorbe pas les courtes longueurs d'onde des radiations solaires, mais peut absorber une proportion importante des longueurs d'ondes émises par la surface de la terre (phénomène du rayonnement thermique, de la terre chauffée par le soleil, sous forme d'infrarouges, vers le ciel plus froid). Les estimations prouvent que l'atmosphère absorbe 7 fois plus d'énergie de la surface de la terre (mer, terre) que directement des radiations solaires. Par temps nuageux, l'émission est plus faible, car la température des nuages est à peine plus basse que celle de la terre. De même, dans l'hémisphère Nord, une fenêtre au Nord reçoit par temps nuageux 10 fois plus de radiations que par temps clair.

Les variations journalières dans la température de l'air tendent à suivre celles de la surface de la terre. L'incidence thermique est maximum près du sol et les jours et nuits sans nuages; en hiver, elle est brouillée par les perturbations atmosphériques (nuages, vents). Les jours relativement clairs, le point haut de la température de l'air est en retard par rapport au point haut du rayonnement (12 h, heure solaire). Il se produit entre 14 et 16 h. Le décalage résulte du fait que la température de l'air n'est pas seulement dépendante du rayonnement, mais est plutôt l'expression de la différence entre le rayonnement incident et le rayonnement réfléchi par la terre. De même, le décalage saisonnier : de 30 à 40 jours

par rapport aux périodes de rayonnement solaire maximum et minimum. Le jour le plus chaud n'est pas le 21 juin, mais un des derniers jours de juillet; le jour le plus froid n'est pas le 21 décembre mais un des derniers jours de janvier. Et ce retard est très variable d'une localité à l'autre.

2° VITESSE DE L'AIR.

La vitesse et la direction des vents varient considérablement avec les échelles micro-climatiques.

La vitesse du vent décroît avec la hauteur au-dessus du sol et le flux peut être modifié par les variations topographiques.

3° HUMIDITE.

La teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère augmente en fonction de sa température. L'humidité relative est le rapport en poids de l'humidité dans l'air, sur l'humidité saturante.

On caractérise le plus souvent l'humidité de l'air par son degré hygrométrique e, rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air à la pression de vapeur saturante à la température de l'atmosphère (p_s):

$$e = \frac{f}{p_s} \leq 1$$

On utilise cette notion d'un point de vue physiologique, parce que la vitesse d'évaporation à la surface du corps est proportionnelle à la différence de pression de vapeur entre la peau et l'air ambiant. L'humidité relative intervient dans l'habitat en affectant le comportement de beaucoup de matériaux de construction.

La fluctuation de la pression de vapeur est faible, au long d'une journée, elle est plus forte d'une saison à l'autre. De plus, la pression décroît avec la hauteur.

4° L'ALTITUDE.

La haute montagne reçoit plus de radiations solaires, car elle est située au dessus de certains nuages (moins de réflexion diffuse vers l'espace) et de plus, si elle est enneigée, la réflexion augmente la quantité d'énergie utilisable.

PRINCIPES PHYSIQUES

LES 2 PRINCIPES PHYSIQUES LES PLUS UTILISÉS DANS LES APPLICATIONS DIRECTES DE L'ÉNERGIE SOLAIRE SONT :

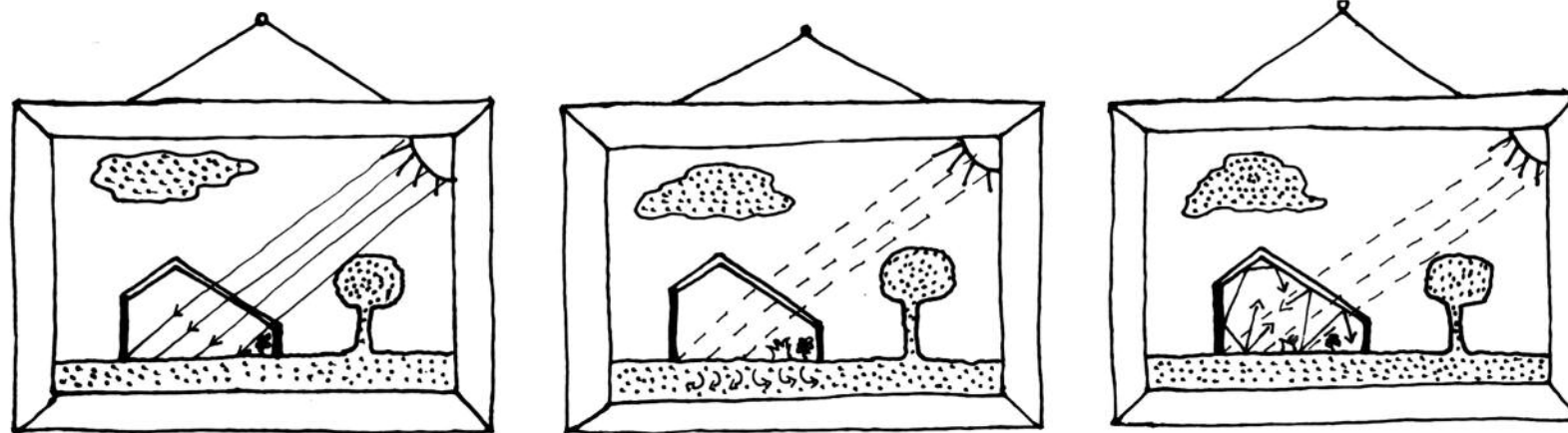
- L'EFFET SERRE
- LA FOCALISATION

L'EFFET SERRE:

L'effet serre consiste à emprisonner l'énergie apportée par le rayonnement solaire. Pour cela on place au dessus du corps chauffé un matériau qui est transparent à la plus grande partie des radiations solaires et opaque à la plus grande partie des radiations thermiques émises par le corps en s'échauffant (radiations infra rouges).

Par exemple, le verre est transparent aux radiations du spectre visible ainsi qu'aux I.R. de faibles longueurs d'ondes (proche I.R.) et opaque aux I.R. de grandes longueurs d'ondes émises par le rayonnement thermique. La chaleur s'accumule donc entre le récepteur (radiateur) et le verre. C'est ce qu'on observe tout simplement quand on se trouve derrière une vitre au soleil.

L'effet serre est le principe de tous les collecteurs plans.



L'Effet Serre en 3 tableaux.

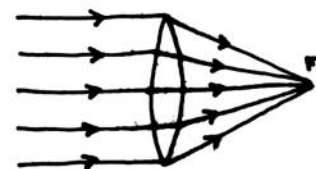
1: les rayons traversent le verre et pénètrent à l'intérieur.

2: les rayons sont en partie absorbés: le sol s'échauffe.

3: le sol échauffé rayonne à son tour. Les radiations de plus grande longueur d'onde ne peuvent traverser le verre et sont réfléchies.

LA FOCALISATION.

La focalisation consiste à concentrer l'énergie transportée par des rayons parallèles en un seul point (foyer), par changement de direction de ces rayons. Ce changement de direction peut se faire par réfraction (à travers une lentille) ou réflexion (sur un miroir à forme géométrique ad hoc). La focalisation augmente considérablement la quantité d'énergie reçue au point d'intersection des rayons (foyer). C'est ce qu'on observe en enflammant une feuille de papier derrière une loupe exposée au soleil. Archimède n'a rien utilisé d'autre pour enflammer des bateaux!... La focalisation est le principe de tous les collecteurs focalisants (comme leur nom l'indique...).



par REFRACTION
(prisme)

par REFLEXION
(miroir)



Focalisation.

- ABSORPTIVITE -

L'absorptivité d'une surface est le rapport entre l'énergie qu'elle reçoit (énergie incidente, E) et l'énergie qu'elle absorbe (e). Ce rapport, mesuré pour un rayonnement perpendiculaire, dépend de la longueur d'onde λ de la radiation reçue. Pour une radiation de longueur d'onde λ , on a : $\alpha_\lambda = \frac{e}{E}$. Pour un corps noir, on a, quelque soit λ , $A = 1$, puisqu'il absorbe intégralement l'énergie reçue. D'autres corps ont un coefficient d'absorption constant quelque soit λ : ce sont les corps "gris". En voici quelques exemples :

- la suie, le charbon	: 0,95
- la maçonnerie, l'enduit	: 0,93
- le papier	} 0,8 à 0,9
- les peintures brillantes, l'émail	
- oxydes de fer et de cuivre	: 0,8 à 0,9
- la fonte moulée	: 0,8
- l'eau (au repos)	: 0,67

D'autres coefficients moyens sont parfois également donnés pour des matériaux "gris" pour une partie du spectre lumineux. C'est le caractère sélectif de la plupart des matériaux qui doit être utilisé au mieux dans la conception des collecteurs;

- EMISSIVITE -

L'émissivité d'un corps noir à une température donnée est l'énergie rayonnée à cette température par unité de temps et de surface. L'émissivité ϵ s'exprime dans la pratique en Kcal/h/m².

Pour tout corps, on a la relation $\frac{\epsilon_\lambda}{A_\lambda} = \frac{\epsilon_{\lambda,0}}{A_{\lambda,0}}$ et $A_{\lambda,0}$ étant l'émissivité et l'absorptivité d'un corps à la température donnée. Comme on a $A = 1$, on obtient: $\frac{\epsilon_\lambda}{A_\lambda} = \epsilon_{\lambda,0}$ soit $\epsilon_\lambda = \epsilon_{\lambda,0} A_\lambda$. Il a été montré que l'émissivité d'un corps noir croît avec la puissance 4ème de la température absolue T (T=t+273). La relation précédente montre que l'émissivité de tout corps considéré comme "gris" croît également avec la puissance 4ème de T, ainsi donc que l'énergie rayonnée.

C'est le coefficient de rayonnement. Il s'exprime en Kcal/h/m²/°K⁴. La connaissance de ce coefficient permet de déterminer l'énergie rayonnée par une surface. Par exemple, 1m² de tôle noire au noir de fumée et chauffée à 77°C rayonne par heure : $5 \times 10^{-8} \times (277 + 273)^4 = 750 \text{ Kcal}$.

Coefficient de rayonnement de quelques matériaux:
(en Kcal/h/m²/°K⁴)

- corps noir	: 5×10^{-8}	- eau	: $3,2 \times 10^{-8}$
- fonte brute	: 4,6 " " "	- glace	: 3,1 "
- mortier de chaux	: 4,5 " " "	- grès	: 2,9 "
- verre	: 4,4 " " "	- marbre poli	: 2,7 "
- papier	: 3,9 " " "	- terre	: 1,8 "
- peintures à l'huile	: 3,8 " " "	- laiton	: 1 "
- bois	: " " " "	- étain	: 0,6 "
- tissus	: " " " "	- platine poli	: 0,4 "
- sable	: 3,7 " " "	- argent	: 0,15 "

NOTION DE CORPS NOIR.

La couleur d'un objet est donnée par le caractère sélectif de l'absorptivité. Un objet de couleur jaune par exemple nous apparaît comme tel parce qu'il est constitué d'une matière qui absorbe toutes les radiations visibles, sauf le jaune qui est réfléchi et atteint notre rétine.

La couleur d'un objet est donc le mélange de toutes les couleurs non absorbées, l'absorption et la réflexion se produisant par bandes et non de manière continue (un air limpide par exemple est plus transparent à certaines bandes d'I.R., 2,2 à 2,4, 3,5 à 4,1, 9 à 14, qu'aux radiations visibles).

Un corps qui absorberait toutes les radiations lumineuses nous apparaîtrait comme noir (sans couleur). C'est pourquoi un tel corps -hypothétique- est appelé "corps noir".

...
mais le moi rêvant sous
des étoiles physiques avec de
tendres lumes rouges dans mon ventre
et le soleil le soleil le soleil
Soleil mon père visible
rend mon corps visible
par mes yeux!

GINSBERG
la Transformation. 1963



La conductibilité thermique d'un matériau est sa capacité à se faire traverser par la chaleur.
Elle s'exprime en Kcal/m/h/°C.
Sa connaissance permet de calculer la quantité de chaleur transportée par conduction à travers un corps.
Par unité de surface et de temps, on a: $E = \frac{K(T_1 - T_2)}{e}$
(e est l'épaisseur, T_1 et T_2 les températures de part et d'autre du corps.)
Pour une surface A, une durée t: $E = K \times A \times (T_1 - T_2) \times t$
Ce qui donne: $K = \frac{E}{A \Delta T \cdot t}$ (avec $T_1 - T_2 = \Delta T$)
La conductibilité K est proportionnelle à la densité du matériau.
Elle augmente également avec l'humidité (degré hygrométrique du matériau), l'eau étant plus conductrice que l'air.

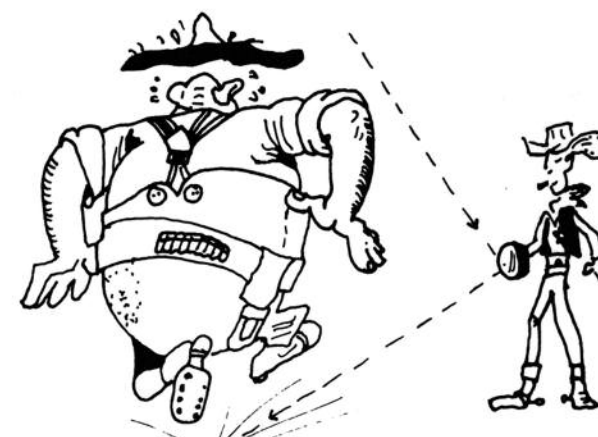
Conductibilité de quelques matériaux. (pour 1m²)
(à l'état sec et à 0°C, en Kcal/m/h/°C)

Métaux:		Bois:	
argent	: 357	peuplier, sapin	: 0,05 à 0,1
cuivre	: 332	isorel isolant	: 0,03 à 0,05
aluminium	: 197	fibragglos	: 0,04 à 0,09
fonte	: 48	liège	: 0,03 à 0,06
fer	: 31 à 63		
acier	: 14 à 53	papiers, cartons	: 0,12
Divers:			
sable	: 0,2	amiante	: 0,04 à 0,2
gravier	: 0,3	" ciment	: 0,2 à 0,5
calcaires	: 0,5 à 1,5	briques légères	: 0,15 à 0,3
enduits, mortier:	0,2 à 0,7	" normales	: 0,4 à 0,6
bétons	: 0,3 à 0,9	laine de verre	: 0,04
verre	: 1	textiles	: 0,02 à 0,06
eau	: 0,5	polystyrène, mousses	: 0,03 à 0,05

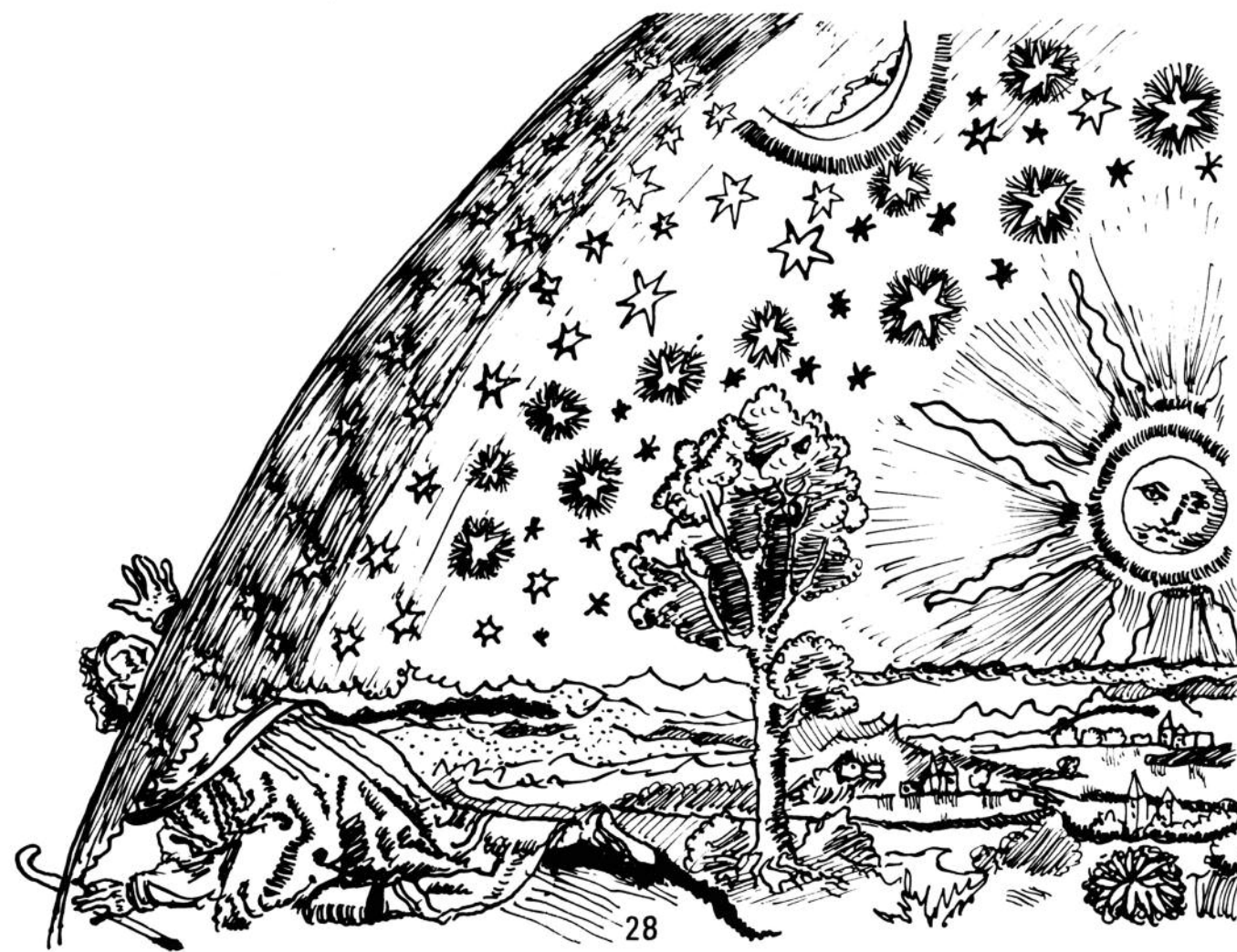
La réflexivité d'un matériau est sa capacité à réfléchir les radiations qu'il reçoit.
On la mesure en faisant le rapport des rayons réfléchis aux rayons incidents. Donnée en %, la réflexivité est mesurée pour un rayonnement perpendiculaire à la surface de réception. Ce pourcentage diminue avec l'angle d'incidence.
Comme pour l'absorptivité et l'émissivité, la réflexivité dépend de la longueur d'onde.

Couleurs dans l'ordre de leur réflexivité (en décroissant):

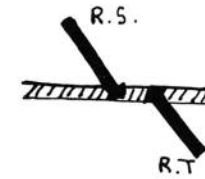
- blanc - crème - jaune citron - jaune d'or - vert d'eau - bleu turquoise - rouge clair - vert prairie - bleu ciel -



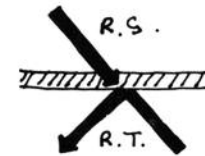
quand le miroir remplace le pistolet...



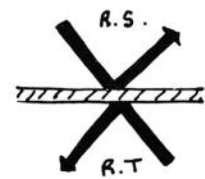
Attention aux MATÉRIAUX



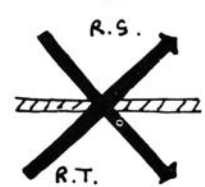
1 : Le rayonnement solaire, R.S., et le rayonnement thermique, R.T., sont absorbés. Le matériau s'échauffe au maximum au soleil et se refroidit au maximum la nuit. L'absorptivité A et l'émissivité E sont maximum.



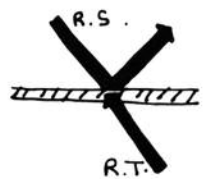
2 : Le R.S. est absorbé, le R.T. réfléchi. Le matériau est un corps sélectif chaud : il s'échauffe au maximum au soleil mais rayonne peu. A est maximum, E minimum. ex : l'aluminium.



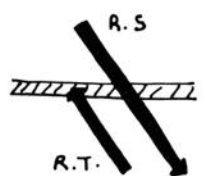
3 : Le R.S. et le R.T. sont réfléchis. Le matériau reste à température ambiante. A et E sont minimums. ex : feuilles d'aluminium.



3' : Le R.S. et le R.T. traversent le matériau : celui-ci leur est transparent. ex : certains films plastiques (polyéthylène haute pression).



4 : Le R.S. est réfléchi, le R.T. absorbé. E est maximum, A minimum pour le R.S. : c'est un corps sélectif froid : il reste à température ambiante au soleil et se refroidit au maximum la nuit. ex : la chaux.



4' : Le R.S. traverse le matériau qui lui est transparent. Le R.T. est absorbé. Le corps offre les mêmes caractéristiques que 4. ex : eau, verre, glace, films plastiques.

Un corps est d'autant plus radiateur qu'il a une grande émissivité et une grande absorptivité.

Un corps est d'autant plus isolant qu'il a : une faible conductivité, une faible absorptivité, une faible émissivité, une grande réflexivité.

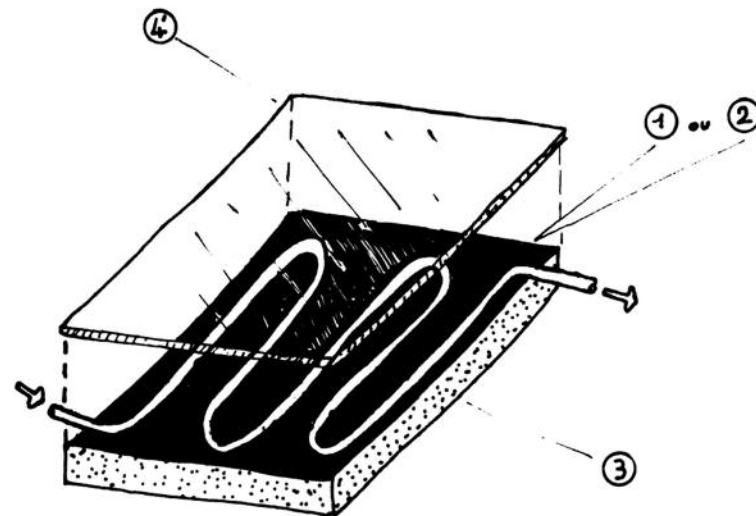
Un corps est d'autant plus accumulateur qu'il a une grande absorptivité, une grande capacité thermique, une faible émissivité et réflexivité.



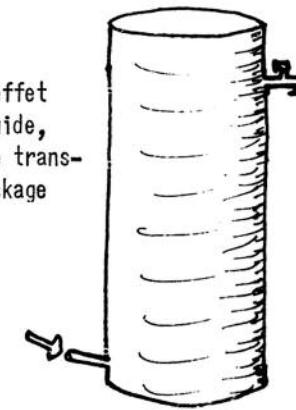
COLLECTEURS PLANS

LES COLLECTEURS PLANS UTILISENT L'EFFET SERRE (cf p26)

Les matériaux à utiliser pour une efficacité maximum sont: de type 4' pour le couvercle, 1 ou 2 pour le "radiateur", 3 pour l'enveloppe qui doit être isolante (cf "matériaux" p29)



La chaleur produite par le radiateur sous l'effet du rayonnement solaire est transmise à un fluide, air, eau, ou tout autre fluide, qui permet le transfert et l'accumulation de la chaleur (cf stockage de la chaleur).



Arrivé à une certaine température le collecteur ne s'échauffe plus: un état d'équilibre s'instaure, les pertes étant égales aux gains.

Ces pertes se font: par rayonnement à travers le couvercle transparent à certaines bandes d'infra-rouge,
par convection au profit des courants d'air environnant (surtout par le couvercle),
par conduction à travers les parties les plus froides du collecteur.

Les pertes par rayonnement et par convection peuvent largement diminuer par un perfectionnement du couvercle: - on peut limiter l'échauffement du verre et donc son rayonnement vers l'extérieur en choisissant un verre plus réfléchissant au rayonnement thermique, tel que le pyrex ou le verre de silice. Par contre la réflexion du rayonnement solaire devant être limitée au maximum, il faut employer des verres aussi fins que le permettent les contraintes mécaniques (solidité).

Le verre a l'avantage d'être permanent, mais il est lourd et fragile, donc peu transportable.

On peut le remplacer par des films plastiques, incassables, mais résistant mal au temps et aux intempéries: action chimique des U.V., vibrations dues au vent, infiltration, ...

De nouveaux films tels que le mylar, le tedlar ont de très grandes qualités de transparence, comme de réflexion s'ils sont métallisés sous vide (cf collecteurs paraboliques focalisant), mais leur emploi en plein air implique un renouvellement régulier du matériau (tous les 3 à 5 ans environ).

- on peut superposer plusieurs plaques de verre, en laissant un léger espace entre chaque: l'air est transparent aux radiations solaires et relativement isolant. Le problème est la différence d'indice de réfraction entre l'air et le verre qui augmente la quantité de rayons réfléchis; on peut remédier à cet inconvénient en remplaçant l'air par de l'eau (l'air ou l'eau doit être parfaitement emprisonné pour éviter de nouvelles pertes par convection).

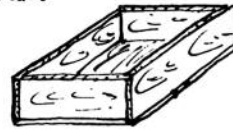
Un traitement spécial du verre permet de diminuer sa réflexivité: il consiste à déposer de chaque côté de la plaque un fin recouvrement d' $1/4$ de la longueur d'onde du rayonnement solaire à son maximum énergétique, de manière à produire une interférence. Ce système permet de superposer plusieurs plaques sans diminuer le rendement à cause d'une plus grande réflexion (pour un rayonnement perpendiculaire la réflexion est de 4% environ à chaque interstice air-verre; 2 plaques impliquent 8% de pertes, etc...).

Les pertes par conduction peuvent être en grande partie évitées par un contact minimum avec le sol (ou tout autre corps plus froid), ainsi que par une bonne isolation (qui réduit également les pertes par convection).

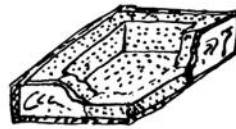
Concrètement, ...

Un collecteur solaire plan est constitué:

- D'une boîte en bois, (A)

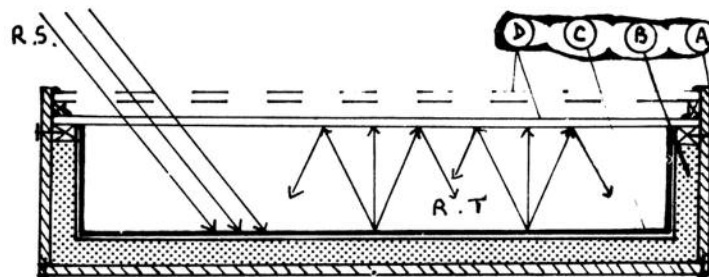


- A l'intérieur, d'une isolation (B)
(polystyrène, polyuréthane, laine de verre, ...)



- D'un "radiateur", surface noire ou tout corps sélectif chaud
(tôle noircie, ...) (C)

- D'un couvercle, transparent au rayonnement solaire et opaque
au rayonnement thermique: verre, films plastiques, ... (D)



↑ coupe de principe ↓

Un tel collecteur a un rendement d'autant meilleur que:

- Il est en contact au minimum avec le sol et bien isolé de son support pour éviter les pertes par conduction.
- Il est abrité du vent et des courants d'air pour éviter les pertes par convection.
- Son couvercle est plus transparent au R.S., opaque au R.T. (Attention à choisir du verre transparent sur la tranche, et non verdâtre comme c'est souvent le cas: ces derniers contiennent du fer qui absorbe le R.S.)

Quelques améliorations possibles:

- Surface peinte en noir ou recouverte d'aluminium ménager ou tout autre matériau réfléchissant, suivant les usages: utilisation la nuit ou non, les surfaces noires se refroidissant plus la nuit.
- Surface intérieure de l'isolant également recouverte d'une surface réfléchissante, tournée vers l'intérieur, pour augmenter l'isolation.
- Couvercle constitué d'un double vitrage.
- Etc...

EQUATIONS D'EQUILIBRE ...

Soient:

H la quantité d'énergie solaire (E.S.) reçue par unité de surface par le collecteur, et par unité de temps (cette quantité, quand elle est connue pour un endroit déterminé, est donnée pour un rayonnement perpendiculaire, aussi il faut multiplier ce chiffre par le cosinus de l'angle que fait le collecteur avec le rayonnement pour avoir la bonne valeur).

A la surface du collecteur

τ la transmissivité du couvercle (80 à 95 % pour une plaque de verre)

α l'absorptivité de la surface absorbante

(τ et α dépendent de l'angle d'incidence)

$H A \tau \alpha = q_0 A$ est la quantité d'énergie absorbée par le collecteur par unité de temps (gain d'énergie)

q_r la quantité de chaleur perdue par rayonnement par le collecteur

q_a " " " " " " convection et conduction au profit de l'air environnant

q_c " " " " " " conduction au profit des parties les plus froides de la structure

$(q_r + q_a + q_c) A$ = pertes totales du collecteur par unité de temps

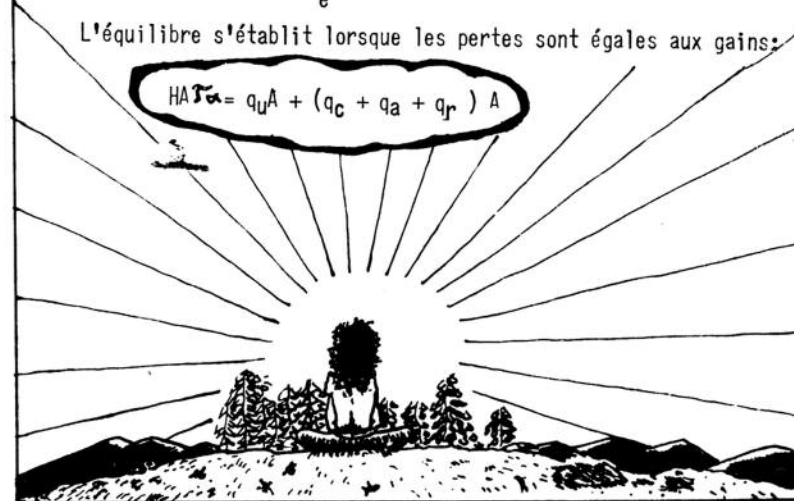
Soit $q_u A$ l'énergie utilisable: $q_u A = q_0 A - (q_r + q_a + q_c) A$

$q_0 = H \tau \alpha$, $q_a = h_c \Delta T$ (h_c dépend du matériau, de la vitesse du vent, de l'aspect de la surface exposée à l'air, etc...)

$q_r = \epsilon \sigma T^4$, $q_c = \frac{K}{e} T$

L'équilibre s'établit lorsque les pertes sont égales aux gains:

$$H A \tau \alpha = q_u A + (q_c + q_a + q_r) A$$



Utilisation des collecteurs plans:

D'une manière générale, l'inclinaison d'un collecteur plan fixe est égale à la latitude où il se situe augmenté de 15°. En effet, en hiver, le captage est meilleur et, en été, l'intensité plus grande du rayonnement solaire permet plus de pertes. D'autre part, une inclinaison plus grande du collecteur évite les problèmes de pluie, neige, poussière, ...

Pour de petits collecteurs (comme ceux utilisés pour les cuisinières à vapeur), il est relativement facile d'installer un système d'orientation de l'heure et de la saison.

Les températures obtenues sont de l'ordre de la température d'ébullition de l'eau. Le principal usage est donc le chauffage de l'eau, que ce soit pour la cuisine (cf cuisinières), les sanitaires (cf chauffe-eaux) ou pour le chauffage.

COLLECTEURS FOCALISANTS



EQUATIONS D'EQUILIBRE...

Comme pour les collecteurs plans, un équilibre s'établit lorsque les pertes sont égales aux gains.

Soient: H l'énergie interceptée par unité de surface du miroir
 A_c la surface projetée du miroir
 r la réflectivité du miroir
 s la fraction de radiations réfléchies atteignant le foyer (dépend de la perfection optique du miroir)
 l l'absorptivité de la cible placée au foyer

$H A_c r s$ est l'énergie utile

A_t la surface de la cible (assez grande pour capter un maximum de rayons réfléchis)

$q_r A_t$ la quantité de chaleur perdue par rayonnement

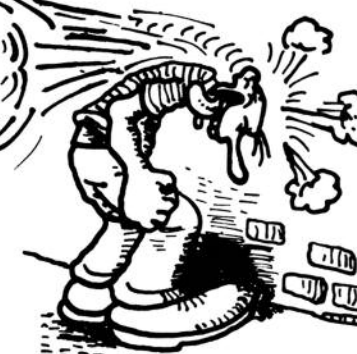
$q_a A_t$ " " " " " " convection et conduction au profit de l'air environnant.

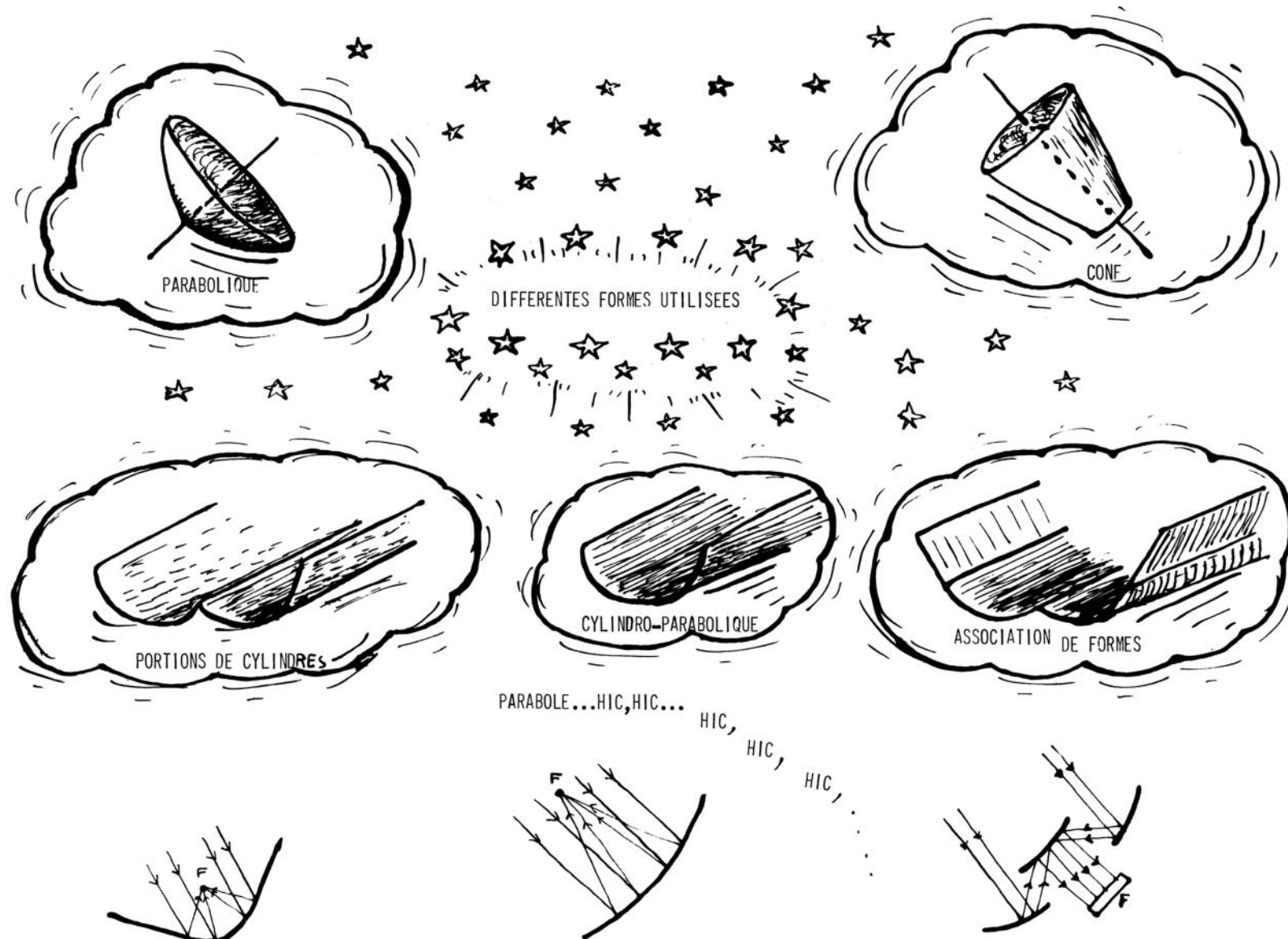
$q_c A_t$ la quantité de chaleur perdue par conduction au profit des parties les plus froides de la structure.

$(q_r + q_a + q_c) A_t$ sont les pertes

L'équation d'équilibre s'écrit:

$$H A_c r s = (q_r + q_a + q_c) A_t$$





Ce type de collecteur n'a pas à être ajusté au soleil très souvent, mais est très difficile à construire. La cible (foyer), se situant à l'intérieur de la portion de parabole utilisée, est protégée du vent: on diminue ainsi les pertes par convection et conduction au profit de l'air environnant.

De plus, il y a possibilité de protéger la cible par un film plastique ou une plaque de verre placée au dessus: cela diminue légèrement le rayonnement reçu, mais provoque l'effet serre.

Les paraboliques trouvent leurs principales applications dans les cuisinières (cf p.51), les fours également pour la haute technologie.

Les collecteurs à foyer linéaire (cylindriques, cylindro-paraboliques) sont utilisés pour le chauffage de l'eau.

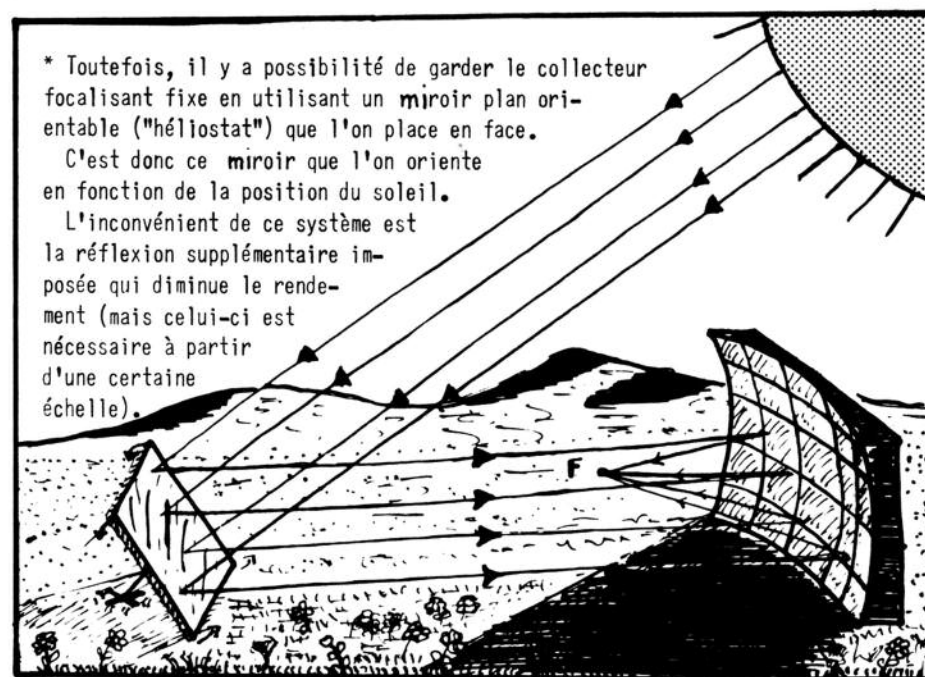
Beaucoup plus facile à réaliser, ce type de collecteur doit être orienté beaucoup plus souvent: plus la longueur focale est grande, c'est à dire plus le paraboloïde est "ouvert", plus son orientation doit être fréquente.

La stabilité est améliorée par déplacement du centre de gravité. Mais l'efficacité est diminuée par une perte supplémentaire due à la deuxième réflexion.

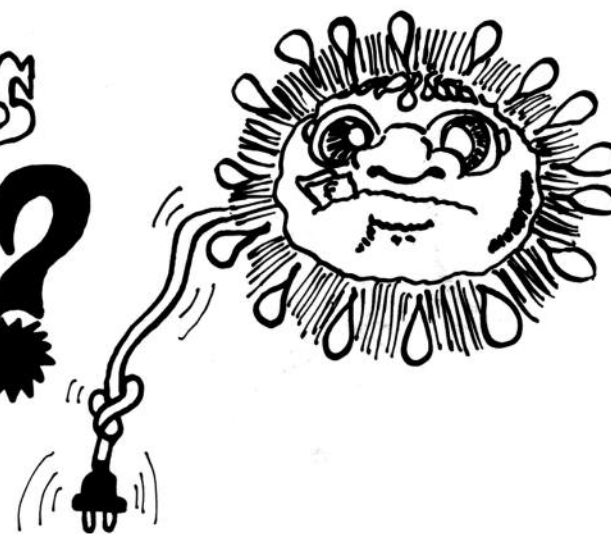
* Toutefois, il y a possibilité de garder le collecteur focalisant fixe en utilisant un miroir plan orientable ("héliostat") que l'on place en face.

C'est donc ce miroir que l'on oriente en fonction de la position du soleil.

L'inconvénient de ce système est la réflexion supplémentaire imposée qui diminue le rendement (mais celui-ci est nécessaire à partir d'une certaine échelle).



les MAISONS SOLAIRES?



Le paragraphe "contrôle climatique" nous a permis de mettre une idée en avant : contrôle climatique et chauffage ne coïncident pas. La pratique du chauffage est la forme actuelle du contrôle climatique de l'habitat (pratique dominante). Un mécanisme et une source d'énergie. C'est une solution quasi-universelle, appliquée sans discernement, en vue d'assurer une certaine température à l'air de l'espace habité.

Quelles sont les limites de cette pratique ?

- Négligence des facteurs bio-climatiques.
- Négligence du potentiel de modulation thermique des constructions.
- Ignorance des bases biologiques du confort.
- Ignorance de la dimension collective.

Par rapport à ces limites, quel est l'apport des quelques maisons solaires construites dans le monde. Précisons toutefois que ces maisons solaires, dans leur conception, témoignent d'objectifs différents. Mais d'une façon générale, le problème posé est celui de la substitution du soleil aux combustibles fossiles, en tant que source d'énergie pour alimenter un système de chauffage (amener la température de l'air à 20, 22 ° C). Dans le meilleur des cas, c'est la conception globale du système de chauffage qui est remise en cause :

- chaudière.
- chauffage d'un agent véhiculant la chaleur (air, eau)
- circulation de cet agent
- restitution de la chaleur dans des échangeurs.

Par rapport à ce schéma classique, les réponses sont diverses.

Le projet de Sun Mountain Design reste très proche du schéma classique. La source d'énergie de la chaudière (collecteur) est le soleil, et on retrouve un agent véhiculant la chaleur : air pulsé et tuyaux d'eau chaude dans le plancher.

Pour ce que le soleil ne peut assurer : une chaudière auxiliaire au fuel.

Le système "trombe" est beaucoup plus créatif. Le mur-serre réunit collecteur et accumulateur de chaleur mais paradoxalement l'objectif reste "le chauffage et la ventilation pour obtenir un prix de calorie inférieur". Cette fois le complément est assuré par le "tout-électrique".

Le projet de Steeve Baer intègre, avec une recherche sur les sources d'énergies (collecteur solaire, éolienne) une recherche "architecturale". L'Organisation de l'espace renforce la conception du chauffage, tendant à faire disparaître ce dernier au profit d'une idée plus large : celle d'un contrôle climatique intégré. Les conditions climatiques favorables ont facilité la recherche mais on voit déjà apparaître une idée : celle de multiples sources de chaleur.

- four de la cuisine
- eau chaude des sanitaires
- chaleur humaine ? etc ...

C'est par rapport aux buts que ce sont fixés les différents projets de "maisons solaires" qu'on pourra juger du résultat obtenu et de la qualité des moyens employés.

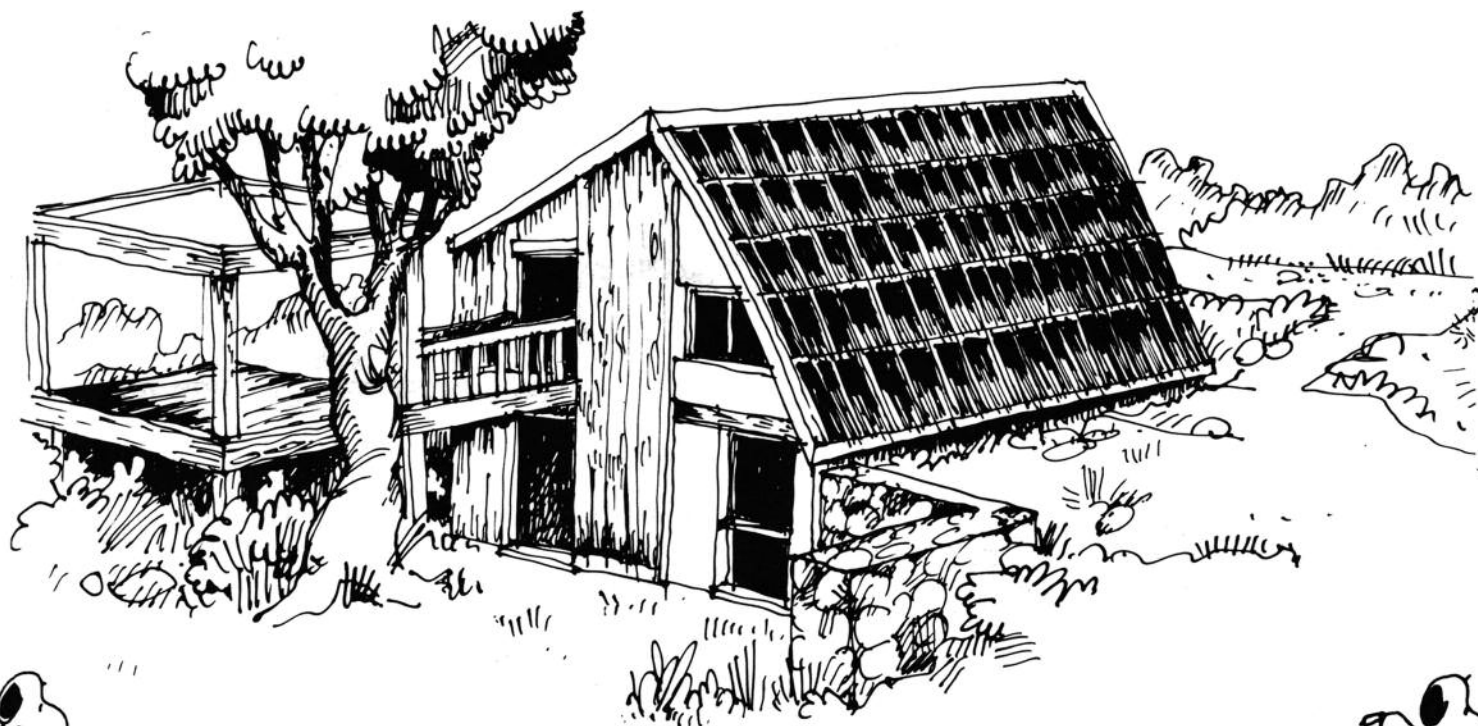
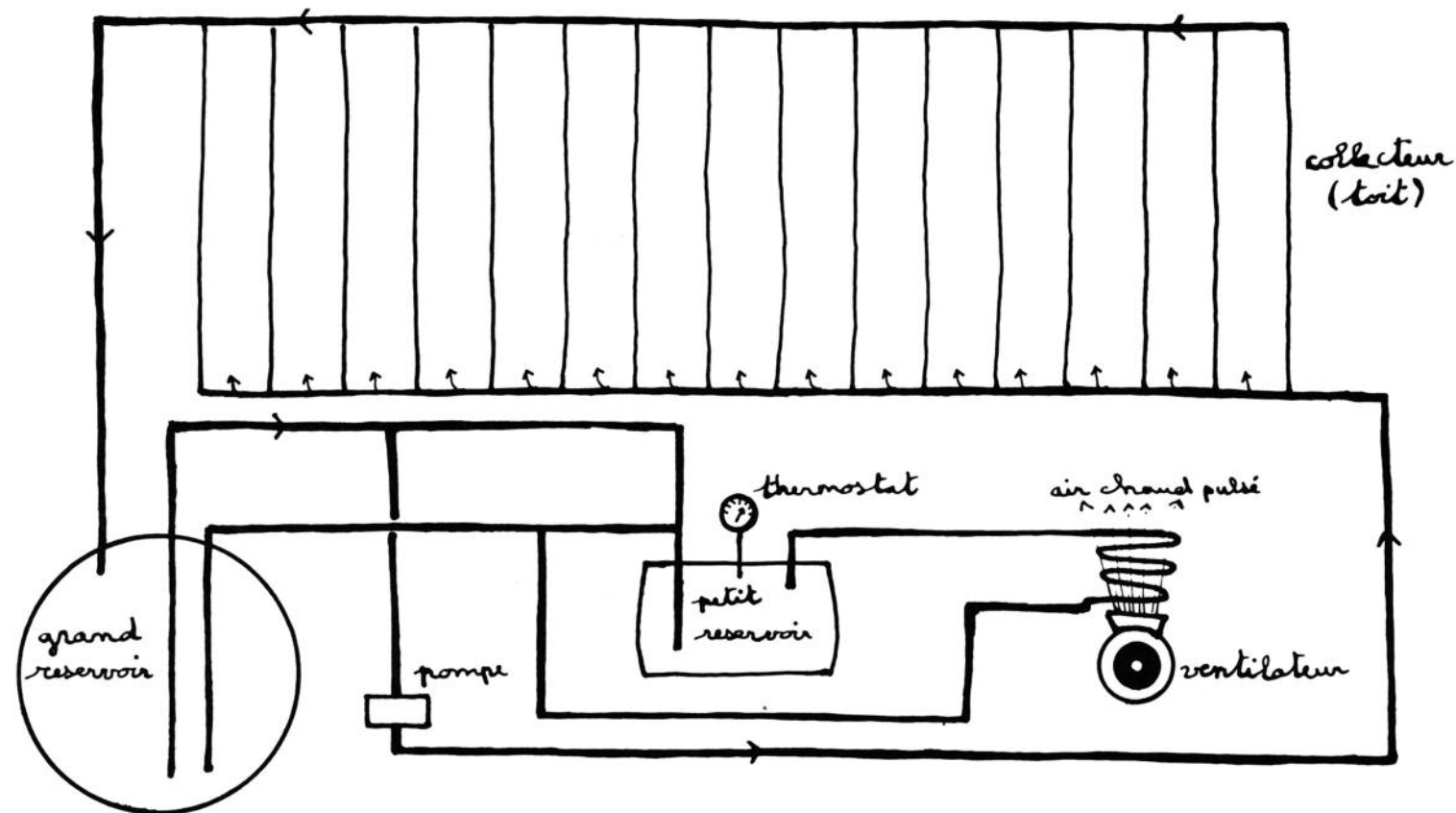


Solar house IV -M.I.T.- 1958

Cette maison est une résidence expérimentale construite dans le Massachusetts (E.U.) en 1958, par le M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology.).

C'est une maison à 2 étages représentant environ 160 m² à chauffer. Un pan de toit incliné à 60° et orienté plein sud, composé de 15 éléments en aluminium sur lesquels l'eau ruisselle et recouverts de vitres, constitue le collecteur (75m²).

L'eau, stockée dans un réservoir de 60000 litres est pompée puis chauffée sur le toit. Elle redescend ensuite dans un réservoir de 120 litres et chauffe l'air qui est pulsé dans la maison, pour remonter et recommencer le cycle.



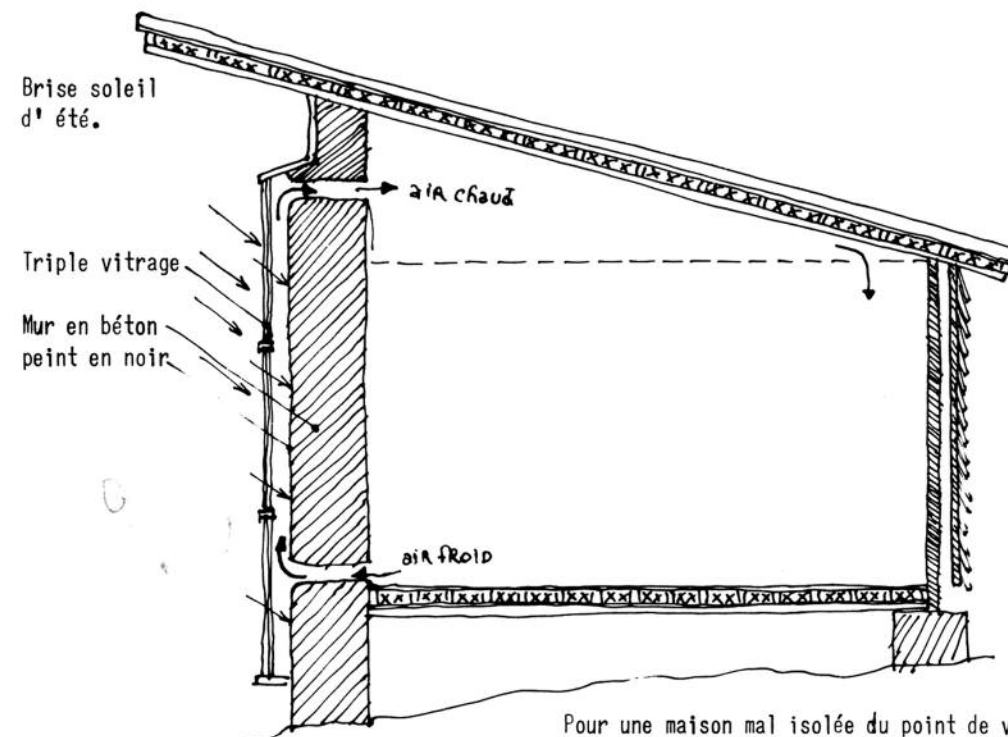
le chauffage par rayonnement solaire.

Les recherches du Centre National de la recherche Scientifique sur le chauffage des habitations par le rayonnement solaire ont été entreprises à partir de 1956 date du 1^{er} brevet, du professeur Trombe.

Nouveaux brevets Anvar Trombe Michel en 1971 et 1972.

Les solutions proposées sont toujours très simples afin que le prix de la calorie fournie dans l'habitation soit notablement inférieur à celui de la calorie fournie par l'emploi d'énergie classique.

Le **stockage** thermique est réduit à un jour pour des raisons économiques, le prix de revient devenant prohibitif pour de longues durées.



SYSTEME DE CAPTAGE : effet de serre vertical. On a ainsi une possibilité de circulation permanente de l'air chaud derrière le vitrage.

L'air froid de l'habitation, plus lourd, sort par l'orifice inférieur et est à son tour chauffé dans la serre.

La surface chauffée est un mur de béton de 30 à 40 cm d'épaisseur, ce qui permet de stocker les calories destinées à entretenir la thermocirculation après le coucher du soleil.

SURFACES CAPTANTES PAR RAPPORT AU VOLUME

Les calculs se réfèrent aux façades Sud pour la latitude des Pyrénées Orientales, et donnent les rapports entre le volume V d'une habitation de conception traditionnelle,

la surface S des capteurs situés au Sud.

Pour une maison mal isolée du point de vue thermique (K moyen 0,9 ou 1) : $\frac{S}{V} = 0,16$
Il faut 1,6 m² de serre pour chauffer 10 m³ d'habitation.

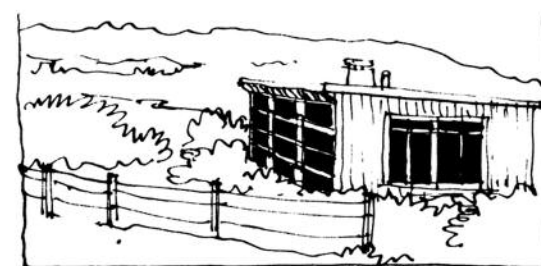
Pour une maison bien isolée, type tout électrique (K moyen 0,5) : $\frac{S}{V} = 0,10$
Il faut 1 m² de serre pour 10 m³ d'habitation.

Les essais d'Odeillo ont montré que l'on pouvait, avec ces coefficients K et S/V, demander au chauffage solaire entre les 2/3 et les 3/4 de la fourniture des calories.

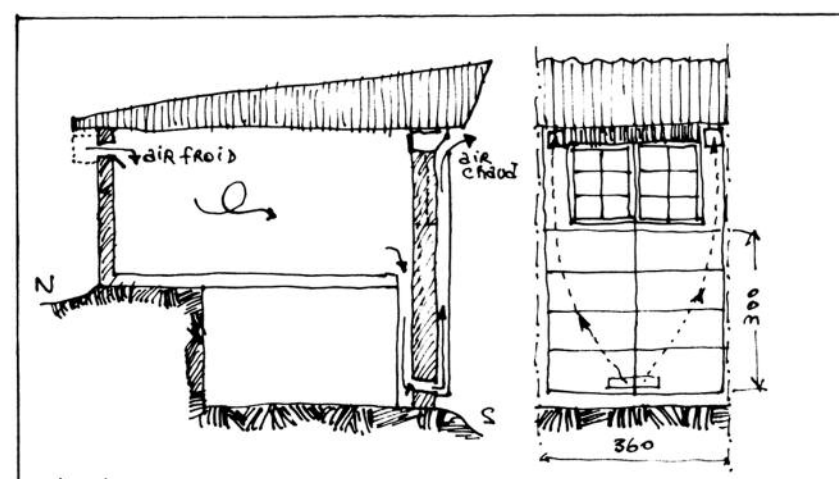
Chauffage d'appoint: électrique, pondéré.

Prix de revient d'une serre à double vitrage: 200 F/m²
Ce m² reçoit annuellement 1600 Kwh.

Le m² de mur en conserve et en transmet à l'air de 500 à 600. On calcule que le Kwh solaire revient 2 ou 3 fois moins cher que le Kwh électrique.



Maison de Chauvency-le-château



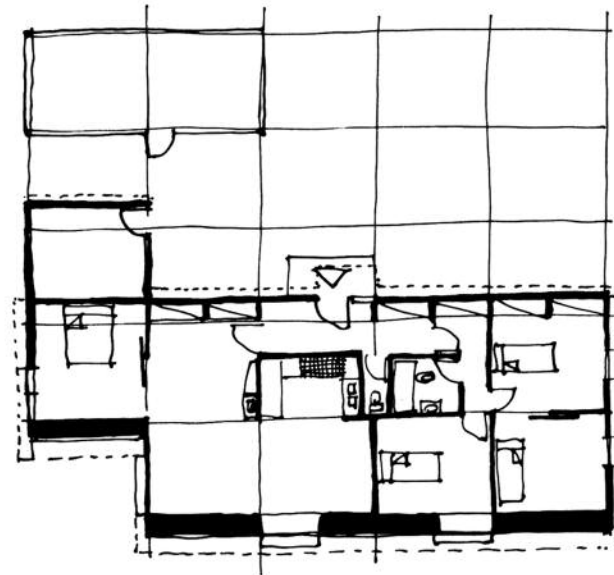
Avantages :

Une maison solaire abandonnée à elle-même conserve un climat interne qui la met hors-gel ou hors d'humidité. (intéressant pour les résidences secondaires, n'est-ce-pas?)

En été, la serre peut fonctionner comme dispositif d'aspiration de l'air chaud intérieur, et appel d'air frais au Nord, par un système de volets. (schéma ci-dessus)

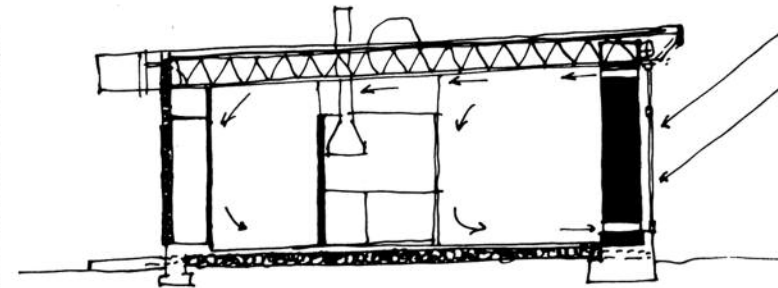
maison Solaire de Chauvency le Château

(Meuse)

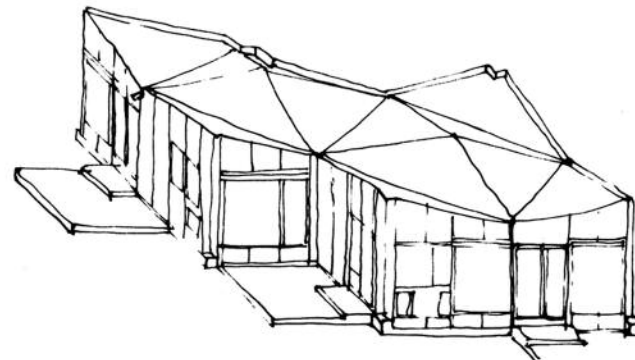


Le système de captage a été simplifié à l'extrême.
Un mur accumulateur en béton, peint en noir, se développe sur la façade Sud. Il est doublé extérieurement par un vitrage Triver. Les calories sont apportées le jour par l'air circulant, et la nuit également par la surface interne des murs qui ont été chauffés dans toute leur masse par le soleil.

Surface habitable: 106 m², 5 pièces principales, type H.L.M.
Volume : 275 m³.
Surface des serres verticales : 45 m².



Calories solaires apportées annuellement : 20.000 Kwh.
Calories complémentaires (électricité) : 7.000 Kwh.



prototype

Ossature tubulaire dans la trame 3,60 X 3,60 M.
Remplissage des Façades Nord, Est et Ouest par des panneaux de 0,90 m de large, constitués d'isolant injecté dans des feuilles d'acier, coupe-feu plâtre ou contre-plaqué à l'intérieur.

Façades Sud et Partiellement Est et Ouest constituées d'un rideau de polyglass sur armatures aluminium, ossatures en acier.

La trame standard du pan de verre est soit la serre verticale derrière laquelle se trouve la masse thermique du capteur solaire posé sur le plancher (masse d'eau incongelable contenue dans un réservoir métallique) soit le pan de verre éclairant.
Chauffage électrique d'appoint.

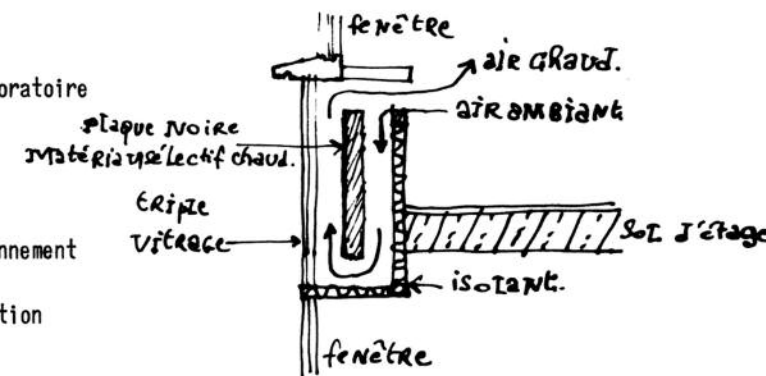
Ce type d'habitat peut être imaginé dans n'importe quelle localisation géographique ou climatique.

Système par chauffage de l'air, Bureaux du Laboratoire du C.N.R.S. Odeillo.

Utilisation de l'espace entre les fenêtres au niveau du sol d'étage.

Chauffage efficace le jour, et la nuit l'air froid s'accumule au fond et empêche le fonctionnement inverse (cause du refroidissement éventuel)

Pas de nécessité de stockage, de par la destination des locaux.



les 24h de Steve Baer



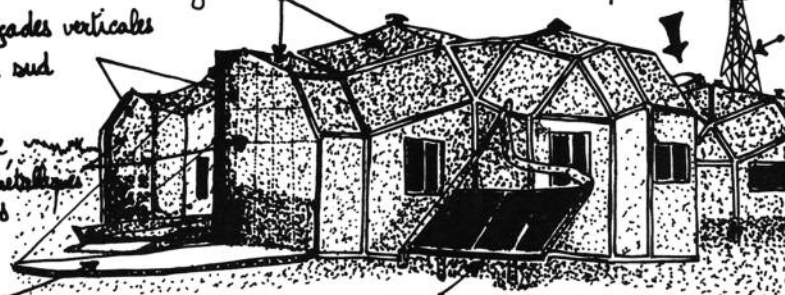
4 façades verticales
plein sud

Le soleil chauffe de
l'eau dans des barils métalliques
peints en noir, à travers
une vitre.

- revêtement extérieur
(aluminium) réfléchissant
le rayonnement solaire.

- le rayonnement solaire
ouvre automatiquement
les skylights pour que
la chaleur pénètre

éolienne puisant
l'eau fraîche
matorraïne pour
usage domestique.

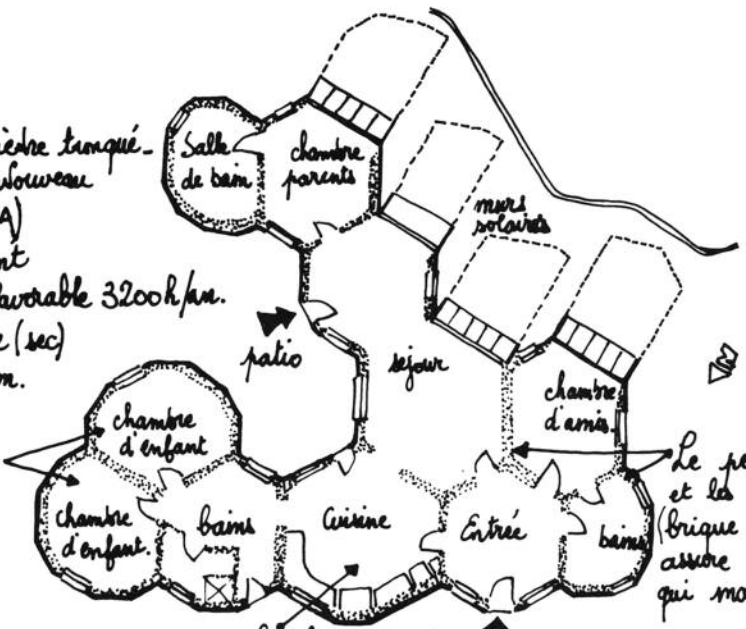


panneaux basculants
abaissés au sol par un système
de poulies pour permettre au
rayonnement de pénétrer.

Collecteur plan
pour chauffer l'eau
domestique.

11 zones
- nonboudécadère tranquille
implantées au Nouveau
Mexique (U.S.A.)
★ espace abondant
★ ensoleillement favorable 3200h/an.
Climat désertique (sec)
altitude $\approx 1500m$.

2 poêles à bois dans les
pièces les plus mal exposées
seulement pendant les 10
plus mauvais jours d'hiver.



Le périmètre intérieur
et les cloisons en adobe
(brique de terre riche)
assure le volant thermique
qui manque à l'aluminium.

La chaleur de la
cuisinière est accumulée
dans une masse d'adobe
entourant le four et dans des
bidons d'eau.

panneau sandwich
isolant de la
fraîcheur nocturne.

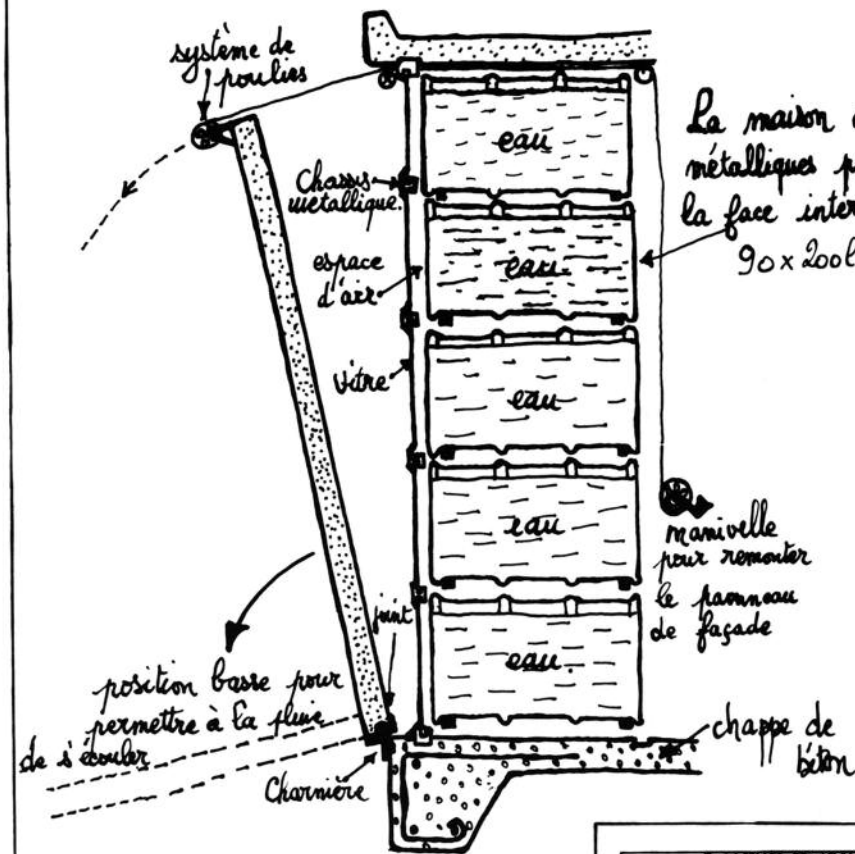


l'eau des barils
restitue dans les pièces
principalement par rayon-
nement et aussi par convec-
tion la chaleur accumulée pendant
le jour.



Skylights fermés
en l'absence
de rayonnement
solaire.

les panneaux sont relevés pour
emprisonner la chaleur à l'intérieur



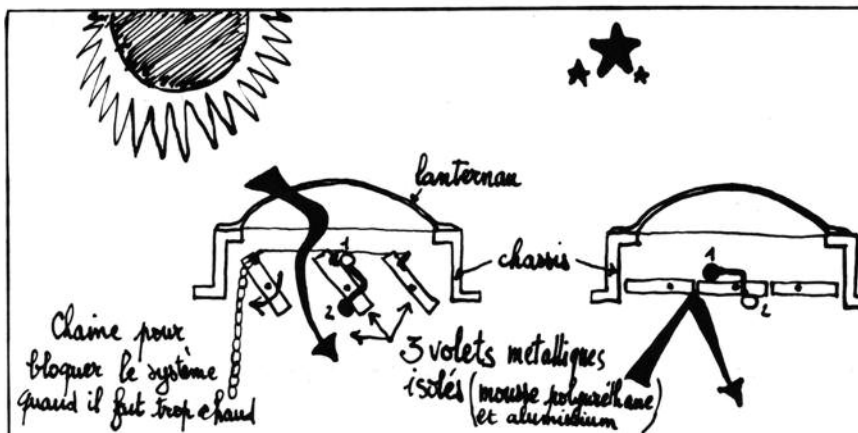
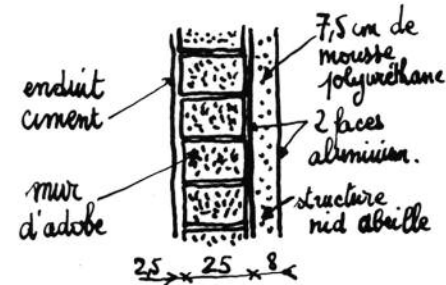
La maison comporte 90 bidons
métalliques peints en noir, sauf
la face interne qui est blanche.
 $90 \times 200\text{l} = 18000\text{l d'eau}$



Chaque bidon est rempli à 98%
pour prévenir la dilatation
(1% entre 10 et 50°C) soit 200l.



Le sandwich alu-mousse
nid d'abeille pèse $6,75\text{ kg/m}^2$.



S'il y a du rayonnement solaire le frém est en position 2
il déséquilibre les panneaux qui se placent ainsi en position ouverte.
S'il n'y a pas de rayonnement solaire-pluie, nuit, le frém reste
en -1- maintenant les volets fermés
Sous l'action du rayonnement le frém change d'état (transforme en gaz)
et passe de 1 en 2 déséquilibrant ainsi les volets et ouvrant.
Le skylid est un système ÉCOMATIQUE.....





Sur la route de San Luis d'Obispo...

latitude 35°N
altitude 2600m.

Harold Hay a construit une maison dont le toit est le système de chauffage.

La chaleur ^{est accumulée} par le toit (boudin rempli d'eau), elle se propage par rayonnement vers l'espace habité. A l'intérieur il y a différentes hauteurs, sous plafond - 3m et 3,60m - pour tester la propagation du rayonnement.

Si la température augmente dans de fortes proportions il suffit d'augmenter l'épaisseur de l'eau afin d'augmenter la capacité thermique du système. Les panneaux isolants amovibles sont déplacés électriquement depuis l'intérieur. Leur mouvement est inversé avec les saisons (schéma).

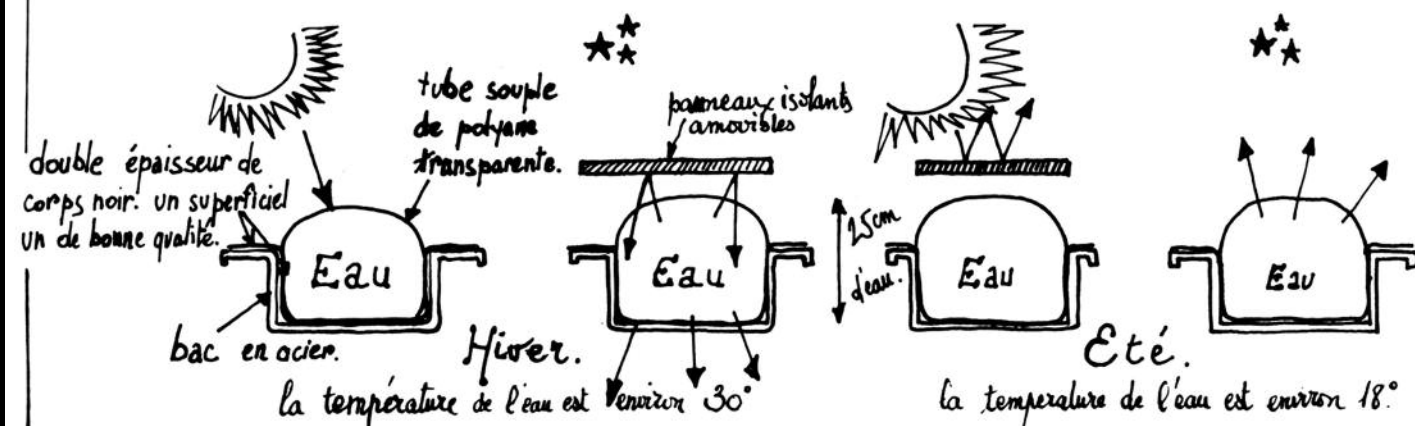
rails métalliques où se déplacent les panneaux isolants amovibles



double vitrage.

toiture en bac d'acier galvanisé.

4 murs de refend en parpaing remplis de sable pour augmenter la capacité thermique.



sun mountain design

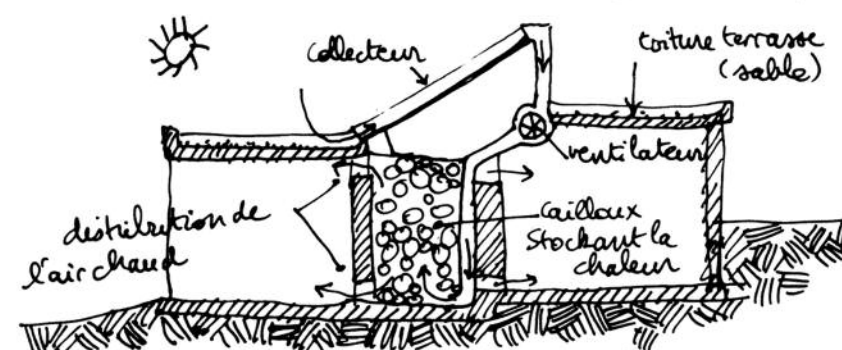
Ensemble de résidences secondaires au Nouveau-Mexique.

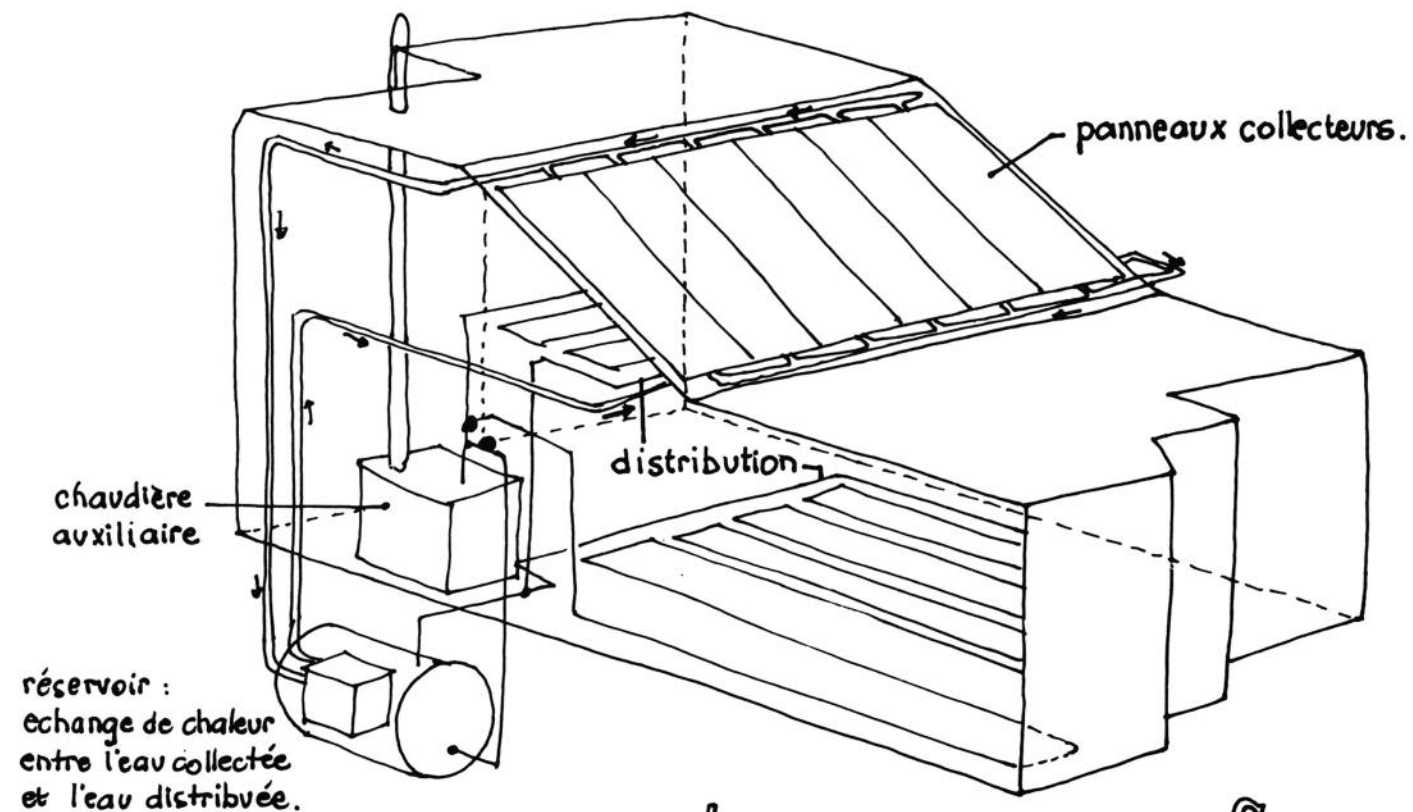
Système de chauffage: utilisation de la toiture comme élément absorbant (collecteurs), agencement des logements suivant la pente du terrain.

Distribution de la chaleur traditionnelle, par circulation d'eau dans le sol, ou par air pulsé dans des gaines. Seule la source d'énergie est nouvelle, mais une chaudière auxiliaire est nécessaire.

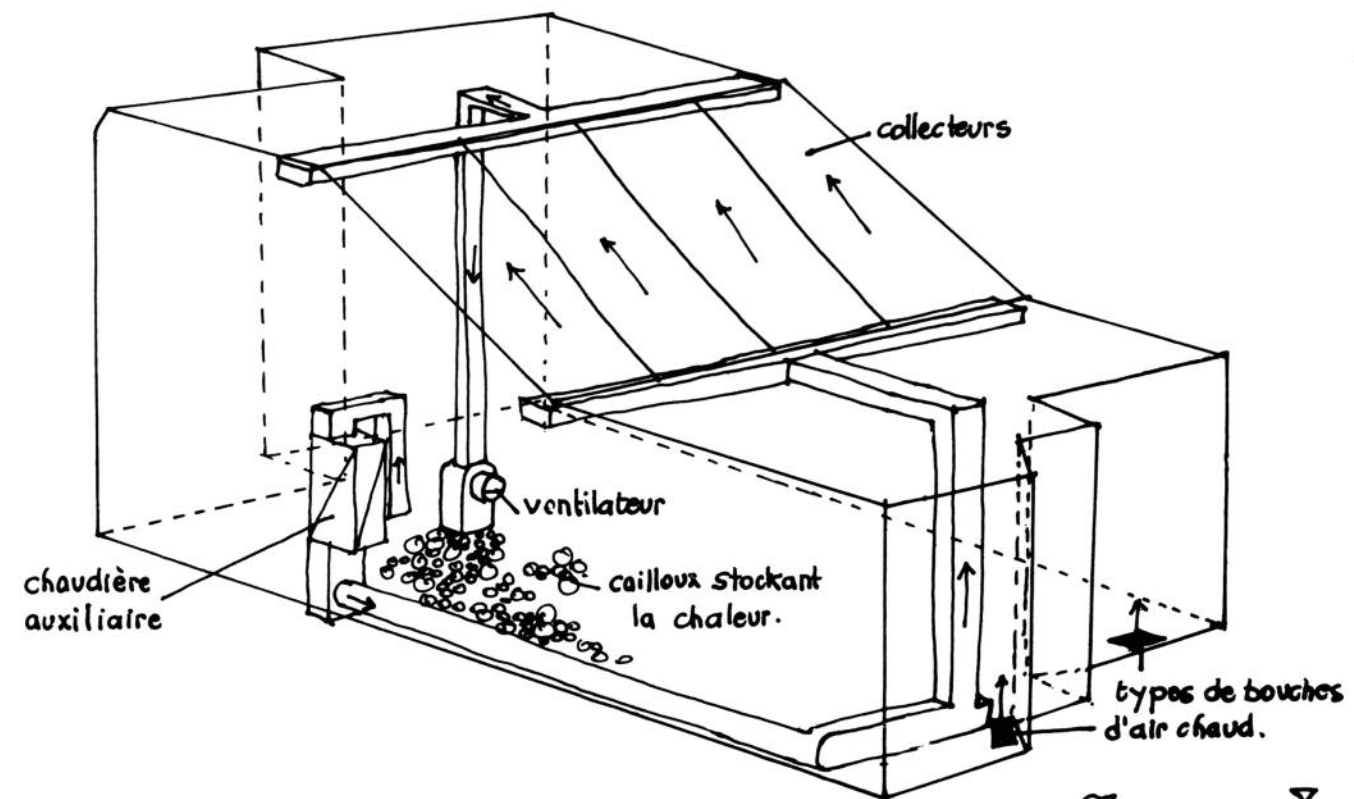
Dans le cas de stockage de la chaleur dans un lit de cailloux sous le plancher, avec distribution de la chaleur par système de ventilation générale de bas en haut des habitations, on a constaté des surpressions dans le plancher.

Un nouveau système emploie des "cheminées" de cailloux pour le stockage de la chaleur;

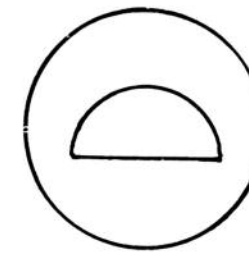




système eau chaude



système air chaud



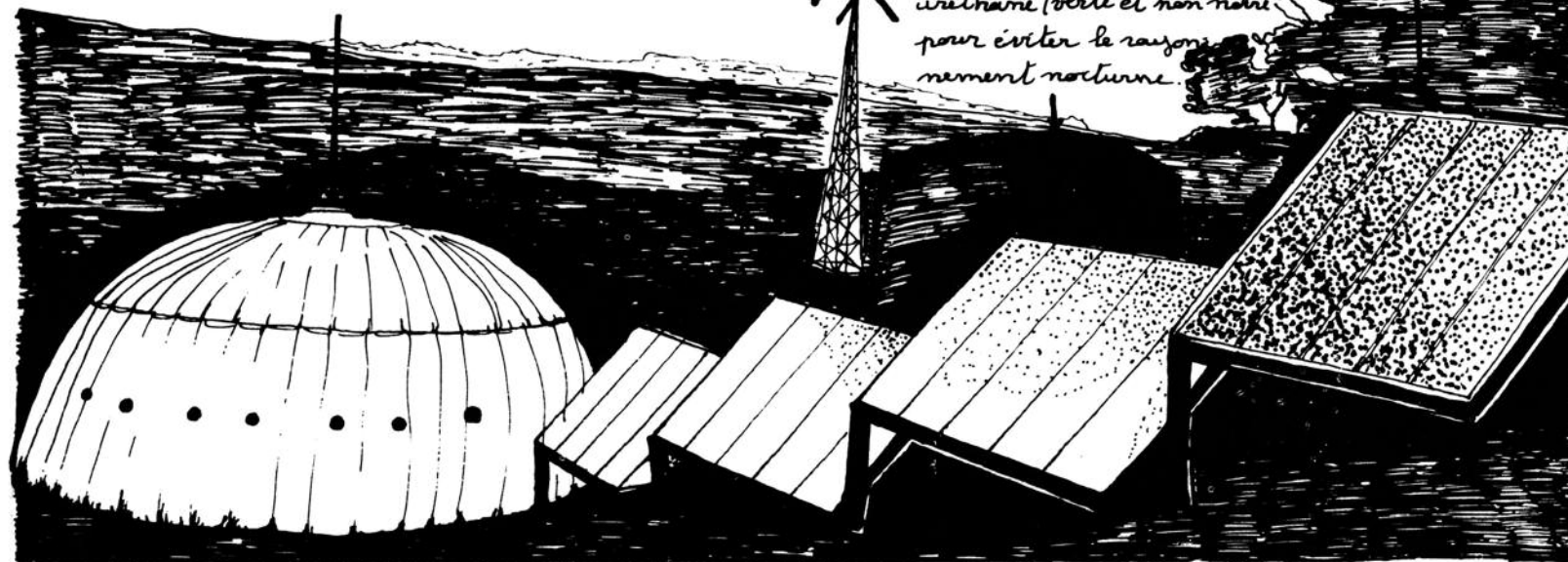
Robert Reines

1/2 sphère de 10 m de diamètre (50 m³) recouverte intérieurement de mousse de polyuréthane projetée, blanche. (La structure peinte également en blanc est constituée de "quartiers d'orange" en tôle emboutie et boulonnés entre eux).

3 éoliennes alimentant 3 générateurs: 1 de 110V, 1 de 32V et 1 de 24V chargeant des batteries de camions qui stockent l'électricité.

4 collecteurs plans de 1,3 x 2,6 = 3,5 m², à double vitrage. Circulation d'eau dans des tuyaux en cuivre peints avec une peinture spéciale à base de carbone. Température obtenue: 36°C.

Un réservoir de 12.000 l recouvert de mousse de polyuréthane (verte et non noire pour éviter la rayonnement nocturne).



La maison de B. Reines est un véritable laboratoire de mesures. Elle est conditionnée; pas d'ouverture, même l'accès s'y fait par un sas (l'éclairage est assuré par un ensemble de hublots).

L'eau chaude alimente: -les sanitaires (cuisine, douches)
-le système de chauffage, assuré par 2 tuyaux faisant le tour du dôme au niveau du plancher, assurant une t° interne entre 20 et 30° (la t° extérieure peut descendre jusqu'à -15°).

Les 3 générateurs fournissent l'électricité. La consommation journalière moyenne, 1,2 Kw; comprend: éclairage - chaîne stéréo - frigidaire - cuisinière - rasoir électrique - wc électrique - pompes. Cette énumération prouve que l'énergie éolienne produit assez d'électricité pour satisfaire les besoins d'un "occidental".

Objectif: Assurer le confort (électricité, chaleur) en temps normal et en cas d'absence de vent et de soleil pendant une semaine.

Projets: - à court terme: 3 nouveaux prototypes

:1 atelier fonctionnant entièrement à l'énergie solaire
:1 collecteur solaire intégré à l'enveloppe

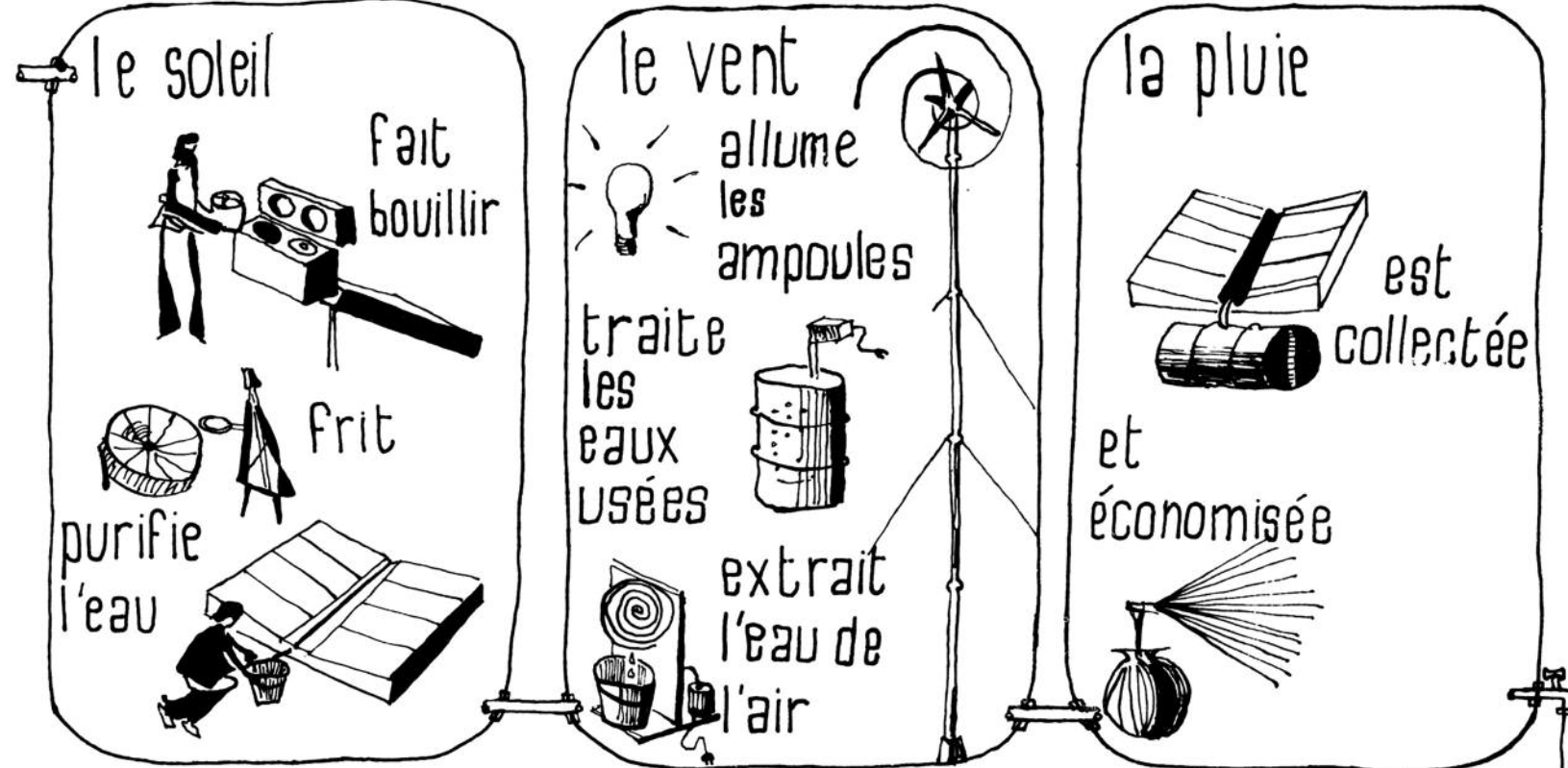
:le traitement par ordinateur des mesures obtenues dans le 1er laboratoire

- **à long terme:** production de laboratoires sous forme de kit (prêts à monter), comprenant systèmes solaires et éoliennes, pouvant faire concurrence aux "mobiles home".

Par l'information et la réalisation, nous voulons montrer qu'un jour, chacun pourra utiliser l'Énergie Solaire et Éolienne. C'est un pas en avant pour préserver notre environnement et nous-mêmes...

Bob Reines dit...





« ecol operation »

- ECOLOGIE + CONSTRUCTION + BON SENS -

Réalisée en 1972 au "BRACE INSTITUTE RESEACH" à Montréal par un groupe d'architectes du Tiers-Monde.

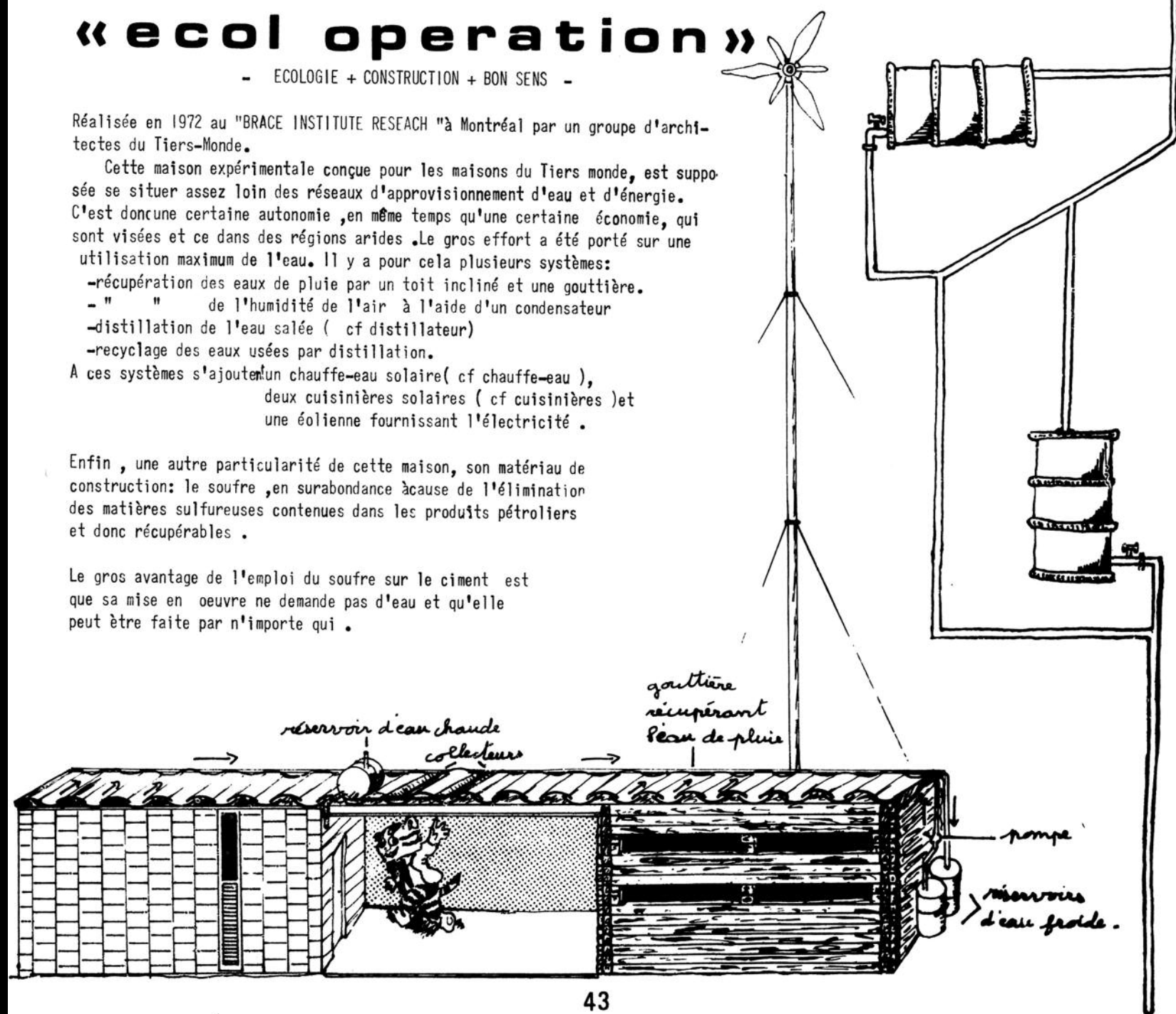
Cette maison expérimentale conçue pour les maisons du Tiers monde, est supposée se situer assez loin des réseaux d'approvisionnement d'eau et d'énergie. C'est donc une certaine autonomie, en même temps qu'une certaine économie, qui sont visées et ce dans des régions arides. Le gros effort a été porté sur une utilisation maximum de l'eau. Il y a pour cela plusieurs systèmes:

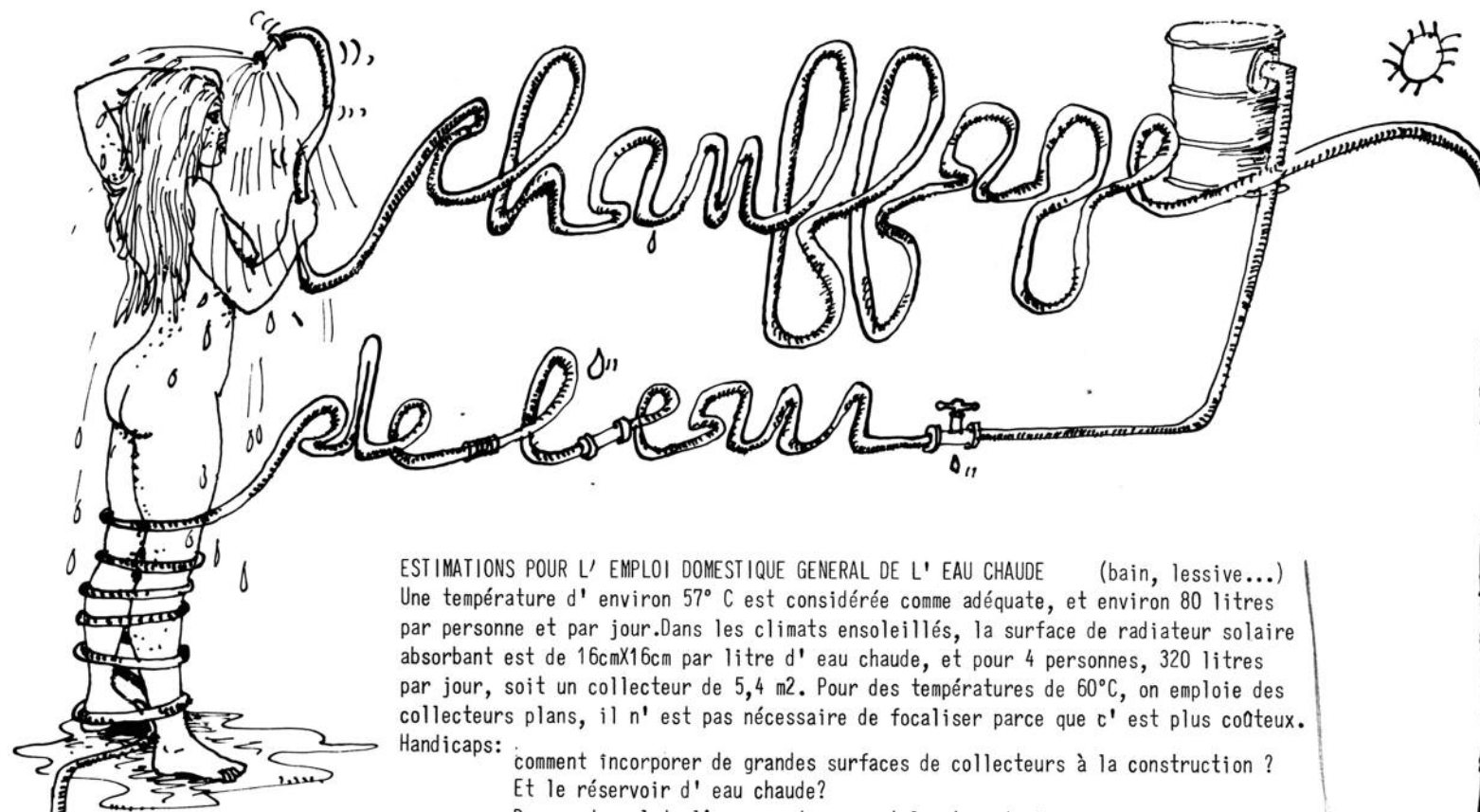
- récupération des eaux de pluie par un toit incliné et une gouttière.
- " " de l'humidité de l'air à l'aide d'un condensateur
- distillation de l'eau salée (cf distillateur)
- recyclage des eaux usées par distillation.

A ces systèmes s'ajoutent un chauffe-eau solaire (cf chauffe-eau), deux cuisinières solaires (cf cuisinières) et une éolienne fournissant l'électricité .

Enfin , une autre particularité de cette maison, son matériau de construction: le soufre , en surabondance à cause de l'élimination des matières sulfureuses contenues dans les produits pétroliers et donc récupérables .

Le gros avantage de l'emploi du soufre sur le ciment est que sa mise en oeuvre ne demande pas d'eau et qu'elle peut être faite par n'importe qui .





ESTIMATIONS POUR L' EMPLOI DOMESTIQUE GENERAL DE L' EAU CHAUDE (bain, lessive...)
 Une température d' environ 57° C est considérée comme adéquate, et environ 80 litres par personne et par jour. Dans les climats ensoleillés, la surface de radiateur solaire absorbant est de 16cmX16cm par litre d' eau chaude, et pour 4 personnes, 320 litres par jour, soit un collecteur de 5,4 m². Pour des températures de 60°C, on emploie des collecteurs plans, il n' est pas nécessaire de focaliser parce que c' est plus coûteux.
 Handicaps: comment incorporer de grandes surfaces de collecteurs à la construction ?
 Et le réservoir d' eau chaude ?
 Danger de gel de l' eau, endommageant les tuyauteries.

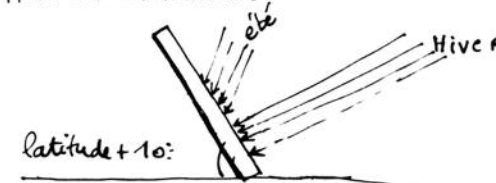
FONCTIONNEMENT.

Principe du collecteur plan: aire plane, noire, qui reçoit les radiations solaires, et chauffe l' eau. Le problème: comment transférer la chaleur du soleil à l' eau.
 Type le plus simple: long tuyau d' arrosage noir, étendu au soleil, ou tuyau plastique transparent enroulé sur une surface noire. Mais nécessite une arrivée d' eau sous pression et les pertes thermiques sont importantes.

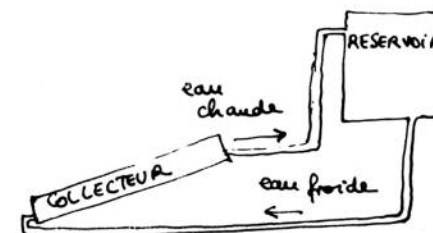


Bac noir horizontal. Mais aussitôt que l' eau du bac s' échauffe, elle perd de la chaleur :
 - par évaporation de l' eau
 - par rayonnement sous forme d' infrarouges lointains.
 - par convection à l' air ambiant.
 - par conduction aux matériaux qui composent le collecteur.
 Les chauffe-eau sont donc munis de couvercles en verre ou en plastique pour réduire le rayonnement et la convection de la chaleur aux courants d' air. Le couvercle est transparent à la lumière du soleil mais opaque aux radiations infrarouges émises par l' eau chaude, retenant ainsi la chaleur (cf effet serre); On réduit les pertes par conduction et convection en plaçant l' unité absorbante dans une boîte calorifugée.
 L' intensité du rayonnement solaire étant maximum quand la surface exposée est perpendiculaire aux rayons du soleil, l' absorbant est habituellement tourné vers l' équateur, et incliné par rapport à l' horizontale. Comment déterminer l' angle ?
 Il varie avec les changements journaliers et saisonniers du soleil (cf ensoleillement) ! Mais si la surface exposée est inclinée de l' angle correspondant à la latitude de l' emplacement géographique, les absorbants sont à leur position optimum en plein midi, aux équinoxes de Mars et Septembre.

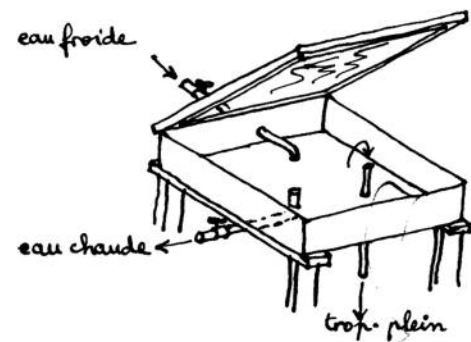
Mais il faut plus de chaleur en hiver qu' en été, le soleil y est plus bas dans le ciel :
 Position plus favorable: on ajoute 10° à l' angle de latitude.
 Ex: latitude 30° N: surface tournée vers le sud, inclinée de 40° par rapport à l' horizontale.



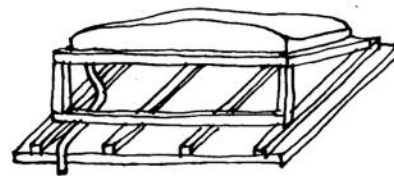
La surface exposée transmet de la chaleur à ce qui l' entoure, aussi on transfère l' eau chaude à un grand réservoir bien calorifugé, surtout si l' accumulation de l' eau s' étend sur toute la nuit. Le réservoir aura un rapport Surf./Vol. beaucoup plus petit que le collecteur, sa surface entière peut être calorifugée, et le poids de l' eau peut être plus aisément supporté. (meilleur volume: la sphère, sinon, le cylindre)
 La circulation entre le collecteur et le réservoir se fait par montée thermique (thermo-siphon) l' eau chaude étant moins dense, elle s' élève dans le réservoir au niveau haut.
 Si on ne peut pas placer le réservoir au-dessus du collecteur, on force la circulation par pompe (à main, électrique...)



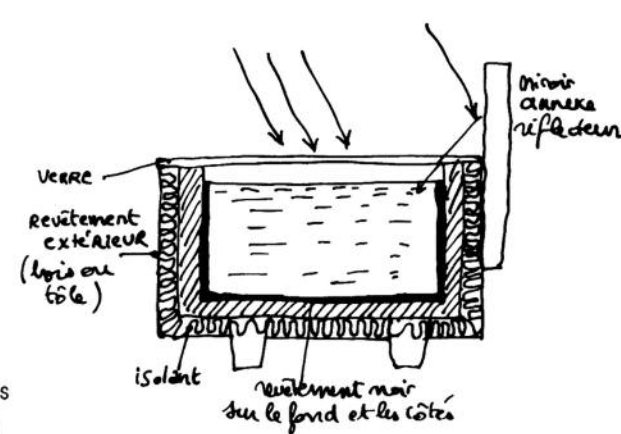
L' efficacité thermique des chauffe-eau solaires est bonne, même avec une construction simple: facilement 50% de la chaleur rayonnante du soleil peut se transférer dans le système eau chaude. Pour atteindre des températures dépassant 60°C, on diminue le débit, l' efficacité sera plus faible.



Autre type: bac en métal, peu profond, incliné pour obtenir un angle plus favorable aux rayons solaires. Couvercle en feuille de métal noir, soudée au bac, pour contenir l'eau quand il est incliné. Le bac est emballé dans un isolant, placé dans une boîte en bois, avec couvercle en verre. Le tout placé sur trépiers réglables suivant la saison. Le réservoir chauffant contient un peu plus de 40 litres au m² de surface exposée.



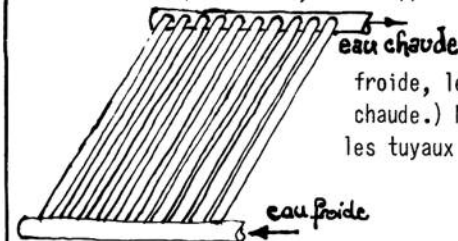
Chauffe-eau solaire le moins cher: fait de plastique polyvinyl noir, soudé en forme de coussin d'eau. Il est placé sur une plate forme en bois dans le terrain, ou attaché au toit, vers le sud. Taille standard: 90cm X 180cm, 12cm d'épaisseur, capacité 190 litres d'eau. (Japon)
Durée de vie: 2 ans.
On augmente l'efficacité en le recouvrant d'un couvercle plexi bombé.



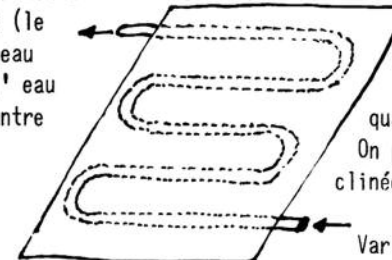
SYSTÈMES NÉCESSITANT UN RÉSERVOIR.

Systèmes plus largement employés: tuyauteries pouvant être reliées directement à un réseau d'eau, avec sa pression hydraulique. Ces tuyauteries sont inclinées pour être le mieux possible, exposées aux rayons solaires.

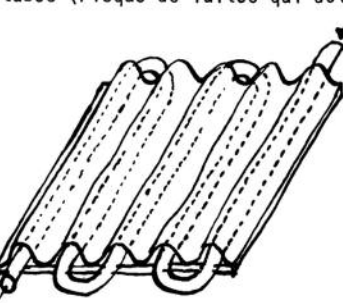
Série de tubes parallèles, très rapprochés, vissés ou soudés aux extrémités



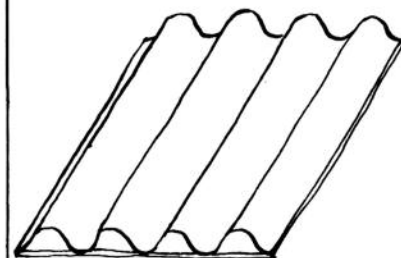
dans des tuyaux horizontaux (le plus bas pour admission d'eau froide, le plus haut pour recueillir l'eau chaude.) Mais le rayonnement tombant entre les tuyaux est perdu



On peut souder les conduites d'eau en fer ou en cuivre au dos d'une feuille de cuivre noircie. La bonne conductibilité du métal diminue la quantité de tuyauteries nécessaires. On place cette plaque dans une boîte inclinée, complètement isolée, couverte d'un ou de deux vitrages plans.

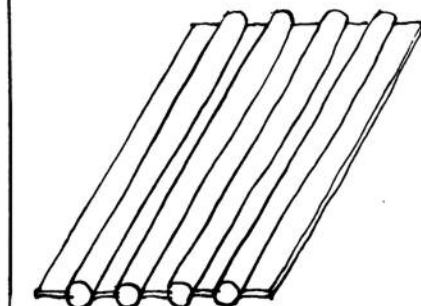


Variante (ci-contre): simple tube de cuivre, coudé, noir, soudé au collecteur plan en cuivre, ce qui simplifie les connexions en bouts de tubes (risque de fuites qui détériorent le système)



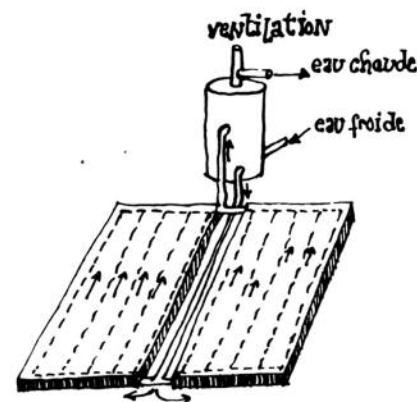
Construction bon marché pour les canaux parallèles: tôle ondulée galvanisée, pour toiture, rivetée à une feuille de fer galvanisée et soudée aux bords. cet absorbant est placé dans une boîte en bois avec un couvercle de verre et 10 cm d'isolation en laine de roche.

On peut aussi onduler une mince feuille de métal, avec des canaux rapprochés dans lesquels un tube plastique est forcé, pour donner un contact thermique



étroit. Ce tube flexible, enfilé dans les cannelures, parallèles, résout le problème des connexions aux extrémités. On imprègne le tube plastique de poudre de cuivre pour le rendre plus conducteur de la chaleur.
Avantages: les tubes plastiques ne sont pas endommagés par le gel. Ces feuilles sont placées sur 5 cm d'isolation en fibre de verre et couvertes de film Mylar clair de 0,012cm d'épaisseur. Efficacité de 58% pour une différence de T° de 33° entre l'eau d'entrée et de sortie de 37% pour une différence de 55°.

Procédé développé pour manufacturer les doubles feuilles de métal avec des "coutures" soudées, qui sont ensuite expansées par pression hydraulique: on forme ainsi les tubes pour l'absorbant solaire. Ce matériel a d'excellentes propriétés de transfert de chaleur; de résistance mécanique, mais les raccords en bouts de tubes sont incommodes.



Les derniers chauffe-eau solaires décrits demandent un réservoir calorifugé pour accumuler l'eau chauffée et la circulation est habituellement accomplie thermiquement sans pompe ni moteur électrique.

Les tuyaux auront un diamètre suffisant, et la distance entre l'absorbant et le réservoir sera assez courte pour permettre une circulation facile, même quand l'eau est légèrement chauffée. L'eau chaude, de densité faible plus faible, s'élève jusqu'au réservoir, dont le fond est au moins à 60 cm au-dessus du sommet du collecteur, afin d'éviter la circulation dans le mauvais sens si le collecteur devient plus froid que le réservoir, la nuit. Une valve peut être introduite.

eau Bouillante

L'eau bouillante demande un collecteur focalisant.

On cloue une tôle galvanisée sur 4 nervures paraboliques, pour donner une forme cylindro-parabolique de 1,50m de large, sur 1,20m de long.

La tôle était alors recouverte de papier ciré, avec 2 couches de fibre de verre, imbibée de plastique polyester. Une structure de tubes acier est courbée autour du cylindre on replie le tissu autour du bord extrême de la structure. Au bout de 2 jours, on peut demouler le collecteur plastique.

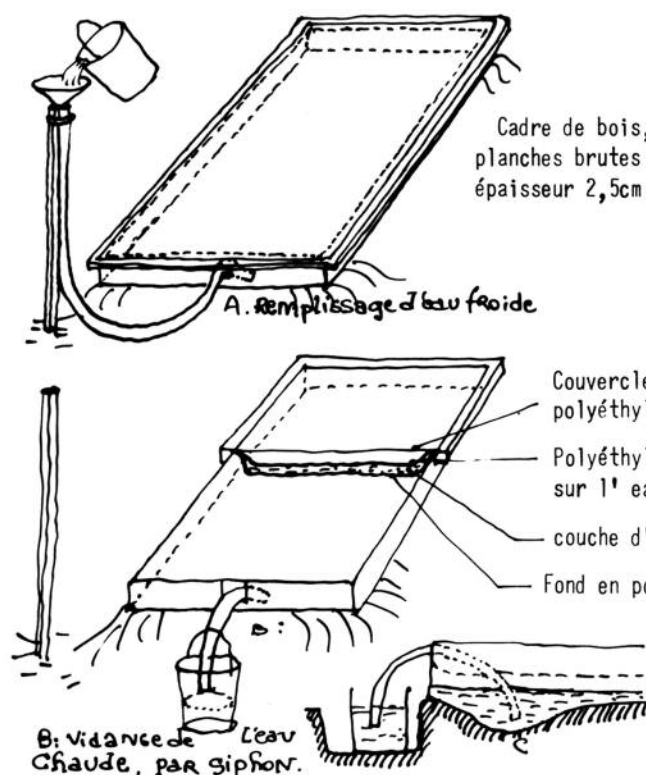
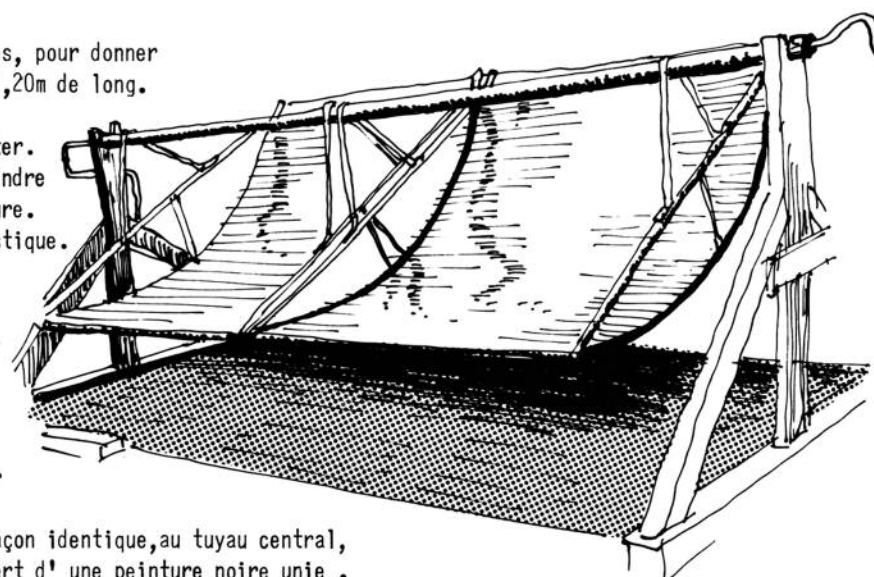
La coque est peinte de plastique polyester, et de longues bandes de miroir (1,20m de long, 3cm de large) sont disposées bord à bord. Ce dispositif donne un foyer suffisamment précis pour couvrir un tube acier de 5cm de diamètre.

on peut remplacer les miroirs par des bandes d'aluminium...

Le tube de 3,60m de long est étendu horizontalement sur deux montants, à 90 cm au-dessus du sol.

On suspend les deux cylindres paraboliques moulés de façon identique, au tuyau central, placé ainsi au foyer. Le tube, orienté E-O est recouvert d'une peinture noire unie.

On incline les miroirs, sans ajustement entre 10 h et 14 h. Le matin, tôt, et en fin d'après-midi, un léger ajustement de la longueur de la corde est nécessaire. Le facteur multiplicatif du collecteur (1,50m de large pour un tuyau de 5cm de diam.) est de 30. Par soleil brillant, l'eau bout vigoureusement. A un cours de 12 litres/h, l'eau passe de 25 °C à plus de 95 °C. L'efficacité du transfert de chaleur des radiations solaires à l'eau chaude à 95 °C est d'environ 40%.



Cadre de bois, 1,20m X 1,80m
planches brutes de 10cm de haut,
épaisseur 2,5cm

A. Remplissage d'eau froide

Couvercle, Mylar clair ou
polyéthylène.

Polyéthylène noir flottant
sur l'eau.

couche d'eau, 5cm d'épais.

Fond en polyéthylène clair.

B. Vidance de l'eau
chaude, par siphon.

Remplissage et vidange manuelle, il n'y a pas de réservoir, l'emploi d'eau chaude dépend du soleil. La terre est creusée légèrement, le fond nivelé. De la fibre de verre étendue sur le sol accroît l'efficacité.

On forme un bac dans le cadre de bois, pour contenir l'eau, avec une feuille de Mylar ou autre plastique. Une feuille de plastique noir est drappée au-dessus, et flotte sur une couche d'eau de 5cm. Les bords des feuilles de plastique sont clouées en haut de la structure, au moyen de minces baguettes de bois. Couvercle: cadre de bois, film tendu de Mylar ou Tedlar.

Pour un rayonnement solaire de $1 \text{ cal/cm}^2/\text{mn}$, il faut 3 heures pour passer de 20°C à 50°C. (pour 20 l. d'eau).

Chauffe-eau usuel SIMPLE

COMMENT CONSTRUIRE UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE...

120 à 160 litres d' eau chaude par jour.
Coût environ 250 francs. Durée de vie 5 ans.
Avec des matériaux peu coûteux, faciles à se procurer.

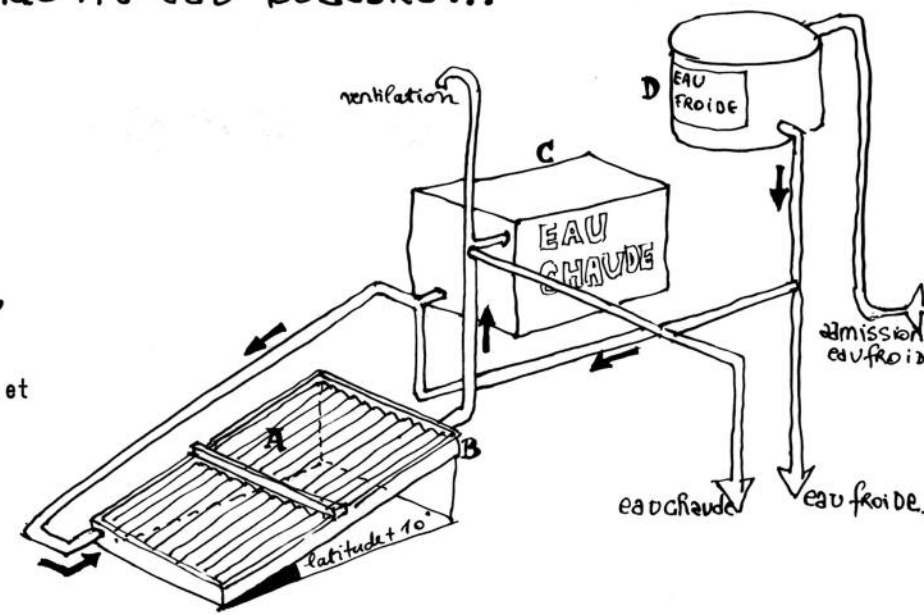
4 parties principales :

A - Collecteur : reçoit les radiations solaires, chauffe l' eau.
Tôle d' acier galvanisée, pour toiture, et tôle plane, rivées et soudées ensemble.

B - Le coffre: contient l' absorbant et le matériau isolant.

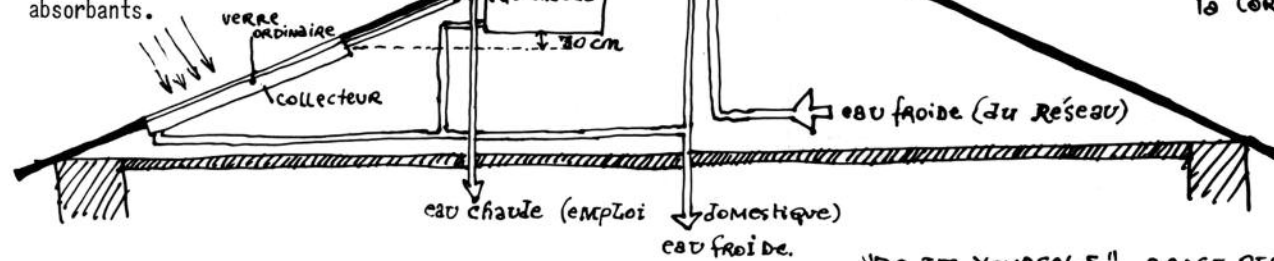
C - Le tonneau de stockage d' eau chaude, avec isolation pour conserver la chaleur de l' eau.

D - Le réservoir d' eau froide.



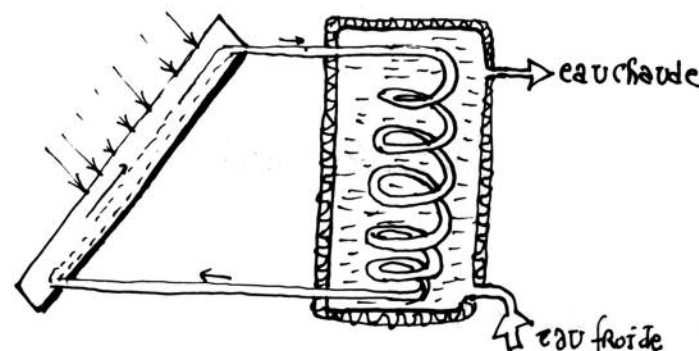
Pour de grandes quantités d' eau chaude, plusieurs collecteurs peuvent être reliés en parallèle, les uns aux autres, et à un réservoir d' eau chaude commun.

On peut placer les collecteurs directement sur le toit, si on le prévoit lors de la construction de la maison, et les couvrir avec des plaques de plastique ondulé (onduclair) qui forment une partie du toit. IL n' est alors pas essentiel d' isoler les absorbants.



ON PLACE LES RÉSERVOIRS À L'INTÉRIEUR POUR ÉVITER LA CORROSION.

"DO IT YOURSELF" BRACE RESEARCH INSTITUTE
QUEBEC.



- Le gel et la corrosion des tuyaux métalliques est souvent un problème sérieux, et le gel peut survenir dans l' unité absorbante quand la température de l' air ambiant est quelques degrés au-dessus de 0°C à cause de l' effet refroidissant des feuilles de métal noir, par rayonnement la nuit. Au lieu de vidanger le système pour les nuits froides, on peut employer un double système, la chaleur étant transférée à l' eau du réservoir à travers un serpentin immergé, chauffant. (circuit clos avec anti-gel.)

- L' utilisation de mastic ou autres composants étanches pour tenir la vitre est insatisfaisante, à cause de la détérioration après quelques années d' exposition au temps. On pourrait étendre les vitres sur les bords couverts de feutre ou de plastique mou, laissant la possibilité de mouvement, tout en étant étanche à l' air.

- Les plastiques transparents (Mylar, tedlar, aclar...) sont plus légers que le verre, faciles à installer, capables de résister à plusieurs années d' exposition au temps et au soleil. Etant plus minces que le verre, ils sont moins opaques aux rayons infrarouges, donc moins efficaces pour réduire les pertes par rayonnement.

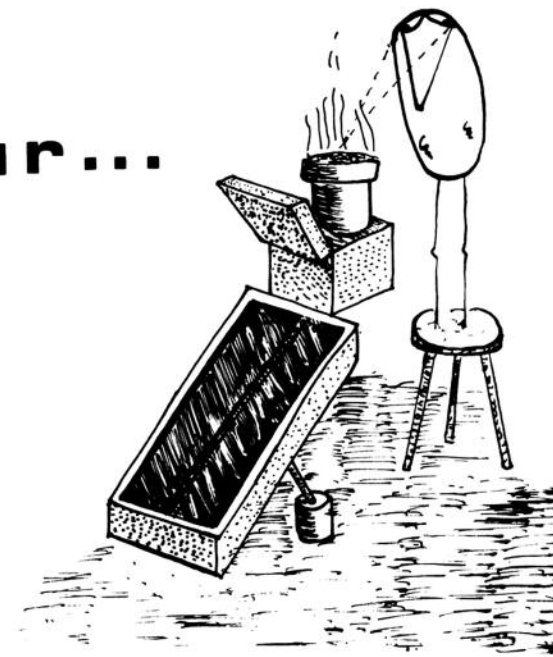
CUISINIÈRES

à vapeur...

Elles sont faites pour les macrobiotiques: idéales pour la cuisson des céréales, des légumes (des ragouts également). Les aliments sont cuits par bouillonnement.

Petits plats mijotés, cuisson en douceur assurés...

La cuisinière comprend 2 parties: - Le collecteur plan qui fait bouillir l'eau pour produire la vapeur.
- Le bain de vapeur, calorifugé, dans lequel on place la casserole.

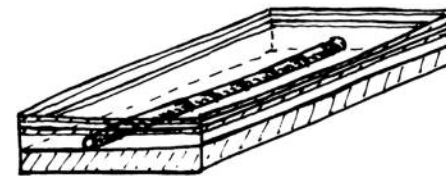


Le principe est de faire bouillir de l'eau (dans le collecteur) pour produire la vapeur dans la boîte dans laquelle baignera la casserole. Le problème est l'étanchéité de l'ensemble du système.

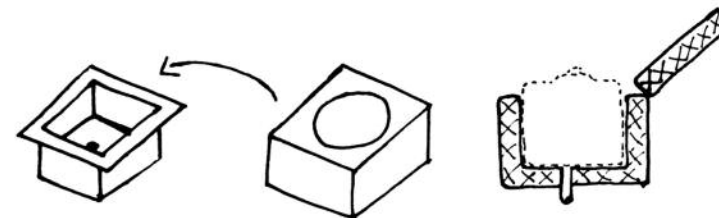
UTILISATION:

L'eau commence à s'évaporer une heure environ après le lever du soleil. La cuisson dure ensuite à peu près 2 heures. On peut donc s'en servir toute la journée. Une simple réorientation entre le matin et l'après midi est nécessaire. Une orientation selon un axe horizontal n'est pas indispensable.

Attention: ne pas oublier de rajouter chaque matin 1 verre d'eau pour compenser les pertes de la veille.



Un collecteur plan à double vitrage sur lequel on fixe un tuyau.

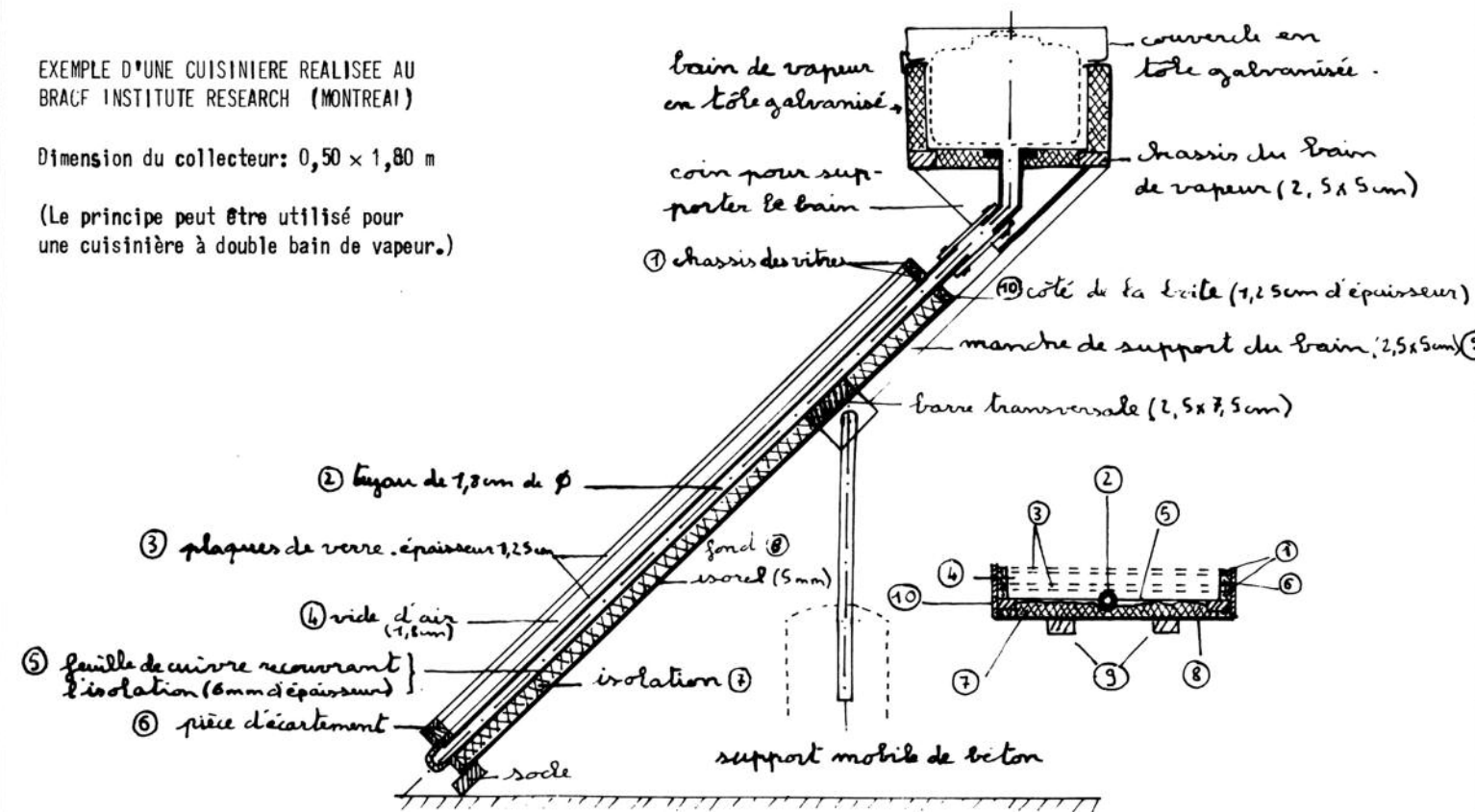


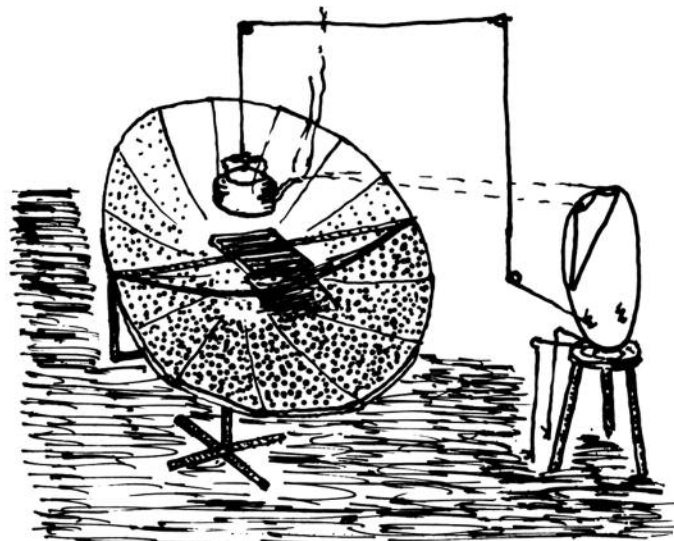
Une boîte calorifugée constituant le bain de vapeur.

EXEMPLE D'UNE CUISINIÈRE RÉALISÉE AU
BRACF INSTITUTE RESEARCH (MONTREAL)

Dimension du collecteur: 0,50 x 1,80 m

(Le principe peut être utilisé pour
une cuisinière à double bain de vapeur.)





Elles permettent un autre type de cuisson par l'obtention de températures plus élevées.
Convient aux amateurs de fritures...

Elles sont constituées d'un collecteur parabolique orientable, monté sur un châssis, et réfléchissant les rayons du soleil sur une "cible" où est placé le récipient servant à la cuisson*. Ces cuisinières permettent une cuisson plus rapide, mais demandent à être constamment réorientées (toutes les 15 à 20 mn). On peut s'en servir pour faire frire comme pour cuire à l'étuvée dans une casserole fermée (cocote minute,...). Pendant le repas, on peut faire chauffer l'eau du café, de la vaisselle, de la lessive, ...

*Le récipient peut être en terre ou en fayence, comme en aluminium ou en acier, la chaleur reçue étant assez diffuse pour ne pas faire craquer la terre ou la fayence.

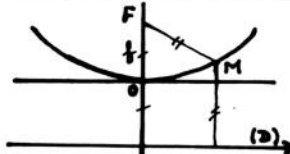
Il est préférable de le noircir pour éviter une nouvelle réflexion ou diffusion (à la suite en le tenant au dessus d'un chiffon imbibé d'huile qu'on brûle).

paraboliques ...

TRACE ET CHOIX D'UNE PARABOLE.

Une parabole est définie: - soit par l'équation $Y = aX^2$.

- soit par son foyer F et sa directrice D



C'est l'ensemble des points M tels que :
 $\frac{MF}{MH} = 1$ avec H projection de M sur (D) .

On a la relation f (distance focale) $= \frac{1}{4a} \iff a = \frac{1}{4f}$ qui per-

met en connaissant l'une ou l'autre des définitions de trouver l'autre pour une construction plus facile. Concrètement, cela permet de choisir la forme de parabole selon la place du foyer désirée et la portion utilisée.

EXEMPLE : paraboloïde tel que $f = 45$ cm, et $\phi = 1,20$ m.

Possibilité de construction point à point: par exemple
 $f = 45 \iff a = \frac{1}{180}$ et $Y = \frac{X^2}{180}$
 $X = 60 \iff Y = \frac{3600}{180} = 20$

ou à l'équerre: en faisant pivoter l'équerre autour du foyer, l'angle droit restant tangent à (Δ) , la tangente au sommet, on obtient une parabole.



Si on veut f à la limite d'un paraboloïde de diamètre ϕ , l'équation de la parabole est $Y = \frac{X^2}{\phi}$

CONSTRUCTION D'UNE CUISINIÈRE PARABOLIQUE

pour faire un moule:



Un tas de sable mouillé sur un sol bien plat...



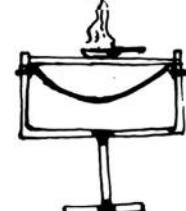
Un gabarit en contre-plaqué monté sur un

La rotation du gabarit donne la forme au ciment qui, une fois sec et poncé, constituera un moule d'un centimètre d'épaisseur.



Le châssis, en tube ou en bois doit permettre une double orientation

Le moule sert à faire la coque en polyester: On le cire puis étale le polyester (+ accélérateur) avec un pinceau. Démouler environ 3/4 d'heure après.



Un tube transversal et une grille peuvent servir de support au récipient

axe et pivotant autour. On donne la forme au sable en faisant tourner le gabarit. On rehausse ensuite le gabarit à l'aide de cales d'un centimètre environ. *planté dans le sol

Poncer la coque et la recouvrir, ou de petits miroirs (d'environ 1 cm de côté), ou de mylar métallisé (par bandes).

Attention:

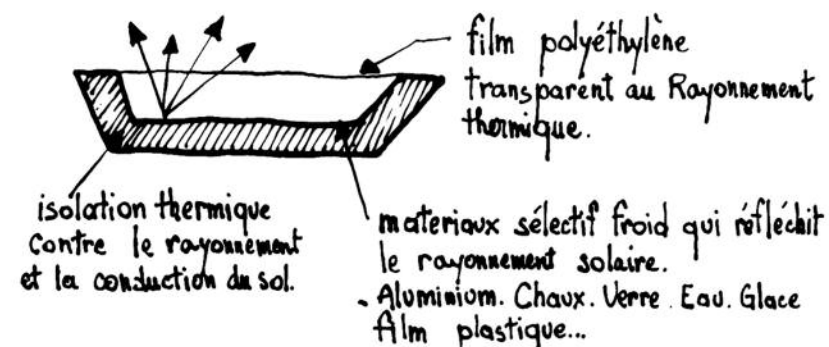
- à la qualité optique du parabolique
- à la stabilité de l'ensemble



Le soleil peut aussi être utilisé pour produire du froid :
soit par l'utilisation de l'effet serre inversé
soit comme source d'énergie d'un système "traditionnel".

Effet Serre inversé.

- se protéger du rayonnement solaire. (Exposition Nord)
- favoriser l'émission du rayonnement naturel.



Le réfrigérateur le plus simple est donc le puits. En remplaçant le polyéthylène par un couvercle isolé et peint en blanc (réfléchissant).

Le couvercle doit rester fermé pendant le jour pour le protéger du rayonnement solaire, et ouvert la nuit pour favoriser le rayonnement naturel.

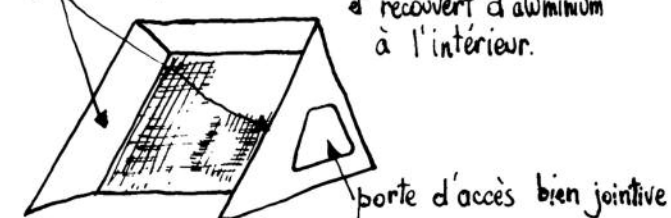
L'air froid est plus dense, il s'accumule donc au fond du puits.



Ce réfrigérateur permet d'obtenir des températures de 10 à 20° C au-dessous de la température ambiante. Il est difficile d'obtenir de la glace pendant les grandes chaleurs, mais il permet la conservation des aliments.

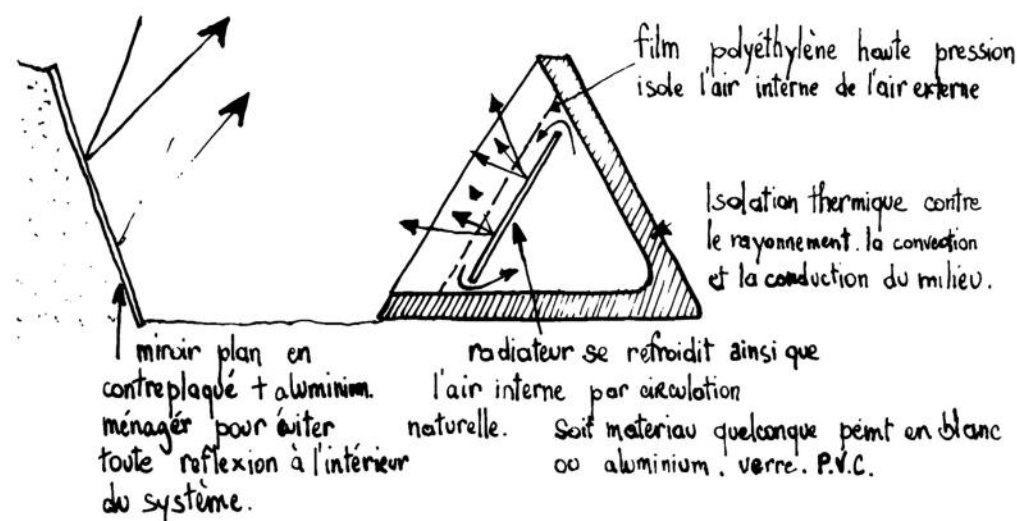
Le refroidissement nocturne est d'autant plus grand que le ciel est clair et limpide. En l'absence de nuage et de poussière le ciel est un corps froid vers lequel les corps (sur terre) émettent un rayonnement thermique.

Les joues latérales protègent du rayonnement solaire. Elles sont peintes en blanc à l'extérieur et recouvertes d'aluminium à l'intérieur.



Système avec radiateur

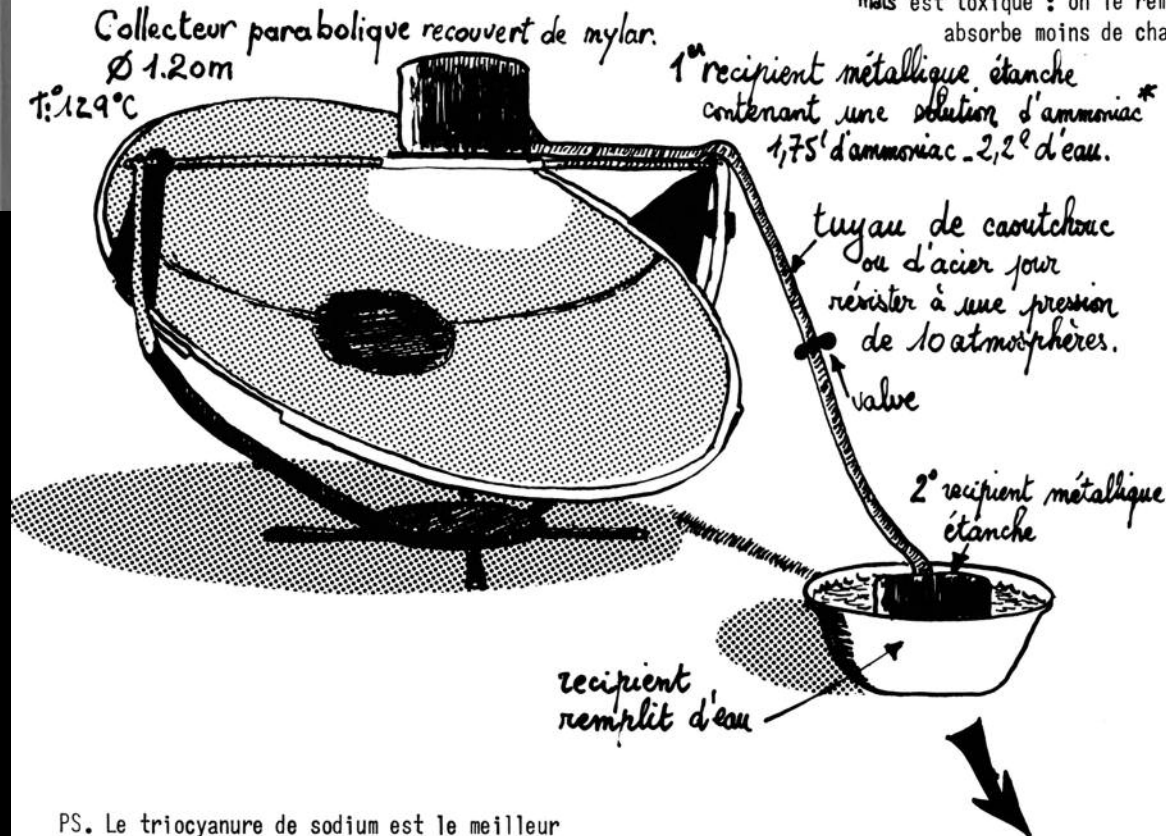
Dans le désert nord du Chili, région très sèche 1 jour de pluie par an, et sans poussière il est possible d'obtenir la température de -21°C avec une température ambiante de 18°C



LE SOLEIL COMME SOURCE D'ENERGIE D'UN REFRIGERATEUR "TRADITIONNEL"

Quand un liquide se transforme en gaz, il absorbe de la chaleur. Quand un gaz se transforme en liquide, il restitue de la chaleur. C'est l'absorption de chaleur nécessaire par le changement d'état qui crée le froid.

Dans cet exemple de réfrigérateur, 4 heures d'exposition au soleil fournissent pour 24 heures une température d'environ 5° C. Avec 10 litres de solution (et non pas 4 litres) il est



PS. Le triocyanure de sodium est le meilleur sel à mettre en solution avec l'ammoniac: très soluble, bonnes propriétés thermodynamique, haute température d'évaporation, chimiquement stable et inerte, économique, non corrosif au fer, bon conducteur thermique, faible viscosité,.. contrairement au sels d'ammoniac, qui corrosifs nécessitent des réservoirs d'aluminium. L'avantage des solutions salines concentrées est que contrairement à l'eau elles ne s'évaporent pas et nécessitent pas de hautes pressions.

possible, dans les mêmes conditions de produire 4,5 Kg de glace.

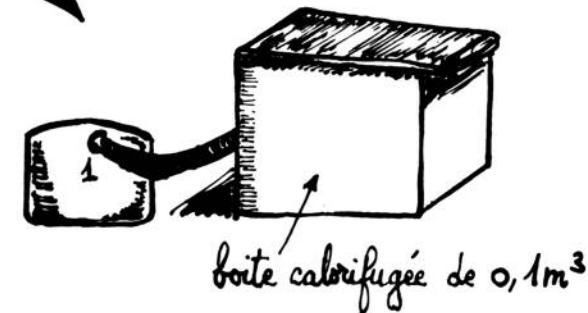
* On utilise les solutions eau-ammoniac car l'ammoniac : a une faible température d'ébullition : -40° C absorbe de grandes quantités de chaleur à l'évaporation (327 cal / g)

mais est toxique : on le remplace souvent par le fréon bien qu'il absorbe moins de chaleur.

Le parabolique concentre le rayonnement sur le récipient. La solution chauffée, l'ammoniac s'évapore et atteint le 2^e récipient, baignant dans l'eau, où il se condense. L'ammoniac du récipient 2 se refroidit par contact avec l'eau.

On enlève le tout (les 2 récipients métalliques). Et on place le 2^e dans une boîte calorifugée. Le récipient 1 n'étant plus chauffé tend à réabsorber l'ammoniac qui pour s'évaporer absorbe la chaleur de la boîte calorifugée créant ainsi le froid.

les 2 récipients reliés par le caoutchouc pèsent 12,5 kg



Rendement du réfrigérateur: $\frac{\text{chaleur absorbée par l'évaporation}}{\text{chaleur fournie au générateur}}$

Rendement du collecteur: $\frac{\text{chaleur fournie au générateur}}{\text{chaleur fournie par le soleil}}$

Rendement total: $\frac{\text{chaleur absorbée par l'évaporation}}{\text{chaleur fournie par le soleil}}$

Le récipient ne reçoit que 67% du rayonnement solaire intercepté par le collecteur. De plus la solution d'ammoniac ne reçoit que 40% du rayonnement solaire car il ya une perte de 24% par rayonnement et de 3% par conduction

Le rendement du collecteur est 0,40. D'autre part le rendement du réfrigérateur est 0,40. Le rendement total est 0,16.

distillateurs

Il est nécessaire de distiller l'eau, soit en cas de pénurie d'eau - recycler les eaux usées - soit en cas d'une source d'eau non potable - salée ou trouble -. Les limites de la distillation solaire sont données par la chaleur de vaporisation de l'eau et l'énergie solaire disponible.

Chauffer 1g (1cc) d'eau de 20°C à 50°C et l'évaporer requiert 500cal.

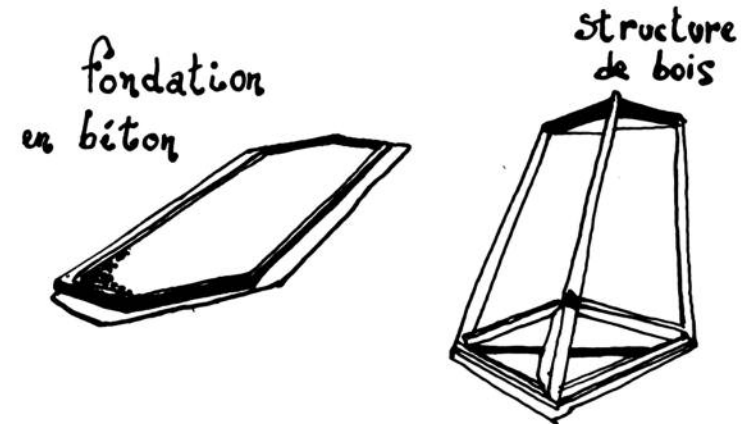
Dans un jour clair d'été, le rayonnement solaire apporte à chaque cm² de surface horizontale 500 cal. Il est donc théoriquement possible de distiller une épaisseur d'eau de 1 cm chaque jour. Le rendement des distillateurs est 35%. Il est possible de distiller 3,5 cm d'eau.
soit 4 l d'eau/ m²/ JOUR.

RENDMENT D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE.

	décembre	mai
- réflexion	11,8%	11,8%
- absorption par le verre.	4,1	4,4
- perte par rad. de l'eau chauff.	36	16,9
- circulation de l'air interne	13,6	8,4
- pertes. sol, coté	2,1	3,5
- réévaporation	7,9	14,5
- distillation	24,5	40,5

Ce rendement sélectionne les jours "uniformes".

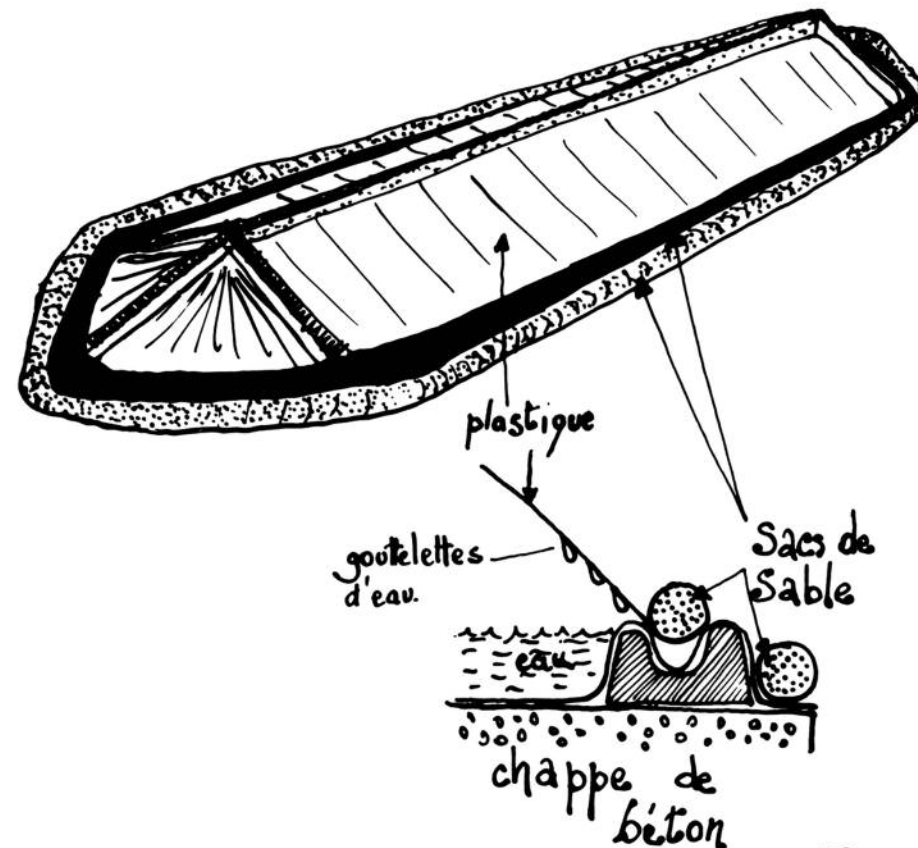
Distillateurs plastiques



Les distillateurs plastiques sont:

- bon marché
- incassables
- très légers
- faciles d'installation
- mais ont une durée de vie assez courte
- le film plastique risque de battre au vent et de casser.

Condensation sous forme de gouttes d'eau qui diffusent et réfléchissent une partie du rayonnement et qui de plus tombent quelquefois dans l'eau, avant de glisser dans la gouttière (action du vent.)



Pour transformer les gouttelettes en un film continu qui diminue les pertes de chaleur par infra rouge vers le ciel

- appliquer des détergents mais leurs effets s'épuisent assez vite.
- utiliser un plastique humidifiable (dans ce cas le rendement atteint 40%)
- acétate de cellulose traitée à l'hydroxyde de sodium
- tedlar traité par grattage mécanique.
- mylar teinté pour absorber les U.V. et éviter la dégradation.

DISTILLER DE L'EAU SALÉE

Dans le désert du Chili à ATACAMA, il est possible en utilisant le RAYONNEMENT NOCTURNE, dans un bac contenant 5 cm d'eau de former 1 cm de glace. Elle n'emprisonne que très peu de cristaux de sel. il suffit d'évacuer l'eau salée, de laisser fondre la glace et on récupère 10 l d'eau/ jour/ m²

conversion thermoelectrique

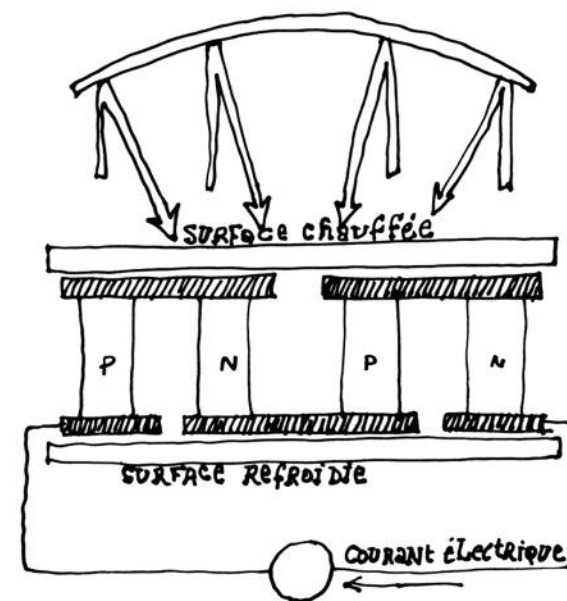
Il est possible de convertir l'énergie solaire en énergie électrique, par le moyen de thermo-couples, sans machineries ni parties mobiles.

On réalise un thermo-couple en soudant des longueurs alternées de conducteur ou semi-conducteurs électriques de différentes sortes, en chauffant une soudure et en refroidissant l'autre. Pour l'efficacité dans la conversion d'énergie solaire en énergie électrique, le thermo-couple doit remplir 3 conditions

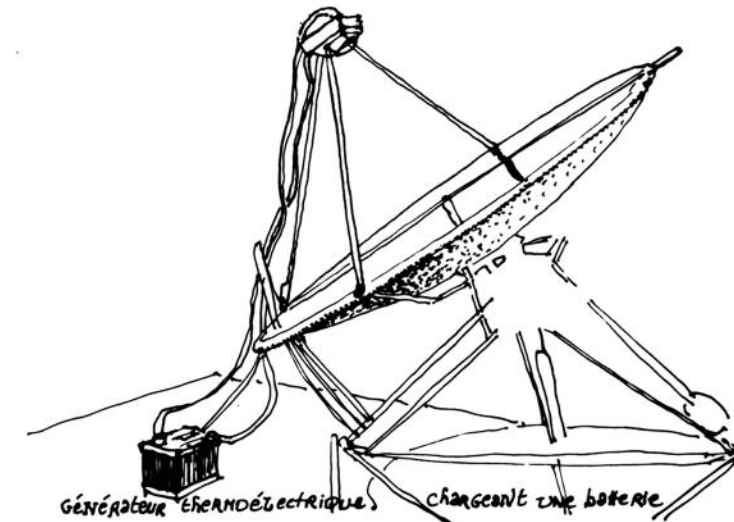
- Un haut voltage par °C de différence de T°.
- Une haute conductibilité électrique (afin de réduire les pertes par effet Joule.
- Une basse conductibilité thermique, (afin d'éviter le transfert de chaleur entre la soudure chaude et la soudure froide).

Les thermo-couples réalisés avec des métaux différents ont des voltages de 20 à 60 microV par °C et les thermo-couples de semi-conducteurs peuvent avoir des voltages de 1000 microV/°C. On emploie deux sortes de semi-conducteurs: en ajoutant soit un élément de haute valence, soit un élément de faible valence à des cristaux purs (resp. semi-conducteurs N et P).

On place ces semi-conducteurs en série.

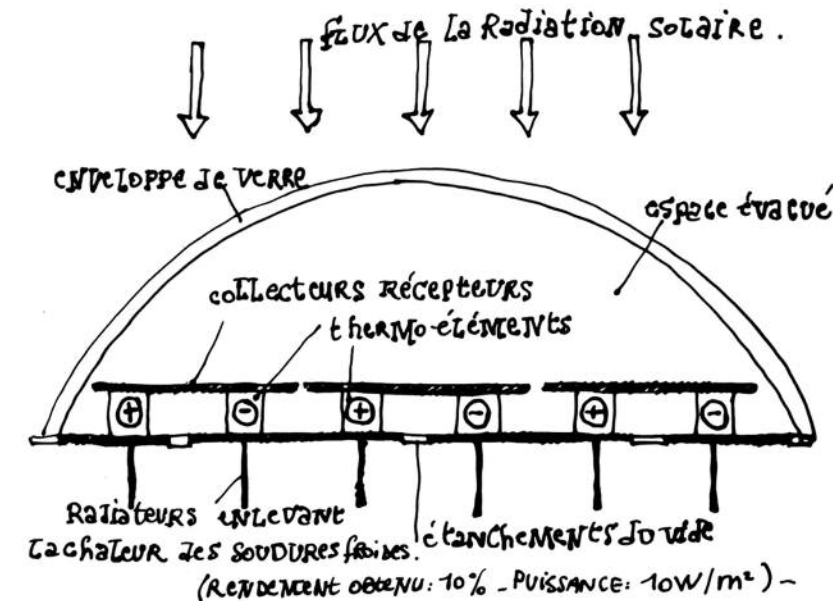


On emploie des semi-conducteurs contenant du silicium, phosphore, soufre, germanium, arsenic, tellurium... Les éléments thermo-électriques sont placés dans une boîte de métal avec une mince plaque métallique noircie à la partie chaude pour recevoir des radiations d'un collecteur focalisant, et produire une température uniforme sur la surface entière. Les éléments thermo-électriques sont forcés contre la source chaude, quelque fois avec l'aide d'un ressort pour exercer une pression (bon contact thermique) et une mince feuille de mica pour éviter le contact électrique. Le côté dos est refroidi par eau, ou par air (ailettes métalliques).



Générateur thermoélectrique chargeant une batterie.
Conçu pour opérer avec radiation solaire focalisée.
Générateur: 12 cm, monté au foyer d'un collecteur parabolique de 1,80 m. La T° atteint 485°C. La plaque frontale d'acier est nickelée, revêtue d'une mince couche de Cu électrolytique, puis chauffée dans l'air par les radiations solaires focalisées, pour donner l'oxyde de Cu noir. Cette couche sélective absorbe 85% des radiations et émet 25% (sous forme d'infrarouges).
En général, le collecteur focalisant intercepte 2 Kw de radiation solaire dans un jour clair, et délivre 1 Kw de chaleur à la cible. Electricité générée: 40 watts. Voltage du circuit ouvert: 4 Volts. Courant en circuit fermé: plus de 40 A. Efficacité du générateur: 4%. En tenant compte du collecteur: 2%.

Générateurs thermoélectriques de grande surface, couvercle de verre 2 couches, sans focalisation, chaque thermo-couple contenant du bismuth telluride, est attaché à de l'aluminium noirci récepteur. On obtient 7 W/m². Jonctions chaudes à 140°C, jonctions froides à 25°C au dessus de l'air ambiant.



conversion thermoionique

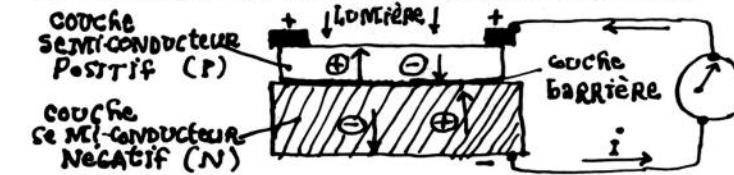
Une surface émettrice d'électrons est chauffée à très haute température, 1500°C ou plus, et les électrons sont "évaporés" dans le vide, ou dans une atmosphère d'ions positifs, tels que ions de césium. Une plaque de métal réceptrice d'électrons, froide, placée seulement à 2/100 de mm collecte ces électrons, et les mène à l'électrode émettrice. Il n'y a pas consommation de matière, mais à l'usage, la surface de l'électrode émettrice se détériore. Sa tempéra-

ture doit être si élevée, qu'il est nécessaire d'employer des collecteurs solaires chers, avec une précision optique très forte. L'intervalle entre l'électrode refroidie et l'électrode chauffée est très proche, aussi la différence de T° crée des problèmes d'expansion et de contraction thermique.
Résultats: générateur à pouvoir thermoionique, à 2600°C, avec efficacité de 4% : 11W/cm².

conversion photovoltaïque

Employer les radiations solaires en tant que source lumineuse, plutôt qu'en tant que chaleur, par le moyen de solides semi-conducteurs pour la production directe d'électricité.

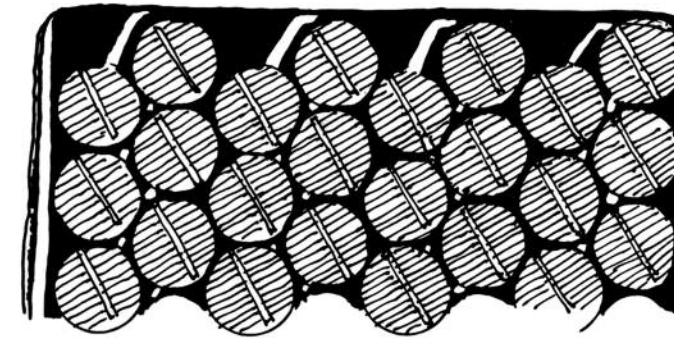
Dans la cellule au silicium, toute la lumière visible du soleil, en dehors de $11,5 \mu$ dans l'infrarouge, est suffisante pour libérer des électrons (un photon libère seulement un électron).



La couche N (-) est réalisée avec du silicium et traces d'arsenic. La couche P (+) très mince, (10^{-4} cm) avec traces de bore.

En lumière brillante, le voltage d'une cellule photovoltaïque au silicium est de 0,5 à 0,6 V. Plusieurs cellules peuvent être placées en série, mais chaque cellule doit être soumise à la même intensité de lumière. 45% de la lumière solaire est employée en libérant des électrons. Peut-être seulement la moitié de cette énergie est convertie en énergie électrique. Avec les pertes de lumière réfléchie, etc...; on a une efficacité de 14%.

Le prix de revient est encore élevé. La fabrication nécessite une extrême purification des composants, la croissance de cristaux simples, des sections à la scie à diamants (et tout le gachis de matériaux dans le processus).

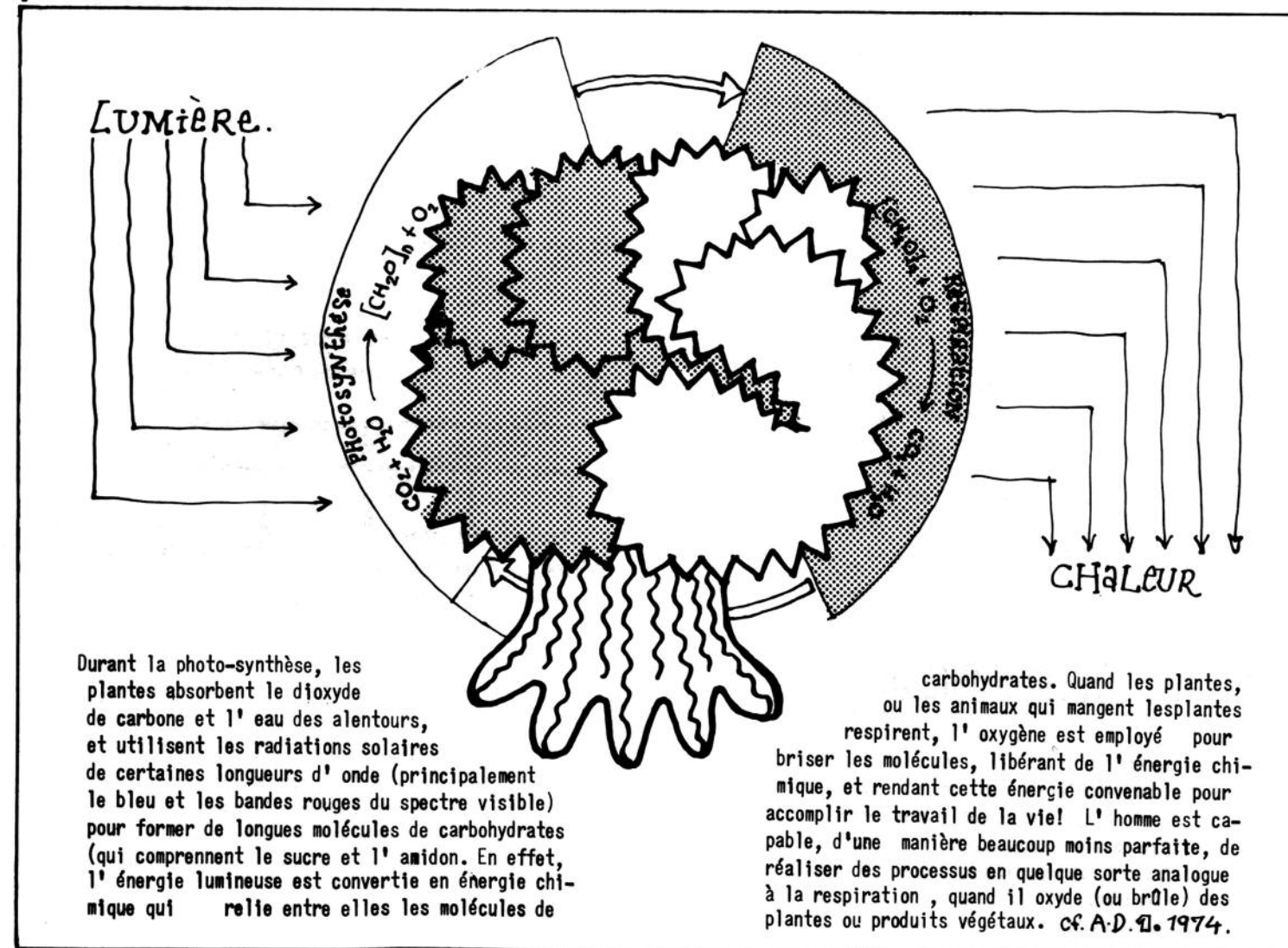


Module de 64 photopiles (cellule au silicium de 40 mm de diamètre). L'ensemble est recouvert par une plaque en verre trempé.

On peut brancher le module pour la charge des batteries de 12 ou 24 V.



photo synthèse



Les exemples des différentes maisons solaires montrent que l'importance plus ou moins grande du chauffage auxiliaire est beaucoup plus déterminée par la solution choisie (problème posé) que par la qualité de l'ensoleillement.

Les maisons "trombe michel", d'Odeillo et de Chauvency n'assurent respectivement que 70 et 40 % du contrôle climatique, par rapport aux normes de confort dominantes. La réponse donnée à cette lacune - 30 ou 60 %, là n'est pas la question - est EXCLUSIVEMENT TECHNIQUE (système de chauffage auxiliaire électrique) et indépendante des notions bio-climatiques.

Utiliser le soleil comme source d'énergie est un pas en avant vers l'intégration des facteurs bio-climatiques. C'est prendre en considération la nature et la durée de l'ensoleillement, la nature de la construction, l'exposition, la capacité thermique, etc ... Mais la démarche reste limitée. Un chauffage solaire reste un système de chauffage, un équipement, un fait secondaire, dont les contraintes sont à étudier, mais qui laissent la "conception architecturale" se situer ailleurs.

LES MAISONS SOLAIRES SONT PLUTOT DES MAISONS A CHAUFFAGE SOLAIRE.

Dépasser les contradictions de ces recherches, ce n'est plus considérer le soleil source d'énergie, mais aussi source d'un ensemble de phénomènes (chaleur, vent, humidité de l'air) qui définissent un micro-climat. Ces deux attitudes se retrouvent aussi au niveau des équipements : réfrigérateurs - ils utilisent soit une source de chaleur (le soleil), soit les phénomènes du rayonnement nocturne.

La volonté d'intégrer tous les facteurs bio-climatiques, de dériver totalement le climat interne du climat externe, transforme

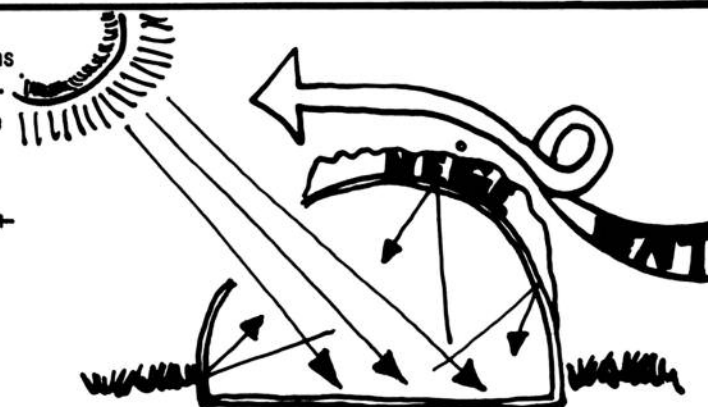
- la nature de la construction
- les caractéristiques du confort
- l'échelle d'intervention

Les interactions entre ces éléments dans cette perspective, ne devraient plus agir dans un seul sens (augmentation des normes de confort, ambiance intérieure rendue indépendante du milieu extérieur par un conditionnement rigide, absence de modulation thermique) mais au contraire de libérer tous les types de réponses, autant en terme de matériaux, de techniques, que d'organisation de l'espace et de conception du confort.

Cette volonté et les contraintes qui s'y attachent sont CREATRICES NON PAS D'UNE INOVATION TECHNOLOGIQUE, MAIS D'UN RAPPORT DIFFERENT A LA TECHNIQUE.

Sortir de la sphère du chauffage, même solaire, pour entrer dans celle du contrôle climatique. C'est-à-dire d'une conception globale de la construction où la question est moins de chauffer (que d'utiliser (rendre utile) transforme le problème.

On limitera l'étude aux conditions climatiques de nos régions tempérées où le problème est plutôt de lutter contre le froid.



La température nécessaire pour une habitation étant basse, il n'est pas nécessaire d'utiliser des collecteurs paraboliques ou orientables. Des collecteurs plans, situés sur le toit, ou sur un mur, tournés vers l'équateur (le sud dans l'hémisphère nord) ou alors horizontalement sur un toit plat. Dans le schéma classique, la chaleur reçue est transportée du collecteur à l'accumulateur, par un courant d'air ou d'eau: l'eau nécessite des moteurs et des pompes.

l'air nécessite de plus grosses conduites, mais de simples ventilateurs.

On utilise des collecteurs plans, recouverts pour la plupart de vitres et inclinés vers le sud, avec des angles variant de 7° à 60° suivant les latitudes. Températures atteintes: 50 ou 60° C.

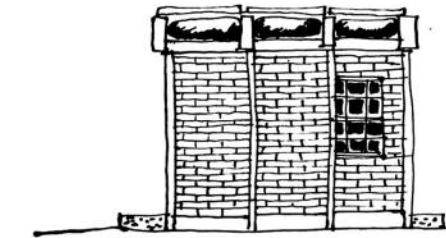
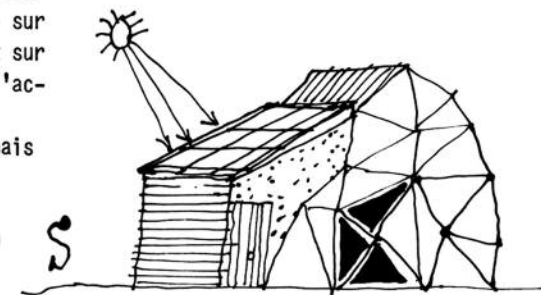
Surfaces variant de 30 m² (maison minimum) à 150 m².

Capacité thermique de 60 à 75 Kwh.

Autonomie de 1/4 de jour à une semaine (en janvier), suivant les habitations et le système choisi.

Circulation d'air entre le collecteur et le réservoir: 0,3 m³/mn par m² de collecteur

Circulation d'eau : 36 litres /h par m² de collecteur.



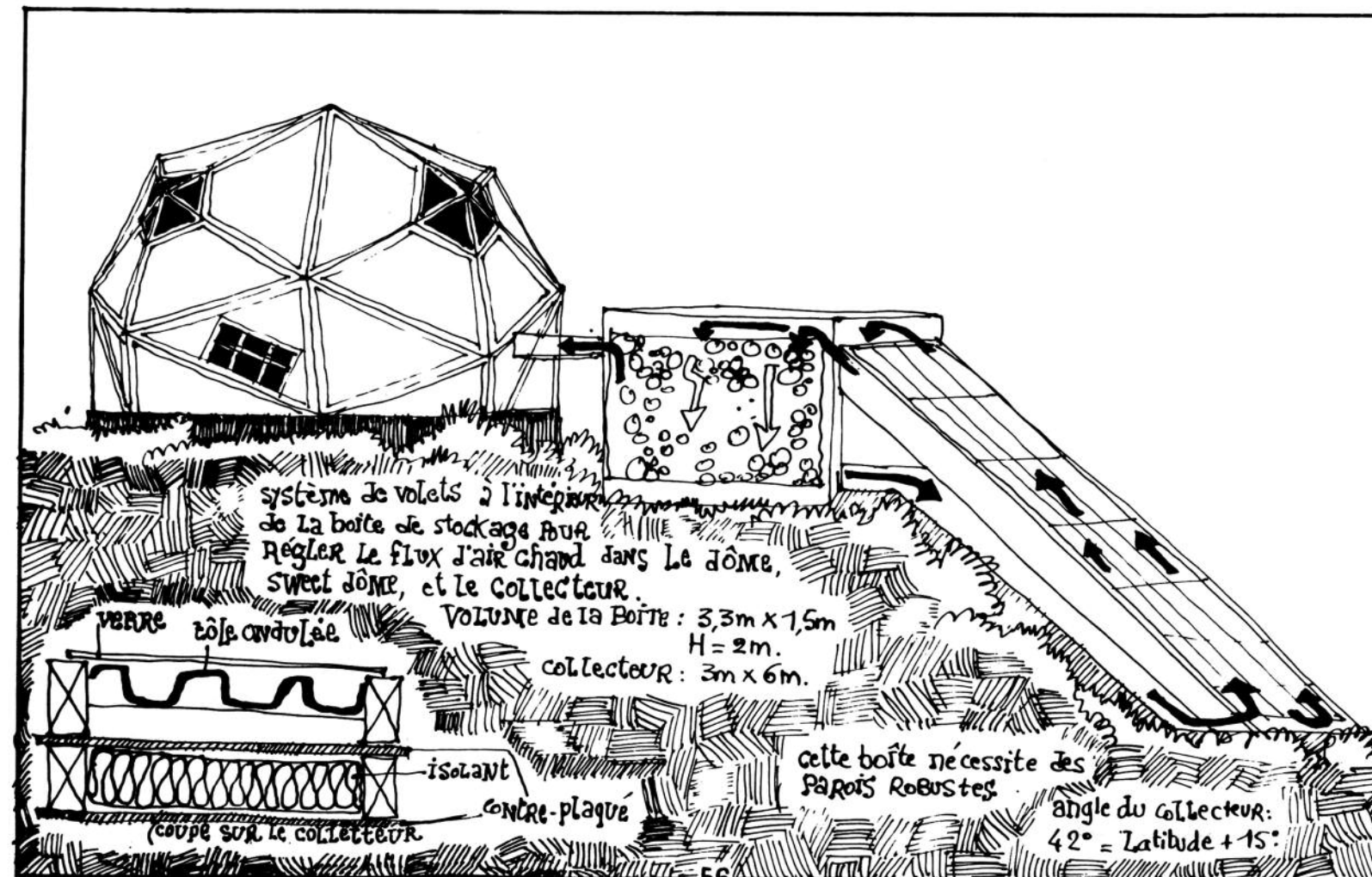
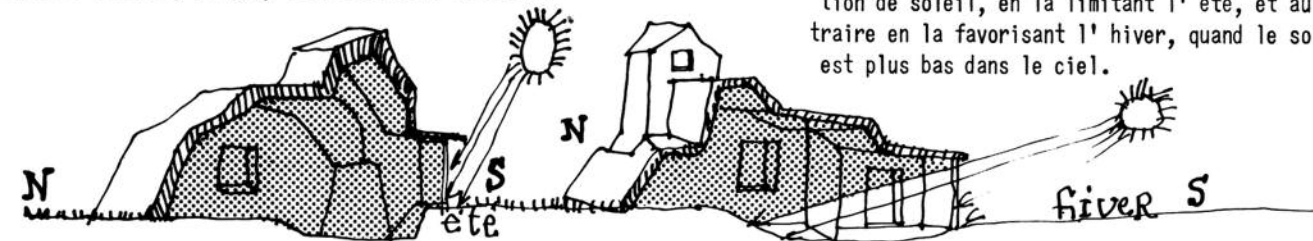
CAPTER

On peut également jouer sur les revêtements, et les couleurs, pour absorber plus ou moins le rayonnement solaire, et émettre ainsi plus ou moins d'infrarouges (chaleur rayonnante).

Matériaux polis, peinture blanche pour réfléchir.

Matériaux mats, couleurs sombres, rouges, terres... pour absorber.

En plaçant de grandes baies au Sud, Sud-Est, Sud-Ouest, on permet au rayonnement de pénétrer à l'intérieur de la maison. La chaleur peut ainsi être accumulée dans les murs, dans les meubles. Ils jouent le rôle de volant thermique: se refroidissant moins vite que l'air, ils restituent les calories quand la température de la pièce diminue. Par un système d'auvent, on peut régler la pénétration de soleil, en la limitant l'été, et au contraire en la favorisant l'hiver, quand le soleil est plus bas dans le ciel.



stockage de la chaleur

: nécessité par la discontinuité du rayonnement solaire. Il peut s'effectuer de différentes manières:

- dans des matières inertes chauffées (l'eau, la roche, les métaux...)
- dans des réactions physico-chimiques comme la deshydratation de sels en solution ou l'évaporation de l'eau.

Le problème, c'est de stocker une grande quantité de chaleur dans un volume faible, et à bas prix!



STOCKAGE PAR CAPACITE THERMIQUE, DANS DES MATERIAUX INERTES.

On peut utiliser des métaux dans certains cas (ils ont une très bonne conductance).

Pour calculer le volume et le poids nécessaires:

Capacité thermique (nb de calories absorbées par un gramme de métal) donnée par :

$$\text{Pour le cuivre: } C = \frac{6,4}{63,6} = 0,1 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$$

$$\text{Pour le Fer : } C = \frac{6,4}{55,8} = 0,11 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$$

$$\text{Pour l'Aluminium : } C = \frac{6,4}{27} = 0,24 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$$

Pour un même poids, le Cu et le Fer stockent 10 fois moins de calories que l'eau (l'aluminium, 4 fois moins)

Pour un même volume, c'est équivalent :

CHALEUR ACCUMULEE POUR UNE ELEVATION DE T° DE		
Eau :	20 kcal	20°C, 1 m³ (1 litre)
Cailloux :	8 kcal	de matière.
Cuivre :	17,8 kcal	eau: économique, mais les
Aluminium :	12,6 kcal	réservoirs sont onéreux

Le stockage de la chaleur par des matières inertes fait intervenir le volume, le prix les transferts de chaleur avec le container, donc l'isolation thermique du container.....



La conduction de la chaleur à travers le lit de cailloux (avec 1/3 du volume total correspondant aux intervalles d'air entre les cailloux de même taille quelque soit leur diamètre commun) est très faible, parce que les cailloux ne se touchent que sur de petites surfaces. De plus, ces cailloux ralentissent la circulation thermique dans les espaces remplis d'air. Ainsi, les pertes de chaleur à travers les parois du lit de cailloux sont réduites.

La capacité thermique de la roche est faible par rapport à celle de l'eau, mais sa densité est grande: pour un même volume, la différence est moins sensible: 1 m³ de roche emmagasine 400 Kcal/°C
1 m³ d'eau emmagasine 1000 Kcal/°C.

Taille normale des pierres: 5 cm de diamètre. Pour les hautes températures, on prend des pierres plus petites. Dans un réservoir fermé, le lit peut être fait de graviers, cailloux, briques tamisées à une taille uniforme, gardant ainsi la résistance à la circulation de l'air aussi faible que possible.

Pour des T° inférieures à 100°C, on emploie des variétés de bons isolants, de faible poids, faible capacité thermique. Pour les hautes T° de stockage, on emploie l'amiante, les mousses, des minerais à faible densité.....

ACCUMULER

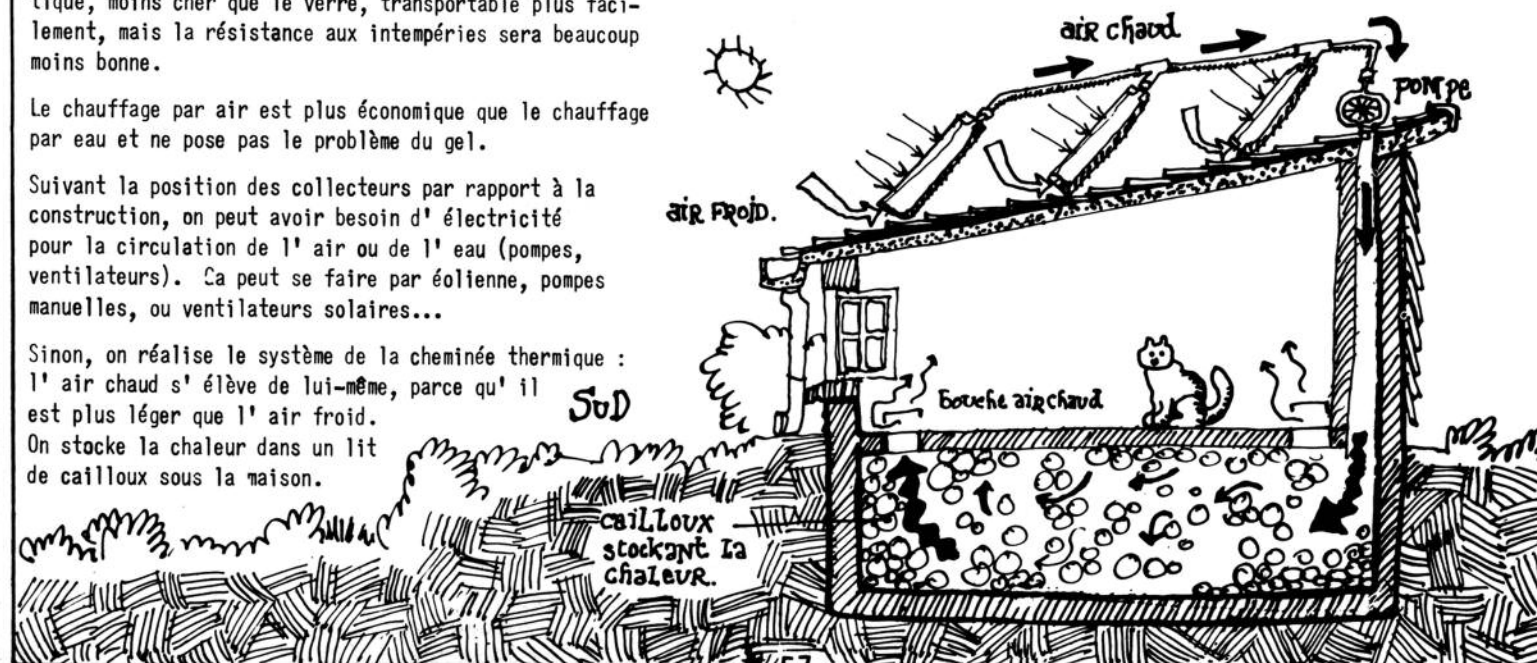
Les collecteurs solaires peuvent être recouverts de plastique, moins cher que le verre, transportable plus facilement, mais la résistance aux intempéries sera beaucoup moins bonne.

Le chauffage par air est plus économique que le chauffage par eau et ne pose pas le problème du gel.

Suivant la position des collecteurs par rapport à la construction, on peut avoir besoin d'électricité pour la circulation de l'air ou de l'eau (pompes, ventilateurs). Ça peut se faire par éolienne, pompes manuelles, ou ventilateurs solaires...

Sinon, on réalise le système de la cheminée thermique: l'air chaud s'élève de lui-même, parce qu'il est plus léger que l'air froid.

On stocke la chaleur dans un lit de cailloux sous la maison.

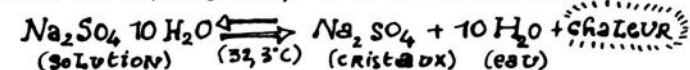


ACCUMULATION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA CHALEUR

Dans un changement physique ou dans une réaction chimique, les échanges thermiques sont bien plus importants qu'avec le simple échauffement de matières inertes (d'où des volumes de stockage moins encombrants, et les T° de stockage peuvent être plus basses ce qui entraîne une économie d'isolation des containers).

Le problème reste le prix des produits chimiques.

Dans le système le plus simple d'accumulation physico-chimique de la chaleur, la formation de cristaux solides peut se faire lentement, on utilise des solutions de sels. Le plus simple à utiliser est le passage à 32,3 °C du sulfate de sodium :



On chauffe les cristaux (par le soleil) dans de l'eau. La température passe au-dessus de 32,3 °C: une solution concentrée de sels anhydres se forme en absorbant de la chaleur, fournie par le soleil.

On laisse la solution se refroidir, et quand la température descend en dessous de 32,3 °C, le sel réagit avec l'eau et dégage la chaleur : 50 cal /g de sel hydraté.

Mais après plusieurs processus, la réaction risque de ne plus se faire, et de donner simplement une solution supersaturée au lieu d'une cristallisation avec dégagement de chaleur : les cristaux se déposent au fond et la stratification empêche la réversibilité de la réaction.

La vitesse de cristallisation donne une limite à la rapidité des échanges thermiques, dépendant de la surface de l'échangeur, de la vitesse du courant d'air ou d'eau passant dans l'échangeur, ainsi que de la différence de température entre ce fluide et le réactif.

COMPARAISONS : chaleur accumulée pour une élévation de 20 °C d'un dm³ (un litre) de matière :

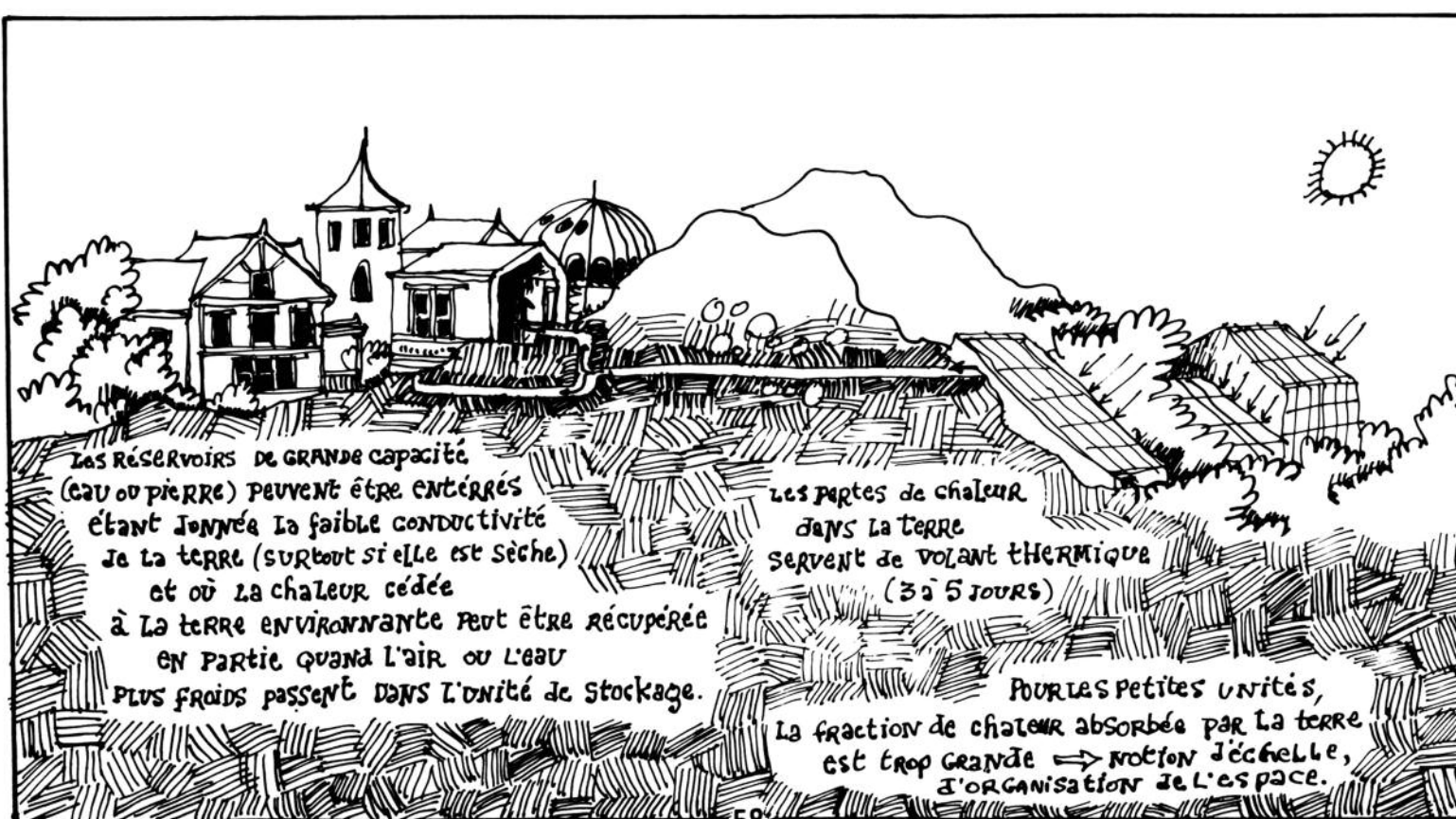
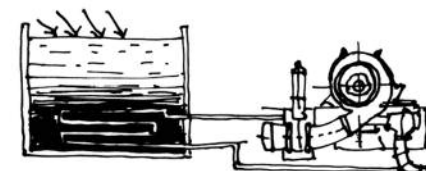
EAU	20 Kcal	{ Le plus économique des sels, mais plus cher que l'eau ou les cailloux
SEL $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	84,5 Kcal à 32,3 °C	

Grande capacité thermique: économie de place, container moins coûteux

RESERVOIRS D'EAU CHAUDE POUR UNE LONGUE DUREE

On emploie de grands bacs, peu profonds, remplis d'eau, avec un fond noir. Les petits bacs ne sont pas efficaces, à cause des pertes par les parois, mais dans un bac assez grand, ces pertes sont relativement peu importantes, et la chaleur absorbée par le sol est faible (étant donnée la faible conductibilité de la terre sèche). Plusieurs jours de soleil sont indispensables pour amener l'eau du bac à température. Mais l'évaporation de l'eau à la surface empêche d'atteindre de hautes températures: un film d'huile à la surface réduit l'évaporation et permet d'augmenter la température.

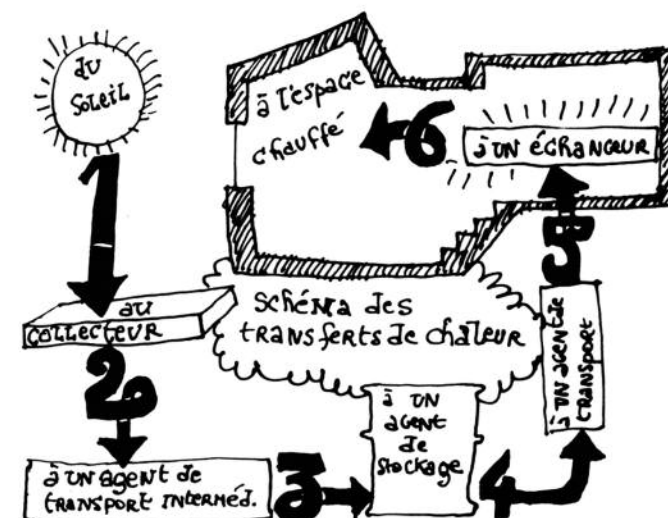
Système particulier: bac de stockage d'un mètre de profondeur, dont le fond noir est recouvert d'une solution de saumure, puis complété par de l'eau ordinaire. La grande différence de densité évite tout risque de mélange lorsque la saumure est chauffée. Le fond peut rester chaud quand le dessus est plus froid, ce qui réduit l'évaporation de l'eau à la surface, donc les pertes de chaleur. Après plusieurs jours de soleil, la chaleur absorbée par le fond du bac élève la température de la saumure jusqu'au point d'ébullition de l'eau. Des tuyaux remplis d'eau serpentant sur le fond sont ainsi chauffés, et donnent de la vapeur sous pression pouvant faire marcher des turbines: on a ainsi de l'énergie jour et nuit.



Les méthodes directes (basées sur le soleil) pour moduler le climat externe sont capables dans quelques cas de créer des conditions de confort sans assistance indirecte supplémentaire. Souvent, la construction seule ne peut assumer tout cette tâche. Bien qu' on en soit au premier stade de développement, la technique de Trombe en assume les 2/3 ou les 3/4. Ce qui manque devrait être apporté avec la même simplicité. Parce que les conventionnelles "maisons solaires" négligent les facteurs bioclimatiques de la construction, elles ont de larges lacunes à combler, et leurs techniques encombrantes ne sont pas nécessairement les meilleures techniques indirectes à utiliser.

Les méthodes indirectes devraient avoir les caractéristiques suivantes:

- 1 - Compléter, sans interférer, les modulations directes des facteurs climatiques. Par exemple, ne pas interférer avec le captage de rayonnement solaire sur la face Sud, pendant l'hiver. Il faudrait capter sur d' autres faces, et ne pas se limiter à l' hiver: cela implique le stockage de chaleur pour des périodes plus grandes que celle réalisées par le bâtiment.
- 2 - Le nombre des transferts de chaleur devrait être minimum: pour réduire le prix et les complications du contrôle. Il pourrait être plus simple d' une manière ou d' une autre de monter aussi haut que possible en température à la première étape (le collecteur) et redescendre le plus prudemment possible. Cela implique des collecteurs à concentration pour les climats tempérés: collecteurs paraboliques, ajustés manuellement chaque semaine, orientés Est-Ouest, placés sur le toit et utilisés les jours clairs de septembre à janvier, afin de chauffer de l' eau près du point d' ébullition. L' eau est un intermédiaire intéressant, elle peut être utilisée pour l' échange, le transport et le stockage de la chaleur (bon marché, disponible aisément, pas de pertes, système clos).

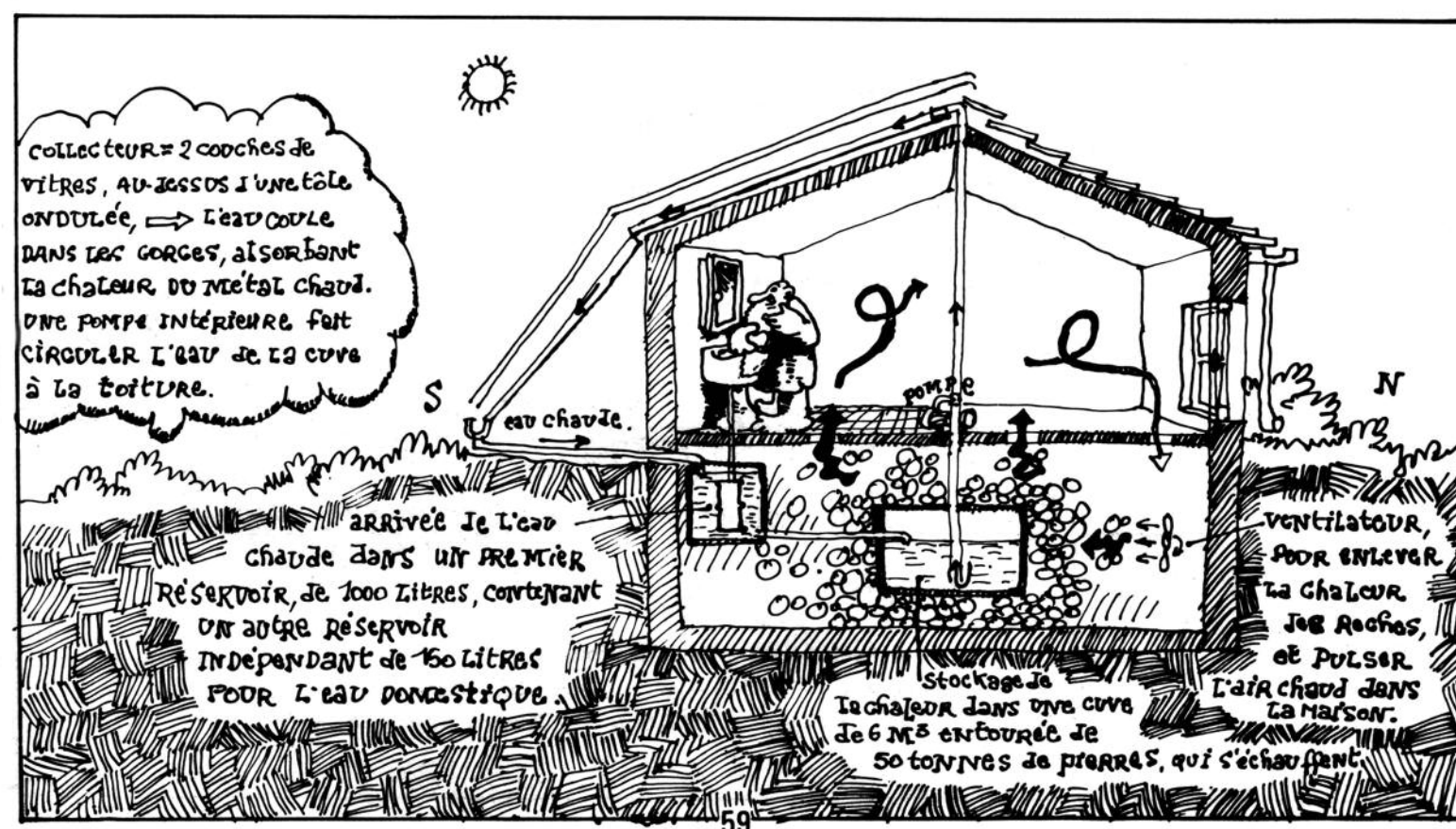


L' ingénieur Suisse Schoenholzer a fait quelques calculs pour mesurer la possibilité de stocker la chaleur dans des réservoirs calorifugés remplis d' eau à très haute température. Ce sont des cylindres de hauteur égale au diamètre pour obtenir un rapport S/V favorable. On accumule la chaleur en été et on la restitue pendant l' hiver. Le rendement est meilleur pour des périodes plus courtes.

MESURES.

- Un accumulateur de 6,4m de haut, de 6,4m de diamètre, devrait, après les pertes de stockage, pourvoir tous les besoins thermiques d' un appartement de 10⁷ Kcal de capacité thermique.
- Accumulateur de 30m de haut, 30m de diamètre pour 100 appartements

Dans les deux cas, la période de charge (accumulation) débute en Avril, à partir d' un stockage d' eau à 30 °C. L' eau est chauffée jusqu' à 90 °C au début de la décharge en Octobre. A la fin de la période d' utilisation, en Avril, la température retombe à sa valeur initiale, 30 °C. Les deux périodes durent 4.380 heures.



Les deux paramètres de la conduction thermique par les parois sont:

- La capacité thermique, souvent négligée
- La résistance thermique, qui permet de distinguer les corps bons conducteurs de la chaleur, et les isolants.

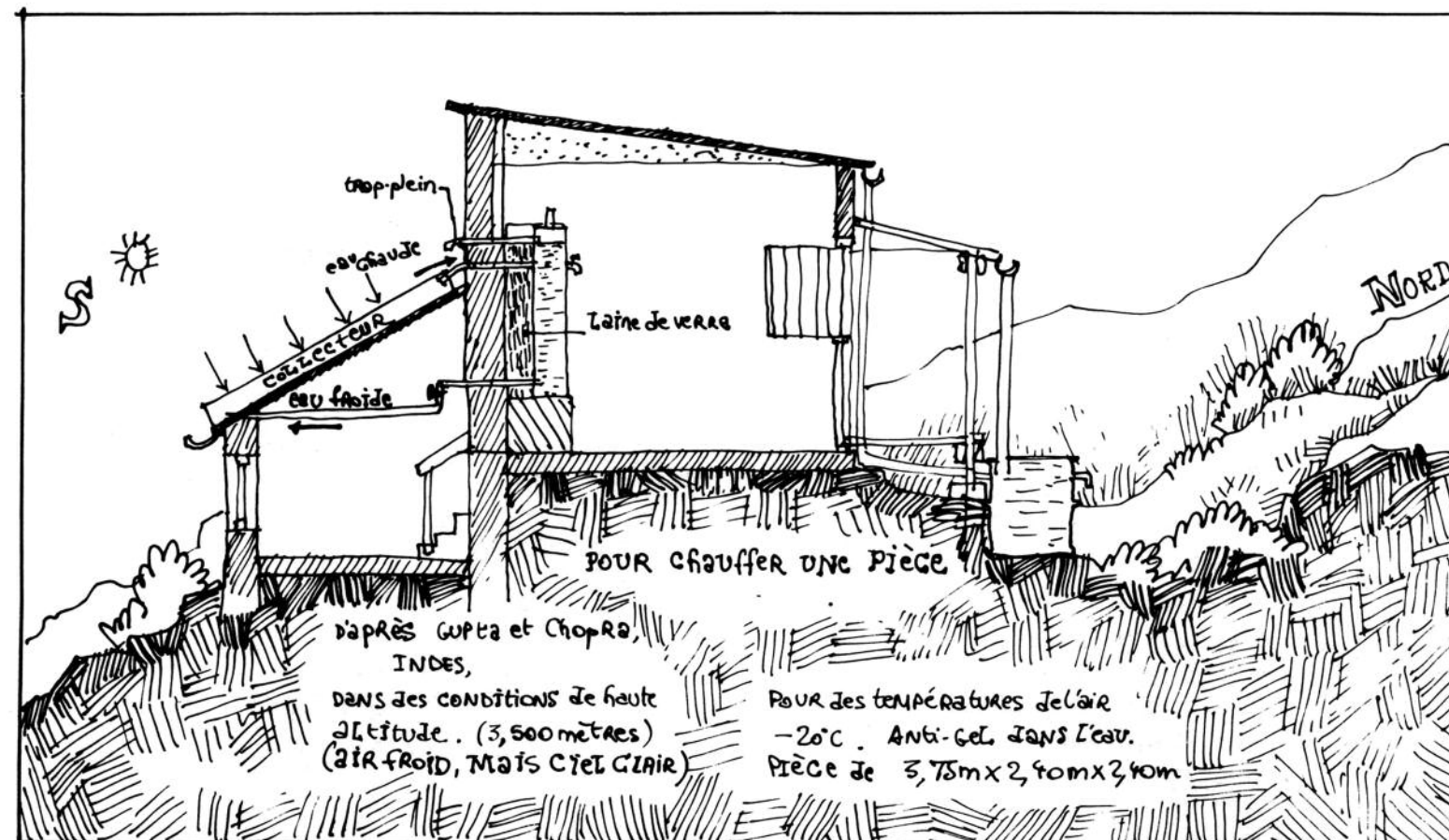
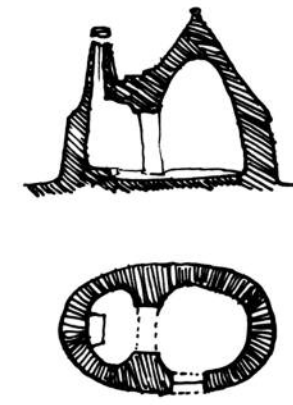
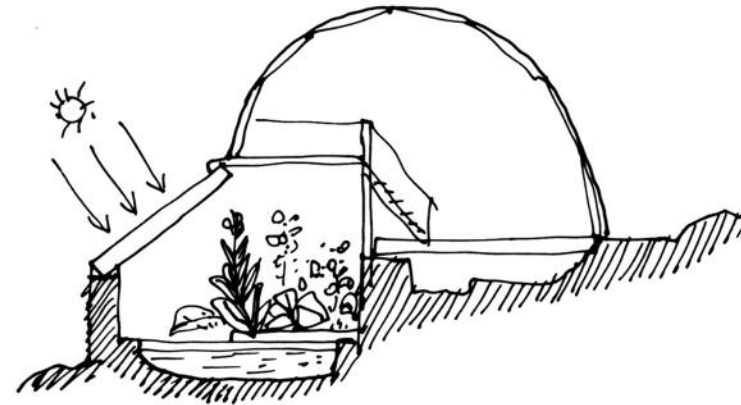
Habituellement, "on" ne tient compte que de régimes permanents, c-à-d que les calculs sont basés sur une différence de température à maintenir entre le milieu extérieur et le milieu intérieur. C'est pour cette raison qu'"on" ne tient compte que d'un paramètre, la résistance thermique, et qu'"on" raisonne en terme d'isolation. Cela aboutit à des contre-sens dès que l'on veut faire intervenir les variations de l'insolation, et du rayonnement des parois. La capacité thermique joue alors un grand rôle.

Au point de vue résistance thermique, un mur de 50 cm laisse passer 10 fois moins de chaleur qu'un mur de même structure dont l'épaisseur est 5 cm.

Au point de vue capacité thermique, un mur épais amortit les effets d'une variation externe de température, et d'apport de chaleur: un mur de 50 cm d'épaisseur amortit le flux de 90%, et laisse passer le flux restant avec un déphasage de 12 heures. on pourra combiner l'effet des murs et celui des fenêtres, qui laissent passer les perturbations sans déphasage.

Avec un matériau léger de même pouvoir isolant, (un cm de laine de verre suffit pour avoir la même résistance thermique que les 50 cm de béton), pour une variation de température extrême sur un jour, le flux qui passe à l'intérieur est à 1% près celui qui aborde extérieurement le mur, avec un déphasage quasiment nul. Un tel mur ne serait efficace que pour des variations de période très courte. (une fraction d'heure.)

matériaux lourds matériaux légers ?



Les apports de chaleur se répartissent dans l'habitat de la manière suivante. (c'est un ordre d'idée)

- système de chauffage : 75 %
- rayonnement solaire : 9 %
- éclairage électrique : 11 %
- chaleur humaine : 5 %

On peut dire que les maisons solaires ont renversé les proportions entre le système de chauffage et le rayonnement solaire.

Mais aussi important est d'utiliser d'autres sources de chaleur présentes dans l'habitat, mais aujourd'hui délaissées ou négligées.

Pensons que l'éclairage électrique fournit une quantité notable de la chaleur, quand on en a beaucoup besoin, c'est-à-dire entre la tombée du jour et le moment où on se couche.

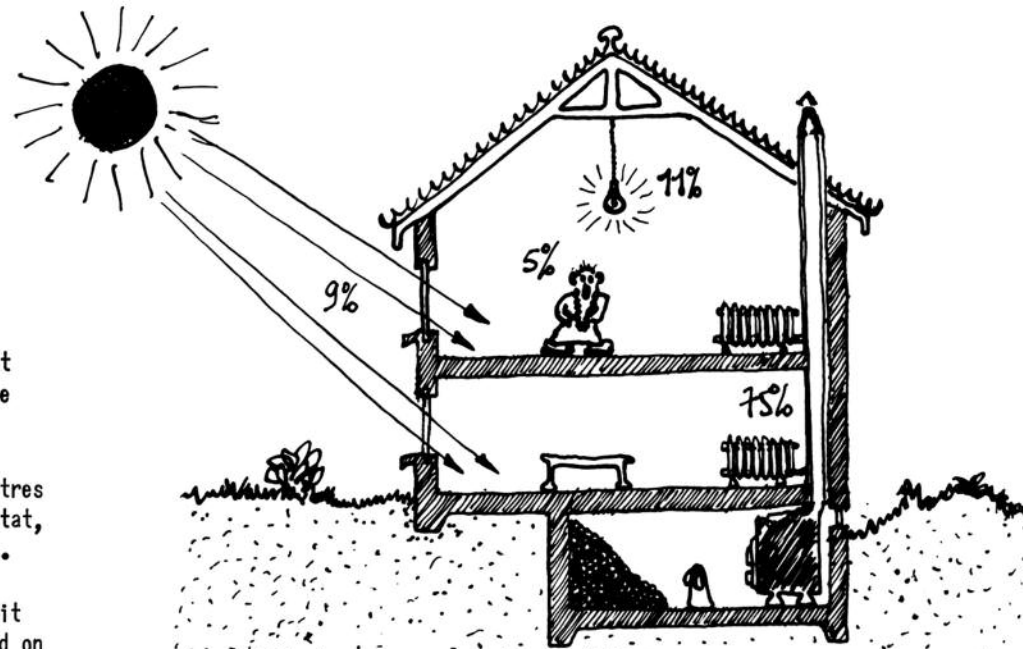
Pensons à la chaleur dégagée par la cuisson de la nourriture. Notons que Steeve Baer a utilisé consciemment cette source de chaleur et trouvant le moyen de retarder l'effet de cuisson au maximum, il utilise autour du four une masse importante de boue séchée (adobe) pour stocker la chaleur. Témoins aussi les fours traditionnels nommés kachelofen, à la fois four et chauffage d'une très grande capacité thermique.

Pensons à utiliser les pertes de chaleur des réservoirs calorifugés d'eau chaude en les installant dans les sanitaires (c'est-à-dire là où on les utilise).

Pensons que les végétaux absorbent l'humidité de l'air, provoquant ainsi sont échauffement. Par exemple un bananier peut absorber jusqu'à 22 litres d'eau par jour (un litre d'eau restitue 580 Kcal en se condensant), soit fournir 22 fois 580 Kcal, soit 12 760 Kcal. Bien qu'il en garde une partie pour sa croissance, il en reste suffisamment pour nous.

- s'il gardait tout, il produirait des bananes flambées.

Sans oublier la chaleur animale, humaine et féminine. Les expériences de Wilhem Reich sur l'énergie d'orgone sont prometteuses bien que encore aux premiers balbutiments



AUTRES SOURCES DE CHALEUR.



Cf. W. REICH. L'ETHER. Dieu et Le diable.



Il peut paraître contradictoire que nous ayons traité les différents éléments dans cet ordre, de l'espace privé vers l'espace collectif (capter, accumuler, organiser l'espace ...) alors que nous soutenons que le problème est d'abord collectif, puis, à partir de ce que le collectif ne peut assurer, privé. (Cf. contrôle climatique). Mais ceci est dû au fait que la pratique actuelle a par sa nature surdéveloppé les connaissances au niveau de l'espace privé. Et que les informations sont très pauvres quant à l'espace collectif et son organisation. Si ce n'est que des constatations et des traces de la tradition orale.

C'est un champ de recherches à ouvrir.

Le rayonnement solaire est capté, sa chaleur accumulée, les autres sources de chaleur prises en considération et utilisées au mieux. Pour que la notion de contrôle climatique acquiert sa dimension réelle, c'est-à-dire collective, il est essentiel d'organiser l'espace, en temps qu'élément premier, de base, à partir duquel les diverses sources de chaleur opèrent dans les meilleures conditions.

Quel rapport observer avec les autres phénomènes ?

- pluie, vent, neige ... : l'attitude possible, l'utiliser ou s'en protéger, comme pour le soleil, est contradictoire selon la saison, la région, ou la fonction envisagée.

Mais tout d'abord il faut distinguer deux niveaux différents dans l'organisation de l'espace.

- 1 - Limiter les pertes, utiliser au mieux la chaleur existante
MORPHOLOGIE INTERNE

- 2 - Se servir ou se protéger des éléments climatiques en terme de construction et de végétation.
Créer un rapport favorable entre les constructions et entre l'ensemble des constructions et le site (lac, forêt, cours d'eau, vent dominant, colline, montagne, etc ..)
MORPHOLOGIE EXTERNE

ORGANISER L' ESPACE

Compacité maximum
pas de circulations

Meilleure exposition
pour les pièces de
séjour (atelier,
bureaux, salon, etc.)

Chambre avec soleil matinal (Est)

Séjour-Cuisine centrale
pour la diffusion de la chaleur
domestique

Bains exposés au nord - réservoir
d'eau chaude comme source
de chaleur.

Salle semi enterrée

Sas
Double porte

morphologie interne

Le renouvellement d'air est une contrainte fixe. Le problème est donc de limiter les pertes par la toiture, les murs, le sol et les ouvertures.

limiter les pertes

- 1 - Limiter les pertes par la toiture, le sol et les murs.

- par une isolation thermique (Cf conductibilité p. 30) fibres de bois, laine de verre, mousse expansée, polystyrène, appliqués en pellicules sur la partie porteuse. Il est souvent intéressant d'utiliser un vide d'air.

- par un revêtement assurant une meilleure réflexion possible de la chaleur.

Peinture blanche, puis dans l'ordre de réflexivité crème, jaune citron, jaune d'or, bleu ciel, vert d'eau, bleu turquoise, rouge clair, vert prairie, etc ... Aluminium de cuisine ou en plaque, miroir d'argent (glace) sont aussi des matériaux très intéressants bien que chers.

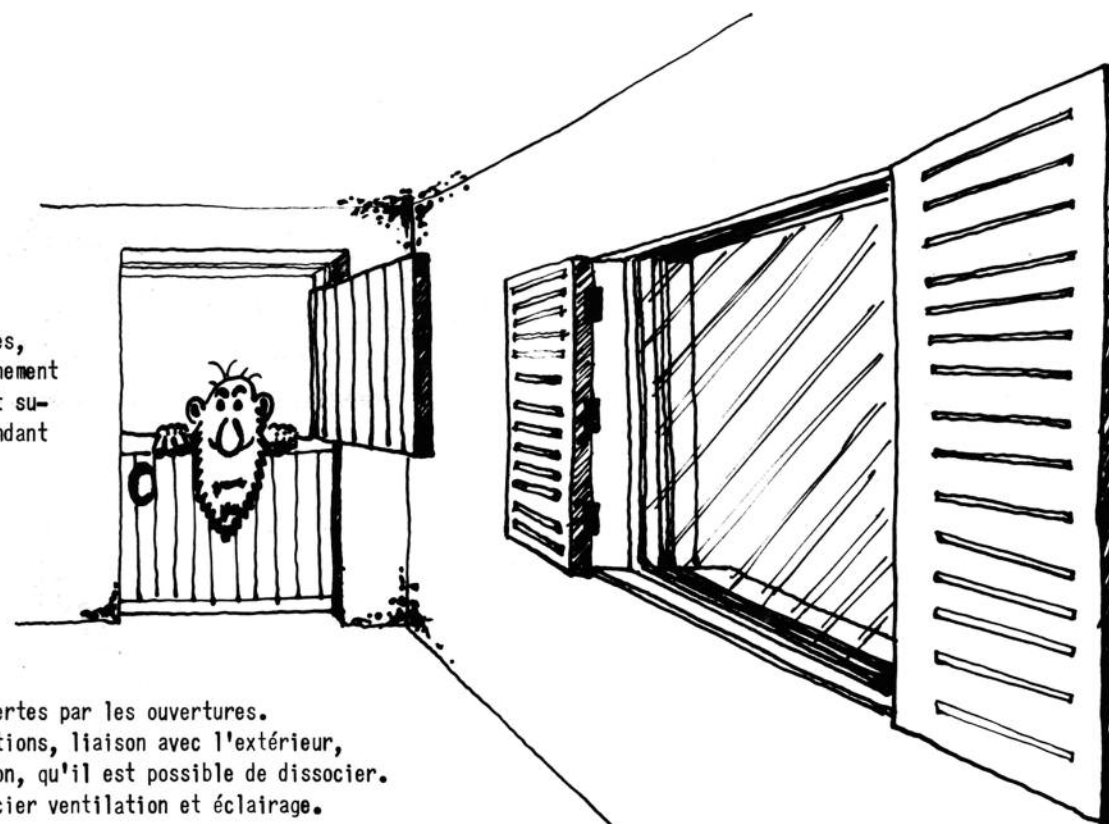
- parallèlement au revêtement, par des formes adéquates à la réflexion (Cf l'igloo) c'est-à-dire les dérivés de la sphère, tels que dôme, coupole et leur assemblage. De plus ces formes présentent le minimum de surface exposée pour le maximum de volume interne. (nous verrons l'importance de ce fait par rapport à la morphologie extérieure,



Répartition des pertes :

- par renouvellement d'air : 40 %
- par la toiture : 13 %
- par les murs : 15 %
- par le sol : 5 %
- par les ouvertures : 27 %

A travers les fenêtres, les pertes par rayonnement pendant la nuit, sont supérieures au gain pendant le jour.



- 2 - Limiter les pertes par les ouvertures. Elles ont trois fonctions, liaison avec l'extérieur, éclairage, ventilation, qu'il est possible de dissocier. Principalement dissocier ventilation et éclairage.

Par exemple une fenêtre étanche et fixe à double vitrage (gain de 30 %) munie de volets intérieurs réflexifs fermés pendant la nuit. Une porte pleine à double battants. La position entrouverte peut assurer la ventilation, ce qui permet d'obtenir par la porte ce qui était possible avec des fenêtres ouvrables : communiquer avec l'extérieur.

D'une façon générale, implanter une petite fenêtre au Nord et de plus grandes au Sud, Sud-Est et Sud-Ouest.

PRINCIPE ESSENTIEL : NE RIEN FAIRE QUI POISSE CONTRARIER LE RAYONNEMENT SOLAIRE SUR LA FACE VERTICALE S.

LA NEIGE. Elle peut être utilisée car c'est un bon isolant thermique. L'épaisse couche qu'elle forme sur les toits affecte leur dimension, leur forme, et leur solidité. Charpentes résistantes.



LES ARBRES. En hiver, les arbres brisent la force du vent, mais laissent passer les rayons solaires. En été, leur feuillage protège du soleil, ou du moins, crée des zones fraîches en plus de la protection contre les vents.

Noter la différence entre vents et mouvements d'air froid ou chaud. Les premiers existent à l'échelle de la région et proviennent des données climatiques. Les seconds existent par rapport à l'organisation de l'espace proche (on les appellent aussi "courants d'air"). Il est très important de pouvoir y répondre. Les accès doivent être protégés (vérandas, auvents, sas...)



L'usage du vent change, suivant que l'air est sec ou humide. Le vent peut servir à assécher l'air. Ex: action conjuguée du vent et du chaume, importante dans des régions ventées et humides comme la Normandie. L'absorption et l'évaporation de l'humidité par le chaume permet d'éviter les problèmes de condensation.

POUR SE PROTÉGER DU FROID, ÉVITER LES DÉPENSES DE CHALEUR, ON UTILISE UN PIAN MASSIF, MATÉRIAUX LOURDS... CAPTER LE MAXIMUM DE RAYONNEMENT SOLAIRE (COULEURS SOMBRES) - GROUPEMENTS COMPACTS. PASSAGES COUVERTS, RUES À ARCADES.....

LE VENT : Offrir la plus faible exposition possible par rapport aux vents dominants.



PAR L'ORIENTATION. En Provence, on expose une surface minimum au mistral, avec des fenêtres de petites dimensions.

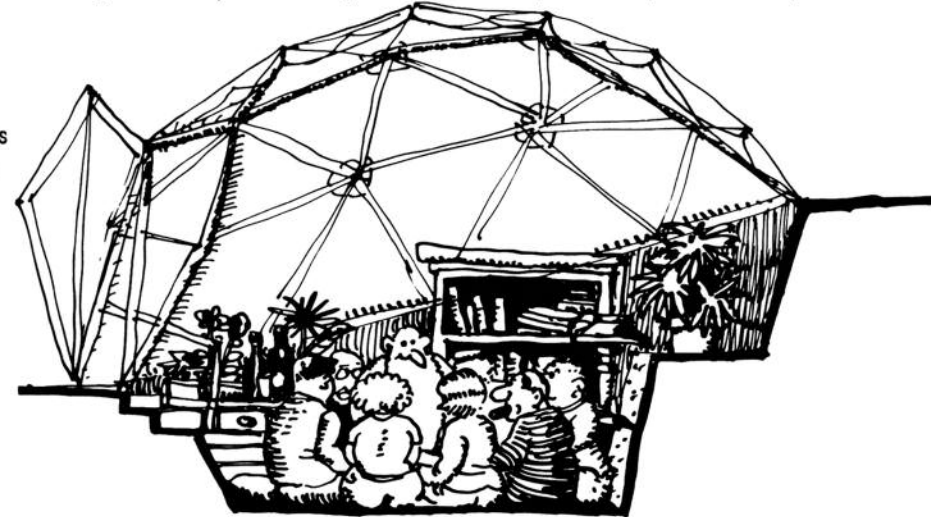
SUD : NOMBREUSES FENÊTRES PROTÉGÉES PAR DES VOILETS, PARCE QU'IL Y A PEU D'ARBRES

morphologie externe

Fermes de Normandie: toits de chaume, dont la forme ressemble à la coque d'un bateau retourné. Proue face au vent, côté Est calme et abrité.



PAR LE TYPE D'IMPLANTATION : Habitat souterrain ou semi-souterrain, dans une région ventée, sans arbre, en utilisant de plus la capacité thermique du sol.



PAR CERTAINS AMÉNAGEMENTS : perches utilisées en Suisse pour protéger la maison contre la force du vent.

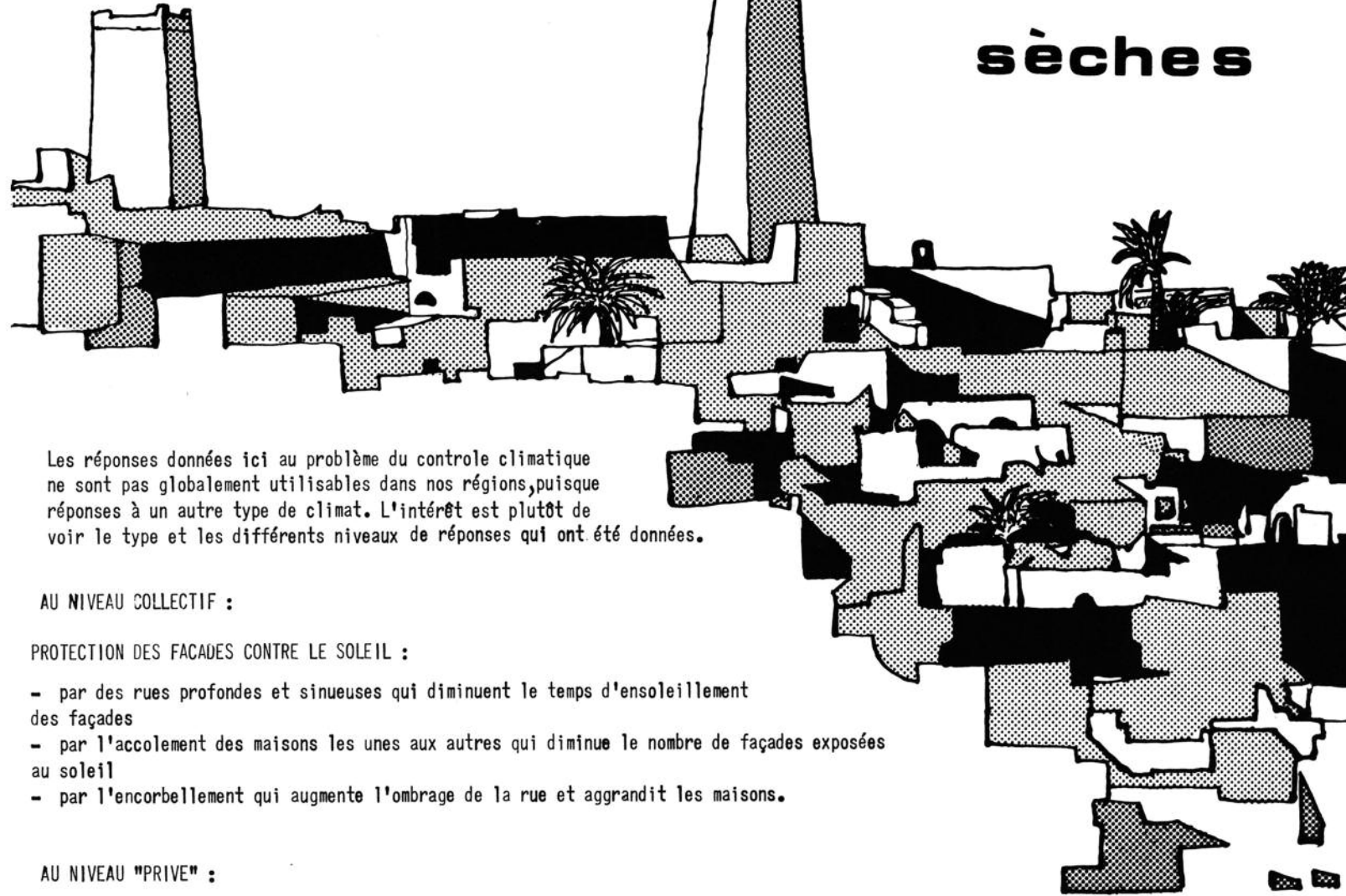


régions

chaudes

et

sèches



Les réponses données ici au problème du contrôle climatique ne sont pas globalement utilisables dans nos régions, puisque réponses à un autre type de climat. L'intérêt est plutôt de voir le type et les différents niveaux de réponses qui ont été données.

AU NIVEAU COLLECTIF :

PROTECTION DES FAÇADES CONTRE LE SOLEIL :

- par des rues profondes et sinueuses qui diminuent le temps d'ensoleillement des façades
- par l'accolement des maisons les unes aux autres qui diminue le nombre de façades exposées au soleil
- par l'encorbellement qui augmente l'ombrage de la rue et aggrandit les maisons.

AU NIVEAU "PRIVE" :

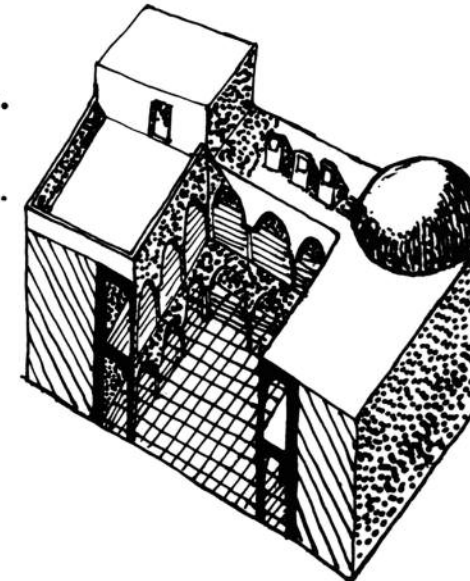
Cette organisation des groupements implique une ouverture de l'habitat vers l'intérieur,

- le patio, "puits" de fraîcheur : l'air frais amassé la nuit ne finit par disparaître que l'après-midi (l'air frais est plus dense)
Le patio agit comme "régulateur thermique"

La maison s'organise autour du patio suivant un certain nombre d'espaces polyvalents. Un double nomadisme intérieur impose la polyvalence des espaces :

- nomadisme saisonnier : parties habitées différentes suivant les saisons :
 - rez de chaussée ou étage (solarium) en hiver, pièces exposées au Sud
 - rez de chaussée ou sous-sol en été (murs plus épais, rayonnement solaire moindre ...)
- nomadisme quotidien :
 - repas sur les galeries : à l'air et à l'ombre
 - sieste au sous-sol
 - nuit sur le toit terrasse (en été)
 - cuisine séparée pour éviter une source supplémentaire de chaleur.

La loggia qui entoure le patio, comme la galerie au rez de chaussée, sert de lieu de séjour comme de circulation. Elle protège également les pièces adjacentes.



pays islamiques

... L'EAU

La régulation thermique déjà commencée par:

- la diminution des surfaces exposées au soleil,
 - la répartition des pièces (morphologie interne),
 - l'élaboration de certains espaces spécifiques,
- est encore améliorée par l'utilisation de certains matériaux et lois physiques.

La présence d'eau a une importance primordiale dans ce type de climat (chaud et sec: son évaporation rafraîchit l'air et augmente son humidité.

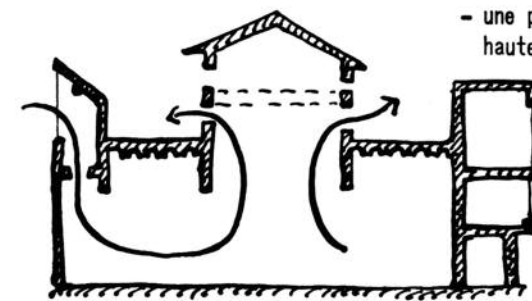
* Les matériaux traditionnels tels que - terre, pisé, pierre, mortier, bois, ...- permettent grâce à leur capillarité une certaine remontée d'eau qui vient s'évaporer en surface. De plus, leur grande inertie thermique empêche l'air intérieur d'être réchauffé par convection. Les enduits blancs utilisés à l'extérieur diminuent encore l'échauffement de ces matériaux par leur grande réflectivité au rayonnement solaire (cette réflexion peut être utilisée pour l'éclaircissement et l'échauffement des façades nord de nos régions).

LA VENTILATION

La densité de l'air chaud étant plus faible que celle de l'air froid, c'est ce fait qui est utilisé dans les dispositifs de ventilation:

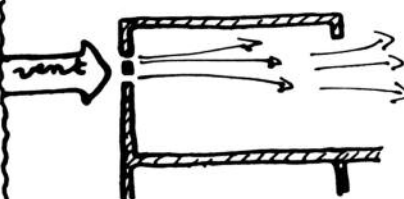


- Trous dans les plafonds le long d'une ligne verticale.
- Trous dans la partie supérieure des murs pour créer une circulation avec les portes et les fenêtres.



"Malkaf": - un capteur d'air en hauteur
- une pièce centrale très haute qui laisse s'échapper l'air chaud.

La création de différence de pression peut également être un moyen de ventiler:

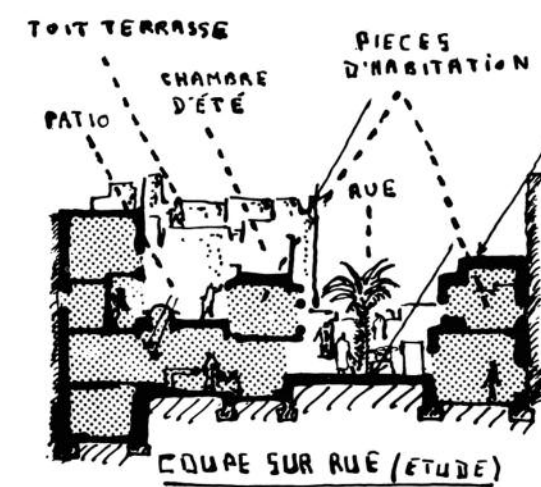


Un courant d'air est créé par la basse pression qui règne à l'intérieur de la loggia. L'inverse, qui paraît plus naturel (ouverture face au vent), crée en fait une surpression qui fait stagner l'air.

Le volume d'air qui circule est déterminé par la formule:

$$V \text{ (en m}^3/\text{h)} = 3150 \times S \text{ (surface d'entrée en m}^2\text{)} \times \text{Vitesse du vent (en Km/h)}$$

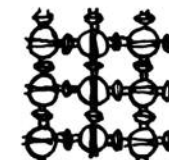
pour un vent perpendiculaire au mur et une surface d'entrée égale à la surface de sortie.



*Utilisation de l'eau en surface comme en mouvement: fontaine, bassins, caniveaux, ...



*Utilisation de la végétation et des arbres: fraîcheur de l'ombre en été, pénétration des rayons solaires en hiver (essences caduques). Jardins suspendus sur les toitures terrasses, tonelles, fleurs...

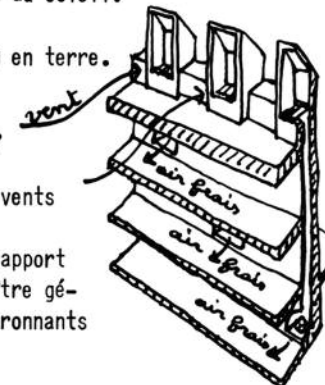


"Moucharrabieh": sorte de lattis en bois qui permet de se soustraire au regard tout en voyant à l'extérieur. Il permet d'obtenir une clarté suffisante et une bonne ventilation sans élévation excessive de la température, le bois s'échauffant peu au soleil.

"claustra": idem en brique ou en terre.

Cheminées de ventilation:

- orientées en direction des vents dominants
- légèrement surélevées par rapport aux terrasses pour ne pas être gênées par les bâtiments environnants
- profitant des vents frais



L'air passe dans des conduits le long des murs non exposés au soleil (mitoyens ou intérieurs) pour être rafraîchi et émerge dans les pièces d'où il chasse l'air chaud.

On peut encore rafraîchir l'air en plaçant des jarres pleines d'eau à la sortie des conduits, ou un plateau de charbon de bois humidifié.

"salsabil": plaque de marbre légèrement creusée sur laquelle goutte l'eau d'une fontaine.

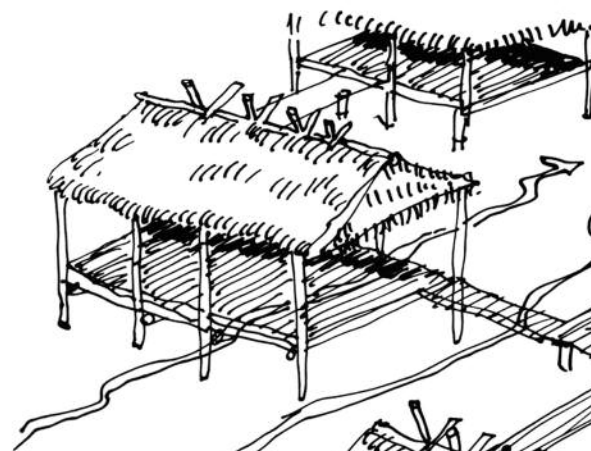


Pour une surface de sortie différente, on obtient les résultats suivants:

Surface de sortie / surface d'entrée		C	
= 1	==>	3150	Ces résultats montrent que
= 2	==>	4000	le flux d'air circulant
= 3	==>	4250	est d'autant plus grand
= 4	==>	4350	que le rapport
= 5	==>	4406	Surface de sortie
= 3/4	==>	2700	Surface d'entrée
= 1/2	==>	2000	est plus grand.
= 1/4	==>	1100	

Regions chaudes et humides

Caractérisées par des fortes pluies, grande humidité, faibles écarts journaliers ou saisonniers de température, rayonnement intense. Les abris rechercheront le maximum d'ombre, le minimum de capacité thermique. Ventilation maximum, pour permettre au corps de perdre de la chaleur, par évaporation. Les formes construites sont très séparées, les murs sont minces.



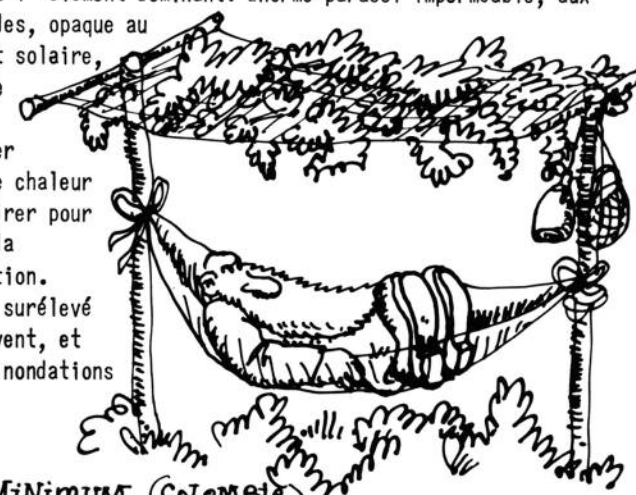
Dans ce type de régions, de grands auvents ou des vérandas permettent de laisser les fenêtres ouvertes pour la ventilation quand il pleut.

Rayonnement. Le problème de la réverbération dans les tropiques humides peut être presque insupportable, limitée par des murs de bambou perméables au vent. bas et de grandes vérandas protègent de la luminosité du soleil, et de la pluie, tout en permettant la ventilation. Et les plafonds blancs répartissent agréablement la lumière qui entre.

Le toit est l'élément dominant. Enorme parasol imperméable, aux pentes raides, opaque au rayonnement solaire, de masse minimum pour éviter l'accumulation de chaleur. Il doit respirer pour éviter la condensation.

Le plancher est surélevé pour profiter du vent, et se préserver des inondations

abri MINIMUM (Colombie)

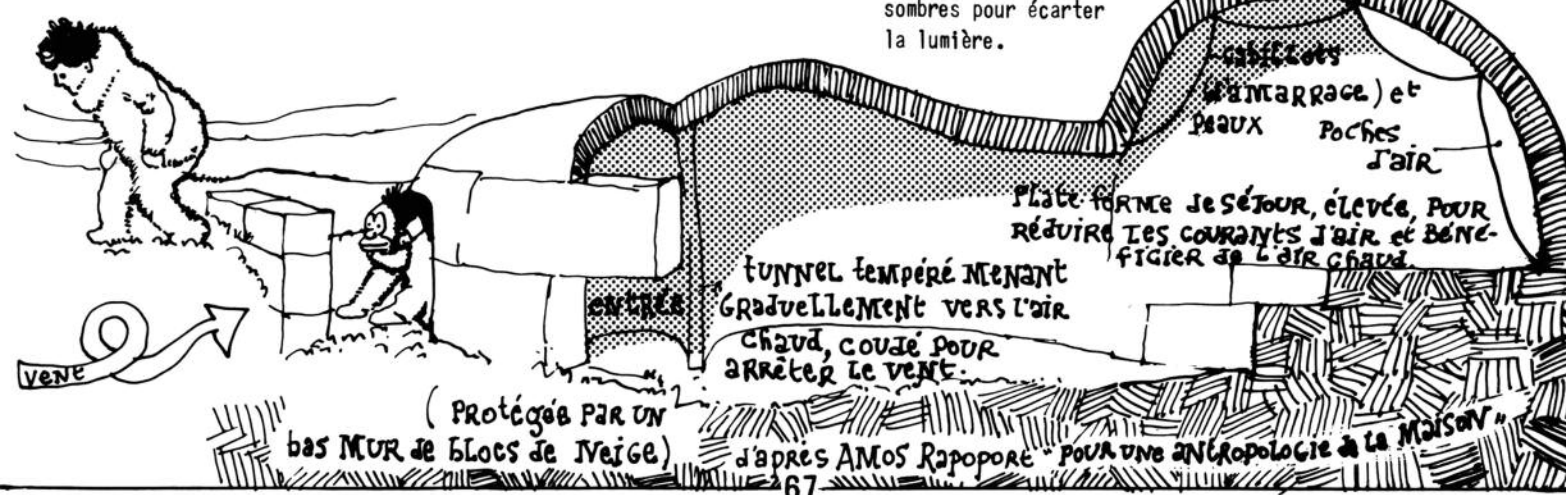


Régions froides

Les Esquimaux du centre construisent leur igloo en neige sèche. Afin de présenter la moindre résistance au vent, d'obtenir un volume maximum avec le minimum de surface, l'igloo a la forme d'une demi-sphère, il est chauffé d'une manière efficace par une lampe à huile de phoque, source de chaleur radiante que l'hémisphère aide à faire converger au centre. En été, ils utilisent des habitations semi-souterraines, des murs de pierre ou de mottes d'herbe, avec une entrée étroite. Des chevrons en côte de baleine ou en bois flotté sont recouverts d'une double couche de peau de phoque contenant de la mousse, ce qui constitue une efficace double cloison.

Les Esquimaux habitent dans des régions de vents très violents. Ils prennent de grandes précautions en ce qui concerne le site:

endroits abrités, igloo face à la mer, protégés du vent par des rochers posés debout. L'entrée de l'igloo est un tunnel incurvé pour arrêter le vent. Il y a une entrée principale pour un groupe d'habitants, reliées par des passages intérieurs. Ce qui réalise une barrière efficace contre le vent. On trouve dans le tunnel des chambres de transition où l'air se réchauffe. Pour l'éclairage, les Esquimaux utilisent une fenêtre de glace ou de peau, faisant face au soleil d'hiver, et durant le long jour d'été, ils utilisent des tentes sombres pour écarter la lumière.



On peut aisément constater que dans un pays au climat tempéré comme le notre, le degré de contrôle climatique de l'espace construit est très faible, par rapport à celui atteint dans des conditions climatiques différentes (fortes chaleurs, Afrique du nord, froids extrêmes, grand nord).
Quelles sont les raisons de cette faillite?
Certains soutiennent la thèse que les différents types de contrôle climatique efficaces existant sont nés dans des conditions climatiques extrêmes (villages de igloo ou casba).

Cette affirmation est juste mais incomplète. Si nous observons les constructions actuelles dans ces mêmes régions, nous pouvons voir qu'elles ne répondent plus aux impératifs d'un contrôle climatique adéquate, bien que les conditions climatiques soient toujours les mêmes.

De plus dans nos régions les anciennes constructions, de plus d'un siècle répondaient aux impératifs (locaux et historiques) du contrôle climatique (architecture populaire)

Autant que dans l'espace(région et climat) les causes sont aussi à chercher dans le temps: l'histoire de l'évolution de la construction. C'est à dire de son mode de production (en relation avec la culture) et les conséquences du mode de production sur l'organisation de l'espace et en retour les limites que celle-ci impose au mode de production.

Y-A-T-IL CONTRADICTION ENTRE LES CONTRAINTES DU CONTRÔLE CLIMATIQUE ET - LE MODE ACTUEL DE PRODUCTION DE LA CONSTRUCTION.
- L'ORGANISATION DE L'ESPACE.

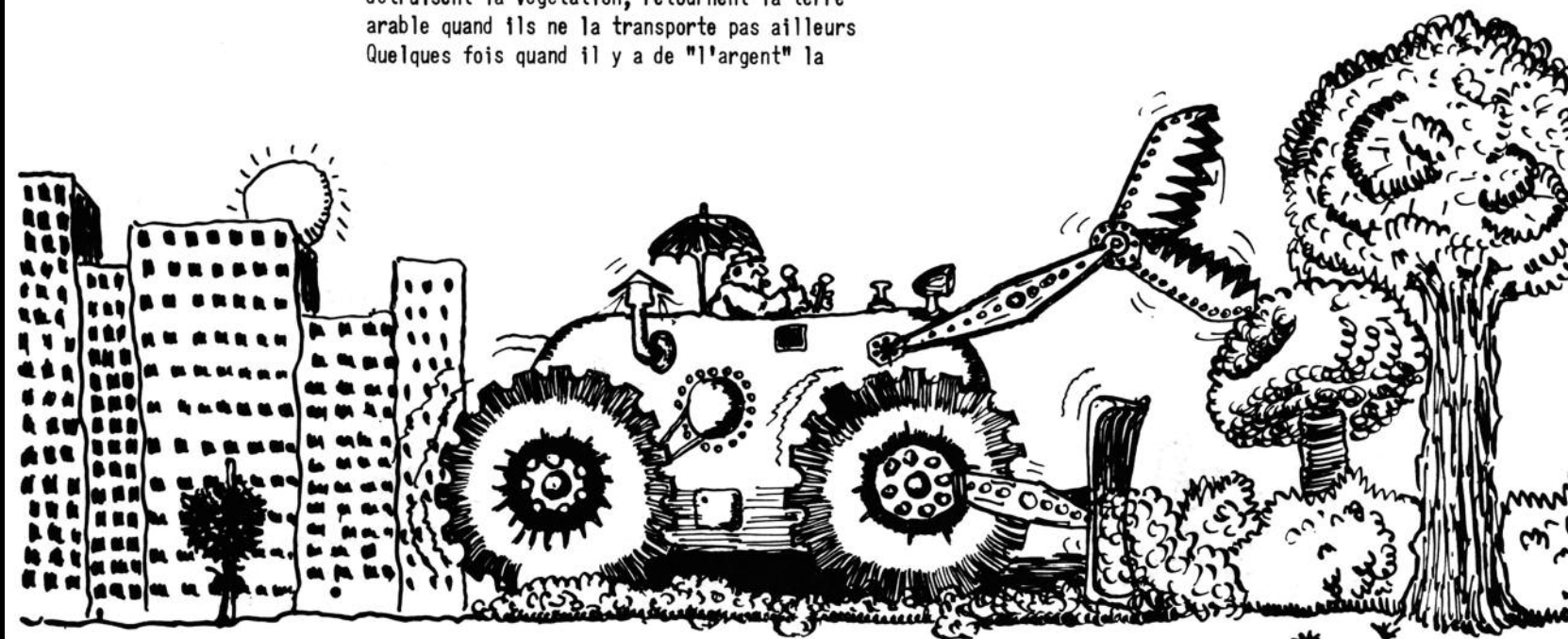
les contraintes du contrôle climatique !

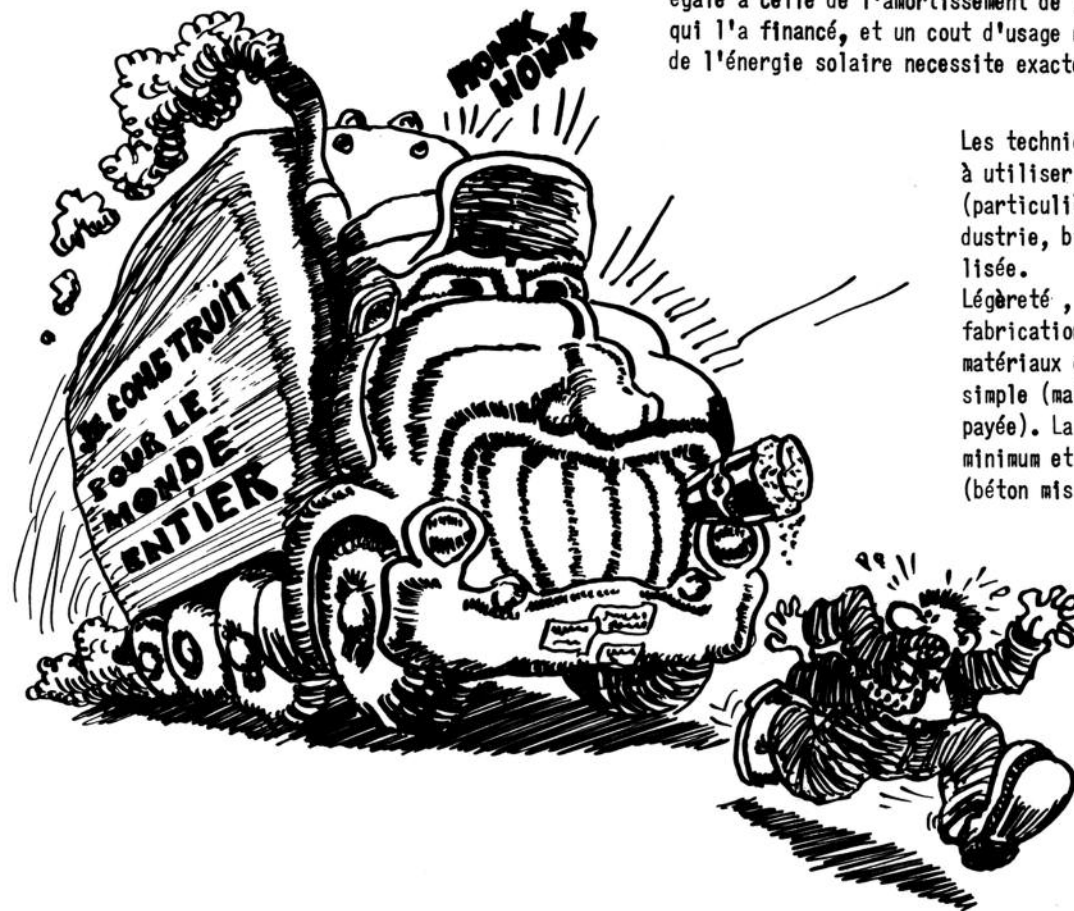
- 1- La dimension collective. espace régional voir planétaire
- 2- Intégrer les données du microclimat. rendre utile la végétation, la neige, les vents, le soleil, la pluie.
- 3- Dériver le confort du climat externe, de la nature de la construction, et de l'usage.
- 4-Organisation de l'espace pour une utilisation optimum de chaleur (différente des normes dominantes).
- 5-Technique d'accumulation de la chaleur développée (containeurs métalliques d'eau, stockage de pierres, chimique, etc..)
- 6-Matériaux de construction à forte inertie thermique, masse importante de matériaux lourds (pierre, pisé, béton).

Contradictions!

Sur le chantier, on commence par faire table rase. Produire un plan net. Que rien ne reste qui puisse rappeler l'état précédent.
Bulldozer, pelles mécaniques, grues, camions détruisent la végétation, retournent la terre arable quand ils ne la transportent pas ailleurs.
Quelques fois quand il y a de "l'argent" la

misère est cachée en replantant quelques arbustes derrière une rangée de tuteurs.





Le construit tend à devenir une marchandise idéale: vendable dans le monde entier avec une durée de vie égale à celle de l'amortissement de l'investissement qui l'a financé, et un coût d'usage maximum. L'usage de l'énergie solaire nécessite exactement le contraire.

Les techniques de la construction tendent à utiliser les matériaux et les méthodes (particulièrement les cadences) de l'industrie, bien qu'elle ne soit pas industrialisée. Légèreté, multiples manipulations de la fabrication et du transport, et complexité, matériaux complexes pour mise en œuvre simple (main d'œuvre sous qualifiée et sous payée). La mise en œuvre est réduite au minimum et l'emploi des matériaux lourds (béton mis à part ?) est prohibitif.

Dans la logique de l'industrie, celle des réponses analytiques structure, isolation thermique, étanchéité, capacité thermique, se dessine une voie.

La mise au point de parois métalliques, réservoirs, accumulant la chaleur dans un fluide tel que l'eau. Le container métallique est une forme propre à l'industrie, engendrée par elle, de faible poids à vide, bien qu'ayant un volume élevé, qui rempli d'eau devient un puissant accumulateur.



D'autres solutions technologiques se dessinent. LES structures pneumatiques, gonflables, sont des matériaux idéaux de l'industrie, production de film en continu, encombrement et coût de transport minimum.

parois gonflées d'eau pris en sandwich entre une isolation et un corps réfléchissant.

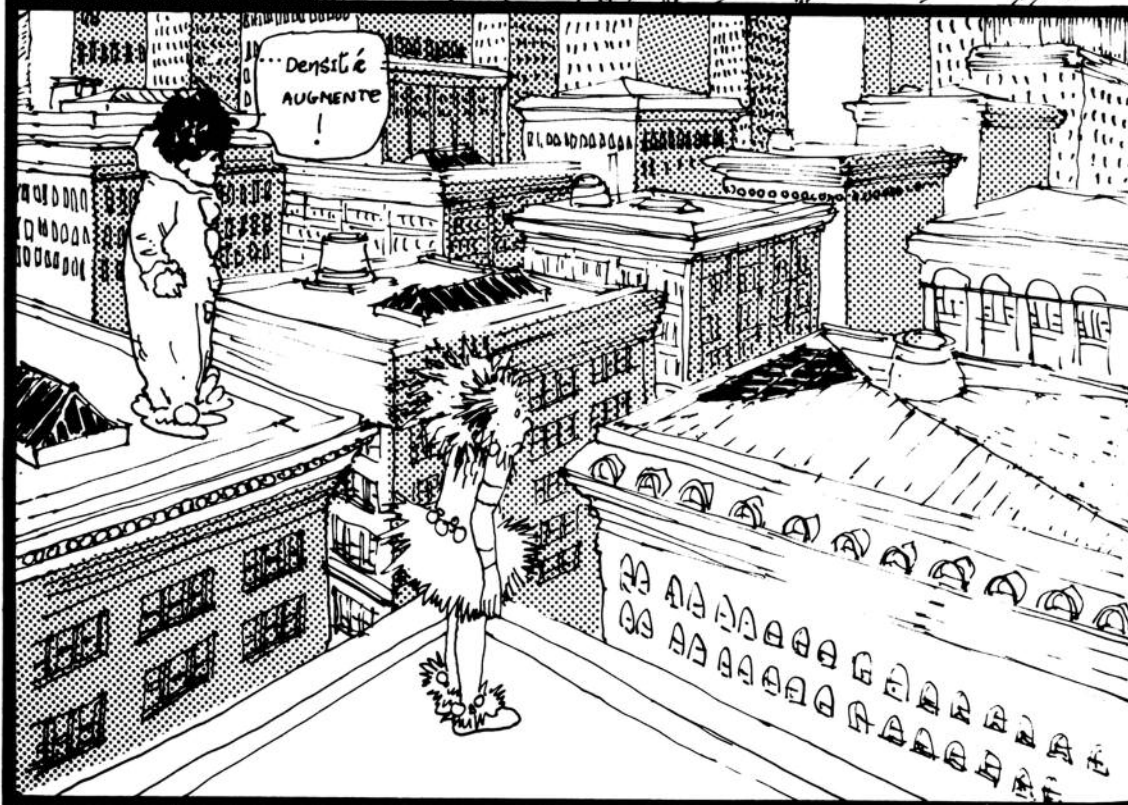
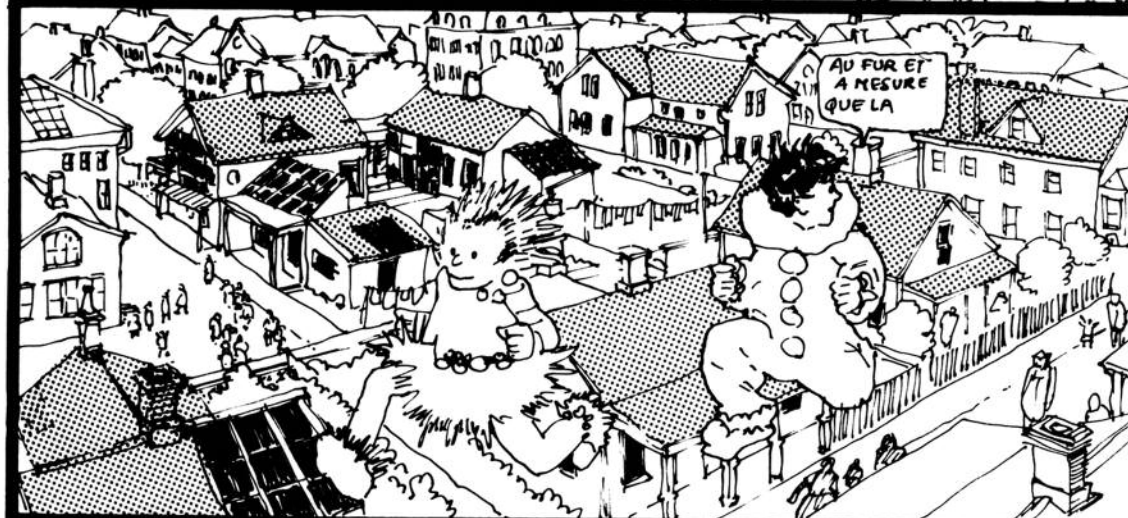
Toutefois ces produits industriels devront être soumis à des études qui mettront en avant leurs effets physiologiques divers tel que l'état de stress, tension, provoqué par une vie prolongée dans des caissons métalliques.



Par rapport au contrôle climatique, l'élément essentiel caractérisant le mode actuel de production de la construction est l'organisation du chantier ou plutôt la division du travail pendant l'opération. Conception séparée. Une méconnaissance de la situation locale, excepté quelques données statistiques sur la région. Les relevés météorologiques, produits pour d'autres usages ne sont pas réellement adéquats. Il est impossible de tenir compte de l'incidence des travaux et des volumes construits sur les données de base du microclimat: transformation des mouvements des masses d'air, réflexions diverses du soleil modifiées par la construction et les travaux de terrassement, transformation du régime de circulation des eaux pluviales, etc..



LITTLE NEMO IN SUNNYLAND



La "campagne" est la situation la moins défavorable à une pratique GÉNÉRALISÉE du contrôle climatique. Il est possible de réhabiliter les anciennes constructions ou d'en construire de nouvelles.

Les anciennes constructions ont une bonne masse thermique, bien qu'il isolation et étanchéité soient insuffisantes. Les surfaces vitrées, source de déperdition thermique importante sont faibles. La présence de végétation, la faible densité l'implantation, l'orientation proviennent d'époques antérieures où la dimension collective permettait de se concilier le microclimat; Forme particulière de propriété privée; autres sources de chaleur (animaux, cuisine...) mises en valeur. Tous ces éléments font que la réhabilitation solaire de l'habitat ancien et rural, peut être réalisée avec un coût acceptable.

Dans le cas des constructions nouvelles, la propriété privée du sol (lotissement, parcellisation) entrave la "libre" implantation et orientation, oblige à détruire à coups de bulldozer les haies, futaies, murets de pierre sèche dont le rôle dans le système écologique est essentiel. De ce point de vue, la substitution du savoir institué à la tradition orale ne peut être qu'une régression. Mais la présence de végétation, la faible densité maintiennent les traces d'un contrôle climatique.

La ville renferme des réalités très différentes (de Los-A. à N.-York) mais on peut dire qu'en général elle concentre la population. La pénurie d'espace renforce la concentration (construction en hauteur) et réduit le rayonnement solaire disponible pour chaque m³ habitable. Seuls les derniers étages et la toiture en reçoivent. La concentration est accompagnée d'un cortège de pollution (poussières, scories...) diffusant une partie notable du rayonnement solaire vers l'espace.

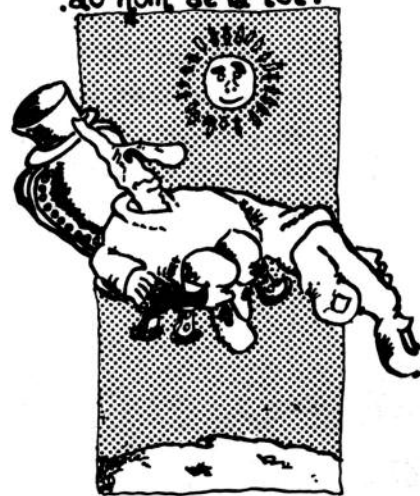


Au delà des limites à l'usage l'énergie solaire trouvera en la législation un nouvel obstacle.

Les systèmes de captage feront ils l'objet de réglementations comme le sont, permis de construire, règlements de copropriété, commission des sites- zones classées monuments historiques ou zones naturelles préservées-, etc..

Seront-ils taxés comme l'étaient les fenêtres donnant sur rue, c'est à dire à la surface de collecteur.

Au nom de la loi.



Seront-ils taxés sous forme d'abonnement par exemple: des piles photovoltaïques seraient vendues avec une carte d'abonnement payable à l'année et proportionnelle à la surface.

Seront-ils indexés avec un compteur relevé chaque mois par l'énergie solaire de France E.S.D.F.

QUELLE ATTITUDE ADOPTER VIS À VIS DE CETTE NOUVELLE DIME SOLAIRE?

EN TOUT CAS RIEN N'EST PRÊT AUJOURD'HUI ET CETTE FAILLE PEUT SERVIR.!

.... ET QUAND IL N'Y A PAS DE SOLEIL, METTEZ UN MOTEUR DANS VOTRE BAIGNOIRE POUR CHAUFFER L'EAU.



Au niveau actuel de développement des forces productives, le contrôle climatique, le mode de production de la construction, et l'organisation de l'espace sont en contradiction. Les éléments mis en évidence le prouvent.

Les premières contradictions sont solubles. Ce sont des "lacunes" techniques correspondant à des questions que la société ne s'est pas encore posées, c'est à dire des questions ne coïncidant pas avec les nécessités du développement. Qu'elles le deviennent et, à grands renforts de capitaux la solution apparaît: par exemple l'exploitation de l'énergie solaire quand les combustibles fossiles viennent à manquer, la pollution et l'industrie anti-pollution...

Les autres contradictions sont moins solubles sans incidence sur les rapports de production, telles la division du travail, la séparation ville-campagne, le pouvoir séparé...

Bien qu'il soit toujours possible de détourner, réduire à une nouvelle marchandise (réponse technologique) une partie des contradictions les plus essentielles (villes nouvelles), mais qui en fait ne font que renforcer avec des formes nouvelles la situation existante. (accorder une relative autonomie de production d'énergie aux niveaux de l'équipement individuel afin de sauvegarder l'essentiel.)

Les projets qui prétendent résoudre, au niveau architectural ou urbanistique, un maximum de contradictions, - des villas aux villages et villes solaires -, ne sont que l'aspect spectaculaire de la production de l'espace. Les projets des visionnaires sont plus un discours qu'une pratique réelle, leur principale différence est d'avoir remplacé "totalement" la contrainte: le soleil remplace la voiture...

Une pratique intégrant le contrôle climatique n'est possible qu'à une échelle marginale, et ceci pour cacher la misère de la production dominante.

Voici en résumé, Les idées essentielles développées:

- ★ Utiliser les facteurs bioclimatiques comme éléments modifiants de la construction. Ne plus nier le système écologique, mais y être intégré.
- ★ Faire jouer la relativité du confort en fonction de l'usage et de la nature de la construction,



Minéralisation massive de la surface du Globe
Destruction des forêts. Immenses surfaces
étanches des grands ensembles, barrages
qui entraînent le détournement des nappes
phréatiques.

afin de dériver entièrement le
climat interne du climat externe...
à partir des contradictions entre la
réalité et ces idées, quelles voies sont ouvertes?

→ La modulation de l'usage, par le nomadisme intérieur, notion importante dans les pays à forte amplitude thermique (pays islamiques, étages d'hiver, d'été, et zones différentes au cours d'une même journée).

ex: utilisation des terrasses
pour manger, dormir,
des vérandas, des espaces
couverts...

Dans nos régions, il existe aussi des possibilités de moduler les multiples aspects de la vie quotidienne en fonction des ambiances diverses de la maison (en termes climatiques, lumière, confort....) atteinte au fonctionnalisme, à la séparation des fonctions dans et hors de la maison.

Les possibilités sont en fait plus liées aux degrés d'activités, en utilisant la complémentarité des fonctions: en tenant compte de la chaleur du corps, au repos, en pleine activité:



- contribuer à maintenir la température d'une pièce où l'on sera au repos, en y pratiquant une forte activité?

→ Dans un domaine plus vaste, dégager l'importance de la photosynthèse, élément d'équilibre chimique entre l'oxygène et l'anhydride carbonique. Il devient important, en milieu urbain, de rétablir la fonction chlorophyllienne. Et de restituer les espaces photosynthétiques:

sans oublier la
production d'aliments
à domicile...

- ★ En incorporant des serres, intimement liées aux constructions. Sur cette fonction d'équilibre chimique, pour la régulation thermique: dans le processus, formation d'oxygène, et lors de la respiration des plantes, dégagement de chaleur.

★ EN UTILISANT LES TOITURES. EN GÉNÉRAL, ELLES SONT OBSCURES, NE TENANT PAS COMPTE DU RAYONNEMENT SOLAIRE, SAUF EN LE TRANSFORMANT EN CHALEUR NON RÉCUPÉRÉE.

DANS CE CAS, POUR DE GRANDES SURFACES, IL SERAIT PRÉFÉRABLE DE LE RÉFLÉCHIR VERS L'ATMOSPHÈRE, PLUTÔT QUE DE RISQUER UNE POLLUTION THERMIQUE IMPORTANTE.

OU ALORS, CANALISER LA LUMIÈRE, VERS DES COURS INTÉRIEURES OBSCURES, INSTALLER DES JARDINS SUSPENDUS....

(BIEN QUE LES ORIGINES DE LA SÉPARATION VILLE - CAMPAGNE SOIENT SITUÉES AILLEURS !) -



LE DOMAINE DE LA PHOTOSYNTHESE COMPLÈTE LE PROBLÈME DIRECT DU CONTRÔLE CLIMATIQUE EN FONCTION DU SOLEIL, ET L'OUVRE À TOUS LES PHÉNOMÈNES DU SYSTÈME ÉCOLOGIQUE (DONT LES RAYONNEMENTS, COSMIQUES, TELLURIQUES, IONISATION DE L'AIR...)

PLUS POUR MODIFIER NOTRE RAPPORT AU MONDE, ET SA CONNAISSANCE, QUE POUR ALLONGER LA LISTE DES CONTRAINTES DONT DEVRAIT TENIR COMPTE LE SPÉCIALISTE DE LA CONSTRUCTION.

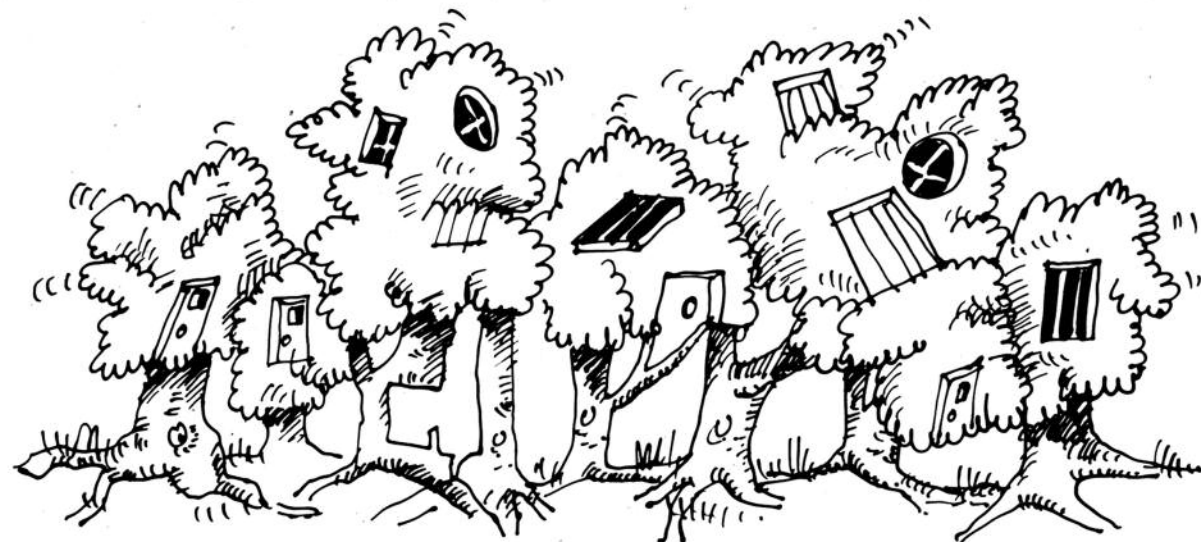
RAISONNER EN TERMES DE CONTRAINTES CONFIRME LE PRIVILÈGE DES SOLUTIONS TECHNIQUES EN ÉTOUFFANT DANS L'ŒUF LES SYMPTÔMES DES PHÉNOMÈNES PERMETTANT DE DÉCÉLER LES AUTRES VOIES.

LES FACULTÉS DU CORPS SONT D'AUTANT ^{plus} ATROPHIÉES QUE LES TECHNIQUES S'EMPARANT DES SOLUTIONS. LA TECHNOLOGIE SE DÉVELOPPE AU DÉTRIMENT DE L'AUTO-RÉGULATION. TOUT COMME LE CHAUFFAGE SE DÉVELOPPE AU DÉTRIMENT DU CONTRÔLE CLIMATIQUE GLOBAL.

C'EST PAR LA RECHERCHE CONSCIENTE, L'EXPÉRIMENTATION DIRECTE DANS LA VIE QUOTIDIENNE, QUE POURRONT SE MATÉRIALISER LES RÉPONSES, SE RÉVÉLER D'AUTRES VOIES.

LA OÙ LE TRAVAIL THÉORIQUE RENCONTRE SES LIMITES.

AU-DE-LÀ, NE MEMONS PAS DE RECHERCHES PARALLÈLES À CELLES EFFECTUÉES PAR LES SPÉCIALISTES, MAIS DÉPASSONS-LES.....





SOMMAIRE

- 1- Présentation
- 2- Auto-construction, anti-chambre de la folie
- 3- L'exploitation de l'énergie solaire, pourquoi?
 - 10- 2 niveaux de réponse
 - 11- les facteurs bioclimatiques
 - 12- les différentes formes de chaleur
 - 13- les bases biologiques du confort
 - 16- le confort
- 17- LE SOLEIL
 - 17- le rayonnement solaire
 - 18- ensoleillement
 - 20- rôle de l'atmosphère
 - 21- mesures et courbes d'ensoleillement
 - 25- micro-climat
- 26- PRINCIPES PHYSIQUES
 - 26- l'effet serre; la focalisation
 - 27- propriétés physiques des matériaux
 - 30- collecteurs plans
 - 32- collecteurs focalisants
- 34- MAISONS SOLAIRES
 - 35- analyse critique des maisons solaires
 - 44- chauffage de l'eau
 - 48- cuisinières
 - 50- frigories
 - 52- distillateurs
 - 53- conversions électriques
 - 56- CAPTER
 - 57- ACCUMULER
 - 58- AUTRES SOURCES DE CHALEUR
- 62- ORGANISER L'ESPACE
 - 62- morphologie interne
 - 63- limiter les pertes
 - 64- morphologie externe
 - 65- régions chaudes et sèches
 - 67- régions chaudes et humides; régions froides
- 68- CONTRADICTIONS
- 72- CONCLUSION.....

auteur-éditeur: BRICOLÉ LEZARDEUR
18 rue Montmartre. Paris 75001
F. Nicolas, J.P. Traisnel, M. Vaye
Dépot légal 4^e trimestre 74

Diffusion: LIBRAIRIE PARALLELES
47 rue Saint Honoré Paris 75001.
Tel 231 62 70
Imprimerie QUOTIDIENNE
Fontenay sous bois



ARTchITECTURES

CHRONIQUES - MARC VAYE

- #1 Passion Japon 1 - NOTIONS spatiales - ESTHÉTIQUES - JARDINS
- #2 Passion Japon 2 - CÉRÉMONIE & PAVILLONS de THÉ - KENZO & KENGO
- #3 Passion Japon 3 - TADAO ANDÔ & SHIN TAKAMATSU - SUSUMU SHINGU - AKIRA MIZUBAYASHI
- #4 Passion Japon 4 - SOU FUJIMOTO - CAPSULES HÔTEL - 2M26 - YAYOI KUSAMA
- #5 Passion Japon 5 - KAZUYO SEJIMA - ISAMU NOGUCHI - KANSAI AIRPORT EXPRESS
- #6 XU TIAN TIAN - SEUN SANGGA / PAUL HARDY
- #7 GEORGIA O' KEEFFE - LUÍS BARRAGÁN - HÉLIO OITICICA
- #8 FUSION TROPICALE 1 - BAHIA
- #9 FUSION TROPICALE 2 - MODERNITÉ ANTARCTIQUE
- #10 Studio Alchimia - ALESSANDRO MENDINI - ANDREA BRANZI - OCCHIO MAGICO
- #11 LUÍS BARRAGÁN - MATHIAS GÖRITZ
- #12 ABÉCÉDAIRE 2025
- #13 ABRAHAM SOTELO GARCÍA - AGE ATOMIQUE - GODZILLA - AXIOM SPACE+PRADA+STARCK - CÉLESTE ZEPHALTO
- #14 Passion Japon 6 - TOMOAKI UNO - CHIARU SHIOTA - YASUHIRO ISHIMOTO - WALTER GROPIUS
- #15 Passion Japon 7 - KENZO TANGE & KATSURA
- #16 FUSION TROPICALE 3 - FRANS KRAJCBERG - PIERRE RESTANY - ROBERTO BURLE MARX
- #17 FUSION TROPICALE 4 - OSWALD DE ANDRADE & TARSILA DO AMARAL - OSCAR NIEMEYER - CARNAVAL RIO 25
- #18 1974 / EDITION LA FACE CACHÉE DU SOLEIL

#18

ARTchITECTURES
CHRONIQUES - MARC VAYE