



enviroB.A.T.
méditerranée

Bâtiment & Aménagement du Territoire

[Accueil du site](#) > [Ressources libres](#) > [Supports de cours](#)

LES FONDAMENTAUX DU BIOCLIMATISME

Thomas Jusselme

Document à
télécharger





LES FONDAMENTAUX DU BIOCLIMATISME

Thomas Jusselme - GEPA - 09 juillet 2007

PLAN DE COURS

3. Définition

4. Le contexte géographique

5. Le confort

6. L'architecture

7. Etudes de cas





1.

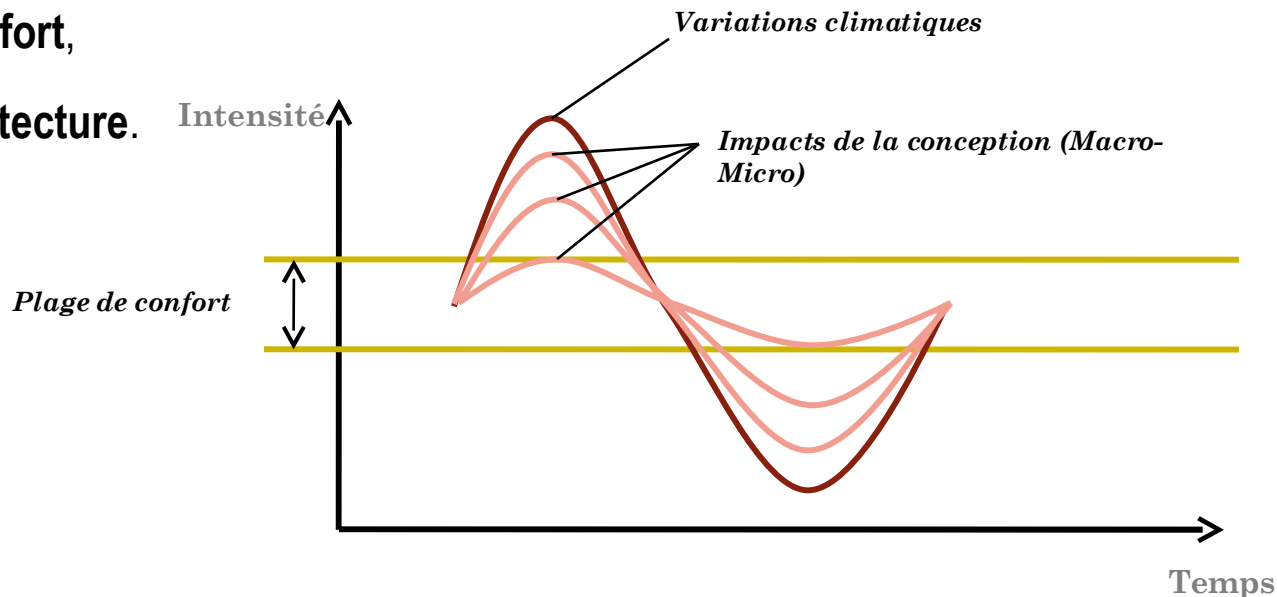
BIOCLIMATISME : DÉFINITION

DÉFINITION

Le **bioclimatisme** consiste à trouver le point d'équilibre entre une **construction**, le comportement de ses **occupants** et le **contexte géographique**, pour réduire au maximum l'emploi de ressources énergétiques.

Le bioclimatisme dépend donc de trois facteurs fondamentaux :

- Le **contexte géographique**,
- Le **confort**,
- L'**architecture**.





2.

L'ENJEU CONTEXTUEL

SON IMPACT...

Le contexte géographique est l'élément le plus fort qui a influencé la régionalisation de l'architecture à travers deux paramètres :

- Le climat,
- Les ressources.



*Maison de vigneron -
Beaujolais*



Maison - Bretagne



Mas provençal - Provence



Maison - Alsace



LA RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

- **Production** de masse
- Evolution des moyens de **transports**
- **Économie** de marché

→ Perte de l'identité régionale au niveau mondial de **1800 à nos jours** (et peut être plus encore...)



OÙ EST-CE ?



Baie de Hong-Kong



OÙ EST-CE ?



Brooklyn Bridge à New York



PROBLÉMATIQUE

- Ce n'est plus le **contexte** qui fait l'architecture, mais l'inverse !
- L'homme prend conscience de son **impact planétaire**
- L'architecture doit retrouver ses **racines contextuelles** afin de diminuer son impact





2.1

LE CONTEXTE CLIMATIQUE

LES TEMPÉRATURES

Un exemple : Paris

Des températures douces en moyenne

Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 4,7 °C : sur les trente dernières années, le 17 Janvier 1985 a été la journée la plus froide avec une température minimale de -13,9 °C.

Juillet et Août sont les mois les plus chauds avec une température moyenne de 20 °C

En moyenne, il gèle 25 jours par an. La température dépasse 25 °C 43 jours par an en moyenne (9 jours par an, elle est supérieure à 30 °C).

En 1976 et 1995, la température a dépassé 30 °C pendant 23 jours.



LES DEGRÉS-JOURS

Définition :

Le degré-jour unifié (Dju) d'une journée est l'écart entre la température intérieure fixée à 18°C (cf. notion de confort) et la moyenne entre le mini et le maxi. Les DJU d'une saison de chauffe sont égaux au total des Dju de tous les jours chauffés

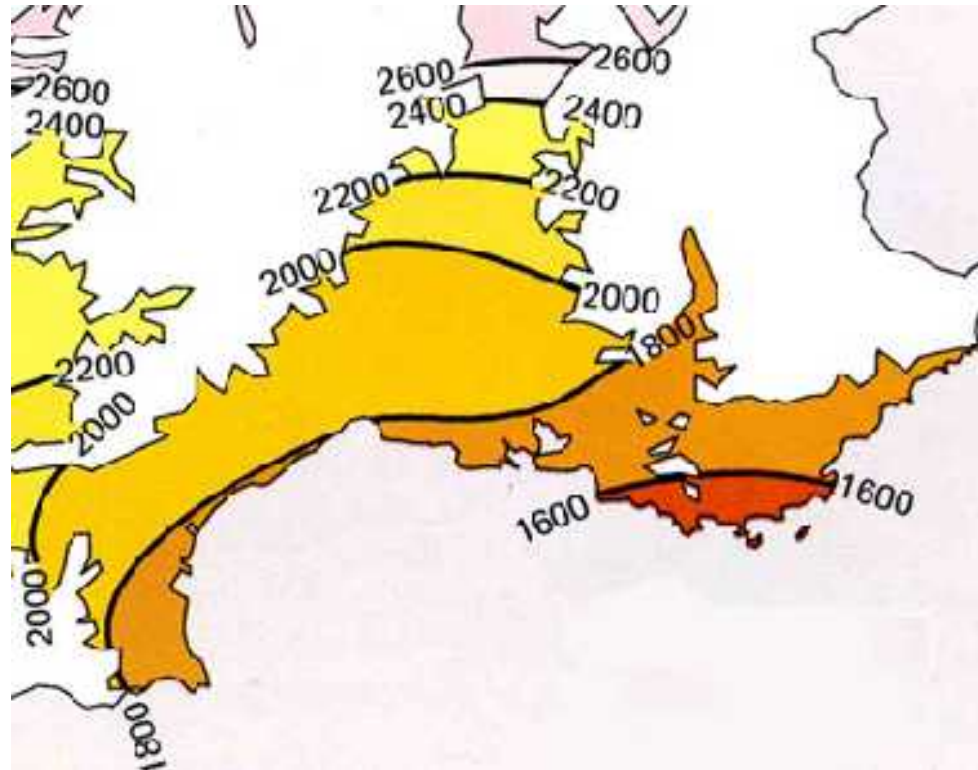
Sur 30 ans la moyenne des degrés-jour (DJU) a été de 2450 en Ile-de-France, pour une saison de 7 mois (octobre à avril)

Exemple :

- $T_{\text{mini}} = 2^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{maxi}} = 12$
- $T_{\text{moyenne}} = 7^{\circ}\text{C}$
- $\text{Dju} = 18 - 7 = 11$



LES DEGRÉS-JOURS EN MÉDITERRANÉE



Pour info : Briançon : 3000 et St Véran : 4000



UN PETIT CALCUL

Calcul :

Sur une saison de chauffe de 200 jours, j'ai en moyenne :

- 50 jours à 5°C
- 100 jours à 10 °C
- 50 jours à 15 °C

Calculez les DjU et où se trouve-t-on ?

$$DjU = 50 \cdot (18-5) + 100 (18-10) + 50 (18-15) =$$

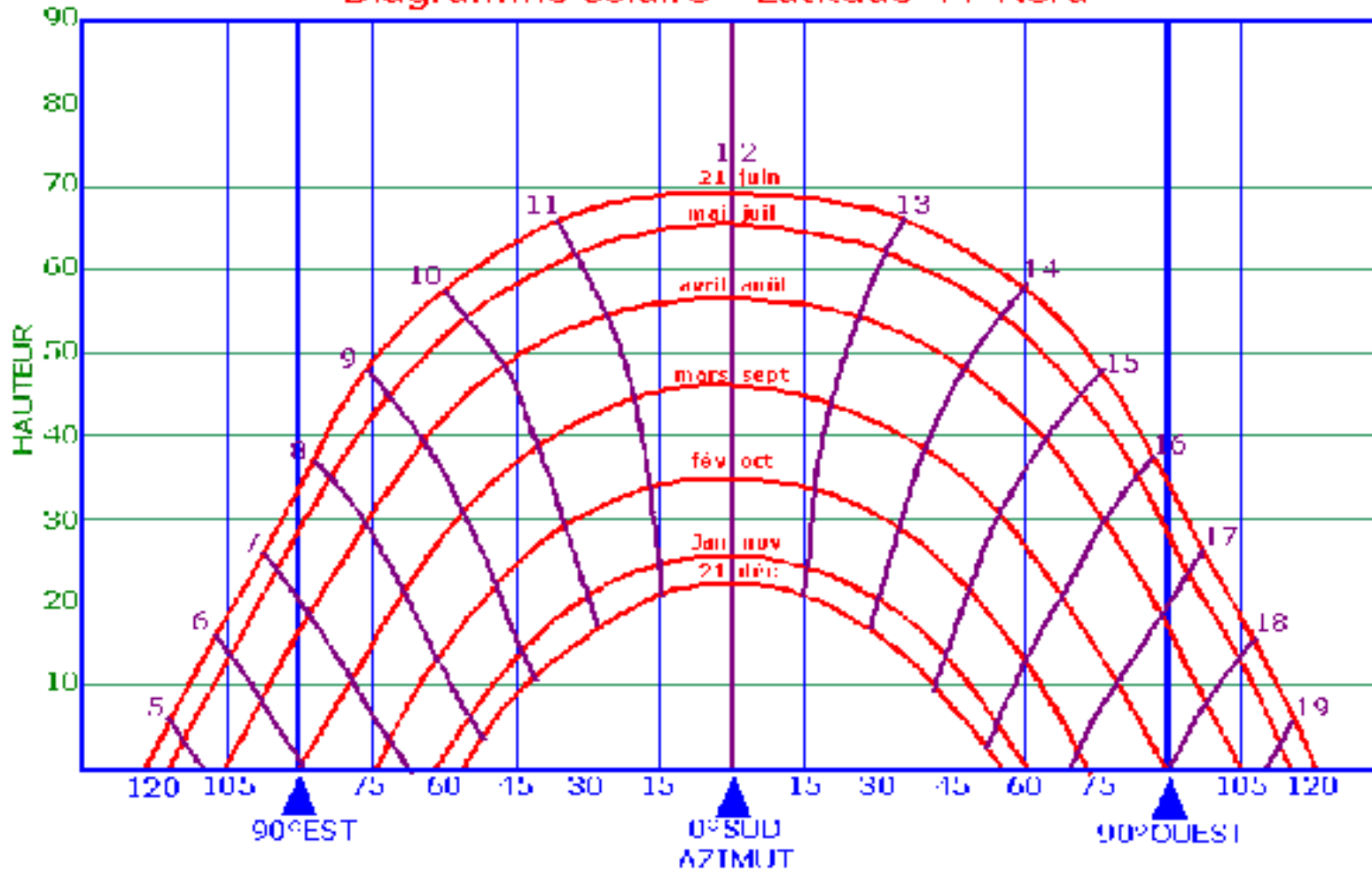
$$Dju = 650 + 800 + 150 = 1600$$

On se trouve en bord de mer vers Nice



L'IRRADIATION SOLAIRE

Diagramme solaire - Latitude 44°Nord



SON ÉNERGIE

L'énergie solaire en climat méditerranéen

1 m² reçoit à Montpellier :

- en façade Sud en moyenne hiver : 2 kWh
- en façade sud en moyenne été : 3 kWh (+ 50%)
- en façade ouest en hiver : 1 kWh
- en façade ouest en été : 5 kWh (+ 500 %)
- en toiture en été : 7.4 kWh



LES VENTS

A Paris : prédominance de Sud-Ouest et Nord-Est

Les vents les plus forts sont de Sud-Ouest. On relève des rafales de vent supérieures à 58 km/h (100 km/h) en moyenne 44 jours par an .

Le 26 Décembre 1999, des rafales de 169 km/h ont été enregistrées à Paris-Montsouris. Au sommet de la Tour Eiffel, elles ont dépassé 220 km/h



LES PRÉCIPITATIONS

Précipitations à Paris : fréquentes mais généralement faibles

Calculée sur les 30 dernières années, la moyenne annuelle des précipitations se situe aux environs de 650 mm, le nombre moyen de jours de pluie (précipitation supérieure ou égale à 1 mm) est de 111 (le nombre de jours de précipitation supérieure à 10 mm est de 16).

Depuis le début des relevés au Parc Montsouris (1873), l'année la plus sèche a été 1921 avec seulement 267 mm et la plus arrosée 2000 avec plus de 900 mm.

Le 6 Juillet 2001, on a enregistré la hauteur maximale de précipitations en 24 heures avec 104,2 mm



LES PHÉNOMÈNES

Les orages se produisent essentiellement de Mai à Août environ 18 jours par an. Il ne grêle que 3 jours par an.

En moyenne, il neige 11 jours. Le nombre de jours de brouillard a fortement diminué depuis le début du XXème siècle ; en moyenne 10 jours par an).

Un îlot de chaleur.

L'urbanisation très dense a une influence sur le climat. Au Parc de St Maur (94), les températures minimales moyennes mensuelles sont inférieures d'un degré à celles enregistrées à Paris-Montsouris.

Certaines situations météorologiques (ciel dégagé et vent faible) sont favorables à un fort îlot de chaleur au cœur des villes : des différences de température minimale entre Paris Montsouris et la Tour St Jacques (au centre de la capitale) peuvent atteindre 3°C.



EN CONCLUSION

- Un contexte qui évolue...
- Une durée de vie des bâtiments de 50 ans
- L'architecte doit se projeter et concevoir pour le futur...





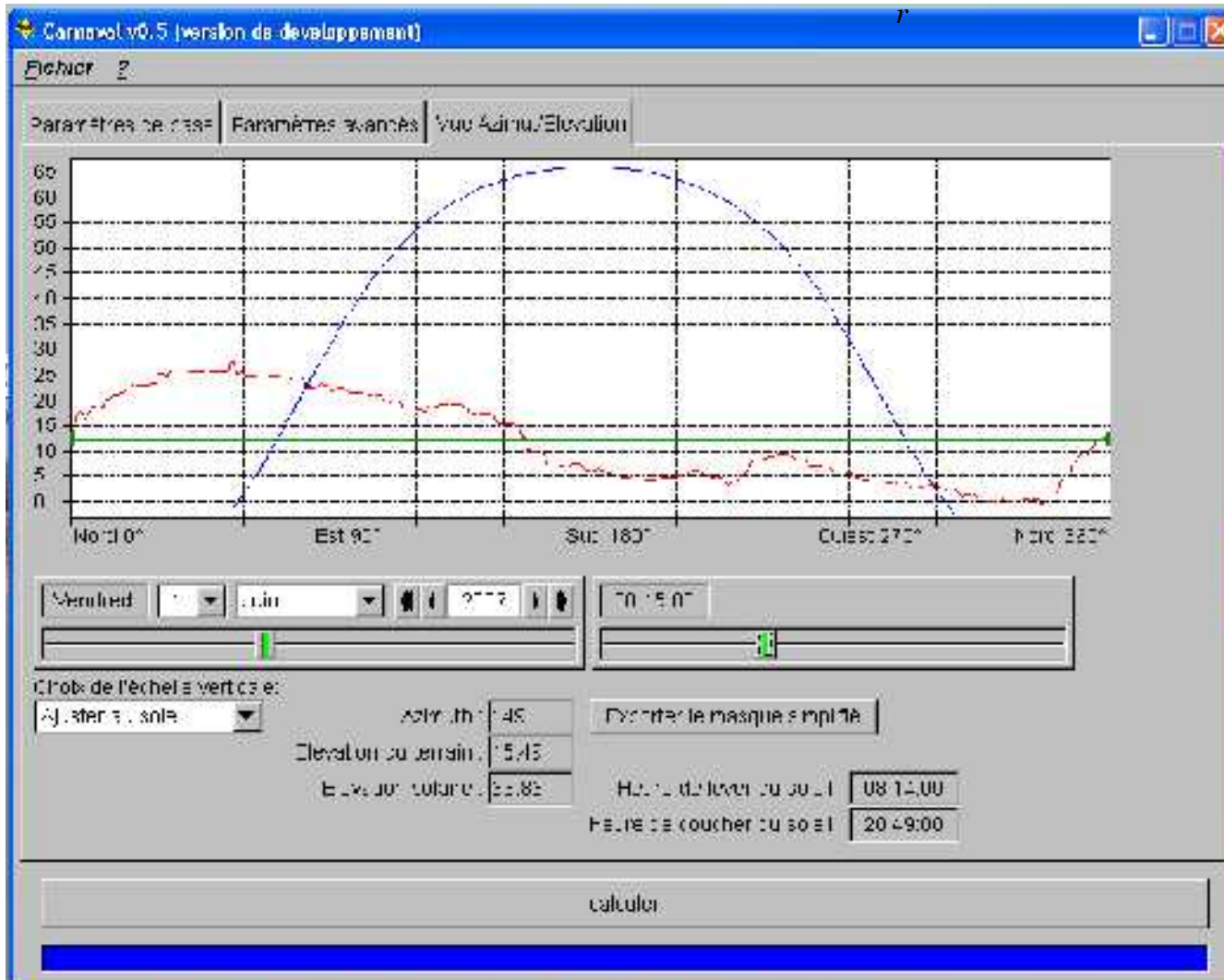
2.2

LE CONTEXTE PHYSIQUE

LA TOPOGRAPHIE

<http://incub.energie.free.fr>

r



LES MASQUES SOLAIRES

Petit problème :

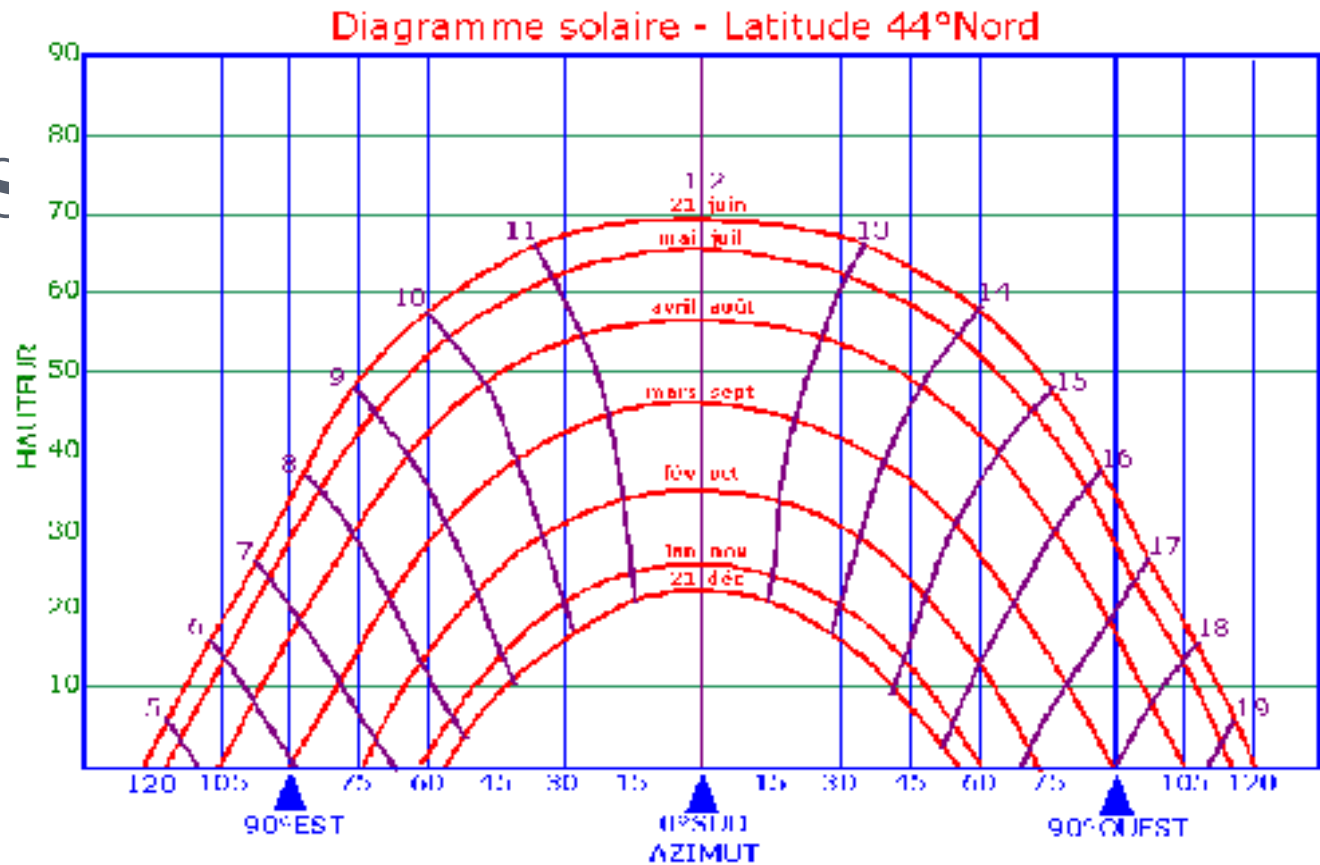
Mon voisin habite au sud de mon bâtiment. Son immeuble fait 10 m de haut et se situe à 12 m de moi.

Quel est l'angle que doit faire le soleil pour passer dessus ?

A quel mois le soleil m'atteindra à midi ?



RÉPONSE



Réponse :

Quel est l'angle que doit faire le soleil pour passer dessus ?

$$\text{Tg } A = \text{hauteur/distance} = 10/12 = 0,83$$

$$\text{Arctangente } 0,83 = 39,8^\circ \approx 40^\circ$$

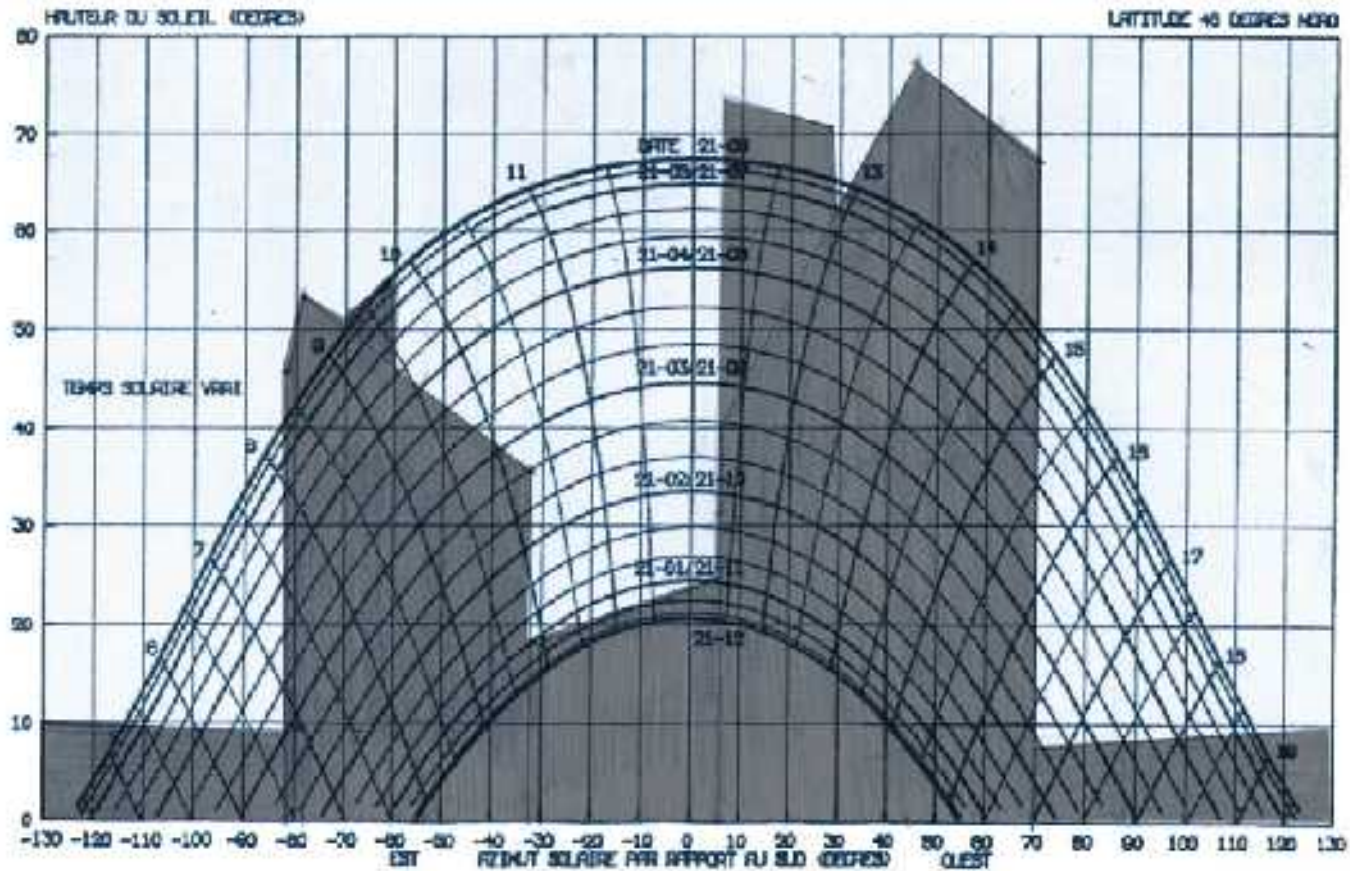
A quel mois le soleil m'atteindra à midi ?

15 février

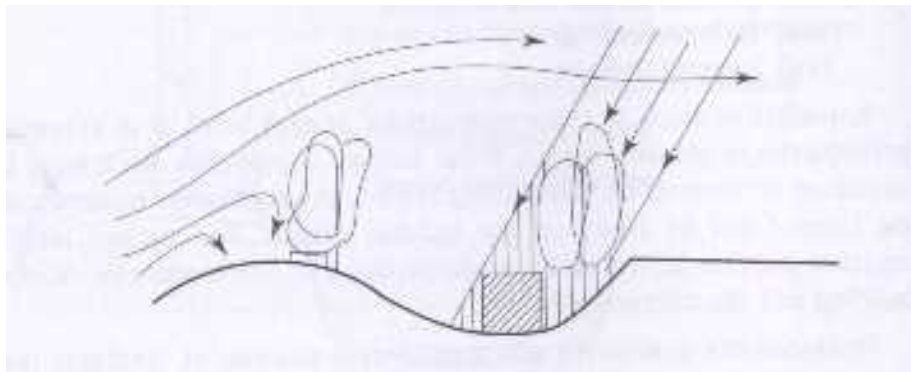
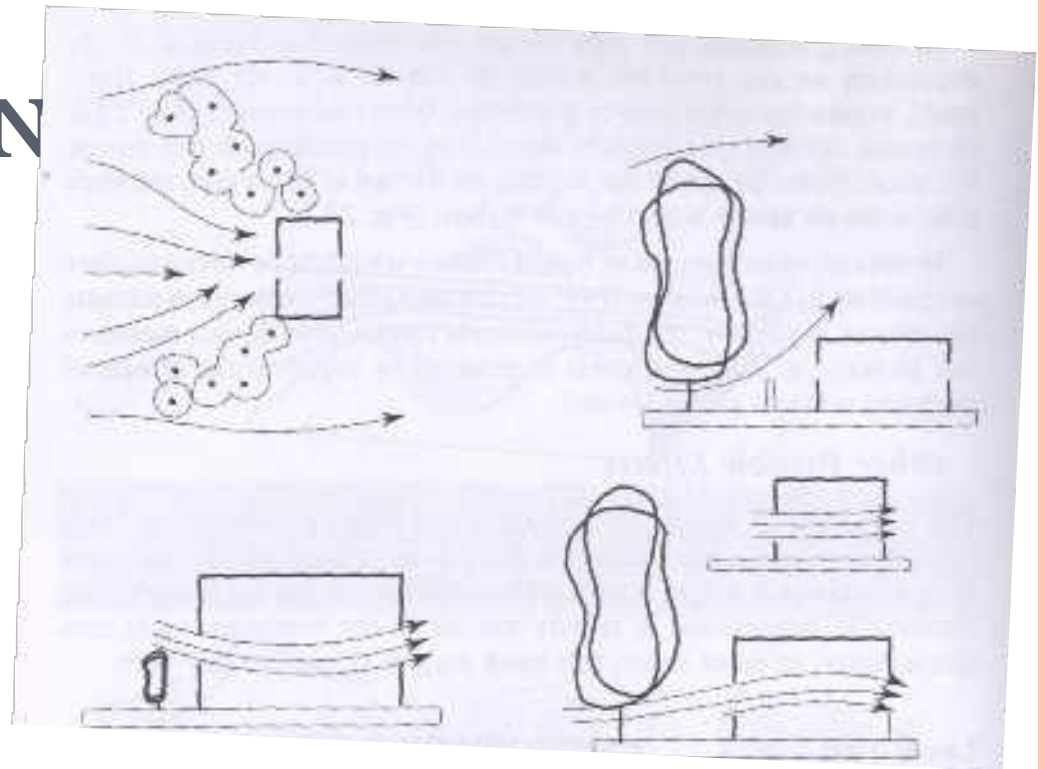


UN EXEMPLE...

ANNEXE : COURSE SOLAIRE - LATITUDE 46° NORD



LA VÉGÉTATION





3.

LE CONFORT DES USAGERS

UNE NOTION RELATIVE

La notion de confort est **culturelle**.

Cette notion, avant d'être mesurable par des paramètres définis scientifiquement, est donc fortement soumise à des **facteurs socioculturels**, mais également psychologiques et physiques, c'est-à-dire liés à la perception de chaque individu.

L'âge, le sexe, l'état de santé ou de fatigue, ainsi que l'activité au cours de la journée font varier considérablement la capacité des individus à gérer la chaleur, l'humidité ou l'absence de renouvellement d'air.

Ex. de la climatisation en Asie



DIFFÉRENTS PARAMÈTRES

Les principaux paramètres scientifiques influant sur le **confort thermique** sont :

- la température de l'air (°C) (entre 18 et 26°C cf dernier arrêté),
- son humidité (%),
- sa vitesse et son renouvellement suffisant (m.s^{-1}),
- ...

Les paramètres influant sur le **confort visuel** sont :

- la taille des ouvertures (%/SHAB entre 13 et 17%),
- la couleur des revêtements,
- l'intensité et la nature de la lumière artificielle (Lux),
- la nature des vues extérieures,
- ...





4.

L'ARCHITECTURE : *LES STRATÉGIES DE CONCEPTION*

MÉTHODOLOGIE

D'après l'association architecture et climat de la région Wallonne (www.apere.org) et Architecture et climat on peut distinguer 3 stratégies constructives :

- la stratégie du **chaud**
- la stratégie du **froid**
- la stratégie de **l'éclairage**

Chaque construction oblige à **hiérarchiser** les stratégies différemment, d'où l'importance de définir les besoins...

Dans tous les cas, une approche du **macro au micro** est pertinente.





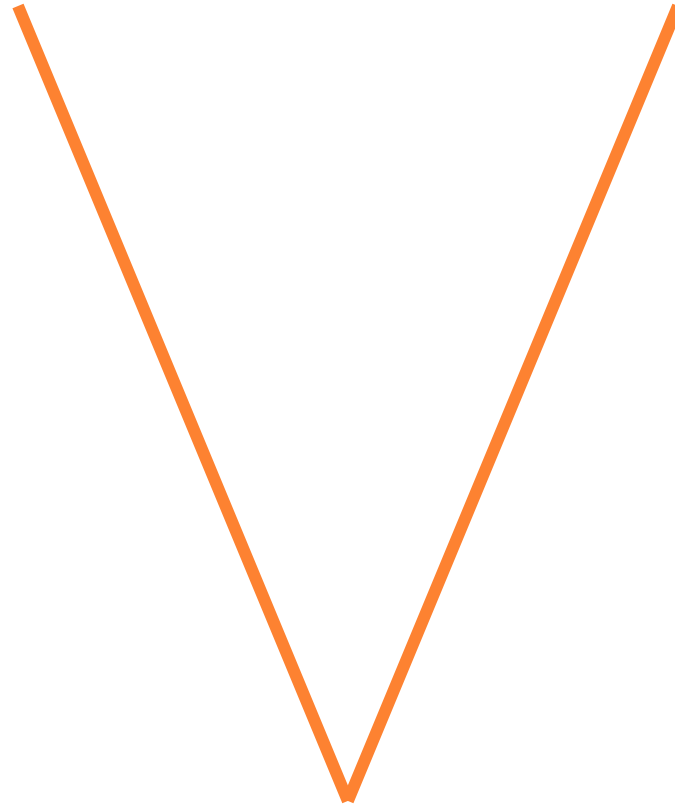
4.1

DU MACRO AU MICRO

A. KRISHAN

CLIMATE RESPONSIVE ARCHITECTURE

- Topographie
- Végétation
- Plan masse
- Volumétrie
- Orientations
- Compacité
- Toiture
- Ouvertures
- Cloisonnements
- Fournitures intérieures
- Finitions - revêtements



TOPOGRAPHY

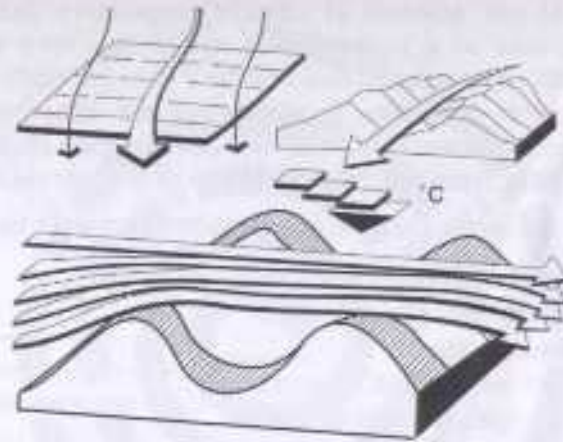


Fig. 2.9 Landform variations and the microclimate. Flat sites experience little variation. Air speed increases up the slope and decreases down it. Depression valleys experience lower air temperatures. They have little air movement unless they lie in the direction of airflow



Fig. 2.10 Pressure difference caused by obstacles

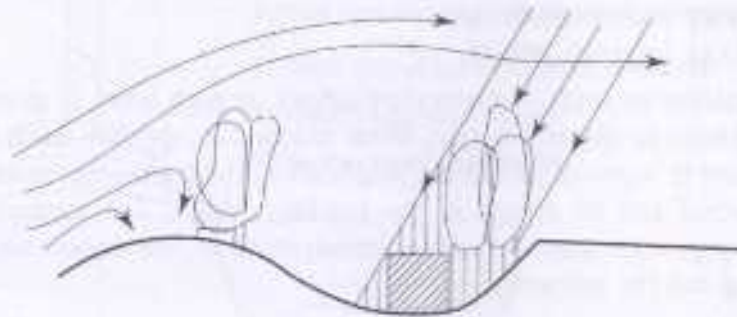


Fig. 2.11 Landform optimization in hot climates: building in a depression and shading from heat and wind minimizes heat gain and discomfort



TOPOGRAPHY

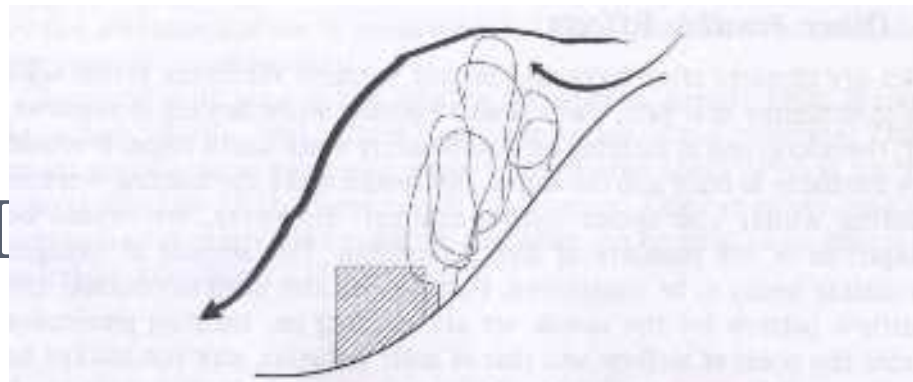


Fig. 2.12 Protection from katabatic winds on slope: A cool mass of air descending down a slope (katabatic wind) can be deflected or minimized by thick vegetation

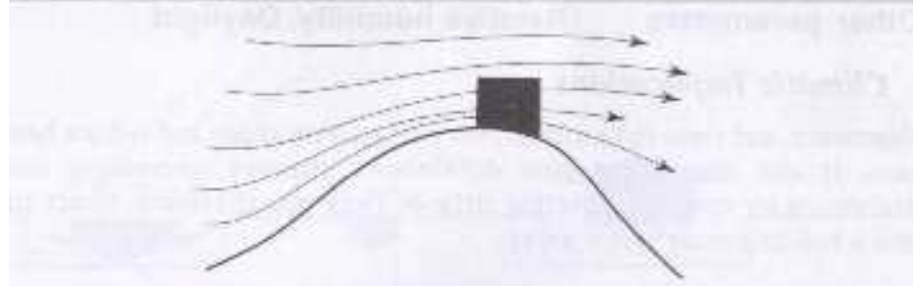


Fig. 2.13 Air speeds are greatest on the crest

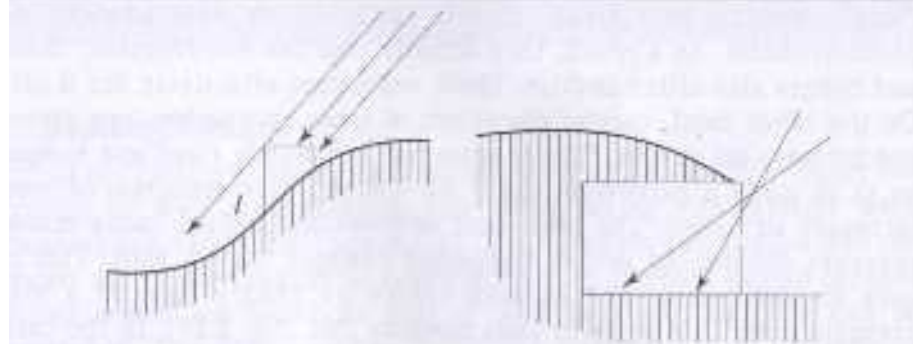


Fig. 2.14 Landform orientation and building placement in hot climates. If the slope is steep or the sun is low, a northern slope may minimize heat gain but this would also cut off winter sun. In some cases earth sheltered construction on the south slope would be the answer



VÉGÉTATION

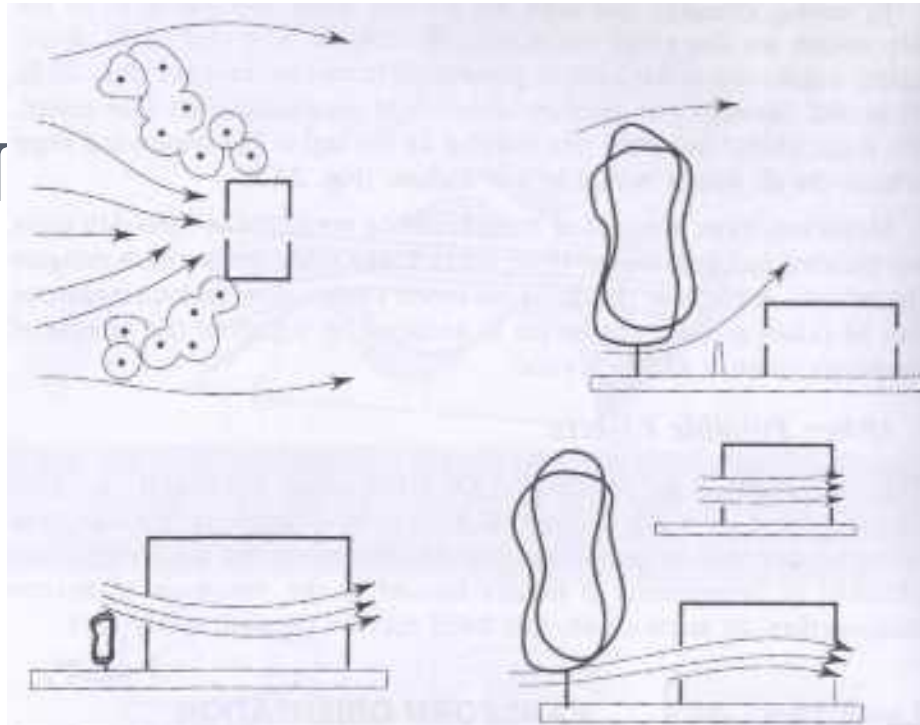


Fig. 2.15 Vegetation increasing, decreasing and directing airflow

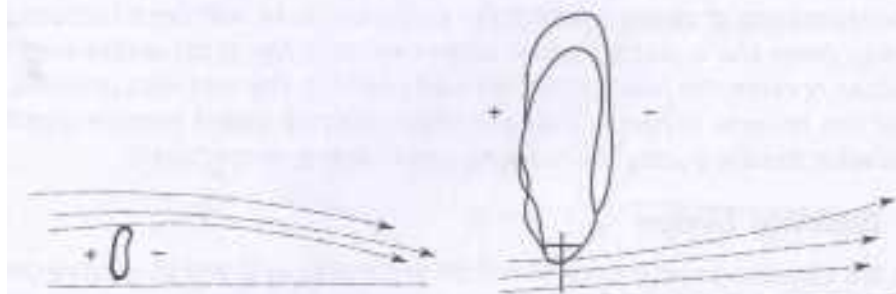
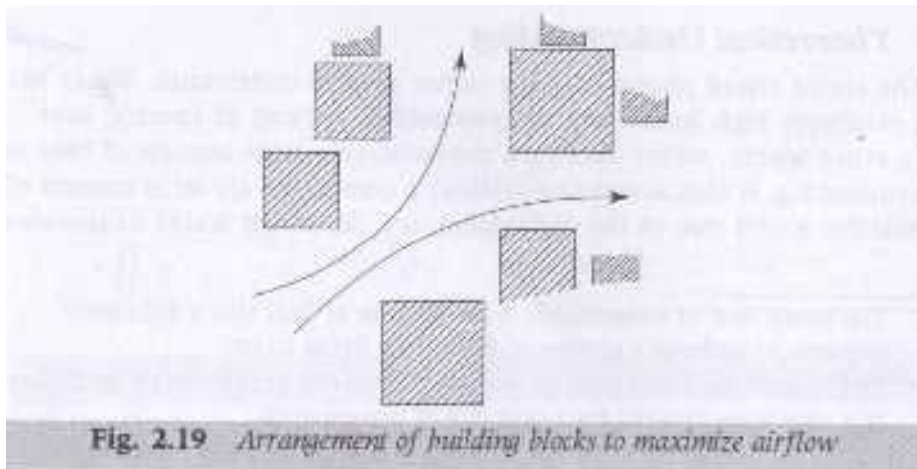
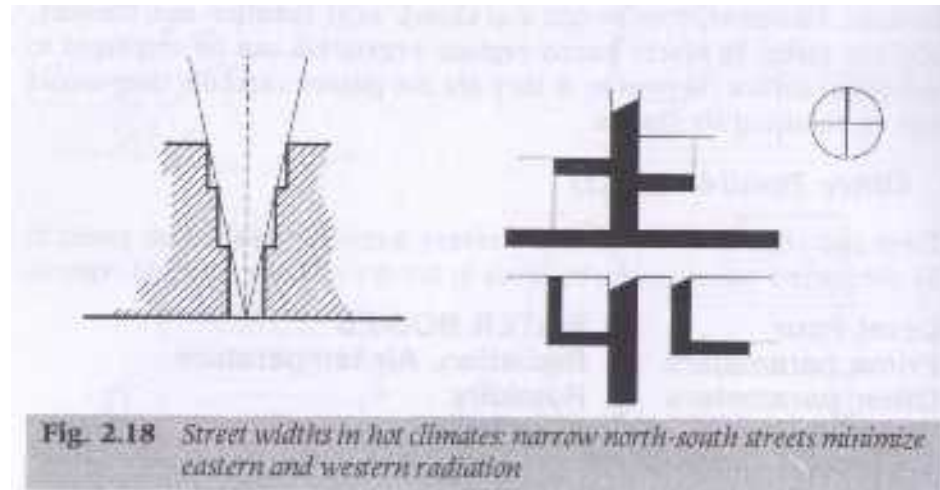


Fig. 2.16 Vegetation causes pressure differences which shifts the air path



PLAN MASSE



VOLUMÉTRIE

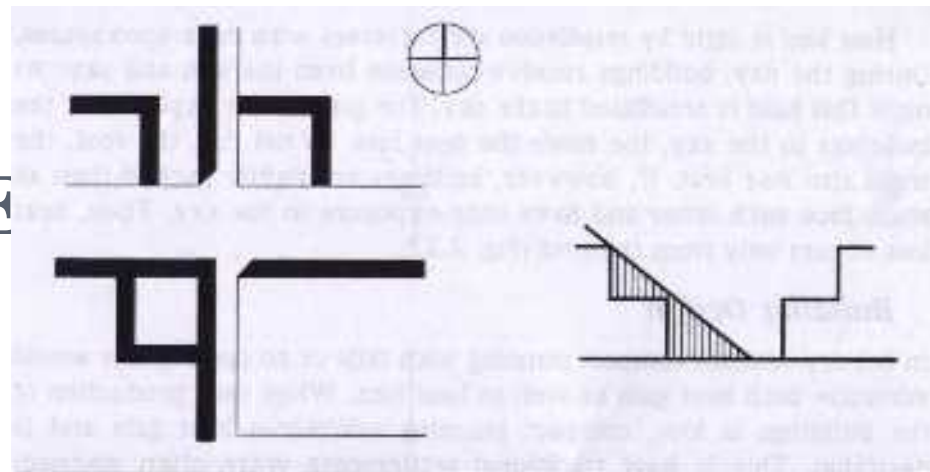


Fig. 2.20 *Street widths in cold climates: Wide east-west streets maximize the scope for south winter sun*

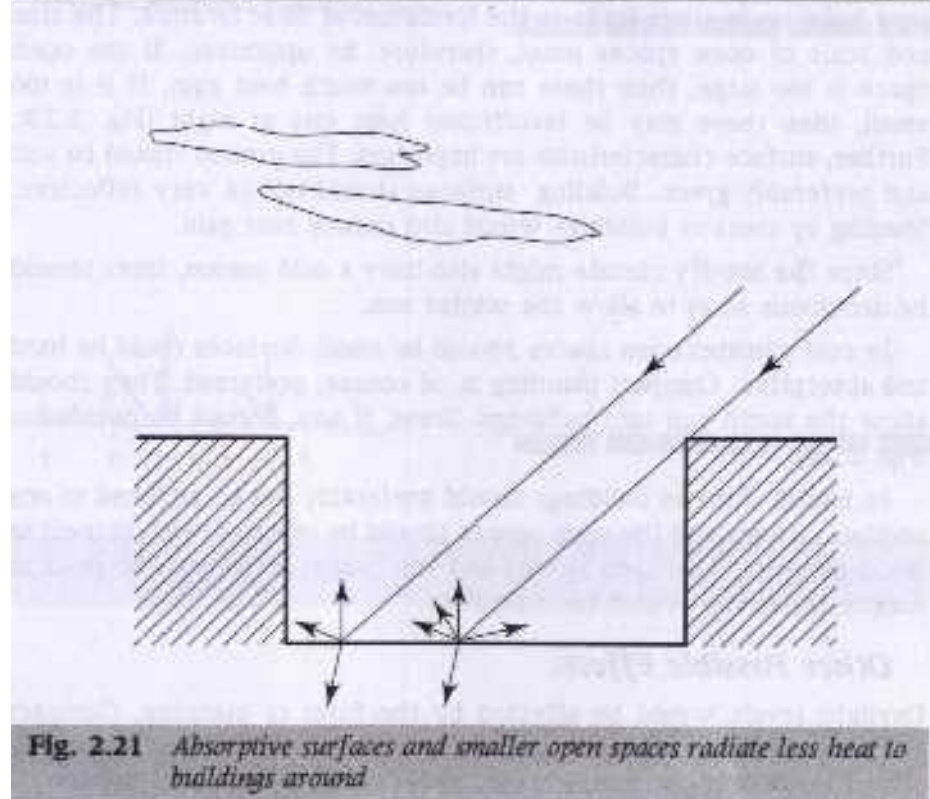
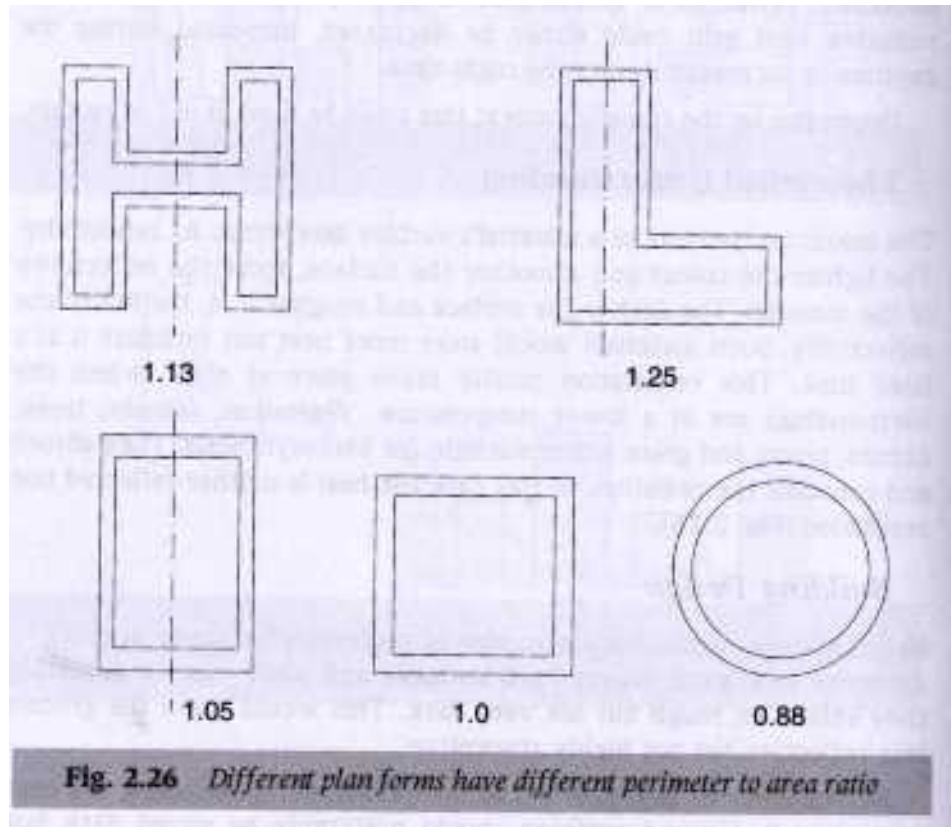


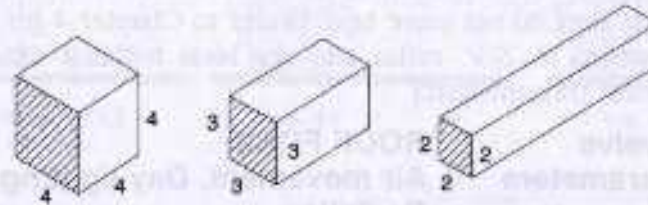
Fig. 2.21 *Absorptive surfaces and smaller open spaces radiate less heat to buildings around*



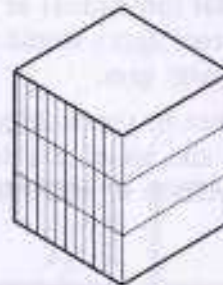
VOLUMÉTRIE



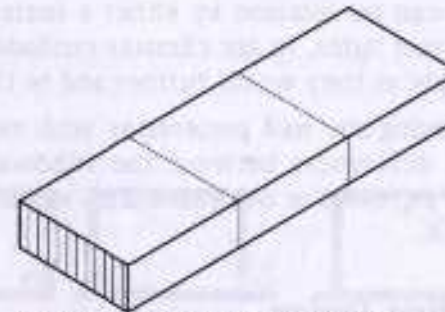
VOLUMÉTRII



Solid shape type	Surface area (S)	Volume (V)	Ratio (S/V)
a	96	64	1.5
b	103.2	64	1.61
c	136	64	2.13



Minimal surface area
reduces heat transfer



Increased area, greater heat transfer

Fig. 2.31 Minimizing the surface area to volume ratio minimizes heat transfer (Ref. 2)



TOITURE

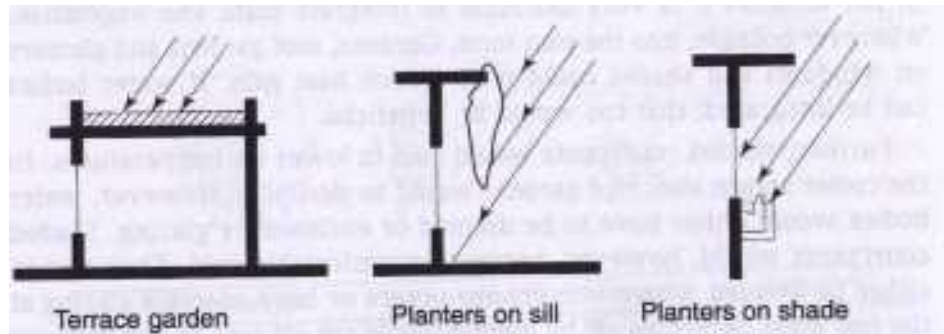


Fig. 2.27 *Integration of vegetation in the building to minimize heat gain*

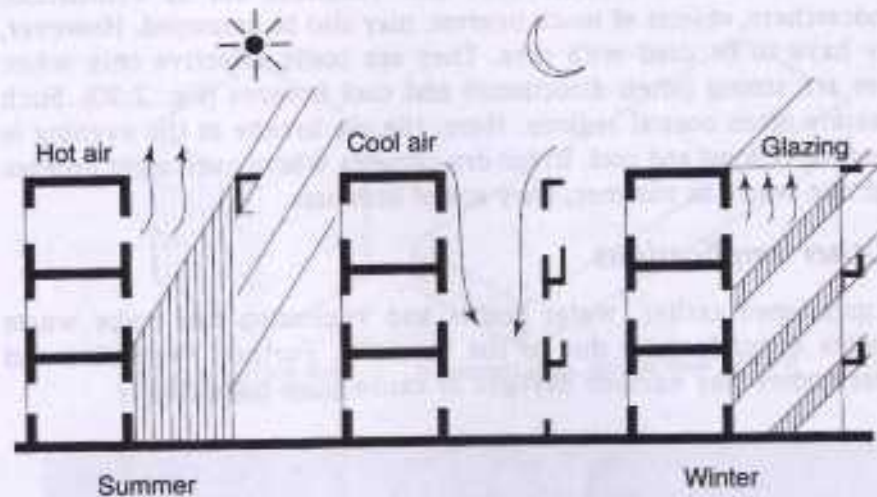
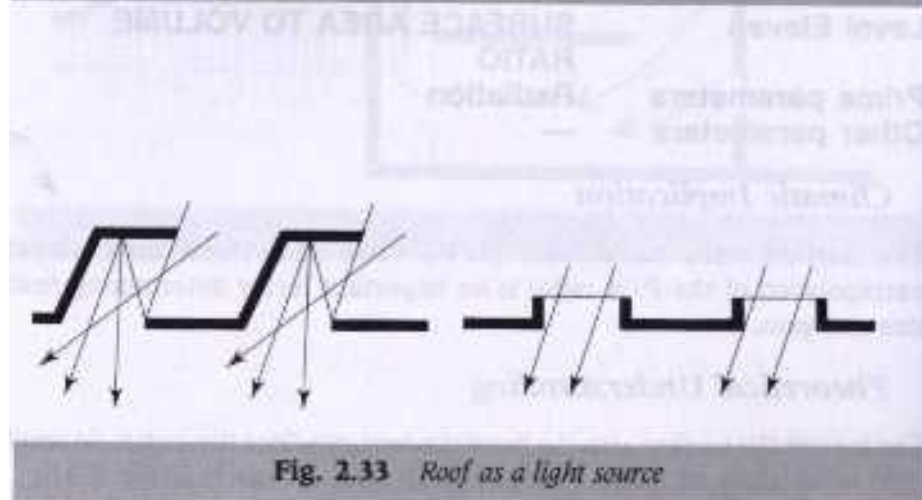
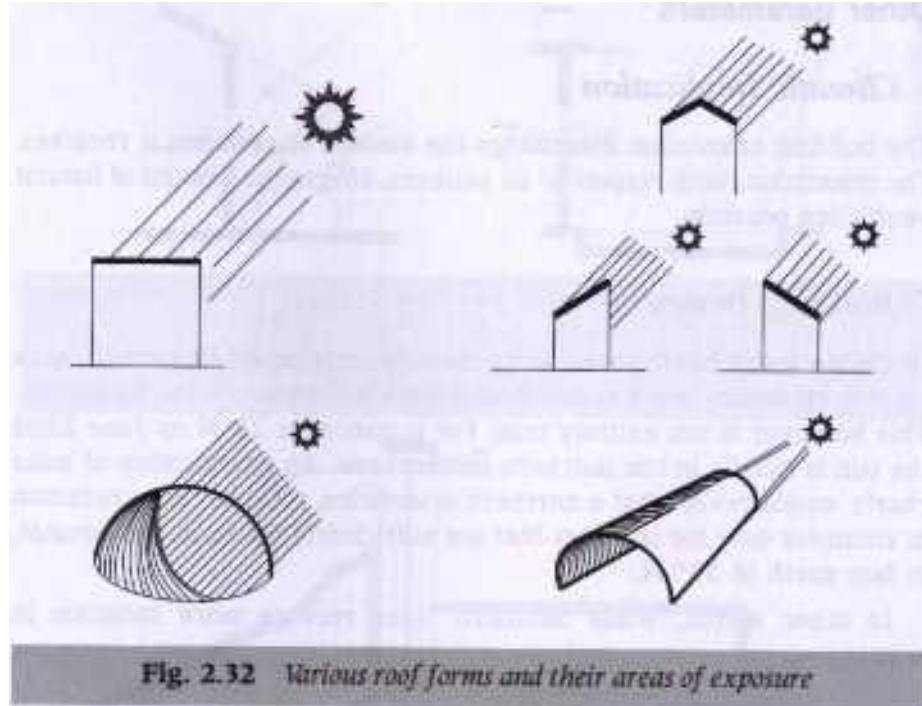


Fig. 2.28 *Courtyard atrium: Integration of operable glazing at the roof level allows the courtyard to be converted into a heat trap in winter.*



TOITURE



TOITURE

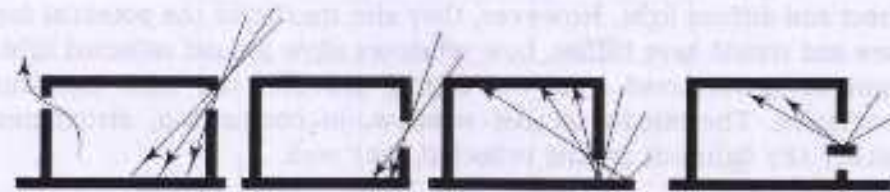
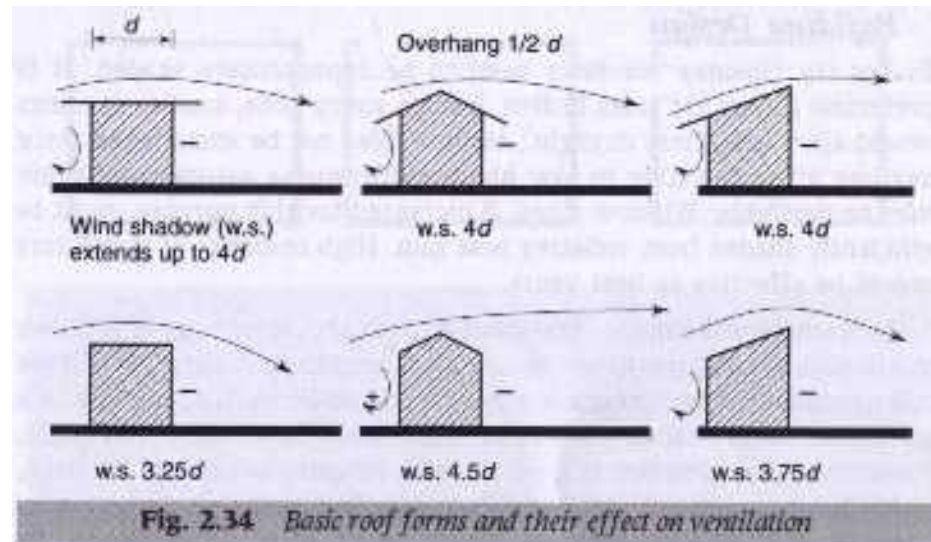


Fig. 2.35 Effect of window position on light and ventilation. High windows act as ventilation points and also allow for the best distribution of light from overcast skies. Low windows do not allow much ventilation but allow an even distribution of ground reflected light. Middle windows allow for even ventilation but does not distribute the light as well. Light shelves allow for this



OVERTURE^{TC}

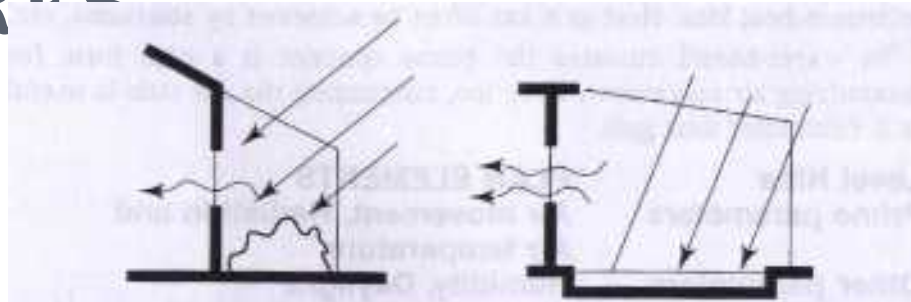


Fig. 2.29 Heat trapping systems: Glazing traps heat and the space created could serve as a greenhouse or contain a water body. A water body would act as a thermal mass—storing heat in the day and reradiating in the night

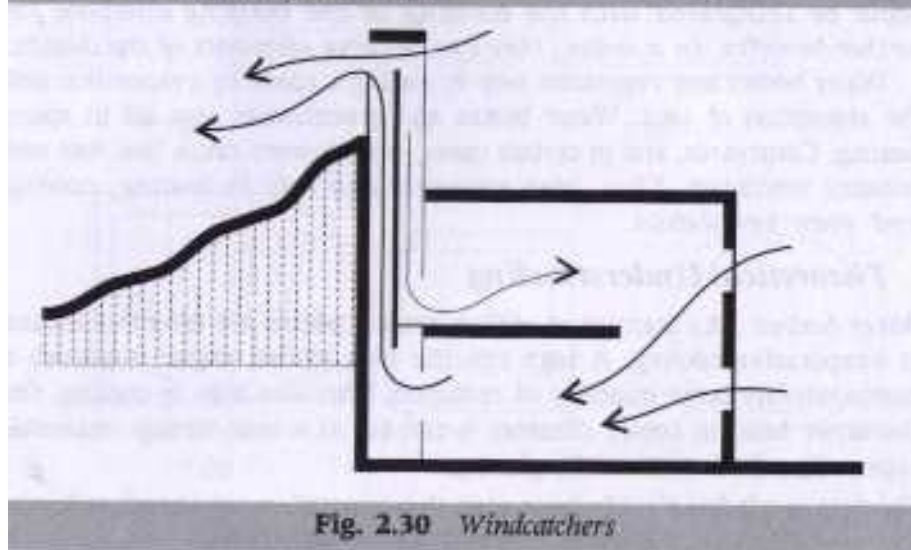
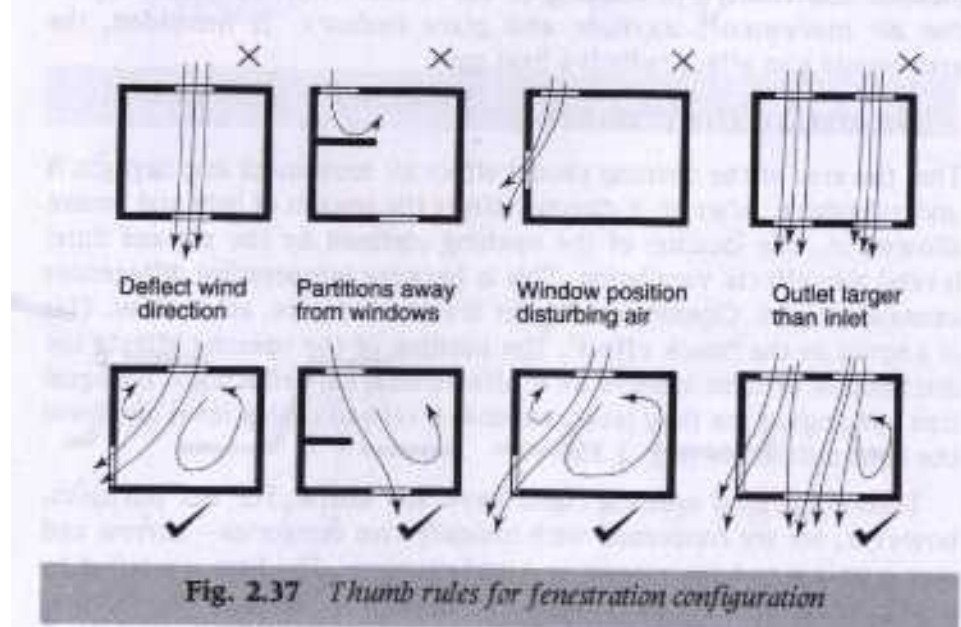
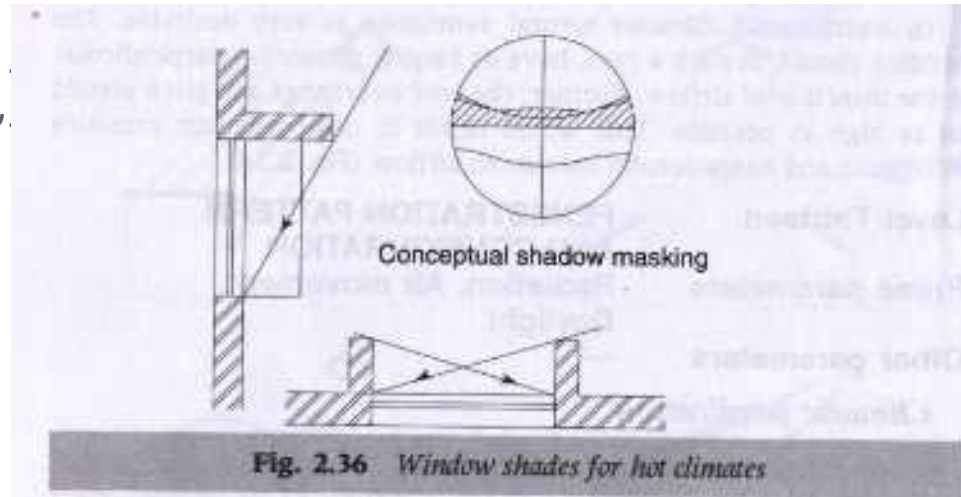


Fig. 2.30 Windcatchers



OVERTURE



OVERTURES

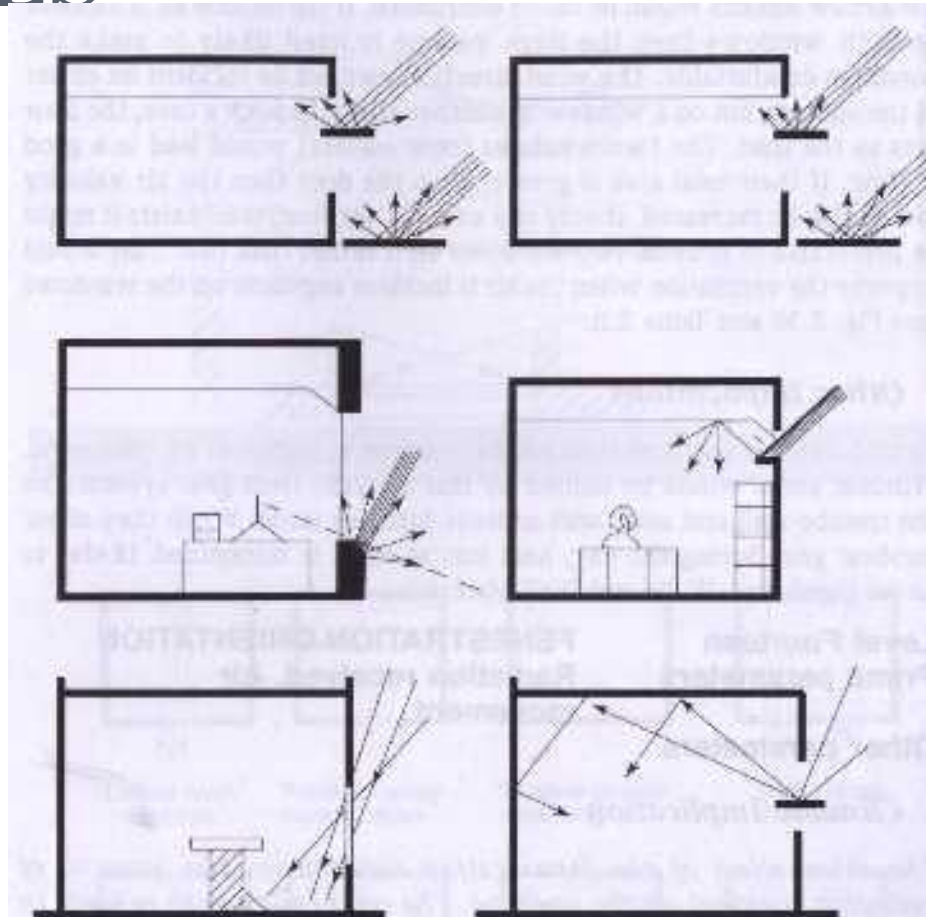


Fig. 2.39 *Light shelves: devices and forms. Light shelves distribute light evenly inside a room. Ref. 4*

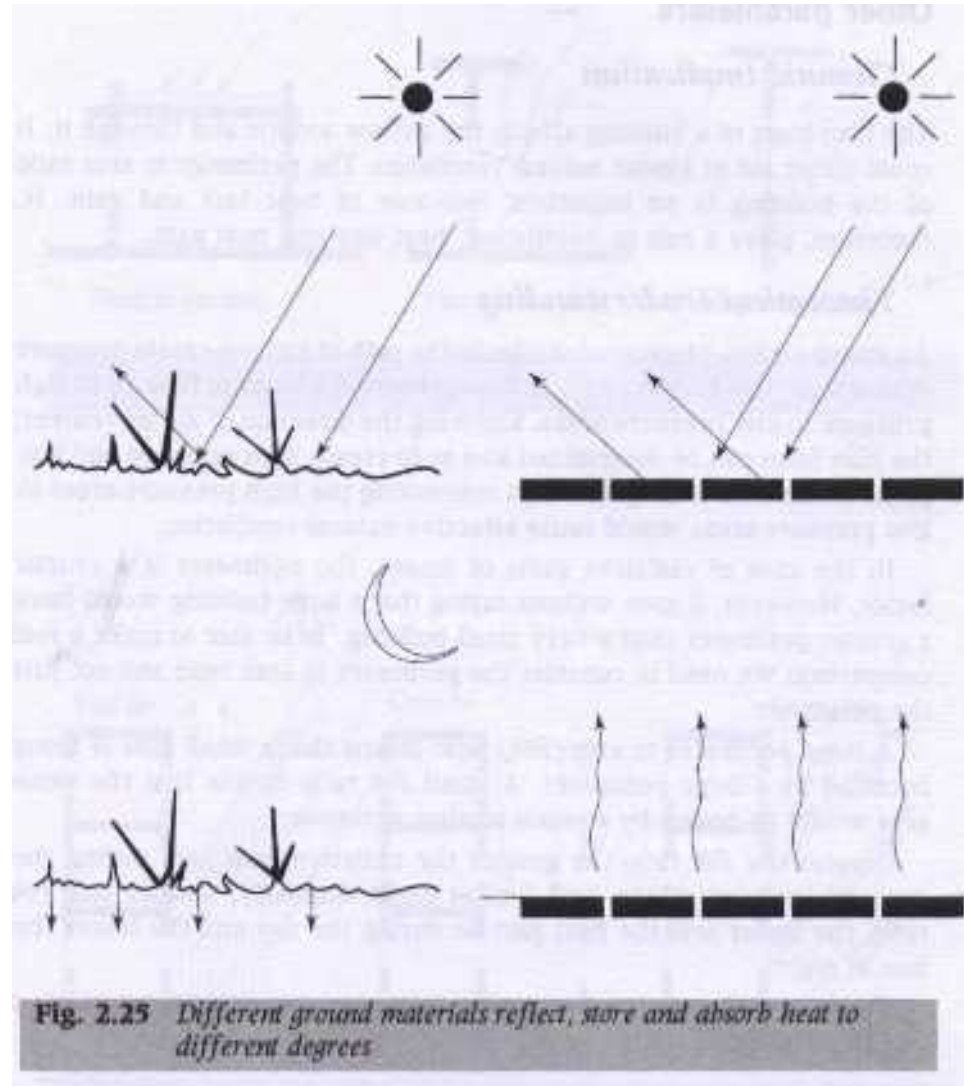


CLOISONNEMENT – FOURNITURES INTÉRIEURES

- Couleurs et matières
- Inertie



FINITIONS - REVÊTEMENTS





4.2

STRATÉGIE DU CHAUD ET DU FROID

PETIT RAPPEL...

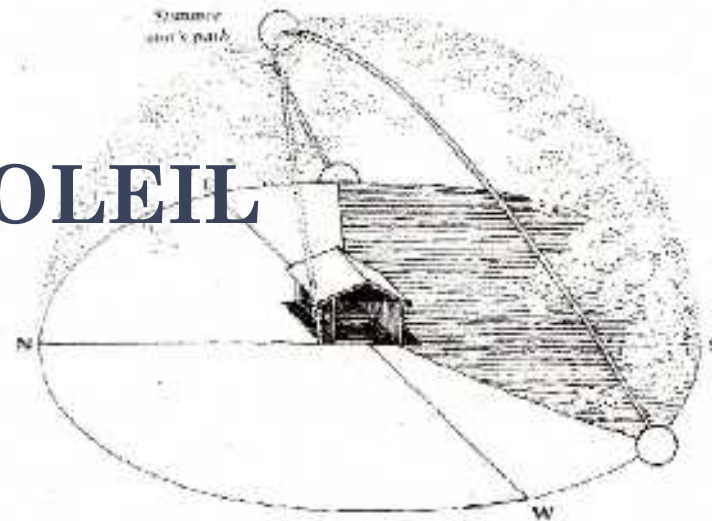
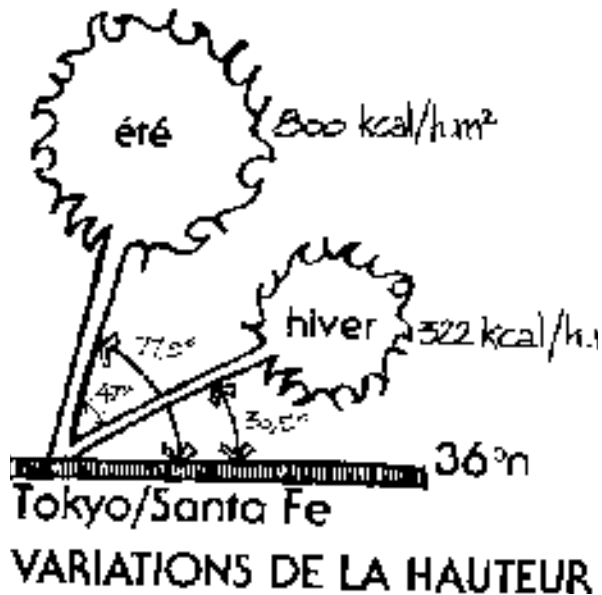
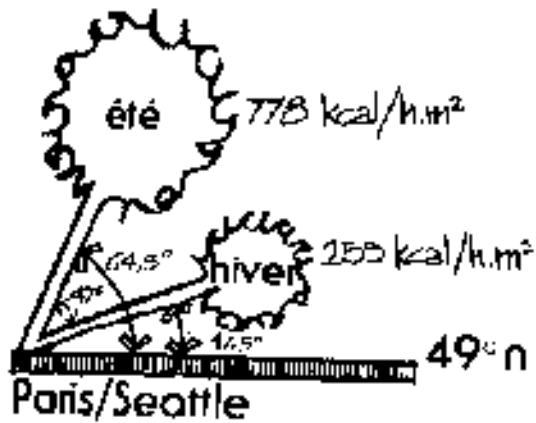
La course du soleil offre une **fréquence journalière** d'apports solaires, dont l'**intensité varie** en fonction de l'angle incident du rayonnement.

Ces variables font qu'un bâtiment est en permanence en **régime transitoire**, perpétuel équilibre entre les entrées et les sorties.

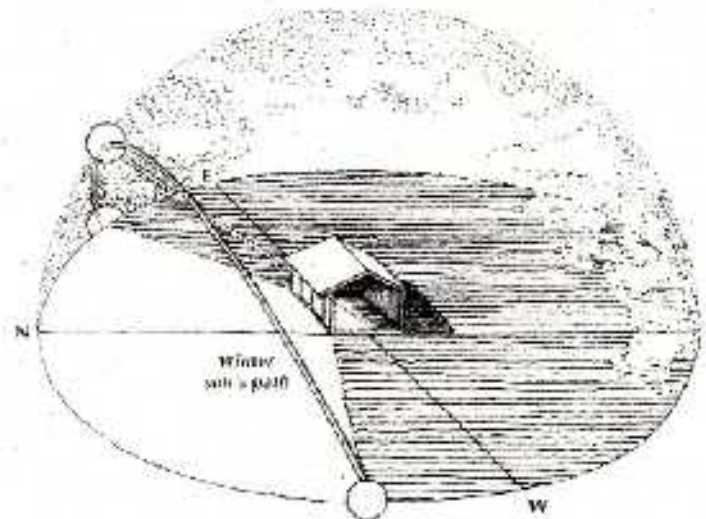
Dans ces conditions, le chauffage en hiver et parfois la climatisation en été ne font qu'apporter le **complément** pour répondre aux exigences de la zone de confort.



LA COURSE DU SOLEIL



The sun's apparent path across the sky in summer

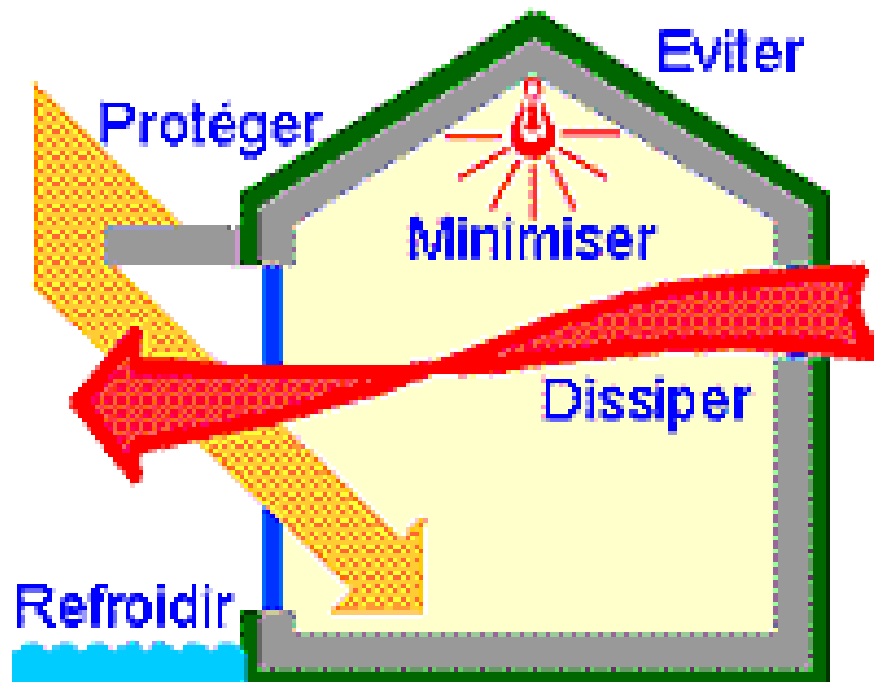


The sun's apparent movement across the sky in winter



EN ÉTÉ

La Stratégie du Froid

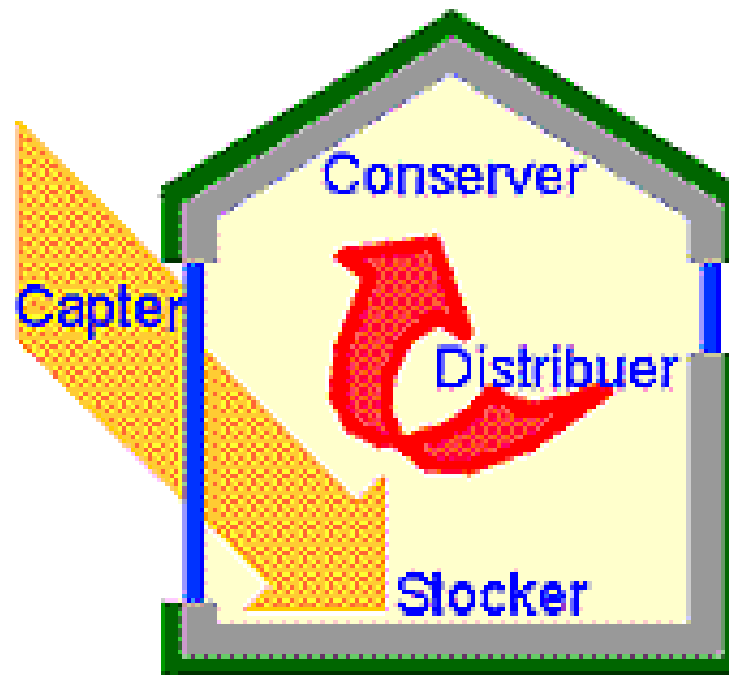


Source : Architecture et Climat



EN HIVER

La Stratégie du Chaud



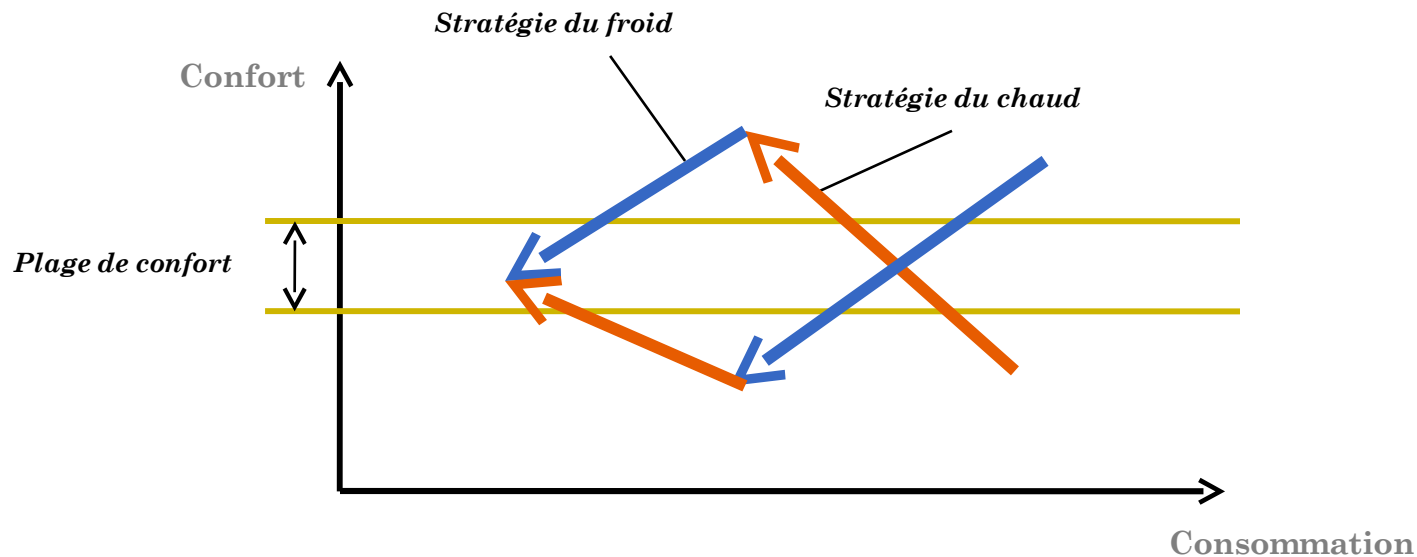
Source : Architecture et Climat



CONTEXTE

Pour un logement :

- en Ile de France : stratégie du chaud puis stratégie du froid
- en méditerranée : stratégie du froid puis stratégie du chaud



CONTEXTE

Pour des bureaux, partout :

- stratégie de l'éclairage naturel
- puis stratégie du froid



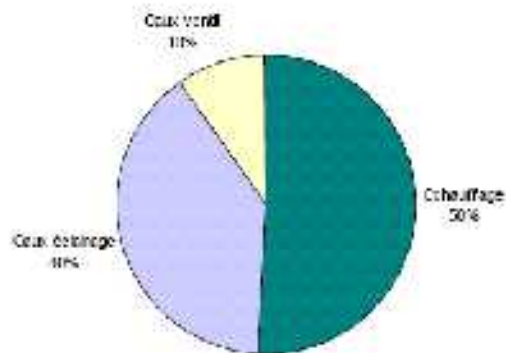
UN IMMEUBLE DE BUREAUX

Répartition des consommations en chauffage électrique

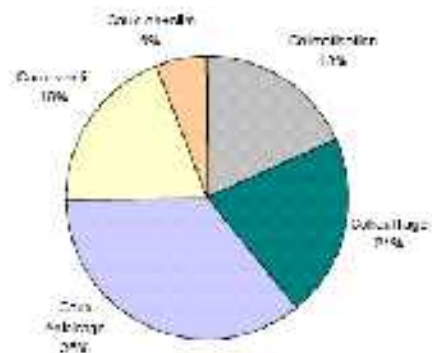
Zone H1

Bâtiment CE1

Répartitions des consommations - chauffage électrique - Zone H1a



Répartition des consommations - chauffage électrique - Zone H1a



Bâtiment CE2

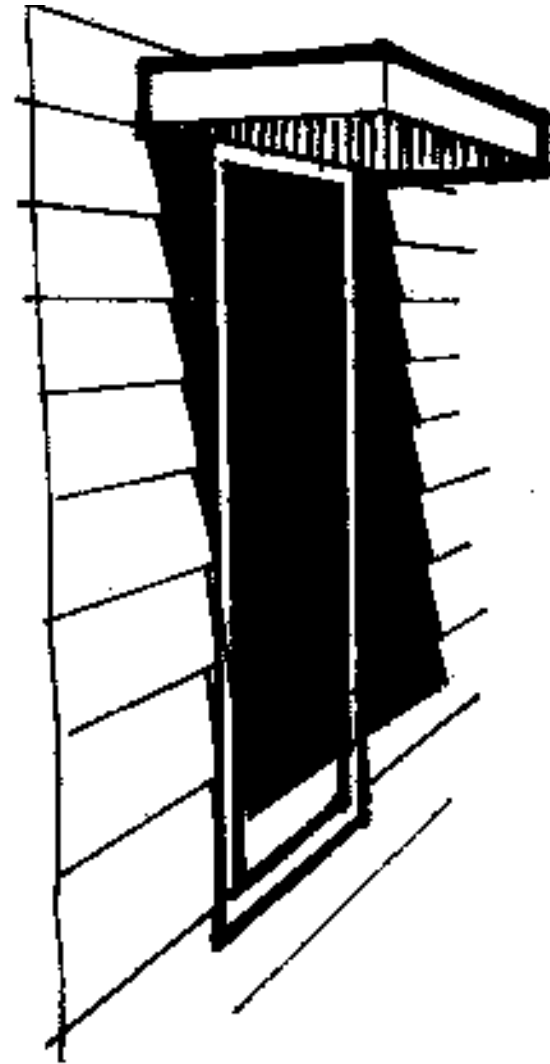
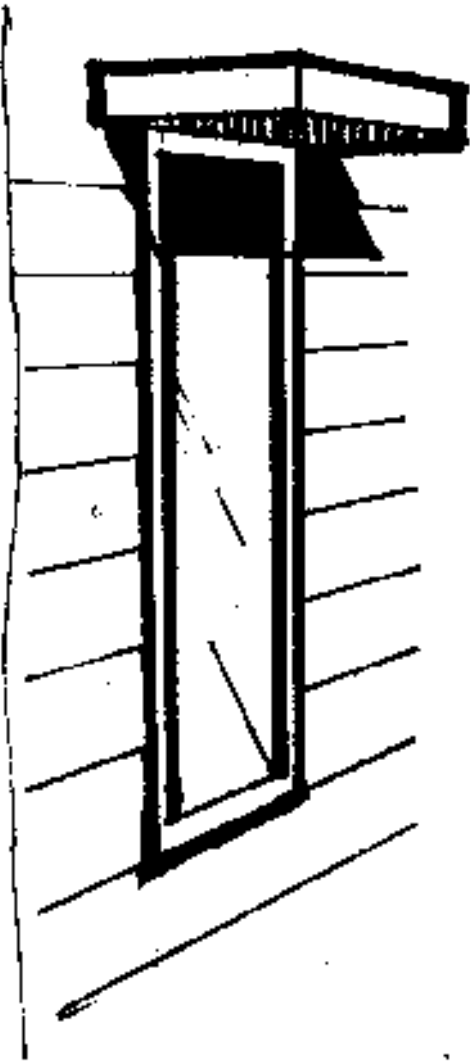
EN ÉTÉ ET 1/2 SAISON

La stratégie du froid

- **protéger** du rayonnement solaire : brise-soleil extérieur, végétation caduque, isolation
- **réduire** les apports interne : éclairage économe, ordinateurs, photocopieurs, réfrigérateurs...
- **ventiler** fortement la nuit et « stocker le froid » dans de la masse interne : murs de refend, sols, plafonds, cloisons lourdes, etc...



LA STRATÉGIE DU FROID : BRISE SOLEIL



TEST : BRISE SOLEIL

Le soleil fait en été à midi un angle de 70° avec l'horizontale. Ma fenêtre fait 1,8 m de haut.

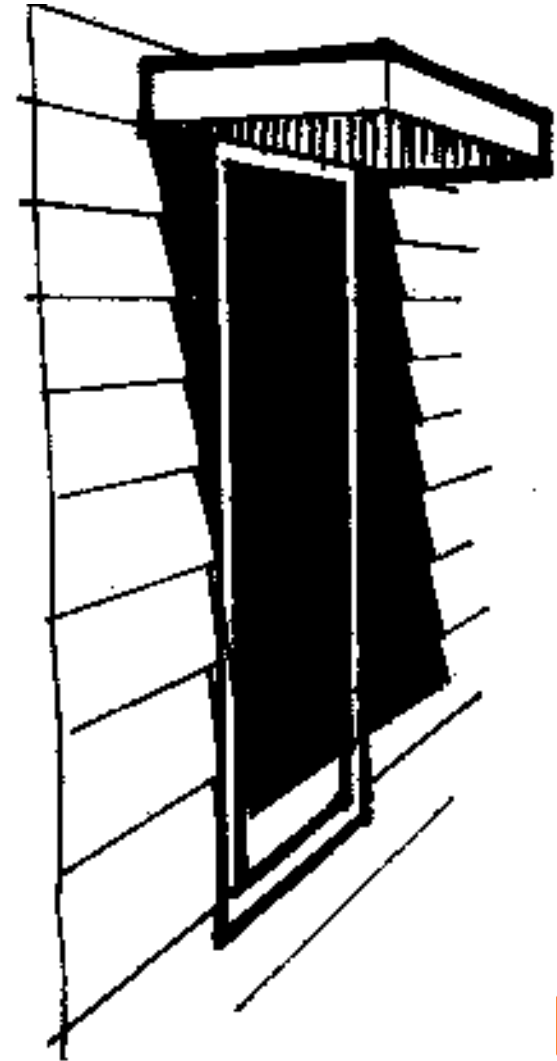
Calculez l'avancée de la casquette pour qu'elle soit à l'ombre à midi ?

$$\text{Tangente } 20^\circ = X/1,8$$

$$X = 1,8\text{m} * \text{tg } 20^\circ$$

$$X = 1,8 \text{ m} * 0,36 =$$

$$X = 0,65 \text{ m}$$



LA STRATÉGIE DU FROID : BRISE SOLEIL. ECOLE MOUTHOMET P.DEFAYET



LA STRATÉGIE DU FROID : VÉGÉTATION CADUQUE



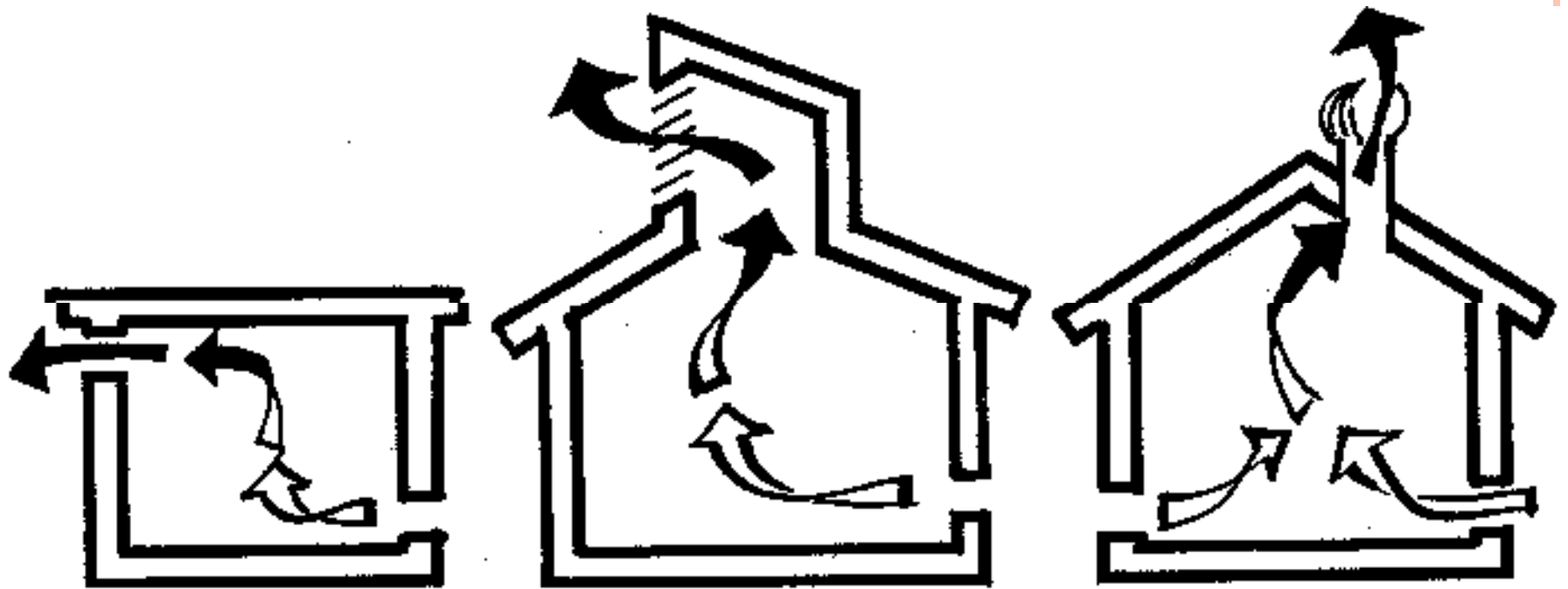
LA STRATÉGIE DU FROID : VÉGÉTATION –CONTRE EXEMPLE : LYCÉE FRÉJUS : FOSTER



LA STRATÉGIE DU FROID : ISOLATION



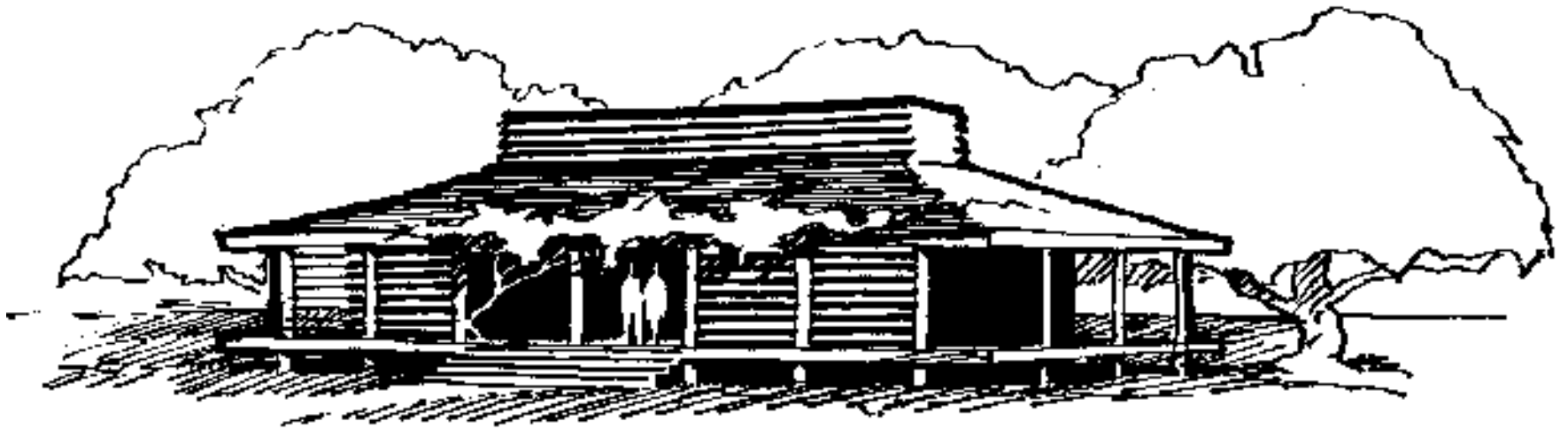
LA STRATÉGIE DU FROID : VENTILER LA NUIT



LA STRATÉGIE DU FROID : CRÉER DE LA MASSE. CLSH RAMATUELLE. ANN GUILLEC.



STRATÉGIE FROID EN ZONE TROPICALE





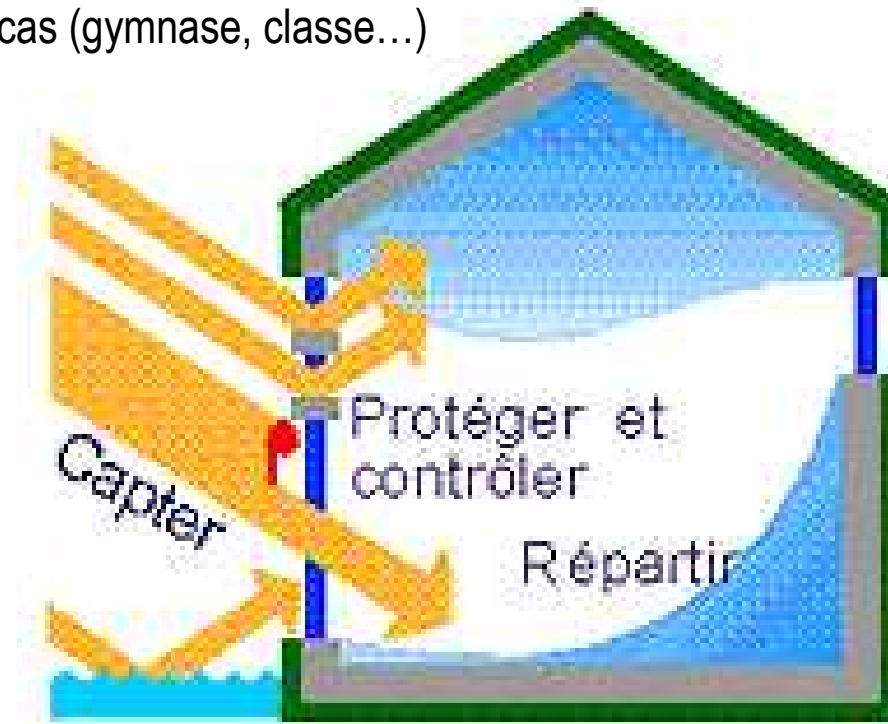
4.3

STRATÉGIE DE LA LUMIÈRE

TOUTE L'ANNÉE

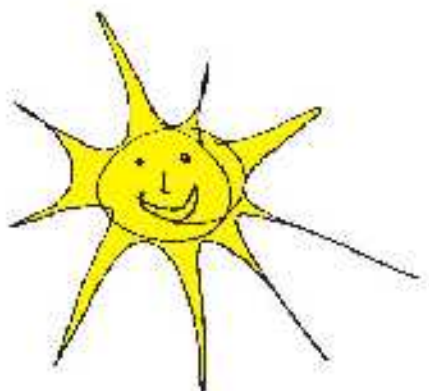
La stratégie de l'éclairage naturel

- **capter** la lumière
- la **régulariser** avec des étagères de lumière, rideaux, couleurs différentes,
- l'**uniformiser** dans certains cas (gymnase, classe...)

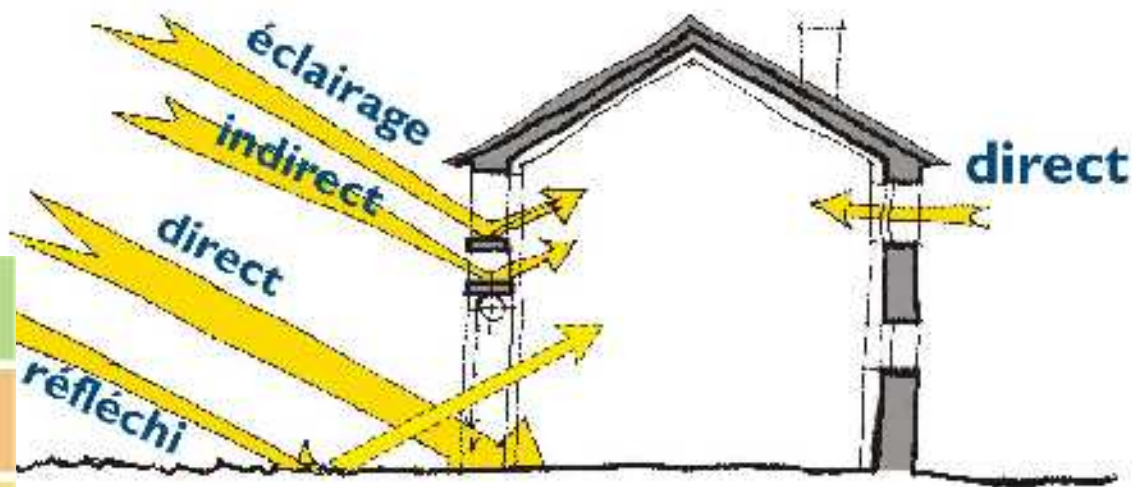


Source : Architecture et Climat





STRATEGIE DE L'ECLAIRAGE NATUREL



Orientation du bâtiment	Ratio Surfaces Fenêtre / pièce
SUD	20 à 35 %
EST & OUEST	10 à 25 %
NORD	5 à 10 %

Source: Exposition du CAUE du Tarn - 2004

Le tableau donne un ordre de grandeur pour des maisons individuelles dans le sud de la France



LA LUMIÈRE

La quantité et la qualité de la lumière varient selon le microclimat. L'intensité est modifiée par:

la saison, la latitude, l'altitude, la couverture nuageuse, l'ombrage des arbres, la pollution atmosphérique...

L'influence physiologique et psychologique de la lumière sur le bien-être est loin d'être négligeable. **La lumière naturelle a une influence bienfaisante sur le moral et la santé** et il faut privilégier son emploi dans les bâtiments.



Maison et atelier d'artiste en Bavière
Arch. Florian Nagler - Photo Müller-Naumann



ECLAIRAGE NATUREL : CAPTER. LYCÉE BLANQUEFORT I.COLAS



ECLAIRAGE NATUREL : RÉGULARISER PIC ST LOUP - P.TOURRE



ECLAIRAGE NATUREL : RÉGULARISER



ÉCLAIRAGE NATUREL : RÉGULARISER. COLLÈGE SIMIANE. A.MIRANDA



ÉCLAIRAGE NATUREL : UNIFORMISER : EXEMPLE - GYMNASSE



ÉCLAIRAGE NATUREL : UNIFORMISER : EXEMPLE - GYMNASSE



EN HIVER

La stratégie du chaud

- **Capter** l'énergie solaire en positionnant les ouvertures en priorité au Sud, puis SE, SO, E,O et Nord,
- **Stocker** dans la masse interne,
- **Eviter** la perte par une forte isolation et le coefficient de forme,
- **Distribuer** ou régulariser.



LA STRATÉGIE DU CHAUD

- Un **paramètre** parfois utilisé : le coefficient de forme (Cf) : C'est le rapport de la surface extérieure sur le volume (en m^2/m^3)
- Valeurs typiques : 0.3 à 1.5

2.1 Les mesures architectoniques

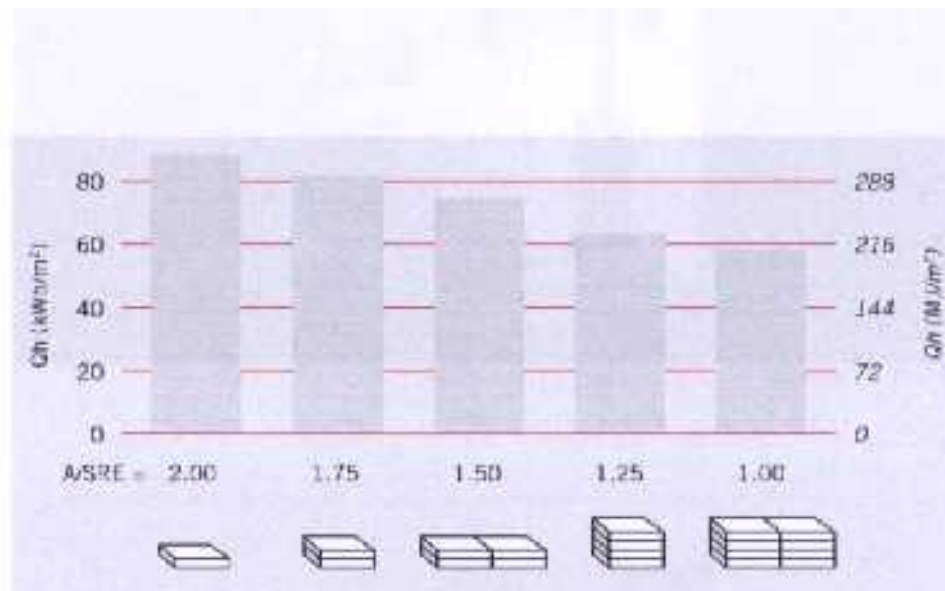
2.1.1 La forme du bâtiment

Une plus grande surface conduit à l'évidence à des déperditions plus importantes:

- La forme du bâtiment a une incidence significative sur la déperdition thermique.
- Un faible rapport surfaces de l'enveloppe du bâtiment/ surfaces d'étage permet de réaliser à la fois des économies d'énergie et des économies sur les coûts.

Gains potentiels: jusqu'à **40%**

Coûts: **économie!**



TEST COEFF DE FORME

- Calcul : la niche de médor est un cube d'1 m² d'arrête : calculer son Cf

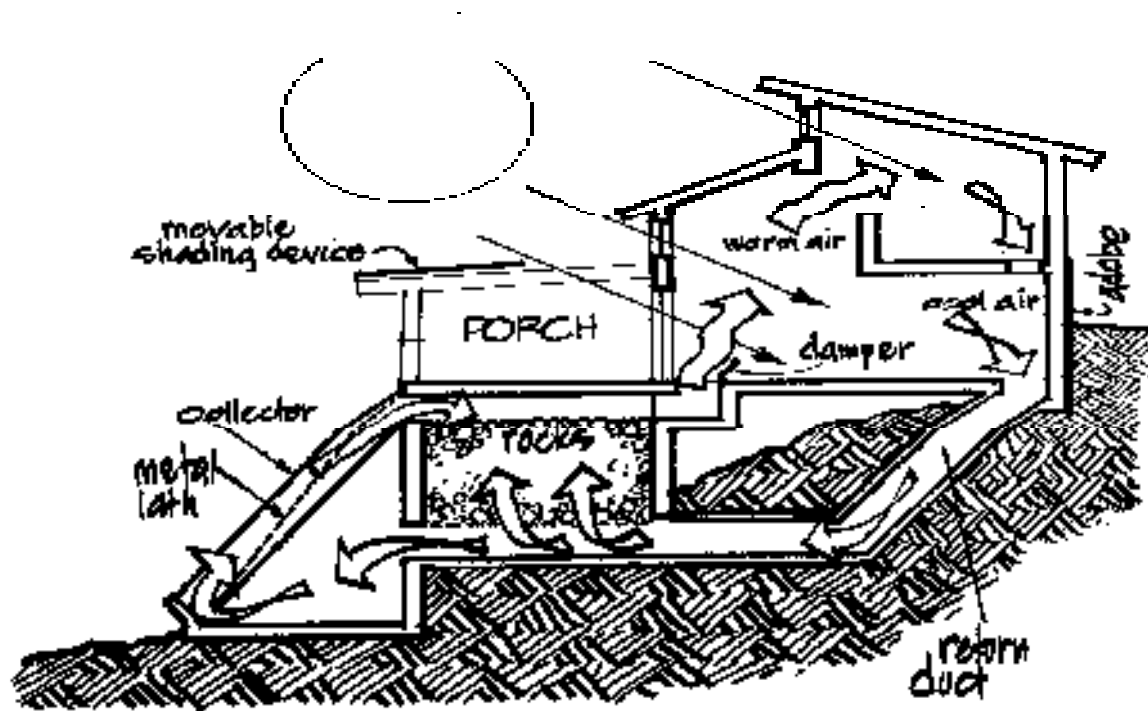
$$Cf = 6m^2/1m^3 = 6 m^2/m^3$$

- Une maison semi-sphérique de rayon 6m. Avec $S = \pi d^2$ et $V = \pi d^3/6$

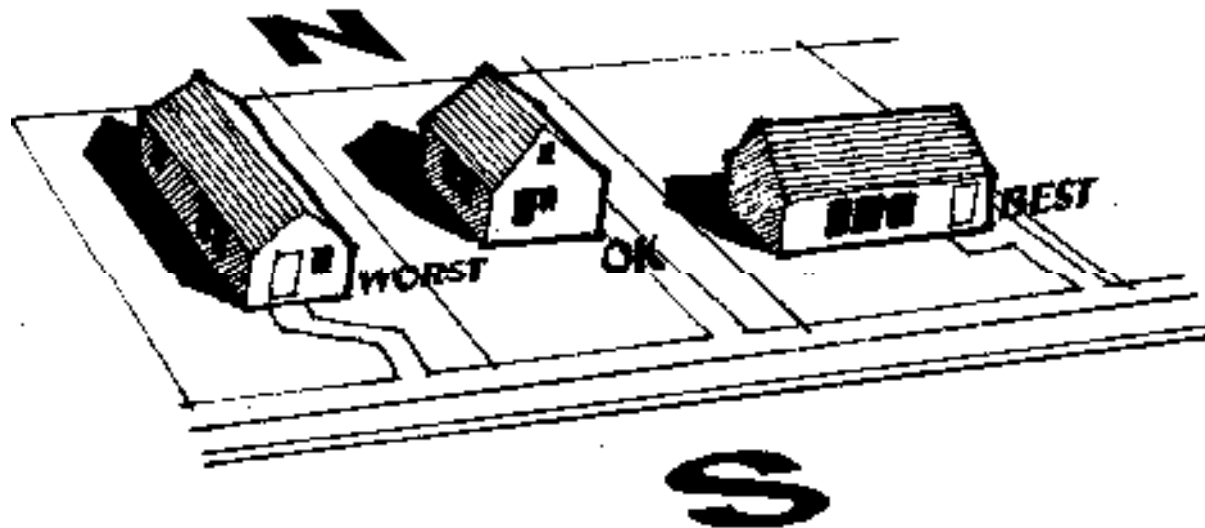
$$Cf = \pi d^2 / \pi d^3/6 = 0,5 m^2/m^3$$



STRATÉGIE DU CHAUD



STRATÉGIE DU CHAUD EN PLAN MASSE POUR LES LOGEMENTS



CONCLUSIONS

- les très fortes isolations **actuelles** font que les apports (solaires et internes) deviennent plus importants que les pertes (par les surfaces enveloppes)
- pour les apports, la RT 2005 propose en base : 40% vitrages Sud et 20% sur les 3 autres orientations pour le MI et 25 % sur chaque orientation en collectif



LE CHOC DES STRATÉGIES : LE LOGEMENT

	Stratégie Froid	Stratégie Chaud
Stratégie Eclairage naturel	Sud : nécessite réflexion Nord : facile Est/ouest : difficile si occupé, facile si non occupé ou sieste	Sud : facile Nord : facile Est/ouest : nécessite réflexion



LE CHOC DES STRATÉGIES : LE BUREAU

	Stratégie Froid	Stratégie Chaud
Stratégie Eclairage naturel	Sud : nécessite réflexion Nord : facile Est/ouest : difficile	Sud : facile Nord : facile Est/ouest : nécessite réflexion



Résumé des mesures bioclimatiques

1- Implantation tenant compte de l'ensoleillement et des ombres portées

2- Orientation permettant de profiter des apports solaires gratuits

3- Disposition judicieuse des fonctions (espaces servants/servis)

4- Dimensionnement et emplacement judicieux des **ouvertures**

5- Isolation renforcée de l'enveloppe

6- Inertie thermique grâce à des éléments massifs

7- Préférence aux **matériaux locaux**

8- Utilisation de la **végétation** comme rideau naturel (essences locales)

9- Protections solaires fixes et mobiles

www.manicore.com

(le site plein d'humour de JM Jancovici)

www.outilssolaires.com

sidler.club.fr

www.negawatt.org

www.solarserver.de

www.solarinfo.de



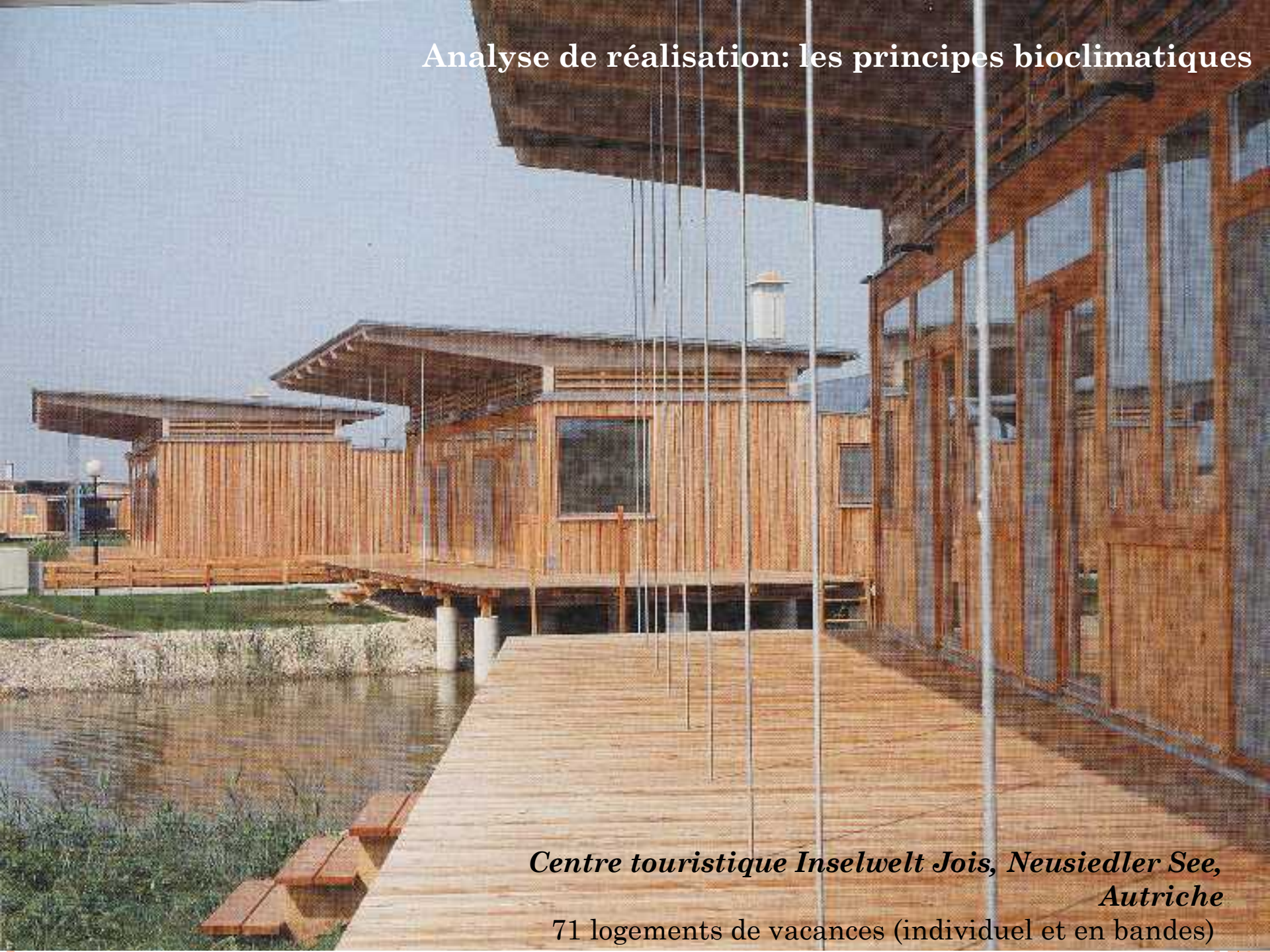
5.

ETUDES DE CAS

*CENTRE TOURISTIQUE INSELWELT JOIS AU
NEUSIEDLER SEE*

*MAISON DANS LE PAYSAGE: MAISON À
PIRMASENS*

Analyse de réalisation: les principes bioclimatiques



*Centre touristique Inselwelt Jois, Neusiedler See,
Autriche*

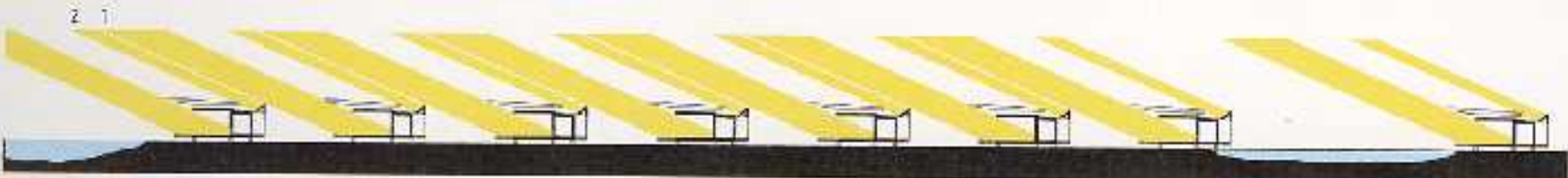
71 logements de vacances (individuel et en bandes)



Centre touristique Inselwelt Jois, Neusiedler See, Autriche - Arch. Georg W. Reinberg - © Casa Editrice Libria

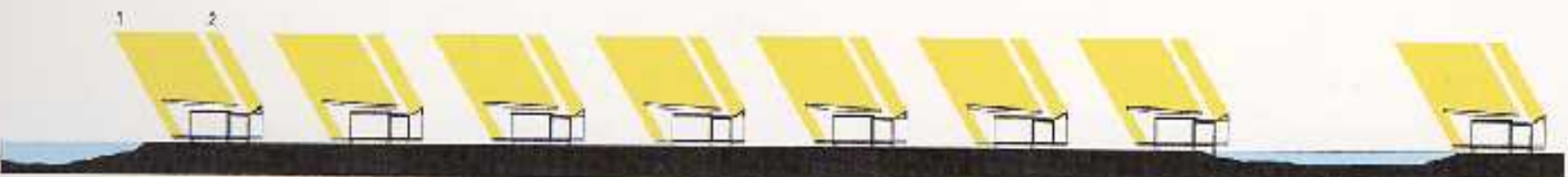


SEZIONE SUD-NORD
South-north section



1 energia solare passiva 2 energia solare attiva

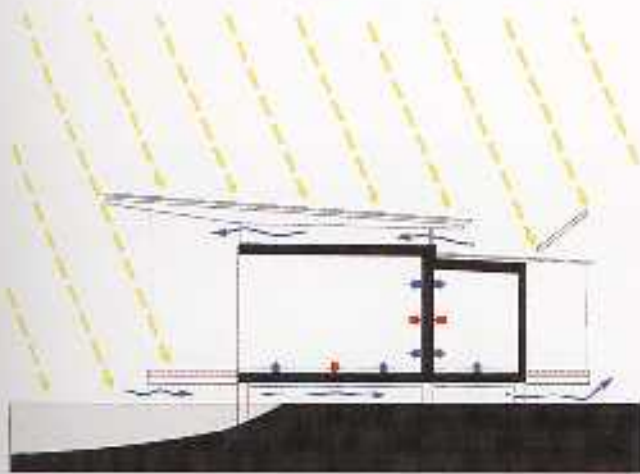
INVERNO winter



1 passive solar gain 2 active solar gain

ESTATE summer

Centre touristique Inselwelt Jois, Neusiedler See, Autriche
Arch. Georg W. Reinberg - © Casa Editrice Libria



SCHEMA ENERGETICO ESTATE GIORNO
energy concept on summer day



SCHEMA ENERGETICO ESTATE NOTTE
energy concept on summer night





Centre touristique Inselwelt Jois, Neusiedler See, Autriche
Arch. Georg W. Reinberg - © Casa Editrice Libria

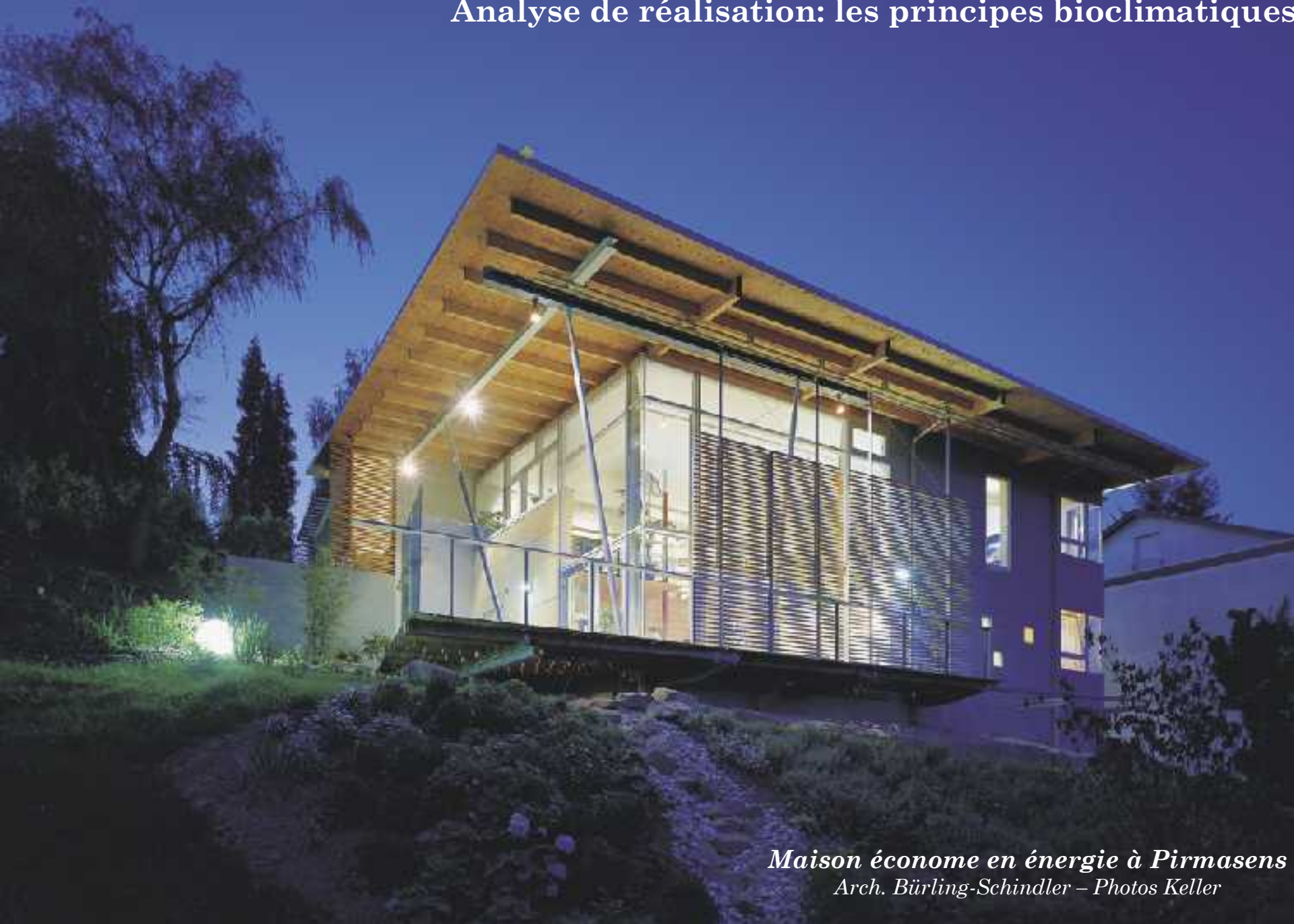


www.reinberg.net

Mesures bioclimatiques

- Parkings à l'extérieur du site
- Implantation sur pilotis
- Orientation nord (services) sud
- Ventilation naturelle
- Dalle et mur central en béton
- Murs extérieurs à ossature bois à forte isolation
- Bardage et terrasses en mélèze
- Capteurs solaires thermiques

Analyse de réalisation: les principes bioclimatiques



*Maison économe en énergie à Pirmasens
Arch. Bürling-Schindler – Photos Keller*

architectes

Bürling Schindler, Stuttgart

concept énergétique

Transolar, Stuttgart

surfaces

170 m² habitables

45 m² d'annexes

parcelle 1800 m²

calendrier

début des études, juillet 1996

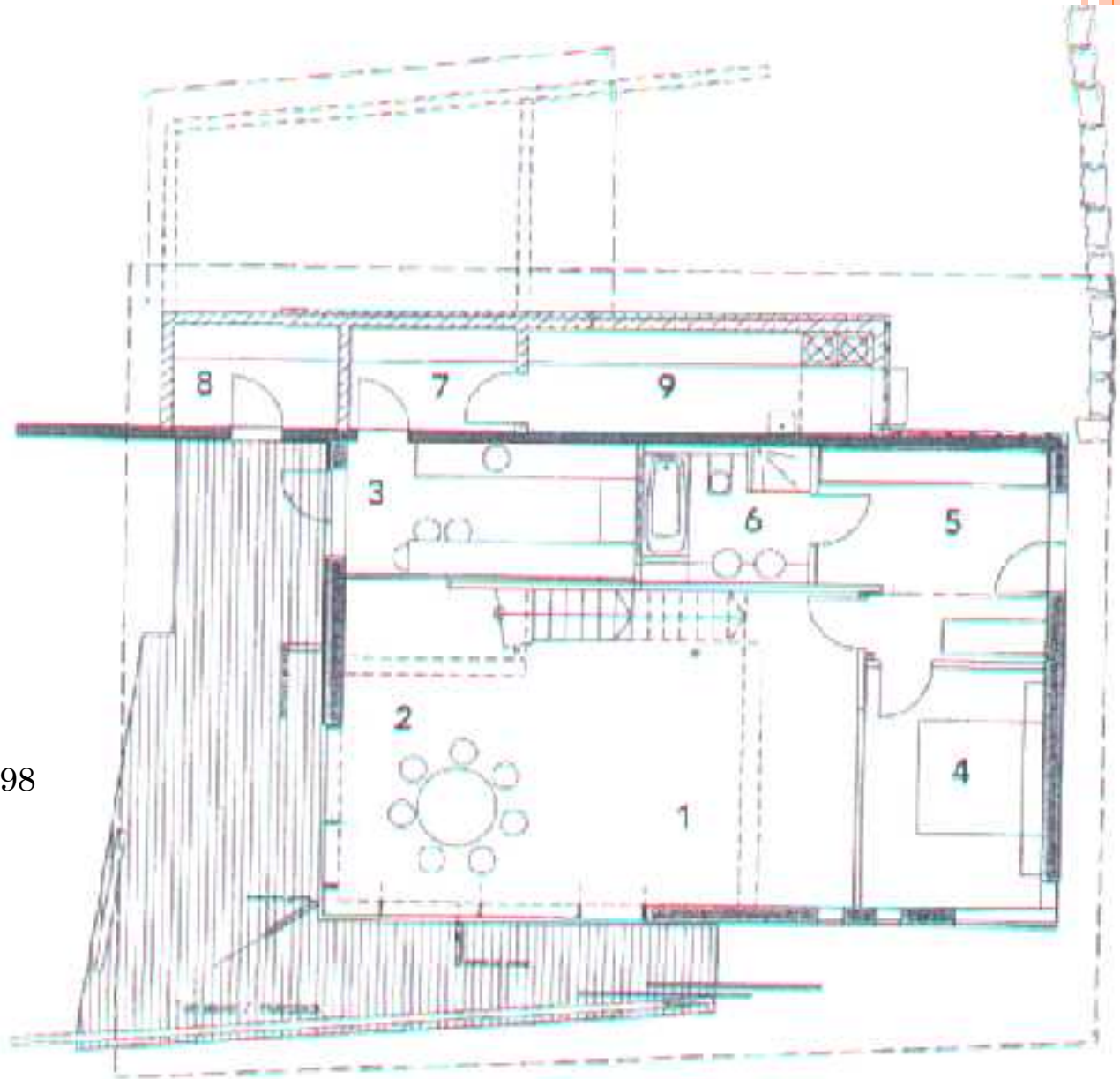
chantier, mars 1997 à février 1998

coût de construction

285.600 euros HT

consommation de chauffage

inférieure à 55 kWh/m²/an



*Maison économe en énergie à Pirmasens
Arch. Bürling-Schindler – Photos Keller*





Maison économe en énergie à Pirmasens – Arch. Bürling-Schindler – Photos Keller



Maison économe en énergie à Pirmasens Arch. Bürling-Schindler

système constructif

- structure mixte béton-bois-acier
- béton armé pour les murs enterrés, les refends et la dalle du rez-de-jardin
- bois pour l'ossature des murs extérieurs
 - aluminium pour le mur rideau
 - acier pour les poteaux soutenant la mezzanine et les pannes de la toiture

essences de bois employées

- montants en épicéa massif et contreplaqué en pin maritime pour les panneaux d'ossature ;
- épicéa lamellé-collé pour les pannes ;
- douglas pour la double peau de la façade nord et les écrans de la façade sud ;
- lamibois Kerto pour le plancher de la mezzanine ;
- panneaux en fibres-ciment en bardage ;
- épicéa avec finition en lasure blanche pour les menuiseries à rupture de pont thermique.



Mesures bioclimatiques pour le confort d'hiver et d'été Sur les choix architecturaux

Pour gérer les apports solaires

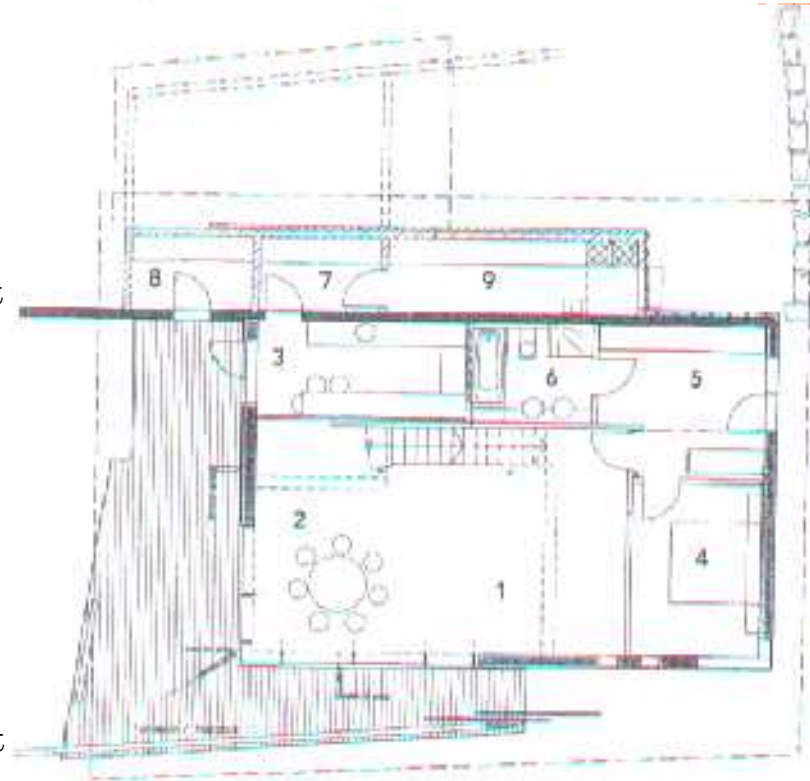
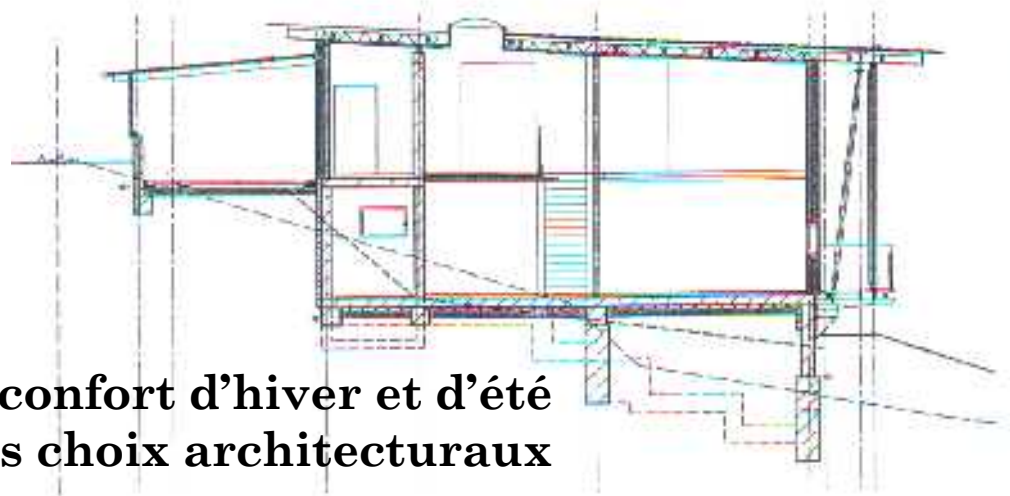
- vitrages 40% sur la façade sud-est, 60% côté sud-ouest
- toiture débordant de 3,50m sud-ouest
- écrans en bois, commandés électriquement, se déplacent devant la façade sud en ménageant un espace de 1,50m

Pour profiter de l'effet de masse

- volant thermique par murs massifs de la zone enterrée, les refends et la dalle en béton du rez-de-jardin

Pour ventiler naturellement

- ventilation naturelle et brassage de l'air pendant la nuit par ouverture simultanée des fenêtres et du skydom.



Mesures bioclimatiques pour le confort d'hiver et d'été

Sur l'enveloppe



Murs à ossature bois

- 16 cm de laine de roche entre les montants
- 6 cm côté intérieur (passage des gaines sans percer le pare-vapeur)
- murs en béton isolés par 8 cm de laine de roche (côté extérieur)

Toiture

- 22 cm de laine de roche entre pannes en lamellé-collé
- 4 cm d'isolation continue en sous face

Vitrages

Doubles vitrages avec lame en gaz rare à faible émissivité et haute transmission, qui améliorent les performances thermiques en hiver et limitent l'effet de serre en période chaude ($U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)



SOURCES ÉTUDES DE CAS

Les photos, dessins, schémas et tableaux de cette présentation dont la source n'est pas citée près de l'image sont de **Dominique Gauzin-Müller** ou ont été tirés d'un de ses livres publiés aux **Editions du Moniteur**:

<i>La construction en bois</i>	1990
<i>Construire avec le bois</i>	1999
<i>L'architecture écologique</i>	2001
<i>25 maisons en bois</i>	2003
<i>25 maisons écologiques</i>	2005



SOURCES THÉORIQUES

- www.techno-science.net
- www.meteofrance.com
- <http://www.ale-lyon.org/>
- Climate Responsive Architecture - Arvind Krishan - ed. Tata McGraw Hill
- **Edward Mazria**, *le guide de l'énergie solaire passive*, traduction française, éditions Parenthèses,
- **IZARD** Jean Louis : architecture d'été : EDISUD
- **E.S.I.M.**, *tables d'ensoleillement maximal pour la France*, Edisud, Aix en Provence, 1978.
- **Pierre Lavigne**, *Architecture climatique*, Edisud éd., 2000.



REMERCIEMENTS

- **Daniel Fauré** – Président du réseau EnviroBAT, (partie théorique),
- **Dominique Gauzin-Müller** – Architecte Journaliste spécialiste de l'architecture éco-responsable (partie études de cas).

