



enviroB.A.T.  
méditerranée

Bâtiment & Aménagement du Territoire

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

# THERMIQUE ET CONSTRUCTION DURABLE

Daniel Fauré

*Cours 7*

Document à  
télécharger



# **THERMIQUE ET CONSTRUCTION DURABLE**

## **ENSA Montpellier – Semestre 2**

**Cours 7 : ETAPE 1 : Insertion dans le territoire : pour une  
architecture écologique et un urbanisme durable -**

**Deuxième partie : architecture écologique ou climatique ?**

**Daniel FAURE - 29 mars 2007 -**

## **A partir de l'urbanisme...**

---

**L'urbanisme durable s'est constitué à partir de diverses exigences. On a vu les exigences de l'urbanisme qui sont beaucoup plus globales que celles du bâtiment. L'architecture, elle, sera plus sensible à certaines exigences.**

# réponses à l'urbanisme durable

---

**Parmi ces contraintes, lesquelles impactent le plus sur l'architecture ?**

- **Accès aux modes doux de transports**
- **Proximité avec bâtiments d'habitation ou services**
- **Mutualisation avec d'autres établissements**
- **Gestion risque inondation et eaux pluviales**
- **Respect de la bio-diversité**
- **Orientation vis-à-vis du soleil**
- **Orientation vis-à-vis du vent et son utilisation**
- **Niveau acoustique de qualité**
- **Réseaux : eau, énergie**

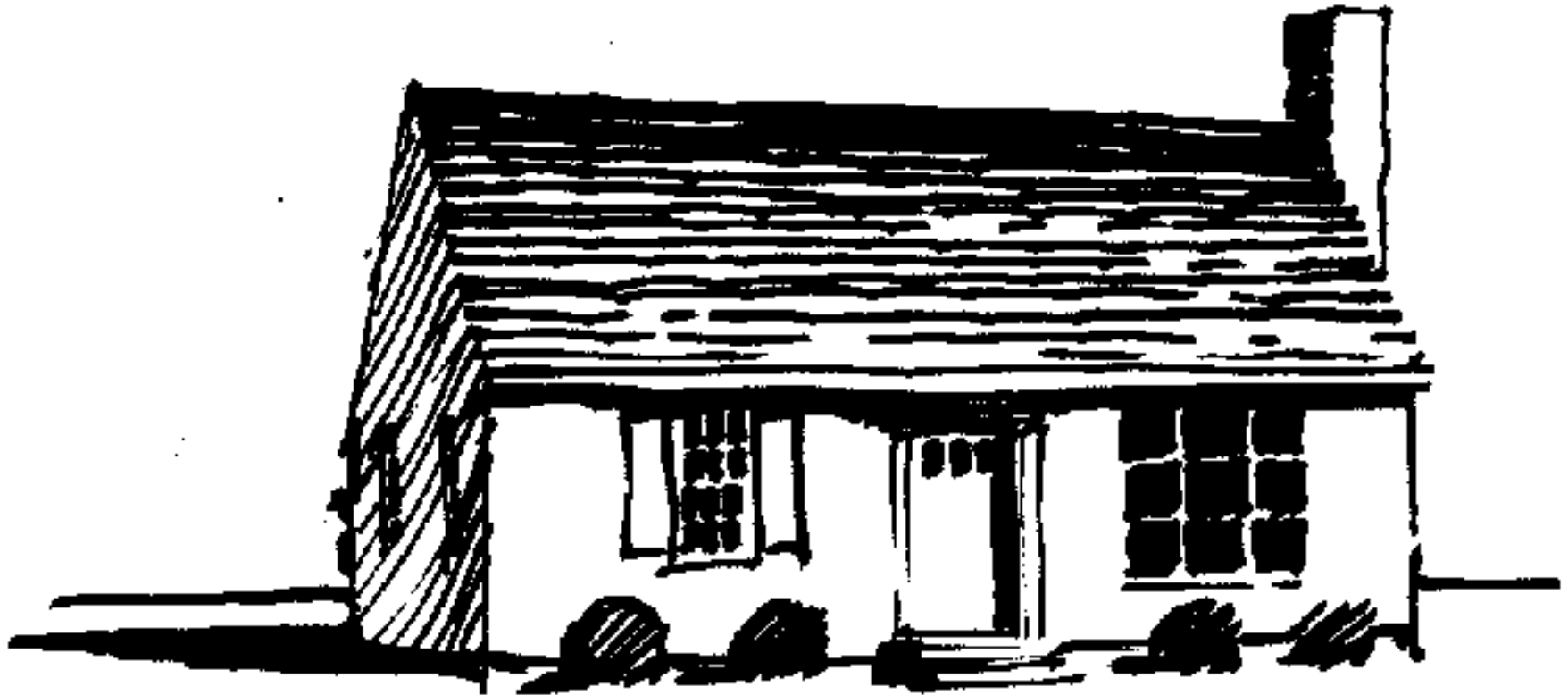
## A partir de l'urbanisme...

---

**Le climat est sûrement l'élément le plus fort qui joue sur le plan masse de l'architecture écologique : c'est pourquoi, à une époque, le concept plus restreint d'architecture climatique s'est développée. D'ailleurs, si l'architecture est régionalisée, c'est principalement à cause du climat.**

# Maison traditionnelle Bretagne

---



# Habitat enterré USA

---



# Maison Nidhana - Drôme





# Maison Cosmos solaire Climat océanique



# Le climat

## A partir de l'urbanisme...

---

**L'architecte du 21<sup>e</sup> siècle doit être capable de voir quels seront les éléments du climat qu'il devra respecter pour faire une architecture « climatique »**

# Éléments du climat

---

**Quelques éléments du climat méditerranéen :**

- **températures**
- **degrés-jours**
- **soleil**
- **vent**
- **précipitations**
- **végétation (induite par le climat)**

# Les températures

# Températures

**La température en climat méditerranéen :**

- **Janvier : bord de mer : moyenne 8 à 9 ° C**
- **Janvier : montagne : moyenne 0 à 1 ° C**
- **Juillet : bord de mer : moyenne 23/24 ° C**
- **Juillet : montagne : moyenne 18/19 ° C**

**La zone intermédiaire se caractérise par des maxima plus élevés que le bord de mer et des minima plus faibles**

**Records absolus à Montpellier : + 37,5 ° C en juillet 90 et – 17,8 ° C en février 63**

# Les degrés-jours

# Degrés-jours

## Définition :

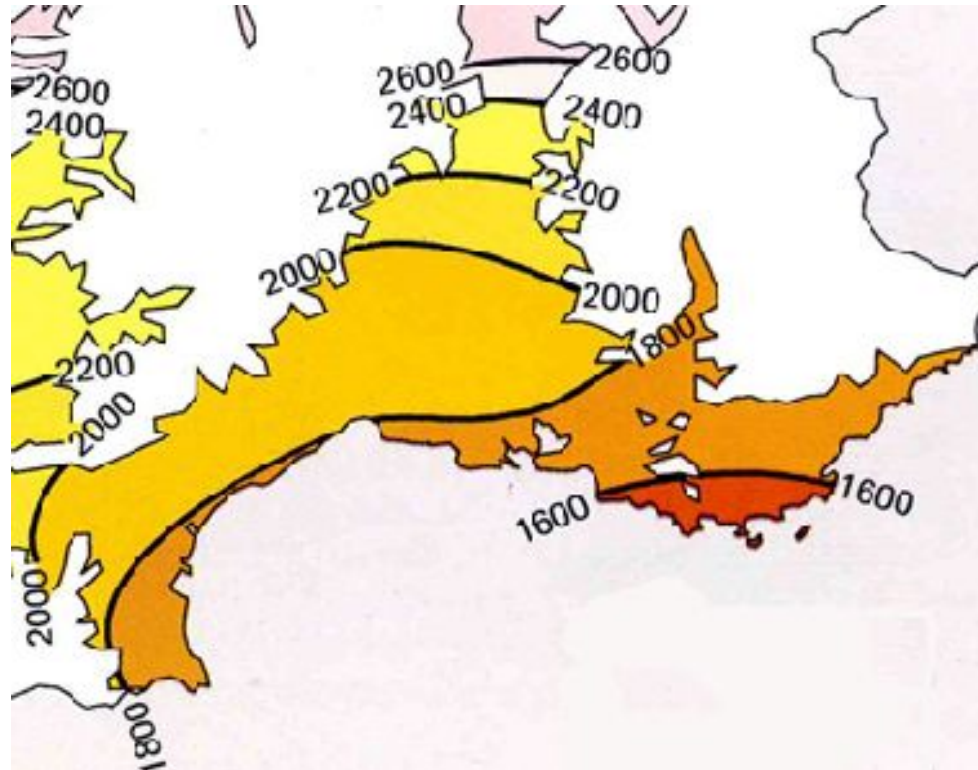
**Le degré-jour unifié (Dju) d'une journée est l'écart entre la température intérieure fixée à 18° C et la moyenne entre le mini et le maxi. Les DJU d'une saison de chauffe sont égaux au total des Dju de tous les jours chauffés**

## Exemple :

- **T mini = 2° C**
- **T maxi = 12**
- **T moyenne = 7° C**
- **Dju = 18 - 7 = 11**



# Les degrés-jours en méditerranée



**Pour info : Briançon : 3000 et St Véran : 4000**

**TEST**

# Degrés-jours

---

**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 degrés-jours DjU et où se trouve-t-on ?**

# Degrés-jours résultat

**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 degrés-jours Dju:**

$$\text{DjU} = 50 * (18-5) + 100 (18-10) + 50 (18-15) =$$

$$\text{Dju} = 650 + 800 + 150 = 1600$$

**On se trouve en bord de mer vers Nice**

# Le soleil et son énergie

## **L'énergie solaire en climat méditerranéen : un m<sup>2</sup> reçoit à Montpellier :**

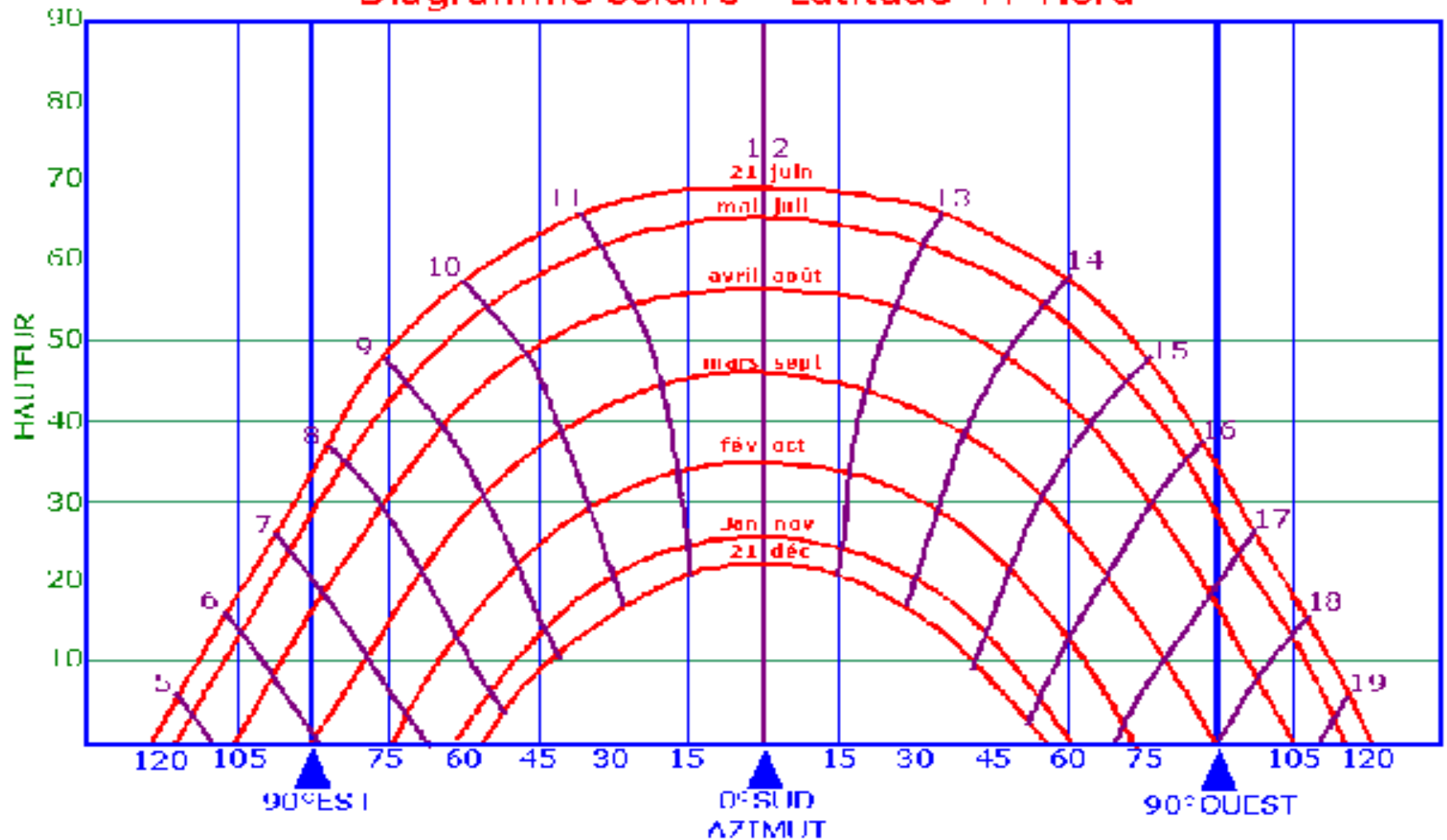
- **en façade Sud en moyenne hiver : 2 kWh**
- **en façade sud en moyenne été : 3 kWh (+ 50%)**
- **en façade ouest en hiver : 1 kWh**
- **en façade ouest en été : 5 kWh (+ 500 %)**
- **en toiture en été : 7.4 kWh**

**Plus d'infos sur le livre « tables d'ensoleillement maximal – ESIM - EDISUD »**

# Le soleil et sa position : masque solaire

# Masque solaire

Diagramme solaire - Latitude 44°Nord





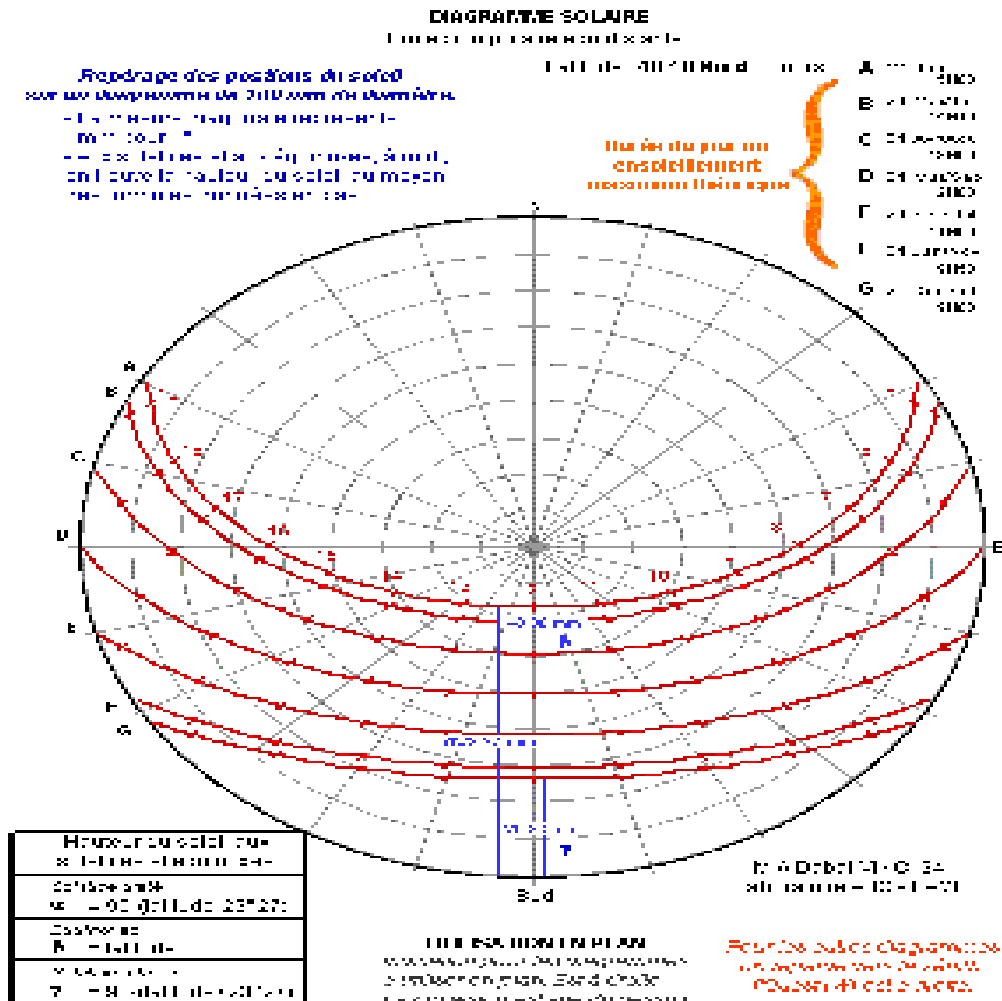
# Masques solaires

---

**De nombreuses informations sur le climat et les masques se trouvent sur le site de l'école d'architecture de Marseille Luminy – Groupe ABC-**

**<http://www.marseille.archi.fr/%7Eabc/>**

# Par exemple : mode d'emploi masques solaires



**TEST**

## Masque solaire

---

**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 ?**

## Masque solaire

---

**Réponse :**

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

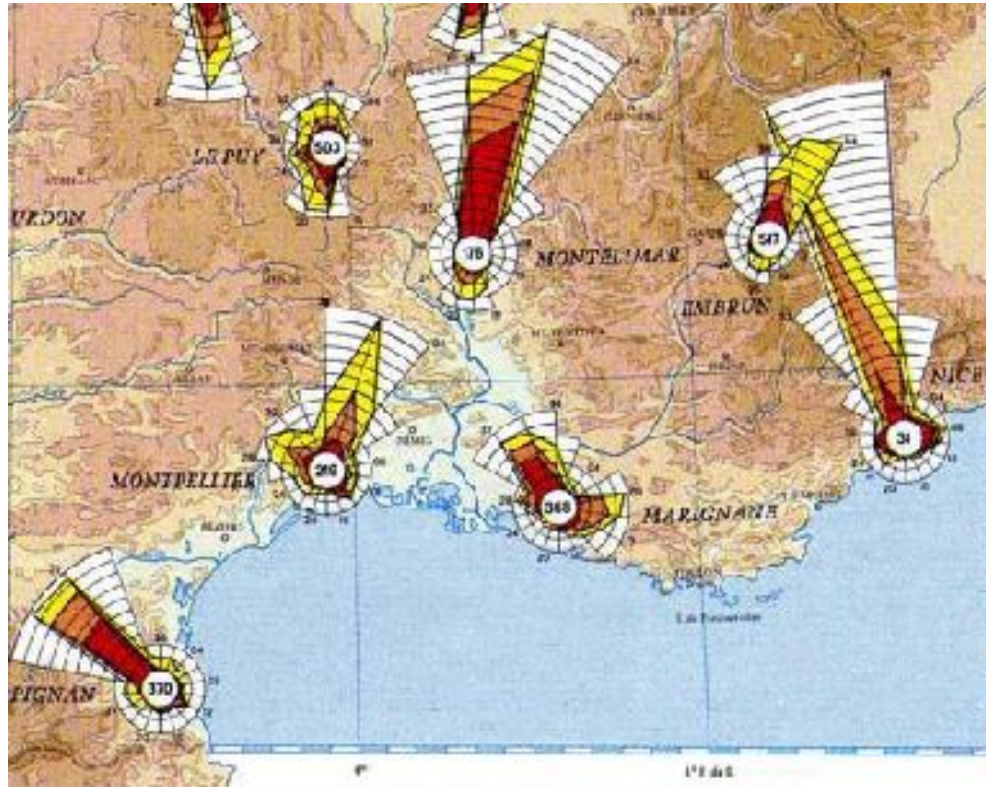
$$\text{Tg } A = \text{hauteur/distance} = 10/12 = 0,83$$

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

**A quel mois le soleil m'atteindra à midi ?**

**1° mars**

# Le vent



**Extrait de : le climat de la France-Météorologie nationale . Régardez l'écart Montpellier, Montélimar, Perpignan. A quoi est-il dû ?**

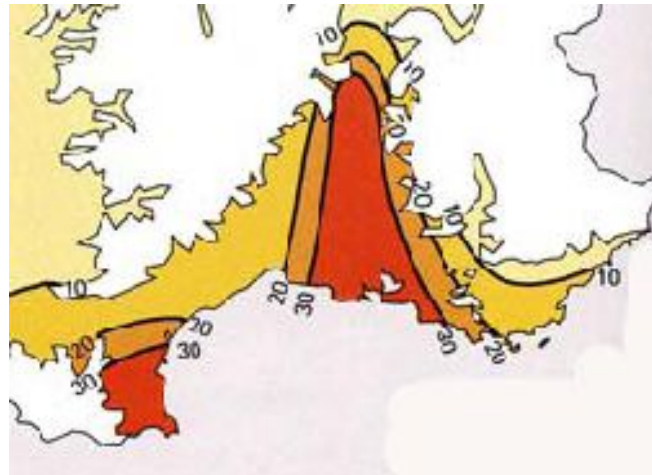


**Extrait de : le climat de la France-Météorologie nationale. Regardez la variation estivale sur Montpellier**



**Vent à plus de 21  
m/s**

# Nombre de jours avec vent à plus de 21 m/s (atlas CSTB)



On retrouve les Zones à éoliennes

# Un bel exemple de résistance au vent : Maison Nidhana - Drôme



# Les précipitations

# Précipitations

---

**La pluie en climat méditerranéen : un m<sup>2</sup> reçoit en moyenne**

- en octobre : **100 mm**
- en mars : **50 mm**
- en juillet : **15 mm**

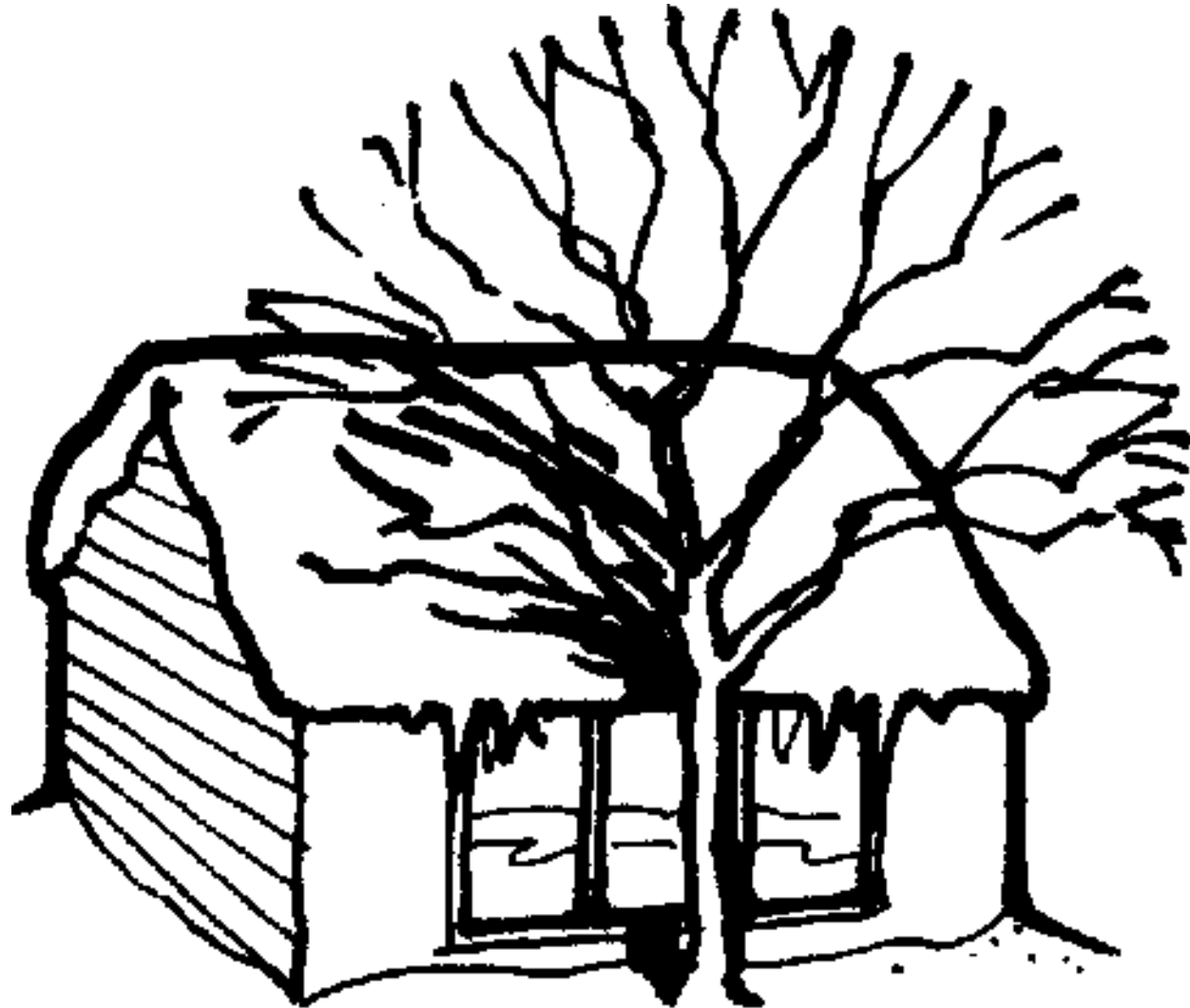
**Année = 700 mm**

**Record absolu à montpellier : 377,4 mm en 24 h en octobre  
79**

**Plus d'infos sur [www.meteoc.free.fr](http://www.meteoc.free.fr)**

# La végétation

# En hiver, la végétation au Sud doit disparaître



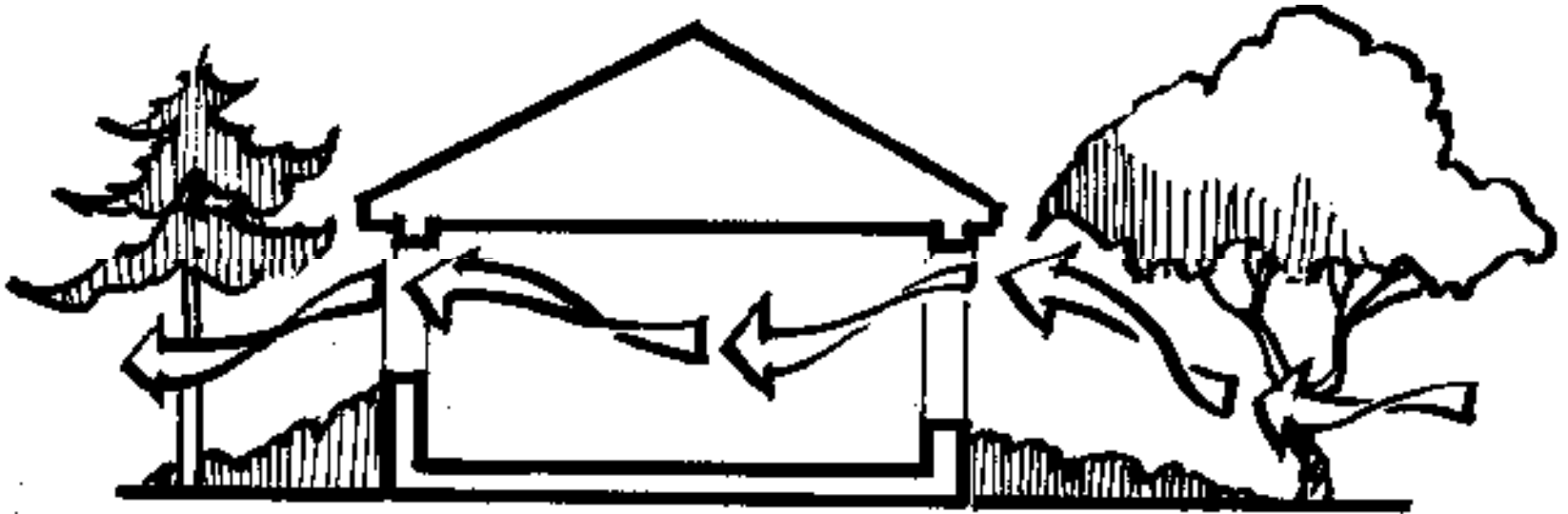
# En été, elle est bienvenue : brise soleil gratuit..

---





# La végétation peut s'opposer ou non au vent



# Et parfois la végétation disparaît... (extrait du site N.Hulot)



# L'impact du soleil sur l'architecture

# Autrefois....

---

## **Autrefois, d'autres aspects comptaient beaucoup dans la construction**

- **le climat certes**
- **mais aussi la disponibilité locale en matériaux**
- **les moyens financiers**

**De nos jours, ces 3 aspects restent importants, même si les transports ont bouleversés, pour un temps, la donne sur les matériaux locaux. Cet aspect sera vu au prochain cours.**

**Nous insisterons aujourd'hui sur le climat, et en particulier le soleil**

## Petit rappel...

---

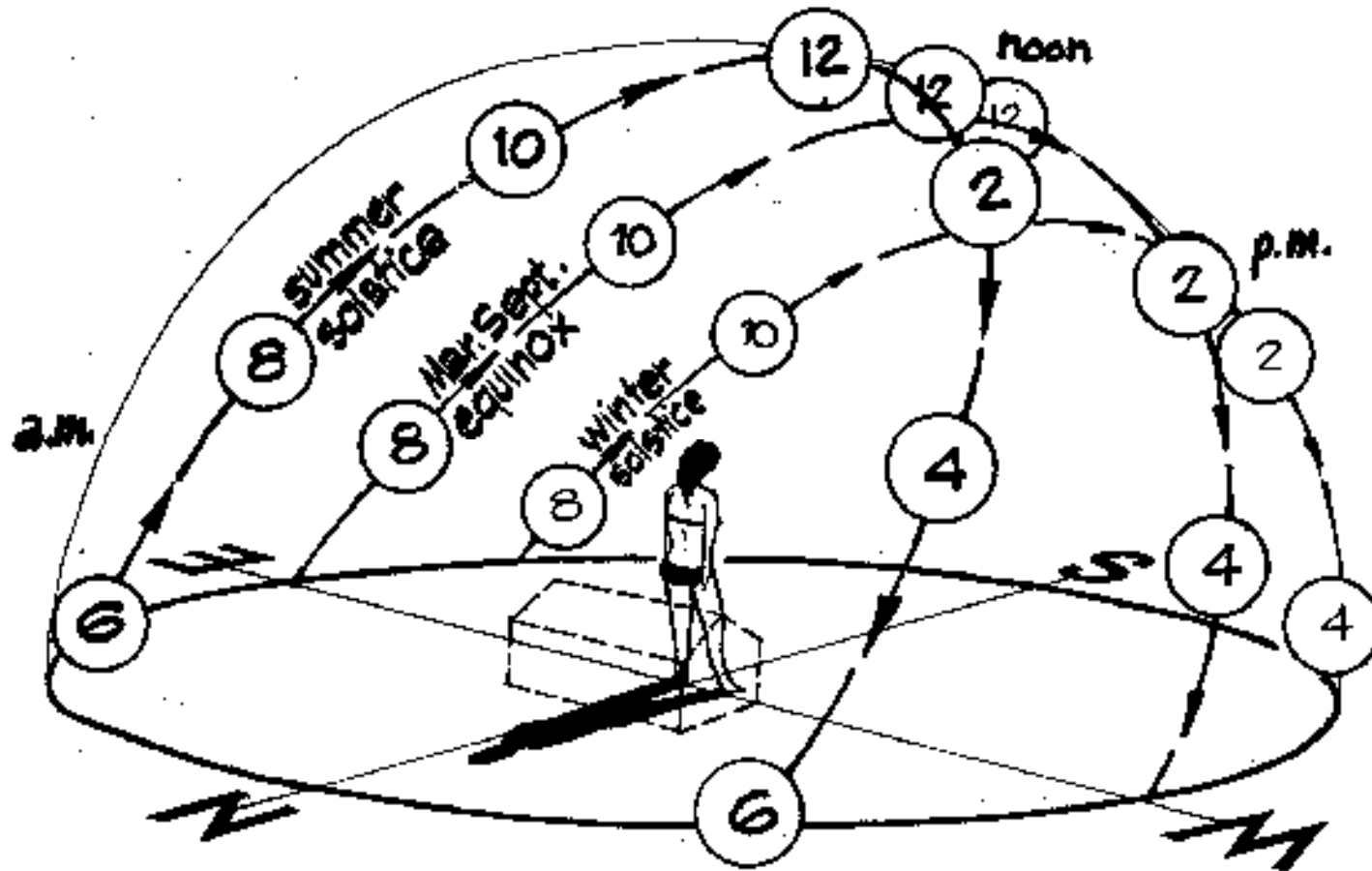
**Un bâtiment est en permanence en régime transitoire, perpétuel équilibre entre les entrées et les sorties. Le chauffage en hiver et parfois la climatisation en été ne font qu'apporter le complément !**

## Principe et contexte

---

**La course du soleil est  
immuable son impact  
est variable selon  
l'usage**

# Le course du soleil



# Méthodologie

---

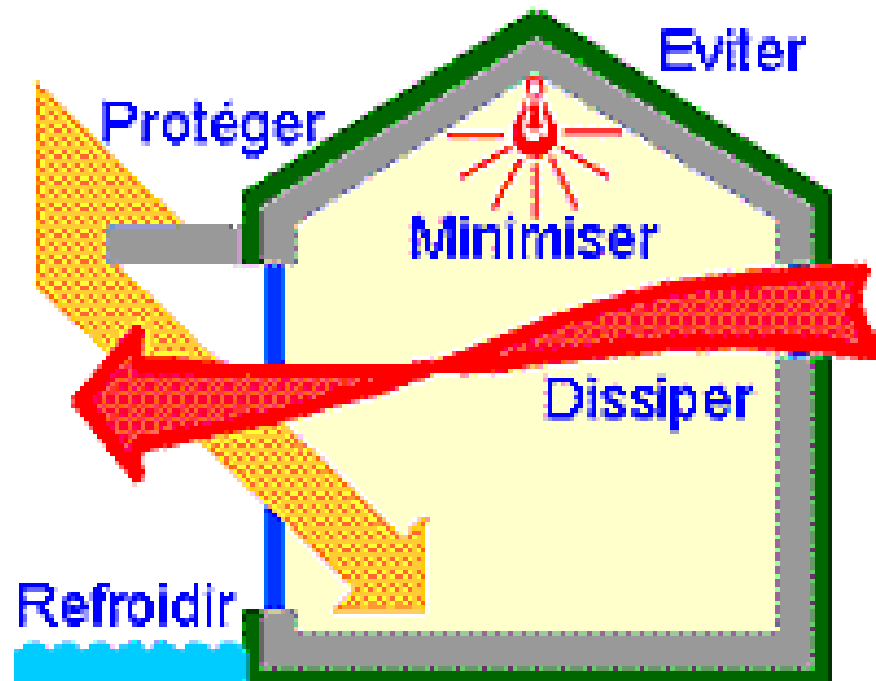
D'après l'association architecture et climat de la région Wallonne ([www.apere.org](http://www.apere.org)) et Architecture et climat on peut distinguer 3 stratégies constructives :

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

Chaque type de local oblige à hiérarchiser les stratégies différemment ....

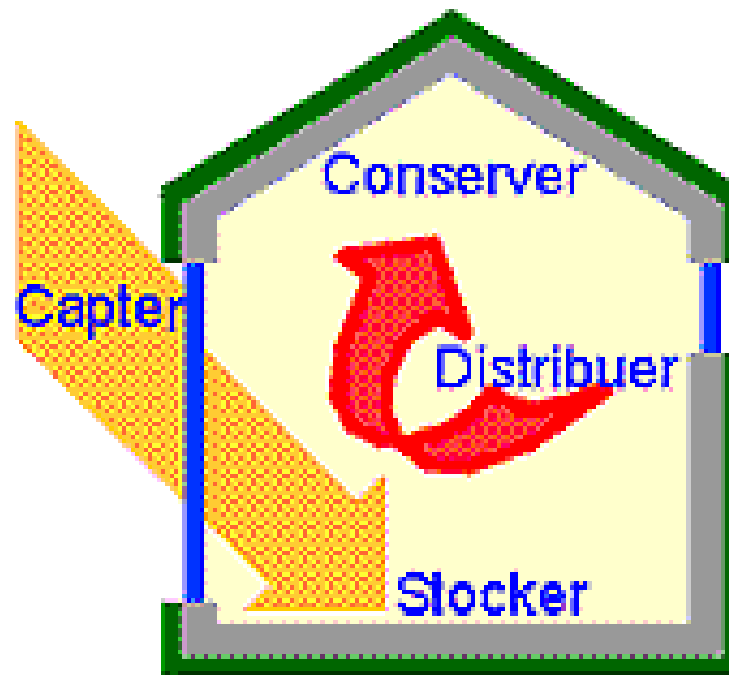


## La Stratégie du Froid



Source : Architecture et Climat

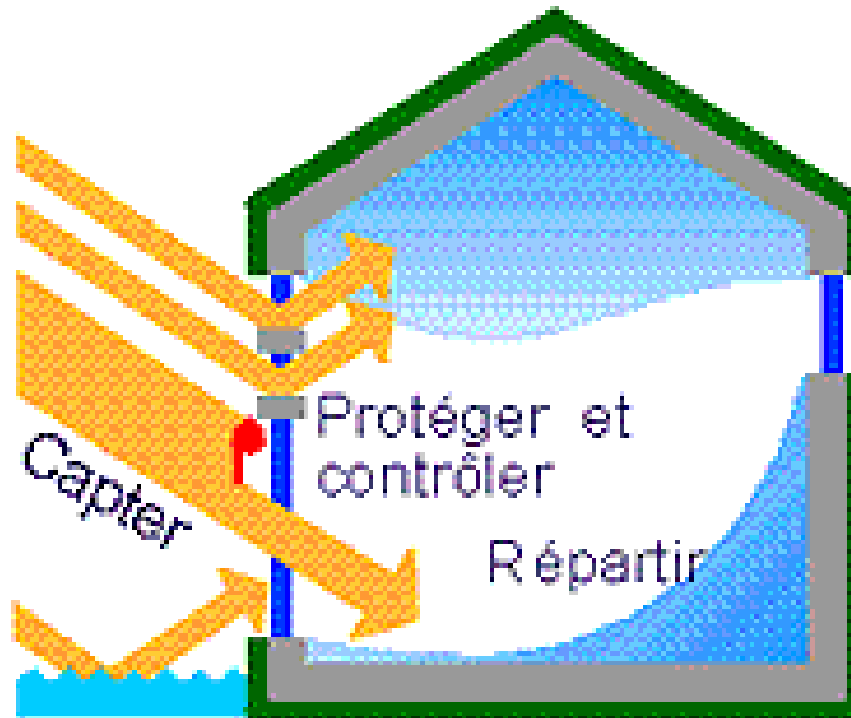
## La Stratégie du Chaud



Source : Architecture et Climat

# Toute l'année

## La Stratégie de l'éclairage naturel



Source : Architecture et Climat

# Pour un logement :

- en belgique : stratégie du chaud
- en méditerranée : stratégie du froid puis stratégie du chaud

# Pour des bureaux, partout :

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

# Pour une classe partout :

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

## Principe et contexte

---

**Pour notre région, la  
stratégie du chaud est  
quasiment marginale**

## En été et ½ saison

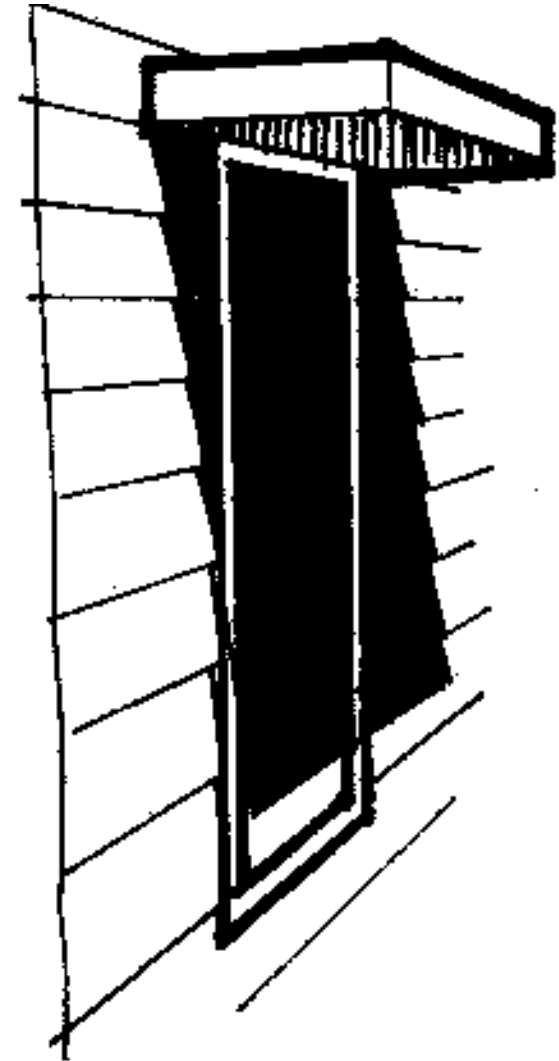
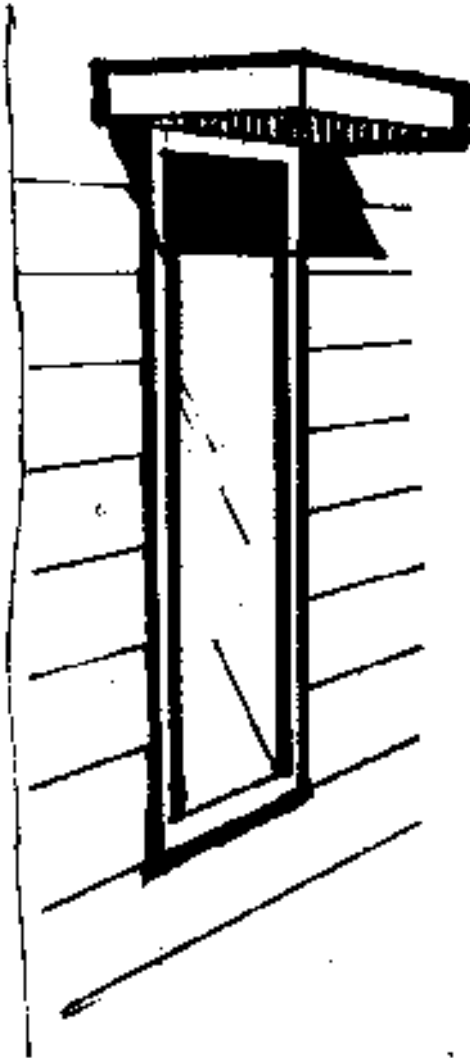
---

### La stratégie du froid

- protéger du rayonnement solaire : brise-soleil extérieur, végétation caduque à l'Est et au Sud, isolation
- réduire les apports interne : éclairage peu économe, ordinateurs, réfrigérateurs (et oui!)
- 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

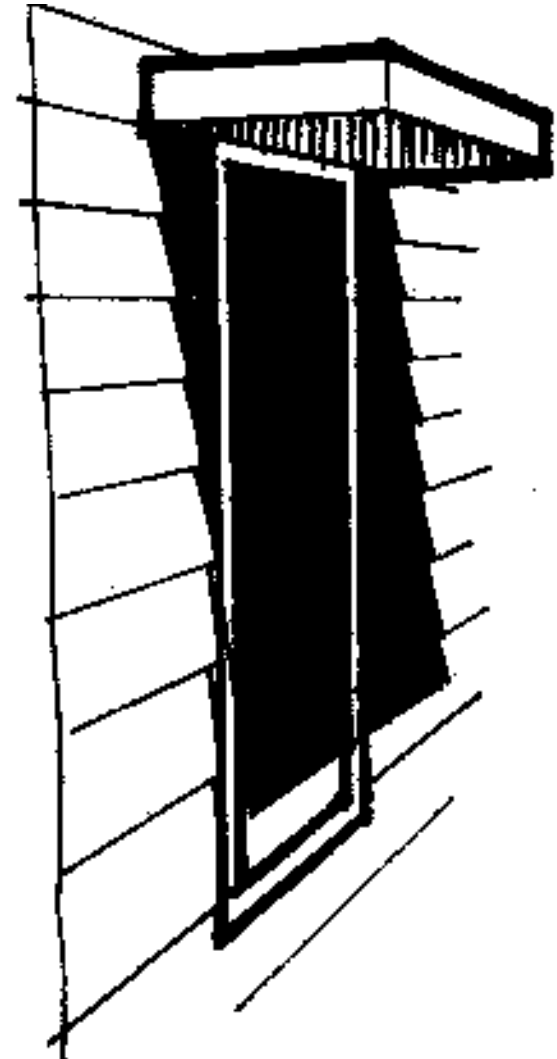


**TEST**

## Test : brise soleil

**Le soleil fait en été à midi un angle de  $70^\circ$  avec l'horizontale. Ma fenêtre fait 1,8 m de haut.**

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



## Test : brise soleil

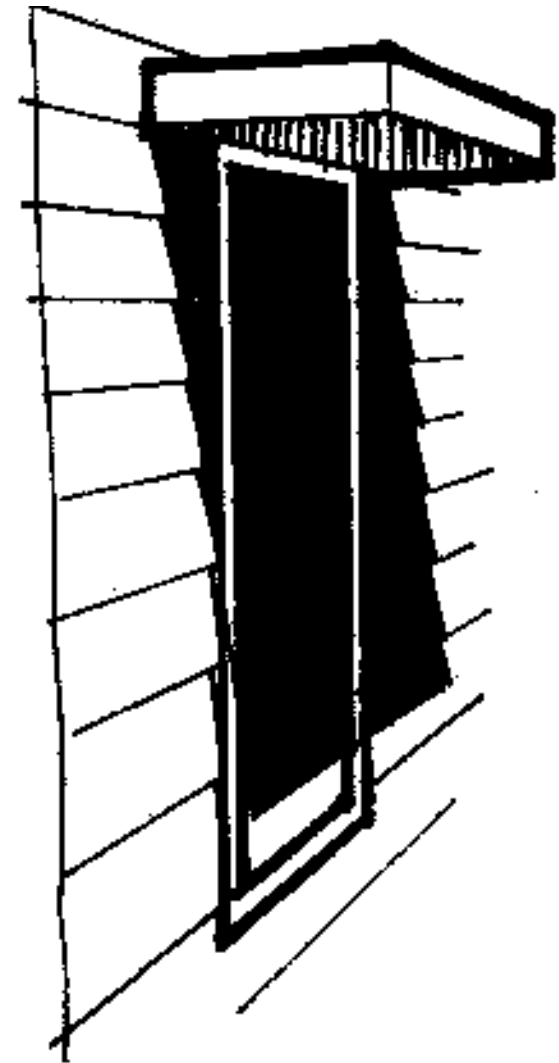
**Calculer l'avancée de la casquette ?**

**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 Mouthoumet

P. Defayet



# La stratégie du froid : végétation caduque



# La stratégie du froid : végétation –contre exemple : lycée Fréjus : Foster



# La stratégie du froid : isolation

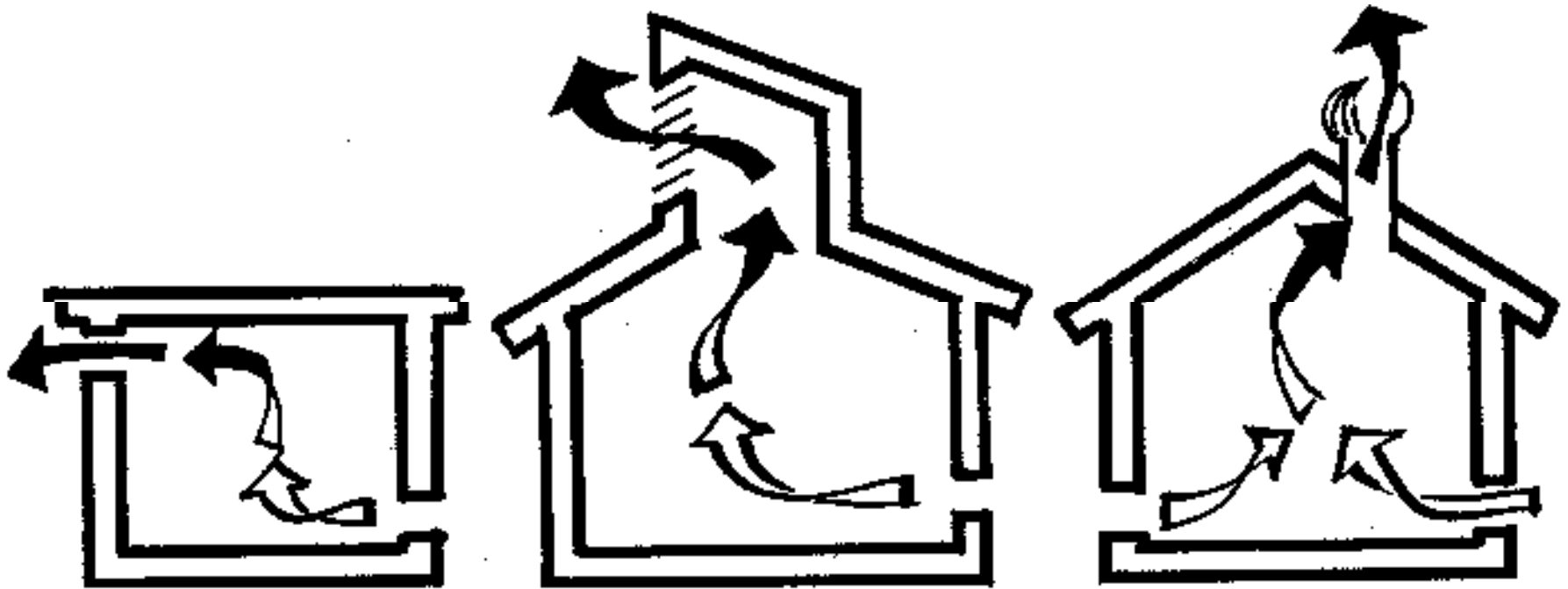




# La stratégie du froid : réduire les apports internes : lycée Blanquefort. I.Colas



# La stratégie du froid : ventiler la nuit



# La stratégie du froid : créer de la masse. CLSH Ramatuelle. Ann Guillec.



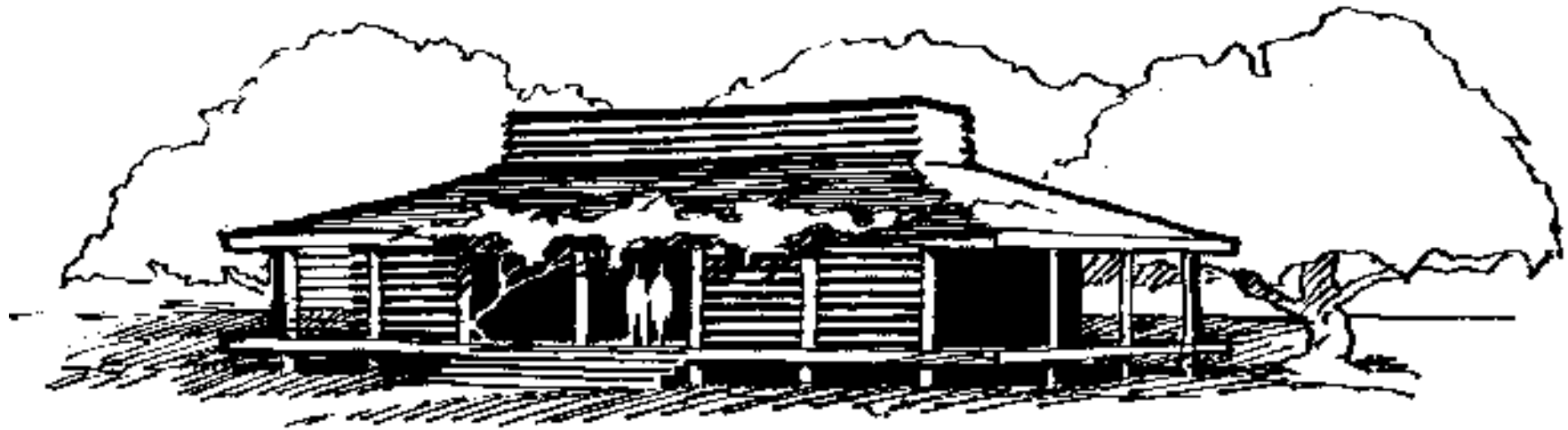
# La stratégie du froid : créer de la masse. Théâtre de Pigna. P. Casalonga



# La stratégie du froid : tout faire. Centre Le chadenas P. Wagner



# Stratégie froid en zone tropicale



# 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...)

# éclairage naturel : capter. Lycée Blanquefort I.Colas





# éclairage naturel : régulariser. Pic St Loup. P.Tourre



# éclairage naturel : régulariser



# éclairage naturel : régulariser. Collège simiane. A.Miranda



# éclairage naturel : uniformiser : exemple - gymnase



# 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
- éviter 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 : 0.5 à 1.5

**TEST**

## La stratégie du chaud : test

---

- Calcul : la niche de Médor est un cube d'1 m2 d'arrête : calculer son Cf
  
- Une maison semi-sphérique de rayon 8m. Petit rappel de géométrie :  $S = \pi d^2$  et  $V = \pi d^3/6$



## Résultats coeff de Forme

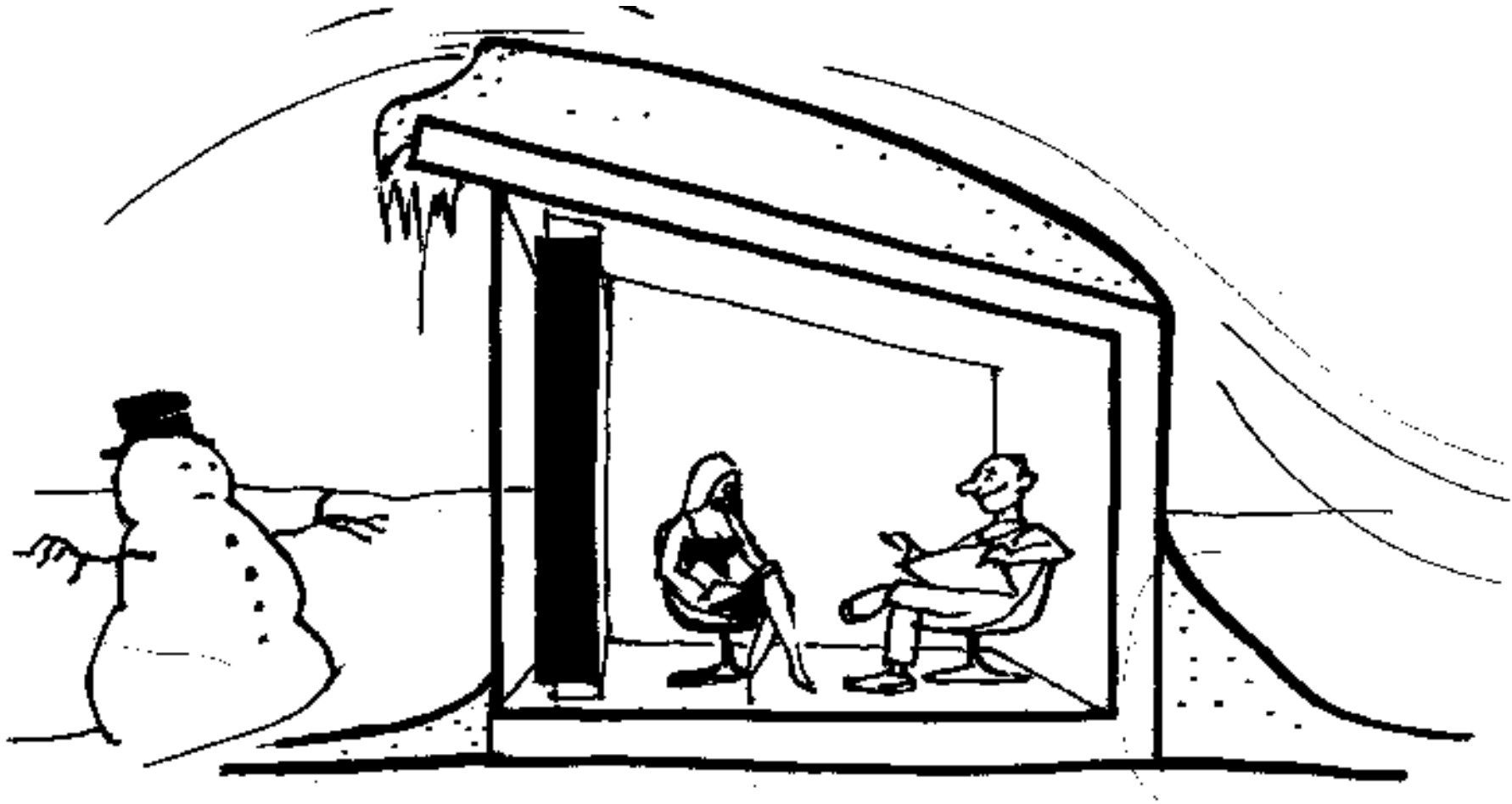
- Calcul : la niche est un cube d'1 m<sup>2</sup> d'arrête : calculer son Cf

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

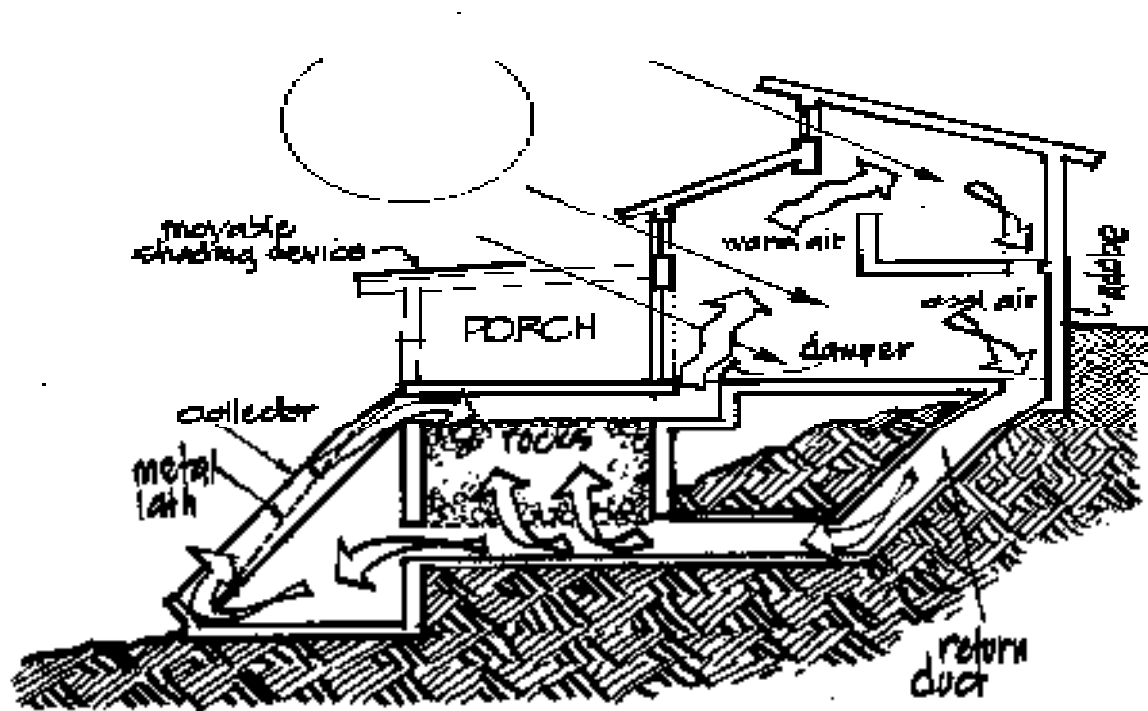
- Une maison semi-sphérique de rayon 6m. Avec  $S = \pi d^2$  et  $V = \pi d^3/6$

$$Cf = \pi d^2 / \pi d^3/6 = 6/d = 6/12 = 0,5 m^2/m^3$$

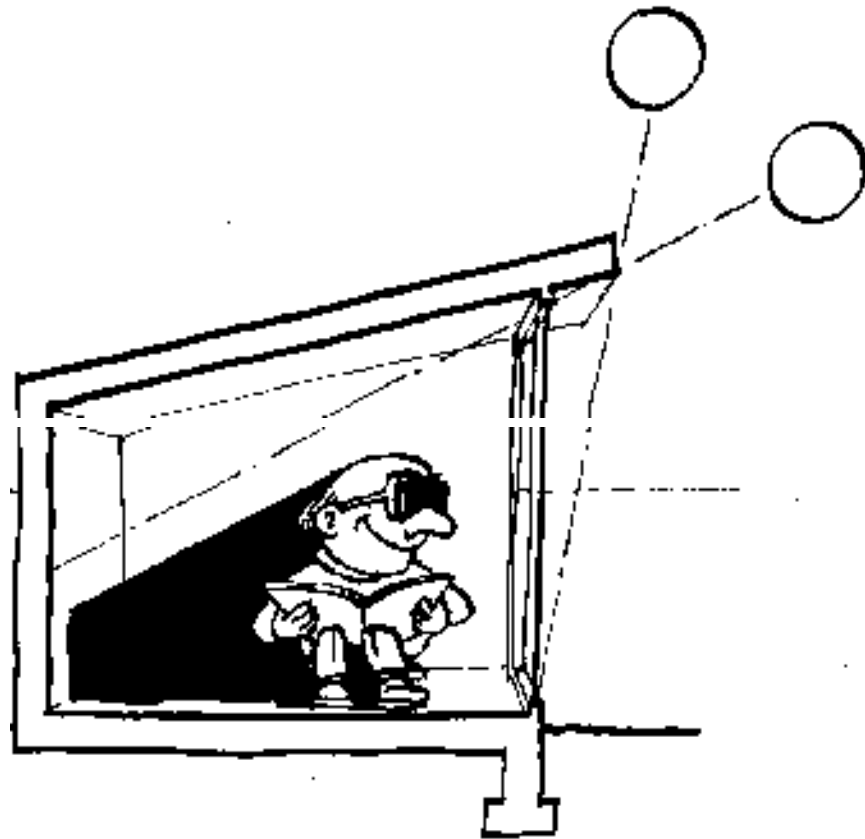
# Stratégie du chaud



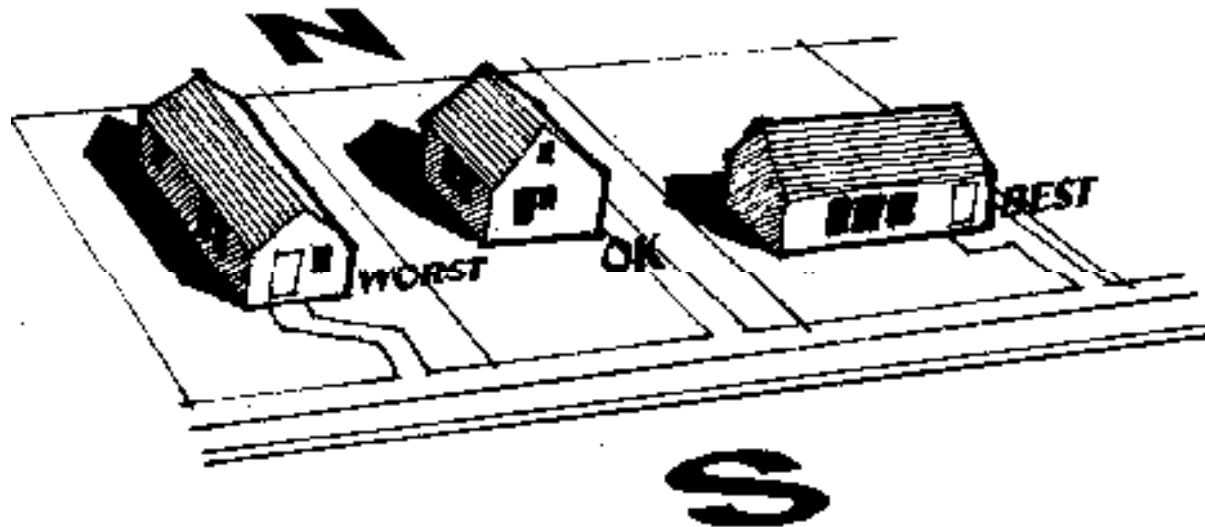
# Stratégie du chaud



# Stratégie chaud et froid : cohérence du sud



# Stratégie du chaud en plan masse pour les logements



# Stratégie du chaud : 3 réalisations américaines dont la célèbre Maison Balcomb



The Balcomb House is a prime example of passive solar design. It features a large south-facing glass sunroom that captures solar radiation during the winter months. The house is built with thick, shingled walls that provide excellent thermal mass, allowing it to store heat and release it slowly over time. The roof is covered with solar panels, which provide a significant portion of the house's energy needs. The house is located in a rural area with a clear sky, which is ideal for solar energy collection.



The Balcomb House is a prime example of passive solar design. It features a large south-facing glass sunroom that captures solar radiation during the winter months. The house is built with thick, shingled walls that provide excellent thermal mass, allowing it to store heat and release it slowly over time. The roof is covered with solar panels, which provide a significant portion of the house's energy needs. The house is located in a rural area with a clear sky, which is ideal for solar energy collection.



The Balcomb House is a prime example of passive solar design. It features a large south-facing glass sunroom that captures solar radiation during the winter months. The house is built with thick, shingled walls that provide excellent thermal mass, allowing it to store heat and release it slowly over time. The roof is covered with solar panels, which provide a significant portion of the house's energy needs. The house is located in a rural area with a clear sky, which is ideal for solar energy collection.

## **La stratégie du chaud (conclusions)**

- les très fortes isolations **actuelles** font que les apports (solaires et internes) deviennent plus importants que les pertes (par les surfaces enveloppes)
- le coefficient de forme devient un peu moins impératif, c'est pour ça qu'il faut construire en accordéon !
- pour les apports, La RT 2005 propose en base : 40% vitrages Sud et 20% sur les 3 autres orientations

# Le choc des stratégies : le logement

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



# Le choc des stratégies : le bureau

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

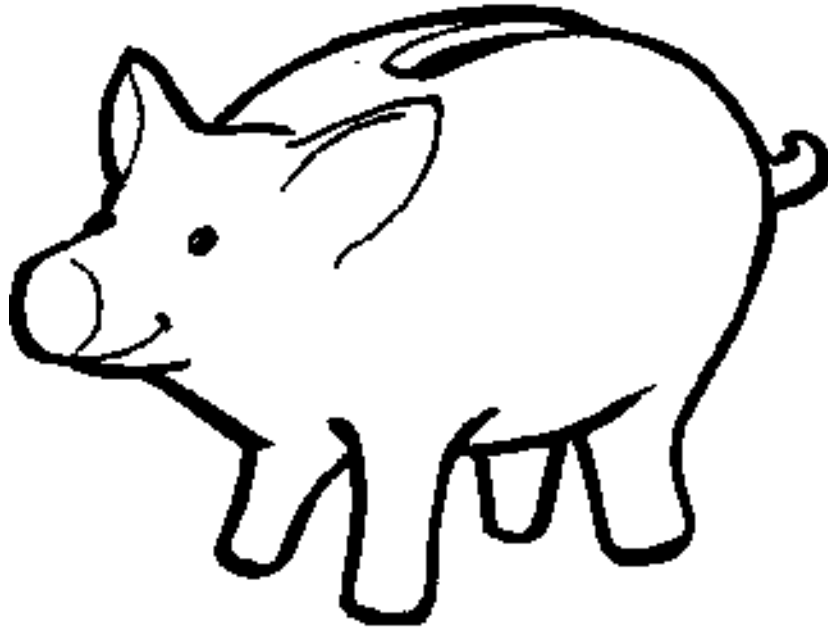
# Le choc des stratégies : la classe

	<b>Stratégie Froid</b>	<b>Stratégie Chaud</b>
<b>Stratégie Eclairage naturel</b>	<b>Sud</b> : nécessite réflexion <b>Nord</b> : facile <b>Est/ouest</b> : très difficile	<b>Sud</b> : facile <b>Nord</b> : facile <b>Est/ouest</b> : très difficile

# La stratégie financière

# La construction climatique, est-ce que ça coûte plus cher ?

---



**Non, c'est l'investissement le plus rentable dans le bâtiment !**

- **Météorologie nationale**
- **Site américain : [www.builditsolar.com](http://www.builditsolar.com) ou <http://www.builditsolar.com/Projects/SolarHomes/PasSolEnergyBk/PSEbook.htm>**
- **Site de l'école d'architecture de Marseille (groupe ABC et Jean Louis Izard)**
- **Daniel Fauré et auteurs indiqués**

# Où télécharger vos cours de thermique ?

---

**SUR**

<http://amartyfree.free.fr/ensam.wiki/portail/index.pl>

**Ou**

**tapez sur votre moteur : ensam wiki**

- **Redirigez**
- **grands cours**
- **thermique**
- **téléchargez**

# Bibliographie

---

**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.

# Prochain cours : 19 avril 07

