



**E**COLE  
NATIONALE  
SUPERIEURE  
D'**A**RGHITECTURE  
DE  
**P**ARIS **L**A **V**ILLETTE

SCIENCES ET TECHNIQUES POUR L'ARCHITECTURE

licence

3eme année Unité d'enseignement UEL5 14

**MAITRISE DES AMBIANCES 3  
THERMIQUES**

**COURS n°1 et 2**

5 et 12 oct 2012

MARIA LOPEZ DIAZ

# sommaire

Test

## Introduction

1. Importance du sujet: enjeux
2. Dialogue avec le climat
3. Confort hygrothermique
4. Rappel sur les échanges
5. L'air, production de vapeur, ventilation
6. Condensations
7. Solutions, analyse de cas

# 1. Test

**Pourriez vous:**

- 1. décrire le concept de confort en relation avec votre métier d'architecte et décrire les facteurs objectifs et subjectifs qui conditionnent la perception du confort ?**
- 2. Vis à vis du confort une humidité faible permet... ? comment agit le mouvement de l'air vis à vis du confort ? pouvez vous décrire les paramètres qui constituent la sensation thermique ?**
- 3. Confort des espaces externes : décrivez des stratégies passives d'hivers de vis à vis de l'emplacement de vos constructions**
- 4. Pouvez vous mentionner les paramètres et les facteurs qui interviennent dans la perception du confort ?**
- 5. Définir le climat et le microclimat.**
- 6. Définir les critères de choix des énergies à utiliser?**
- 7. Décrire des stratégies de confort d'été des espaces extérieurs?**
- 8. Définir le vent : c'est quoi ? comment conditionne-t-il l'implantation du bâti de ses formes ? la conception des espaces extérieurs ? Quels sont ses implications vis à vis du confort en ville?**
- 9. Définir les objectifs et moyens de la conception bioclimatique**
- 10. Décrire le fonctionnement d'un système passif?**
- 11. Le vent et le confort des personnes : les déplacements d'air accélèrent les échanges de deux manières : pouvez vous les décrire?**
- 12. Pouvez vous faire le schéma d'une ombre de vent ?**

## 2. Introduction : importance du sujet

Maîtriser le confort ...  
lequel?...dedans? dehors?



Confort des espaces intérieurs  
Confort des espaces extérieurs

**Limites...** l'enveloppe, des  
éléments extérieurs, des  
cloisonnements internes





## 2. Introduction : Importance du sujet

### Enjeux

**Confort au moindre prix pour  
l'environnement**

**Confort avec :**

- **Projet**
- **Énergies renouvelables**

## 2. Introduction : Importance du sujet

**Quels : Climats ? cultures ? usages ?**

**Différents climats = différentes réponses pour obtenir le confort**

**Différentes cultures = confort différents**

**Différents usages = réponses d'architecture différentes**

## 2. Introduction : Importance du sujet

- **Rappel des Enjeux énergétiques**
- **Consommation d'énergie et matériaux**

**Pourquoi réduire la quantité de matériaux, de ressources?**

La consommation de matériaux :

**3 tonnes par m<sup>2</sup> de bâti**

l'énergie nécessaire pour les fabriquer atteint les **2.500 KWh par m<sup>2</sup>** ce qui équivaut à la consommation énergétique du logement pendant une période de **20 ans**

## 2. Introduction : Importance du sujet

### Pourquoi le bâtiment???

#### En France :

- Le secteur du bâtiment représente plus du 40% de la consommation d'énergie
- Chaque m<sup>2</sup> de logement est responsable de 1,9 tonne de CO<sub>2</sub> (fabrication matériaux et démolition)
- La consommation d'énergie du secteur bâtiment a **doublé** depuis 1970



## 2. Introduction : Importance du sujet

**L'échelle de la Planète:**

**Des enjeux énergétiques climatiques et environnementaux majeurs**

**Quelques chiffres:**

## 2. Introduction : Importance du sujet



### 1.1- Enjeux énergétiques et économiques

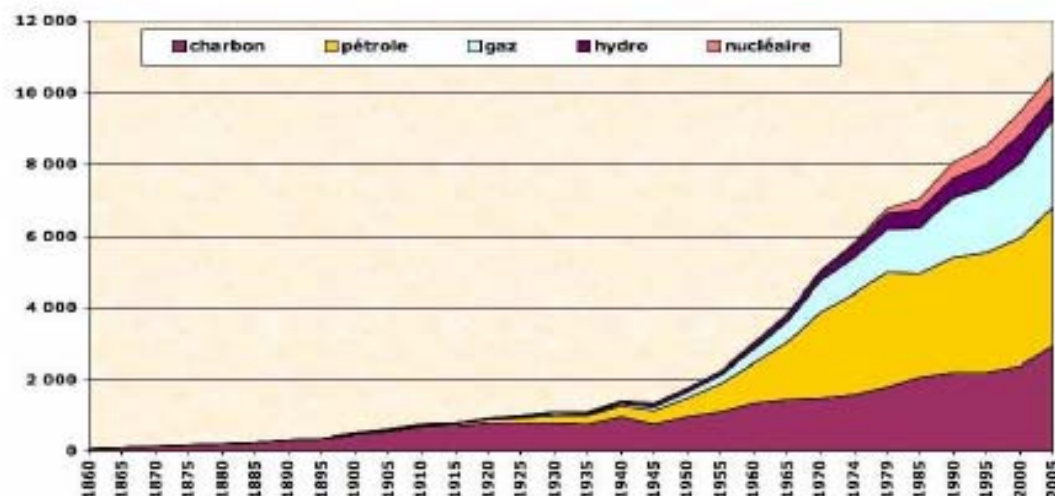


## 2. Introduction : Importance du sujet

- Une population mondiale qui devrait avoir doublé entre 1970 (3,7 milliards) et 2030 (8 milliards).
- Une consommation exponentielle, la demande pourrait croître de 50 % à 60 % d'ici 2030 selon l'AIE, tirée notamment par les pays en développement (PenD): Chine, Indes, Brésil.

### Quelques chiffres:

- Pour 1000 habitants:
  - Chine: 3,2 véhicules,
  - Inde: 4,5,
  - Europe: 500.
- En moyenne 4 barils de pétrole sont consommés par habitant et par an dans le monde: 11 par Français, 20 par Américain, 1,5 par Chinois.
- D'ici 2030, le parc de véhicules des PenD devrait tripler et augmenter d'1/3 dans les pays de l'OCDE.
- En 2030, la demande des pays émergents devrait représenter 50% de la demande totale de pétrole (13% en 1970).



**Evolution de la consommation  
énergétique mondiale**

(Source: Internet [www.manicore.com](http://www.manicore.com))



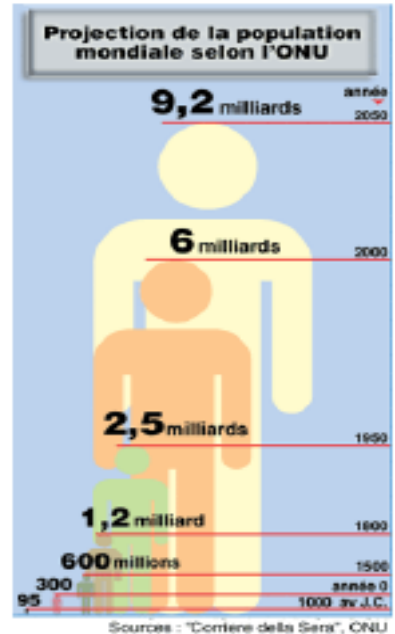
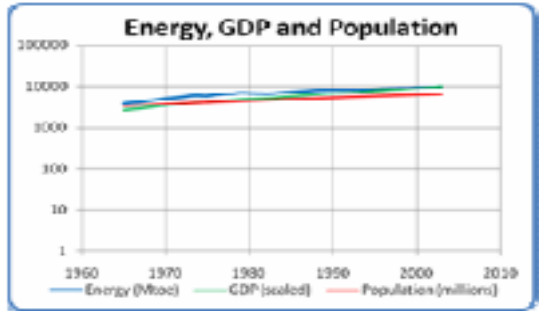
# 2. Introduction : Importance du sujet

■ Au rythme de la consommation actuelle deux planètes seront nécessaires en 2030 pour satisfaire les besoins de l'humanité d'après un rapport du Fond Mondial pour la nature (WWF – 2008)

L'empreinte écologique de l'humanité, évaluée par la surface productive nécessaire pour répondre à sa consommation de ressources et pour absorber ses déchets, excède de 30% la capacité de la Planète à se régénérer.

Alors qu'un habitant de la planète devrait utiliser au maximum 1,8 ha "global" (évaluation moyenne par habitant de la superficie disponible biologiquement productive) compte tenu des capacités de régénération des ressources naturelles, un Français en utilise 5,6 ha. C'est notre consommation énergétique (énergie fossile et nucléaire) qui pèse le plus lourdement dans cette empreinte.

Pays-Bas: 4,4 / Allemagne: 4,5 ha / Etats-Unis: 9,8 ha, Emirats arabes unis: 11,9 ha. (Source: [www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com))





## 2. Introduction : Importance du sujet

- Une répartition géographique des réserves inégales avec à la clef des tensions d'approvisionnement et des enjeux géo-stratégiques importants.
- **Charbon:** 70 % des réserves se répartissent de manière à peu près égale entre les USA (25%), la Russie (23%) et la Chine (22%).
- **Pétrole:** Plus des deux tiers des réserves sont concentrées au Moyen Orient.
- **Gaz:** Plus de 75 % des réserves se répartissent entre la Russie (39%) et le Moyen Orient (34%).
- Hausse de la demande, disponibilités des ressources, capacité de production et de raffinage, capacité et sécurité des moyens de transports, crises politiques locales, spéculation, etc... sont autant de facteurs susceptibles d'influer le prix des matières premières.

## 2. Introduction : Importance du sujet

- Dans le monde, une énergie primaire consommée d'origine fossile non renouvelable à 80 % (53% en France).

- Des ressources épuisables:

Base consommation 2003  
Source: IFP

	Durée de vie des réserves prouvées
Pétrole	40 ans
Gaz	60 ans
Charbon	200 ans
Uranium	100 ans

*Concernant le pétrole conventionnel, on a consommé jusqu'à aujourd'hui entre 850 et 950 milliards de barils. Il resterait à produire (réserves existantes + réserves restant à découvrir) entre 1000 et 2000 milliards de barils selon les estimations.*

- Des réserves inégalement réparties:

- 60% des réserves de pétrole sont situées dans le golfe arabo-persique.
- 2/3 des réserves mondiales de gaz naturel essentiellement concentrées en Russie et au Moyen-Orient (Iran et Qatar).

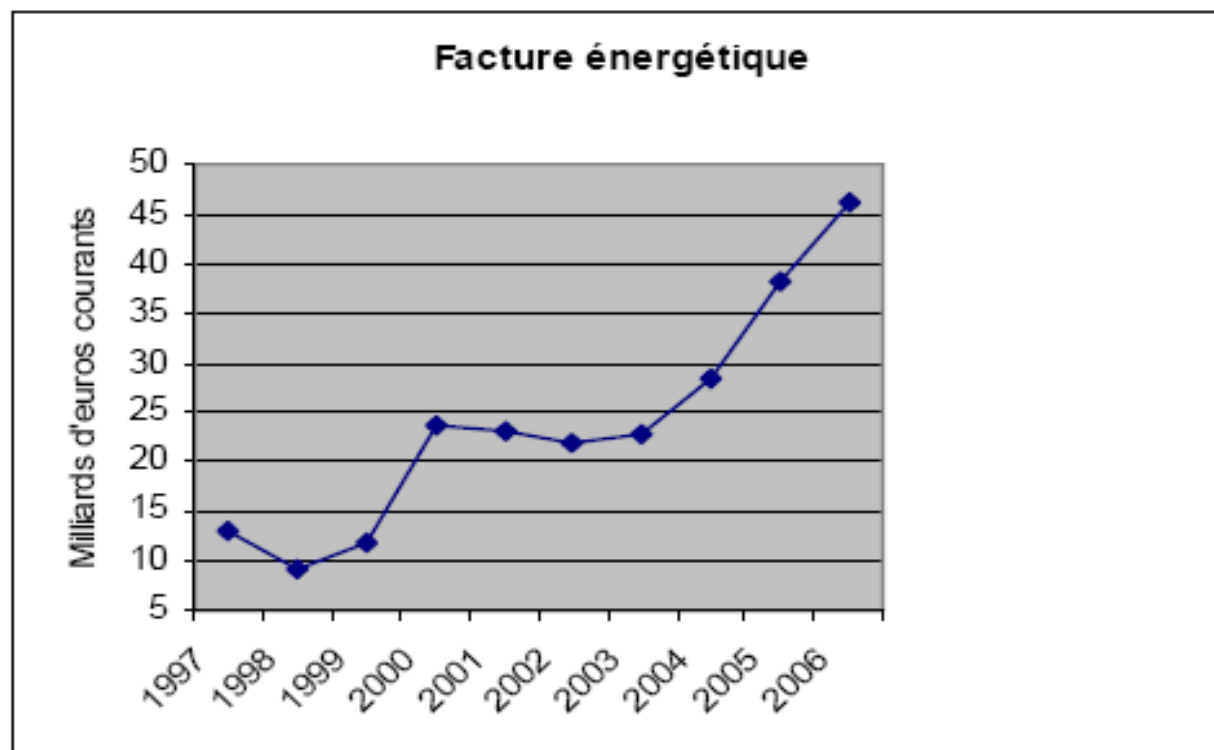
## 2. Introduction : Importance du sujet

### LES GRANDS ENJEUX: Enjeux énergétiques et économiques

- France : une Facture énergétique qui double entre 2000 et 2006 et croît régulièrement depuis 2003 de 20 à 30 % par an.


### Facture énergétique de la France :

(Sources: Observatoire de l'énergie)



## 2. Introduction : Importance du sujet

### *Conclusions*

- Augmentation de la demande...
  - Insuffisance des capacités de production, de raffinage et des investissements (estimés d'ici 2030 par l'AIE à 20 000 milliards de dollars à consacrer au développement de nouvelles fournitures énergétiques / Source: [www.ifp.fr](http://www.ifp.fr))...
  - Incertitudes qui pèsent sur le niveau des ressources et leur accès...
  - Prise en compte du coût environnemental...
-  Une augmentation certaine et durable du prix de l'énergie malgré des fluctuations conjoncturelles.

- La facture énergétique de la France a doublé entre 2000 et 2006.
- Pétrole: 13,11\$/bl en 1998 → 97 \$/bl fin 2007 → 147 \$/bl juillet 2008.
- Gaz: +17 % entre juin 2006 et juin 2007.
- Fioul: +59 % entre juin 2006 et juin 2007.
- Electricité: +3% entre juin 2006 et juin 2007.

# 2. Introduction : Importance du sujet

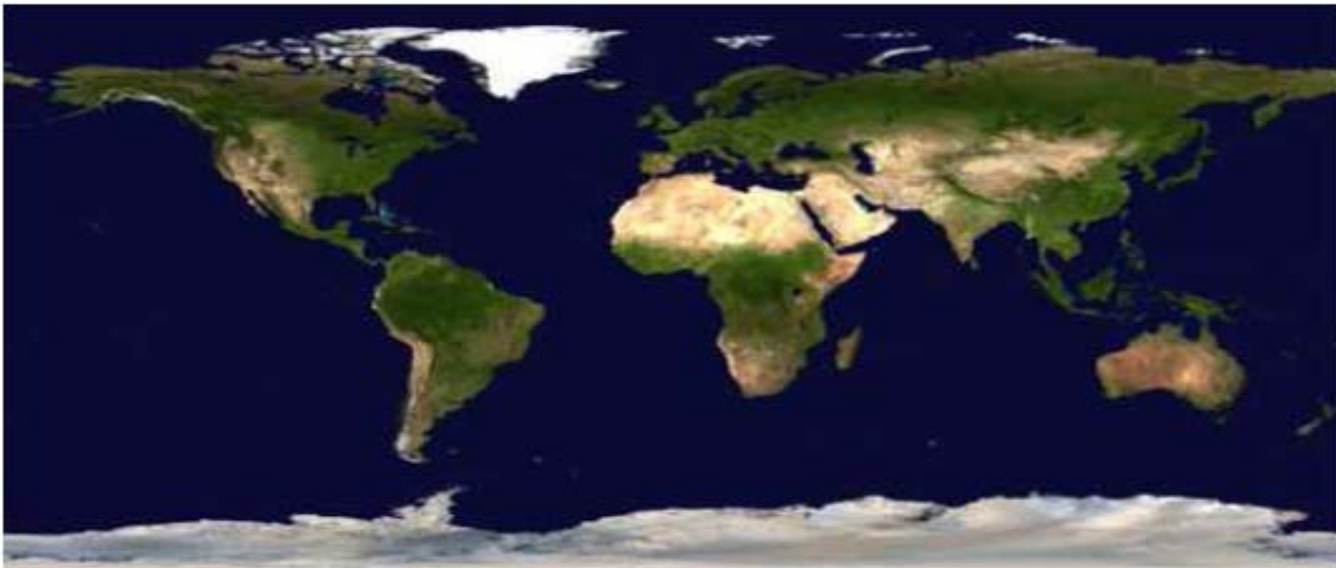
■ Des énergies rares et de plus en plus coûteuses, illustration par le pétrole et l'oxyde d'uranium:



## 2. Introduction : Importance du sujet



### 1.2- Enjeux climatiques & environnementaux

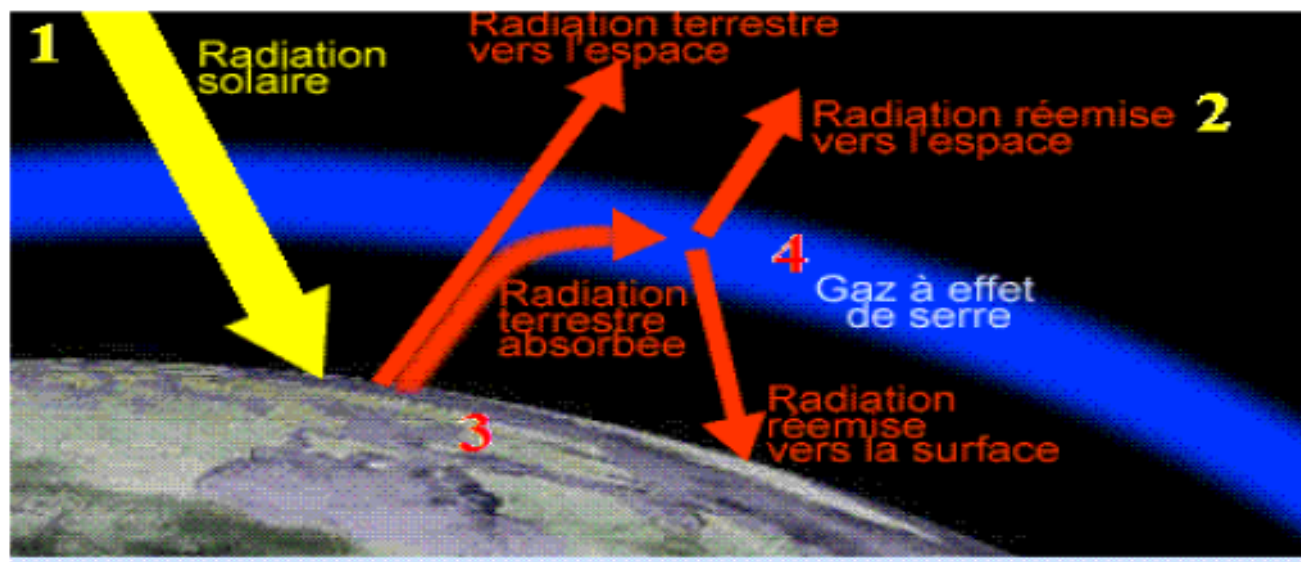




## 2. Introduction : Importance du sujet

*Enjeux climatiques & environnementaux*

■ Effet de serre, principe:



La plus grande partie du rayonnement solaire traverse directement l'atmosphère pour réchauffer la surface du globe.

La terre s'échauffe et renvoie cette énergie sous forme de rayonnement infrarouge.

Les GES, « opaques » aux rayonnements infrarouges qu'ils absorbent s'échauffent à leur tour. Empêchant ces rayonnements de repartir vers l'espace, ils entraînent une augmentation de la température de l'atmosphère.

## 2. Introduction : Importance du sujet

### *Enjeux climatiques & environnementaux*

- L'effet de serre, un phénomène bénéfique: sans lui la température de la terre serait en moyenne de  $-18\text{ °C}$  au lieu de  $15\text{ °C}$ .
- Mais un déséquilibre des échanges (absorption – dissipation de l'énergie), lié à une augmentation de la concentration des GES, peut conduire à un réchauffement climatique important et rapide.



Terre  $R= 6400\text{ km}$  – Distance au Soleil 150 millions km.  
Concentration  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère: 0,03 %.  
Température moyenne:  $+15\text{ °C}$ ,  
(Entre 15 et  $50\text{ °C}$  sur la Terre était située sur la même orbite que Vénus).



Vénus  $R= 6050\text{ km}$  – Distance au Soleil: 110 millions km.  
Concentration  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère: 96%.  
Température:  $+420\text{ °C}$ .



## 2. Introduction : Importance du sujet

### ■ LES ENJEUX DU GRENELLE

#### ■ Exemple : Les grands enjeux énergétiques liés aux bâtiments existants

- Le secteur du bâtiment, logement tertiaire et commerce:
  - ↪ 46% de la consommation d'énergie finale
  - ↪ 22% de la production de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>)

#### ■ Les objectifs nationaux

- Diviser par un facteur 4 d'ici 2050 les émissions de CO<sub>2</sub> et de consommation énergétique dans le secteur du bâtiment

#### ■ Des contraintes particulières

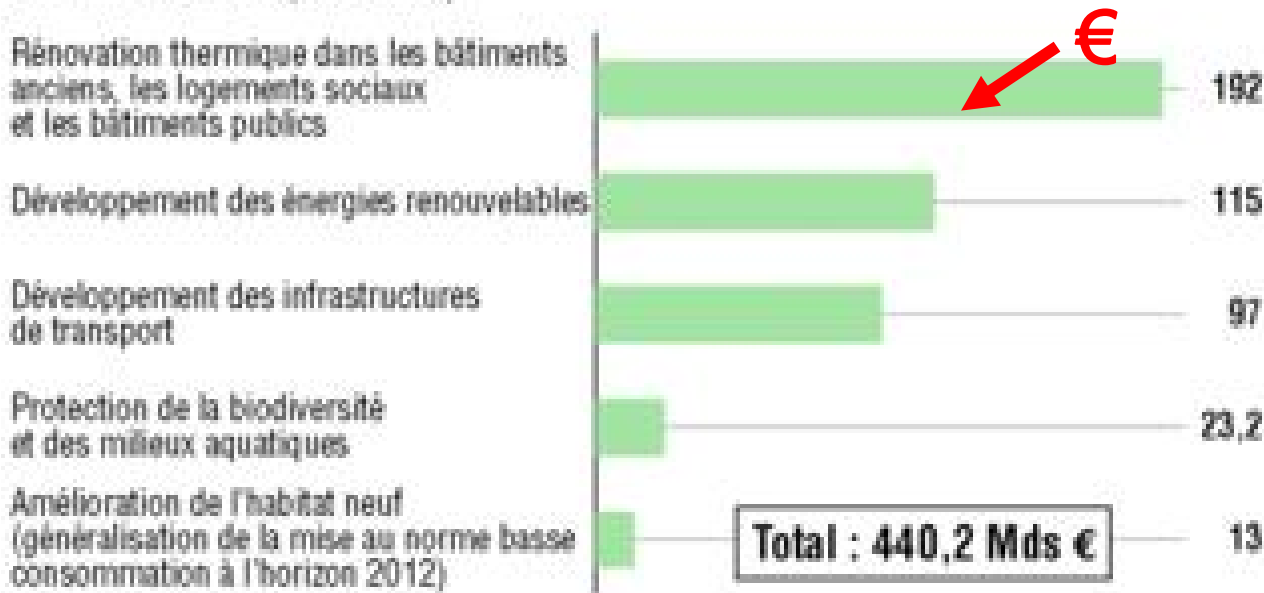
- **Techniques** : caractéristiques architecturales, pas de réglementation thermique avant 1975
- **Juridiques** : copropriété, régime des charges locatives, ABF
- **Socio-économiques** : coût des travaux/ ressources des propriétaires
- **Professionnelles** : formation/compétence des acteurs de l'amélioration de l'habitat

#### ■ Une nécessité, l'approche globale: informer/inciter avant de contraindre

## 2. Introduction : Importance du sujet

### Les investissements nécessaires au respect des engagements du Grenelle de l'environnement

En milliards d'euros (2009-2020)



« Les Echos » / Source : société

étude d'impact du projet de loi Grenelle de l'environnement

**535.000 emplois créés ou maintenus sur la période jusqu'en 2020.**

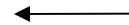
- obtenir une baisse d'au moins 38 % d'ici à 2020 des consommations d'énergie du parc de logements existants (30 millions d'unités),
- un premier volet de 800.000 rénovations entre 2009 et 2012
- une accélération à 400.000 unités par an à partir de 2013,

Oct 2012

Maîtrise des ambiances thermiques  
C1 mld

## 2. Introduction : Importance du sujet

ENJEUX ÉNERGÉTIQUES, ENVIRONNEMENTAUX. OBJECTIFS.

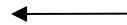


### Multiplés défis....

Energétique: réduire notre dépendance énergétique et le poids financier d'une énergie de plus en plus élevé.

Environnemental et climatique: maîtriser les émissions de GES qui accélèrent le réchauffement climatique.

- ... tout en
- recherchant un confort hygrothermique optimal et rationnel.
- **préservant le patrimoine**



QUALITÉ  
THERMIQUE

## 2. Introduction : Importance du sujet

concept **HQE**

<b>Eco construction</b>	<b>Eco gestion</b>	<b>Confort</b>	<b>Santé</b>
<p>1. Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat</p> <p>2. Choix intégré des procédés et produits de construction</p> <p>3. Chantiers à faibles nuisances</p>	<p>4. Gestion de l'énergie</p> <p>5. Gestion de l'eau</p> <p>6. Gestion des déchets d'activités</p> <p>7. Entretien et maintenance</p>	<p>8. Acoustique</p> <p><b>9 Hygrothermi que</b></p> <p>10. Visuel</p> <p>11. Olfactif</p>	<p>12. Conditions sanitaires des espaces</p> <p>13. Qualité de l'air</p> <p>14. Qualité de l'eau</p>

### 3. Dialogue avec le climat

- **Moyens:**

## 1. Dialoguer avec le climat

# **Climat, microclimat**

Oct 2012

**Maîtrise des ambiances thermiques**  
**C1 mld**

# Histoire de l'architecture

```
graph TD; A([Histoire de l'architecture]) --> B[Relation intime des Matériaux - techniques - systèmes de construction formes des bâtiments, ...]; B --> C([avec le climat + Avec: habitudes et cultures]);
```

**Relation intime des**  
Matériaux - techniques – systèmes de construction  
formes des bâtiments, ...

**avec le climat**  
+  
**Avec: habitudes et cultures**

**Architecture populaire**

=

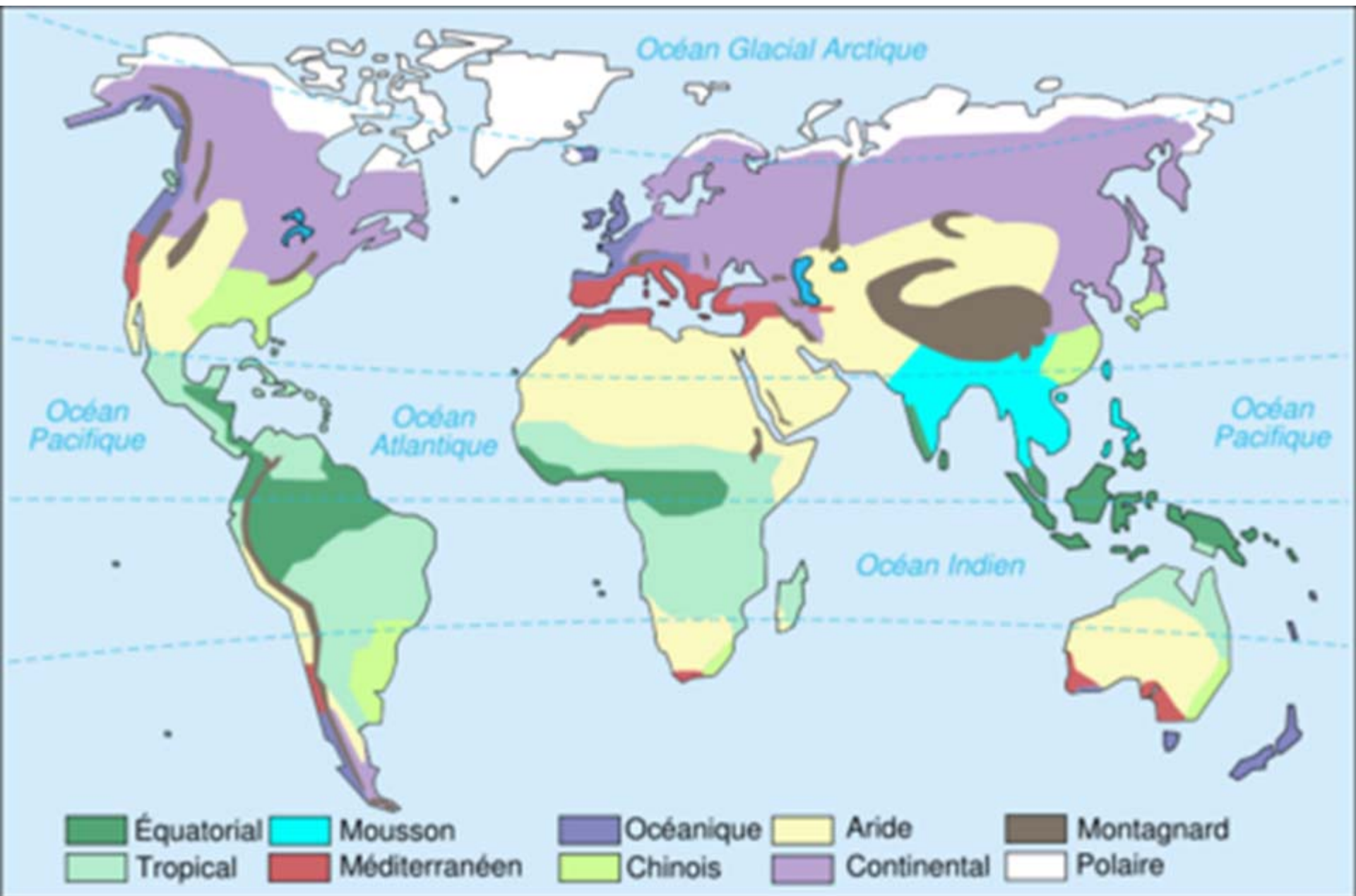
adéquation entre le **climat**

et les

**Besoins** des humains

**La construction soutenable? Durable?  
Architecture bioclimatique?**





Oct 2012

Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld

# **Climat** : mélange complexe de différents éléments, paramètres , facteurs

1. **Latitude**: position du soleil
2. **Continentalité**: réchauffement de la terre différent que celui de l'eau
3. **Orographie**: altération des vents, de l'humidité, de l'ensoleillement
4. **Température superficielle**: de la mer , de la terre = température de l'air
5. **Altitude vis à vis du niveau de la mer**: éloignement de la terre, air plus limpide
6. **Genre de surface terrestre**: couleur, composition, structure

## 7. Caractéristiques physiques de l'atmosphère

- Température de l'air
  - Humidité
- Pression atmosphérique
  - Radiation solaire
- Vent: vitesse, direction
- Ensoleillement horizontal? Vertical? N S E O?

## 8. Phénomènes météorologiques

- précipitations,
  - Type: neige pluie grêle
- quantité, durée, époque de l'année,
  - nuages orages

## 9. paysages

issues du climat?

Ou fait par l'homme en modifiant le climat?

**Maîtrise des ambiances thermiques**

**C1 mld**

**KLIMA**

**=**

**inclinaison de la terre par rapport au Soleil**

# **Climat?**

**Innombrables classements**

**=**

**différents critères en fonctions des besoins, des  
objectifs:**

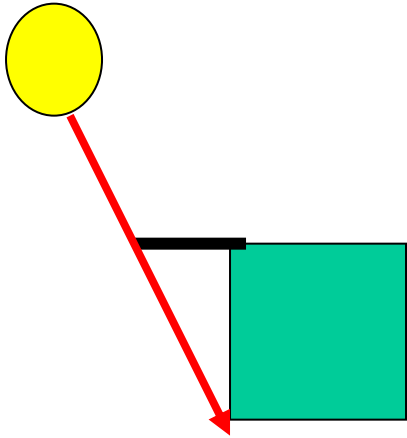
**Agricoles ? Aviation?  
architecture?**

**Références:**

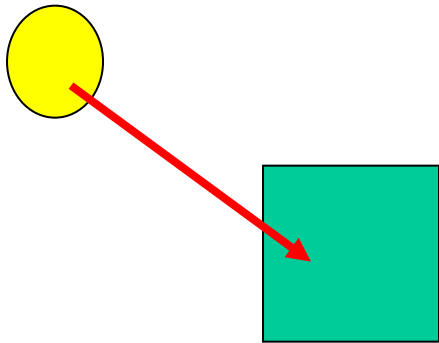
**Atlas climatique pour la construction CSTB  
Bien être : architecture et climat , Victor OLGAYAY editions GG**

# Climat?

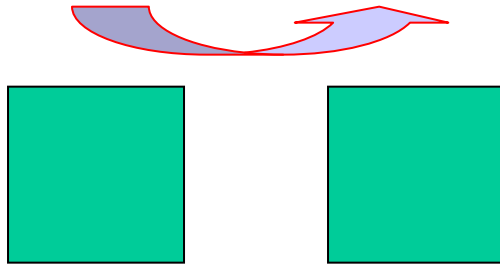
- sens conventionnel : les climats sur la surface de notre planète sont très divers, chauds froids secs humides etc.
- Ils changent selon l'époque de l'année, avec les variations d'altitude du sol, ou bien en fonction des vents.
- De toute cette variété de climats, au moment d'analyser l'architecture on fait une simplification....
- **Hélas il faut plutôt analyser le microclimat**



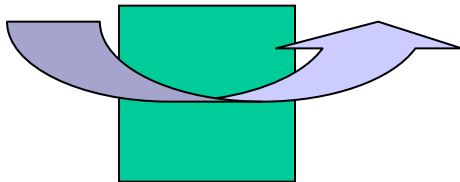
Protection solaire



Captation solaire

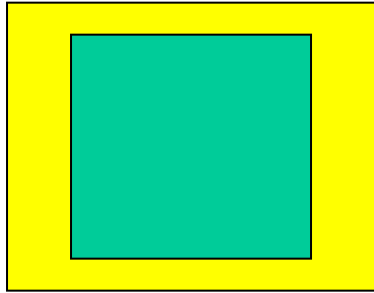


Protection au vent

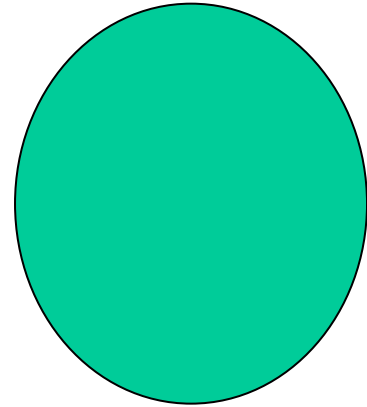


Captation du vent

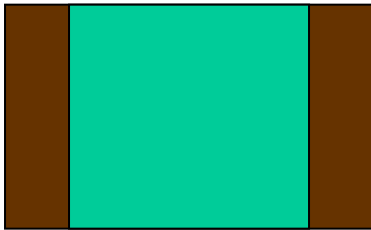




Résistance



Compacité?



Inertie



Les bâtiments  
sont:

- des barrières à la pluie, à la neige, au vent
- une protection contre le froid, la chaleur

et constituent, ...  
parfois

- des filtres subtiles à la lumière
- aux bruits





Le vent...  
une  
alliance  
à établir



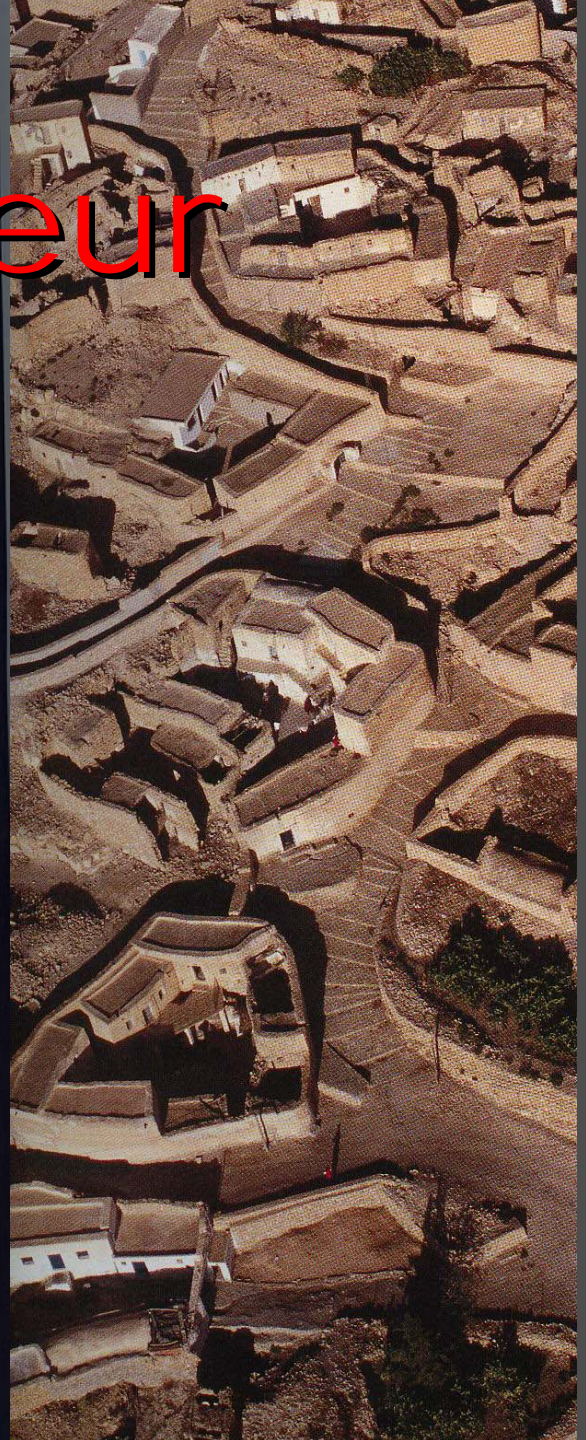


# Le vent

- Une des composantes du climat , qui conditionne grandement nos réponses architecturales.
- Le mouvement de l'air est en relation avec la sensation thermique et de ce fait peut être un facteur positif dans les climats chaud et humides, **négatif dans les climats froids.**  
**L'architecture « sans architectes » prenait presque toujours en considération le vent...on peut parler d'un climat venteux...**
- **Ombre des vents? → Confort des espaces extérieurs...**
- **Ventilation? → Mouvement de l'air.... Confort....**
- **Concomitance vent-pluie? → Choix des systèmes constructifs...**
- **Confort, santé...**
- **Intensité, fréquence, direction....**



à la chaleur





# protection



# les villes?

-l'homme modifie le climat des villes:

- augmentation des températures villes: îlots de chaleur

- augmentation de la nébulosité et modification des précipitations

Confort des usagers, gestions des eaux, santé, sécurité, économie des ressources



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

Novembre 2010

ref bibliog:

### Les îlots de chaleur urbains

Répertoire de fiches connaissance

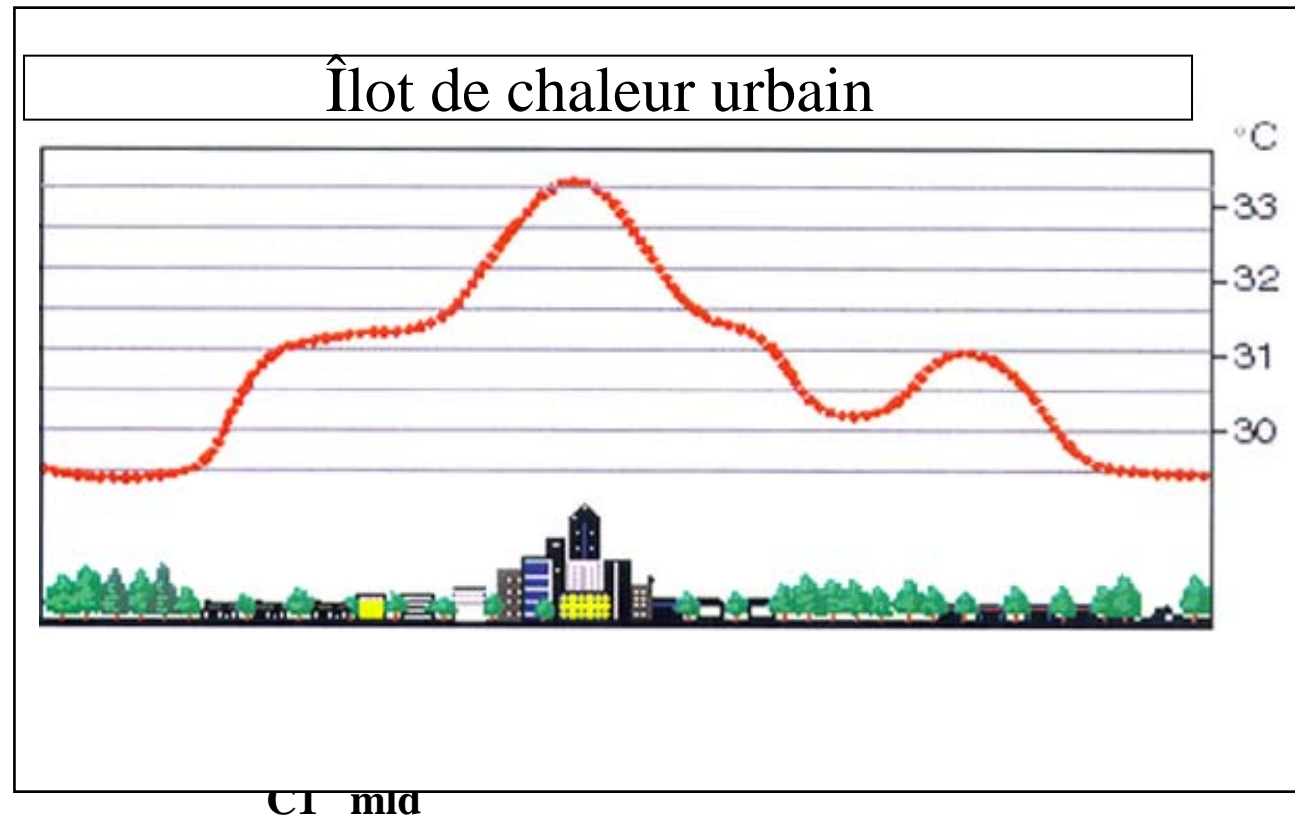


Diminuent les rosées,  
brumes et brouillards  
qui contribuent aussi

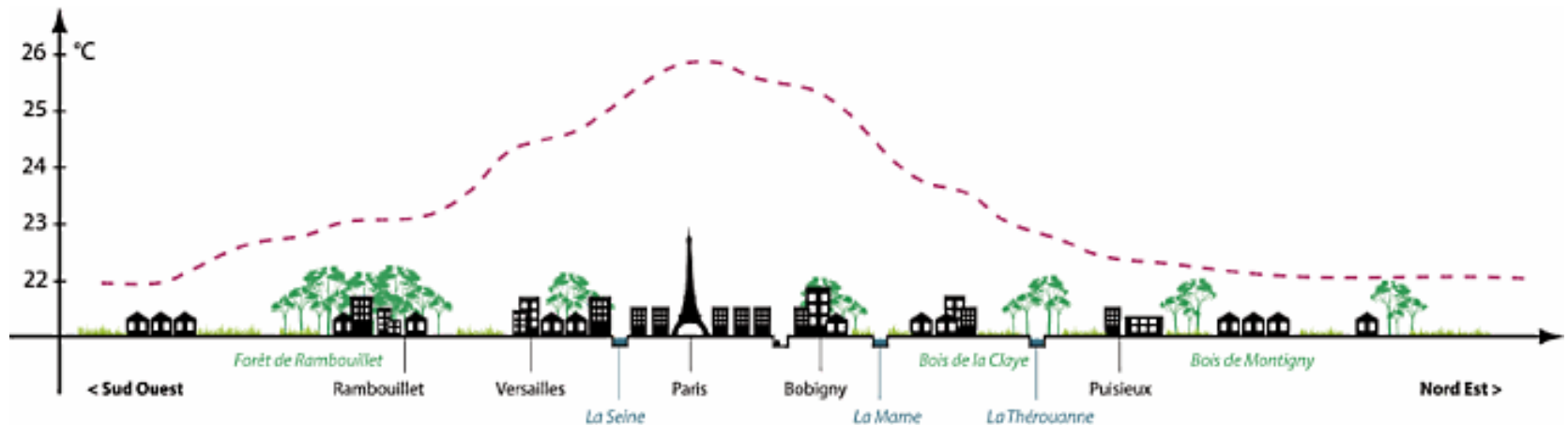
à épurer l'air des  
aérosols et de  
certaines poussières  
et pollens en  
suspension

- Renforcent la pollution de l'air
- Renforcent les canicules

Oct 2012







Coupe schématique de visualisation des températures en 2008 pour une nuit de canicule (type été 2003)  
 © Groupe DESCARTES - Consultation internationale de recherche et de développement sur le grand pari de l'agglomération parisienne, 02/2009

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

« phénomène physique climatique peu connu en comparaison à d'autres manifestations du même ordre comme notamment l'effet de serre responsable du changement climatique..... l'effet de serre renforce l'effet d'îlot de chaleur en tant que moteur du changement climatique ....

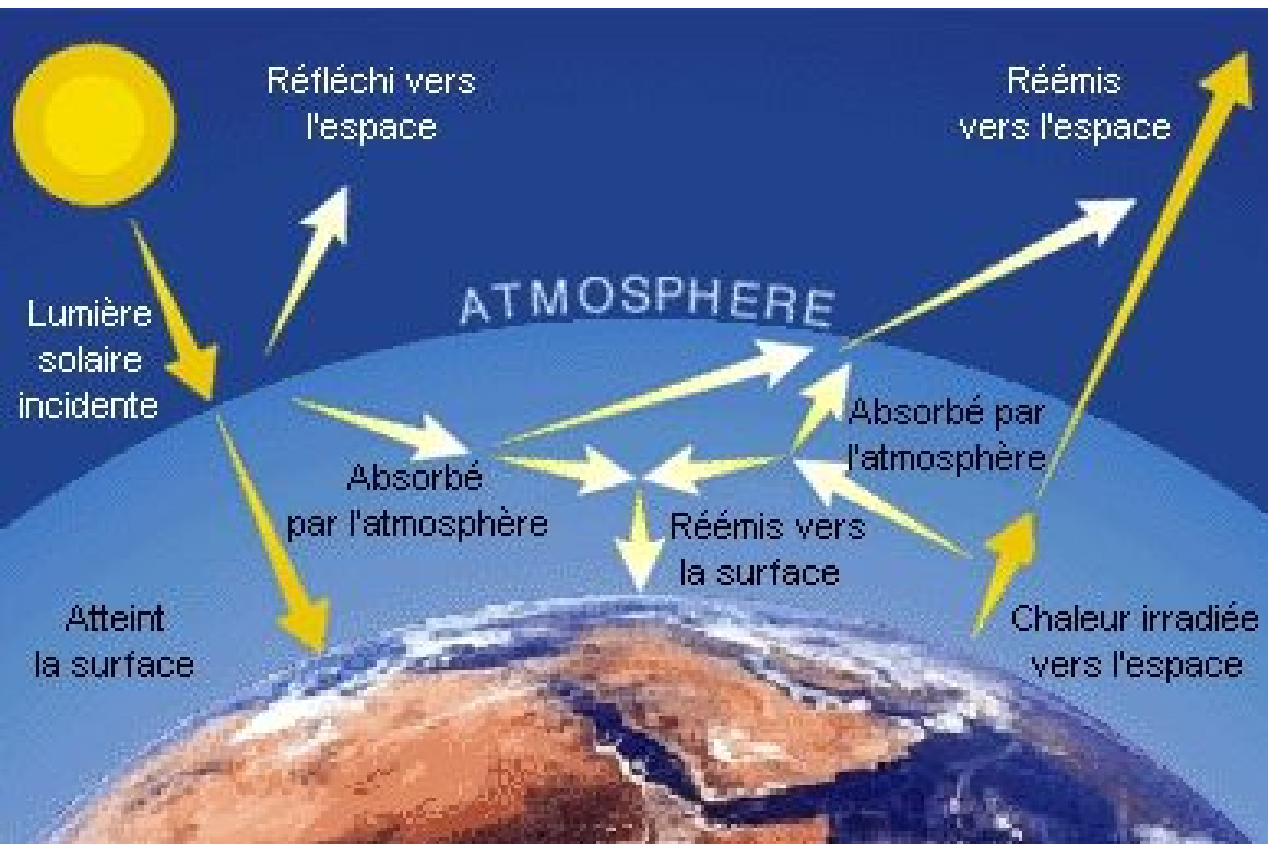
L'effet d'îlot de chaleur est engendré par la ville, sa morphologie, ses matériaux, ses conditions naturelles, climatiques et météorologiques, ses activités.... Mais, à l'inverse, il influence le climat de la ville (températures, précipitations), les taux et la répartition des polluants, le confort des citoyens, les éléments naturels des villes...

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Phénomène physique: chaleur

### Sources de chaleur



**Rayonnement**

**Terrestre**

**Rayonnement**

**Solaire**

**Rayonnement**

**atmosphérique**

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

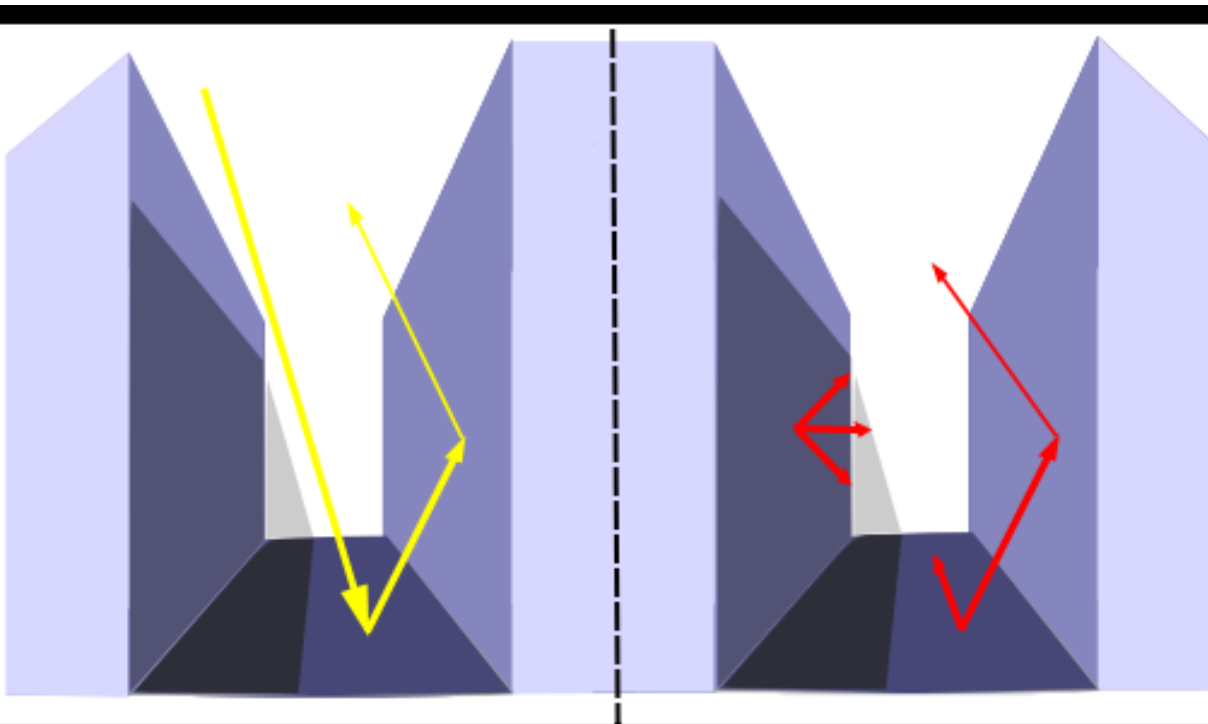
### Sources de chaleur



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur



Rayonnement solaire et rayonnement infrarouge en ville

« l'énergie reçue du Soleil et de l'atmosphère est absorbée et réfléchiée en partie par les matériaux de la ville »

Novembre 2010

**Les îlots de chaleur urbains**

Répertoire de fiches connaissance



Oct 2012

**Maîtrise des ambiances thermiques**

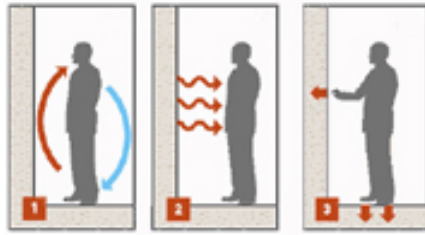
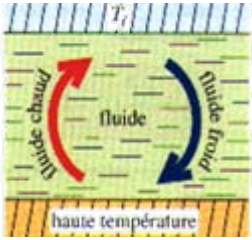
**C1 mld**

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

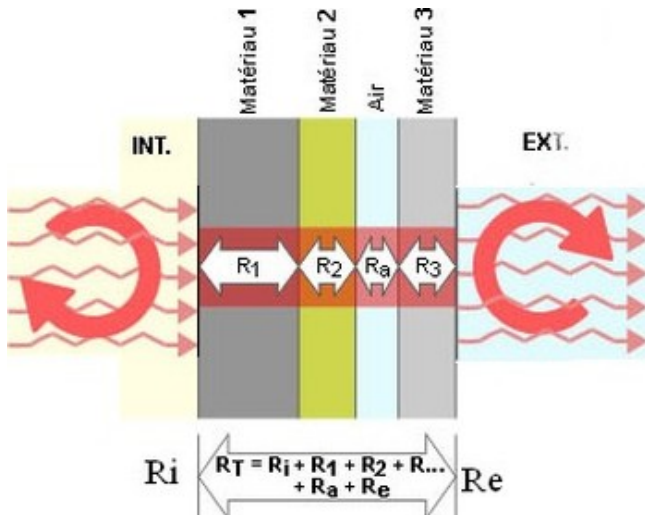
### Sources de chaleur

### rappel



une paroi de bâtiment se refroidit en cédant sa chaleur sur l'extérieur par une combinaison de trois phénomènes:

la convection(1),  
le rayonnement(2) et  
la conduction(3).



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur

### ***convection***

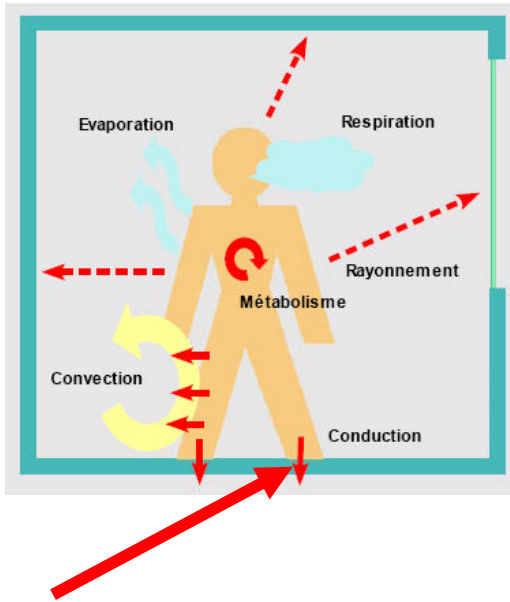
On observe un phénomène de convection, lorsque l'air est chauffé par la ville et s'élève car il se dilate et devient alors plus léger que l'air froid. En montant, il se refroidit et retombe. C'est ainsi que se crée un « dôme » au-dessus de la ville où les masses d'air se déplacent dans un mouvement ascendant.

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur

## ***conduction***



La chaleur se diffuse également dans les matériaux par conduction : si un mur est chauffé par le soleil à l'extérieur, ou un système de chauffage à l'intérieur d'un bâtiment, cette chaleur va se diffuser à travers le matériau du mur. C'est pour cette raison que l'on observe des pertes de chaleur des bâtiments en hiver lorsque les logements et bureaux sont chauffés (La conduction vise à rétablir l'équilibre de température).



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur

***sources anthropiques***

### **ICU**

**Chaleur directe ou indirecte issue des activités humaines**

- **transports,**
- **industrie,**
- **chauffage**
- **climatisation**



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur

#### Les comportements des matériaux

En fonction de leurs caractéristiques les matériaux « **stockent la chaleur** »

#### Matériaux des:

- bâtiments
- voies de circulation
- infrastructures

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur

#### **L'inertie thermique**

Le principe d'inertie thermique peut se résumer comme la capacité d'un matériau à accumuler puis à restituer un flux thermique. Plus le temps d'absorption et de restitution est long, plus le matériau est thermiquement inerte. La capacité thermique représente la quantité de chaleur qu'un matériau peut stocker puis restituer

Ce principe d'inertie est une des premières raisons de la formation des îlots de chaleur urbains car les matériaux de construction ont une inertie thermique bien plus grande que la terre.

A titre d'exemple, le béton ordinaire a une capacité thermique de 2 400 à 2 640, la terre sèche de 1 350 (en KJ/m<sup>3</sup>.°C – Kilo Joule par mètre cube par degré Celsius)

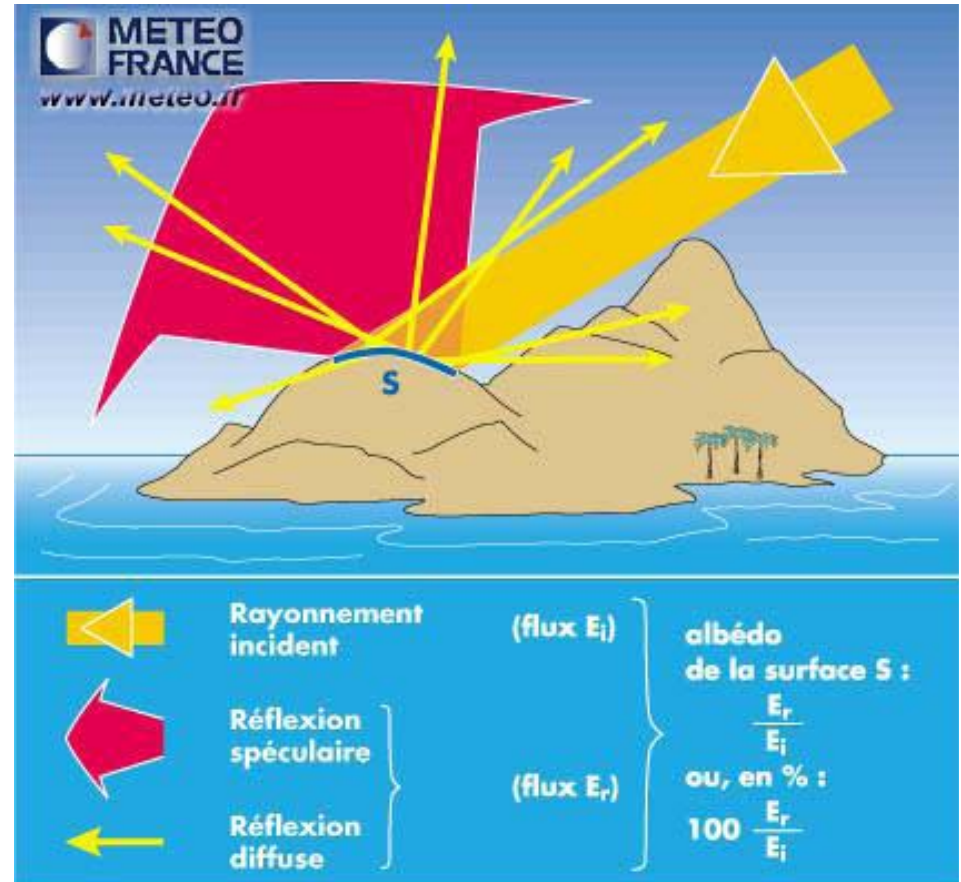
# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur

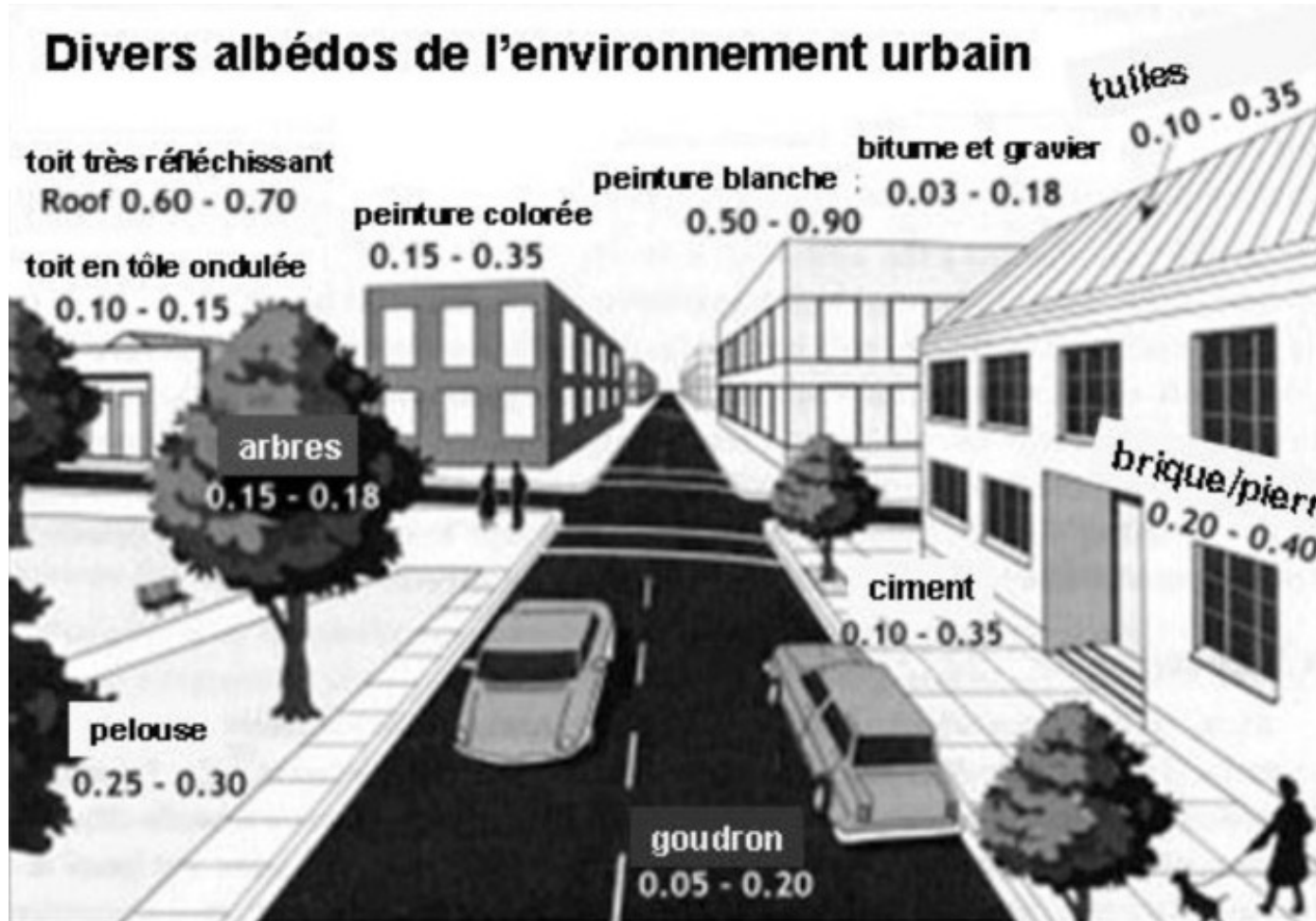
#### L'albédo

L'albédo est le deuxième paramètre des matériaux qui influe sur leur comportement face à la chaleur, il représente l'énergie solaire réfléchié par rapport à l'énergie solaire reçue (Énergie réfléchié / Énergie reçue).



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

### Sources de chaleur

**combinaison de l'inertie thermique et de l'albédo**

**les matériaux urbains réagissent par rapport à l'énergie qu'ils reçoivent**

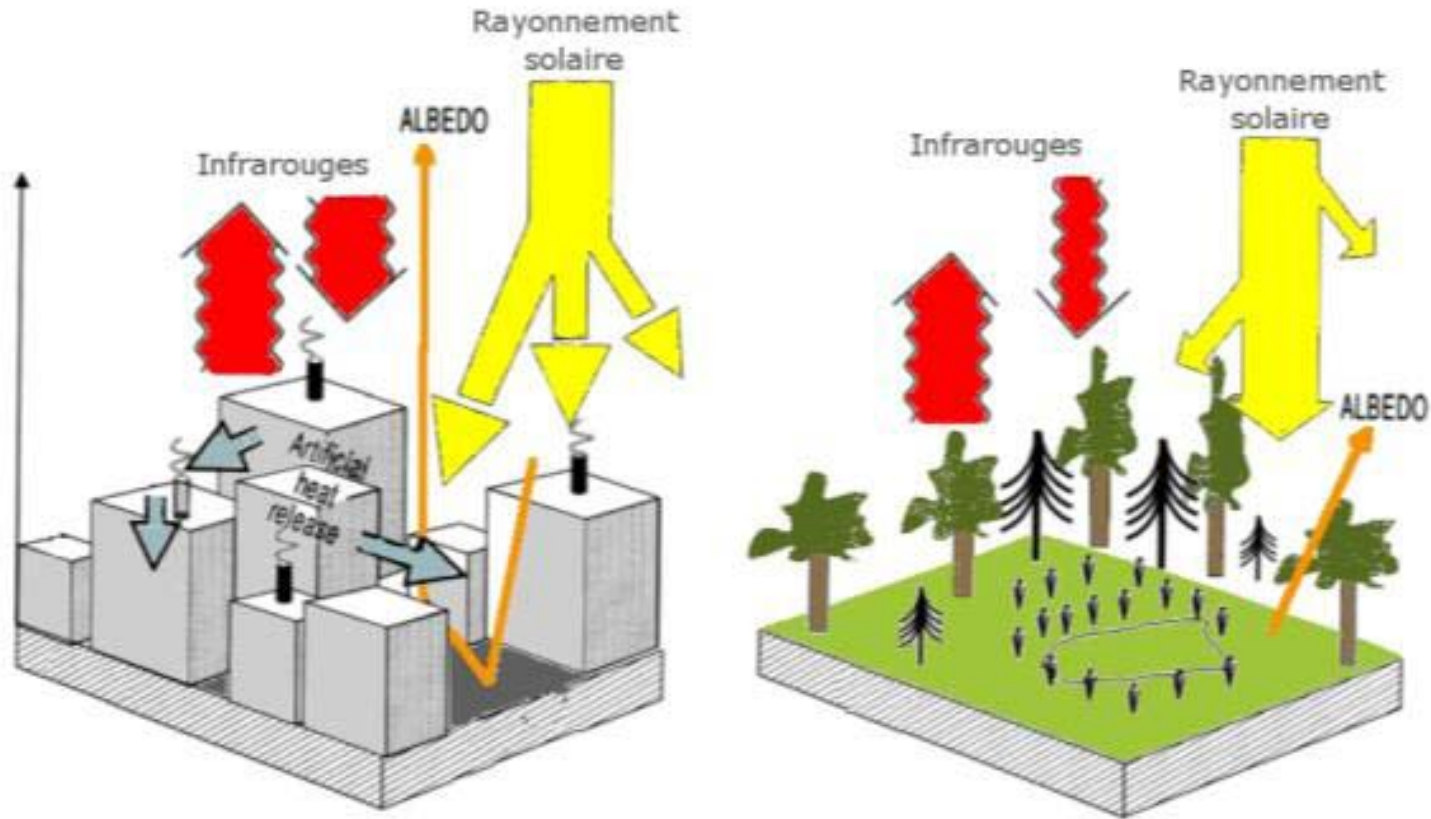
Ex: béton

soumis aux rayonnements solaires, mais aussi aux rayonnements de réflexion va se réchauffer lentement mais sa capacité thermique et son albédo lui permettent d'emmagasiner beaucoup de chaleur.

Lorsqu'il ne reçoit plus d'énergie, il commence à se refroidir, tout aussi lentement alors que la température de l'air extérieur qui l'entoure a déjà beaucoup baissé.

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains



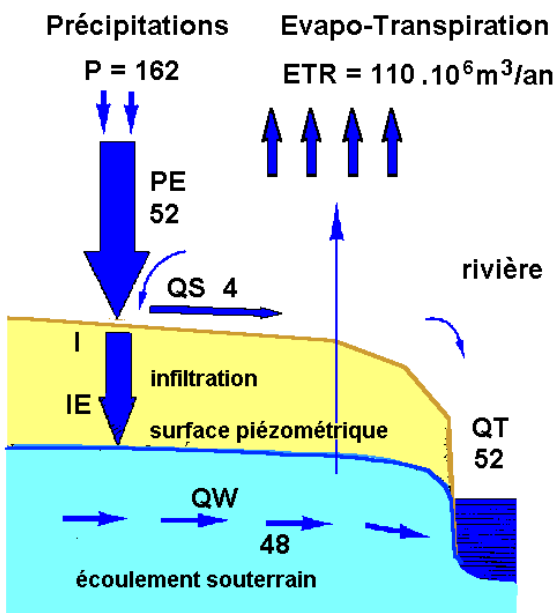
densité de construction types de surfaces de matériaux....

Au niveau du sol, la vitesse du vent est sensiblement plus faible qu'au-dessus des bâtiments qui freinent la circulation de l'air, ce que l'on appelle la longueur de rugosité

# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

la ville possède moins de moyens de rafraîchissement naturels que la campagne



$$PE = P - ETR$$
$$52 = 162 - 110$$
$$QT = QS + QW$$
$$52 = 4 + 48 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$$

### Précipitations ;

- vapeur d'eau provenant des processus de combustion ;*
- : eau apportée artificiellement par les canalisations ;*
- : vapeur d'eau des processus d'évaporation, d'évapotranspiration et de condensation ;*
- ruissellement et évacuation ;*
- : emmagasinement dans la ville ;*
- vapeur d'eau transportée par advection (déplacement horizontal des masses d'air).*



# les villes?

## Microclimats îlots de chaleur urbains

atténuent fortement les effets du froid en ville, mais posent plusieurs problèmes :

- Aux échelles locales (cours intérieures en particulier) la climatisation électrique peut fortement exacerber le phénomène ; les climatiseurs rafraîchissent l'intérieur du bâtiment, mais en rejetant les calories dans des lieux parfois peu ventilés qu'ils échauffent, ce qui entretient une surchauffe du bâtiment.
- Ils diminuent les rosées, brumes et brouillards urbains (hors communes littorales et de vallées profondes). Or les rosées et brumes si elles contribuent aux problèmes d'attaques acides du bâti dans les zones où l'air est acide, contribuent aussi à épurer l'air des aérosols et de certaines poussières et pollens en suspension ;
- ils renforcent la pollution de l'air en aggravant les smogs et les effets d'inversion atmosphérique (sources de confinement de pollutions sous le plafond urbain). Ils en aggravent les effets sanitaires ;
- Ils peuvent contribuer à modifier la composition physicochimique de l'air, favorisant certaines pollutions photochimiques ;
- Ils renforcent les effets sanitaires et socio-économiques des canicules ;
- Ils perturbent la mesure des moyennes des températures régionales et locales et donc les prévisions météorologiques, car beaucoup de stations météorologiques ont été entourées au cours du XXe siècle par un tissu urbain de plus en plus dense et « chaud ».

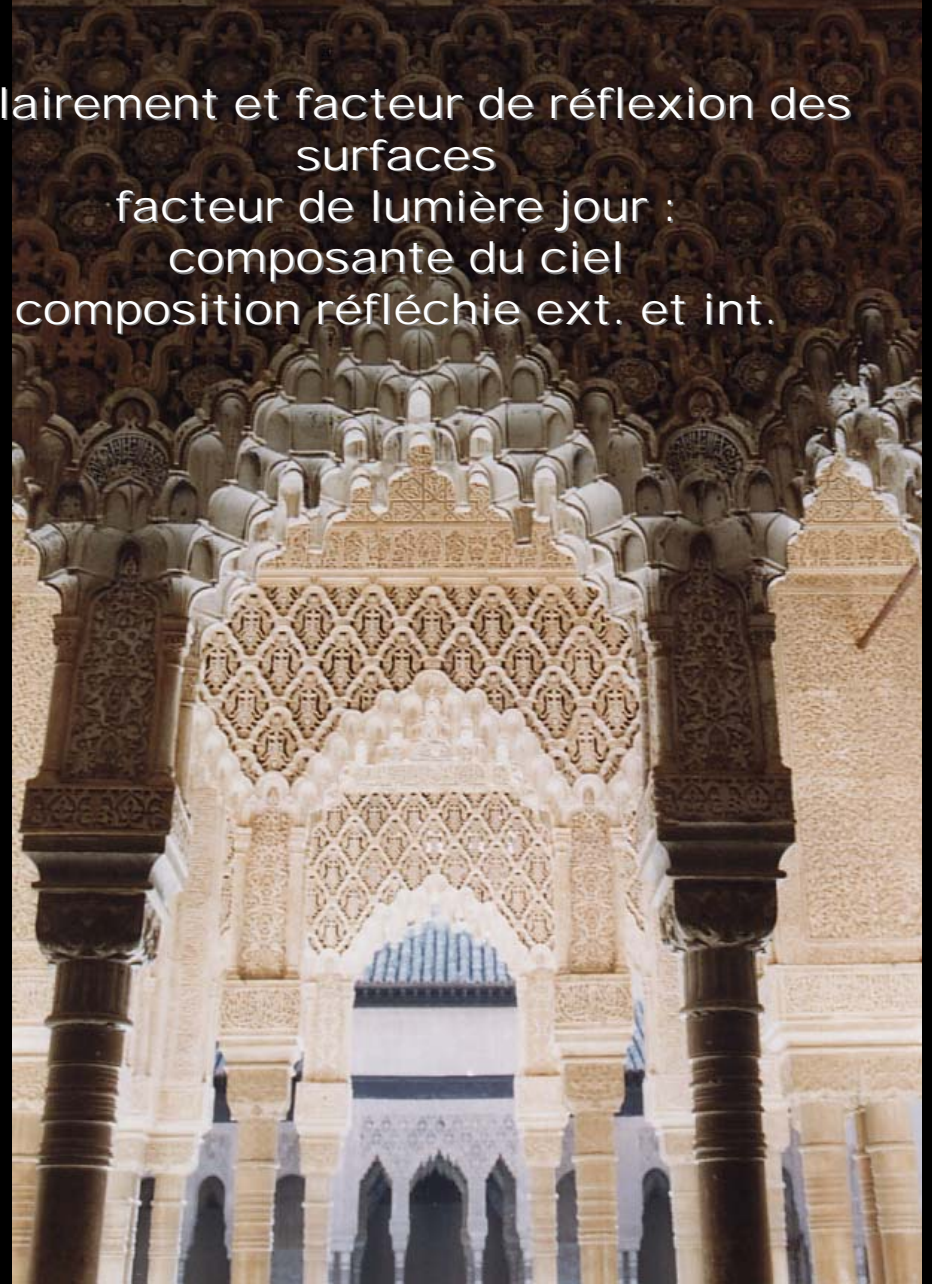
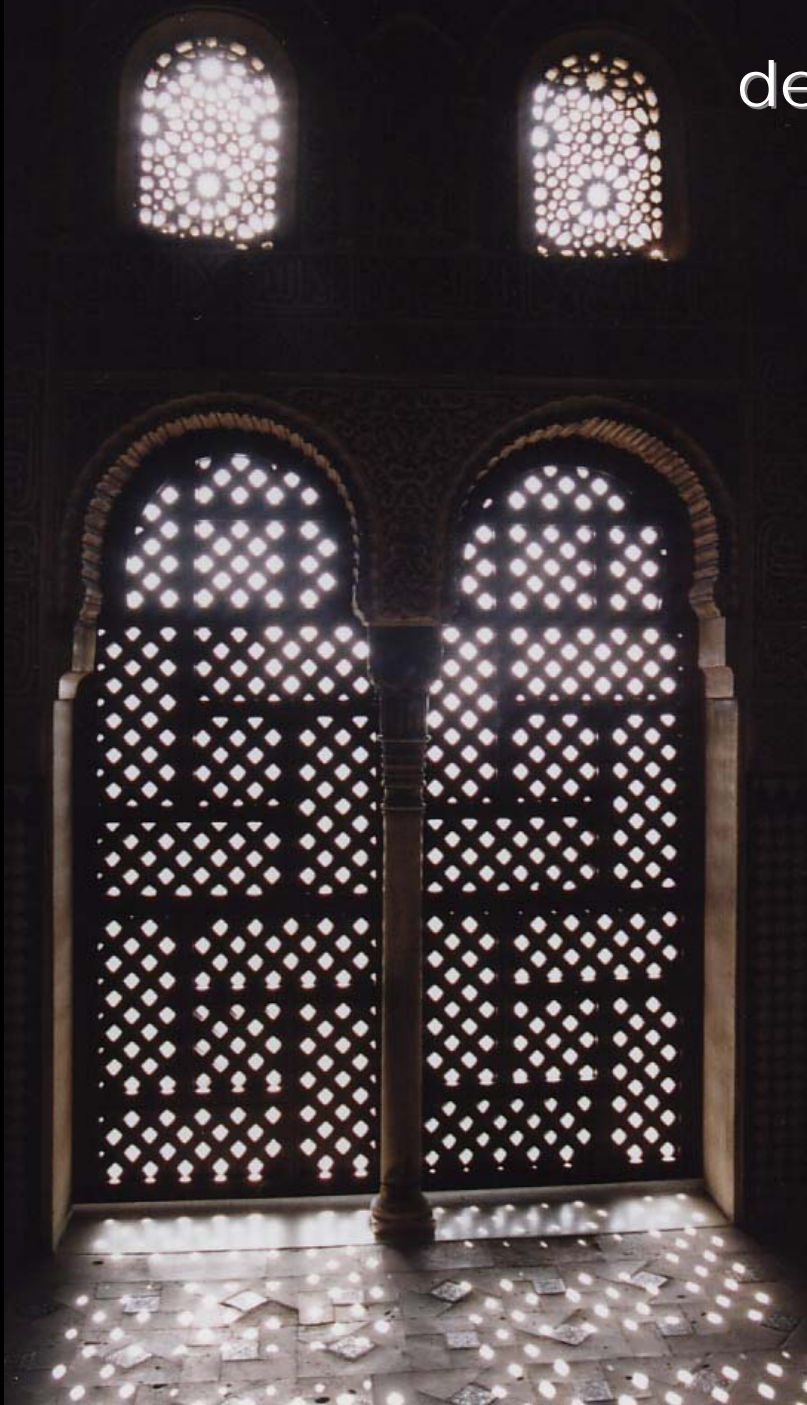
Ils constituent, parfois,  
des filtres subtiles à la lumière

éclairage et facteur de réflexion des  
surfaces

facteur de lumière jour :

composante du ciel

composition réfléchie ext. et int.







filtres subtiles à la lumière...  
les couleurs...les surfaces



Climat chaud sec

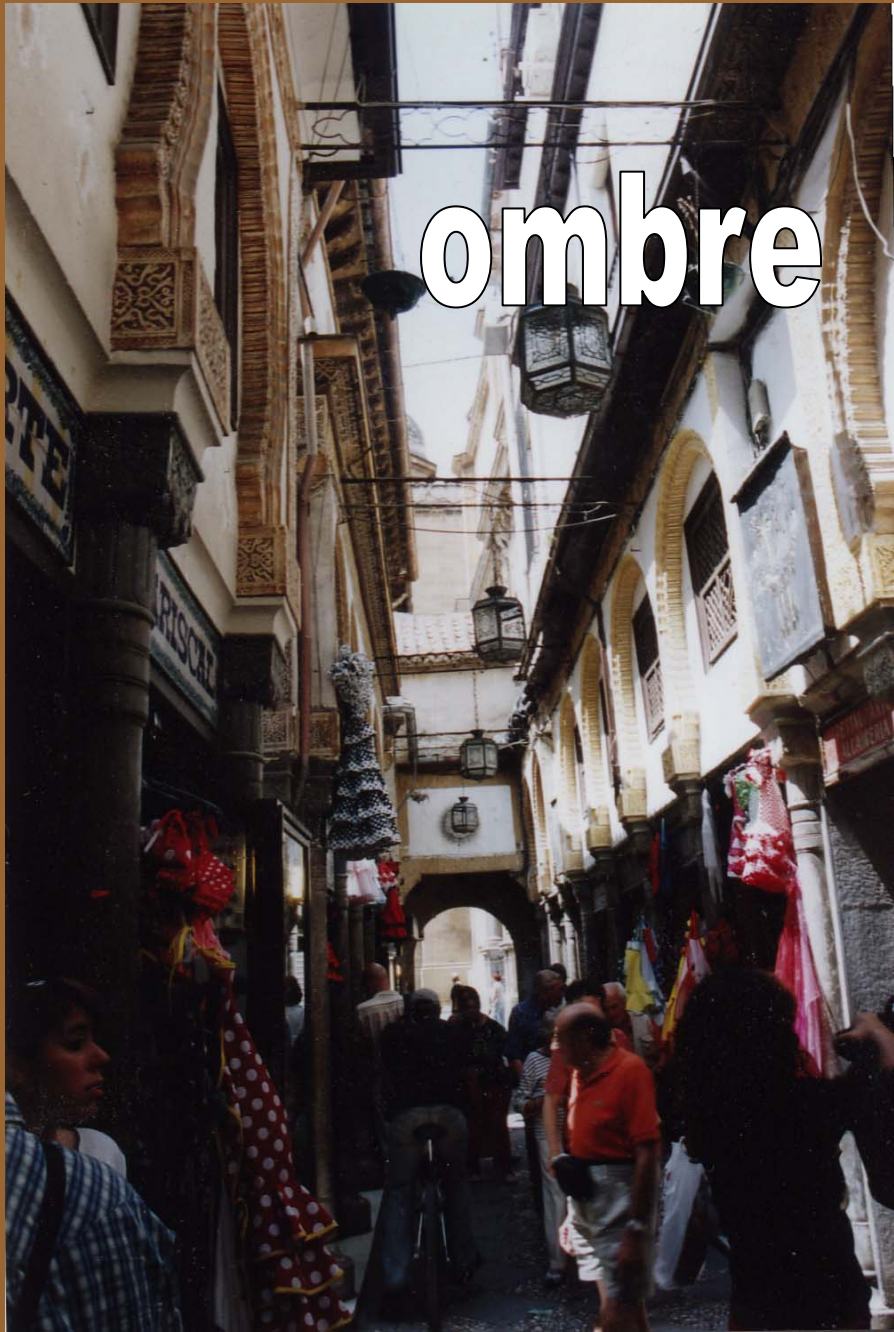
évaporation dans le logement, ou à échelle urbaine

Protection du rayonnement  
solaire, des apports de chaleur  
Minimiser les apports internes,  
refroidir naturellement



s thermiqu





ombre

Climat chaud



biances  
C1 mld





Refuges avec des conditions artificielles, les îles de confort dans un monde incommode.

## Ombre - couleur- lumière

La couleur et la surface des parois interviennent sur la réflexion de la lumière (+ des sons).

Elles influencent la température de surface des parois en améliorant ou en entravant le stockage de la chaleur.

(Blanc stockage de 500 W/m<sup>2</sup>  
vert 1300 W/m<sup>2</sup>)

es thermiques



# Régions chaudes sèches...

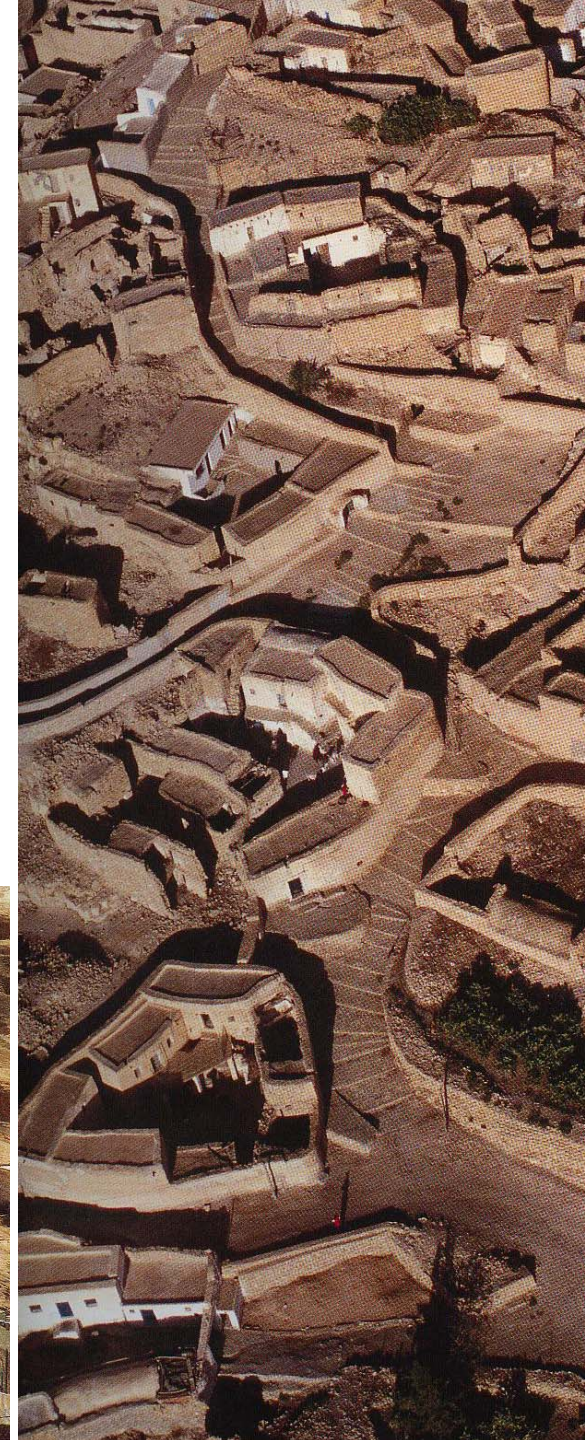
Les températures sont très hautes pendant le jour mais elles descendent de façon très importantes la nuit



- Hautes températures
- très faibles précipitations et nuages radiation solaire directe: importance entre l'ombre et le soleil
- Vents avec du sable et de la poussière: peu de végétation
- Façades aveugles, compacité murs épais ou souterrains
- Ouvertures très petites
- Rues ombragées
- Patio: oasis eau et végétation: MICROCLIMA

## inertie

Oct 2012







# Régions chaudes

sèches...

hautes températures  
vents + sable,  
poussière  
façades presque aveugles

inertie éviter le rechauffement des murs... ombre...



ambiances thermiques

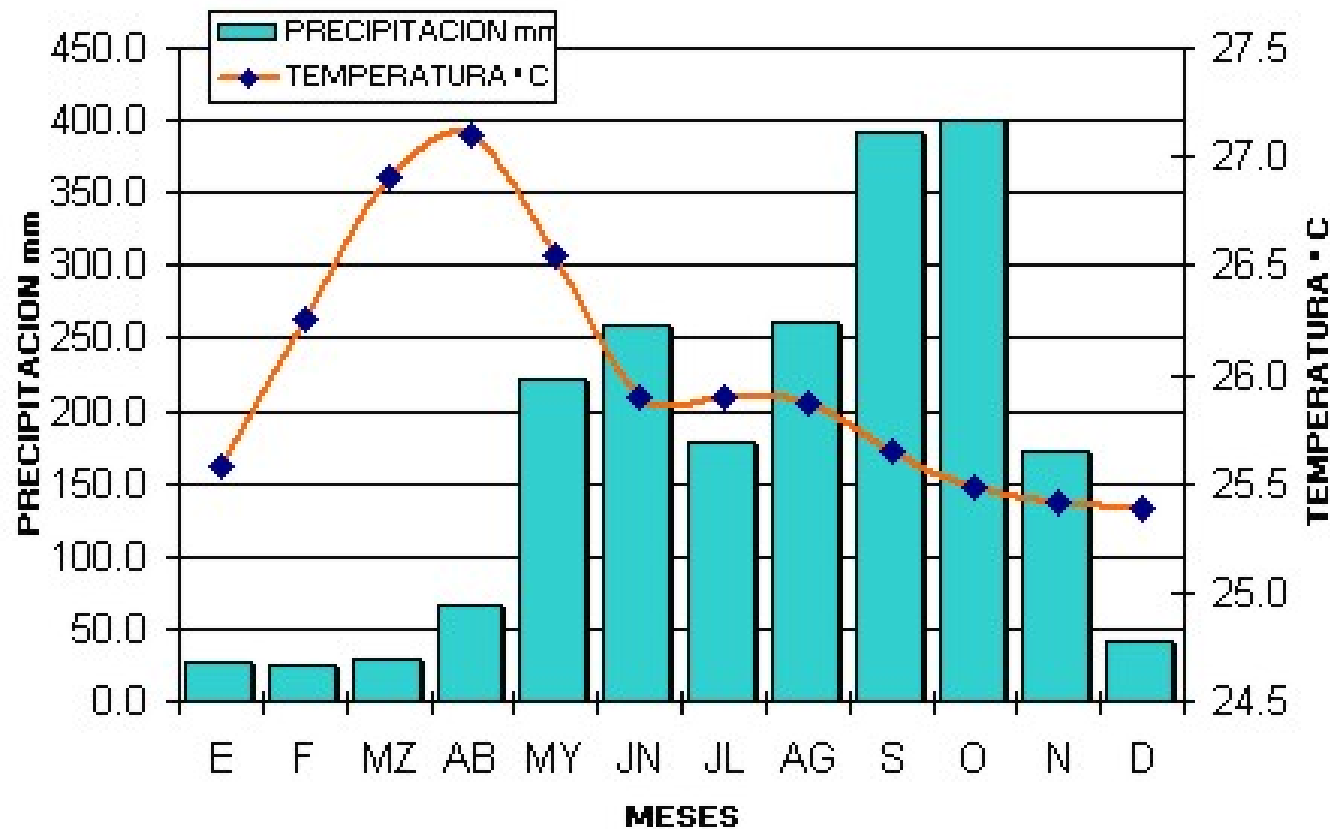
C1 mld



# Climats chauds humides secs

CLIMA CALIDO/SECO/HUMEDO (mh) LIBERIA, PAQUERA, PUNTARENAS

Por Gonzalo Hernández R.



Oc

# Climat chaud humide

Dans les régions chaudes et humides les températures hautes sont plus modérées et constantes que dans les régions désertiques. Les nuages et la pluie fréquentes, surtout une partie de l'année, ce qui veut dire que la radiation, toujours intense et beaucoup plus diffuse que dans le cas chaud sec et que l'humidité est toujours haute



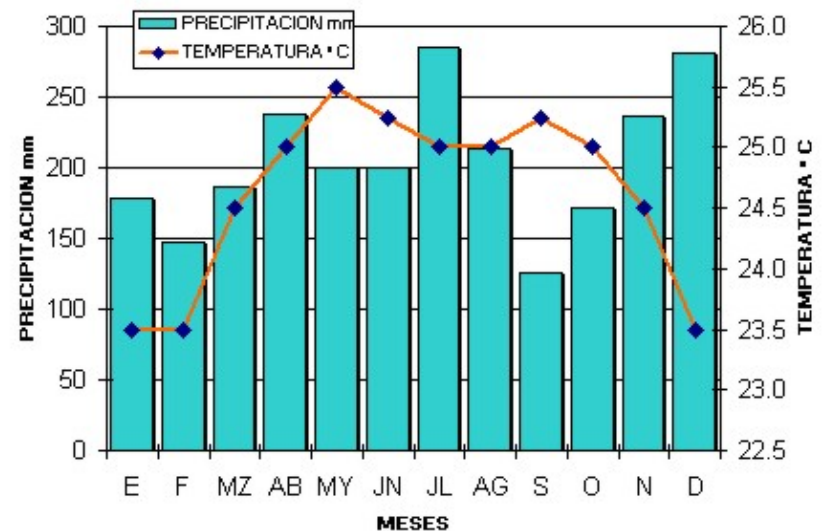
Por Gonzalo Hernández R.

- Amplitude thermique journalière basse
- Hautes températures
- Hautes % d'humidité
- Ouvertures grandes
- Murs légers
- Galeries
- Débordements des toits

## résistance

Oct 2012

Maîtrise des ambian  
C1 ml





# Au froid...

Capter la chaleur du rayonnement solaire:

- La stocker dans la masse
  - La conserver
  - La distribuer
    - La régler

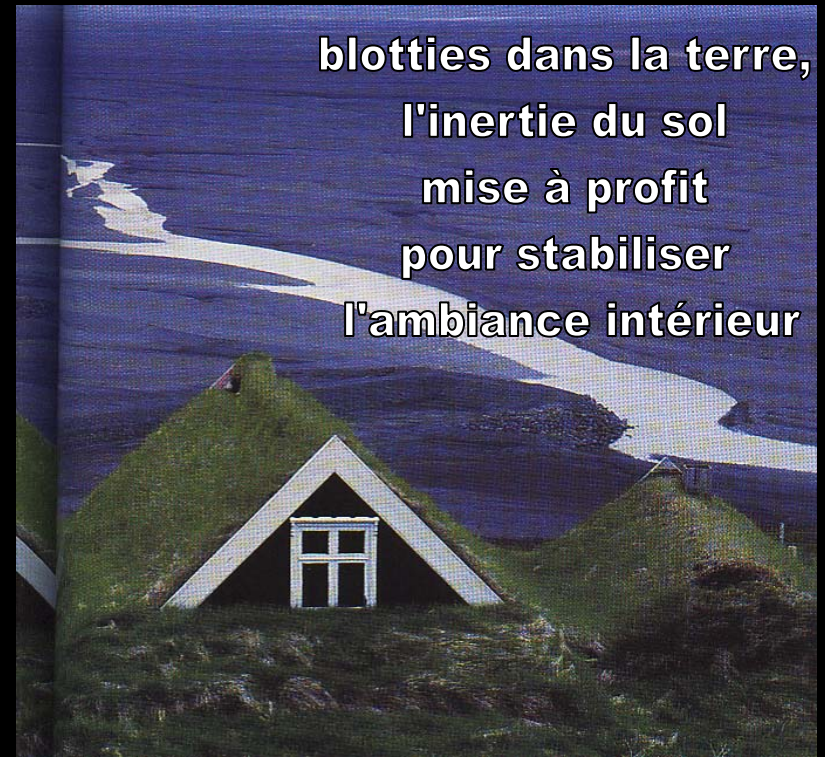
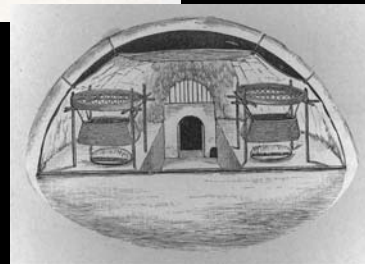
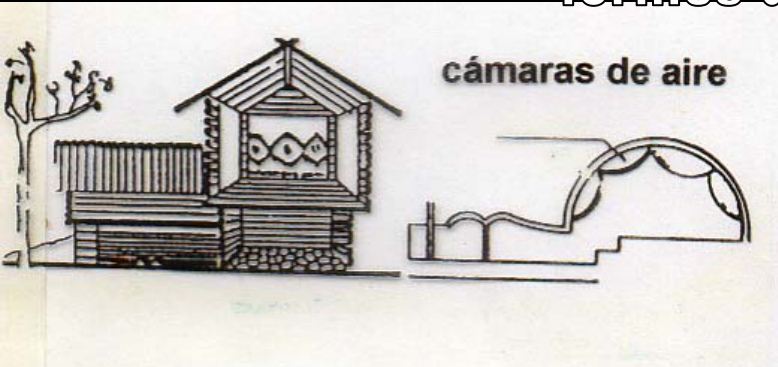




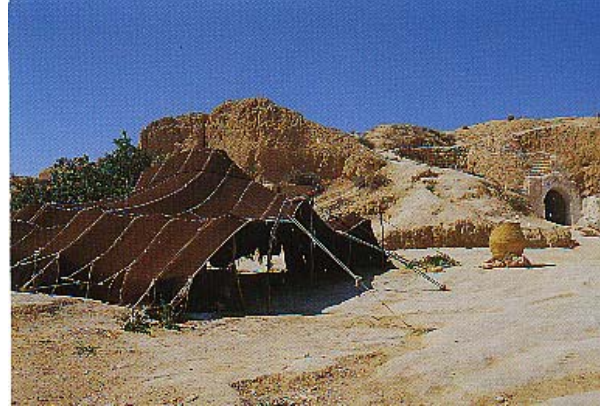
**résistance,  
conserver la chaleur,  
batiments compact,  
isolés;**

**Au froid...**

**les fenêtres petites,  
formes qui minimisent l'action du vent**



**blotties dans la terre,  
l'inertie du sol  
mise à profit  
pour stabiliser  
l'ambiance intérieur**



la vallée  
du M'zab

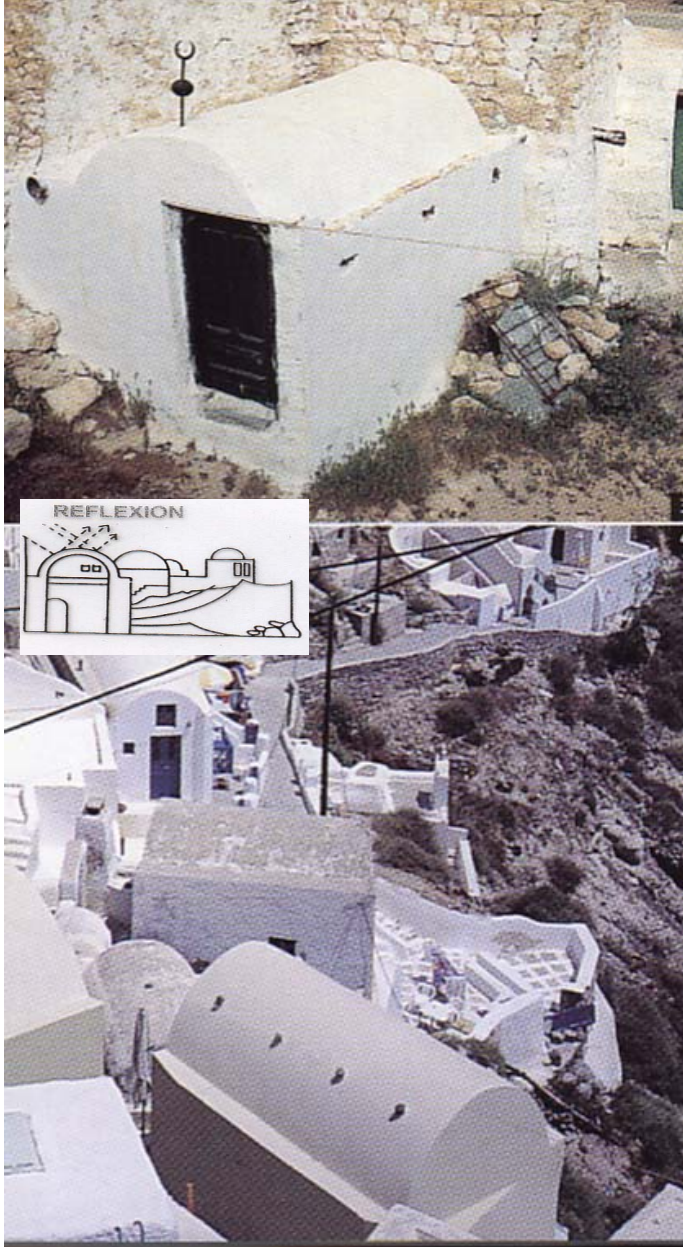


**Clés du confort:**  
*maîtrise des surfaces des ouvertures*  
+  
*inertie*





réflexion + forme



# Climat tempéré

par ex. méditerranéen

- +complexe
- Doit satisfaire des conditions très différentes pendant l'année. Dans ce cas ce n'est pas la dureté qui compte c'est la **diversité de situations**
- Froid- chaud sec ou humide, chaleur
- Alternance « chaleur –froid » dans des périodes très proches
- Tunisie, Grèce..
- A Santorin les voûtes en berceau étaient traditionnellement maçonnées avec les roches volcaniques locales (basalte et pouzzolane) et couvertes d'un enduit hydraulique
- Les voûtements qui se développent en hauteur donnent le plus de grands volumes habités et améliorent ainsi en pays chaud le confort de pièces où la chaleur peut s'élever

se des ambiances thermiques



# Maison traditionnelle japonaise

- Minimaliste
- Classes sociales aisées

réponds à quel Climat?

Îles: latitudes entre 27 et 45°30'N → **latitude moyenne**

- Climat tempéré?
- Continente humide?
- Climat froid et humide *de forêts enneigées*
  - hivers froids
  - étés chauds
  - Confrontation entre l'air du pôle et des tropiques:
  - Climat très variable
  - Saisons bien différenciées
  - Pluies abondantes principalement d'été

# Maison traditionnelle japonaise

Différentes latitudes

+

montagnes de NE à SO (+3000m)

Influence de l'Asie

+

influence de l'Océan Pacifique

Étés avec des pluies chaudes

Hivers très froids, neige

Séismes

Vents violents

Grande quantité de « microclimats »

# Maison **traditionnelle** japonaise

## Deux typologies

- Mongol : creusé
- Sur pilotis : originaire du sud est asiatique (climat plus homogène et doux que le japonais)

## Conditions socioéconomiques

- Échanges avec la Chine (pacifiques et violents): importation de modèles culturels, institutionnels et architecturaux
- Adoption de la typologie aristocrate chinoise

## Inadapté aux climats!

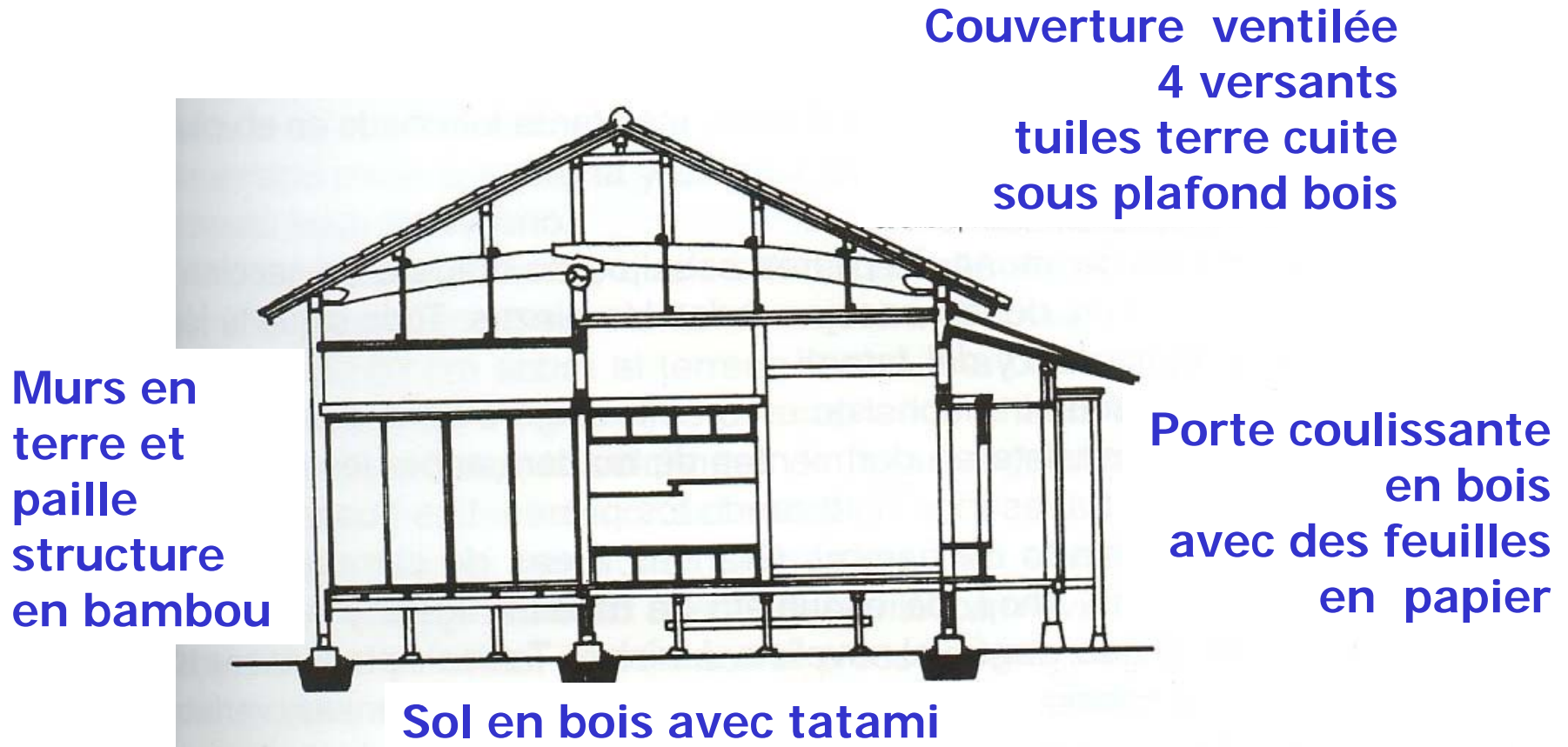
- « L'Architecture anonyme des classes moyennes » ont conservé le système mongol

## Adaptée aux climats

# Maison traditionnelle japonaise

Maison traditionnelle japonaise: **réponses bioclimatiques? culturelles?**

Construction minimaliste des classes sociales aisées



Oct 2012

**Maîtrise des ambiances thermiques**

Ref. bibliographique: **Climate** arquitectura bioclimatica F Javier Neila Gonzalez



Les **shoji** cloisons coulissantes, ouvrent sur l'engawa. Elles sont composées d'un cadre en bois et de papier de riz **laissant pénétrer la lumière.**

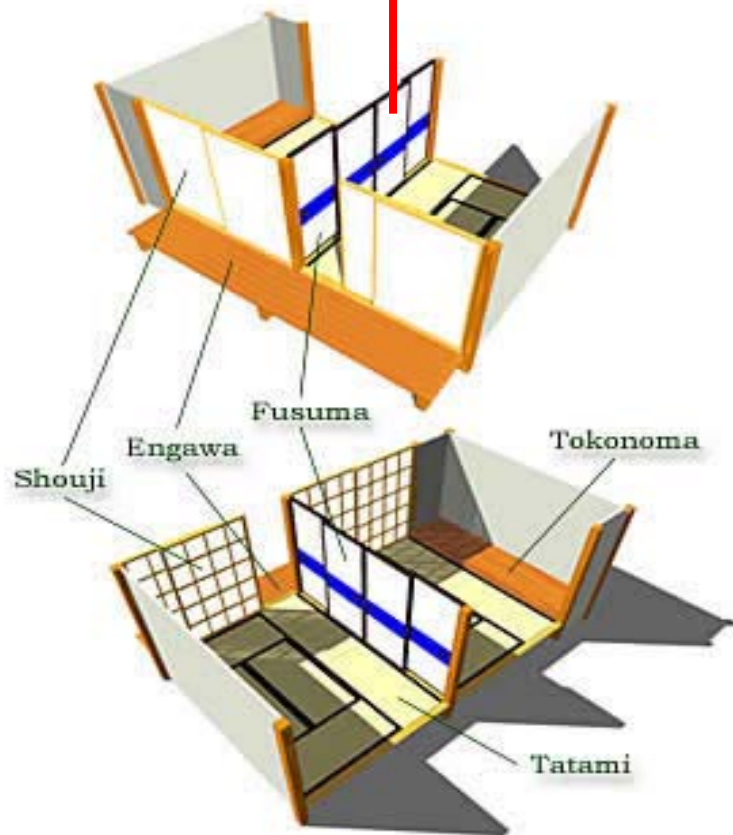
L'**engawa** une passerelle de bois extérieure, courant le long de la maison, et coiffée d'un toit pentu. Vérandas : transition entre l'intérieur et l'extérieur

**Fusuma** porte intérieure en bois et papier, **permet de jouer avec l'espace** et laisser circuler l'air librement

Le **tokonoma** est une niche creusée dans le mur et destinée à recevoir un élément décoratif, un bouquet de fleurs ou une calligraphie, **reflet de la saison en cours.**

Les **tatamis** recouvrent le sol de la ou des pièces principales. Ces nattes de paille de riz, d'une taille standard 90cm par 180 cm, mais peut varier selon les régions, **servent généralement de mesure: modules qui permettent d'augmenter la surface facilement**

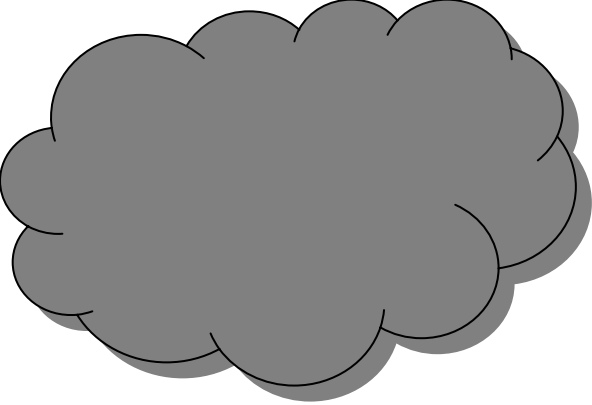
**la maison et les jardins forment un tout**



Oct 2012

**Maîtrise des ambiances thermiques**

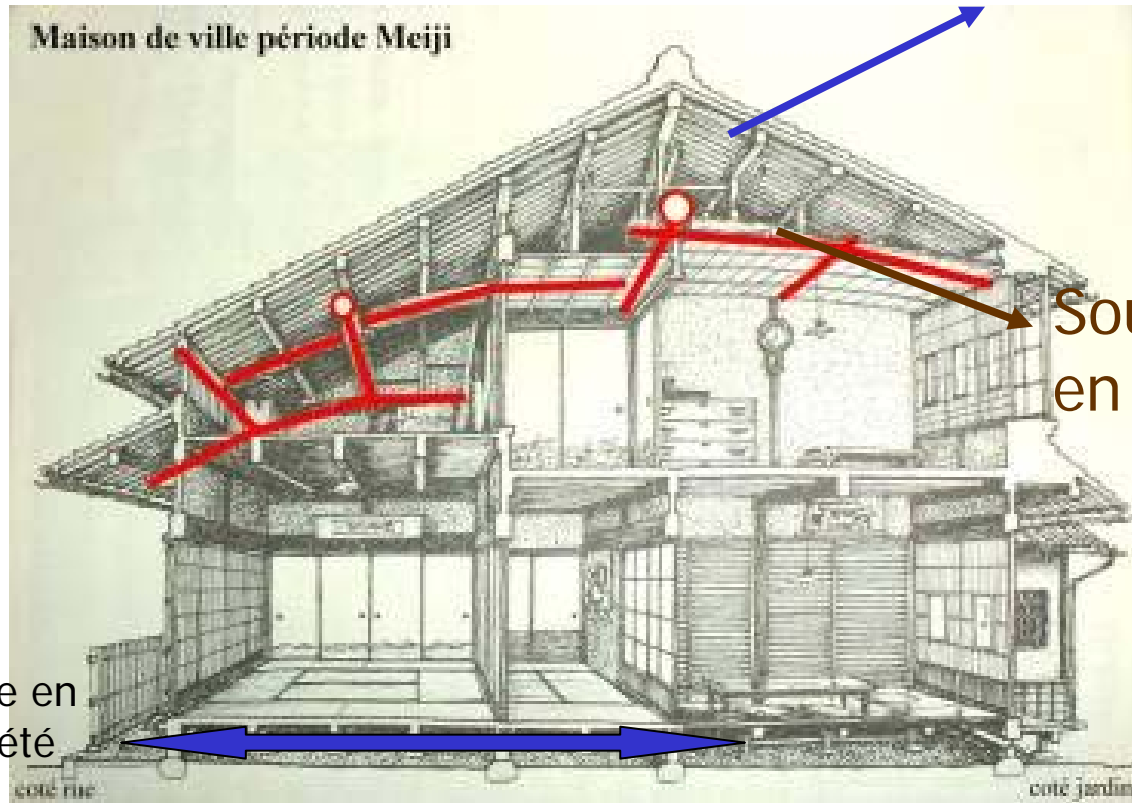
**C1 mld**



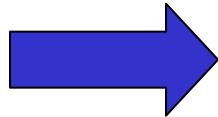
# Maison traditionnelle japonaise

Nord Est de Kyoto.

volume ventilé



Sous plafond en bois



Véranda ou couloir  
terrasse  
Sud radiation directe en  
hiver protection en été  
Fermeture pour  
permettre le monzon en  
été (qui vient du sud)

espace ventilé

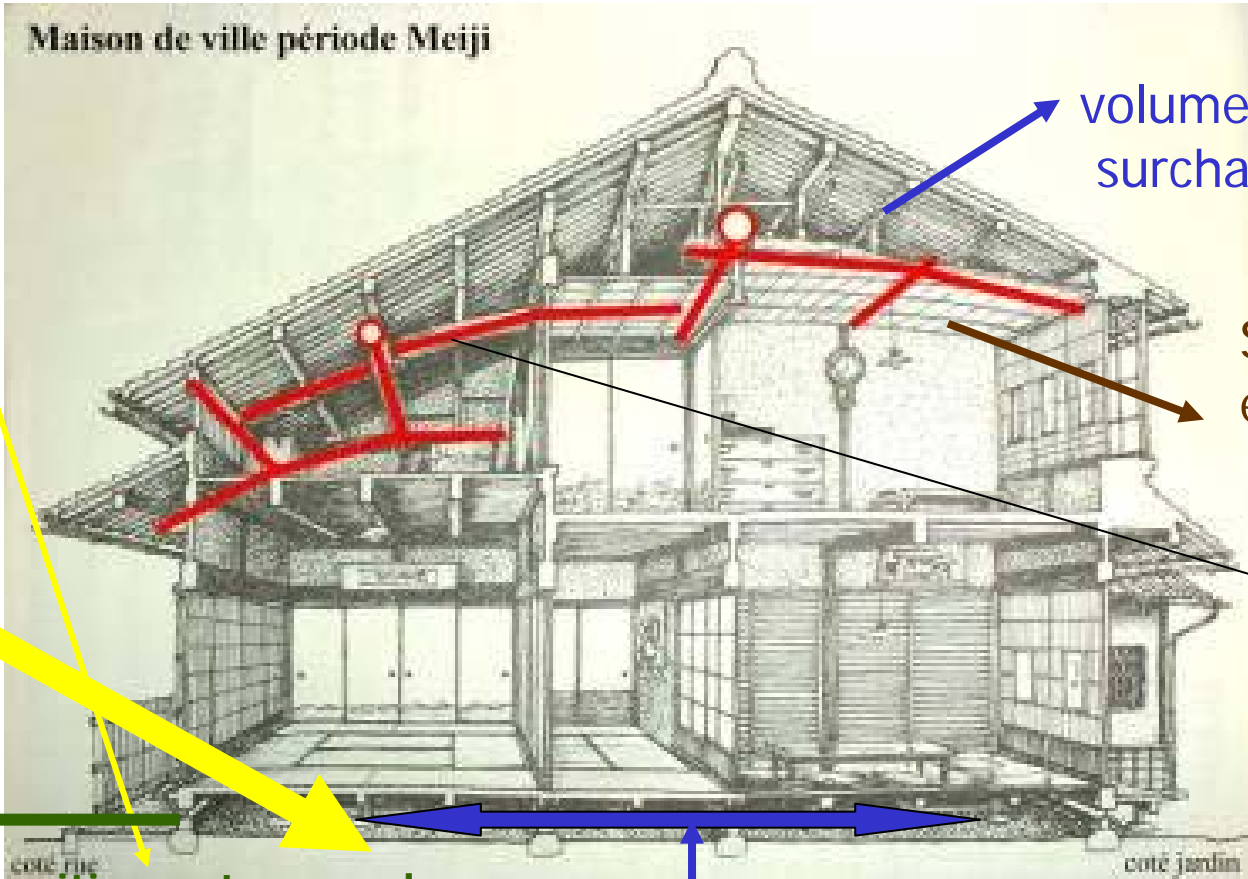
Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld

# Maison traditionnelle japonaise

Nord Est de Kyoto.

Maison de ville période Meiji



volume ventilé évite surchauffe d'été

Sous plafond en bois

Structure élastique et flexible

espace ventilé évite l'ascension de l'humidité

Jardin transition entre monde extérieur et spiritualité intérieur + microclimat

Oct 2012

Maîtrise des ambiances thermiques  
C1 mld



• Habits chauds

• Peu de surface exposé au froid

• Bains chauds

誠忠義心傳

芥寺重内妻

芥寺重内妻和武道名香のまゝに  
和服の通りも心をよそへ履物を弄ひ  
未だ秋をも多く誂けよる一時其名を  
流しけり妻女ハ京師の人を嫌  
客色あり新又教馬の道を好み夫命  
和果とて文字を弄み交を人とも誤けり後東京師の  
邸に住けり志尼離敷の后も町家とて柳あり芥和  
内東(芥足)の掛ハ石の墓多し墓路ありか所を併ひ  
故の調度あるもの江別野田やて送来一人を送せし妻女の許  
田はかハま羽の山の松の色別野一時の袖とともえと  
と書て送すけた其後京師より剛果(根)く人小  
夫の(か)みへるりと首の袂を運より  
芥寺の(芥)寺の(芥)寺の時をよそへてを  
よそへるもる一と返事なせり重内七の  
人小を傳けり寺小



徳富 一筆 芥誌



es thermiques



# Climats tempérés..

- Solutions, systèmes flexibles

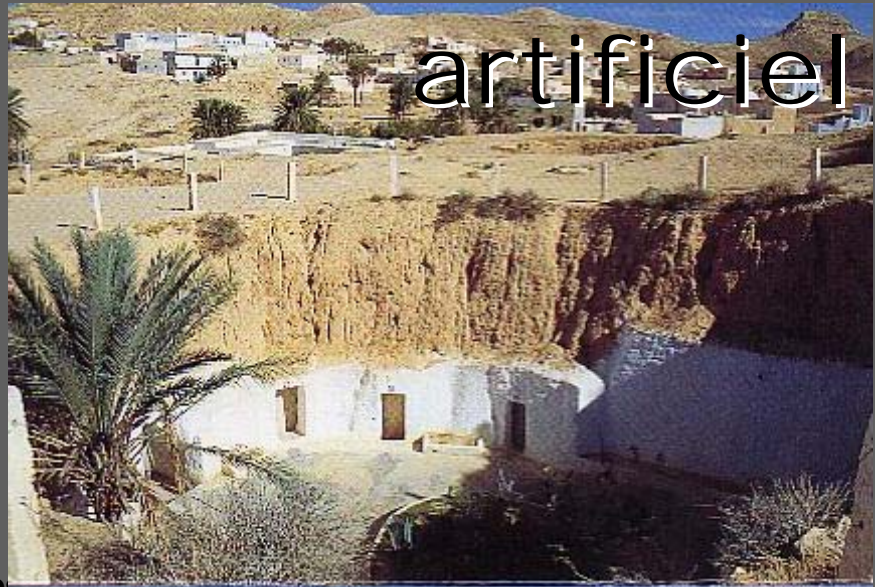


# microclimat

naturel



artificiel



étude des ambiances thermiques

C1 mld







# Le climat: 4 données?

D'une première approximation au sujet, d'une grande simplification, on peut dire que le climat est en fonction de 4 données:

- De la **température de l'aire**
    - De la **radiation**
    - De **l'humidité**
  - Et du **mouvement de l'aire**
- 
- En réalité on doit aborder le sujet du climat, des climats dans un sens bien plus large, en prenant compte des phénomènes environnementaux qui agissent sur les occupants d'un bâtiment, qui ont un effet sur leurs confort et sur leurs perceptions: thermiques visuelles auditives tactiles etc.

# l'architecture se transforme en climat, un nouveau climat « artificiel »???

Plusieurs climats naturels et artificiels:

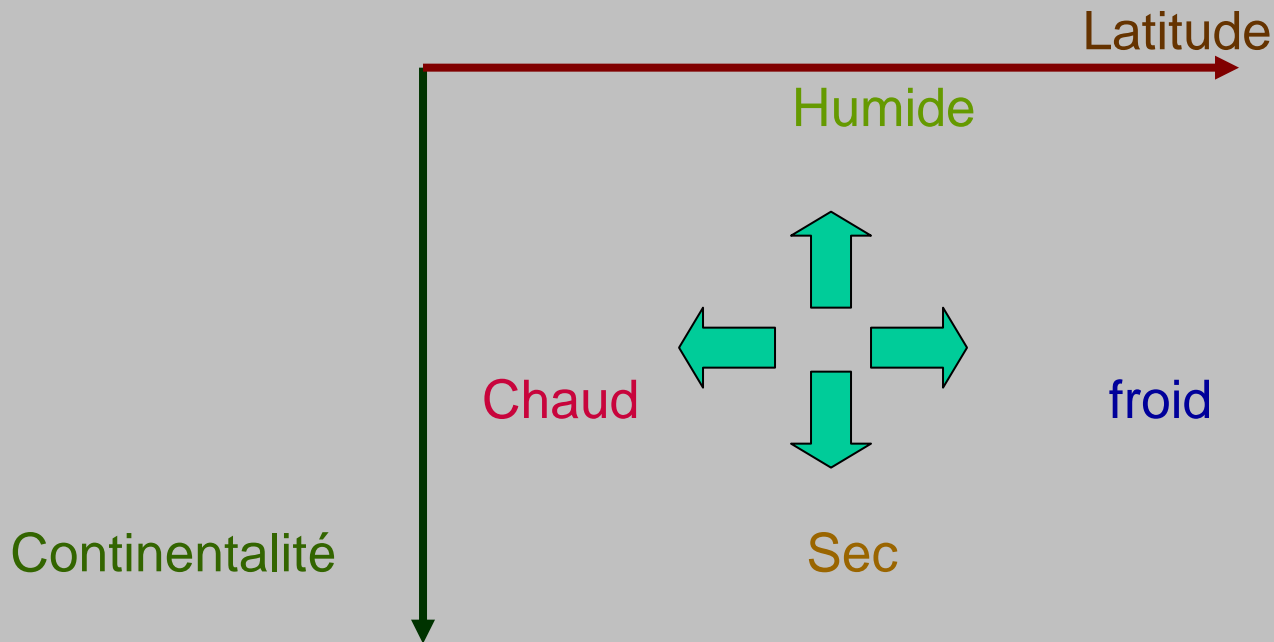
- ◆ Climat d'hivers, d'été
- ◆ Climat de lumière et de chaleur
- ◆ Climat froid, climat sec, climat humide
- ◆ Climat de transitions entre l'intérieur et l'extérieur
- ◆ Il y a les ambiances ...climats... sonores psychologiques, magiques avec lesquelles on génère on crée une infinité d'espace architectoniques

Étudier « les climats de l'architecture » n'est pas une tâche facile, les climats sont complexes

# Microclimat

- Microclimat : à partir de gérer l'action du vent , du soleil , l'humidité
- Le soleil traverse l'aire et réchauffe la terre. Celle ci cède une partie de cette chaleur à l'air qui est en contact avec elle. De cette façon à l'endroit ou le soleil frappe librement l'aire est plus chaud et on reçoit des radiations du terrain. Plusieurs degrés d'écart peuvent se mesurer entre les zones très proches.
- Le vent est capable de modifier totalement ces conditions. En fonction qu'il s'agisse d'un vent chaud, froid, sec ou humide.
- L'aire bouge, et les conditions qui sont issues de l'action des radiations changent. Nous ne devons pas oublier que l'aire est dévie par des obstacles naturels ou artificiels... **à nous de jouer**

L'action conjointe du soleil et du vent agit sur ce schéma : origine du microclimat



Nous devons analyser le microclimat à l'échelle de chaque projet

Oct

C1 mld



# Diagnostic, état des lieux, dialogue avec le site, le connaître, faire avec...

- **Le bâtiment et ses abords, doivent constituer une réponse appropriée aux exigences (lesquelles?), une parmi d'autres le DD**
- **Profiter des avantages du site: le connaître**
- **Corriger les inconvénients: les connaître**
- **Réduire au maximum les impacts sur le site, ses alentours proches???** lointains

# Diagnostic, état des lieux, dialogue avec le site, le connaître, faire avec...

## **Climat....confort...bilan environnementaux**

- **Variation mensuelle des température moyennes**
- **Degrés jours\***
- **Variation mensuelle des précipitations moyennes, orage décennal cinquantenier**
- **Variation mensuelle des humidités relatives mini maxi et moyen**
- **de l'air, radiations,**
- **diagramme solaire avec indication des masques**
- **Heures d'ensoleillement. Variation mensuelle de l'énergie solaire moyenne incidente sur 1 m<sup>2</sup> (vertical sud)**
- **vents : orientation et fréquence des vents dominants (rose des vents)**
- **qualité de l'air**
- **Pluie, neige**
- **Morphologie et état des sols: pollution?risques géologiques?**
- **topographie?**
- **Les riverains?? Qui? quoi?leurs droits et confort...**
- **Incidences acoustiques: se protéger de ? Notre intervention source de?**
- **Lumière naturelle disponible, niveaux contrastes, ombres, couleurs, couleur du paysage**
- **Inventaire des réseaux et ressources locales**

# Les degrés-jour\*

## besoin d'évaluer la demande en énergie:

- Écart entre température extérieure et température intérieure
- la température varie d'un lieu à un autre.

### notion de degré-jour :

**permet la détermination de la quantité de chaleur consommée par un bâtiment sur une période de chauffage donnée**

**permet d'effectuer des comparaisons entre des bâtiments situés dans différentes zones climatiques.**

**DJ = nombre de jours chauffés x (T intérieure moyenne - T extérieure moyenne).**

**Température intérieure corrigée à 15°C (pour prendre en compte 3°C d'apports internes)**

Ref internet: <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/donn%C3%A9es%20climatiques/1.3.2.4.htm>

- Température moyenne extérieure :  $\Theta_{em}$
- Température de confort :  $\Theta_{im}$
- Température sans chauffage (avec apports solaires) :  $\Theta_{sc}$
- Effet des gains internes : Température de non-chauffage  $\Theta_{nc}$

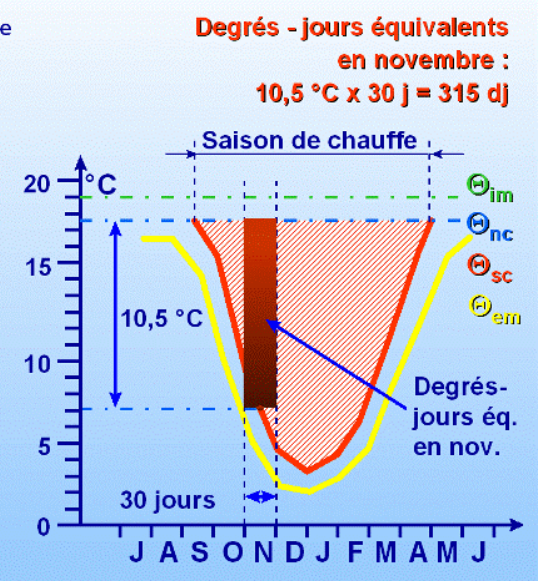


figure permet de visualiser le véritable apport du chauffage, corrigé par les apports solaires et les apports gratuits.

Temp ext moyenne : courbe sinusoïdale jaune (minimum en hiver.)

contribution des apports solaires : courbe rouge, températures moyennes atteintes à l'intérieur sans apport de chauffage.

La courbe rouge est au-dessus de la courbe jaune : les températures intérieures sont supérieures aux températures extérieures par l'action des gains solaires.

L'horizontale verte : température de confort (ici, par simplification 18 °C).

La droite horizontale bleue détermine le lieu des températures de non-chauffage, c'est-à-dire la température au-delà de laquelle il n'est plus nécessaire de chauffer, car le supplément de température permettant d'atteindre la droite des températures de confort est fourni par les gains internes (supposés constants).

La surface rectangulaire rouge représente donc les degrés-jours équivalents du mois de novembre ( $10,5\text{ °C} \times 30\text{ jours} = 315\text{ DJ}$ ).

La surface hachurée comprise entre la courbe sans chauffage et la droite de non-chauffage représente les degrés-jours du bâtiment considérés sur la période de chauffage.

Architecture et Climat. E. Gratia.(1998)

Aide théorique Opti-Maisons

Diagnostic, état des lieux, dialogue avec le site, le connaître, faire avec...

## **Climat...confort...bilan environnementaux**

- Points d'intérêt paysage: des facteurs autres que les climatiques ont toute leur importance en ce qui concerne le confort et doivent être analysés conjointement
- nous nous sommes habitués à définir l'architecture en fonction de ses formes géométriques, la proportions de ses volumes, ses fonctions et son utilisation avec les valeurs esthétiques on doit néanmoins élargir cette définition en fonction de l'énergie, l'adition de la lumière et les couleurs, l'acoustique, températures, qualité de l'air et son bilan environnementaux
- L'eau: gestion santé économies
- Air: qualité
- Risques industriels et naturels
- Ressources locales en matière d'énergie
- Déchets et rejets







# faire avec...

Le « Paramo » commence à 3200 m et va au delà de 4600m elle s'étend jusqu'à la Colombie et même le Pérou

Les plantes partagent des caractéristiques d'adaptation semblables qui leur permettent de vivre dans cette région de climats extrêmes ...durs

- Lente croissance, les plantes de lente croissance peuvent absorber la chaleur de la terre pendant le jour
- Pigmentation argentée, de ce fait l'exposition à la radiation solaire, qui est énorme à cette altitude, peut être réfléchi...
- Des poils sur les feuilles permettent de conserver la chaleur et l'humidité en créant une barrière entre la surface de la plante et l'air
- Des feuilles petites et épaisses qui offrent la moindre surface au froid et à l'air pour conserver la chaleur et l'humidité, ainsi que la moindre surface au soleil...

ances thermiques

ml

# Hier...aujourd'hui

- **Socrate enseignait l'art de construire une maison agréable en fonction de l'orientation la pénétration du soleil en fonction de l'époque de l'année et de la configuration de la façade**



# climat tropical :

de la mousson, chaud et humide,  
avec des pluies abondantes qui  
durent pendant plusieurs mois.

Exemple :

la maison Cambodgienne traditionnelle ,  
la maison Khmer (maison sur pilotis)  
Bois Roseaux Palmes  
« Respire »



**Pilotis : " en hauteur à distance du sol "**

**Confort : L'air peut circuler à travers les lattes du plancher sort par  
le toit:ventilation verticale  
+ventilation horizontale par fenêtres et portes**

+

**protéger les maisons de l'humidité et de la chaleur.**

+

**un moyen de ne pas se laisser envahir par la faune tropicale.**

Les paysans « aisés » optent pour des pilotis beaucoup plus hauts que dans les maisons modestes, de façon à exploiter pleinement l'espace situé sous la demeure : travail artisanal le jour, comme le tissage, abri des animaux de trait la nuit.

Oct 2012

**Maîtrise des ambiances thermiques**

**C1 mld**

# climat tropical évolution? involution?

- *« maisons traditionnelles en bois sur pilotis , tuiles sont fraîches, (encore nombreuses à la campagne )  
mais*
- *la brique et le parpaing remplace le bois et les chapes métalliques les tuiles ou la paille!!!*



Oct 2012

Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld





Oct 2012

Maîtrise des a

C1 mld

# « Choisir l'emplacement »

1. Différentes échelles d'intervention
2. Effets micro climatiques
3. Topographie
4. Environnement naturel,
5. Environnement bâti
6. Autres critères de choix de l'emplacement

# Le confort :

Prise en compte des données climatiques pour avoir les meilleures conditions de confort : d'ambiance, de lumière, de température, d'humidité, d'acoustique...

## *Au moindre coût environnementale (énergétique )*

- Tout genre de climat, de site
- Depuis les premiers habitats
- Avec des matériaux des outils et des exigences différentes

On travaille sur :

- L'orientation
- L'isolation
- L'inertie
- Les vents
- Les matériaux
- Les espaces tampon
- Les serres
- Les verrières
- La circulation de l'air
- La protection d'été
- La végétation
- Fontaines
- Bassins



# Le confort :

façons écologiques, durables,  
environnementales d'avoir du **confort**

- Stratégies d'Hiver
- Stratégies d'Été
- Espaces intérieurs
- Espaces extérieurs
  
- Ex:
  - Ventilation traversante
  - Inertie thermique et ventilation sélective
  - Refroidissement par évaporation
  - Humidification
  - Systèmes solaires passifs
  - etc

# Confort:

*bibliographie : Du Luxe au confort Jean Pierre Goubert*

- **Signe de la richesse** dès qu'il dépasse les limites d'un nécessaire ou d'une utilité (au sens de l'économie classique)
- **Besoins**: ne sont pas des invariants de la nature humaine mais une création permanente de l'histoire et des structures sociales
- **Luxe**: instauration d'un déséquilibre, manière particulière de posséder et de dépenser le luxe vs le nécessaire existent et évoluent que l'un par l'autre, à travers leurs définitions sociales respectives et réciproques, dans la variété infinie des cultures et des circonstances. D'où la difficulté de circonscrire , à chaque fois, leurs contours. Mais d'où l'intérêt aussi d'en suivre et d'en comprendre les changements.

# Confort évolution ....involution...

- Habitations mieux agencées?
- Objets plus maniables?
- Exemple : nouvelle catégorie d'objets amenés en voyage ceux qui se plient à des exigences multiples et s'adaptent à des exigences multiples et s'adaptent à des situations différentes, « confortables, parce que adaptables » maniabilité des objets
- Adaptabilité maniabilité de grand nombre de services... **les flux d'air et de lumière, et surtout d'eau et de chaleur, sont totalement redistribués** : l'ensemble des fluides et des énergies qui entrent et qui sortent des lieux d'habitations, un travail sur l'homogénéisation systématique de ces entrées et de ces sorties, en particulier de leur économie, de leur organisation...
- Transformation des lieux et surtout des pratiques avec des **conséquences sur les gestes quotidiens**, les manipulations les plus habituelles: modification des domesticités

# Confort et l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique cherche à mobiliser les deux types d'apports :  
**passifs** - **actifs** par une conception judicieuse de la maison

## Passifs

- meilleure orientation
- stockage direct de la chaleur dans des murs épais,
- gérant le vent
- serres verrières
- etc.

**la maison de plus en plus autonome**

## Actifs

- **PAC**
- **etc**

# Confort comment l'analyser

- Confort **perçu**: phénomène complexe? Plusieurs paramètres et facteurs interviennent.
- Certains peuvent être analysés indépendamment des usagers... ceux qui peuvent être **chiffrés**, valorisés énergétiquement
- Certains sont **mesurables par nos sens**: visuels, thermiques, acoustiques
- Les facteurs qui agissent sur le confort sont **en relation avec les usagers** des espaces
- Différentes conditions externes: biologiques, sociologiques: âge, sexe, héritage
  - Sociologique: genre d'activités, éducation, habitudes de la famille, mode, genre d'alimentation, acclimatation culturelle
  - Psychologiques

**Confort: le confort qu'un lieu va offrir va être établi par le croisement des paramètres objectifs et les caractéristiques des usagers**

- Ref. bibliog. L'Homme l'architecture et le climat B. Givoni
- Arquitectura y climas Rafael serra GG basics



# Confort thermique ou thermohygrométrique:

## échanges qu'il entretient avec l'ambiance

- Permettent 37°C **sans faire recours** au mécanismes de régulation

## Objectif: On Recherche de la stabilité

**Il existe différentes approches scientifiques du confort. Fanger utilise des données statistiques de température cutanée et de puissance perdue par évaporation en fonction de l'activité (métabolisme de base..) pour traduire l'impression de confort; des diagrammes expriment une combinaison de deux variables : complexe peu adapté aux climats chauds...**

**GIVONI: moins scientifique, adaptée aux climats chauds et froids**

# Confort thermique ou thermohygrometrique:

## Pour des architectes généralistes:

- **GIVONI**: moins scientifique, adaptée aux climats chauds et froids
- Une personne s'habille de façon cohérente avec le climat et l'activité qu'elle développe
- On travaille avec une zone de confort définie par une température et la pression partielle de vapeur d'eau
- Nous ne pouvons pas oublier que le confort dépend des facteurs physiques ,mais aussi physiologiques et psychologiques... et attention aussi avec les phénomènes d'accoutumance

# Confort rappel des données

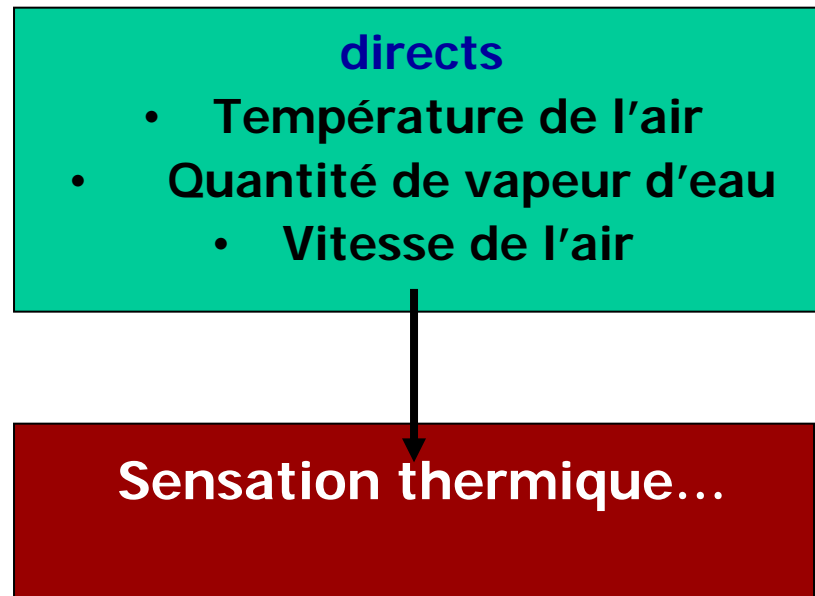
<b>« Climatique »</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Conditions statiques ou variables?</i></li><li>• <i>Possibilité de gérer?</i></li><li>• <i>Couleurs chauds, hautes températures, bruit, du rouge avec beaucoup de lumière etc.</i></li><li>• <i>Il n'y a pas de « solution unique »</i></li></ul>	• <b>Température</b>	Air °C
		Radiation °C
	• <b>Humidité relative</b>	HR
	• <b>Mouvement de l'air</b>	m/s
	• <b>Composition de l'air</b>	Propre/sale
<b>Visuel</b>		
<b>Acoustique</b>		
<b>Olfactif</b>		

Oct 2012

Maîtrise des ambiances thermiques  
C1 mld

# Confort : L'air, l'humidité

A l'intérieur des bâtiments... et des espaces extérieurs



**Peau** + l'air que nous respirons

Si l'humidité est faible elle permet:

- une évaporation facile de l'humidité de notre peau: transpiration et
- une cession plus importante de vapeur dans la respiration ce qui permet de nous « réfrigérer » on « donne » à l'air de la chaleur et de l'humidité

- **↑ Chaleur** **↑ d'humidité** : + de sensation de chaleur
- **↑ Mouvement de l'air** : sensation de froid  
chaque 0.3 m/s de vitesse de l'air peut représenter :  
-1°C de sensation thermique pour  
une personne soumise à ce courant d'air

**Température + humidité :**  
quantification complexe



# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

### sommaire

1. Métabolismes humains et mécanismes de régulation
2. Modes de transfert : Échanges de chaleur entre le corps et l'ambiance
3. Bilan thermique du corps humain
4. Paramètres du confort
5. Zones de confort
6. Références bibliographiques
  1. Manual de arquitectura bioclimatiqua de Guillermo Enrique Gonzalo Editions nobuko 1998
  2. Concevoir des batiments bioclimatiques fondements et méthodes Pierre Fernandez Pierre Lavigne

“Toutes les civilisations ont disparu à cause de l'insuffisance de leurs principes. La civilisation européenne est menacée de succomber pour une raison contraire. En Grèce, à Rome, ce n'est pas l'homme qui a échoué, ce sont ses principes: l'empire romain se désagrégea faute de techniques... **Mais aujourd'hui l'homme échoue parce qu'il ne peut rester au niveau des progrès de sa propre civilisation.**”

**José Ortega y Gasset**

# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

### Confort:

*Condition mentale qui exprime satisfaction avec l'entourage thermique « ASHRAE »*

*Pas de conditions universelles oui  
« fourchettes en fonction des êtres humains »*

Température

+

hygrométrie de l'air ambiant

# Métabolismes humains et mécanismes de régulation

Oct 2012

**Maîtrise des ambiances thermiques**  
**C1 mld**

# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

### Confort:

*D'après Monnier*

### Se défendre :

- **du froid** : **conserver notre chaleur**
- **de la chaleur** : **dissiper la chaleur**



### Se défendre du froid

#### Réaction de stress? (Hans Seyle)

#### Principales réponses:

#### 1. Control des pertes de chaleur

- Décroissance de
  - la conduction de la peau par vasoconstriction
  - l'évaporation d'eau à travers la peau par vasoconstriction
  - l'évaporation d'eau à travers les mucosités
- Isolation naturelle: dépôts de graisse, cheveux...

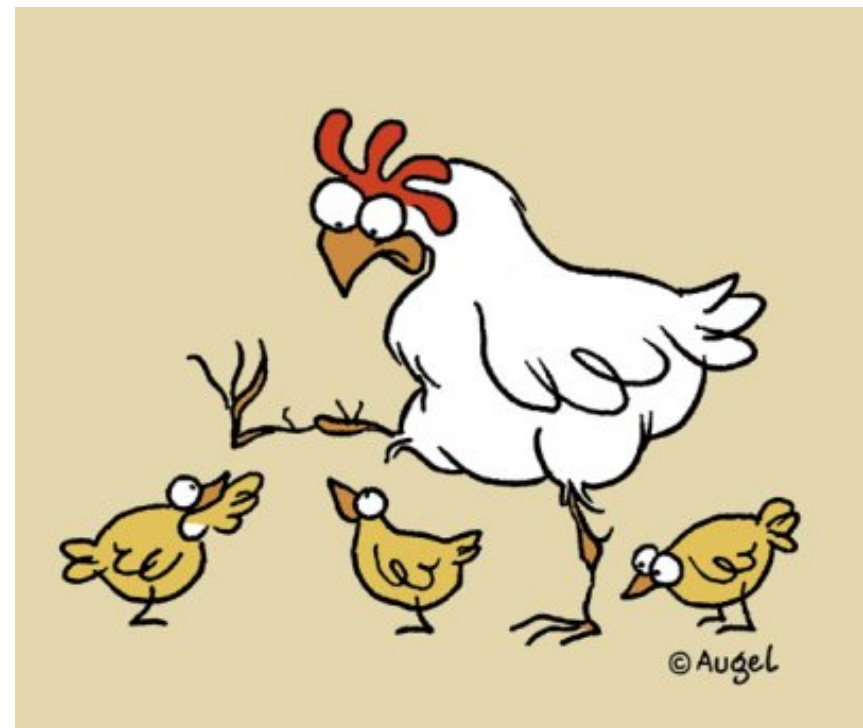
### Se défendre du froid

#### Réaction de stress?

#### Principales réponses:

#### 2. Production de chaleur

- Activité musculaire volontaire bras jambes: dans ce mouvement 1/3 de l'énergie se consomme dans le muscle et 2/3 se transforme en chaleur
- Contraction des « arrectores pilorum » chair de poule
- Tremblements

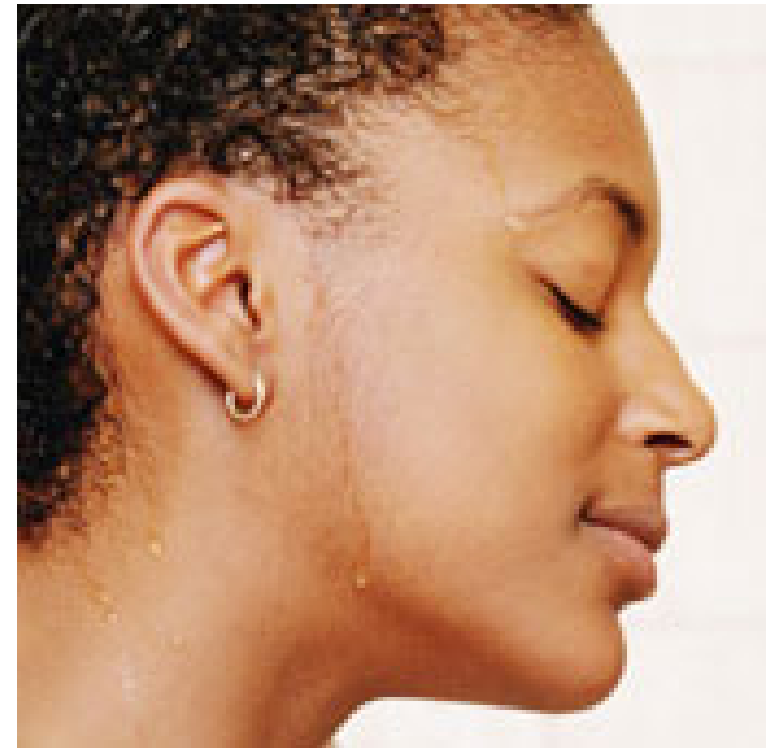


*La production de chaleur à cause du froid pendant plusieurs heures peu être de l'ordre de 400% plus importante dans dans une situation de confort*

### Se défendre de la chaleur

#### Dissiper la chaleur

- Mécanismes des viscères?
- Dilatation des vaisseaux
- Sueur (15 litres d'eau par jour!!) et même 4 lts/h pendant quelques minutes
- Accélération de la respiration
- Jadeo
- Inhibition de la production de chaleur (hypothermie)



La sueur utilise la chaleur de la peau pour s'évaporer... et aide le corps à se refroidir.

<http://www.linternaute.com/science/biologie/comment/06/temperature/temperature.shtml>

# Se défendre du stress Syndrome d'adaptation Homéostasie

## Adaptation:

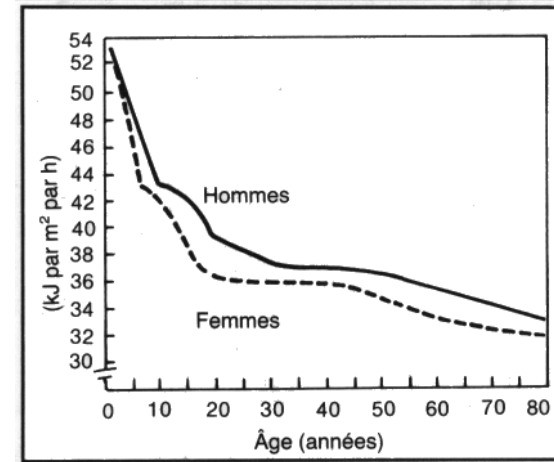
- Réaction d'alarme
  - Résister
  - Fatigue

## Projets bioclimatiques

# confort thermohygro-metrique

## Thermo-physiologie humaine

- Control hygrothermique: métabolisme énergétique: « **production de chaleur** »



- **Métabolisme de base** : couché à jeun, sans lutte contre la chaleur ni le froid .. Personne Normalisée: 1.7m, 70kg, et 1.8 m<sup>2</sup> de surface = **métabolisme de 75W**
- **1 Kcal = 4,18 kilo joules,**
- **s'exprime en Kj (kilojoule) par cm<sup>2</sup> de surface corporelle. [1 calorie = 4,18 joules].**
- **Métabolisme: unité MET**



# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

- Met unités:

58.2W/m<sup>2</sup>

Ou

50Kcal/m<sup>2</sup>h

ou

**pour un homme moyen**

100W ce qui représente la  
chaleur produite en  
moyenne par un homme  
en activité sédentaire

activités	met
dormir	0.7
assis	1.0
debout en relax	1.2
marche 2mph	2.0
4mph	3.8
travail lourd	2.0 à 2.4
nettoyage	2.0 à 3.4
Travail bureau	1.2 à 1.4
tennis	3.6 à 4.6

Dans le tableau  
multiple de l'unité  
100w

# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

Pour + de précision:

- surface du corps
- $A = 0.202 P^{0,425} \times H^{0.725}$

**A**: surface du corps en m<sup>2</sup>

**P**: poids du corps en Kg

**H**: hauteur de la personne en mètres

Pour un homme de 70kg de poids et 1.73m la surface sera égal a 1.83 m<sup>2</sup>

autres auteurs: Individu moyen: 1.3m<sup>3</sup>

# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

- **Control hygrothermique**  
**métabolisme énergétique:**

### Consommation d'énergie pour:

- **Fonctionnement somatique et psychique**
- **Adaptation aux conditions de l'ambiance**
- **Stress**

« **Architecte en charge des dépenses énergétiques** »

<i>Course à pied</i>	Kcal/h
Vitesse	500
Demi-fond	930
Fond	750
Marathon	700
<b>Cyclisme</b>	
Sur piste	220
Derrière entraîneur	330
Sur route	360
Sur route avec vent debout	600

# confort thermohygro-metrique

## Thermo-physiologie humaine

- Control hygrothermique: métabolisme énergétique: « **production de chaleur** »
  - **Métabolisme de repos** : assis, sans lutte contre la chaleur ni le froid = **métabolisme de 105W**
  - **Métabolisme de travail** : fonction de l'activité physique,
    - **Bureau** : **105 à 140 W**
    - **Ménage**: **140 à 370 W**
    - **Travaux continus maximaux** : **700 W**

# récapitulatif

- Les hommes obtenons l'énergie des aliments
- Une fois consommés ils se transforment en diverses formes d'énergie ou se cumulent en éléments plus simples (graisses...)
- les formes d'énergie: mécanique, électrique ou chaleur
- Chaleur pour maintenir nos  $\pm 37$  °C
- Notre corps étant en général à une température supérieur à celle de notre ambiance : pertes vers son entourage

**Confort = pertes de chaleur à des vitesses adéquates**



# récapitulatif

- Pertes trop rapides: sensation de **froid**
- Pertes trop lentes: sensation de **chaleur**

**rythme auquel notre organisme perd de la chaleur :**

**activité métabolique**

ou pour certains

**vitesse du métabolisme**

## adaptation du « corps humain » aux ambiances

Le processus fondamental d'échange thermodynamique entre l'homme et l'ambiance se décrit en fonction d'une équation d'équilibre thermique:

$$S = M - (\pm T) - E \pm R \pm C_v \pm C_d$$

**S** = changement dans la quantité de chaleur du corps qui s'exprime en fonction de la variation de la température moyenne du corps

**M** = métabolisme en fonction de la consommation d'oxygène

**T** = travail mécanique fait

**E** = échanges par pertes d'évaporation due à l'évaporation des fluides organiques

**R, C<sub>v</sub>, C<sub>d</sub>** = échanges de chaleur sensible avec l'ambiance due à la radiation convection et conduction

- **adaptation du « corps humain » aux ambiances**

$$M - W = \pm C_v \pm R \pm C_d \pm r_s + e_v + d + a$$

**M** : vitesse du métabolisme

**W** (ou **T**): énergie mécanique effective externe ou travail mécanique fait

**C<sub>v</sub>** : échanges par convection

**R** : échanges par radiation

**C<sub>d</sub>** : échanges par conduction

**R<sub>s</sub>** : échanges chaleur latente et sensible par la respiration

**E<sub>v</sub>** : pertes par évapotranspiration

**D** : diffusion de vapeur d'eau depuis la peau

**A** : énergie cumulée

# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

- **adaptation du « corps humain » aux ambiances**

$$M - \underline{W} = \pm C_v \pm R \pm \underline{C_d} \pm r_s + e_v + \underline{d} + \underline{a} \quad (\text{formule A})$$

Les échanges de chaleur latente peuvent être très variables en fonction qu'il s'agisse

Ambiance intérieure : si l'on considère nulle l'évapotranspiration ...30% du total

Ambiance extérieure : en prenant compte de l'évapotranspiration on peut atteindre 80 /100%

Si de la formule A on élimine les facteurs qui ont moins d'incidence:

- Conduction (cd)
- Énergie mécanique W(représente entre 0 et 10%20% sportistes d'élite) (w)
- Les échanges de chaleur latente(évaporation respiration) et sensible (rs)
- Diffusion de vapeur d'eau depuis la peau (d)
- L'énergie cumulée (a)

# confort thermohygrometrique

## Thermo-physiologie humaine

- adaptation du « corps humain » aux ambiances

On obtiens

*bâtiment*

$$M = \pm C_v \pm R + E_v$$

*individu*

*Surface d'échange résistance habits et tissu musculaire et surtout de la différence entre la température de la peau et l'air et murs*

### On constate que

La convection et la radiation peuvent être de différent signe positive, pertes si l'entourage est plus froids que notre corps ou négatifs (gains) quand elle est a une température plus importante

Néanmoins l'évapotranspiration représente toujours des pertes est doit être compensée, réglée, par notre organisme

# Échanges pour l'équilibre...

Le corps doit pouvoir évacuer de l'énergie vers son environnement pour éviter l'augmentation de sa température interne

- Hyperthermie
- hypothermie

## •Moyens du corps pour maintenir un **équilibre thermique**:

- Réseau sanguin superficiel agit sur la température de la peau
  - + de circulation sanguine superficielle= échanges augmentent
  - de circulation sanguine superficielle = ils sont restreints
  - En situation de confort la peau est à  $\pm 30^{\circ}\text{C}$



Refroidissement excessif : vêtements

Échauffement : sudation



évaporation = consommation d'énergie

(sous forme de chaleur latente)



refroidissement du corps  
proportionnel à la quantité de sueur évaporée

**Attention!** Évaporation facile ou entravé en fonction de la :

- capacité de l'air à absorber de la vapeur d'eau
- vitesse de l'air

- Hr air: un air sec peut absorber plus de vapeur d'eau qu'un air saturé
- Un air en mouvement, une vitesse relative de l'air importante favorise l'évaporation

**Mécanismes régulateurs trop sollicités:  
inconfort**

# Modes de transfert : Échanges de chaleur entre le corps et l'ambiance

# Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance : Modes de transferts

- Conduction
- Rayonnement
- Convection
- Évaporation

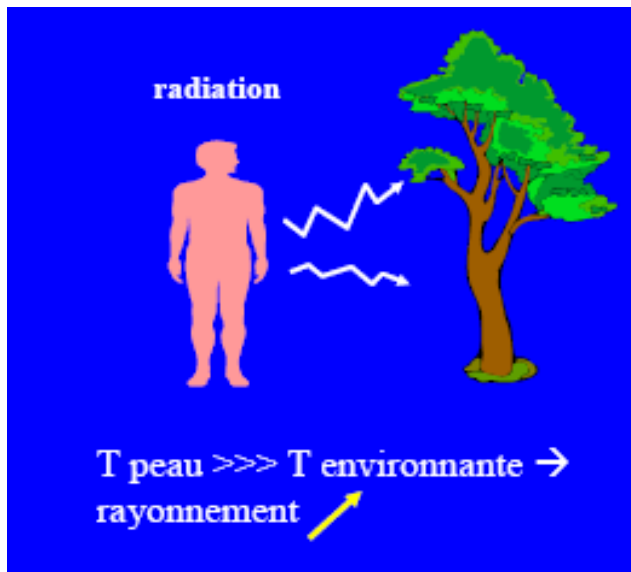
# Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance

## Modes de transferts

- **Conduction:** échange entre deux solides
- L'échange se fait par contact direct et est en fonction de la surface de contact
  - plante de pieds et sol

# Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance Modes de transferts

**Rayonnement:** il intervient toujours, que le corps perde de la chaleur ou reçoive, par ex. au soleil ou face à un panneau de température supérieure à celle de la peau.



**Pertes de chaleur par radiation**

prise des ambiances thermiques

C1 mld



# Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance

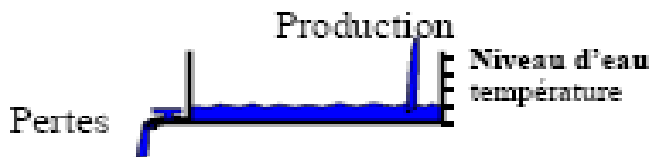
## Modes de transferts

- **Convection:** elle intervient toujours et selon la température de l'air, peut avoir lieu dans les deux sens ( $C > 0$  ou  $C < 0$ ) Elle a lieu essentiellement à la surface du corps, mais il existe une convection pulmonaire minimale
- La convection est un mode de transfert thermique où celle-ci est advectée (*transportée-conduite*, mais ces termes sont en fait impropres) par au moins un fluide.

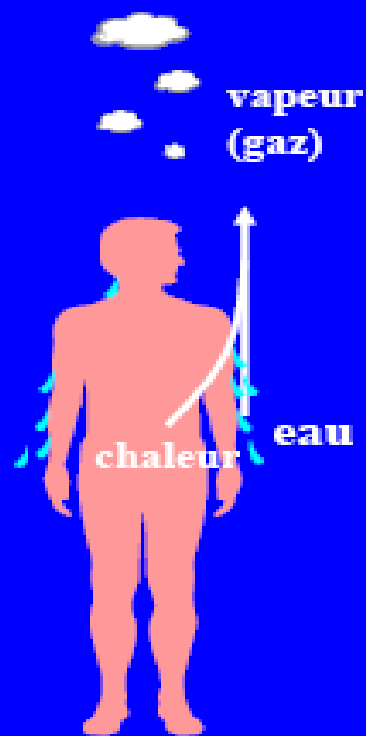
# Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance Modes de transfert

- **Évaporation:** voies respiratoires et par la peau

## Pertes de chaleur par évaporation



PERTES DE CHALEUR	PRODUCTION DE CHALEUR
Débit sanguin (noyau → peau)	Exercice
Rayonnement	Frisson
Conduction	
Convection	
<b>Evaporation</b>	



Si  $T > 28\text{ C}$   
On ne peut perdre de la chaleur que par l'évaporation

# Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance Modes de transfert

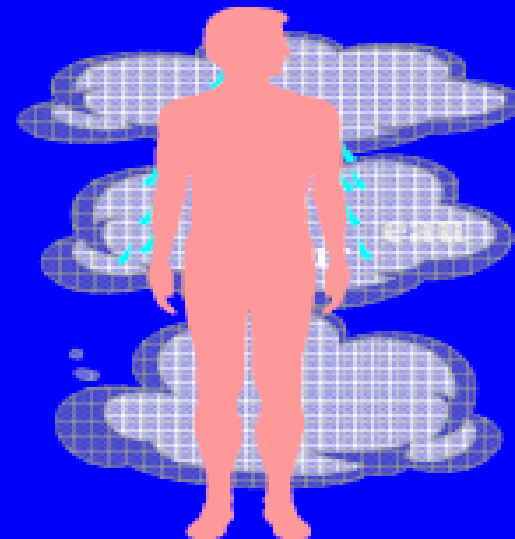
## Évaporation:

### Perte de chaleur par évaporation



**% Humidité / → pertes de chaleur**

<b>PERTES DE CHALEUR</b>	<b>PRODUCTION DE CHALEUR</b>
Débit sanguin (noyau → peau)	Exercice
Rayonnement	Frisson
Conduction	
Convection	
<b>Evaporation</b>	

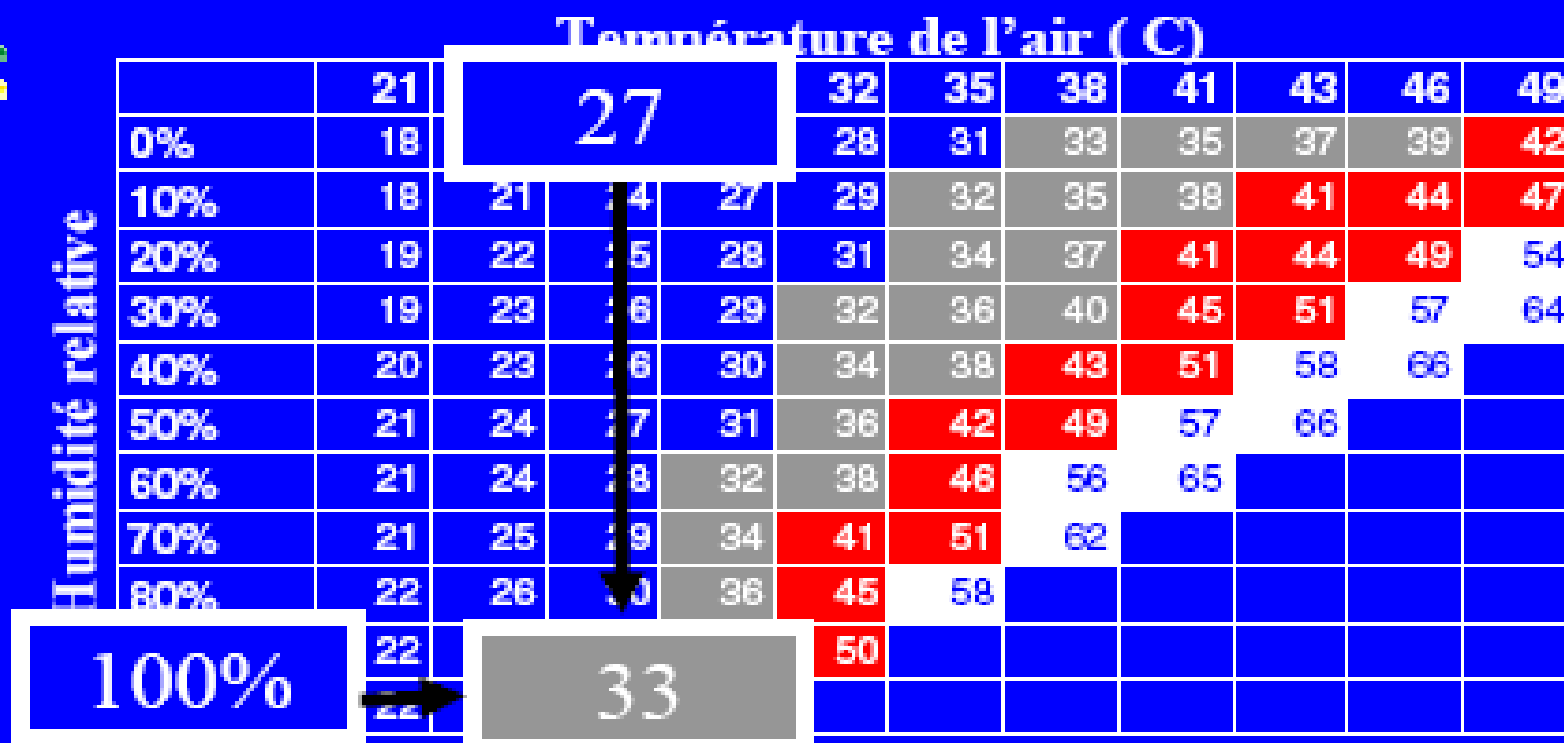


100 %  
Vapeur d'eau

# Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance

## L'index de stress de chaleur

25



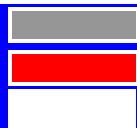
- 32-40 Possibilité de crampes dues à la chaleur
- 40-54 Possibilité de crampes dues à la chaleur, possibilité de coup de chaleur
- 54+ Risque de coup de chaleur

# Refroidissement et vent

## Facteur de refroidissement dû au vent

13

Température de l'air (°C)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
Vitesse du vent (km/h)												
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	0	-6	-13	-19	-25	-31	-38	-45	-51	-57	-64	-70
30	0	-7	-14	-20	-26	-32	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	0	-7	-14	-20	-26	-32	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-36	-42	-49	-56	-63	-70	-76
55	-2	-9	-16	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-59	-66	-73	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81



Risque de gelures sévères après une exposition prolongée

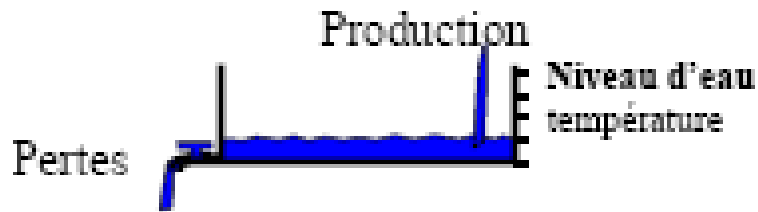
Risque de gelure sévères après 10 min d'exposition

Risque de gelure sévères après 2 min d'exposition

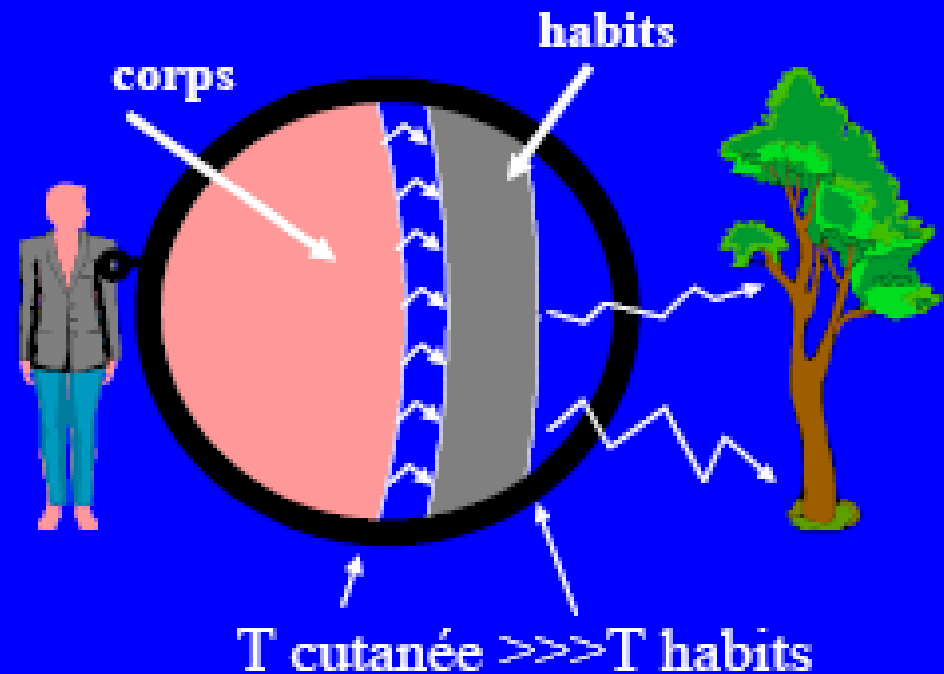
Source: environnement Canada

# Pertes de chaleur et habits

## Les habits diminuent les pertes de chaleur



PERTES DE CHALEUR	PRODUCTION DE CHALEUR
Débit sanguin (noyau → peau)	Exercice
<b>Rayonnement</b>	Frisson
<b>Conduction</b>	
<b>Convection</b>	
<b>Evaporation</b>	

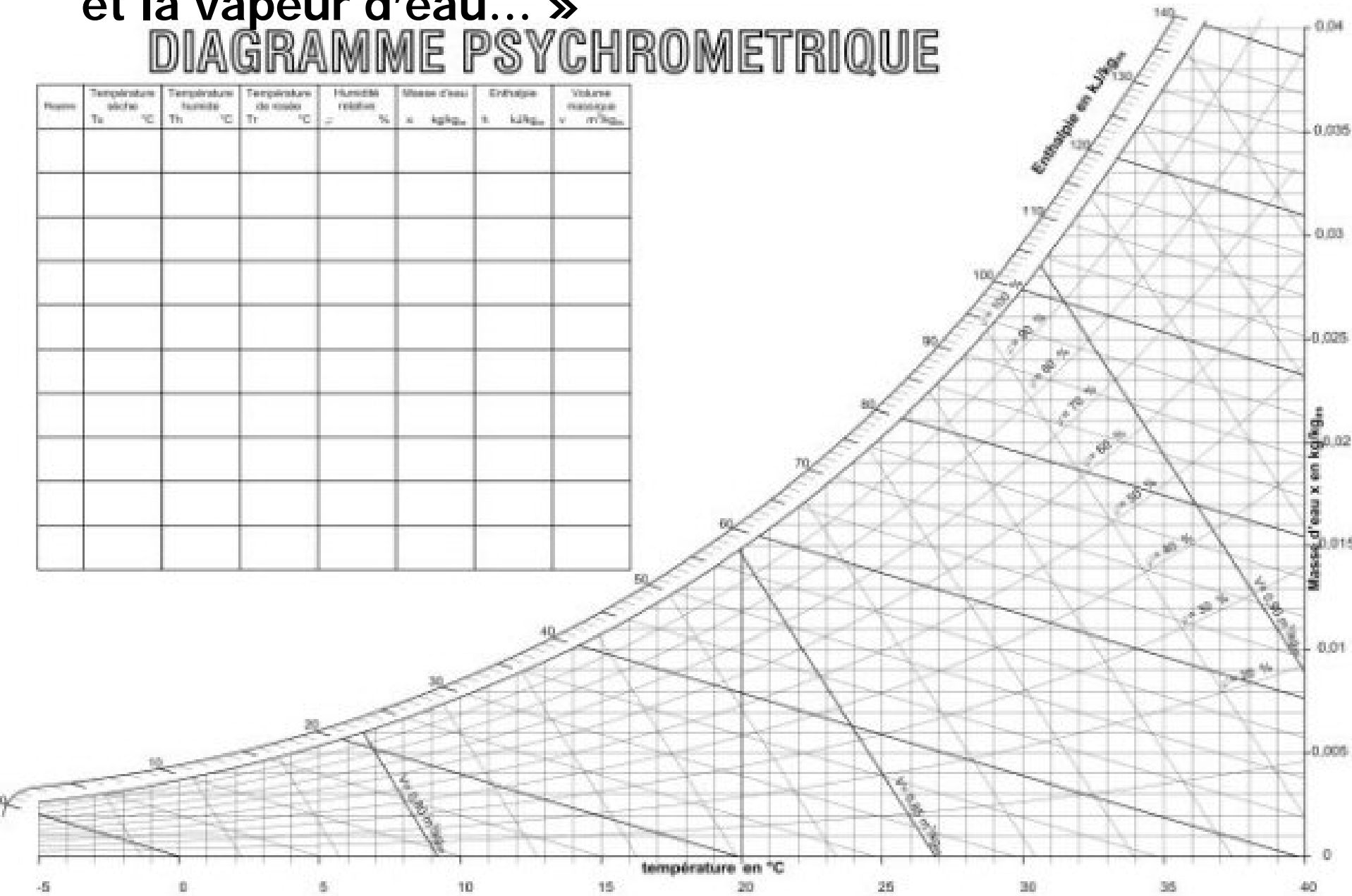


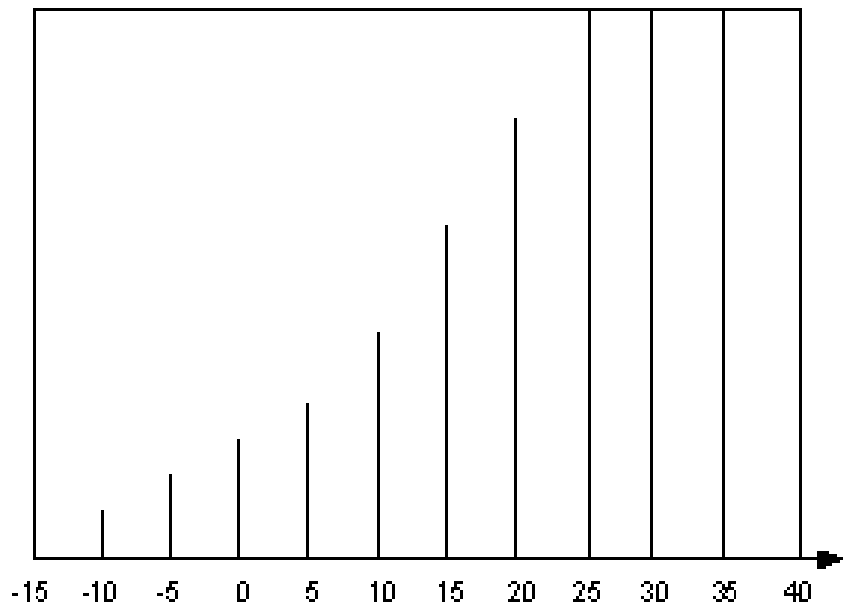


# Étude des « caractéristiques du mélange de l'air et la vapeur d'eau... »

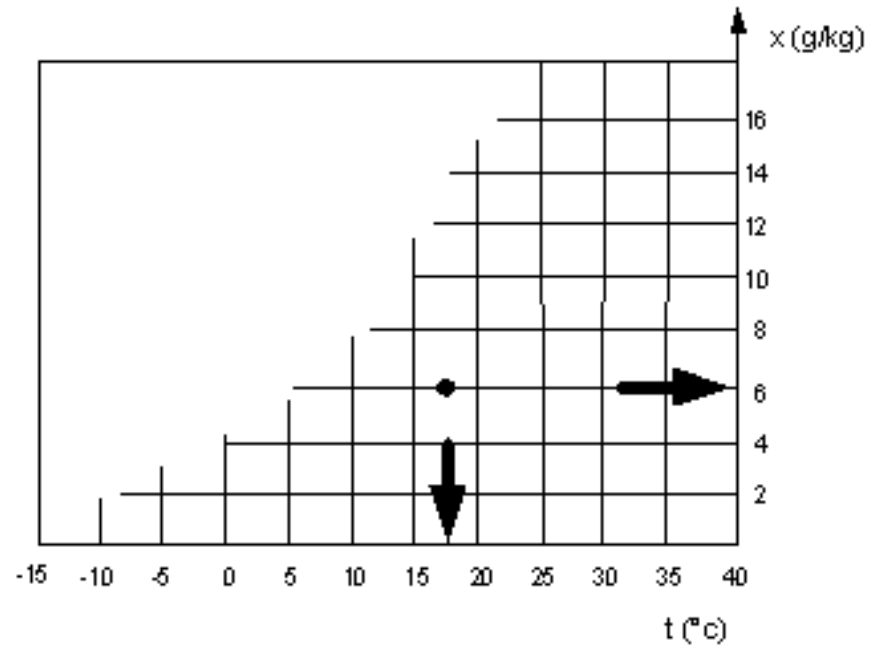
## DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE

Notes	Température sèche $T_s$ °C	Température humide $T_h$ °C	Température de rosée $T_r$ °C	Humidité relative %	Masses d'eau $x$ kg/kg <sub>air</sub>	Enthalpie $h$ kJ/kg <sub>air</sub>	Volumé massique $v$ m <sup>3</sup> /kg <sub>air</sub>

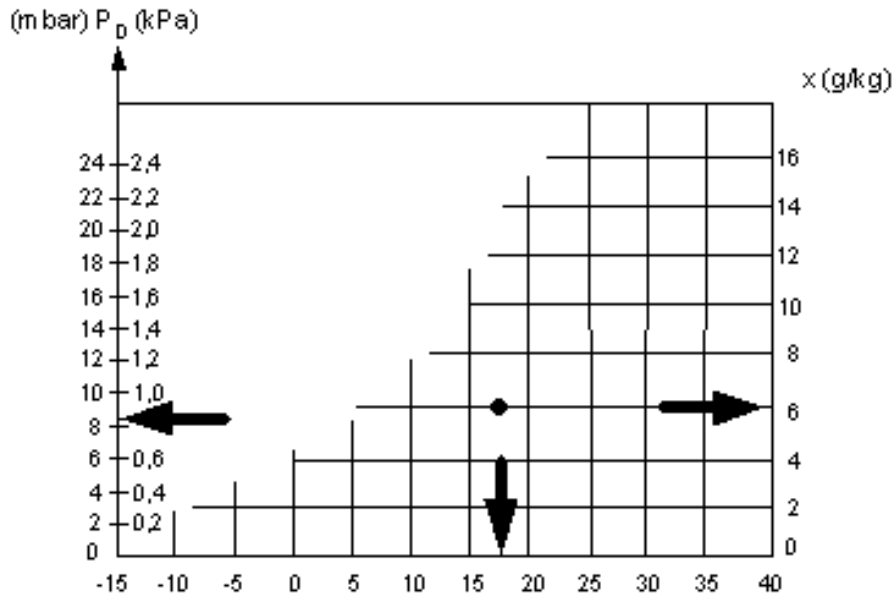




l'humidité absolue ou teneur en eau est  $x$  exprimé en g d'eau par kg d'air (g/kg).



lignes à température constante  $t$  (°C)



les thermiques  
1

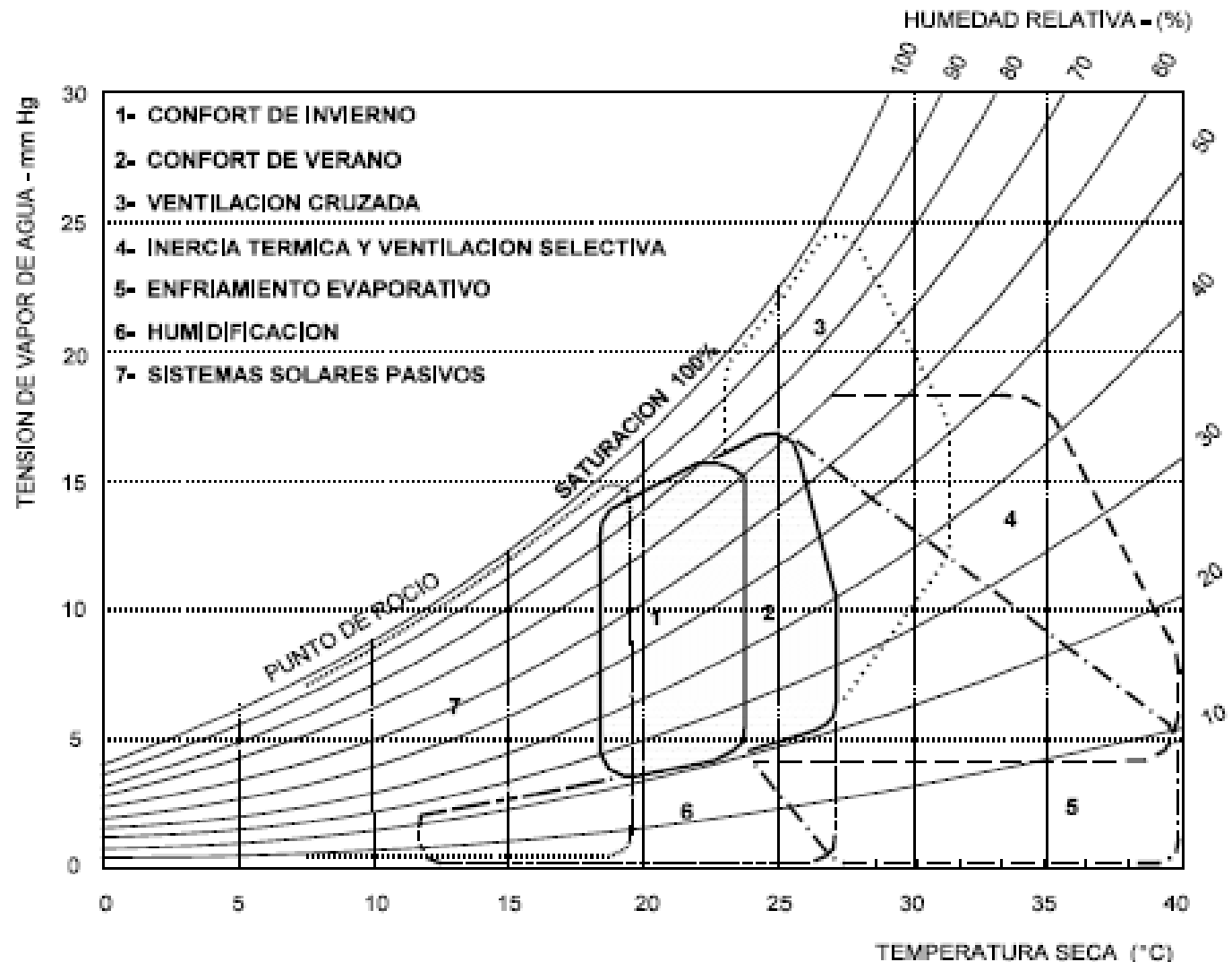
# Quelles précautions pour la conception d'un bâtiment?

## Givoni nous suggère des stratégies en fonction du climat

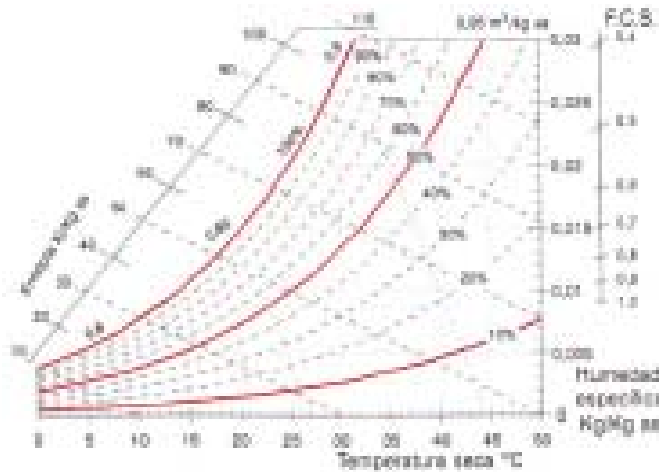
¿Qué precauciones debemos adoptar al diseñar el edificio?

El climograma del Dr. Baruch Givoni, relaciona parámetros similares pero con la diferencia que nos sugiere medidas de diseño edilicio en función del clima.

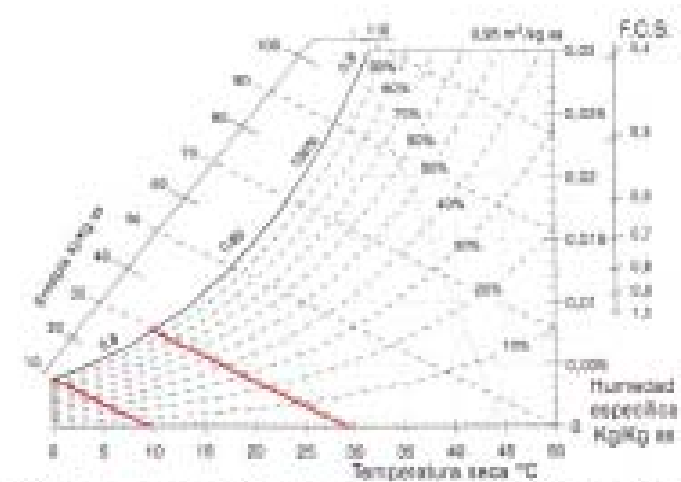
1. Confort d'hivers
2. Confort d'été
3. Ventilation traversante
4. Inertie et ventilation sélective
5. Refroidissement par évaporation
6. Humidification
7. Systèmes solaires passifs



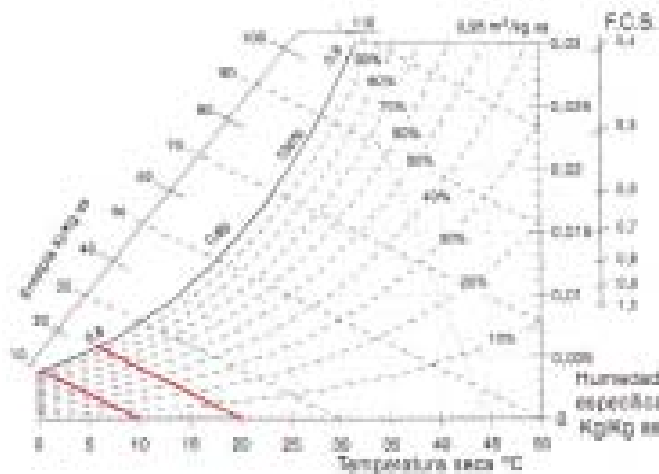
## El diagrama Psicométrico (II)



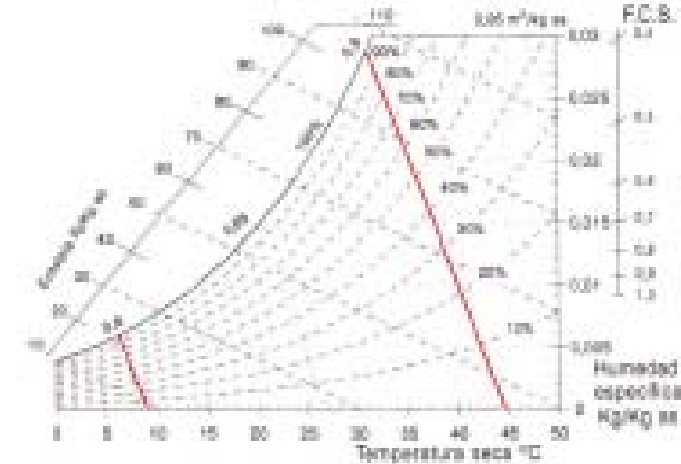
Líneas de humedad relativa cte



Líneas de temperatura húmeda cte



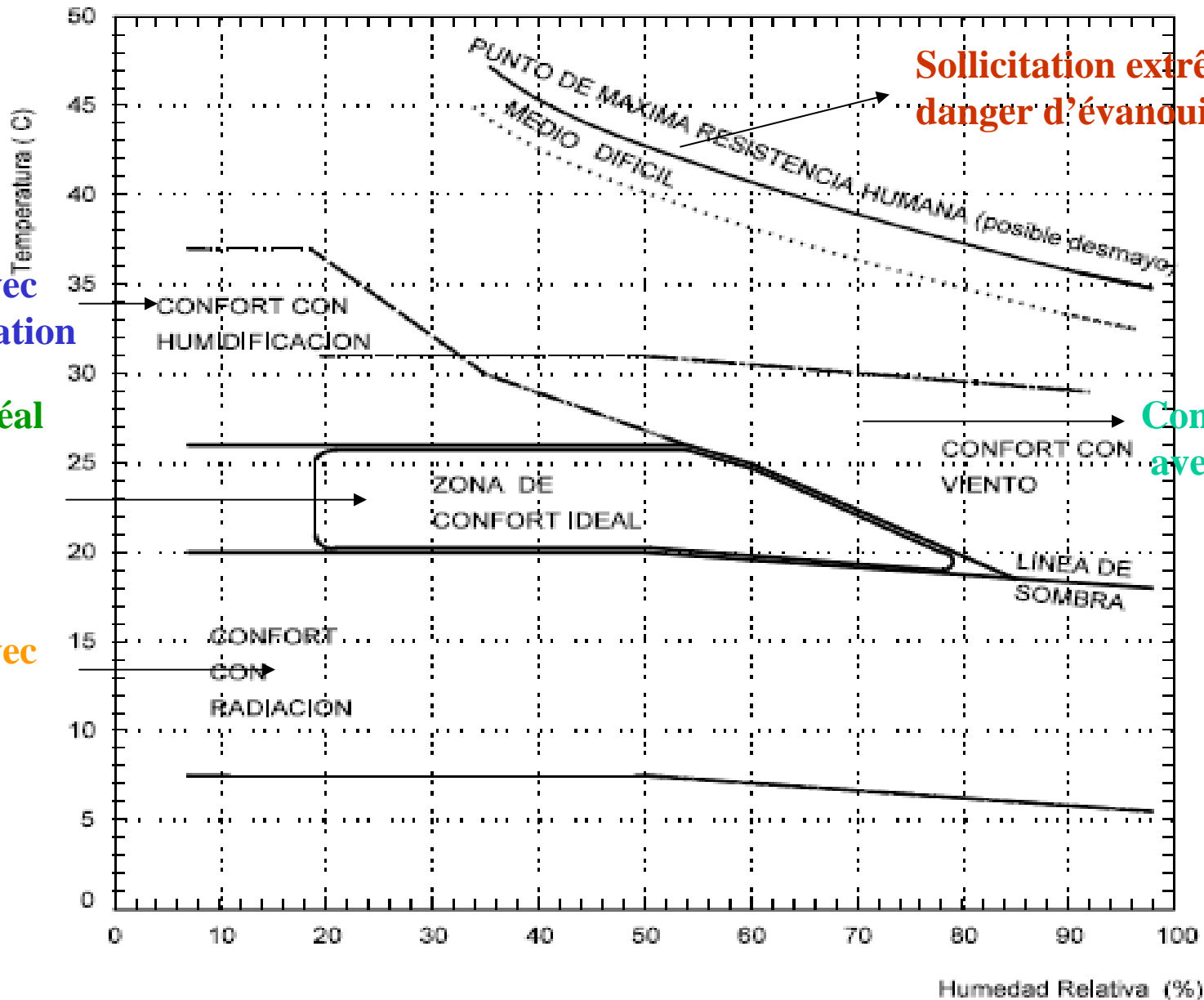
Líneas de entalpia cte



Líneas de volumen cte

3

El climograma del arquitecto Victor Olgyay relaciona estos parámetros y nos explica estos valores en función del confort higrotérmico.



Oct

### Outils de travail

intervention	En fonction de :	Éléments à prendre en considération
<p><b>VIS À VIS DE L' EMPLA- CEMENT</b></p> <p>Oct 2012</p>	❖ <b>Vents</b> : se protéger	Topographie?,,,
	❖ <b>Brises</b> : les utiliser	zones exposées
	❖ <b>le soleil</b> : l'utiliser	pentes favorables
	❖ <b>la végétation</b> : l'utiliser	humidité du sol
	❖ <b>La température de l'air</b> : la gérer	Endroits de plus grande hauteur
	❖ <b>L'humidité de l'air</b> : la gérer, l'utiliser	Végétation? Eau: distance miques



# Architecture bioclimatique

## Le vent et l'architecture

### Ref. bibliog.

1. *Arquitectura y clima* Victor OLGAY
2. *DISEÑO BIOAMBIENTAL Y ARQUITECTURA SOLAR* Martin Evans Silvia de Schiller UBA
3. *Archi bio* éditions Parentheses Jean Louis Izard- Alain Guyot
4. *Atlas climatique de la construction* CSTB

## Sommaire

### izard

- Vent et ses effets
- Le vent c'est quoi?
- Effets du vent sur l'homme
- Influence des constructions sur les écoulements
- La ventilation
- Comment provoquer la ventilation naturelle
- Cas
- Outils de simulations
- Conclusions recommandations
- Indicateurs du vent
- Observation sur site l'habitat, le végétal
- Observation d'aménagements particuliers
- Effets particuliers de la végétation végétation et pollution, végétation et régulation hygrothermique

### Guide archi

- Déperditions dues au vent

### Evans

- Introduction
- Le vents : conditions d'implantation des bâtiments...
- Méthodologie d'analyse et d'optimisation
- Energie eolienne

### Olgivay

- Vent et architecture
- Analyser le vent
- Facteurs locaux en fonction de l'orientation du vent
- Éléments protection du vent
- Oct 2012 l'air à l'intérieur des bâtiments
- résumer les mécanismes de control du vent

Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld

### c'est quoi?

- Le déplacement d'une masse d'air s'effectuant approximativement dans le plan horizontal sous l'effet d'une différence de pression atmosphérique

### ça nous intéresse? Oui

Le vent est une des composantes climatiques qui conditionne l'implantation, les formes, la conception des espaces extérieurs...de la végétation, des bâtiments...des villes

Ses implications sont nombreuses :

- Gêne sur les circulations piétonnières
- Poussière transportée
- Bruits par vibration de certains objets
- Phénomènes vibratoires entraînant la rupture d'ouvrages
- Effets mécaniques directs sur la construction
- L'amplification des conséquences de la pollution atmosphérique
- Baisse de rendement des cultures

- Climat? Microclimats?
- généralement nous concevons le climat comme étant une condition uniforme sur une grande surface. Ceci est due, en partie, dans le fait qu'on récolte les données dans des sites ou on trouve des conditions climatologiques stables et que les plans indiquent les températures avec très peu de lignes...
- Cependant au niveau du sol il y a un à cote de l'autre plusieurs microclimats qui changent de façon significative en hauteur de quelques mètres et quelques kilomètres... on observe au printemps que le cote nord des montagnes continue a avoir de la neige tandis que le cote sud et déjà vert...
- Les plantes nous indiquent les circonstances favorables...
- La hauteur, les caractéristiques du sol, la présence d'eau etc. produisent des variations du climat local... un microclimat
- Les variations micro climatiques jouent un rôle très important dans le choix de l'implantation de notre projet

- Climat? Microclimats?

Choix les plus favorables?

Une localisation moins favorable peu s'amélioré  
avec:

- des éléments tels que protection du vent...
- ou bien des surfaces , des matériaux qui soient capables de produire des réactions favorables aux impacts de température et de radiation

### Vent, lequel ?

- Pour les applications relatives aux constructions on s'intéresse essentiellement aux caractéristiques du vent au **voisinage du sol 0 à 150m**: vent extrêmement **variable**
- plusieurs types de variations:
  - Variabilité **inter annuelle**
  - Variations **périodiques saisonnières et journalières** (sous nos latitudes en moyenne l'hivers est la saison la plus ventée et le vent et le plus fort l'après midi)
  - Variations **géographiques** à l'échelle d'un pays ou d'une région (latitude, proximité de la mer, des massifs montagneux)
  - Variation **spatio temporelle** au voisinage du sol due a l'interaction des obstacles rencontrés par le vent: nature du sol topographie et des caractéristiques de la masse d'air et de son mouvement
  - Le vent varie de façon importante avec
    - la hauteur au-dessus du sol et avec
    - la nature de terrain environnant :
      - type de végétation,
      - présence de constructions
      - d'entendues d'eau...)

# Faire quoi?

## Se protéger + tirer parti

- Ce qui est connu: **Stabilité des structures sous son effet mécanique**
- Ce qui n'est pas suffisamment exploité :
  - **Utiliser** le mouvement de l'air
    - Confort: On peut l'utiliser pour rafraîchir
    - production d'énergie
  - **se protéger** des vents froids : **conception** Sa méconnaissance augmente le discomfort dans les régions froides
  - Utilisable dans le cas d'un **groupe de bâtiments** ou bien de **bâtiments isolés**
    - Pollution atmosphérique et planification urbaine
    - Ventilation naturelle des logements
    - Confort des espaces extérieurs vis à vis des effets mécaniques du vent



# Le vent et le Confort des personnes

## Actions mécaniques et thermiques

- Mécaniques

$V < 4$  m/s : sensation faible

$5 < V < 10$  m/s : pas de gêne sérieuse

$10 < V < 15$  m/s : gêne sérieuse

$V > 15$  m/s : dangereux pour les piétons

# Le vent et le Confort des personnes

## Actions mécaniques et thermiques

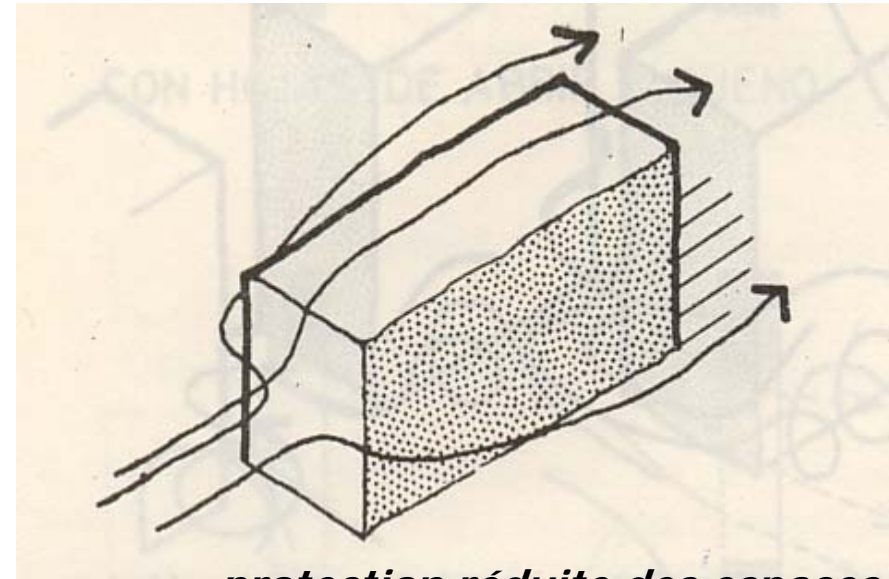
### Thermiques

- Les déplacements d'air accélèrent les échanges de deux manières:
  - par *convection entre la surface de la peau et l'environnement*
  - par *l'évaporation de la sueur*
- Lorsque la différence entre la température de la peau et celle de l'air est très importante, les effets de sensation « de froid » ou « de chaleur » sont aussi très importants.
- Le vent est généralement bienvenue en été particulièrement en ambiance humide car il rafraîchit l'atmosphère, tandis que les vents d'hivers sont des sources importantes de refroidissement par convection.
- Utilisation des brises naturelles pour assurer la ventilation

# Vent et économies d'énergie

## Architecture bioclimatique Le vent et l'architecture

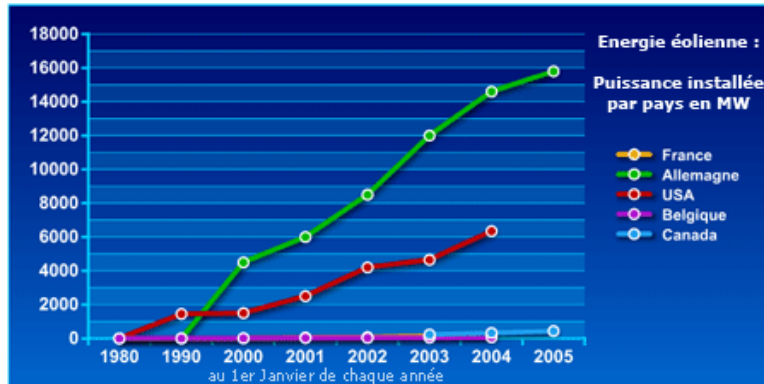
- « Le vent joue un rôle tant sur la détermination des **puissances de chauffage** que sur celle des **consommations** »
- Il est pris en compte dans le calcul des **déperditions par renouvellement d'air** . ( Voir vallée du Rhône et le Roussillon mistral et tramontane ou zones d'altitude supérieur à 1000m)
- L'influence du vent sur **les pertes par convection** de l'enveloppe extérieur n'est pas prise en compte sauf pour les vitrages cependant l'auteur d'un projet peut tirer de l'analyse des cartes des réflexions sur l'influence de sa situation **géographique** »



*protection réduite des espaces extérieurs*

# Vent et énergie renouvelable

## Énergie éolienne



## Les mini-éoliennes

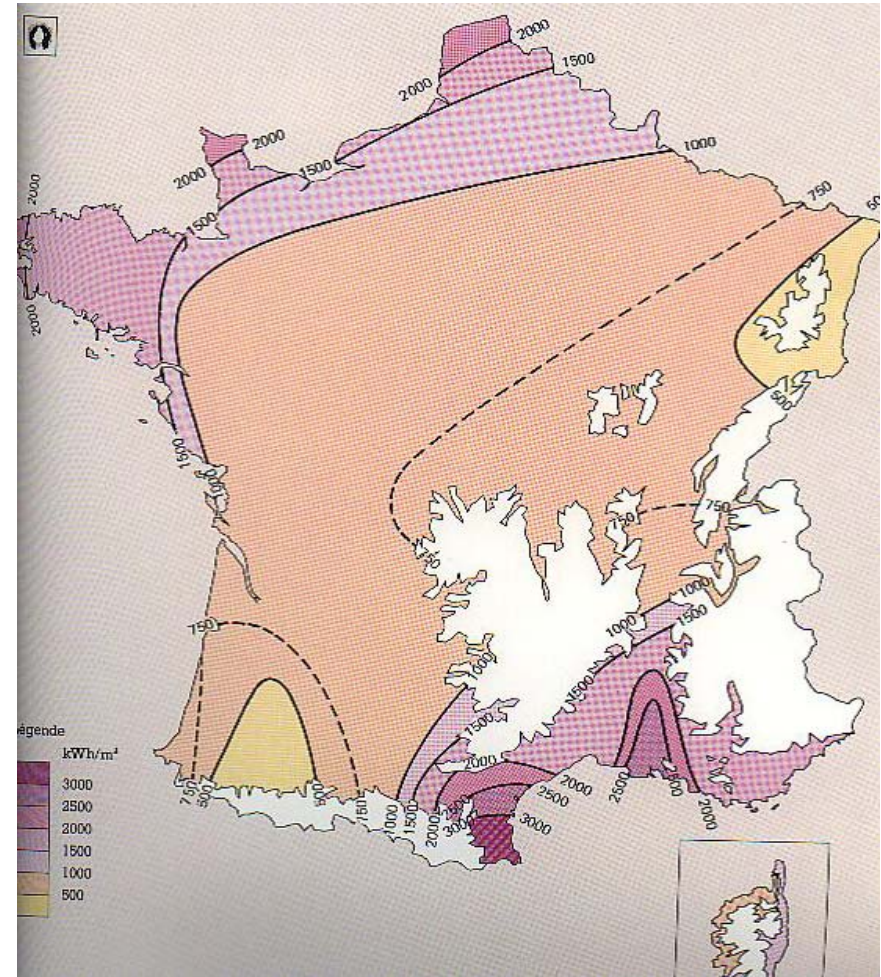
### Le petit éolien

Au Japon, on fabrique des éoliennes de puissance maximum de 1,5kW (à 12,5m/s) pesant moins de 16kg et ayant des pales de 1,8m de diamètre. Elle peut produire 138W (à 6m/s).



Un dispositif permet une production continue d'électricité même par faible brise. Le prix est de 2200 euros (contrôleur électronique compris).

Oct 2012



Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld

# **méthodologie d'analyse et d'optimisation**

- 1. Rose des vents, analyser l'orientation**
- 2. Microclimat: vents locaux**
- 3. Définitions des objectifs: protection? Valorisation?**
- 4. Distances et formes des espaces entre les bâtiments**
- 5. Choix des formes**
- 6. Conception des espaces extérieurs**
- 7. Localisation et conception des bords**

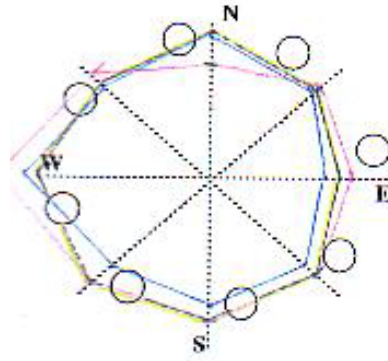
### méthodologie d'analyse et d'optimisation:

### Rose des vents, analyser l'orientation

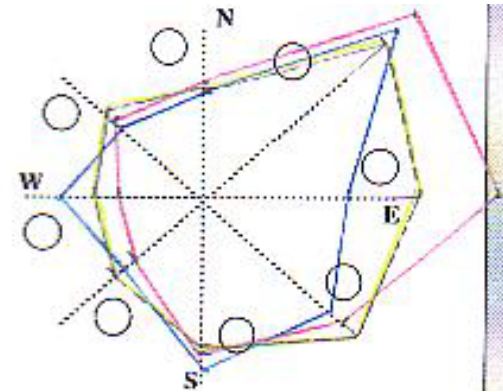
L'information météo fournit la **rose des vents** pour une région et indique en direction, force et fréquence: le ou les vents les plus contraignants

annuel  
hivers  
Été

Vitesse



fréquence



- Pour chaque mois
- proportion de vent qui vient de chaque direction ce qui nous permet visualiser les orientations favorables pour capter les brises en période chaude et ce que nous devons protéger pendant l'hivers.
- Vents froids? Chauds? Humides? Avec de la poussière? Avec des pluies?
- Les vitesses en général augmentent avec l'altitude, avec + de rugosité la vitesse diminue

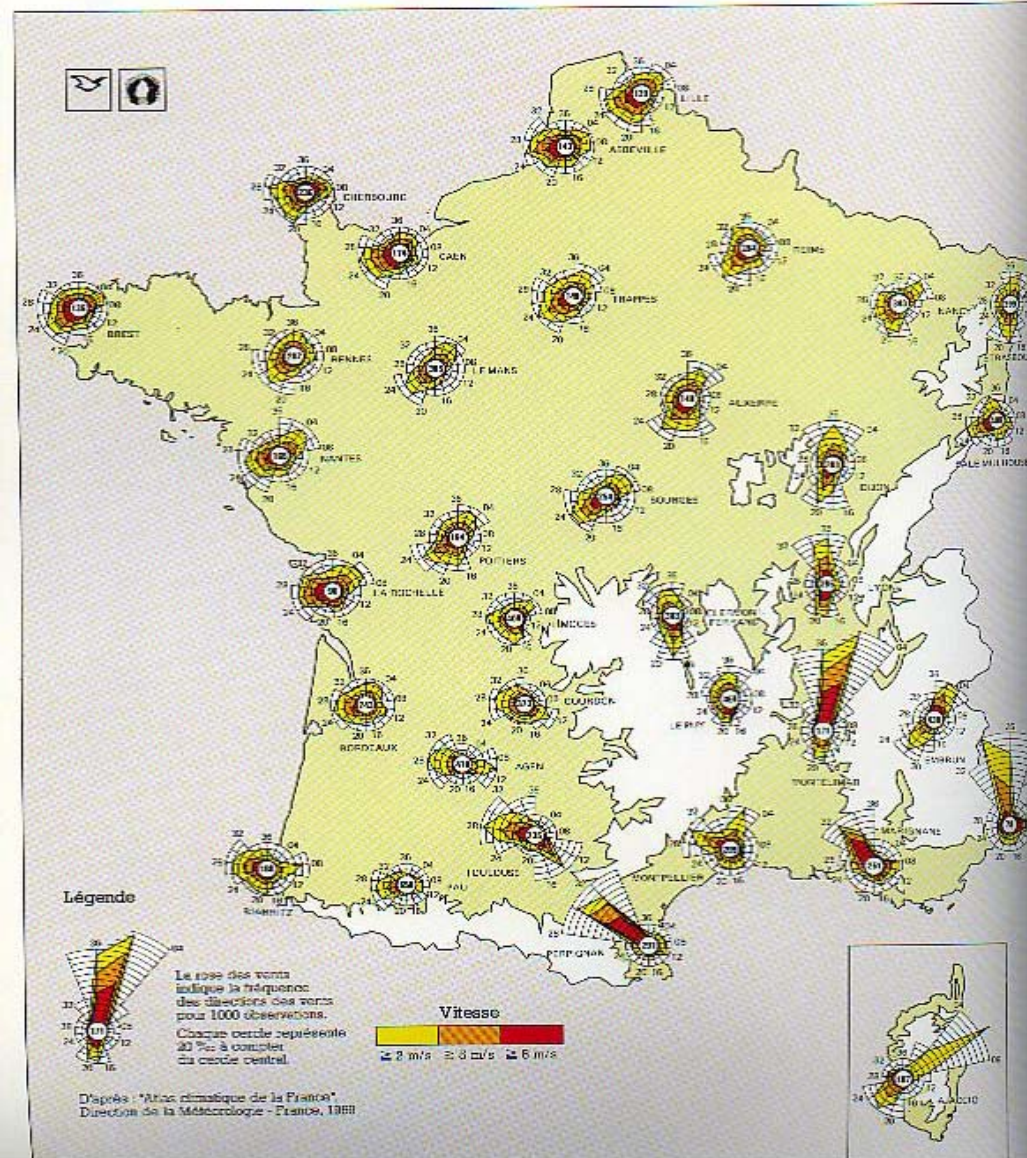


vent	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
<b>Vent direction Principal</b>	E	NE	O	NO								
<b>fréquence</b>	217 ←	209 ↙	200 ←	180 ↘								
<b>Vitesse moyenne</b>	11											
<b>Vent direction secondaire</b>												
<b>fréquence</b>												
<b>Vitesse moyenne</b>												
<b>calme</b>												

**implantation des bâtiments:**  
la carte donnant la fréquence des vitesses et des orientations de vent est utile au choix de la forme et des implantations de bâtiments et à l'aménagement des espaces extérieurs

*ref. bibliog.*

*Atlas climatique de la construction  
CSTB*



### Analyser le microclimat

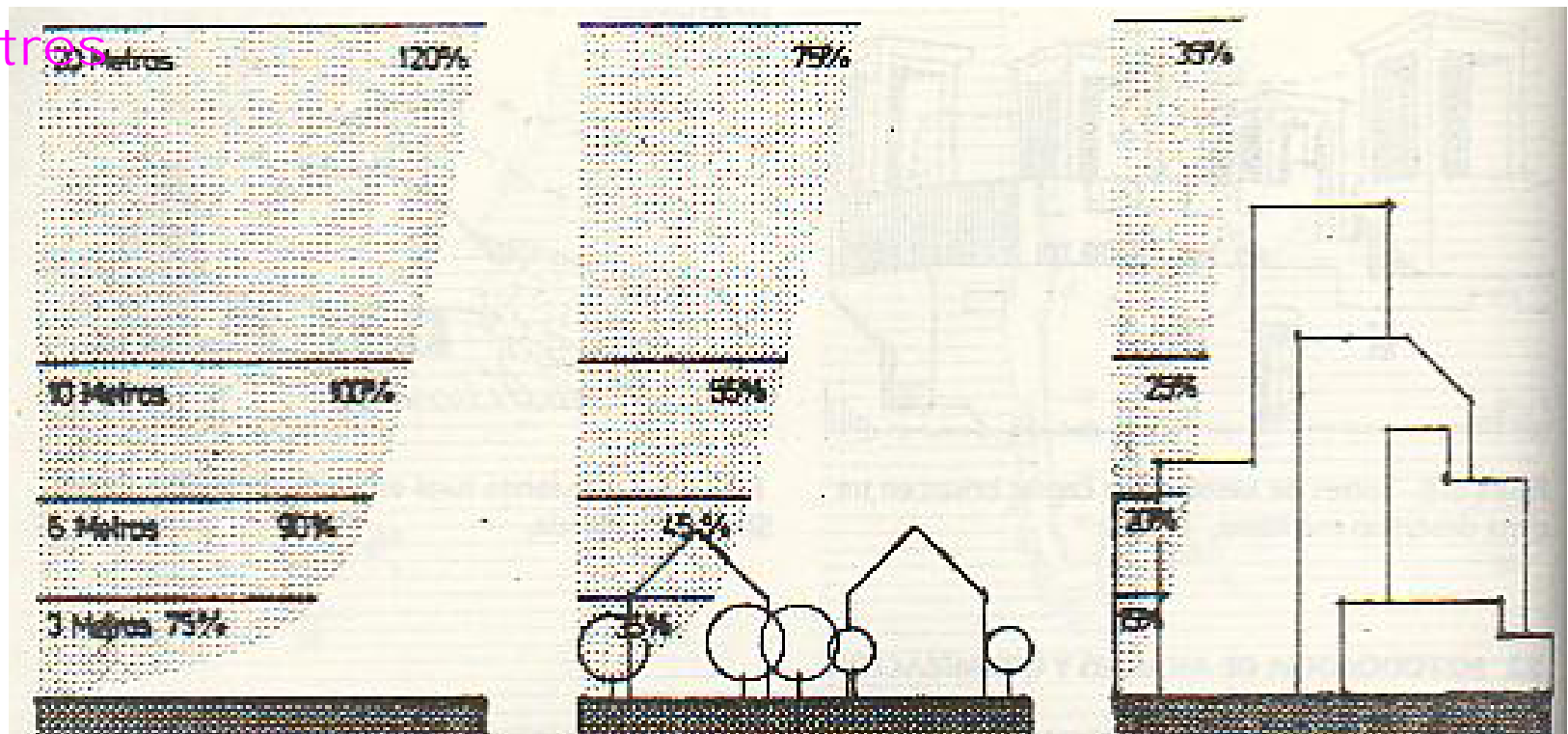
Variation de la vitesse du vent en fonction de la rugosité et hauteur (Davenport)

20metres

10 m

6 m

3 m



zone rurale

village

ville grande densité

Par exemple à 6 mètres d' hauteur au centre d'une ville la vitesse sera aprox. en moyenne 20 % de la vitesse qui a été mesurée dans la station météo

Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld

Oct 2012

### Analyser le microclimat

Indicateurs instantanés:

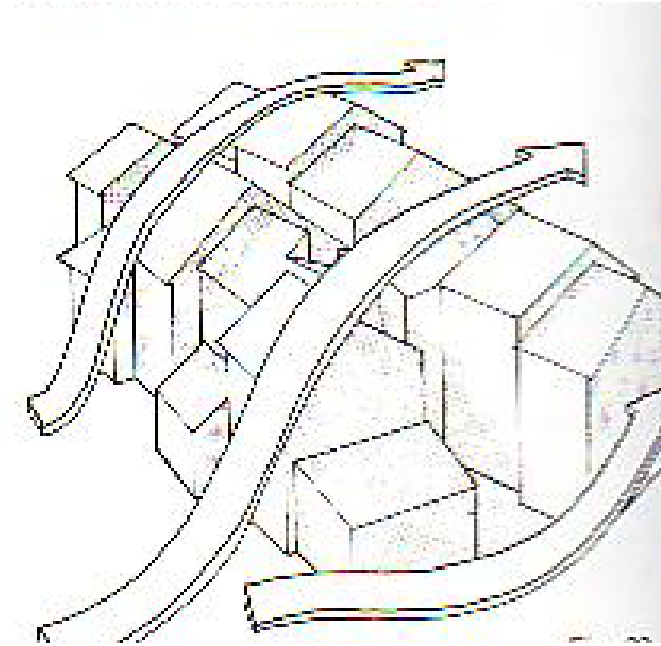
- image fugitive de l'impact du vent sur l'environnement
- Lieu définie et durée instantanée
  - Fumées... direction des vents...pollutions
  - Zones d'accumulation
  - Grues
  - Etc

Indicateurs permanents

- Information météo
  - vérifier l'existence ou pas de phénomènes particulier locaux ou d'effets topographiques
  - Toponymie le Ventoux la place au quatre vents
  - L'enquête aupres des riverains ou usagers

### Analyser le microclimat, observation du site

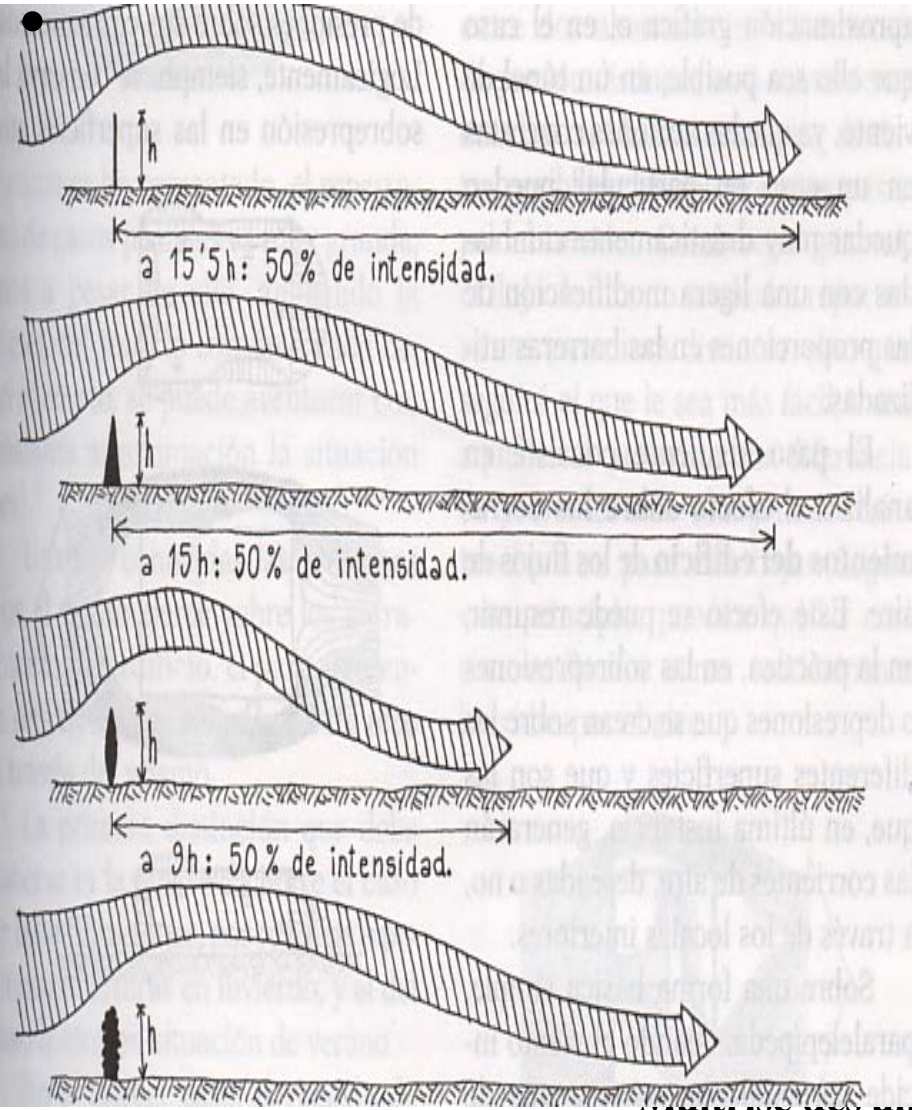
- Localisation du villages traditionnels en Provence situes sur un adret exposition sud adosse a une colline: protection du mistral
- Tissus anciens resserrés en plaine: la succession de chicanes étroites empêche le vent de rentrer violemment dans les rues
- Observer la quantité d'ouvertures et barrières végétales
- Bergeries: cours intérieurs abritées  
Camargue



*Rues étroites écoulement des vents  
Ref. bibliog. Archi bio*



# • Barrières



À l'échelle urbaine les barrières végétales : solution traditionnel de protection de vent:

+ de rugosité = diminution de vitesse

Diminution entre 20 et 80 %

Diminution en fonction de la hauteur et perméabilité..

Leur effet: hauteur de l'arbre x10 à 20

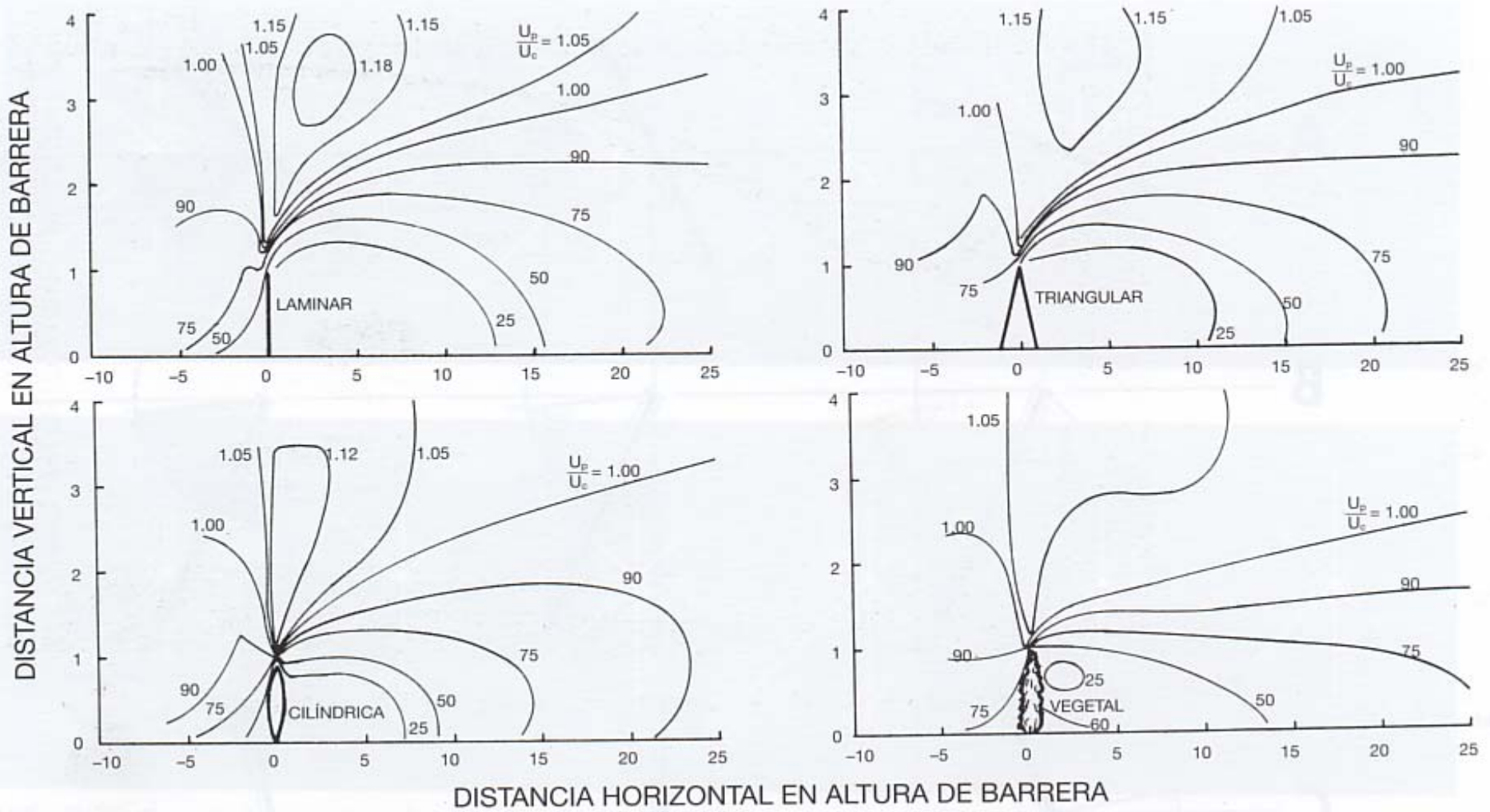
Les barrières denses réussissent une protection excellente sur les zones très proches, son moins performantes à distance

Les barrières plus perméables réduisent la vitesse de l'air de façon moins violente



# • Barrières

## Architecture bioclimatique Le vent et l'architecture



190. Flujo de aire alrededor de cuatro barreras de diferente forma.

- Barrières
- effet de protection aux vents forts: l'efficacité de l'effet brise vent dépend de la porosité effective du feuillage (c'est à dire le rapport de surface des trous sur la masse totale de la masse foliaire pondéré par un coefficient de perte de charge)
- Cette porosité peut être variable suivant les saisons et les essences choisies

Fig. 33

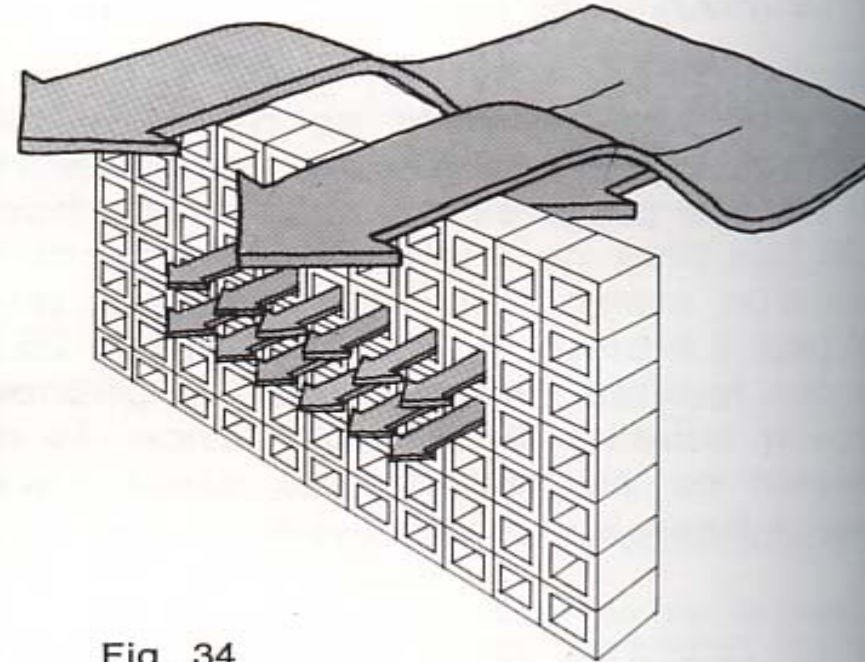
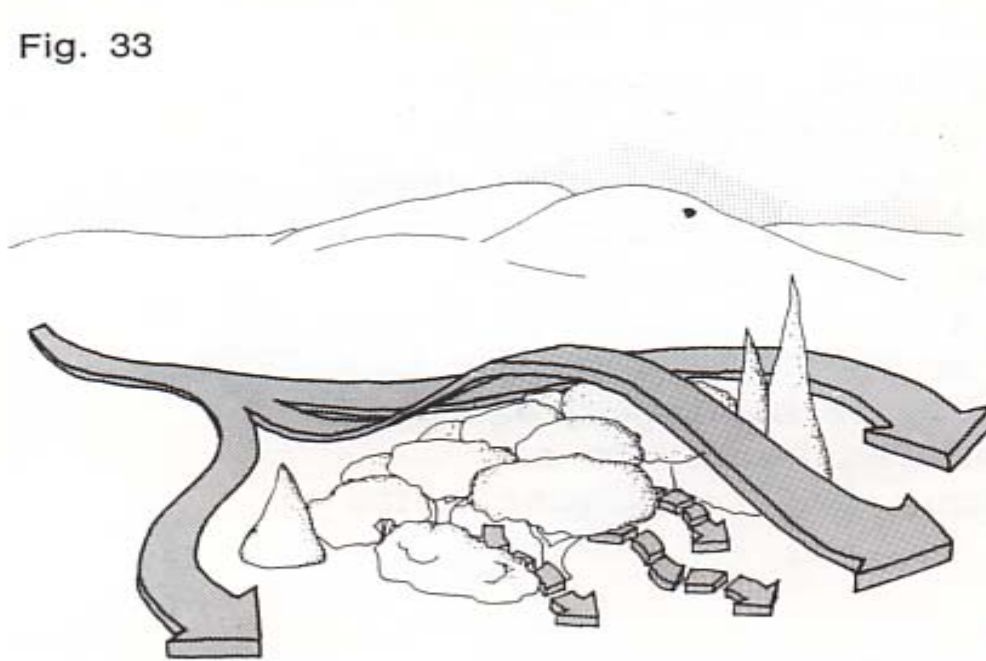


Fig. 34

Figure 33 : EFFET DE PROTECTION AU VENT FORT.

La végétation joue ici le rôle de barrière à vent.

Figure 34 : POROSITE D'UN BRISE VENT.

# Architecture bioclimatique

## Le vent et l'architecture

### Analyser le microclimat, observation du site



Figure 24: MASSE FOLIAIRE ET DIRECTION DU VENT.  
Les arbres situés en amont sont plus échevelés que ceux situés en aval.

Figure 25: CROISSANCE DES ARBRES ET DIRECTION DU VENT.  
La hauteur stérile par les arbres croît de l'amont vers l'aval, par effet de protection.

### Observer les végétaux

- masse foliaire
- Croissance
- croissance excentrée
- absence de végétation,
- présence de végétation fragile
- maladies: ventaison

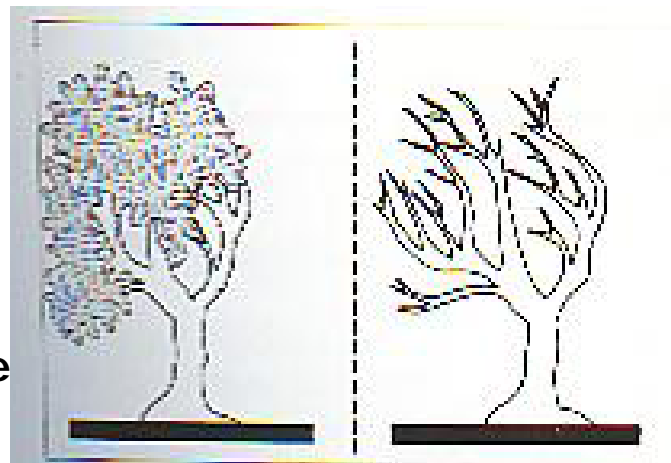
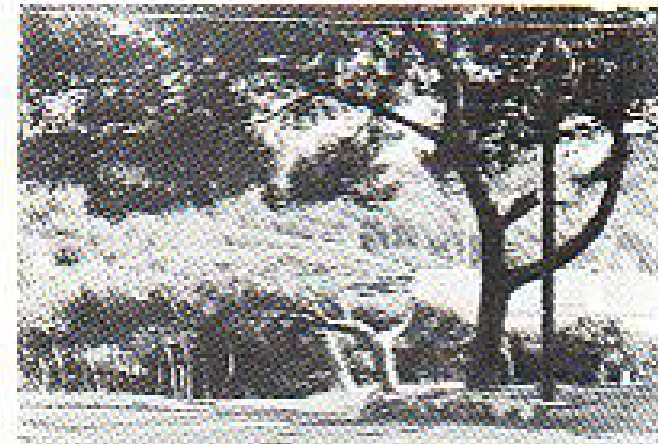
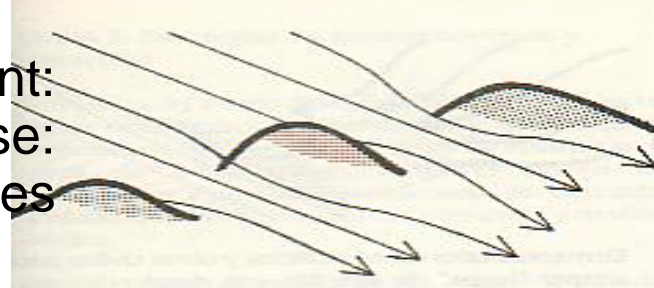


Figure 26: CROISSANCE EXCENTREE D'UN ARBRE ISOLE ET EXPOSE AU VENT.  
Même le développement même de l'arbre est très perturbé par le vent et peut s'achever prématurément.

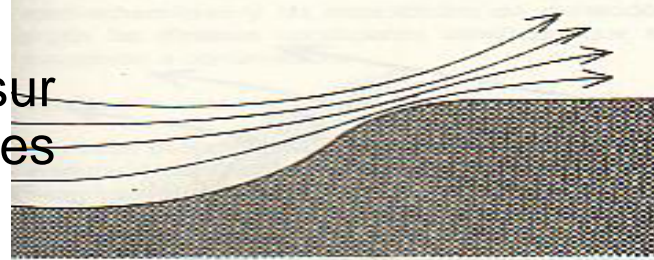




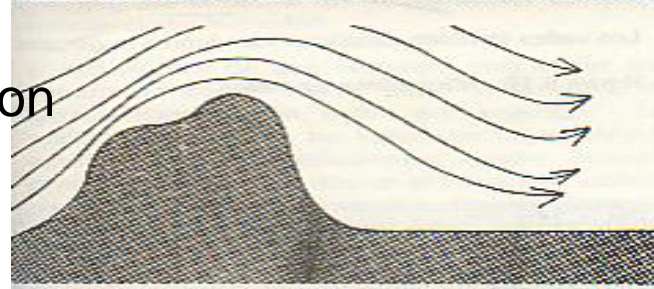
- Concentration de vent:  
augmentation de vitesse:  
vallées et entre montagnes



- augmentation de vitesse sur  
sites en hauteur exposés



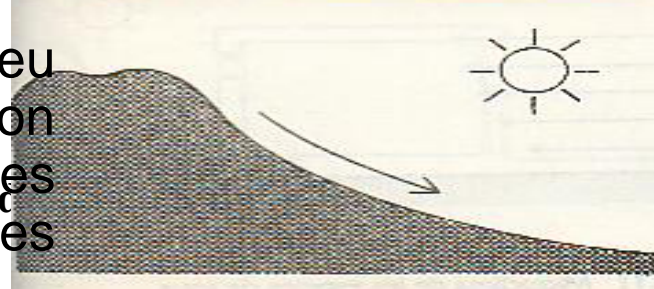
- Augmentation / réduction



- - de radiation solaire, petites  
amplitudes thermiques, haute  
HR, nuages, pluies



- Aire sec, chaud, ciel bleu, peu  
de pluies, importante radiation  
solaire, importantes  
amplitudes thermiques



Les vallées peuvent retenir l'air froid,



## Architecture bioclimatique

### Le vent et l'architecture

Différentes constructions tels que bâtiments peuvent produire des lagunes d'air froid

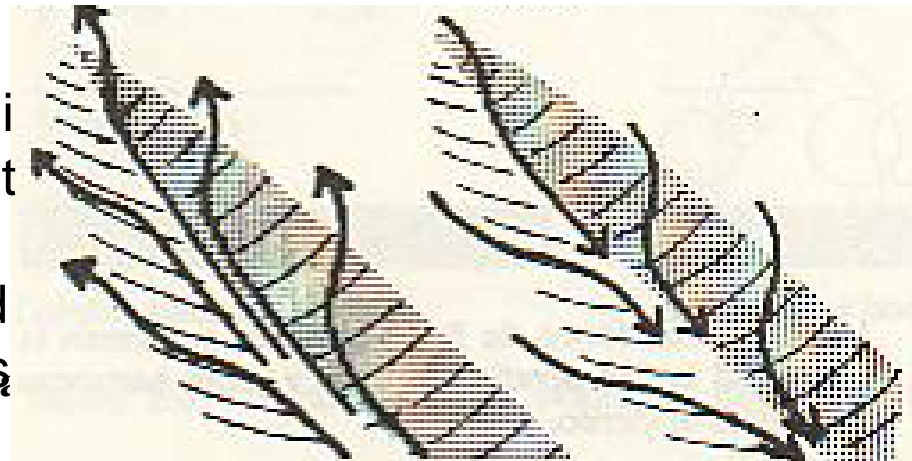


Les vallées servent de canal pour les vents de la région



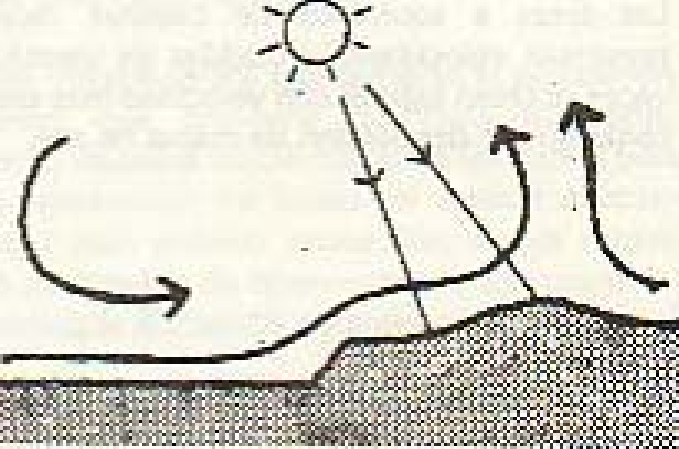
Le jour, la radiation solaire incidente sur les pentes de la vallée chauffe l'air qui monte en produisant un vent de vallée

La nuit de l'air froid descend avec des vents dans le sens contraire

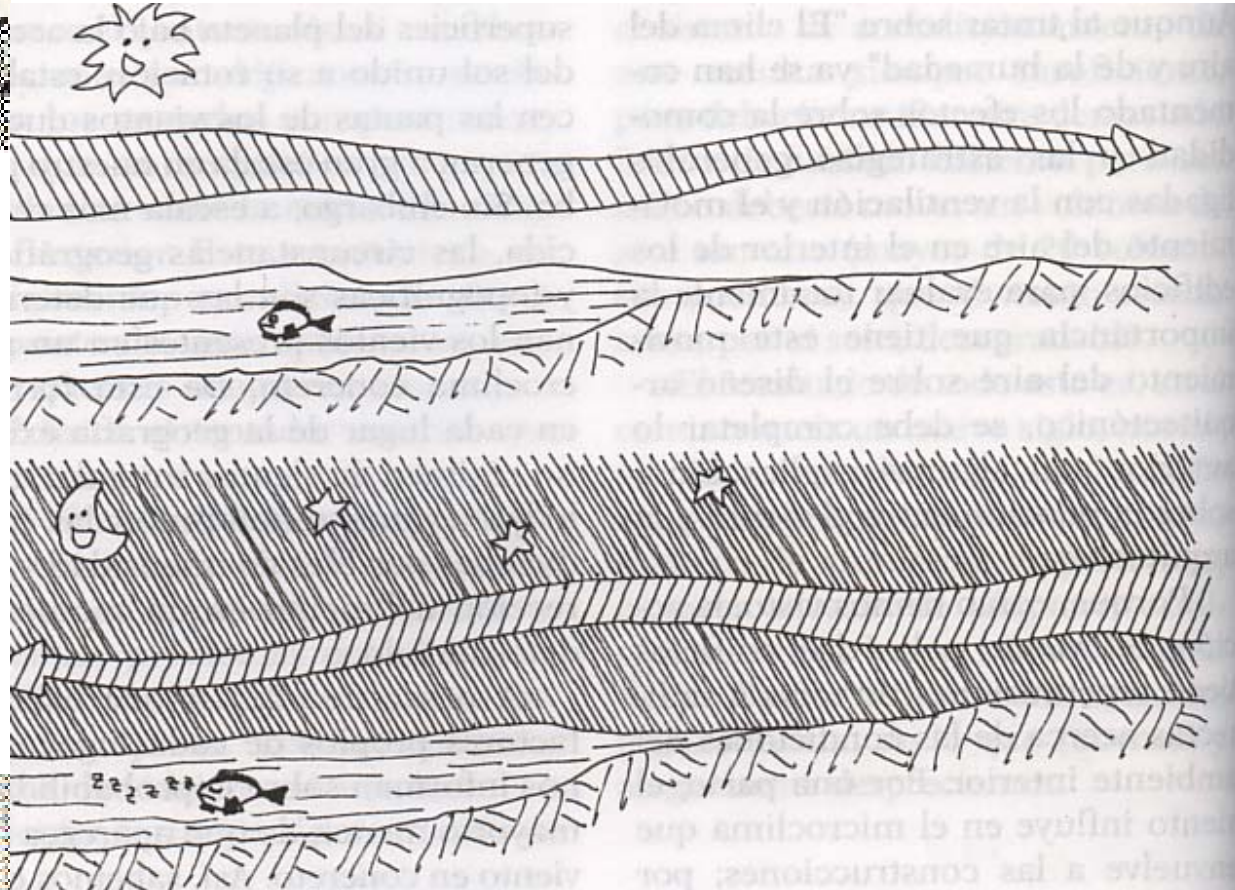


# Architecture bioclimatique

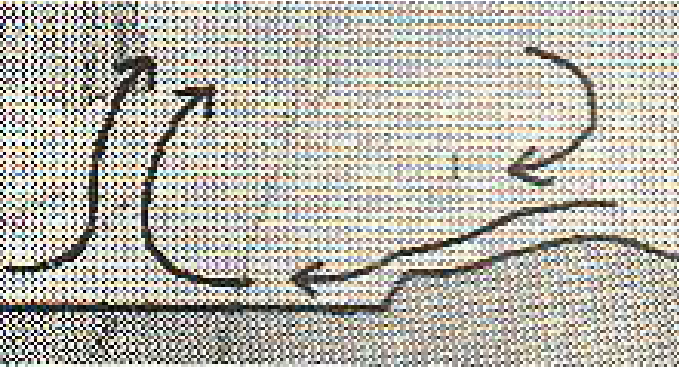
## Le vent et l'architecture



Le jour: la terre se chauffe plus vite que la mer, ou que les grandes surfaces d'eau  
.....Vents de la mer..



Le soir : vents de la terre vers la mer

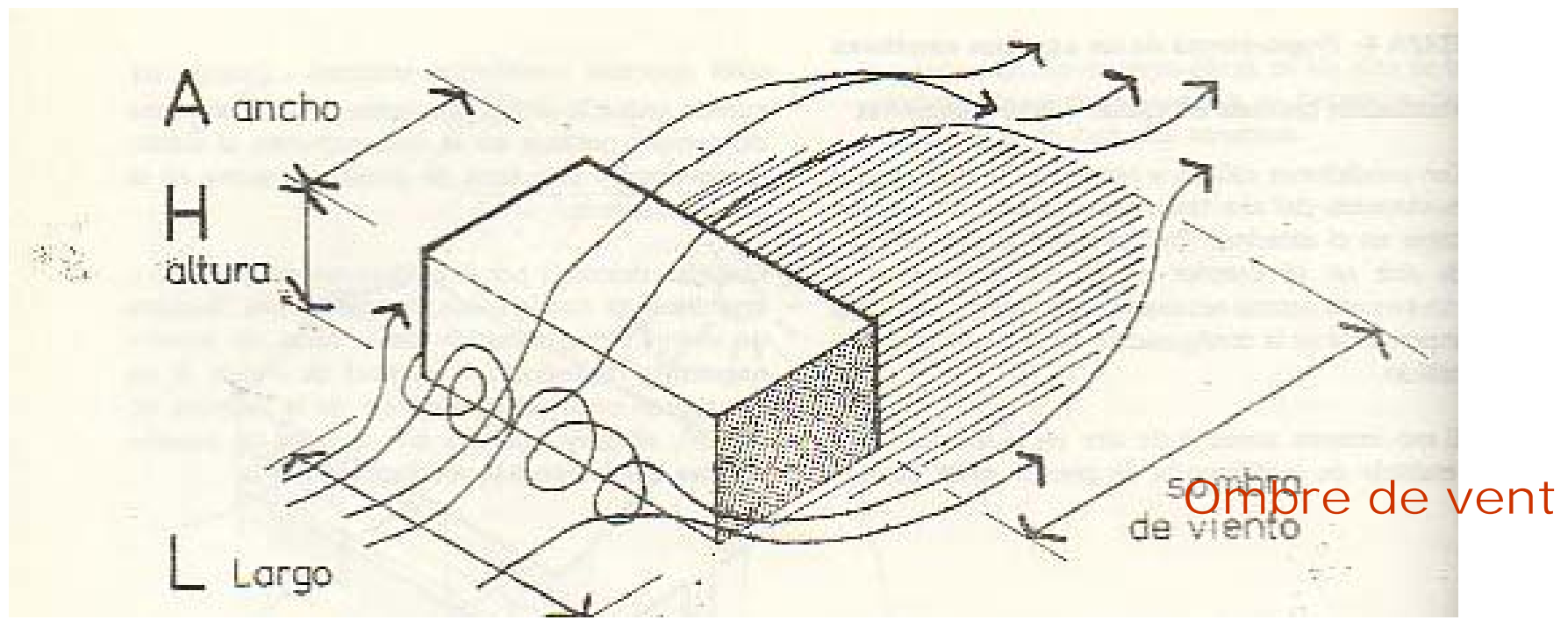


Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld












**Définitions des objectifs: protection**  
**Ombre de vent**



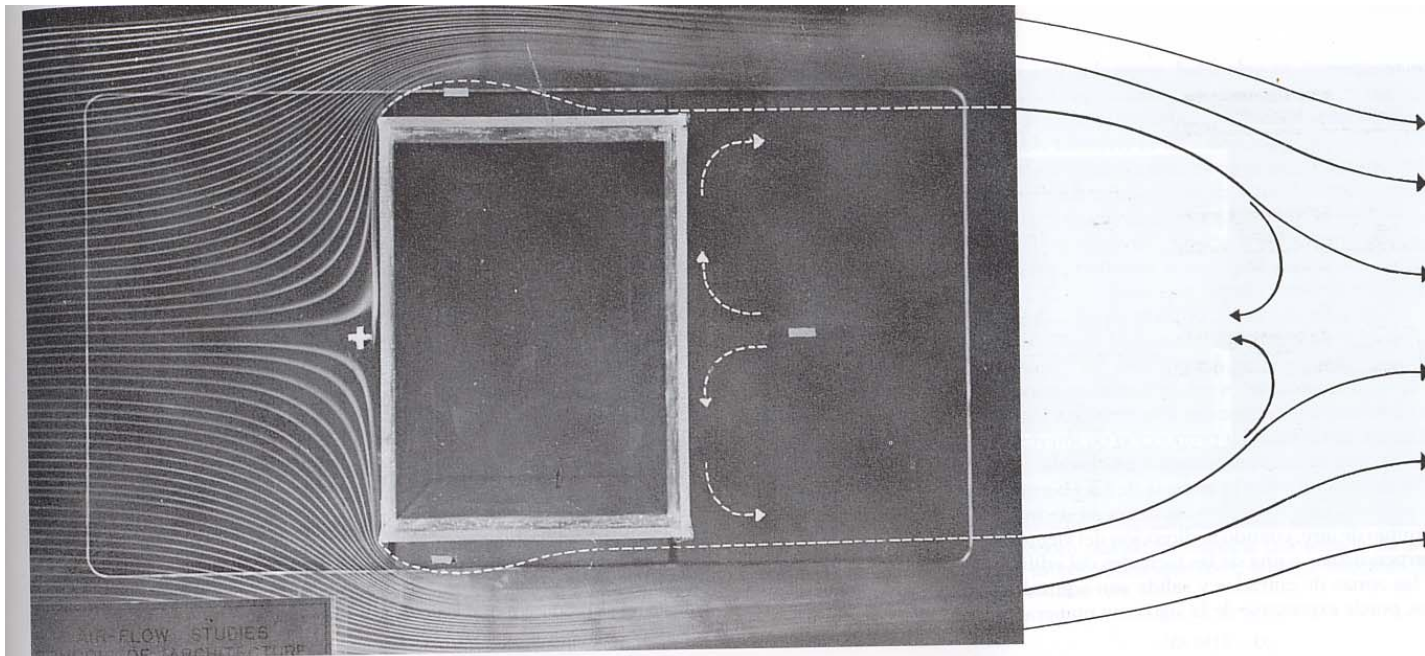
**Définitions des objectifs: protection**  
**Ombre de vent: calcul**

Ombre de vent en fonction de la forme multiple de H

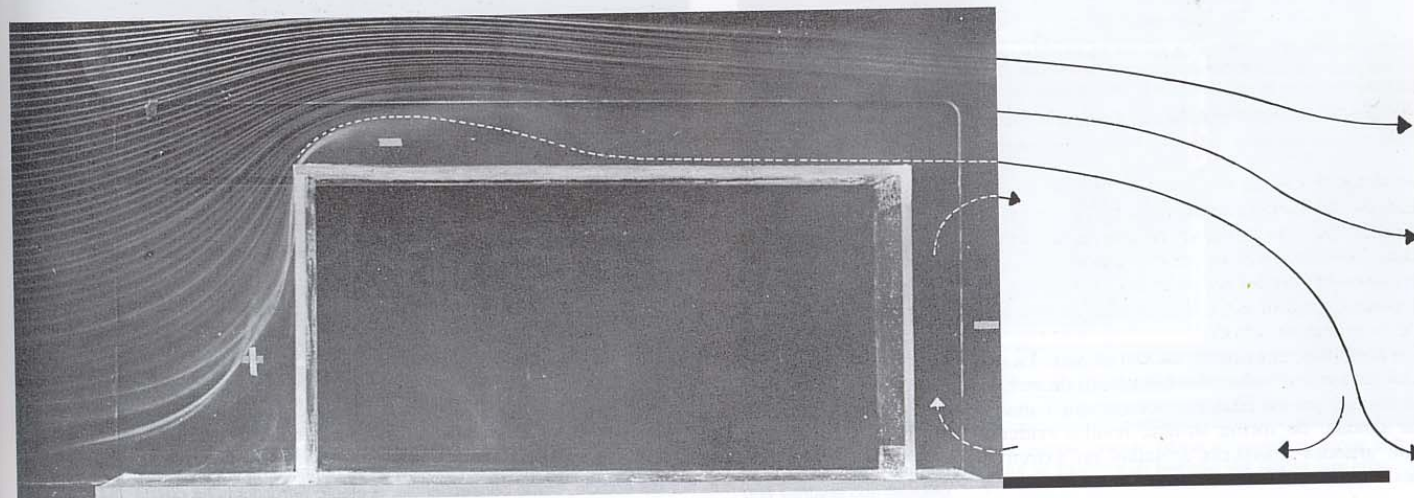
Corte del edificio		L Largo del edificio				
→ Direccion del viento		2 H	4 H	8 H	16 H	24 H
	Altura = Ancho	2,5	3,75	5,25	8	8,75
	Altura = 2 x Ancho	2	2,75	3,75	6	7
	Altura = 3 x Ancho	2,25	3,25	4,25	5,75	5,5
	2 x Altura = Ancho	2,5	4	6	8	9
	3 x Altura = Ancho	2,25	3,75	5,5	6,25	7
	Techo 2 aguas 45°	1,5	2,5	4,5	6,5	7,5
	Techo 2 aguas 30°	2	2,5	4	6,25	8,25
	Techo inclinado 15°	2,5	4	6,5	9	11,5
	Techo inclinado 15	2	3,25	5	8,75	10,75

# Architecture bioclimatique

## Le vent et l'architecture



201. Modelo de movimiento del aire alrededor de un edificio.

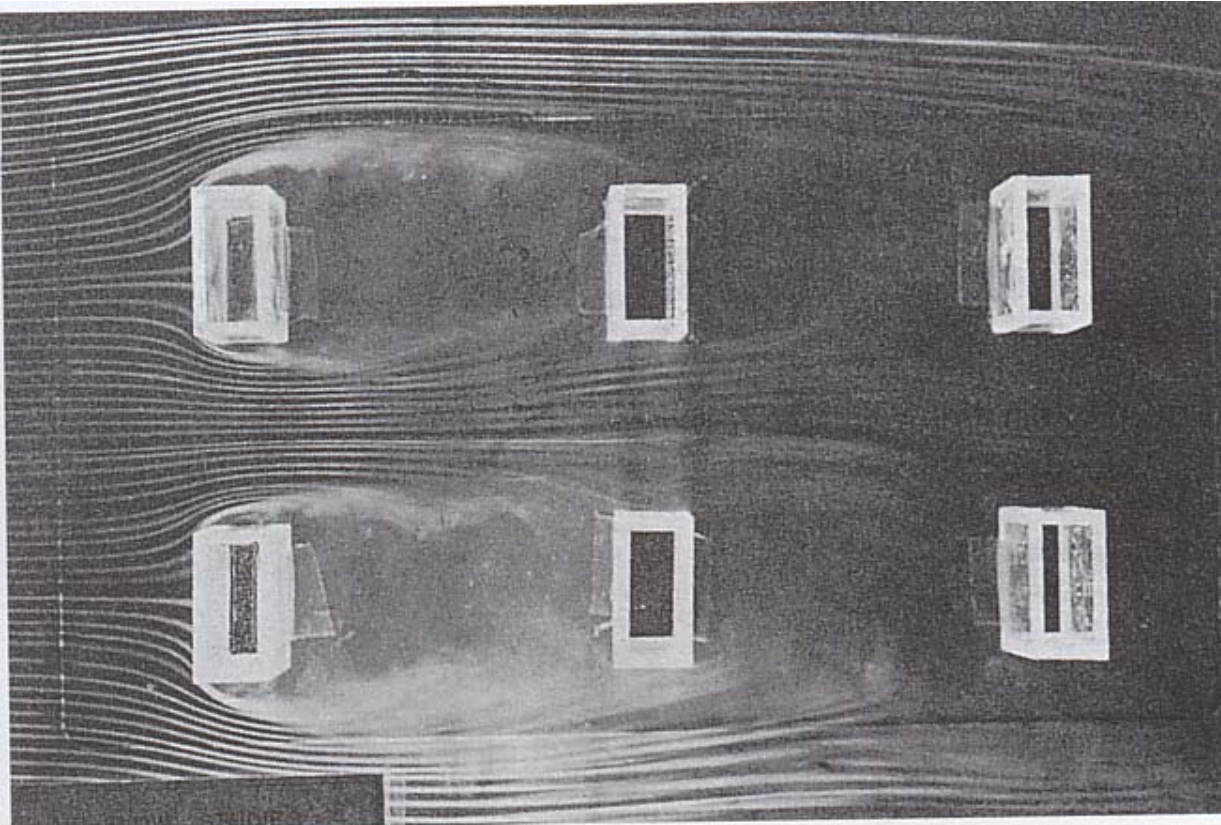


202. Modelo de movimiento del aire en la sección de un edificio.

- **Détermination des « lieux à protéger »** établir les **priorités**: rues, espaces de jeux d'enfants, commerces, balcons, stationnements, jardins, terrasses...
- **Protéger de quel genre de vent?**
- **À quelle époque de l'année?**
- **comment?**
  - **Protections**
  - **Orientation des rues**
  - **Orientation des bâtiments**
  - **Hauteur des bâtiments**
  - **etc**

# Orientation des bâtiments

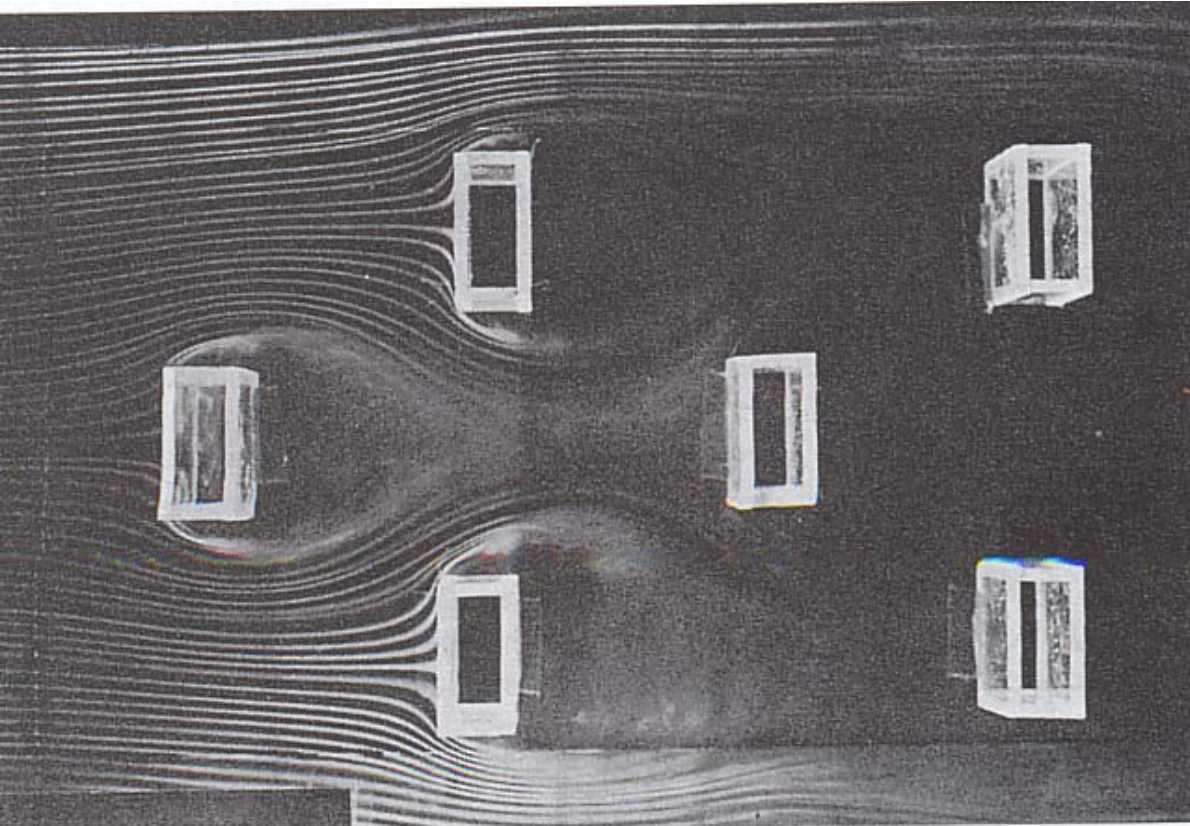
bâtiments  
perpendiculaires  
au vent





# Orientation des bâtiments

Favoriser  
l'utilisation  
des brises d'été





## Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

### Orientation des bâtiments face aux vents

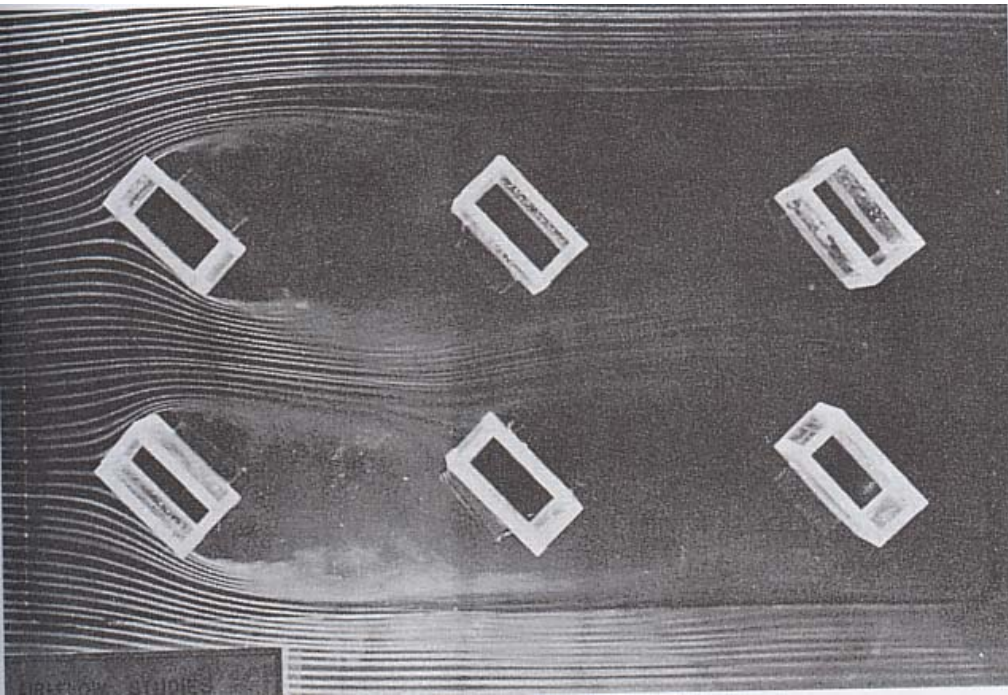
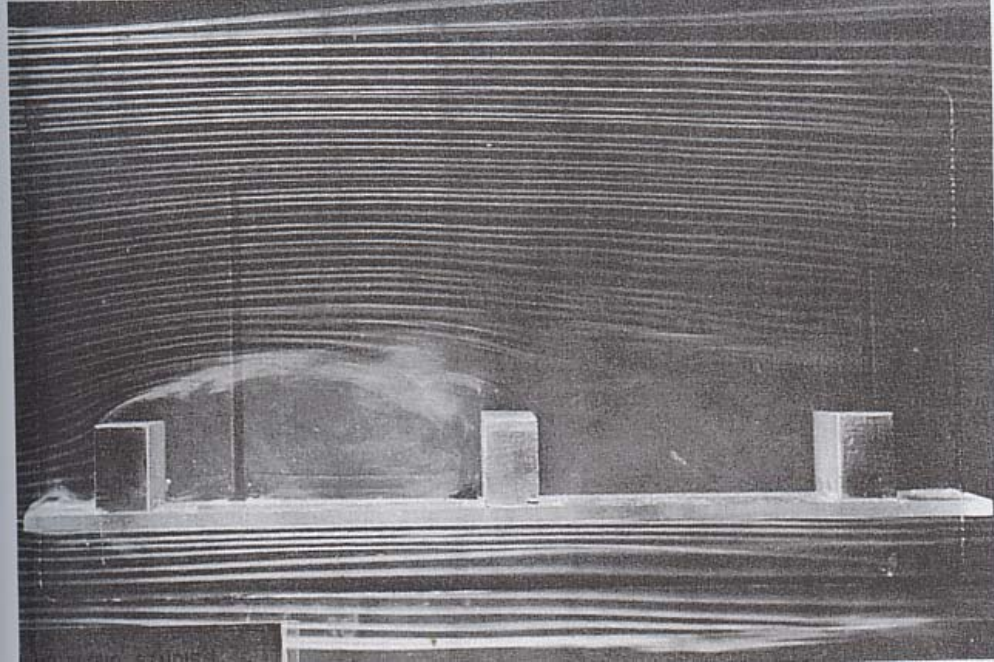
les bâtiments reçoivent l'impact totale de la vitesse de vent,

attention avec l'ombre de vent et la ventilation

À 45° réduction de 50%  
parfois 66%

es thermiques

1



# Architecture bioclimatique

## Le vent et l'architecture

### Modification du mouvement de l'air : paysagistes

- Près des bâtiments feuilles caduques?
- Loin, xx fois la hauteur des arbres? feuilles pérennes orientation?

Seto mediano



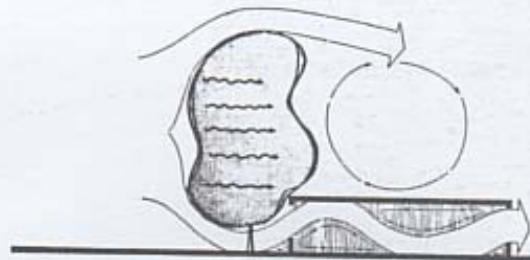
JUNTO AL EDIFICIO



A 3,04 m DEL EDIFICIO



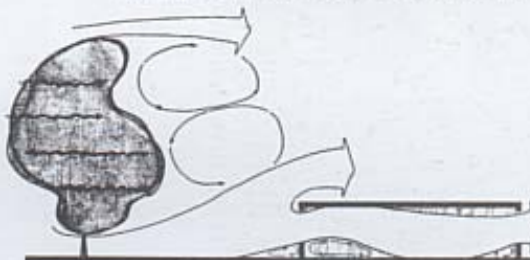
A 6,09 m DEL EDIFICIO



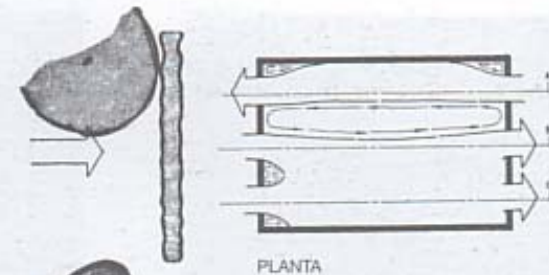
A 1,52 m DEL EDIFICIO Y SOBRE SU EJE CENTRAL



A 3,04 m DEL EDIFICIO Y SOBRE SU EJE CENTRAL



A 9,14 m DEL EDIFICIO Y SOBRE SU EJE CENTRAL



PLANTA



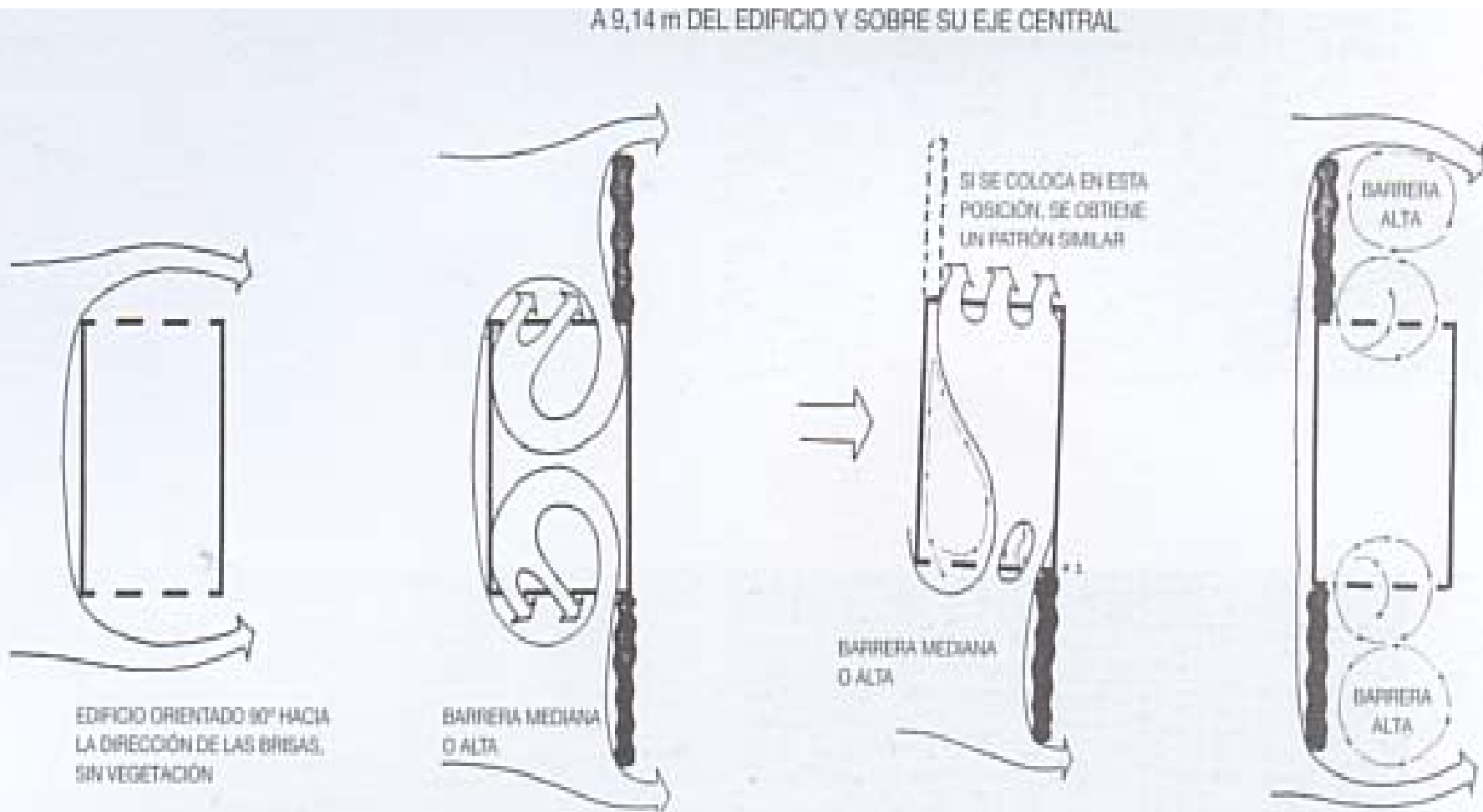
BARRERA A 3,04 m DEL EDIFICIO,  
Y ÁRBOL A 6,09 m DE LA ESQUINA  
SECCIÓN A

SECCIONES B Y C

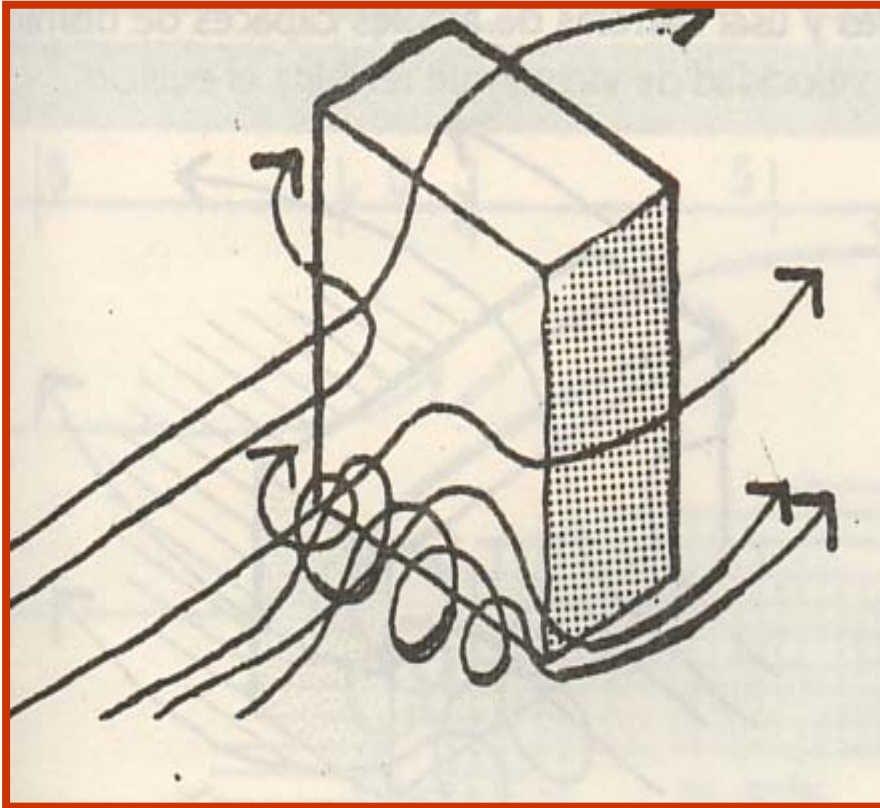
# Architecture bioclimatique

## Le vent et l'architecture

Définitions des objectifs: protection? Valorisation?  
Paysagistes: Modification du mouvement de l'air



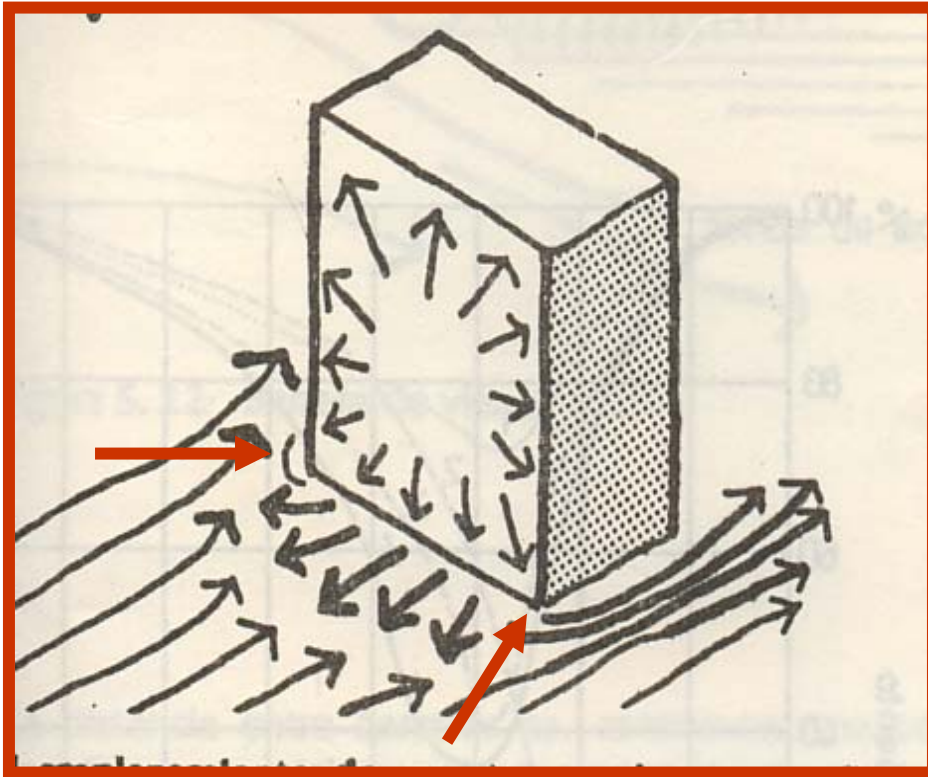
### Formes des bâtiments



les bâtiments hauts dirigent une partie du vent vers le sol produisant des vitesses excessives: conditions désagréables des espaces extérieurs



## Formes des bâtiments

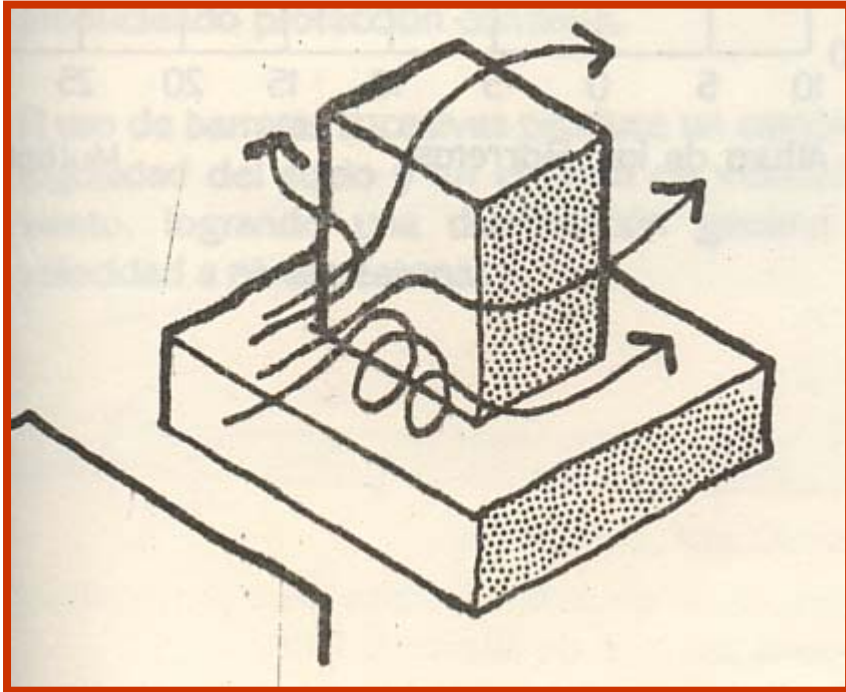


### Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

accélération sur les bords  
+ de surface exposé+ de  
hauteur=  
+ de vitesse de vent

## Formes des bâtiments



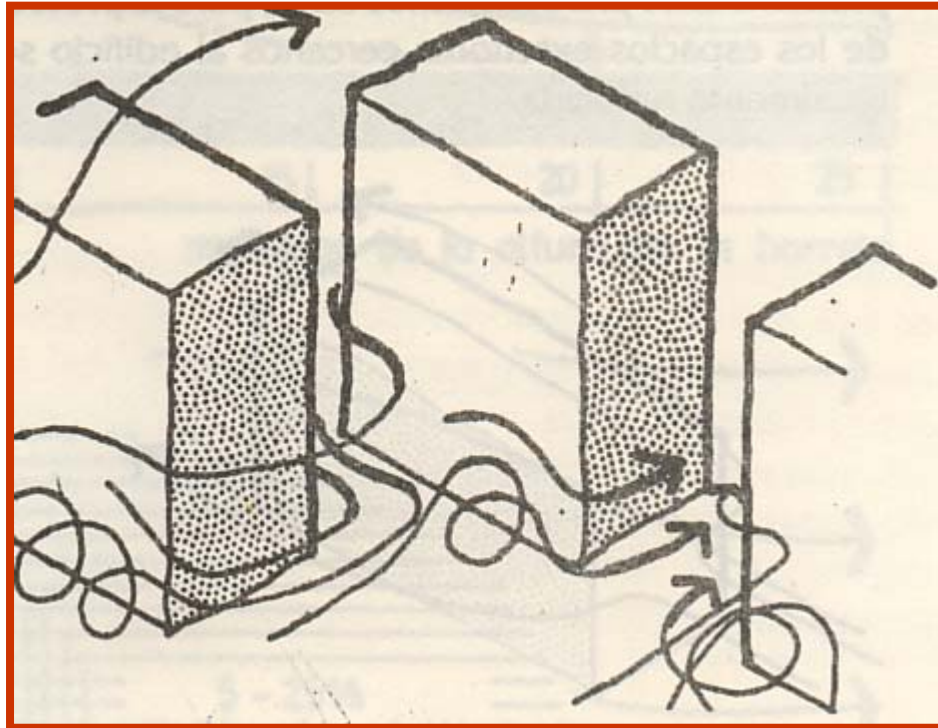
diminution de l'effet du « vent de grande vitesse » au niveau de la rue, la terrasse n'est pas utilisable



## Architecture bioclimatique

### Le vent et l'architecture

## Formes des bâtiments

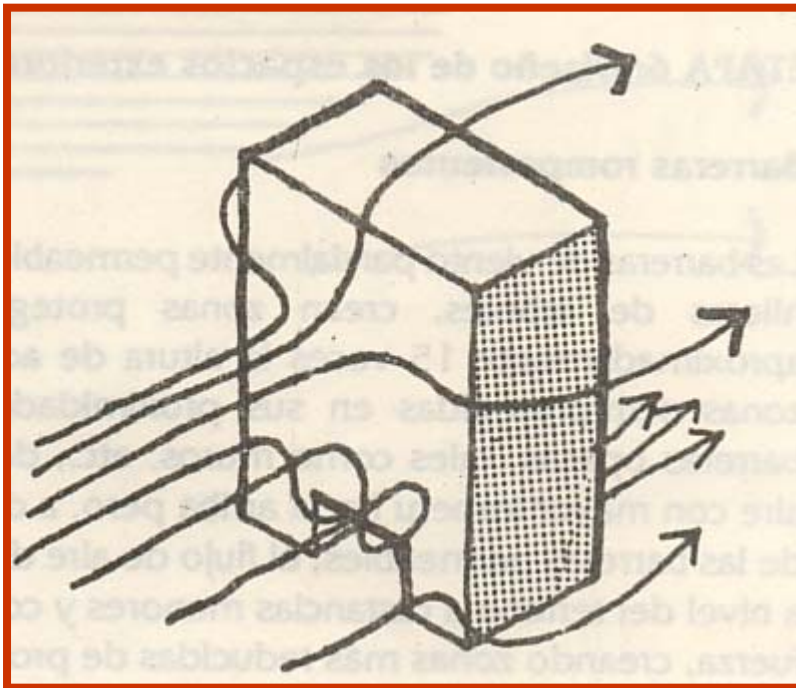


distances réduites entre  
bâtiments de plusieurs étages:  
accélération du vent même si le  
bâtiment est partiellement face  
à l'autre: importante  
accélération de la vitesse de  
vent

## Architecture bioclimatique

### Le vent et l'architecture

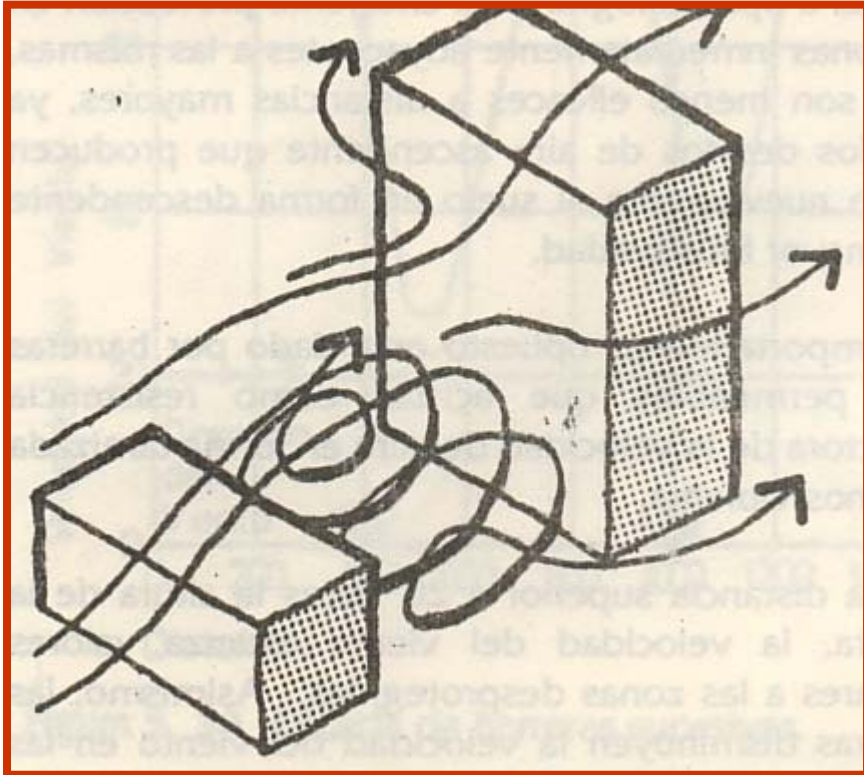
## Formes des bâtiments



tours sur pilotis avec des galeries ou des passages ouverts au rdc, présentent les mêmes problèmes que le cas antérieur: accélération de la vitesse de vent au rdc

## Formes des bâtiments

## Architecture bioclimatique Le vent et l'architecture

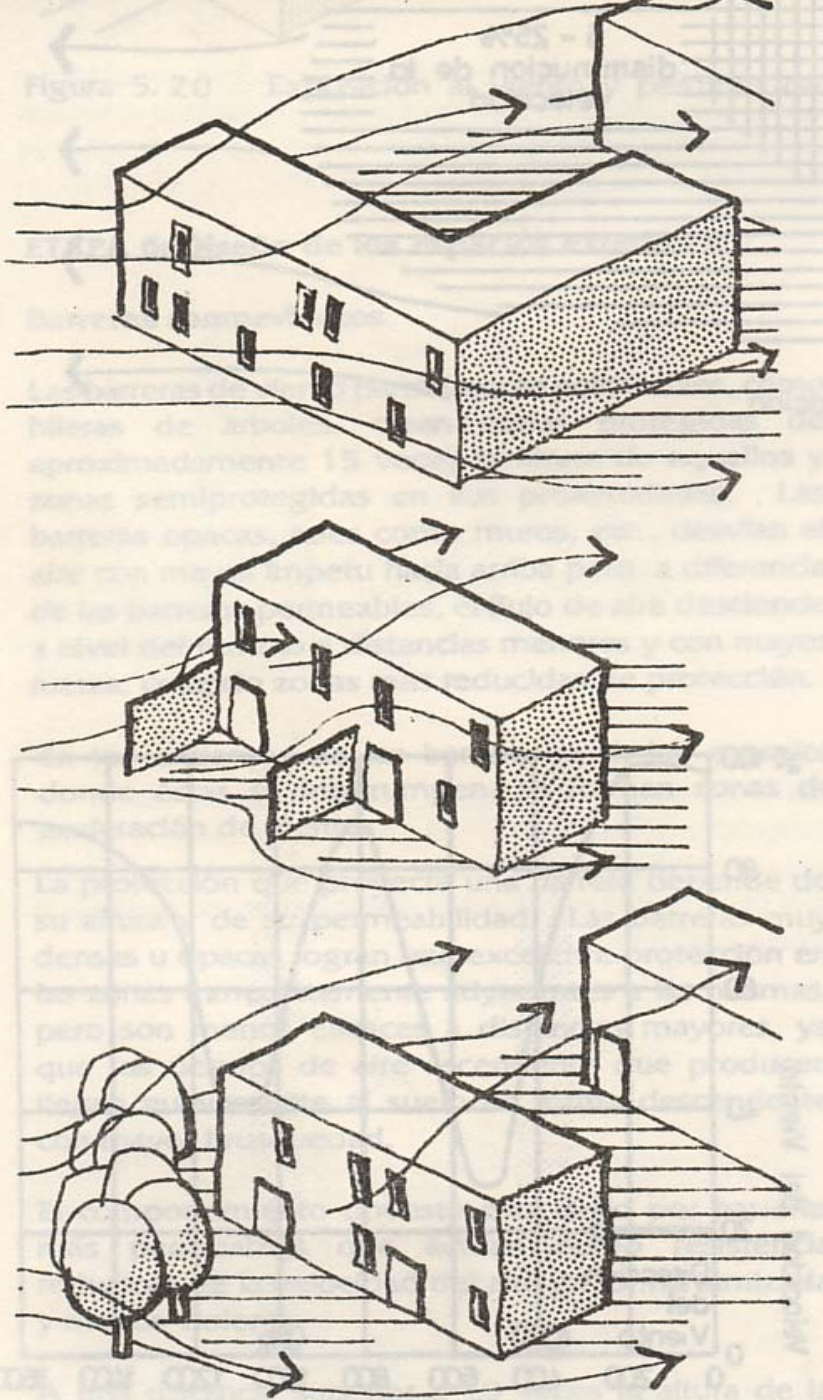


les bâtiments bas face aux  
autres n'arrange pas le  
problème!

# Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

## Les fenêtres , l'accès...



s ambiances thermiques

C1 mld

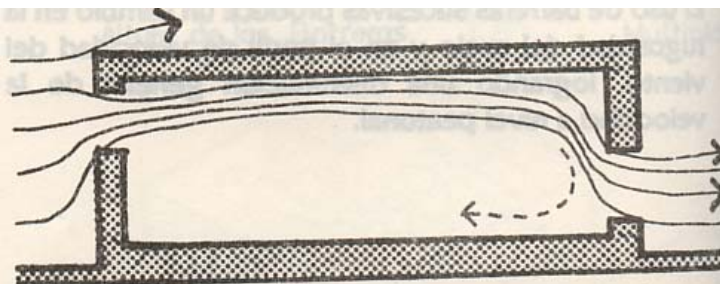
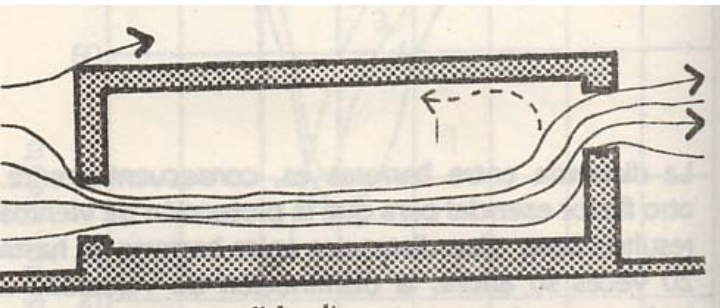
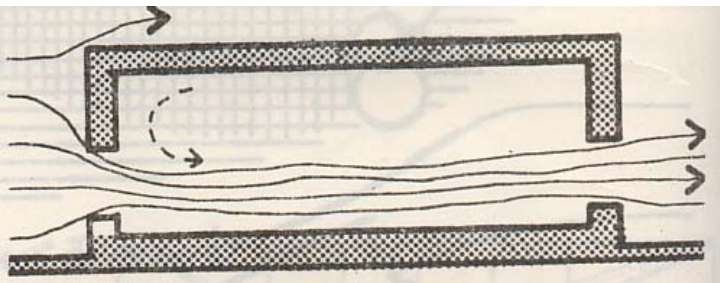
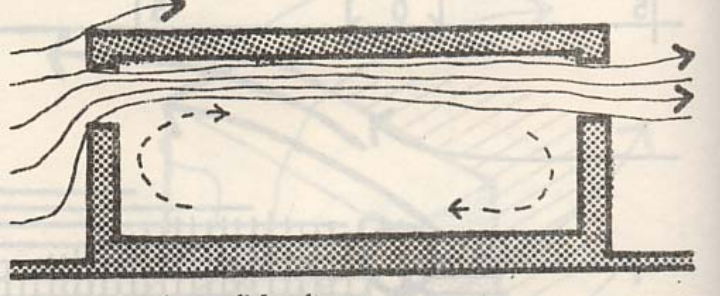


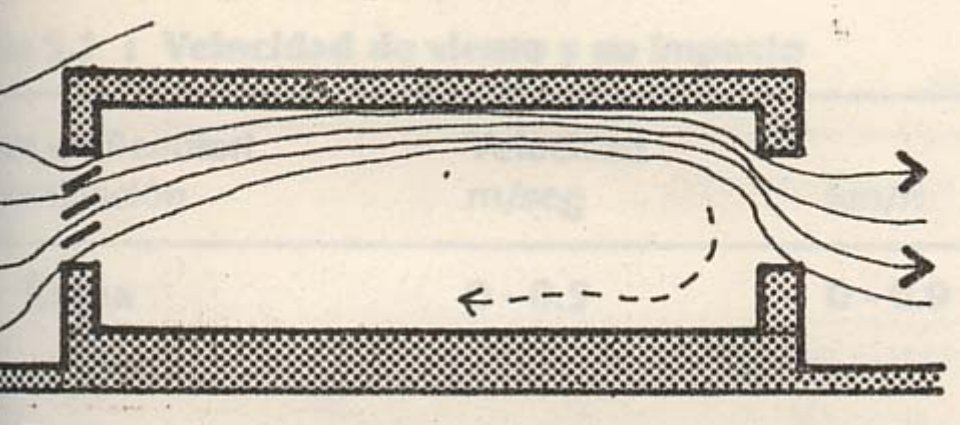
# Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

## les fenêtres

- pas d'efficacité en périodes chaudes et humides
- Adéquat pour rafraîchissement
- La variation de hauteur ne change pas le flux de l'air
- La hauteur d'entrée d'air détermine le trajet de l'air



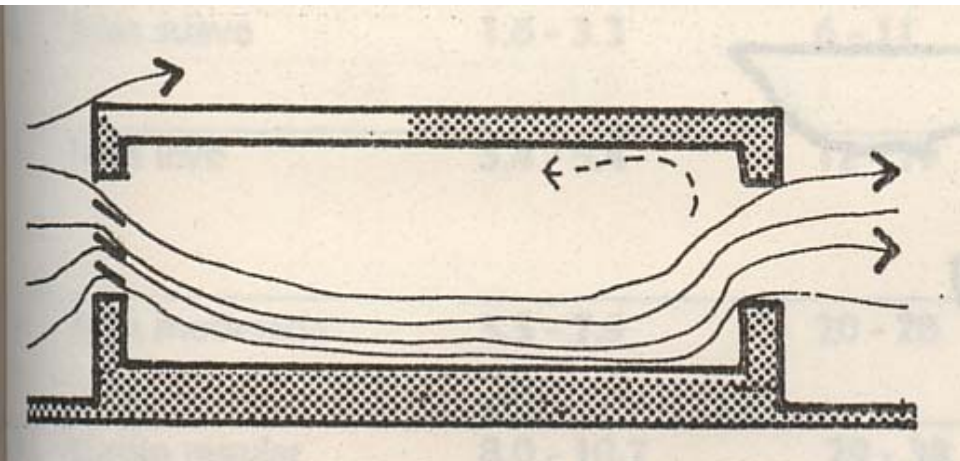


1

# Architecture bioclimatique

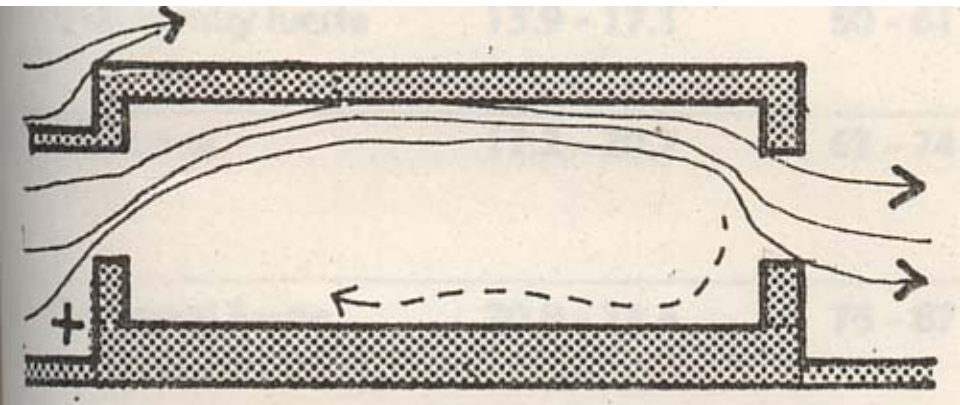
## Le vent et l'architecture

1 et 2 on peut diriger l'air



2

3 changement de la distribution vers le haut



3

ances thermiques

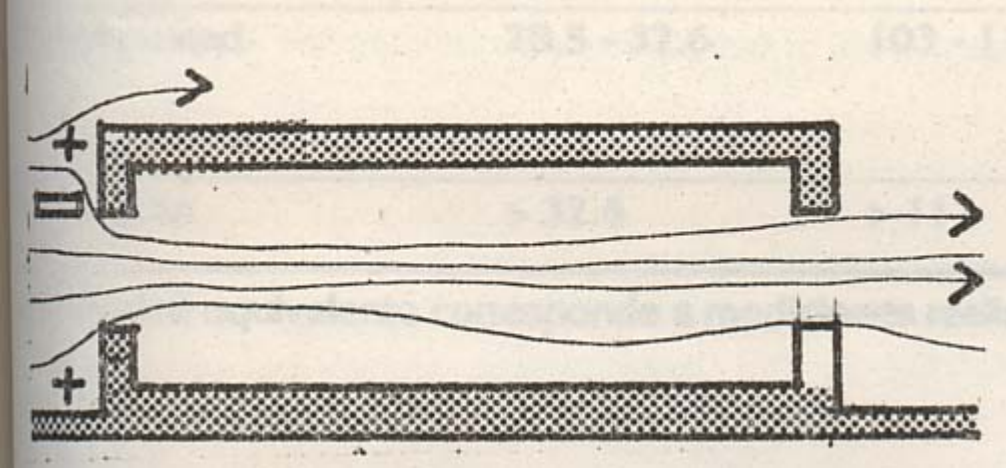
C1 mld



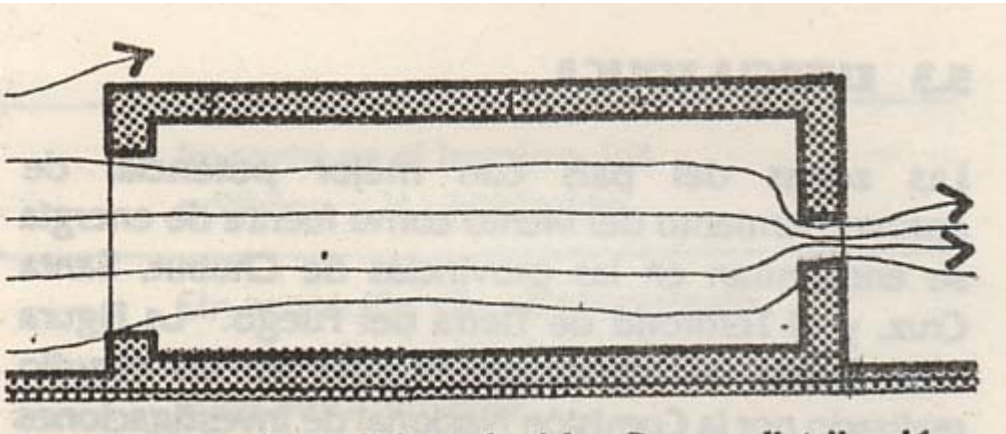
# Architecture bioclimatique

## Le vent et l'architecture

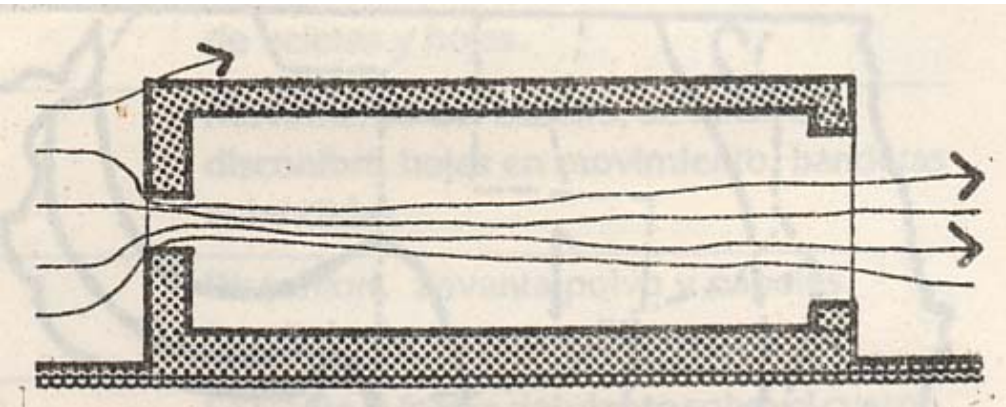
1 Équilibre et flux horizontal



2 bonne distribution de l'aire en mouvement mais avec une réduction de la vitesse



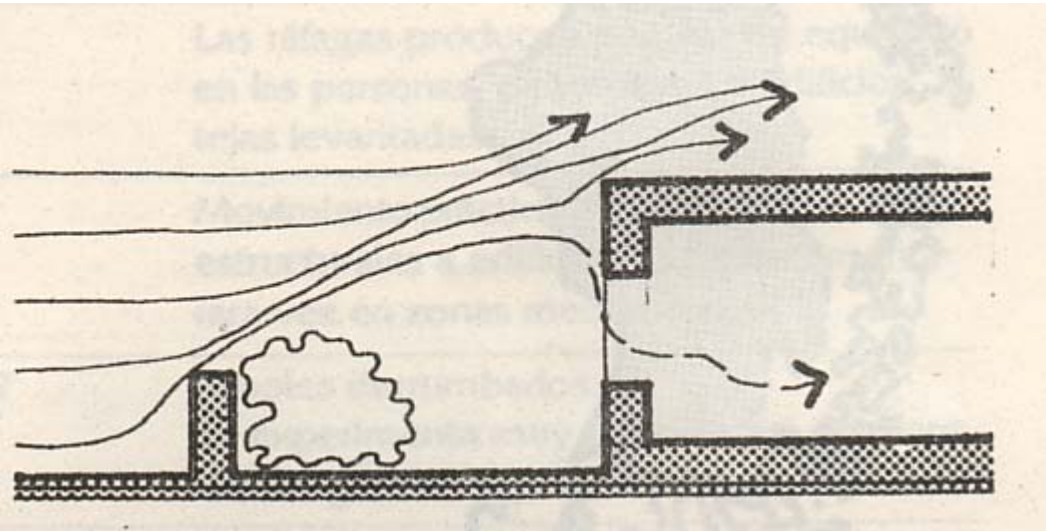
3 augmentation de la vitesse interne du vent



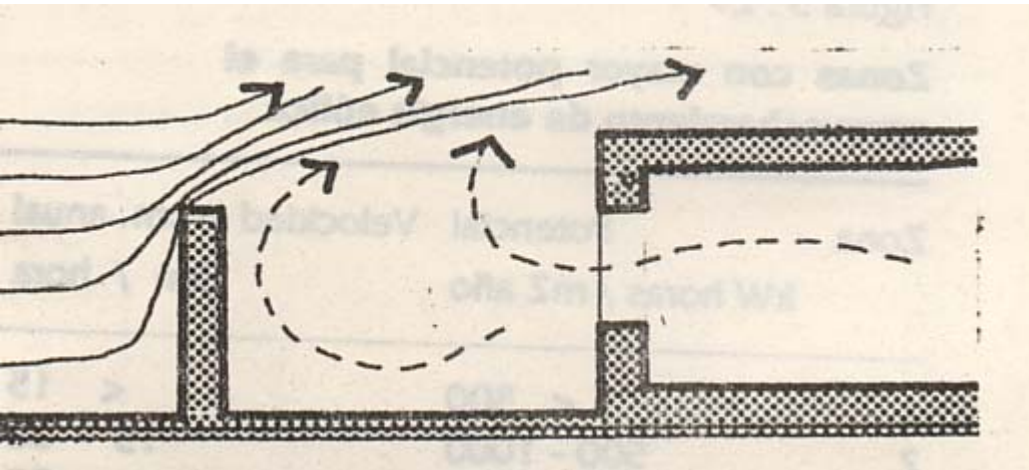
es thermiques

# Architecture bioclimatique

## Le vent et l'architecture



Barrière qui produit une  
zone de basse  
Pression face à la fenêtre



Oct 2012

**Maîtrise des ambiances thermiques**

**C1 mld**

### Ventilation

- **Ventilation provoquée par la force thermique**
- **Mouvements d'air dus à la pression du vent**
- **Les flux d'air réels que l'on rencontre dans les bâtiments résultent des effets combinés de la force thermique et de celle du vent. Elles peuvent opérer dans le même sens ou en sens contraires selon la direction du vent et selon que la température intérieure ou extérieure est plus élevée.**
- **La seule force thermique ne produit qu'un faible mouvement de la masse totale de l'air tandis que la pression de vent peut provoquer un flux d'air à travers toute la pièce, il peut être contrôlé par les détails de conception des ouvertures**

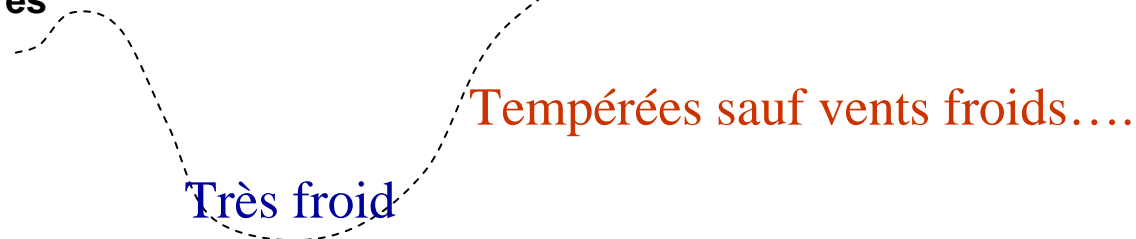
# Ventilation

## orientation des bâtiments et des bais

- **Ventilation naturelle optimale: fenêtres d'entrée directement face au vent?**
- **Meilleures conditions de ventilation sont réunies lorsque le flux d'air doit changer de direction à l'intérieur de la pièce et lorsqu'il se déplace directement de l'entrée à la sortie**

### Topographie

- Dans l'atmosphère la température diminue avec l'altitude.; la température en montagne diminue 0,56 °C avec une ascension de 100,6 mètres en été et 122 mètres en hivers. Cet effet est spécialement important aux tropiques.. (Mexique: 2134 m Brasilia 1067 mètres...
- L'air froid est plus lourd que l'air chaud...les formations concaves du terrain se transforment pendant la nuit en lagunes d'air froid, de même dans certaines vallées
- Sur les laderas des vallées se produisent des petites circulations d'air froid qui se mélangent avec l'air chaud des zones habitées ce qui produit des températures
- intermédiaires



- Des études faites au Canada ont montré que seulement a 11.3 km du lac d'ONTARIO il y avait des chutes de température de 17,7°C

Alvaro Siza (1933)

L'utilité de l'architecture dépend de son engagement dans la complexité des transformations qui parcourent l'espace