



ECOLE
NATIONALE
SUPERIEURE
D'**A**RGHITECTURE
DE
PARIS **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°1-2 et 3

MARIA LOPEZ DIAZ
purylopezdiaz@hotmail.com

C1 : 11 oct 2013

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**

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

2. Introduction : Importance du sujet

Quels :
climats ? cultures ? usages ?

Différent es:

climats = différentes réponses pour obtenir le confort

cultures = conforts 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 utilisées?

La consommation de matériaux : 3 tonnes par m² de bâti
l'énergie nécessaire pour les fabriquer atteint les
2.500 KWh par m² 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 m² de logement est responsable de 1,9 tonne de CO₂ (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:

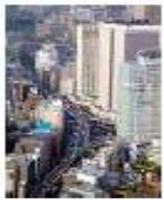
Des enjeux énergétiques climatiques et environnementaux majeurs

Quelques chiffres:

2. Introduction : Importance du sujet



1.1- Enjeux énergétiques et économiques

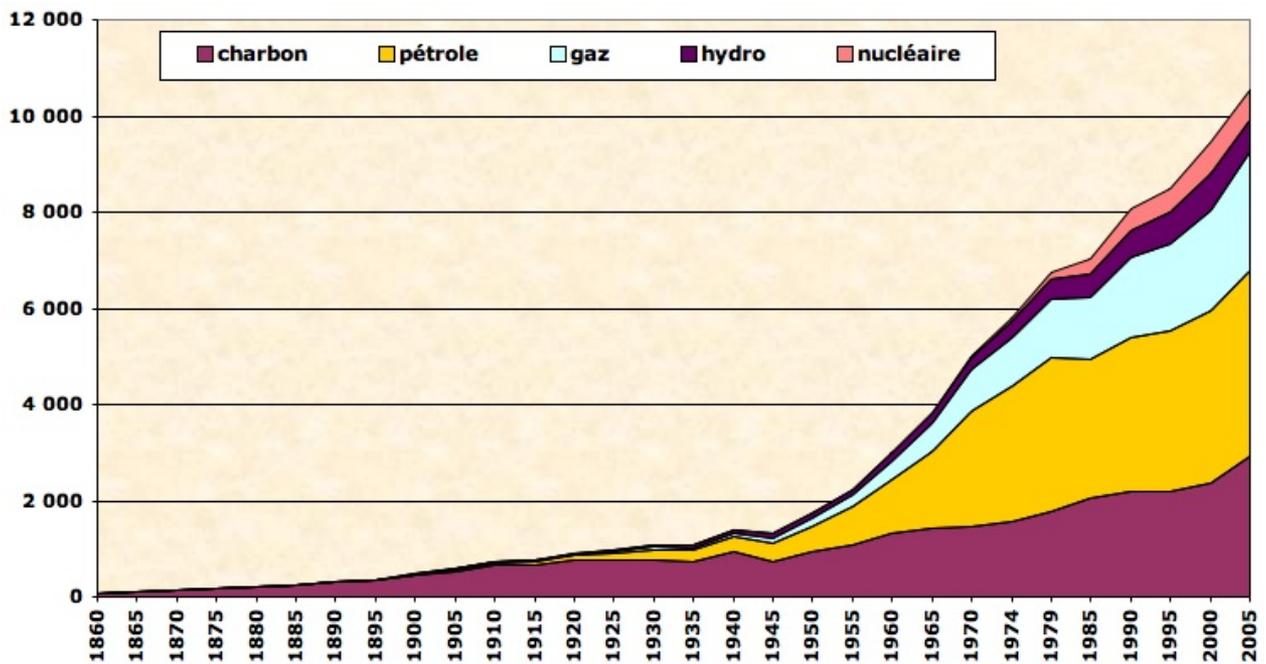
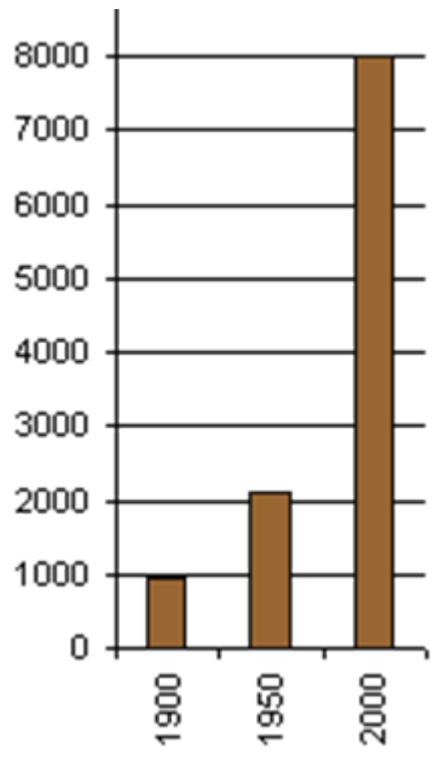


2. Introduction : Importance du sujet

Production mondiale d'énergie primaire
8 Milliards de tep

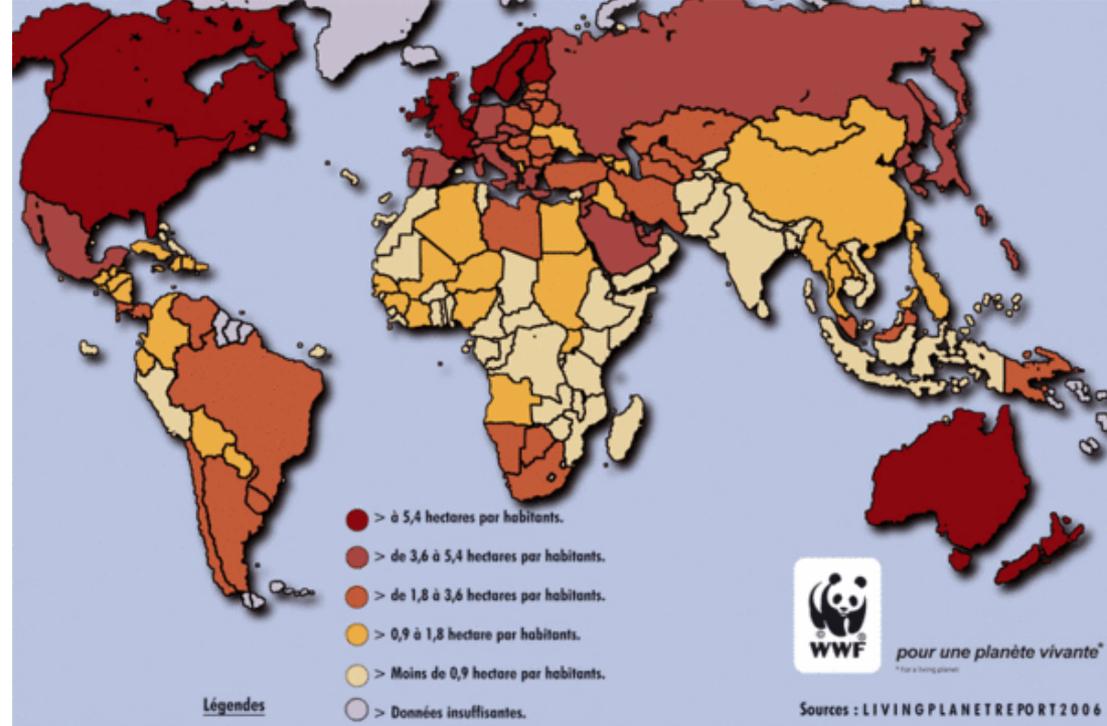
Les pays émergents contribuent pour 2/3 à cette augmentation globale

- Les facteurs qui pèsent sur l'évolution de la demande d'énergie dans le monde sont :
- l'accroissement de la population mondiale (9 à 10 milliards d'habitants à l'horizon 2050),
 - des efforts des pays en voie de développement pour combler leur décalage économique (croissance de 8 à 10% en Chine et en Inde),
 - du maintien d'une légère croissance de la demande énergétique dans les pays développés, la demande d'énergie primaire poursuit sa croissance mais sa répartition géographique se modifie.



Evolution de la demande énergétique mondiale

2. Introduction : Importance du sujet



L'empreinte écologique est un indicateur et un mode d'évaluation environnementale qui comptabilise la *pression* exercée par les hommes envers les ressources naturelles et les « services écologiques » fournis par la nature.

Elle mesure les surfaces biologiquement productives de terres et d'eau nécessaires pour produire les ressources qu'un individu, une population ou une activité consomme et pour absorber les déchets générés, compte tenu des techniques et de la gestion des ressources en vigueur.

Cette surface est exprimée en hectares ayant une productivité égale à la productivité moyenne¹

2 Introduction :

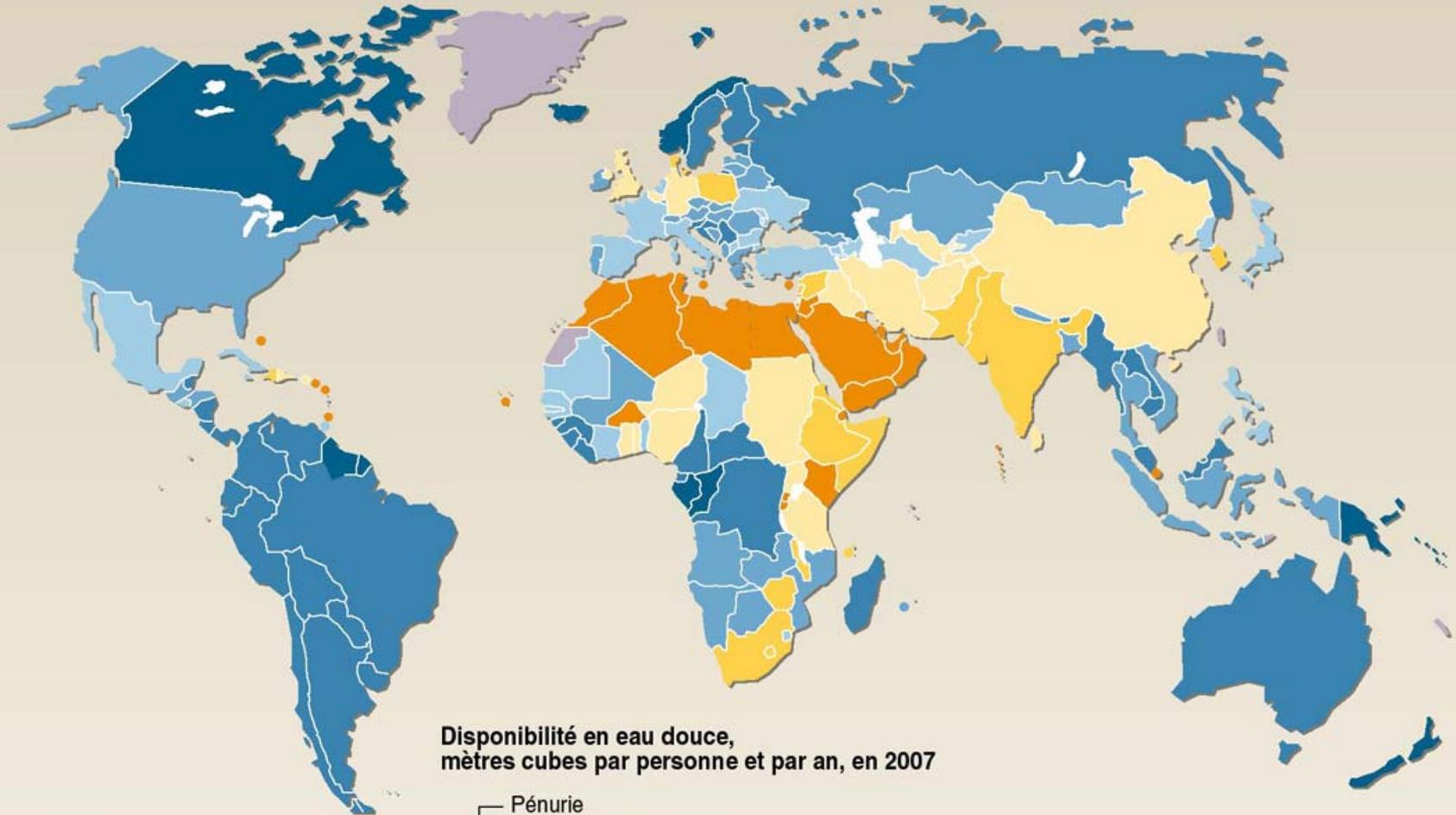
Importance du sujet.

- **Les objectifs du Protocole de Kyoto**
 - **Réchauffement climatique: réponse planétaire**
 - **Pays développées réduire émissions de CO2..
Permis d'émissions , échanges...**
 - **Pays en développement: développement propre**

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.

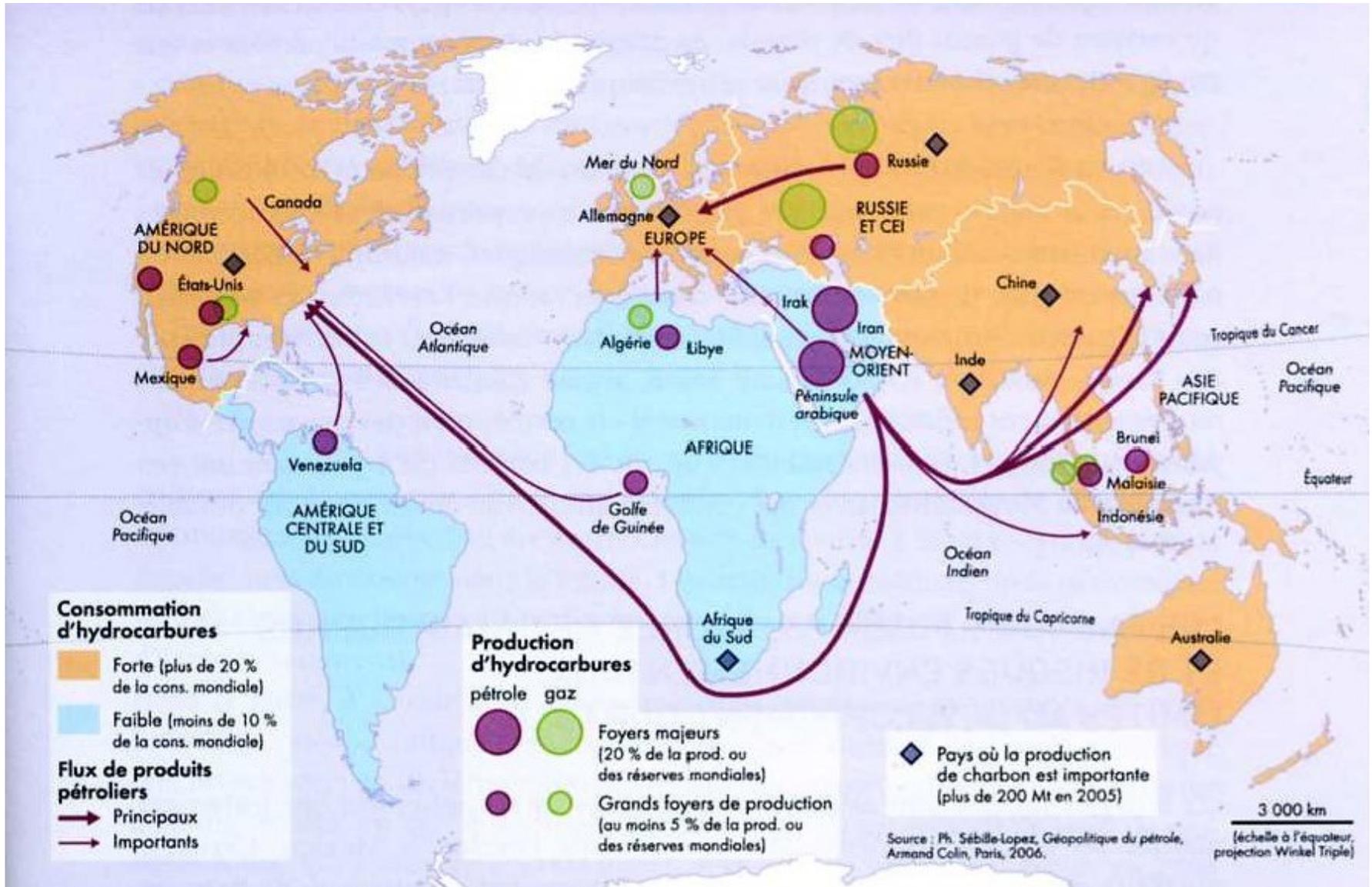
L'eau



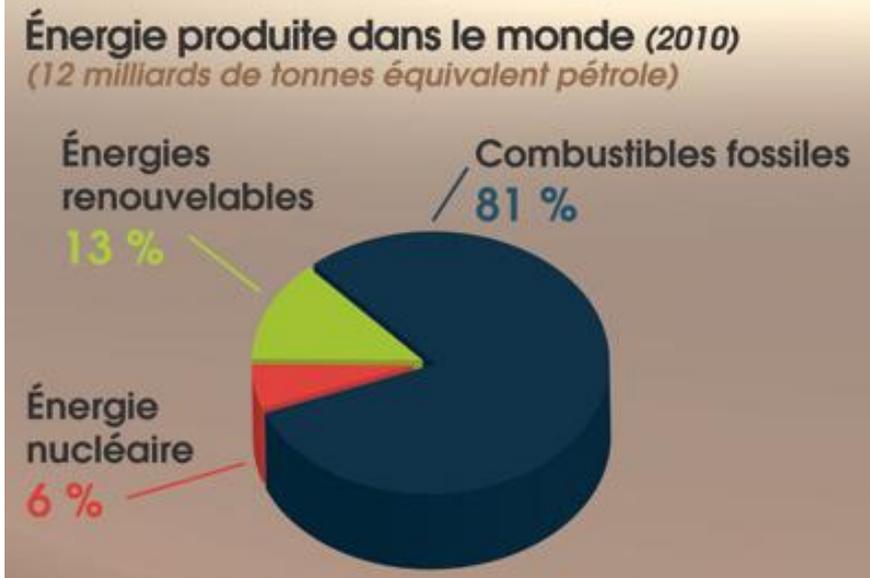
Source : FAO, Nations unies, World Resources Institute (WRI).

PHILIPPE REKACEWICZ
FÉVRIER 2008

Pétrole gaz charbon



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).

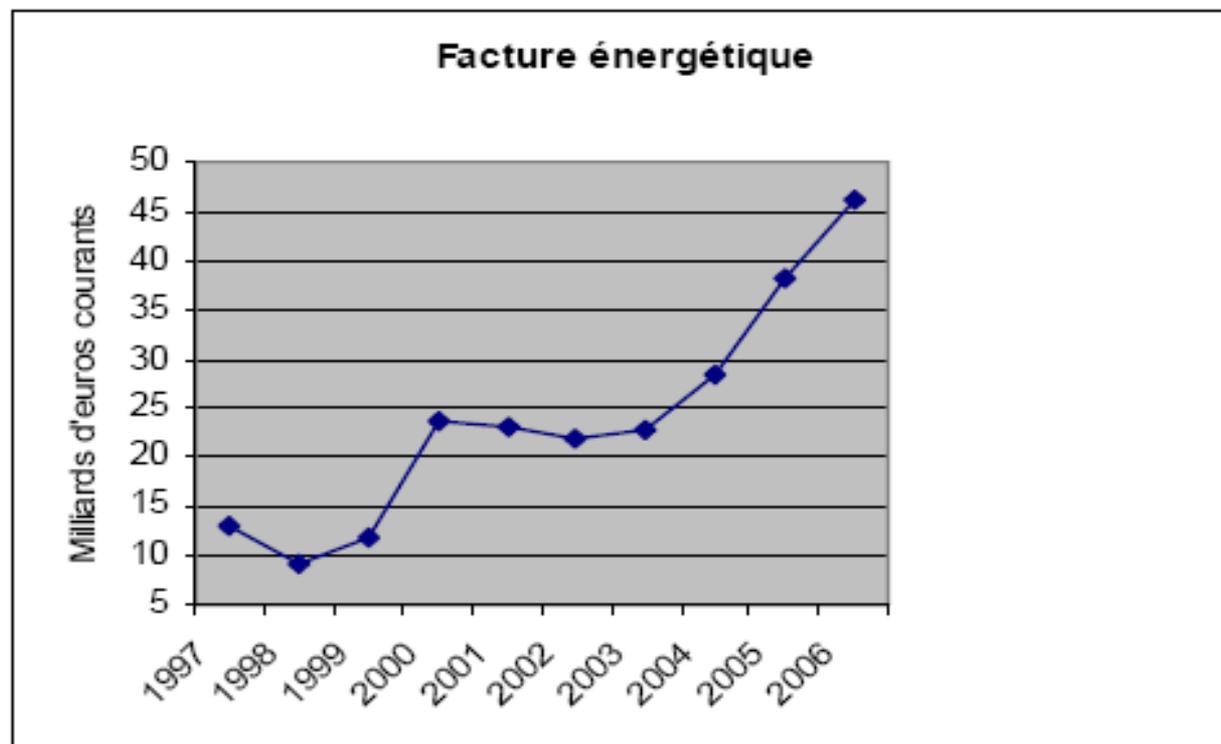
2. Introduction : Importance du sujet

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)...
 - 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

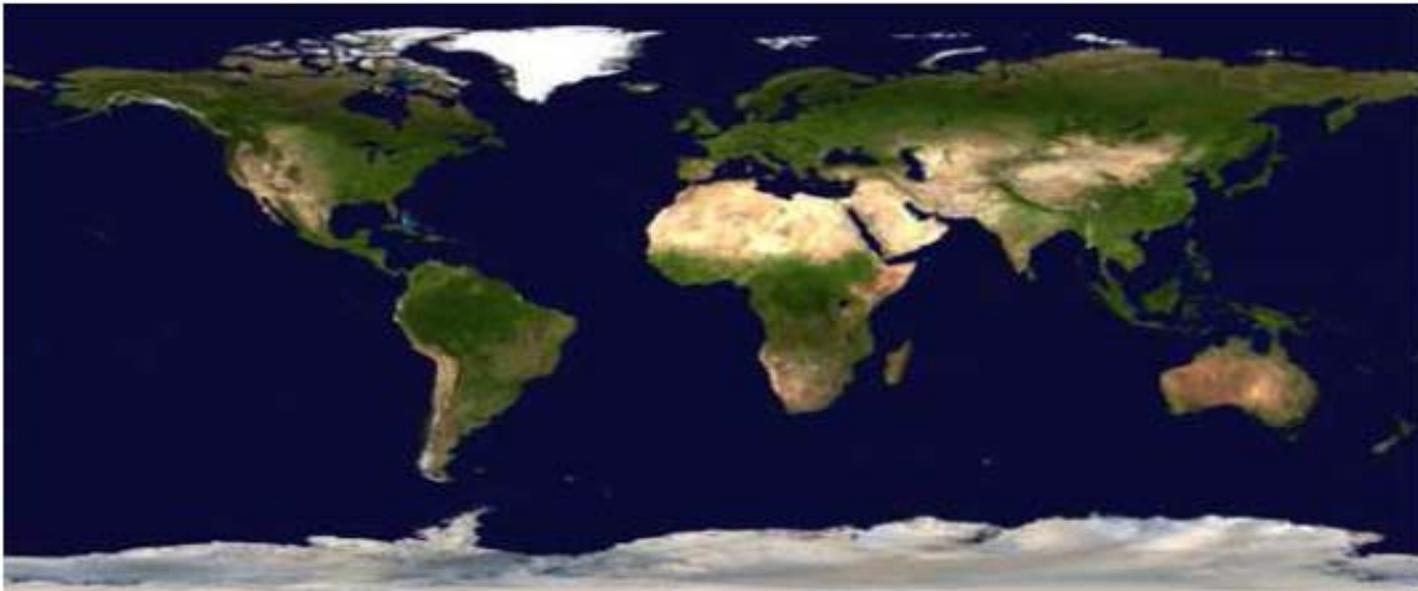
■ Des énergies rares et de plus en plus coûteuses, illustration par le pétrole et l'oxyde d'uranium:



2. Introduction : Importance du sujet



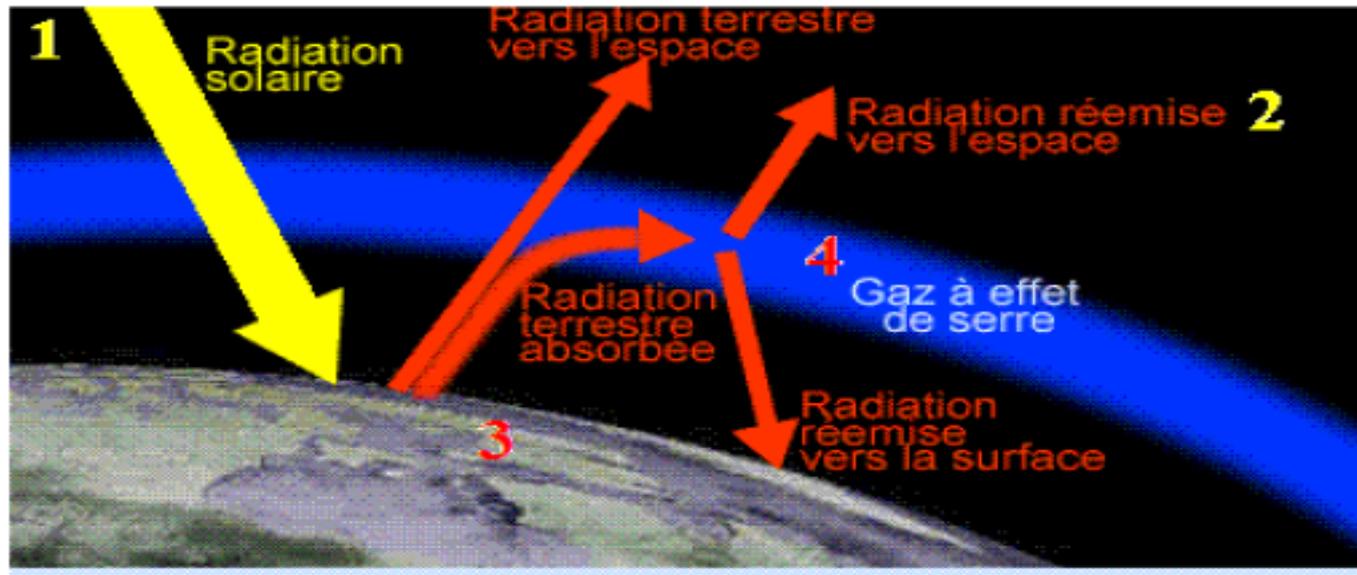
1.2- Enjeux climatiques & environnementaux



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 °C au lieu de 15 °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 CO_2 dans l'atmosphère: 0,03 %.
Température moyenne: $+15\text{ °C}$,
(Entre 15 et 50 °C sur la Terre était située sur la même orbite que Vénus).



Vénus $R= 6050\text{ km}$ – Distance au Soleil: 110 millions km.
Concentration CO_2 dans l'atmosphère: 96%.
Température: $+420\text{ °C}$.

2. Introduction : Importance du sujet

■ LES ENJEUX DU GRENELLE

■ ... 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 (CO₂)

■ Les objectifs nationaux

- Diviser par un facteur 4 d'ici 2050 les émissions de CO₂ 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

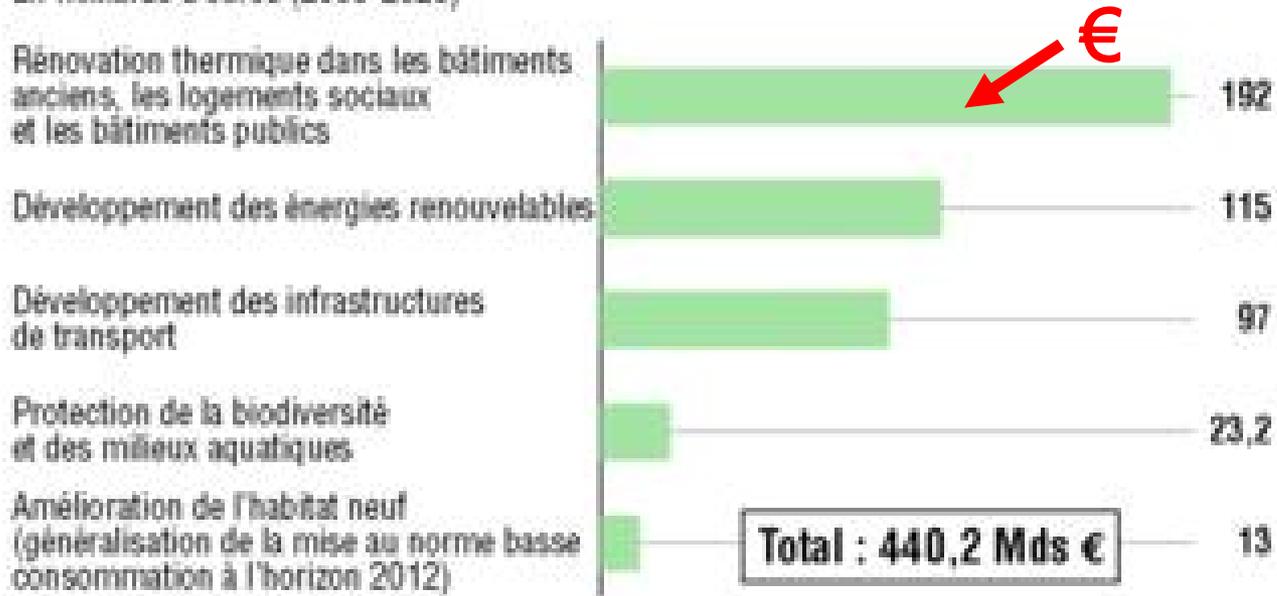
- **Professionnelles** : formation/compétence des acteurs de l'amélioration de l'habitat

■ 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 (30millions 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,

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**

Eco construction	Eco gestion	Confort	Santé
<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>9. Hygrothermique</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

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

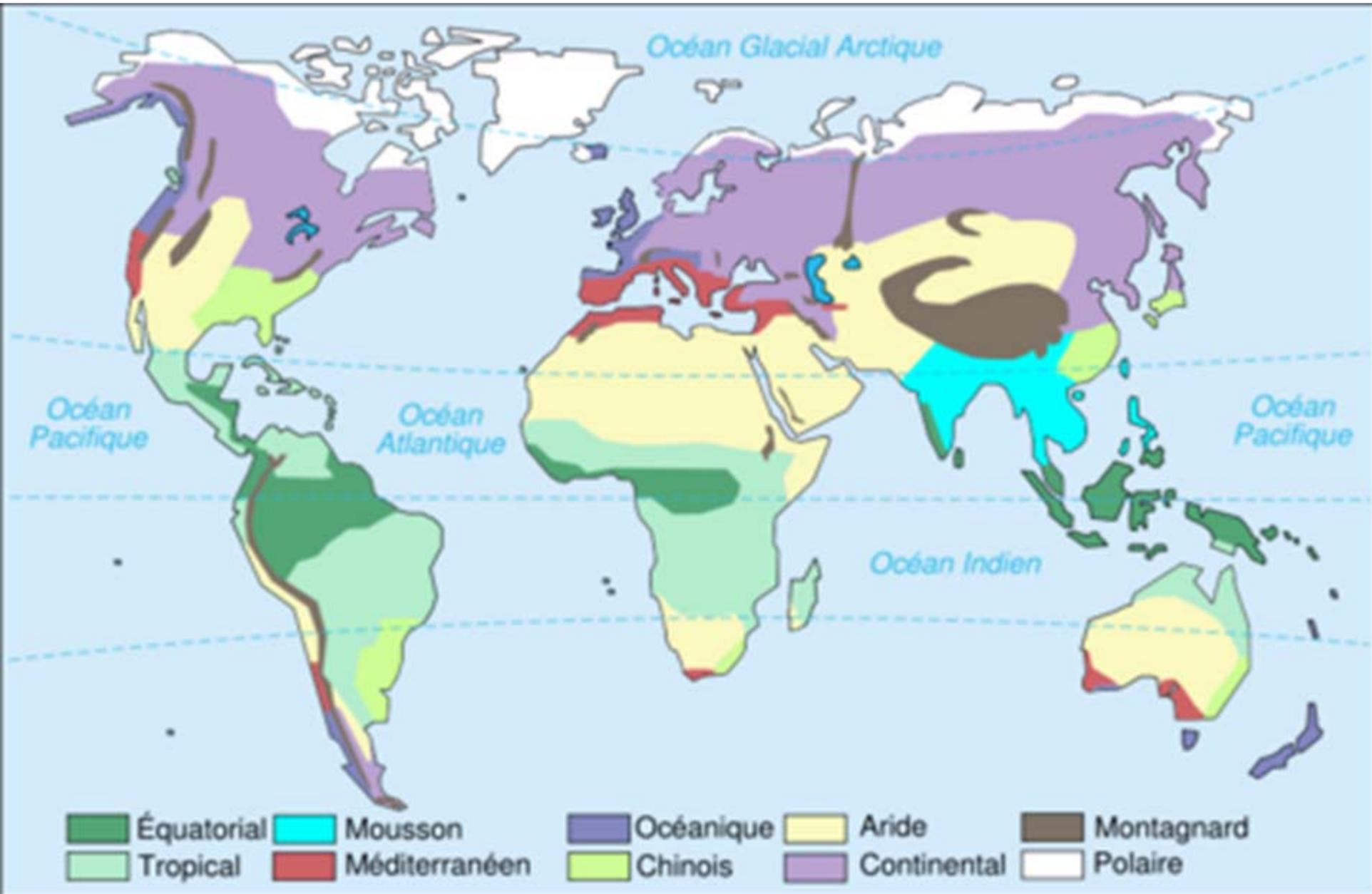
=

adéquation entre le **climat**

et les

Besoins des humains

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



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?

KLIMA

=

inclinaison de la terre par rapport au Soleil

Climat?

Innombrables classements

=

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

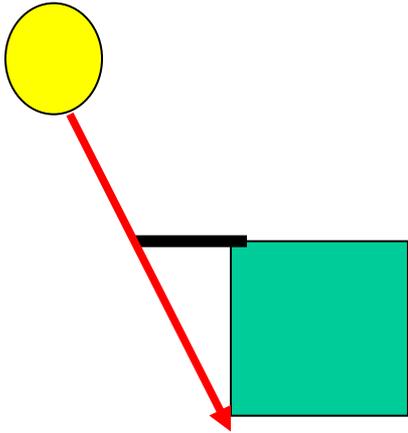
**Agricoles ? Aviation?
architecture?**

Références:

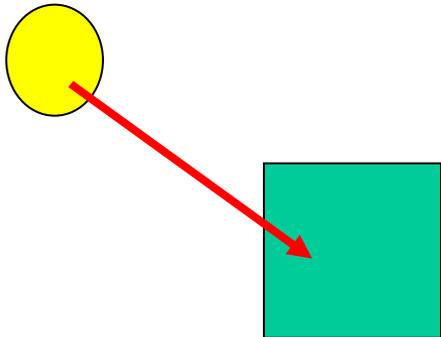
**Atlas climatique pour la construction CSTB
Bien être : architecture et climat , Victor OLGAYAY editions GG**

Climat?

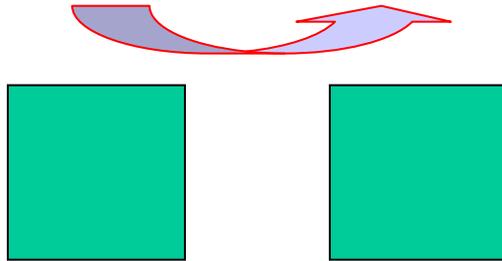
- sens conventionnel : les climats sur la surface de notre planète sont très divers, chauds froids secs humides etc.
- Ils changent selon l'époque de l'année, avec les variations d'altitude du sol, ou bien en fonction des vents.
- De toute cette variété de climats, au moment d'analyser l'architecture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



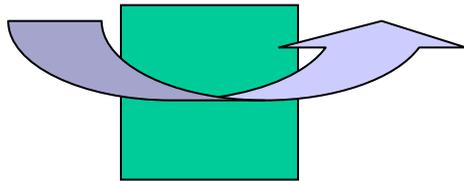
Protection solaire



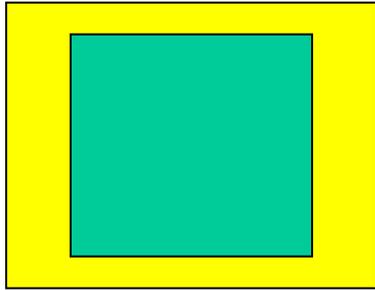
Captation solaire



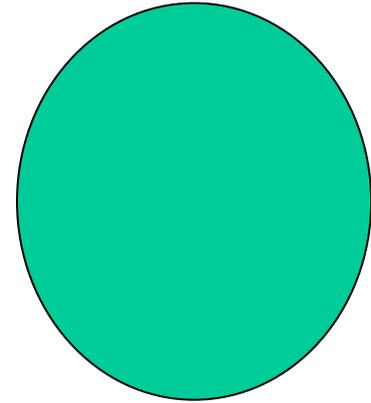
Protection au vent



Captation du vent



Résistance



Compacité?



Inertie



C2 18 octobre 2013

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





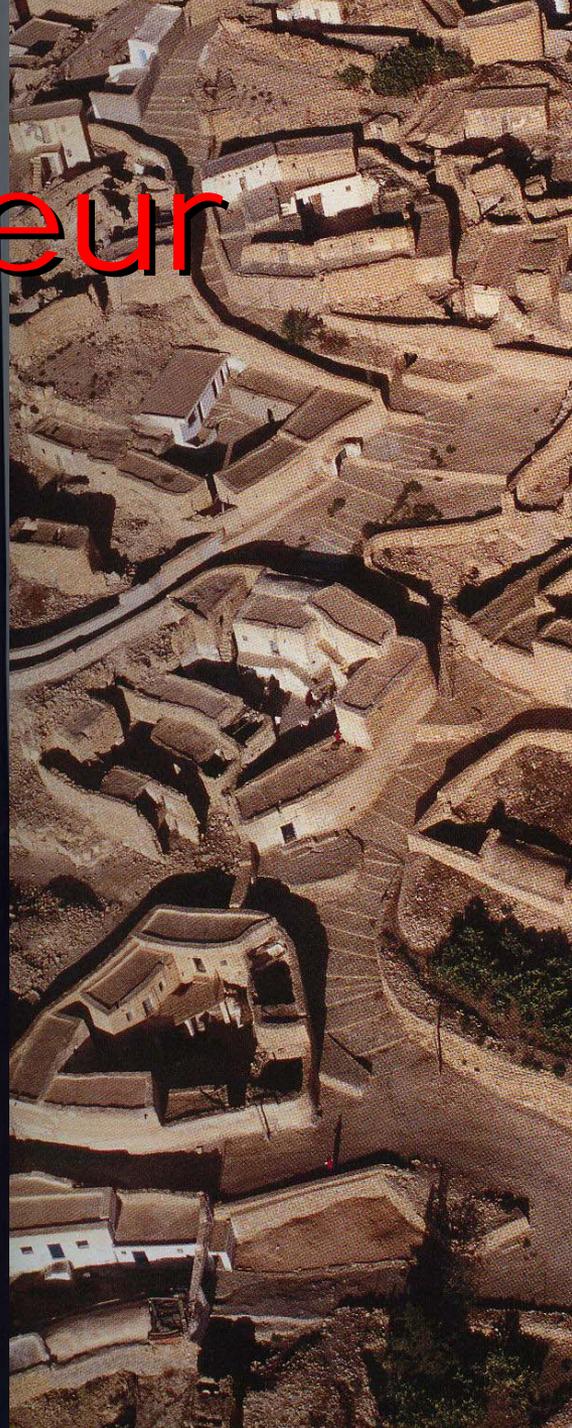
Le vent...
une
alliance
à établir



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



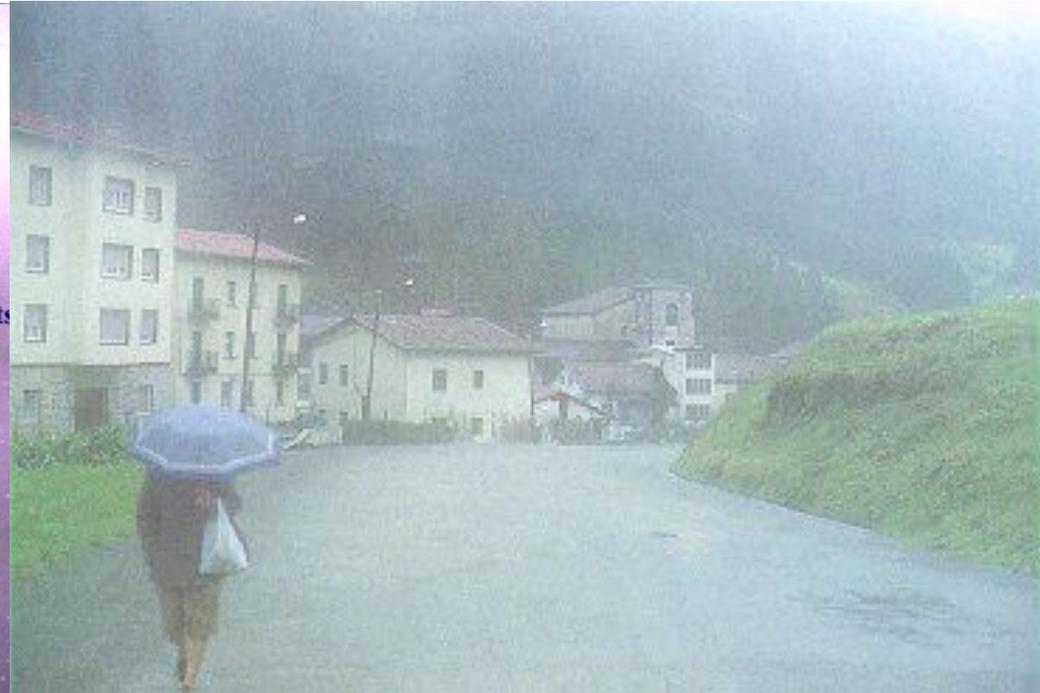
les villes?

-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

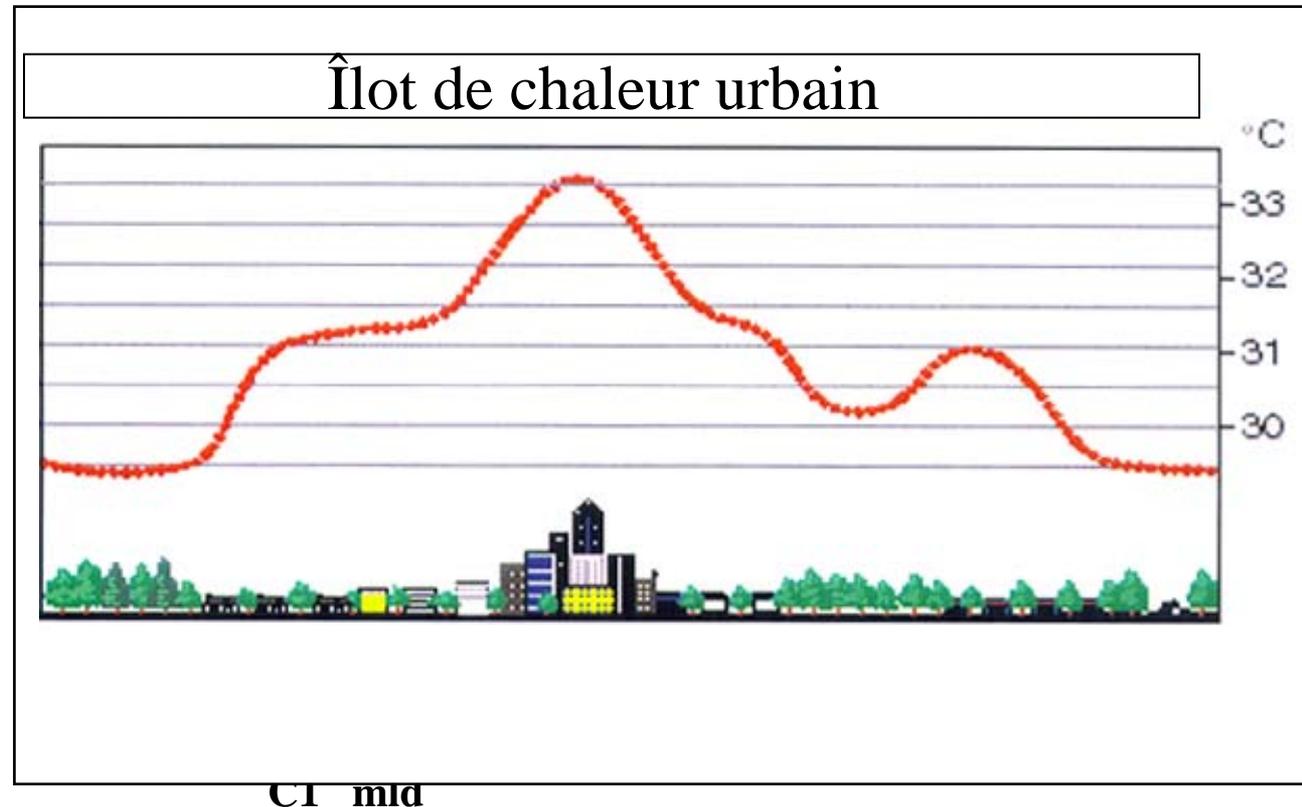
ref bibliog:

Les îlots de chaleur urbains

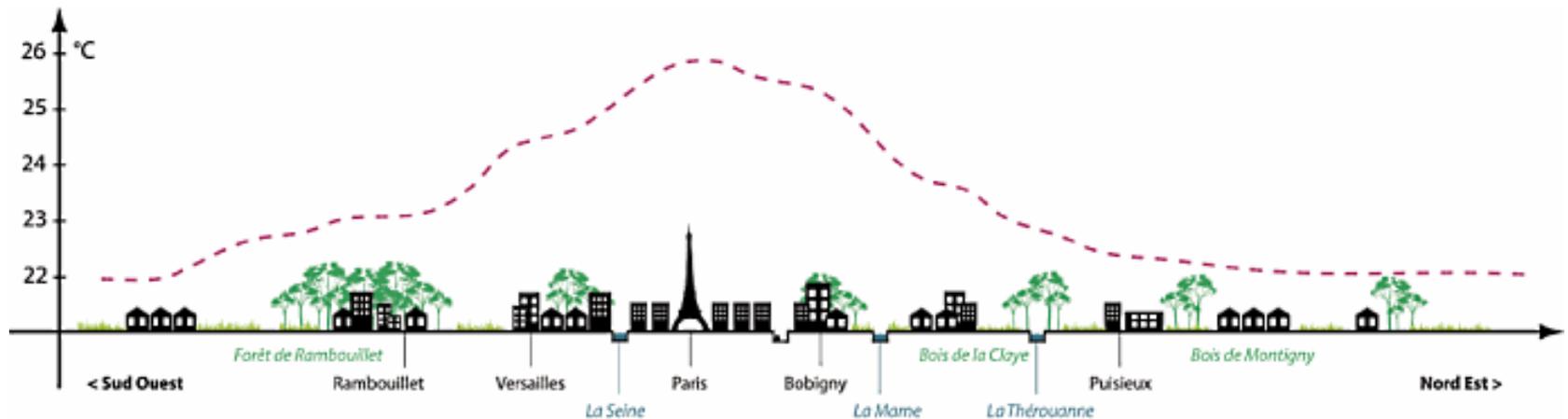
Répertoire de fiches connaissance



- 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 2013



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

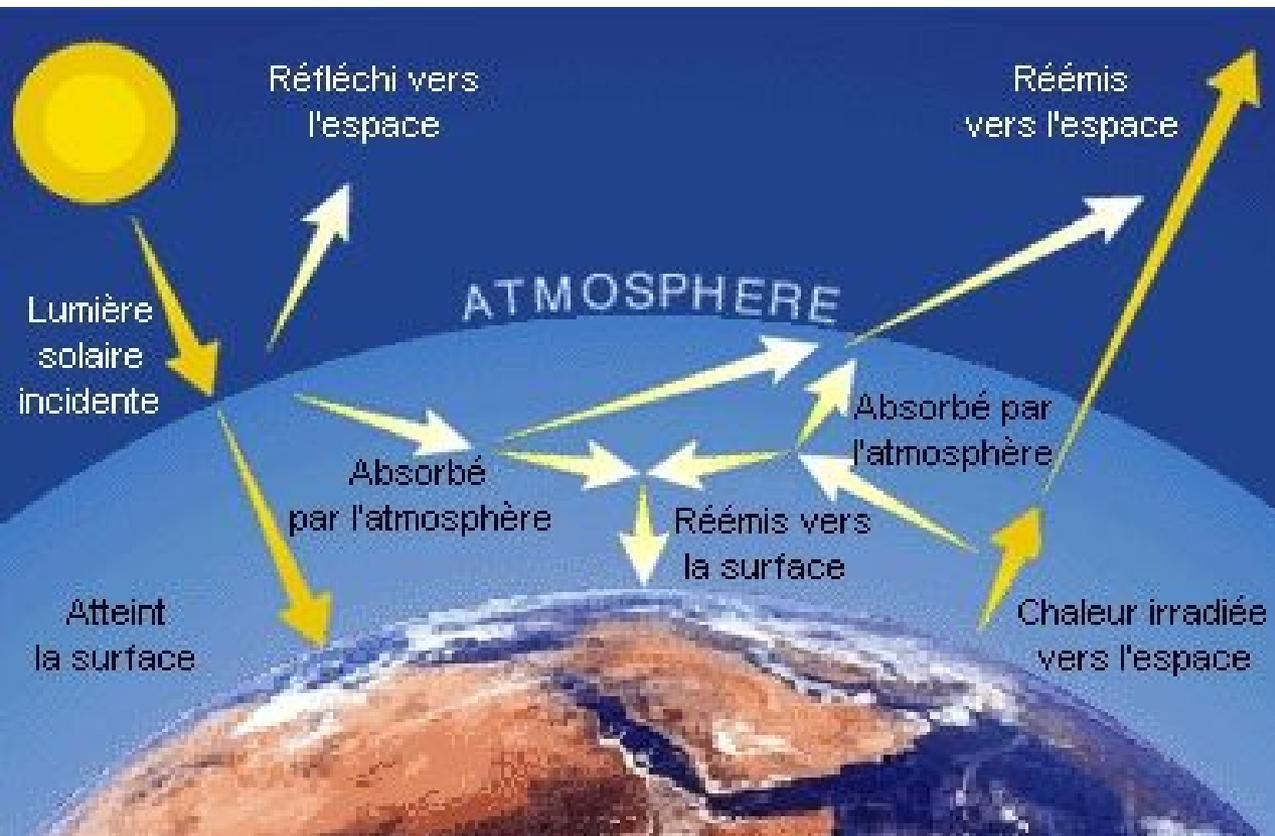
L'effet d'îlot de chaleur est engendré par la ville, sa morphologie, ses matériaux, ses conditions naturelles, climatiques et météorologiques, ses activités.... Mais, à l'inverse, il influence le climat de la ville (températures, précipitations), les taux et la répartition des polluants, le confort des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



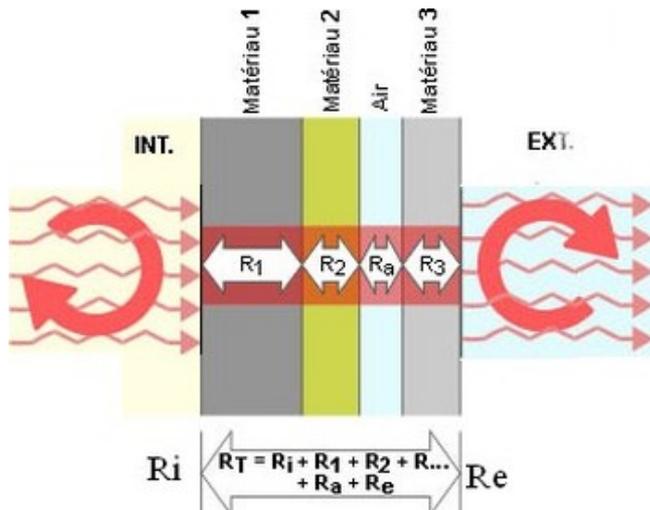
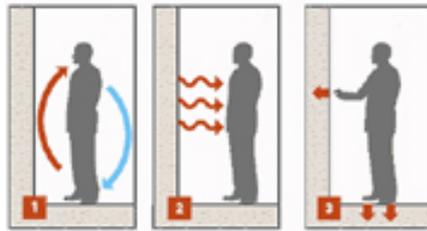
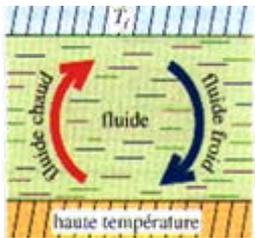
les villes?

Microclimats îlots de chaleur urbains

Sources de chaleur

rappel

À l'échelle du bâtiment



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

1.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.

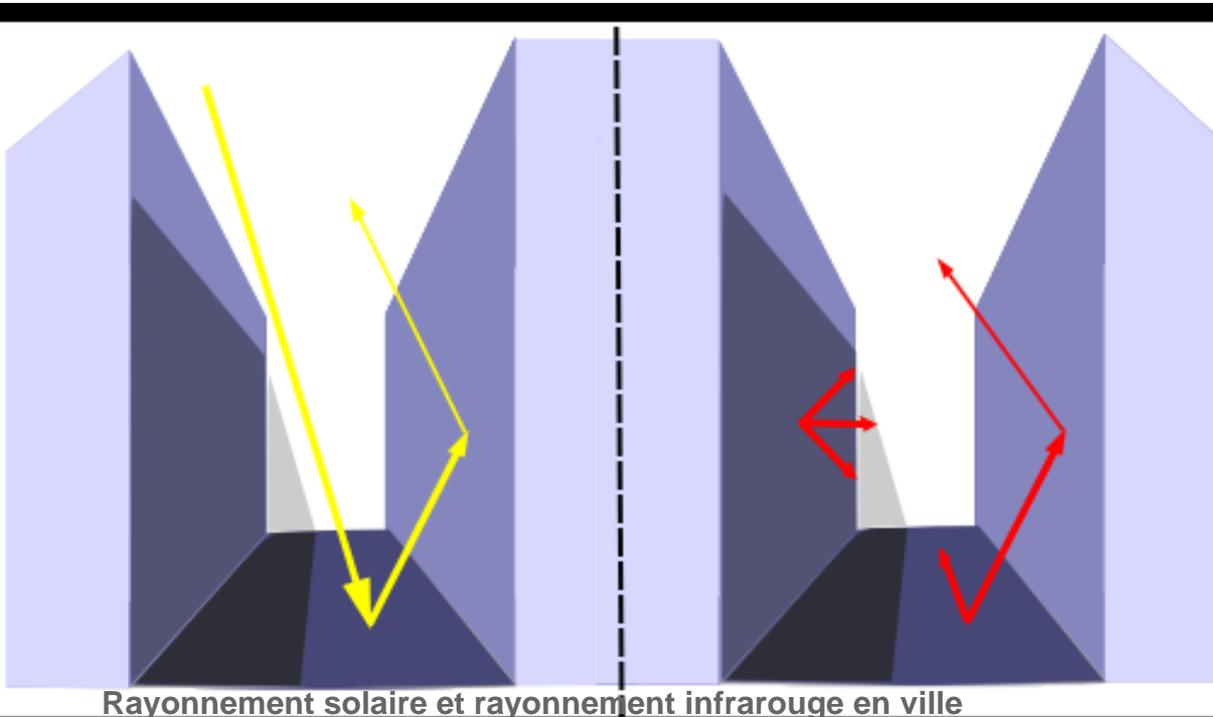
C'est ainsi que se crée un « dôme » au-dessus de la ville où les masses d'air se déplacent dans un mouvement ascendant.

les villes?

Microclimats îlots de chaleur urbains

Sources de chaleur

2.rayonnement



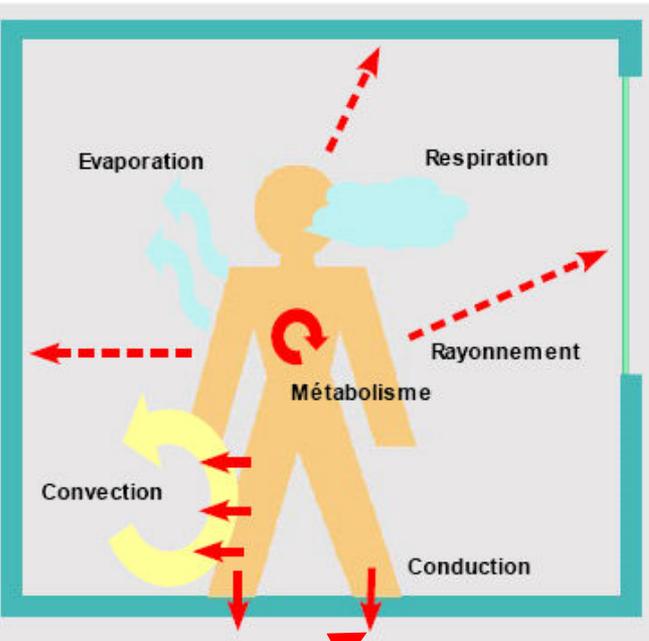
A l'échelle de la ville, l'énergie reçue du Soleil et de l'atmosphère est à son tour absorbée et réfléchiée en partie par les matériaux de la ville. Lorsqu'elle est absorbée, elle chauffe les bâtiments et les différents revêtements et couverts urbains ; la partie réfléchiée est renvoyée.

les villes?

Microclimats îlots de chaleur urbains

Sources de chaleur

3. 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 $\text{KJ/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ – Kilo Joule par mètre cube par degré Celsius)

les villes?

Microclimats îlots de chaleur urbains

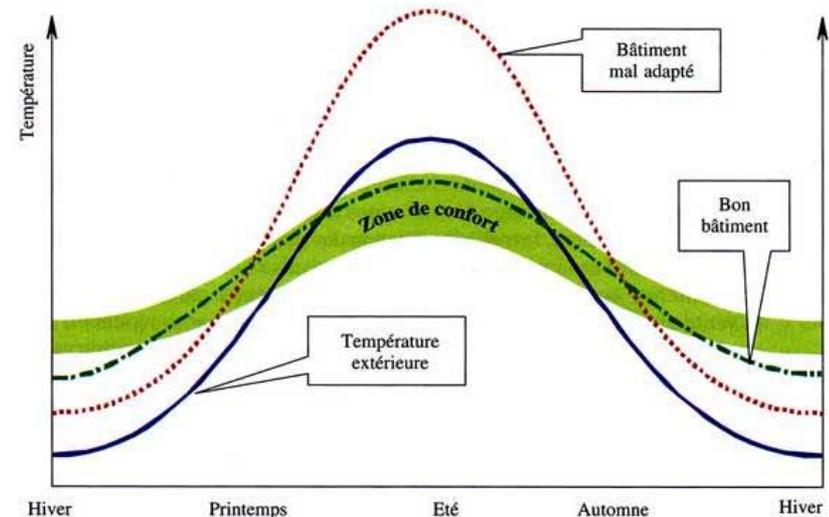
Cette capacité thermique dépend de trois paramètres propres à chaque matériau :

- la **capacité de conductivité**, c'est-à-dire la capacité à répartir la chaleur dans un matériau,
- la **capacité thermique massive**, à savoir la capacité de réchauffement d'un matériau, et
- la **densité**, le rapport entre son poids et son volume.

De manière générale, plus un matériau est lourd et épais, plus il est inerte : la chaleur circulera moins vite à l'intérieur et il mettra plus de temps à atteindre une température uniforme. De plus, il faudra qu'il reçoive un flux thermique important pour monter en température.

Mais, à l'inverse, une fois chaud, il mettra tout autant de temps à se refroidir.

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.



les villes?

Microclimats îlots de chaleur urbains

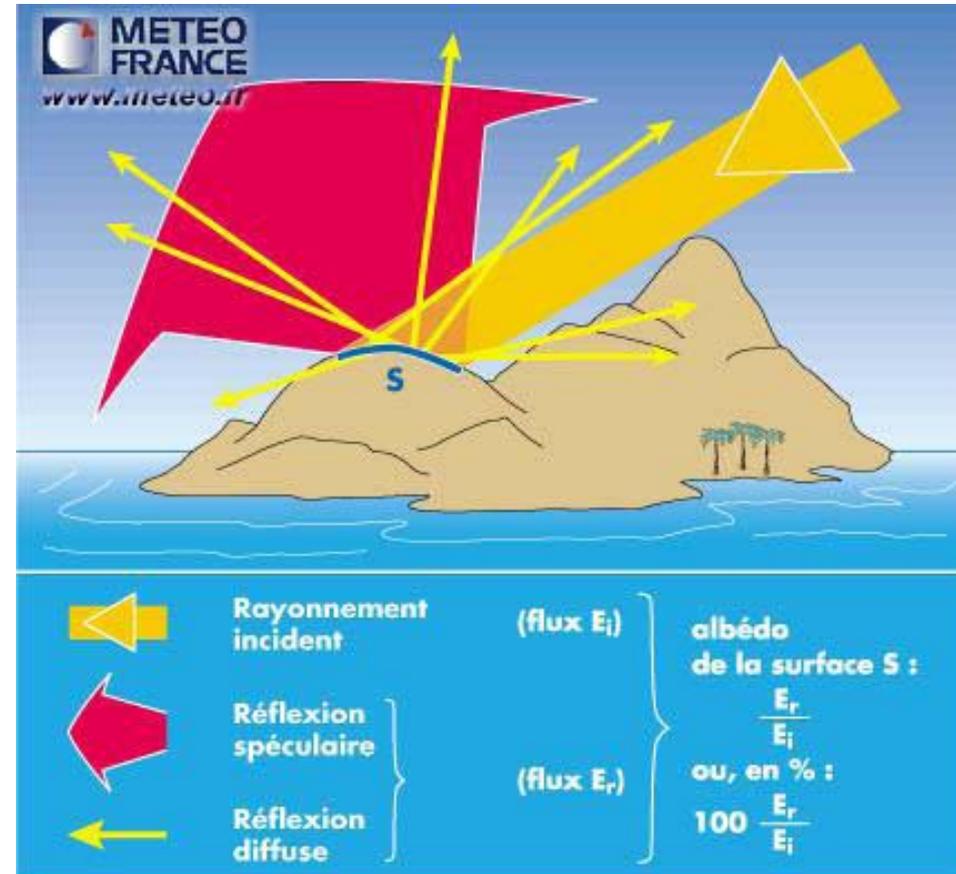
Sources de chaleur

L'albédo

L'albédo est le deuxième paramètre des matériaux qui influe sur leur comportement face à la chaleur, **il représente l'énergie solaire réfléchie par rapport à l'énergie solaire reçue**

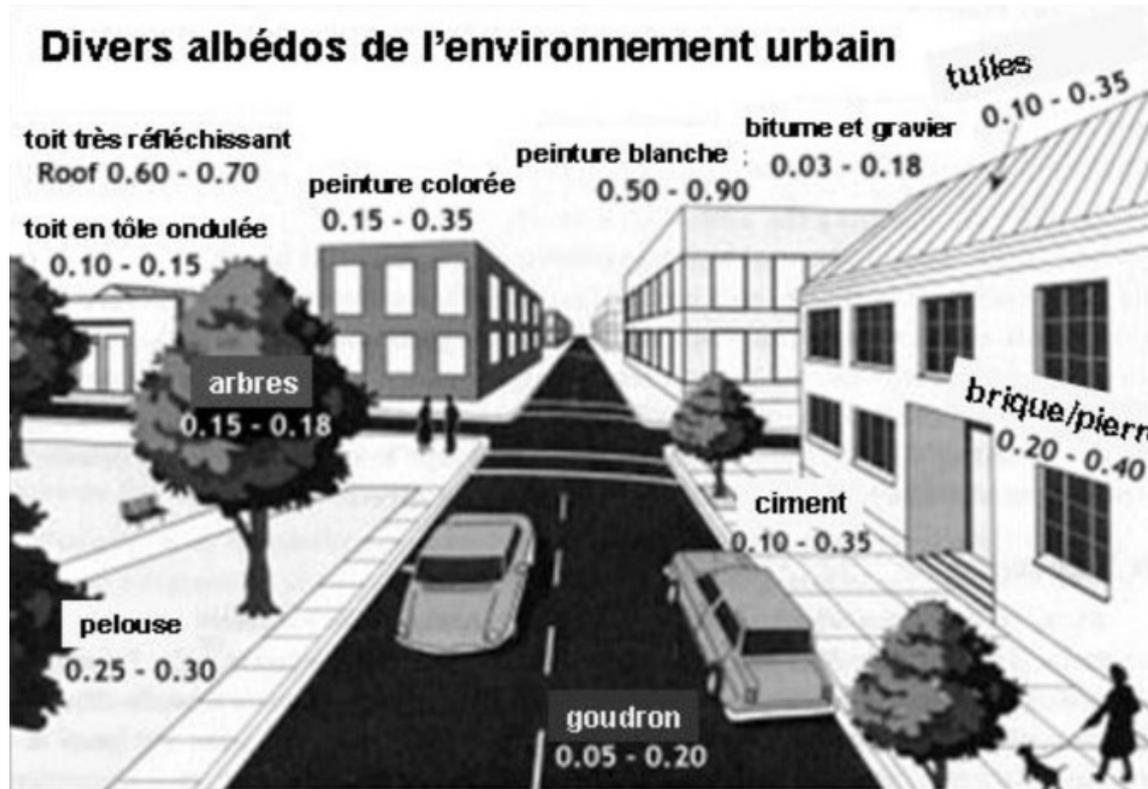
(Énergie réfléchie / Énergie reçue).

Il s'exprime en fraction de 0 à 1, où 1 représenterait une surface qui réfléchirait 100 % de l'énergie et 0 une surface qui absorberait entièrement les rayonnements sans aucune réflexion



les villes?

Microclimats îlots de chaleur urbains



Appliquée aux matériaux urbains, cette donnée physique détermine leur capacité d'absorption ou de réflexion de l'énergie reçue et ainsi leur température

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

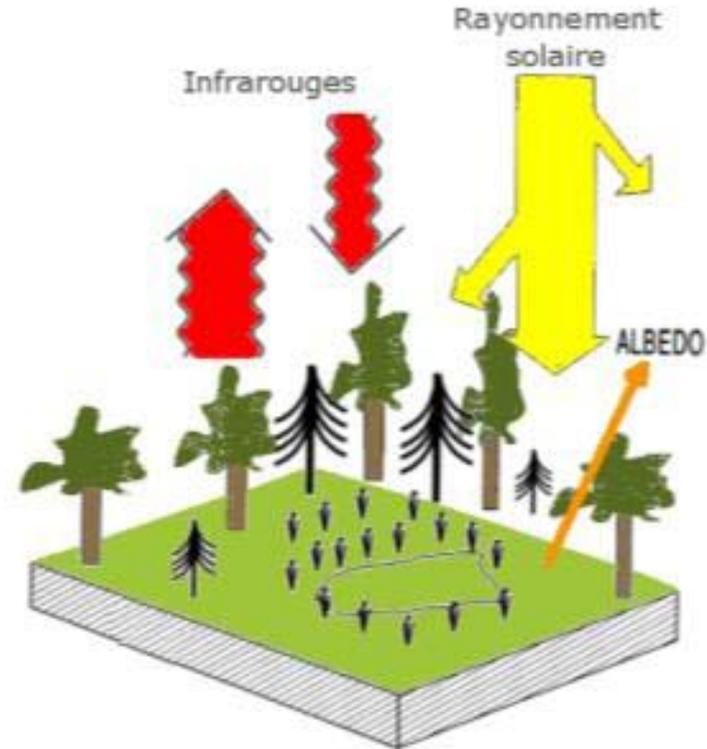
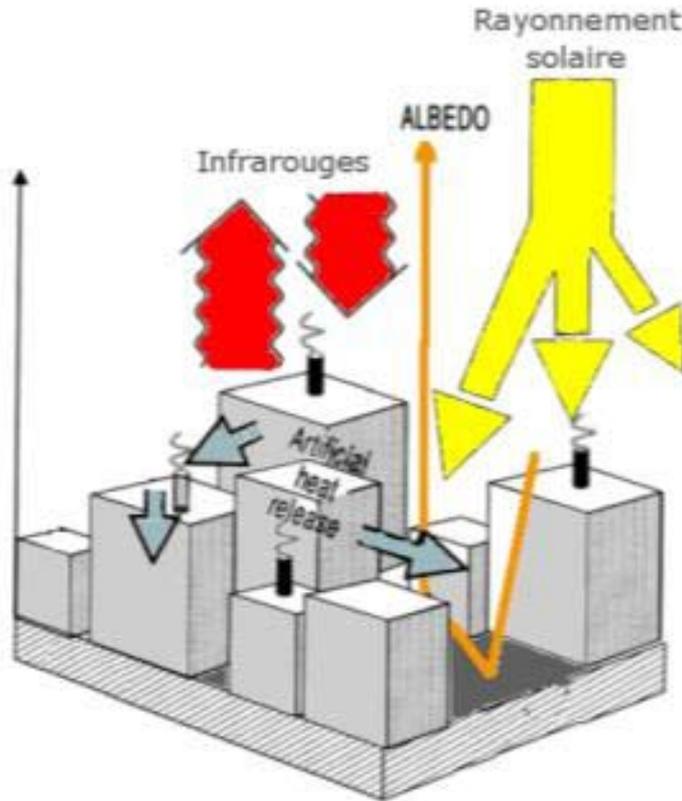
Ex: béton

soumis aux rayonnements solaires, mais aussi aux rayonnements de réflexion il 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



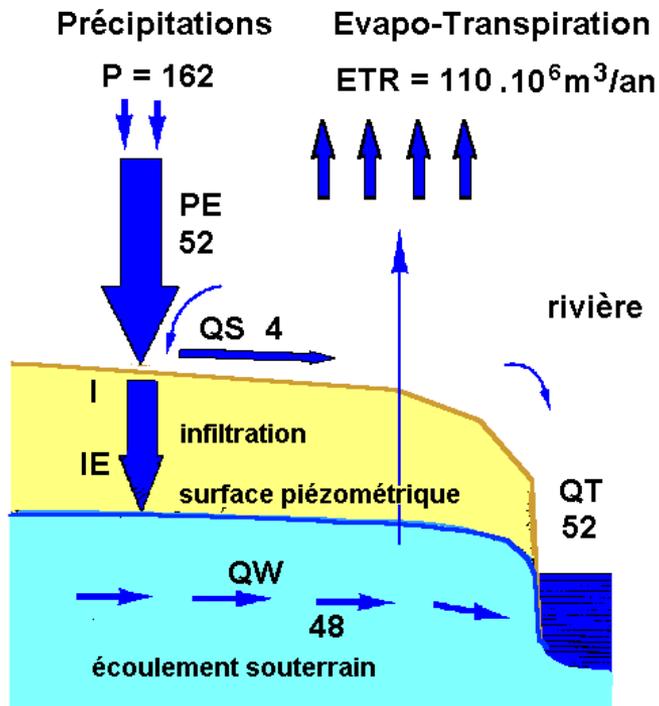
- Densité de construction
- Types de surfaces de matériaux
- Longueur de rugosité

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



P 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 ;

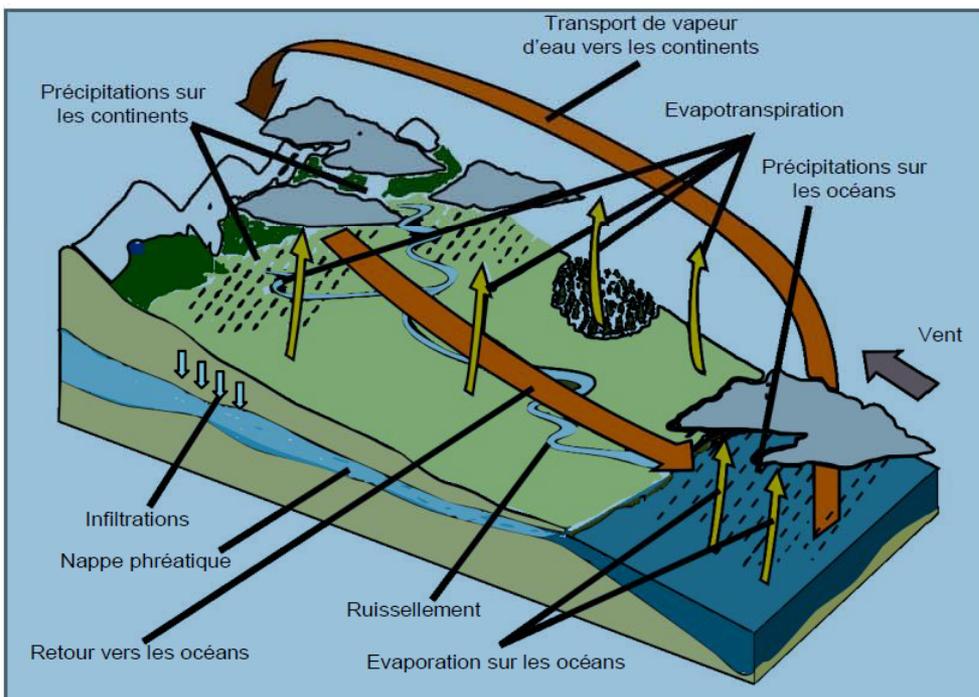
vapeur d'eau transportée par advection (déplacement horizontal des masses d'air).

$$PE = P - ETR$$
$$52 = 162 - 110$$

$$QT = QS + QW$$
$$52 = 4 + 48 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$$

L'eau sur la Terre

Les mers et océans concentrent 97 % de l'eau présente sur Terre sous forme d'eau salée. L'eau douce ne représente donc que 3 % et se répartie dans les glaciers (76,632 %), les eaux souterraines (22,85 %), les lacs (0,279 %) l'humidité des sols (0,195 %), l'atmosphère (0,036 %), les fleuves et les rivières (0,005 %) et la biosphère¹ (0,003 %).



L'eau présente sur terre suit naturellement un cycle généré par l'énergie solaire. L'eau qui est précipitée sur Terre peut s'évaporer (65 % des précipitations), ruisseler à la surface terrestre vers les cours d'eau (24 %), ou s'infiltrer (11 % des précipitations). L'eau évaporée dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau se condense ensuite pour donner lieu à de nouvelles précipitations.

Le cycle de l'eau

Source : Betrando, 2004

Le cycle de l'eau est donc un système stable où toute perte d'eau à un endroit du système terrestre est compensée par un gain ailleurs. Ainsi, le volume d'eau sur Terre reste constant.

les villes?

Microclimats îlots de chaleur urbains

Les 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 ».

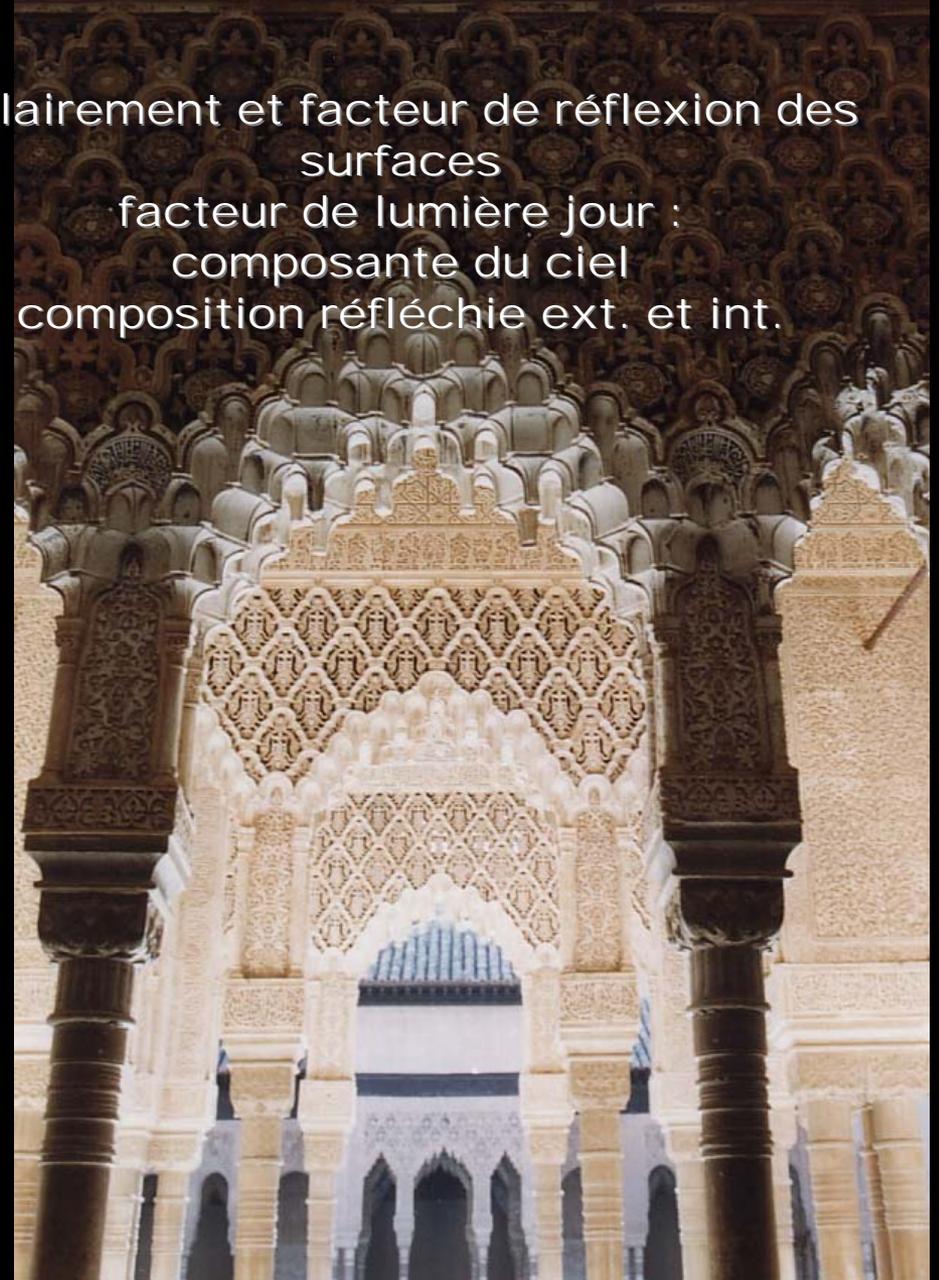
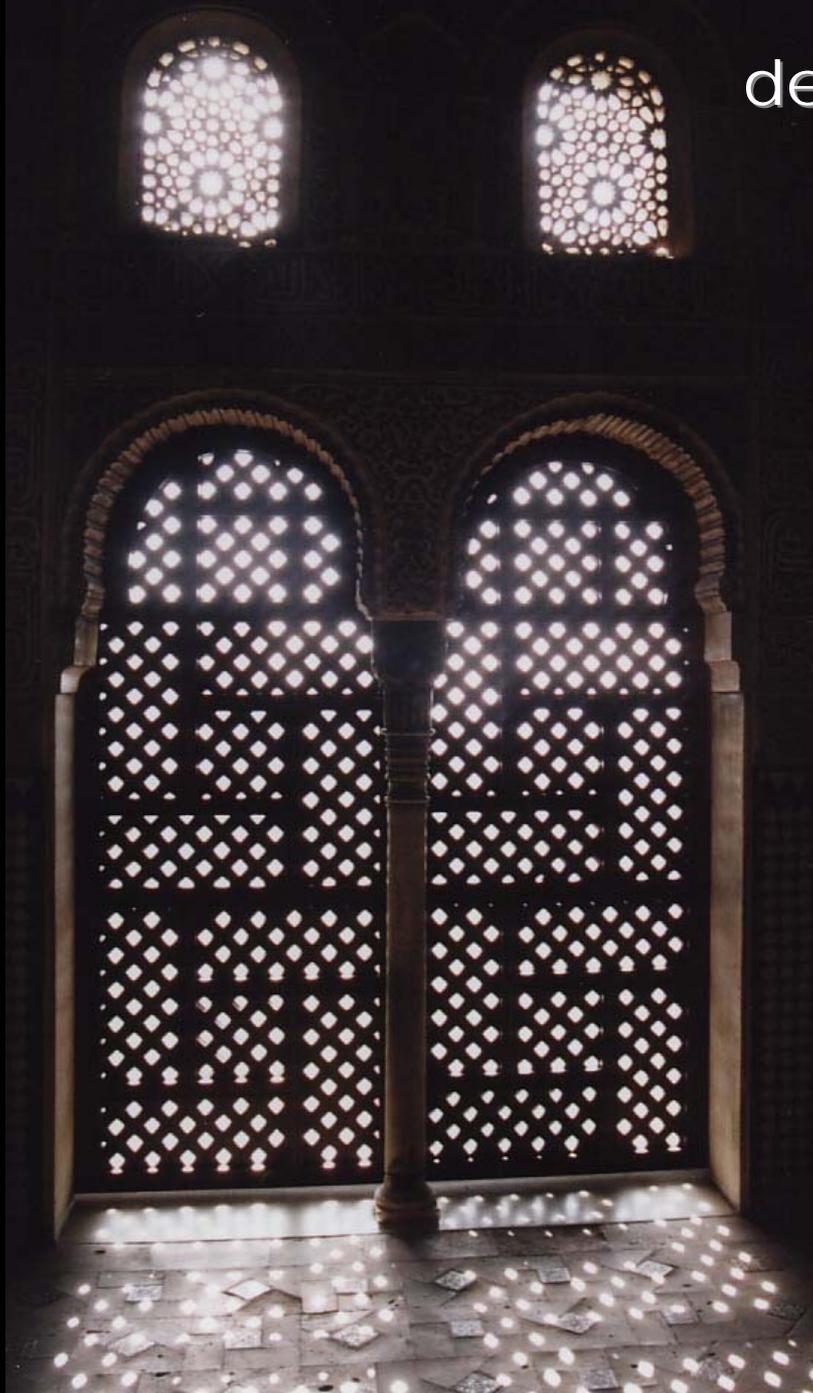
Ils constituent, parfois,
des filtres subtiles à la lumière

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



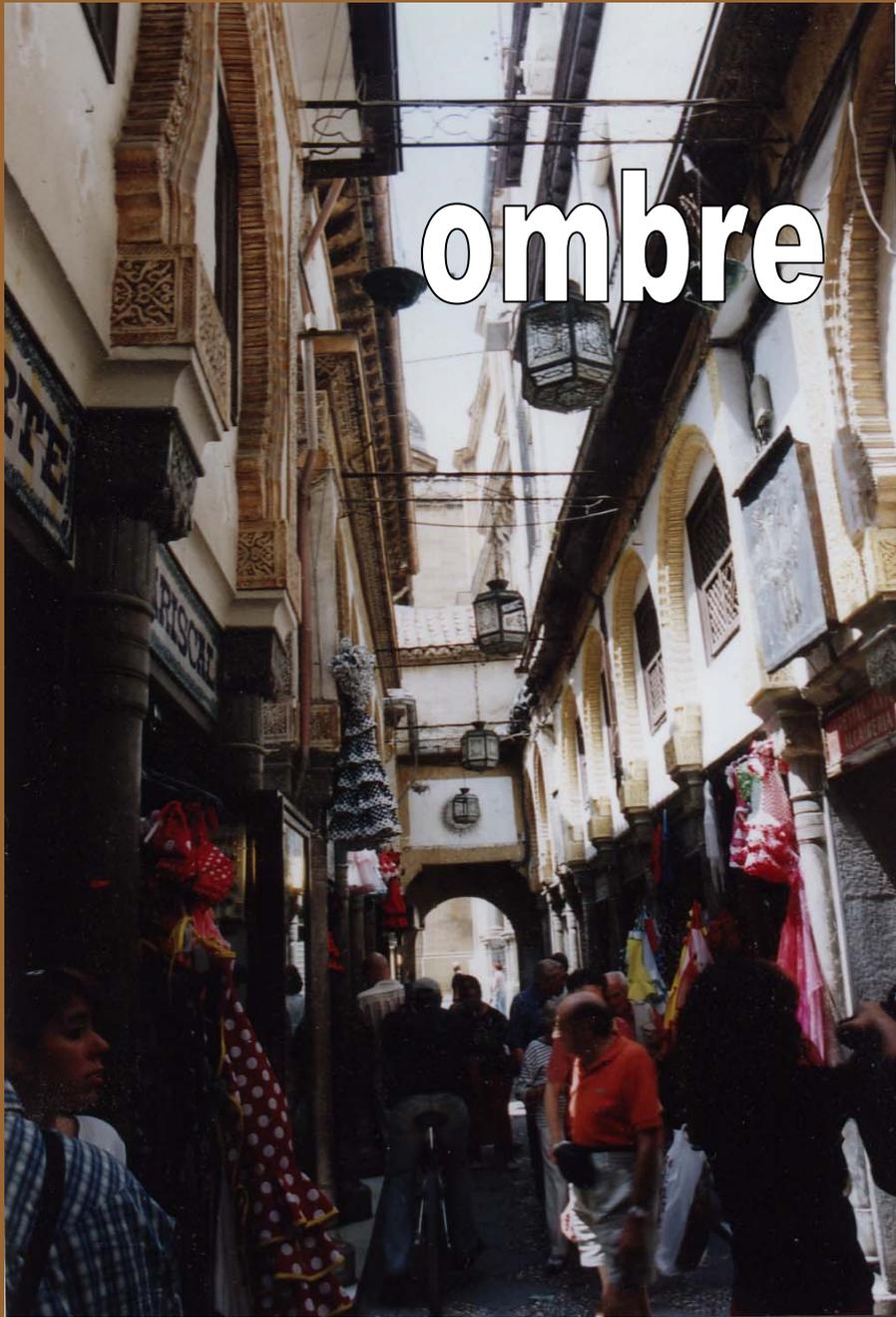
Climat chaud sec

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/m²
vert 1300 W/m²)

Régions chaudes sèches...

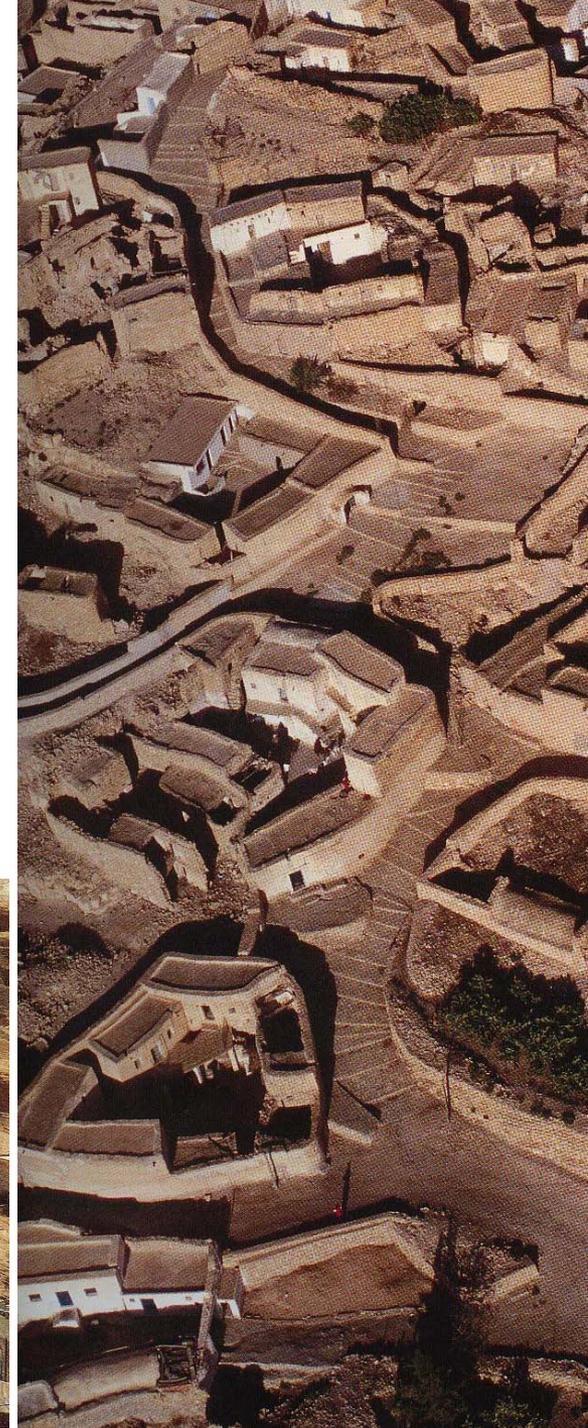
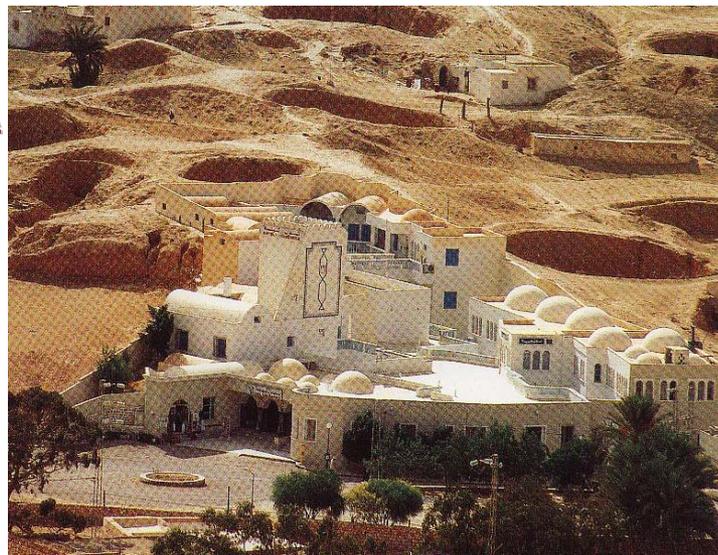
Les températures sont très hautes pendant le jour mais elles descendent de façon très importantes la nuit



- 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 2013



Régions chaudes

sèches...

hautes températures
vents + sable,
poussière
façades presque aveugles



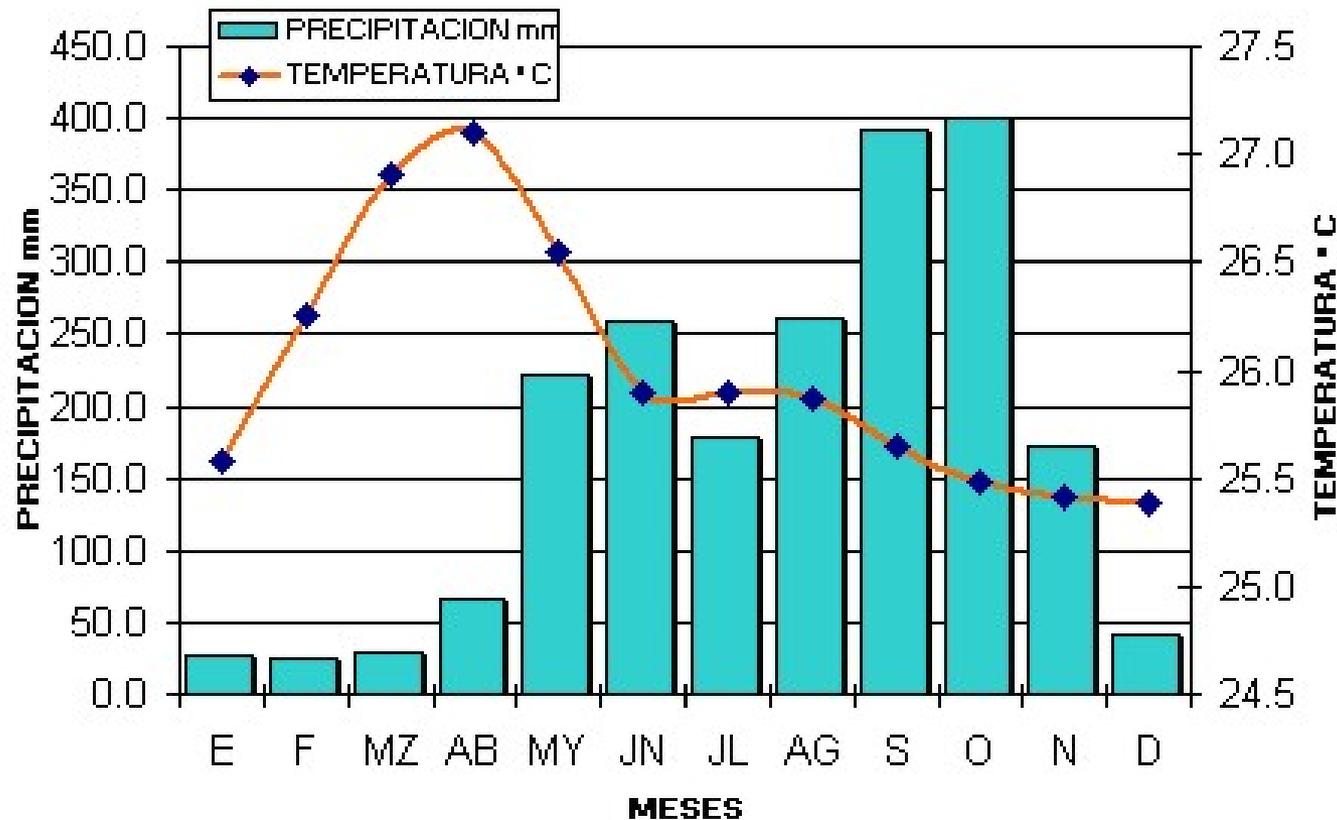
inertie éviter le rechauffement des murs... ombre...



Climats chauds humides secs

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

Por Gonzalo Hernández R.



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 es toujours haute



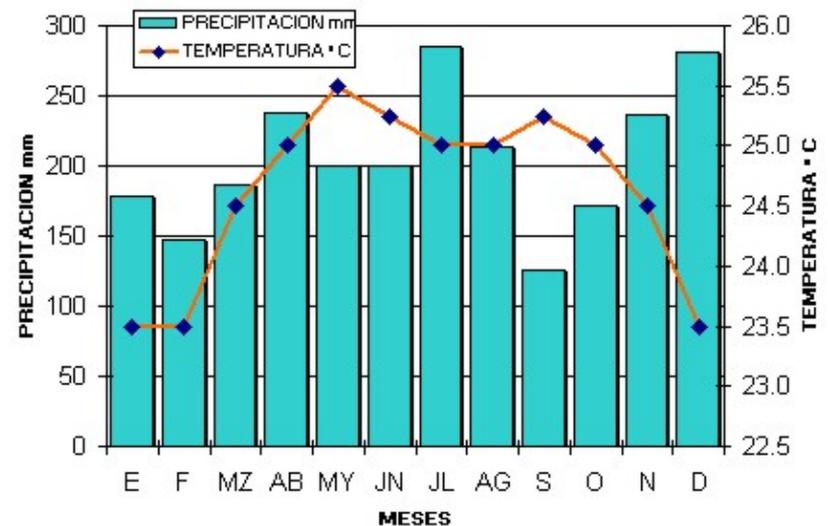
Por Gonzalo Hernández R.

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

résistance

Oct 2013

Maîtrise des ambian
C1 ml





Au froid...

Capter la chaleur du rayonnement solaire:

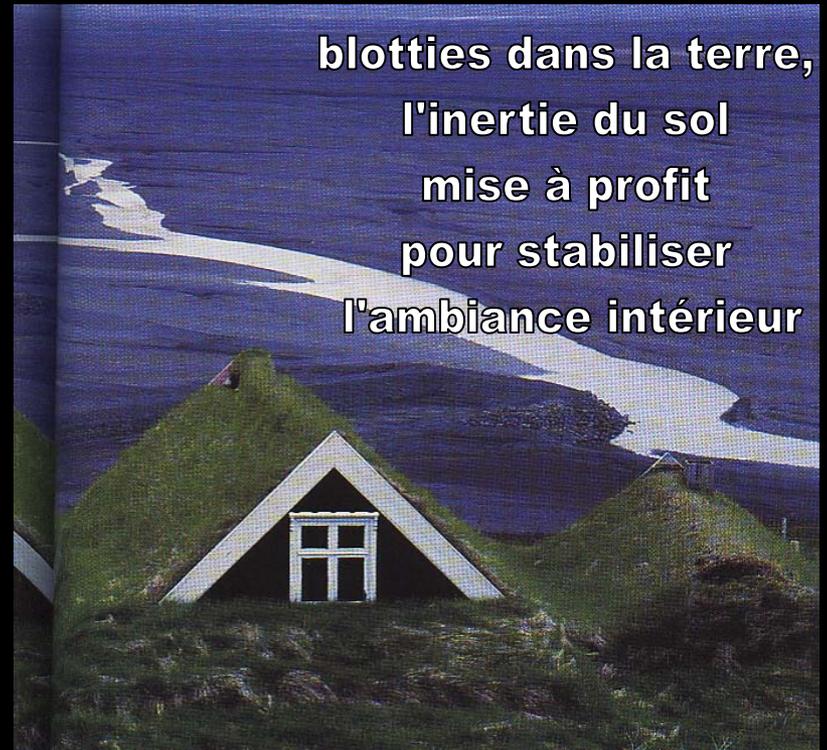
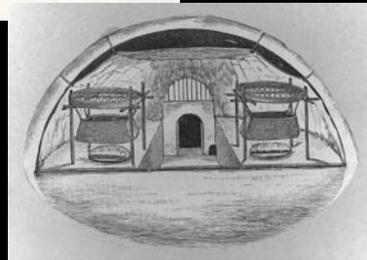
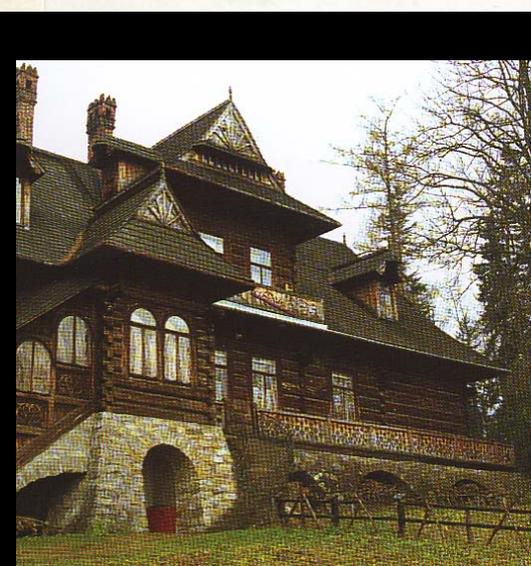
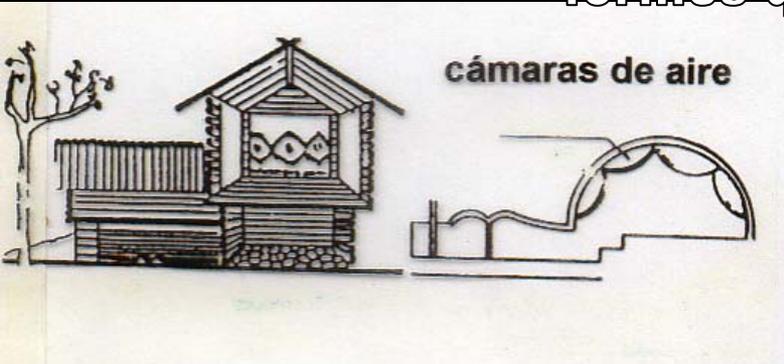
- La stocker dans la masse
 - La conserver
 - La distribuer
 - La régler



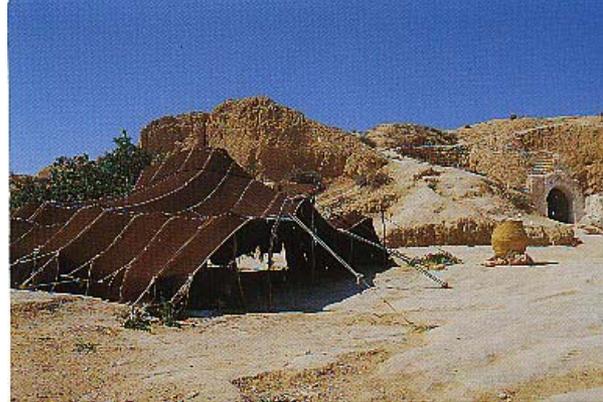
**résistance,
conserver la chaleur,
batiments compact,
isolés;**

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**



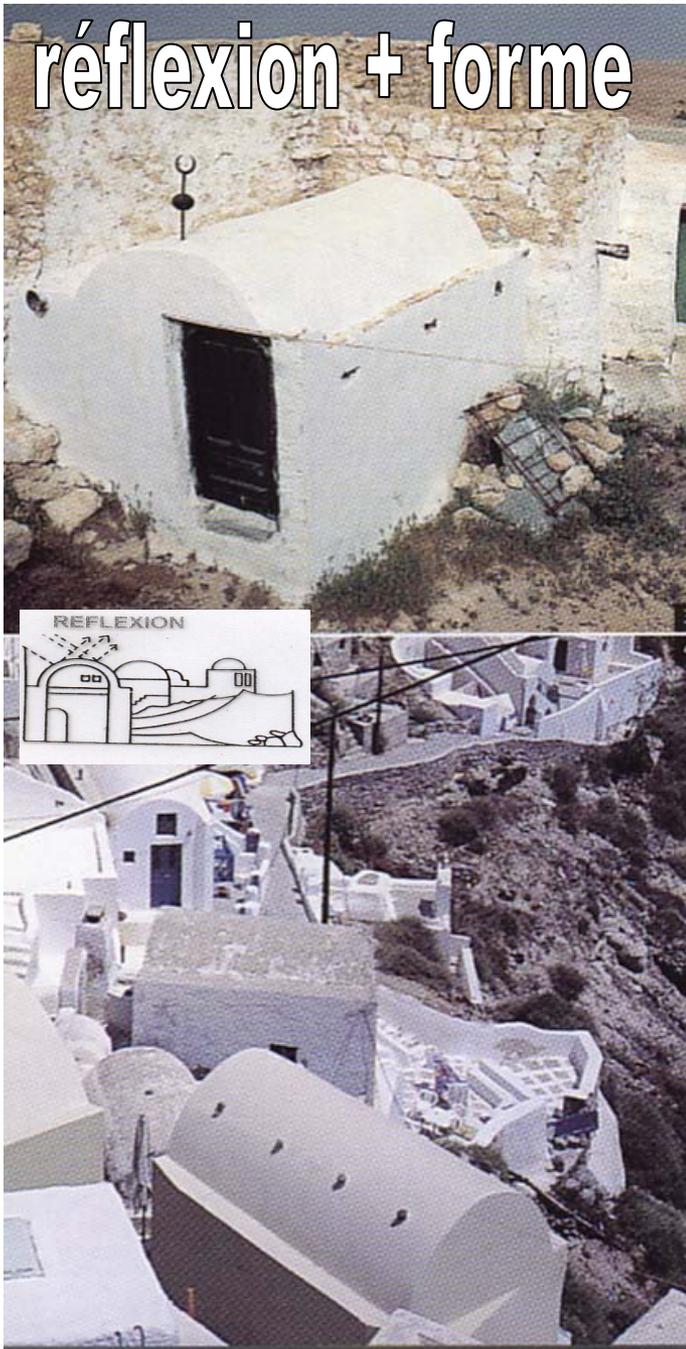
la vallée
du M'zab



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!

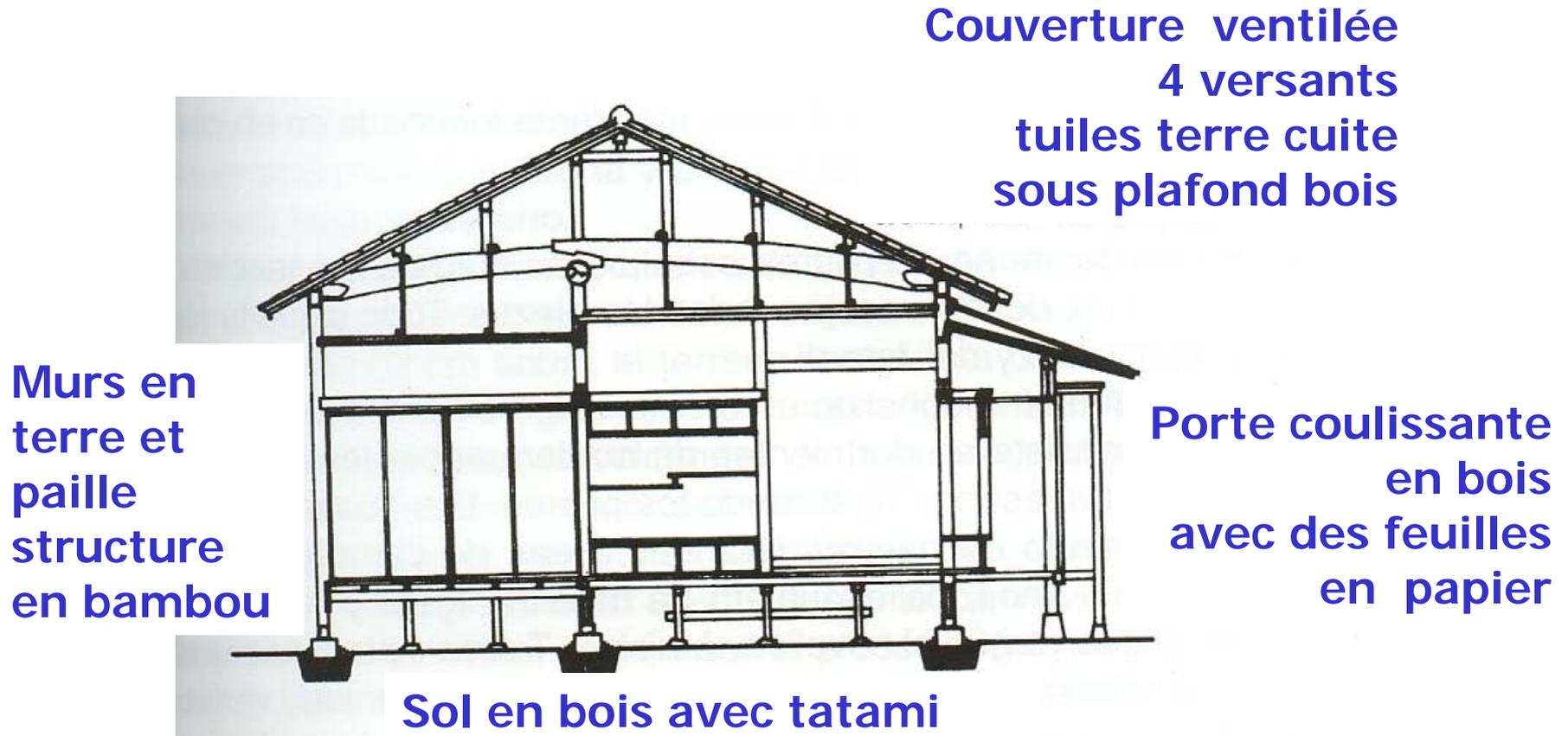
- « L'Architecture anonyme des classes moyennes » ont conservé le système mongol

Adaptée aux climats

Maison traditionnelle japonaise

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

Construction minimaliste des classes sociales aisées





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.**

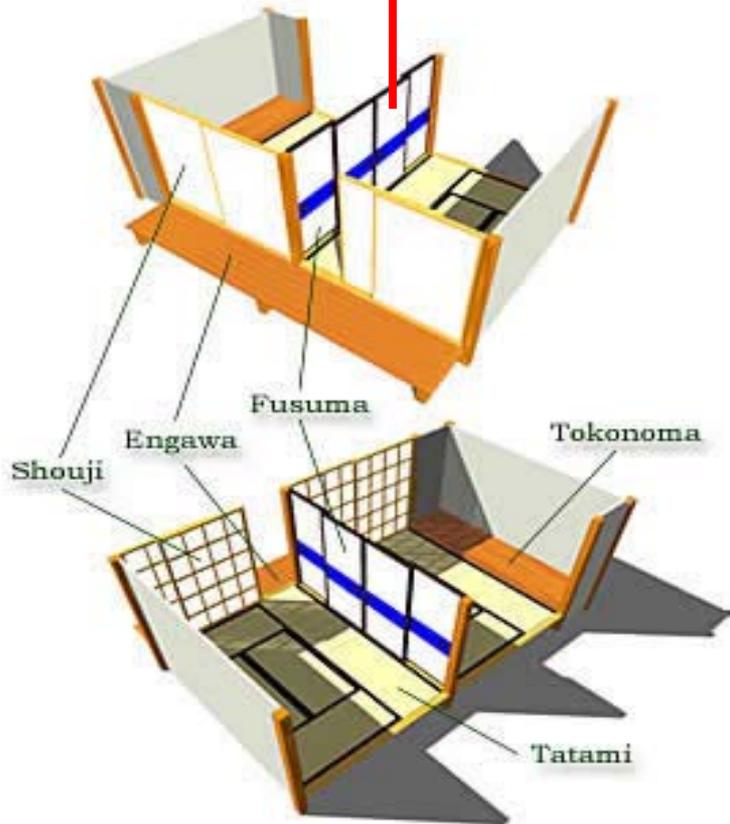
L'**engawa** une passerelle de bois extérieure, courant le long de la maison, et coiffée d'un toit pentu. Vérandas : transition entre l'intérieur et l'extérieur

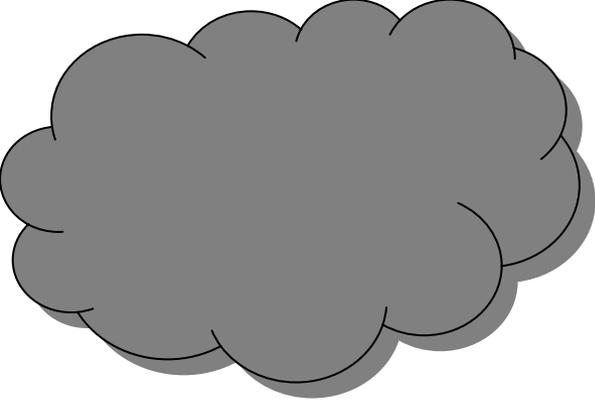
Fusuma porte intérieure en bois et papier, **permet de jouer avec l'espace** et laisser circuler l'air librement

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

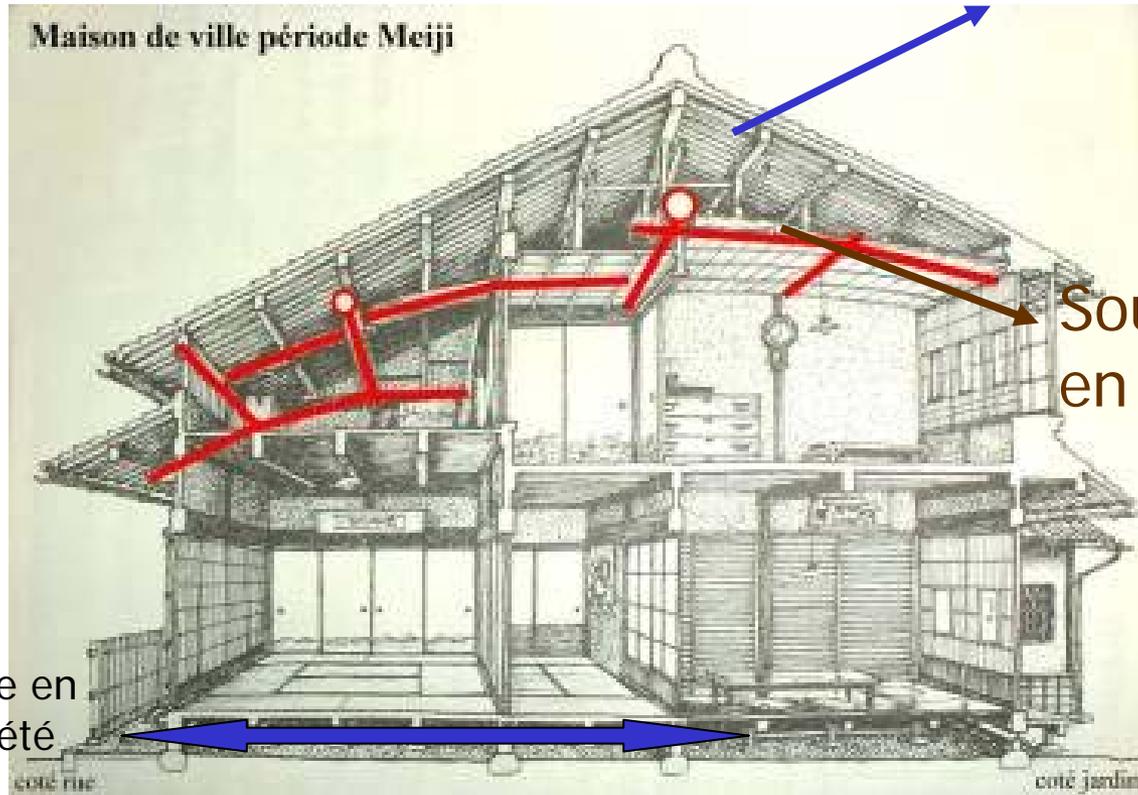




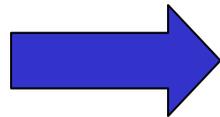
Maison traditionnelle japonaise

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

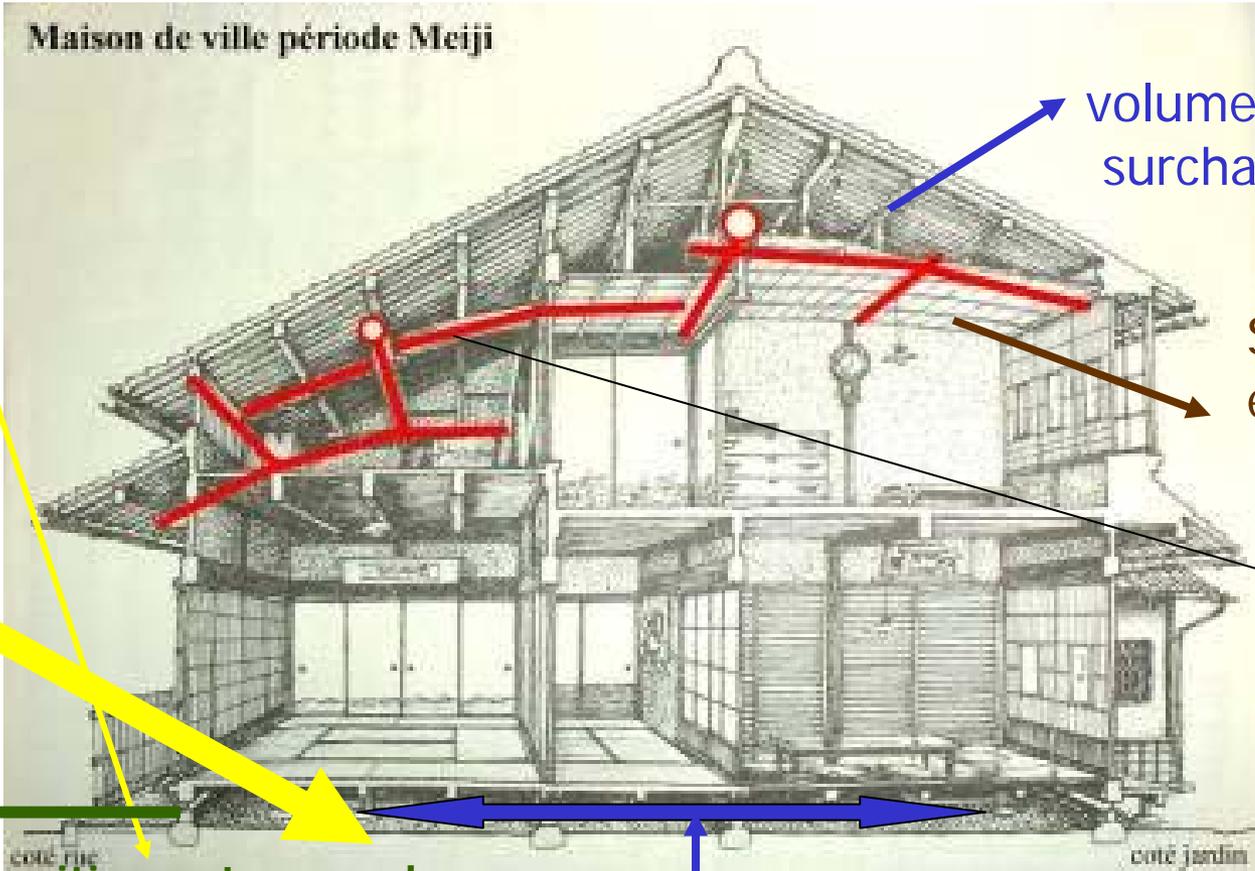
Maîtrise des ambiances thermiques

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 2013

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

芥寺重内妻和武通名香のまゝ此
和服の通も心をよそて暖流を弄ひ
未だ秋をも多く詠けよ一其名を
流しけり毒女ハ京師の人を
客色あり藝文教養の道を好み夫命
如樂とて文字を弄み交を人とも
御不住ければ志尾離敷の后も町
離東(桑足)の掛八(石)の葉多
故の調度あるは(江)列(野)田
と書て送すけた其右京師より
夫の(か)み(か)る(と)首の袂を
芥寺の(か)み(か)る(と)首の袂を
人小言傳けり子小



es thermiques

Climats tempérés..

- Solutions, systèmes flexibles

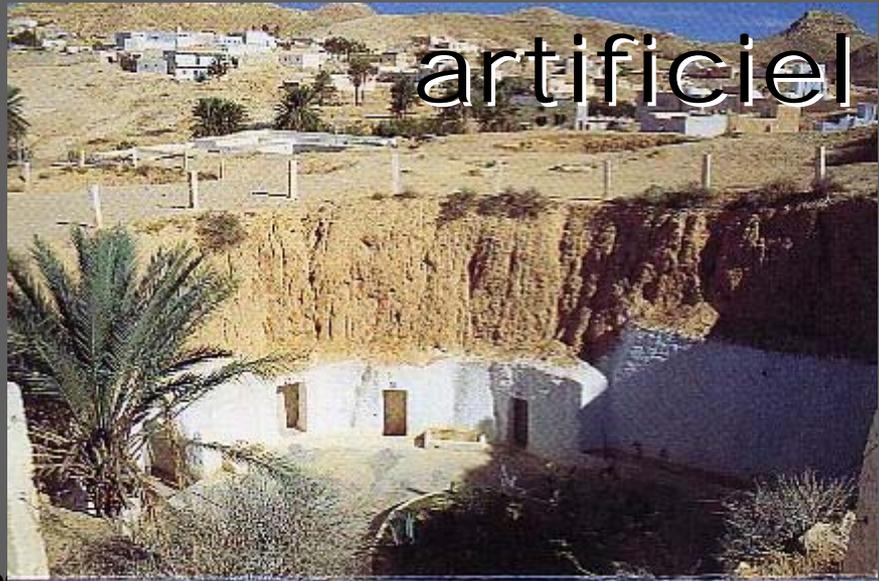


microclimat

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:

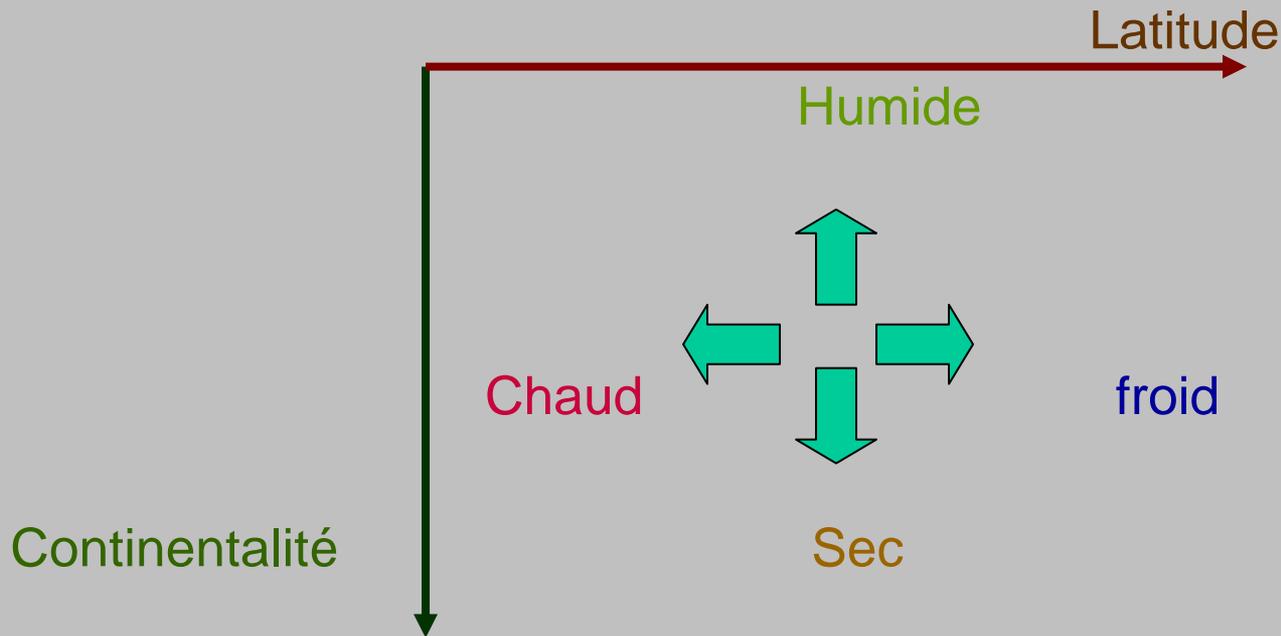
- ◆ Climat d'hivers, d'été
- ◆ Climat de lumière et de chaleur
- ◆ Climat froid, climat sec, climat humide
- ◆ Climat de transitions entre l'intérieur et l'extérieur
- ◆ Il y a les ambiances ...climats... sonores psychologiques, magiques avec lesquelles on génère on crée une infinité d'espace architectoniques

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 déviée 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

C3 25 octobre

- Récapitulatif
- Confort

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

- **Le bâtiment et ses abords, doivent constituer une réponse approprié 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, maxi et minimales**
- **Degrés jours** (Indicateur du degré de rigueur d'un climat , il met en relation la température moyenne avec la température de confort pour la période de chauffage)
- **Variation mensuelle des précipitations moyennes, orage décennal cinquantenier**
- **Neige, Grele**
- **Variation mensuelle des humidités relatives mini maxi et moyen**
- **Radiations,**
- **Diagramme solaire avec indication des masques**
- **Heures d'ensoleillement. Variation mensuelle de l'énergie solaire moyenne incidente sur 1 m² (vertical sud)**
- **Vents : orientation et fréquence des vents dominants (rose des vents)**
- **Qualité de l'air**
- **Morphologie et état des sols: pollution?risques géologiques?**
- **Topographie?**
- **Les riverains?? Qui? leurs droits et confort...**
- **Incidences acoustiques: se protéger de ? Notre intervention source de?**
- **Lumière naturelle disponible, niveaux contrastes, ombres, couleurs, couleur du paysage**
- **ressources locales**
- **Inventaire des réseaux**

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...

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.

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 2013

Maîtrise des ambiances thermiques
C1 mld

107



Oct 2013

Maîtrise des a

C1 mld

108

« 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 évolutioninvolution...

- 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 thermohygrometrique:

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 perdu 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:

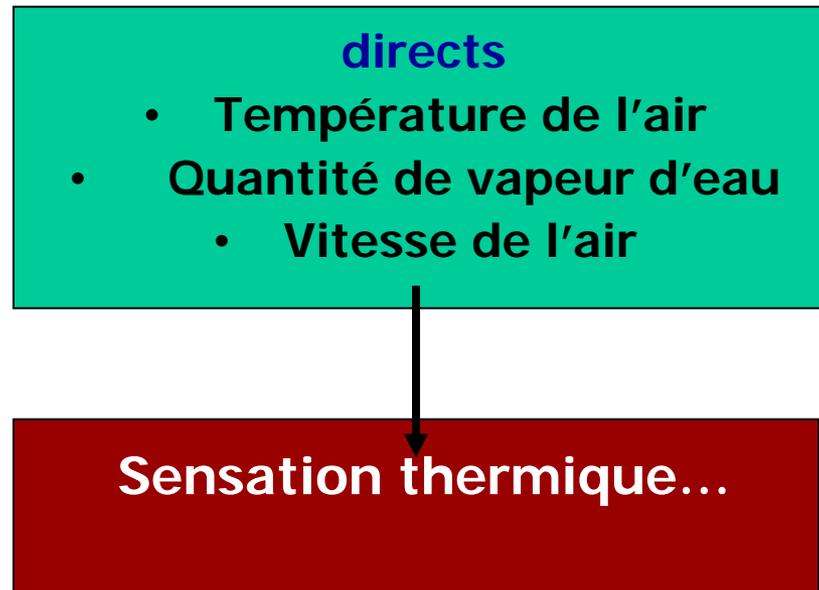
- **GIVONI**: moins scientifique, adaptée aux climats chauds et froids
- Une personne s'habille de façon cohérente avec le climat et l'activité qu'elle développe
- On travaille avec une zone de confort définie par une température et la pression partielle de vapeur d'eau
- Nous ne pouvons pas oublier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

Confort rappel des données

« Climatique » <ul style="list-style-type: none">• <i>Conditions statiques ou variables?</i>• <i>Possibilité de gérer?</i>• <i>Couleurs chauds, hautes températures, bruit, du rouge avec beaucoup de lumière etc.</i>• <i>Il n'y a pas de « solution unique »</i>	• Température	Air °C
		Radiation °C
	• Humidité relative	HR
	• Mouvement de l'air	m/s
	• Composition de l'air	Propre/sale
Visuel		
Acoustique		
Olfactif		
Oct 2013	Maîtrise des ambiances thermiques C1 mld	118

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 bioclimatique de Guillermo Enrique Gonzalo Editions nobuko 1998*
 - 2. Concevoir des bâtiments 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

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...

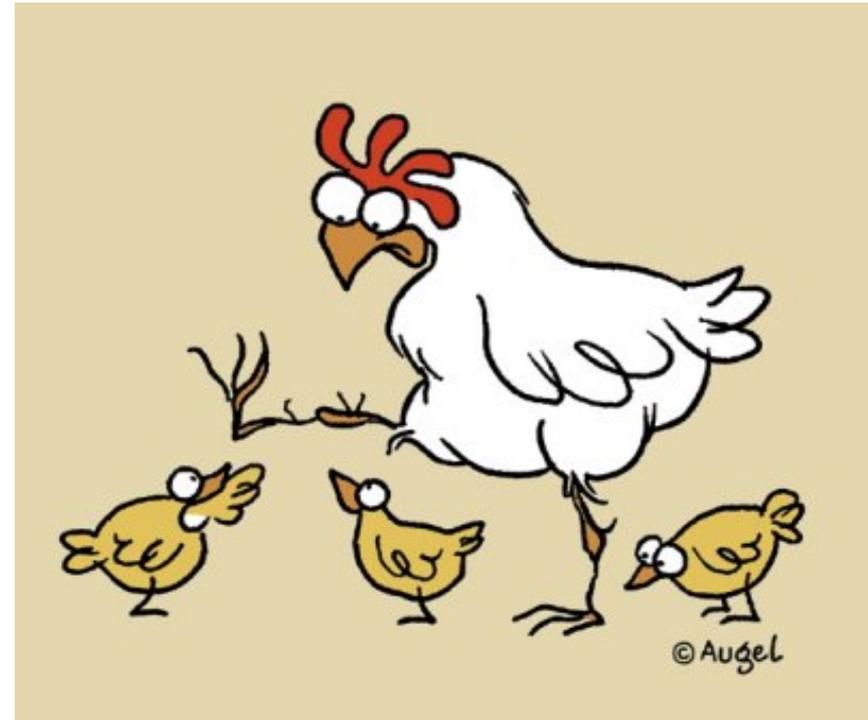
Se défendre du froid

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:

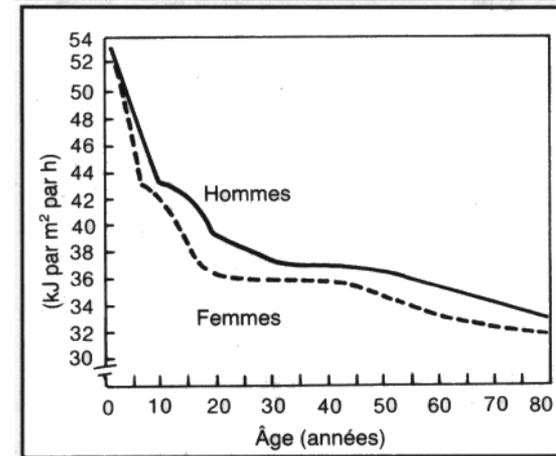
- Réaction d'alarme
 - Résister
 - Fatigue

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 m² de surface = **métabolisme de 75W**
- **1 Kcal = 4,18 kilo joules,**
- **s'exprime en Kj (kilojoule) par cm² de surface corporelle. [1 calorie = 4,18 joules].**
- **Métabolisme: unité MET**

confort thermohygrometrique

Thermo-physiologie humaine

- Met unités:

58.2W/m²

Ou

50Kcal/m²h

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 m²

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 m²

autres auteurs: Individu moyen: 1.3m³

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
Cyclisme	
Sur piste	220
Derrière entraîneur	330
Sur route	360
Sur route avec vent debout	600
	133

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 ± 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_v, C_d = 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_v : échanges par convection

R : échanges par radiation

C_d : échanges par conduction

R_s : échanges chaleur latente et sensible par la respiration

E_v : pertes par évapotranspiration

D : diffusion de vapeur d'eau depuis la peau

A : énergie cumulée

- **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 +- 30°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

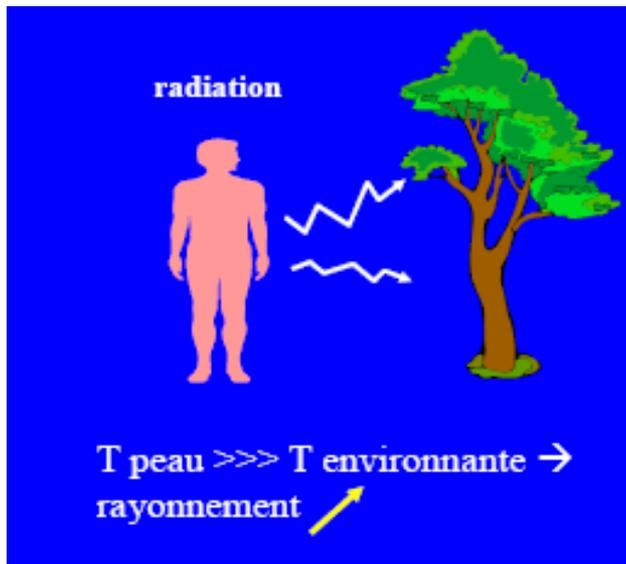
Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance

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

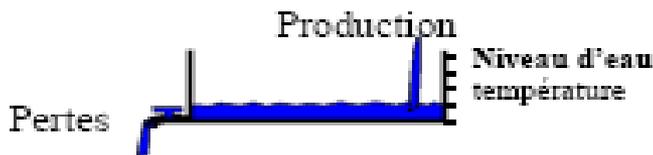
Modes de transferts

- **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	
Evaporation	



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

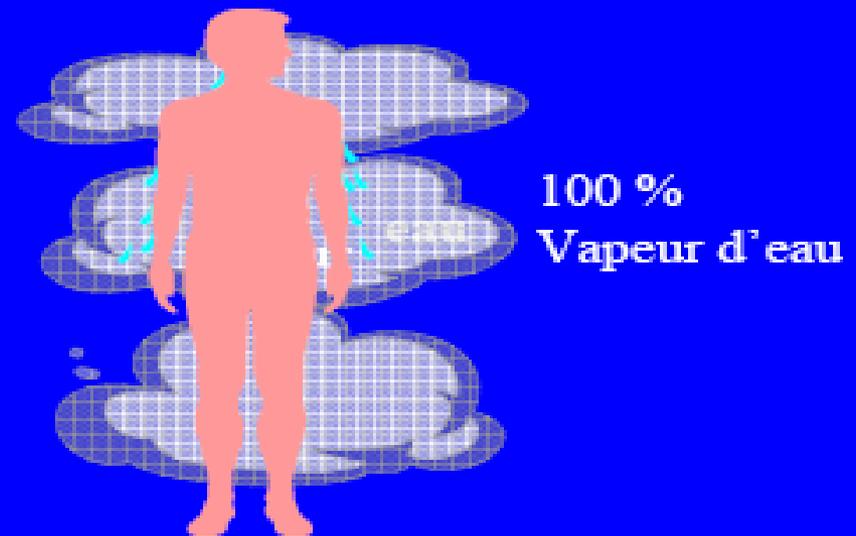
Évaporation:

Perte de chaleur par évaporation



% Humidité ↗ → pertes de chaleur ↘

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



Échanges de chaleur entre le corps humain et l'ambiance

L'index de stress de chaleur

26

Température de l'air (°C)

	21	27	32	35	38	41	43	46	49
0%	18	27	28	31	33	35	37	39	42
10%	18	21	24	27	29	32	35	38	41
20%	19	22	25	28	31	34	37	41	44
30%	19	23	26	29	32	36	40	45	51
40%	20	23	26	30	34	38	43	51	58
50%	21	24	27	31	36	42	49	57	66
60%	21	24	28	32	38	46	56	65	
70%	21	25	29	34	41	51	62		
80%	22	26	30	36	45	58			
100%	22	33	50						

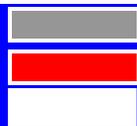
- 32-40 Possibilité de crampes dues à la chaleur
- 40-54 Possibilité de crampes dues à la chaleur, possibilité de coup de chaleur
- 54+ Risque de coup de chaleur

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

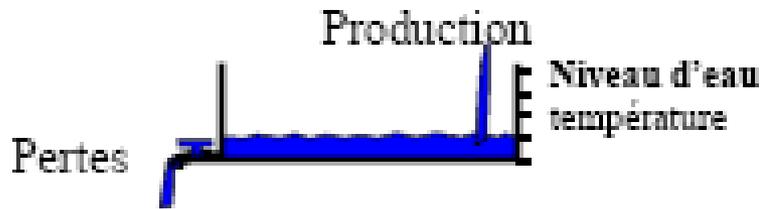
Risque de gelure sévères après 10 min d'exposition

Risque de gelure sévères après 2 min d'exposition

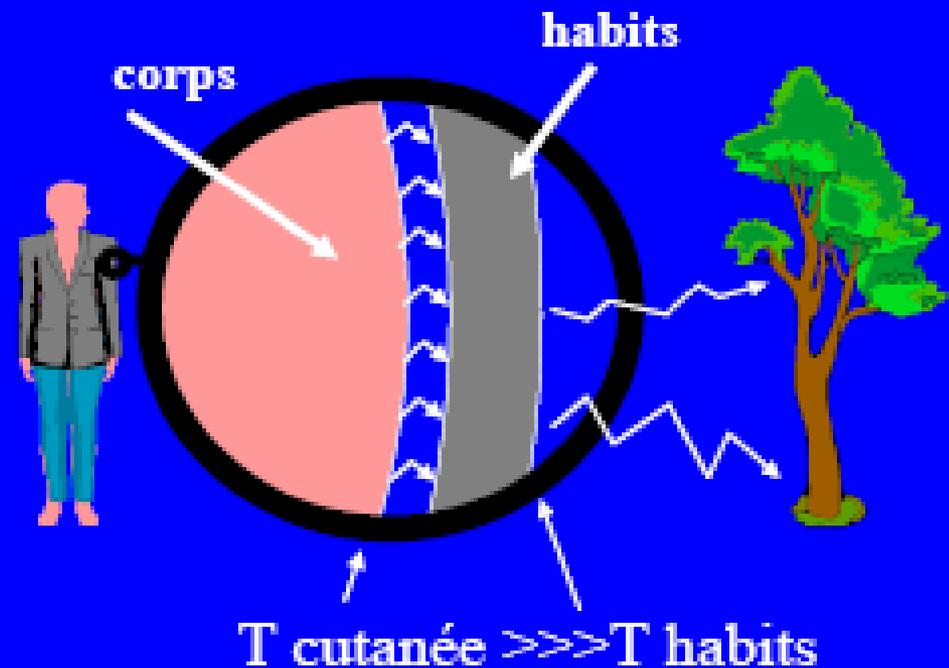
Source: environnement Canada

Pertes de chaleur et habits

Les habits diminuent les pertes de chaleur



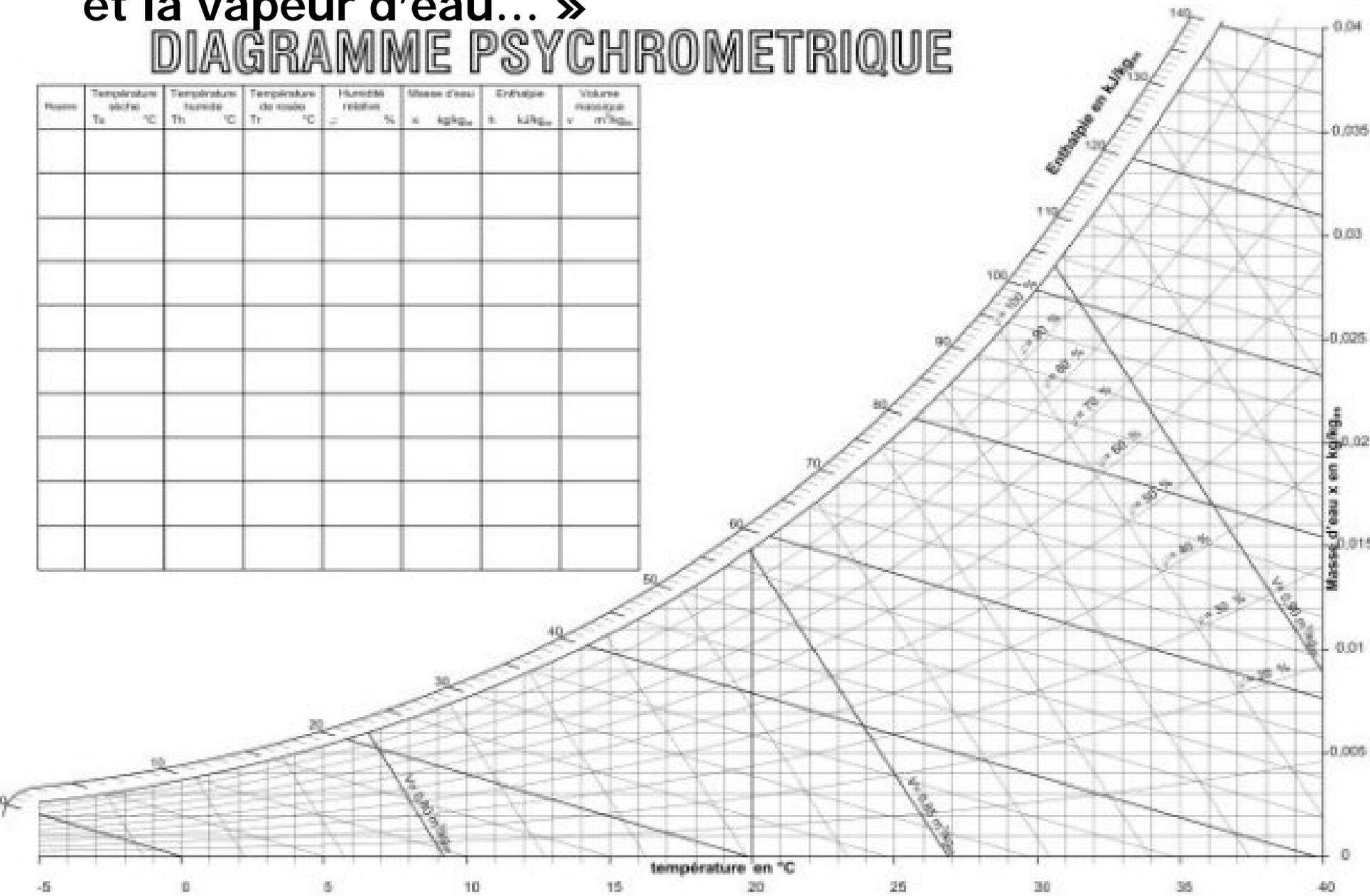
PERTES DE CHALEUR	PRODUCTION DE CHALEUR
Débit sanguin (noyau → peau)	Exercice
Rayonnement	Frisson
Conduction	
Convection	
Evaporation	

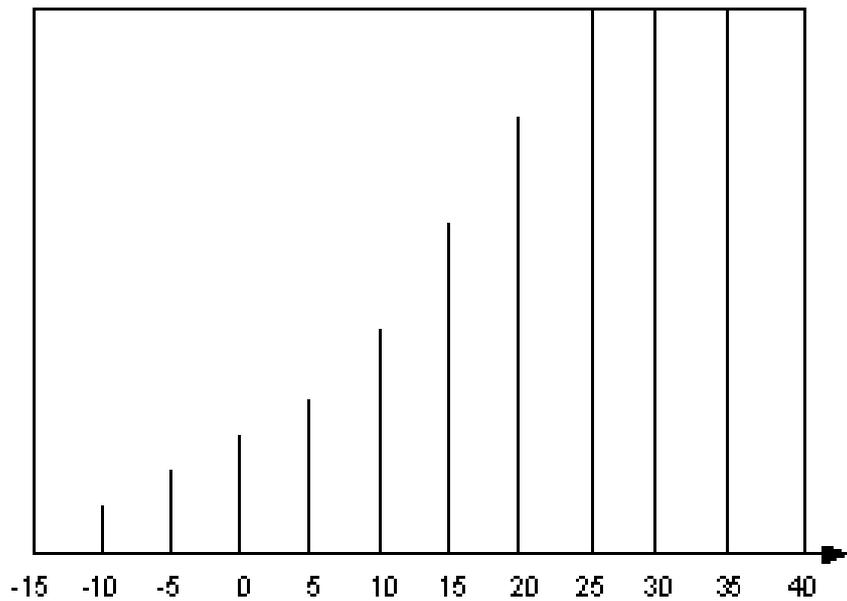


Étude des « caractéristiques du mélange de l'air et la vapeur d'eau... »

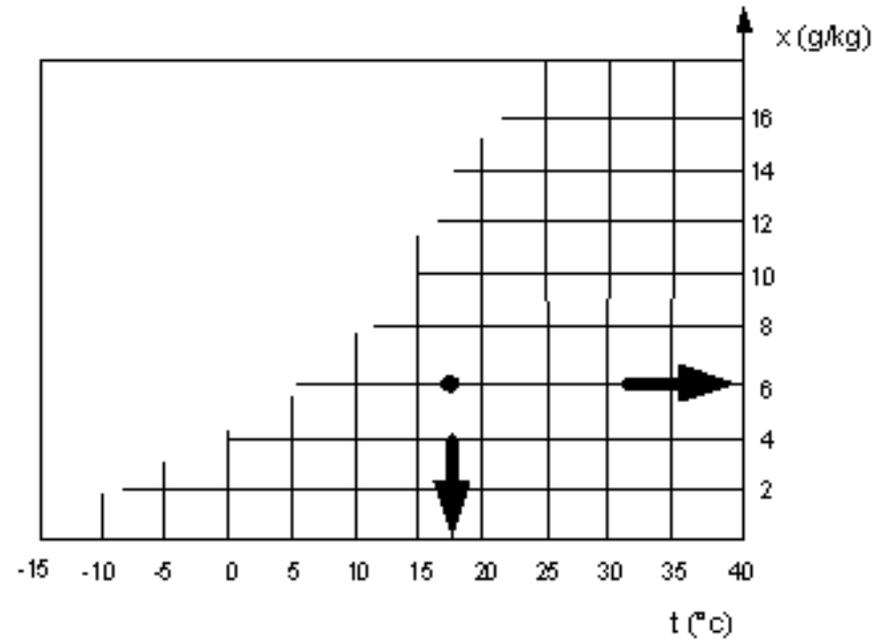
DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE

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 _{air}	Enthalpie h kJ/kg _{air}	Volumé massique v m ³ /kg _{air}

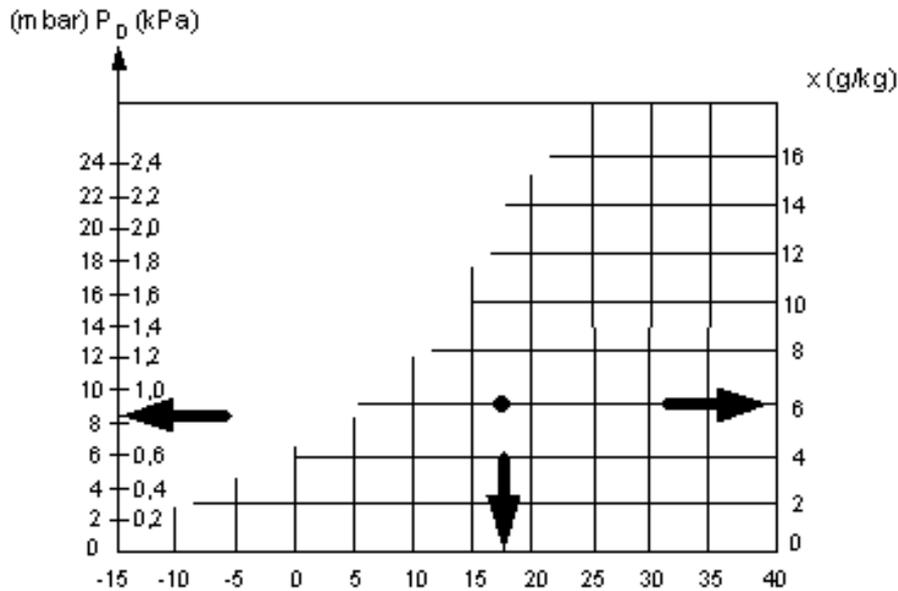




l'humidité absolue ou teneur en eau est x exprimé en g d'eau par kg d'air (g/kg).



lignes à température constante t (°C)



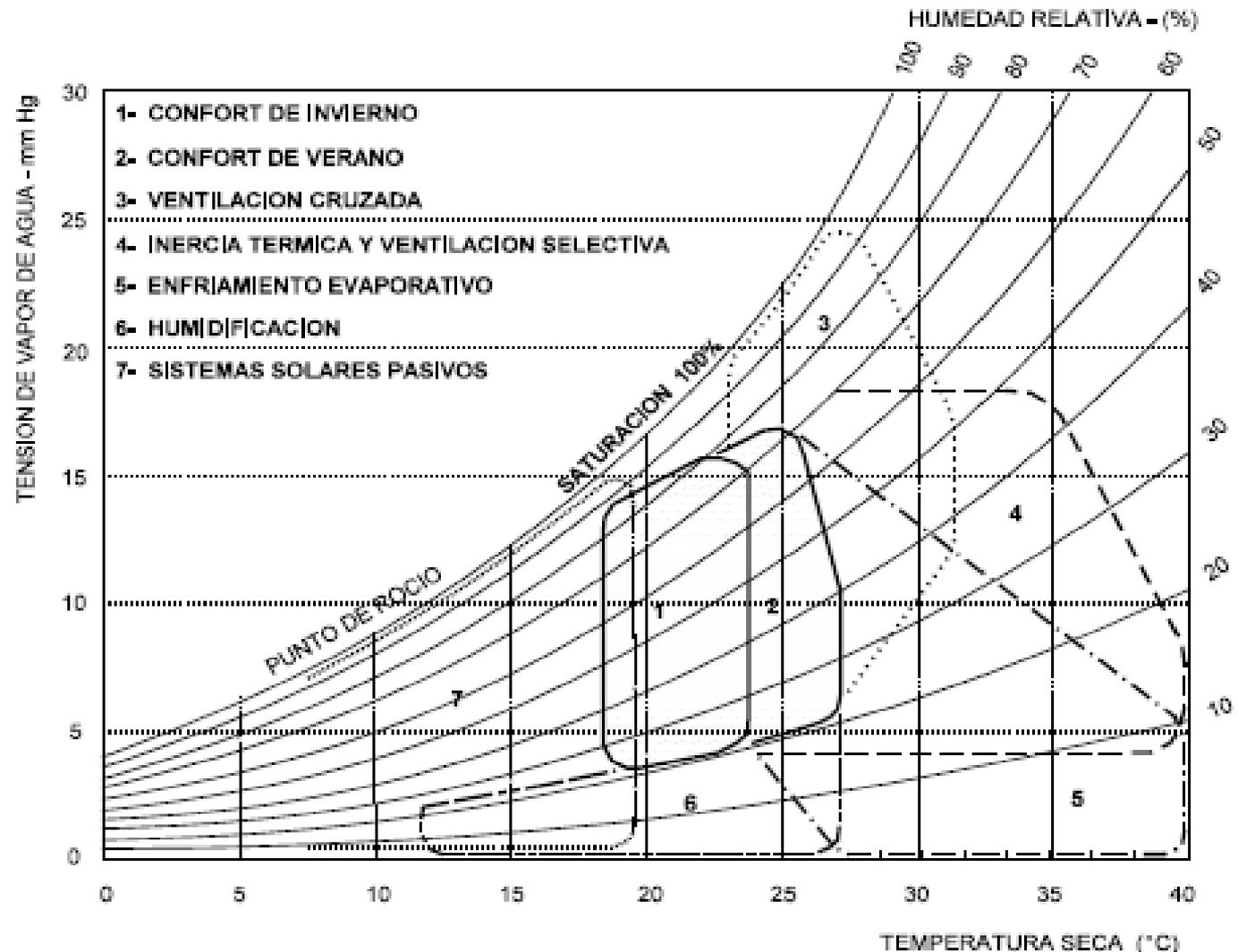
Quelles précautions pour la conception d'un bâtiment?

Givoni nous suggère des stratégies en fonction du climat

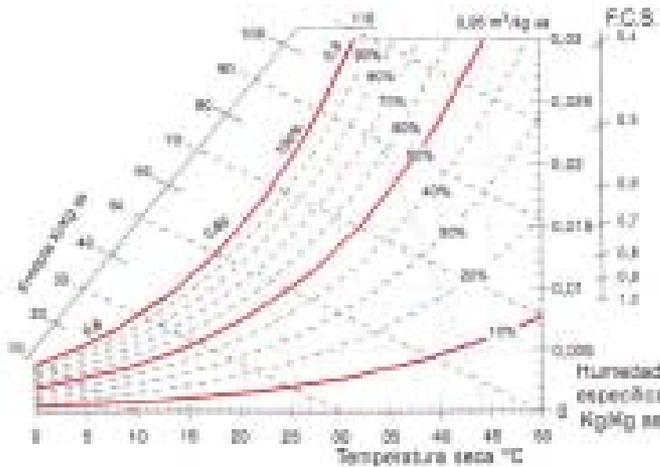
¿Qué precauciones debemos adoptar al diseñar el edificio?

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

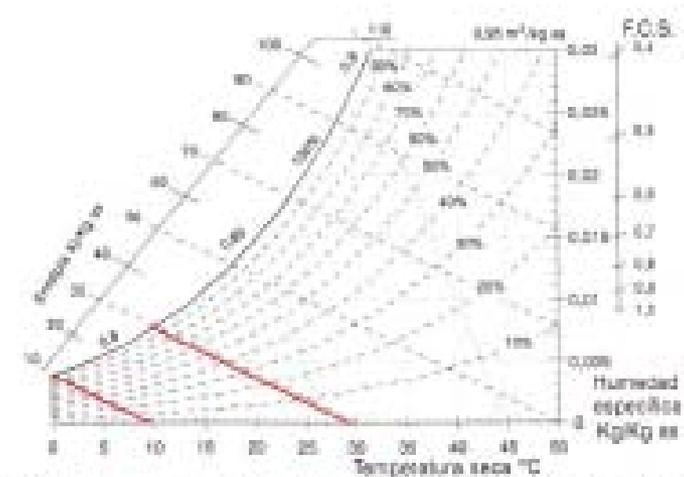
1. Confort d'hivers
2. Confort d'été
3. Ventilation traversante
4. Inertie et ventilation sélective
5. Refroidissement par évaporation
6. Humidification
7. Systèmes solaires passifs



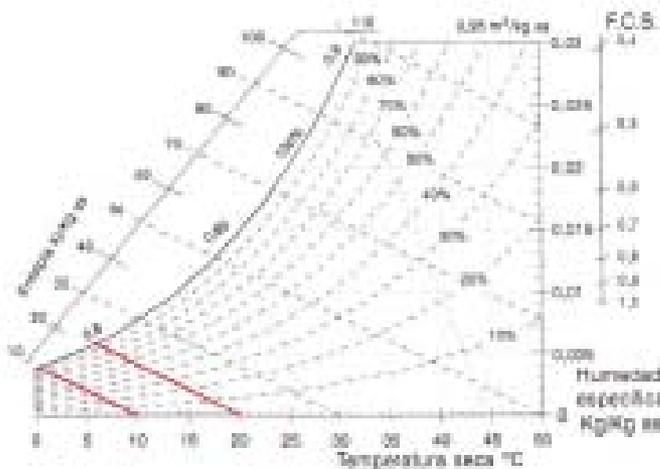
El diagrama Psicométrico (II)



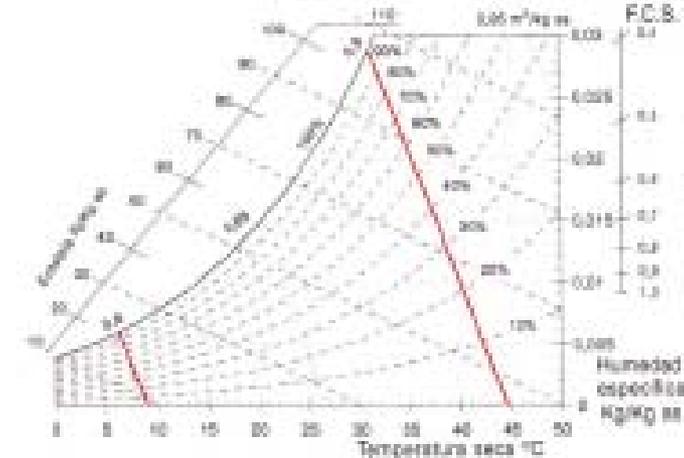
Líneas de humedad relativa cte



Líneas de temperatura húmeda cte



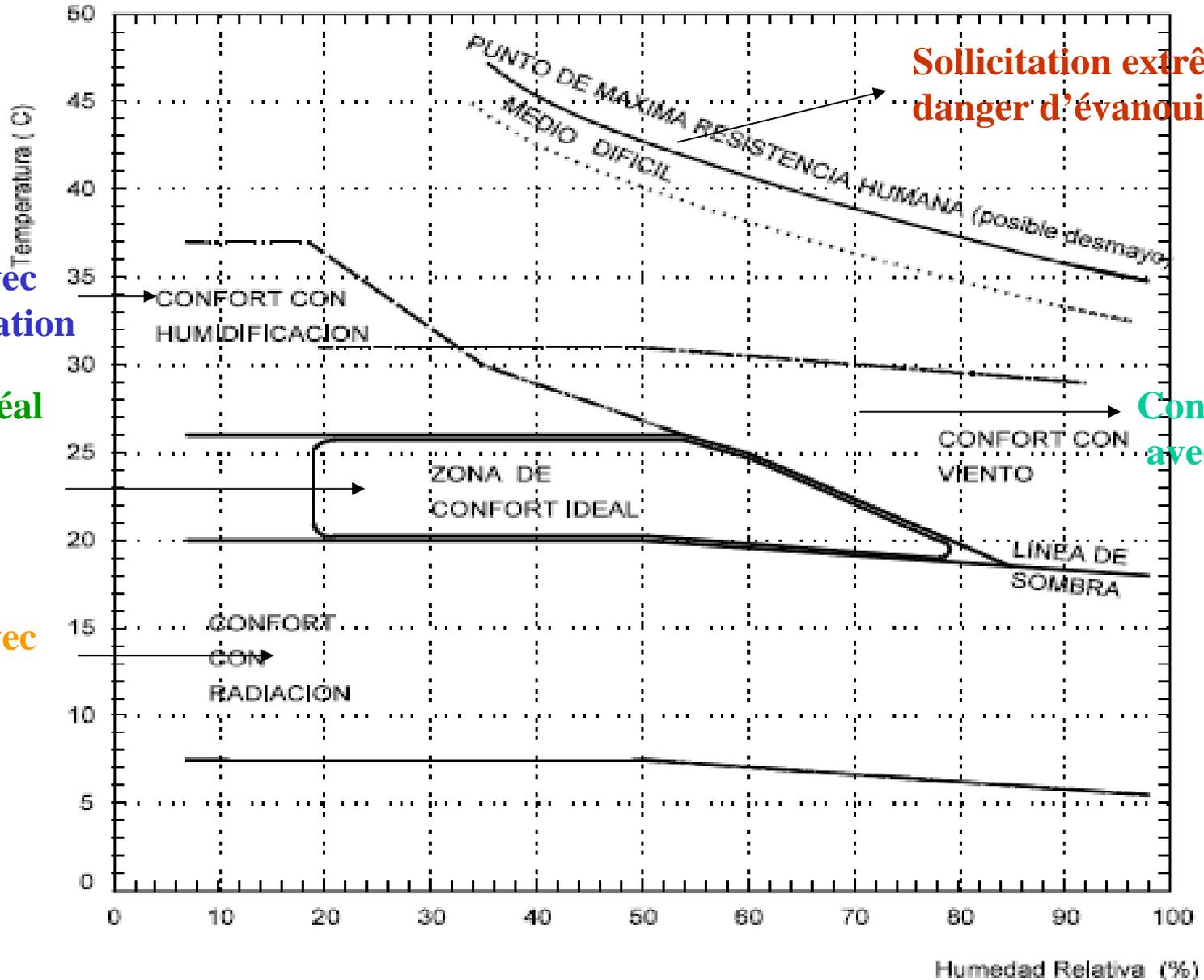
Líneas de entalpia cte



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>VIS À VIS DE L' EMPLA- CEMENT</p> <p>Oct 2013</p>	❖ Vents : se protéger	Topographie?,,,
	❖ Brisés : les utiliser	zones exposées
	❖ le soleil : l'utiliser	pentes favorables
	❖ la végétation : l'utiliser	humidité du sol
	❖ La température de l'air : la gérer	Endroits de plus grande hauteur
	❖ L'humidité de l'air : la gérer, l'utiliser	Végétation? Eau: distance

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 Maîtrise des ambiances thermiques
résumer les mécanismes de control du vent

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

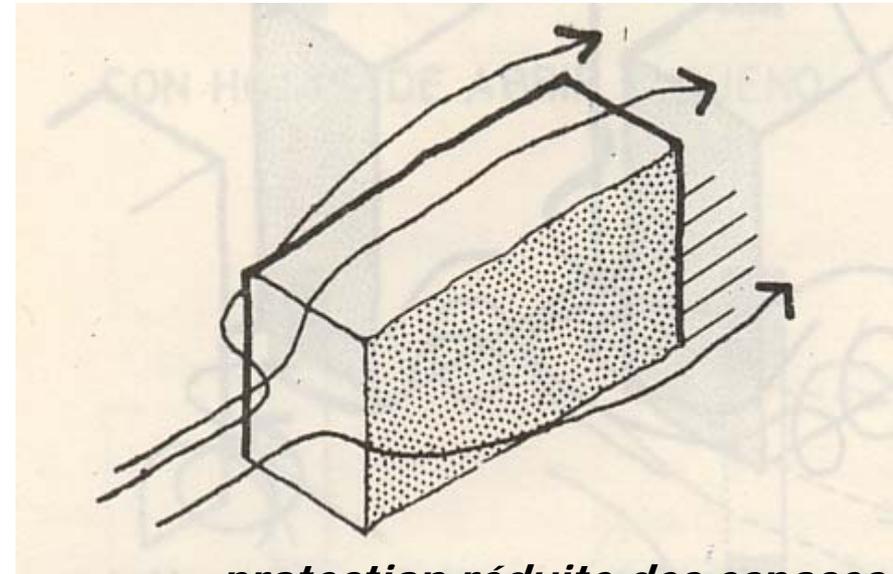
Thermiques

- 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

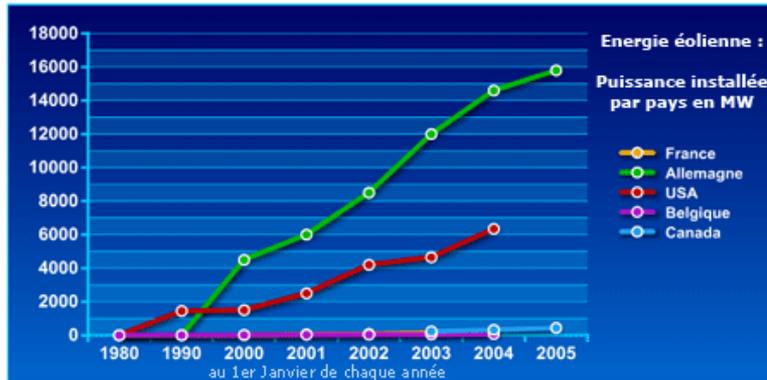
- « Le vent joue un rôle tant sur la détermination des **puissances de chauffage** que sur celle des **consommations** »
- Il est pris en compte dans le calcul des **déperditions par renouvellement d'air** . (Voir vallée du Rhône et le Roussillon mistral et tramontane ou zones d'altitude supérieur à 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

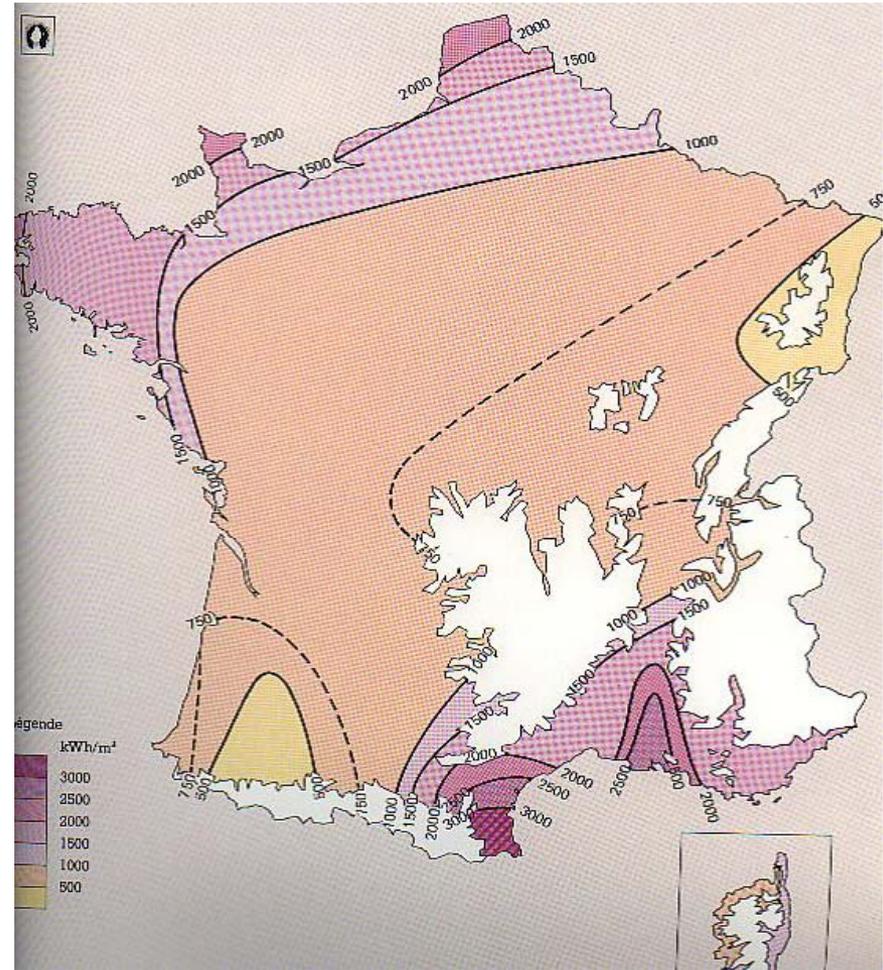
Le petit éolien

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 2013



Maîtrise des ambiances thermiques

C1 mld

méthodologie d'analyse et d'optimisation

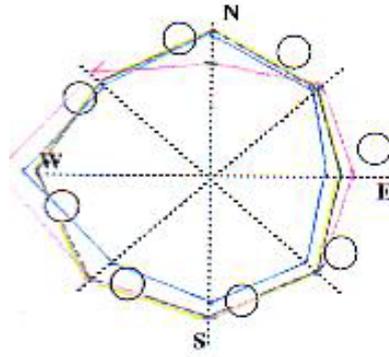
- 1. Rose des vents, analyser l'orientation**
- 2. Microclimat: vents locaux**
- 3. Définitions des objectifs: protection? Valorisation?**
- 4. Distances et formes des espaces entre les bâtiments**
- 5. Choix des formes**
- 6. Conception des espaces extérieurs**
- 7. Localisation et conception des bords**

méthodologie d'analyse et d'optimisation: Rose des vents, analyser l'orientation

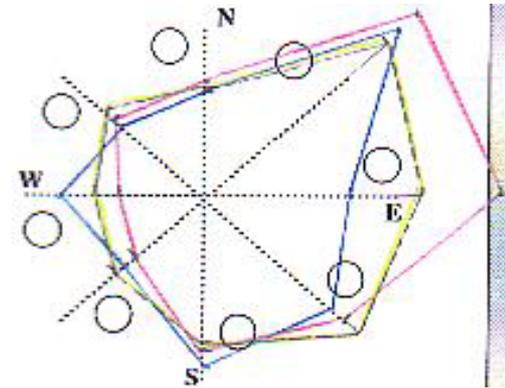
L'information météo fournit la **rose des vents** pour une région et indique en direction, force et fréquence: le ou les vents les plus contraignants

annuel
hivers
Été

Vitesse



fréquence

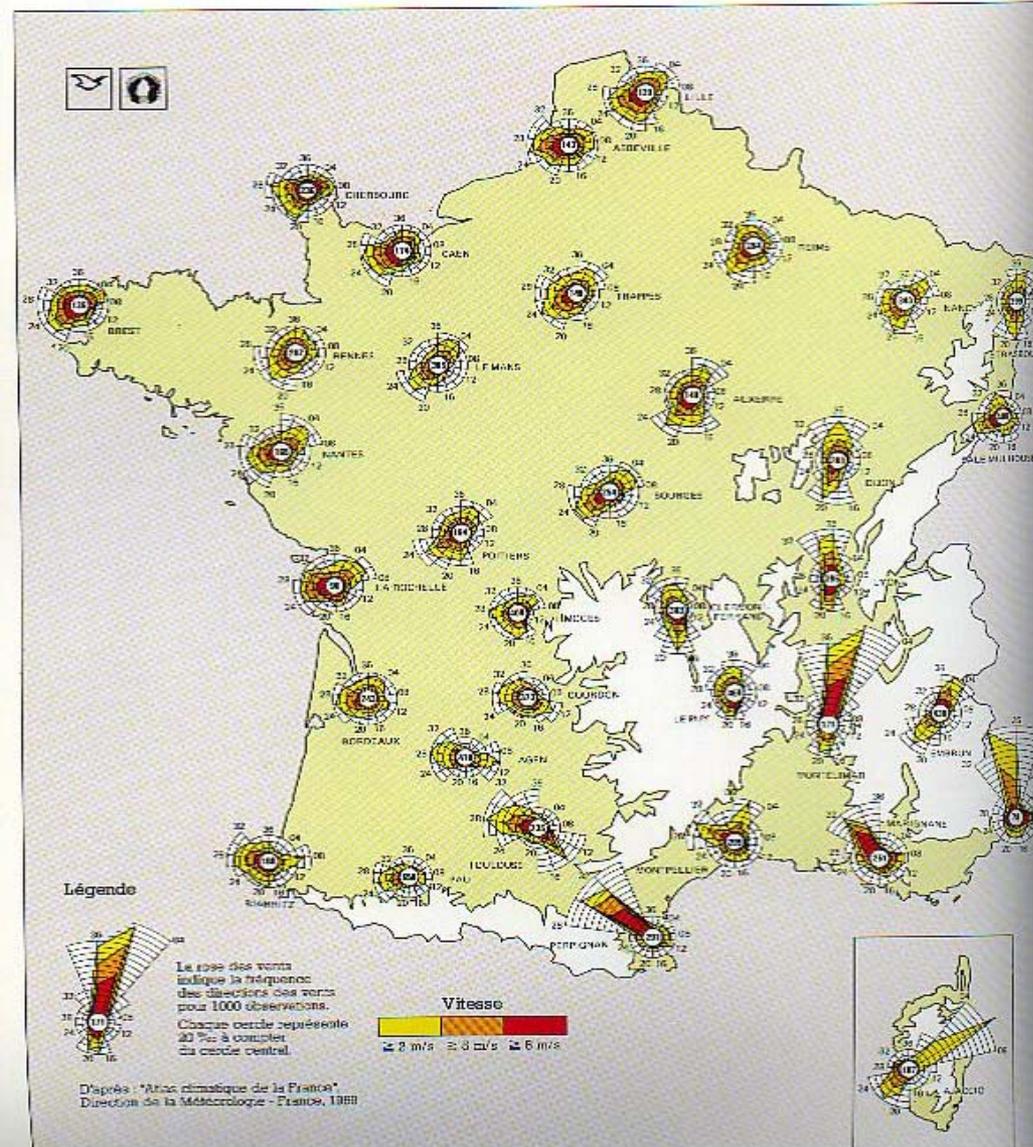


- Pour chaque mois
- proportion de vent qui vient de chaque direction ce qui nous permet visualiser les orientations favorables pour capter les brises en période chaude et ce que nous devons protéger pendant l'hivers.
- Vents froids? Chauds? Humides? Avec de la poussière? Avec des pluies?
- Les vitesses 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
Vent direction Principal	E	NE	O	NO								
fréquence	217 ←	209 ↙	200 ←	180 ↘								
Vitesse moyenne	11											
Vent direction secondaire												
fréquence												
Vitesse moyenne												
calme												

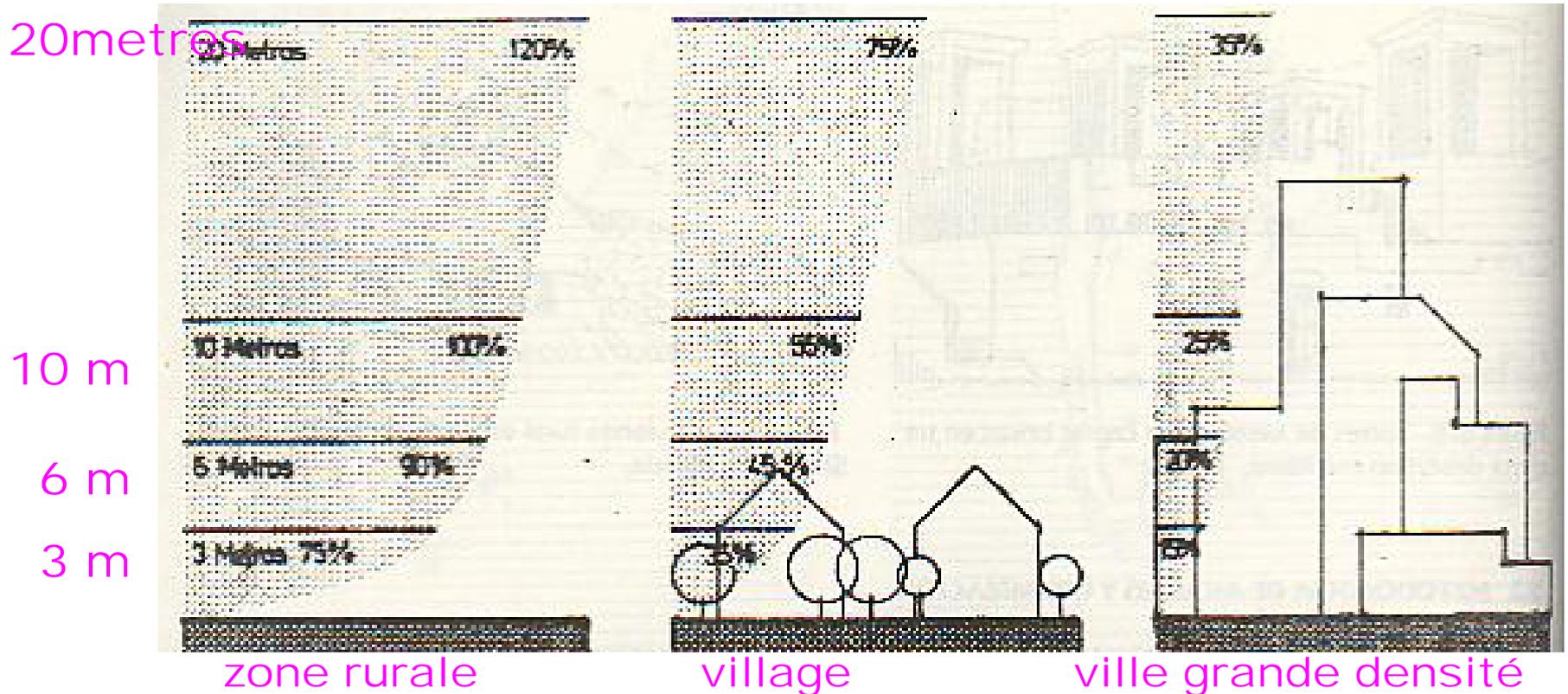
implantation des bâtiments:
la carte donnant la fréquence des vitesses et des orientations de vent est utile au choix de la forme et des implantations de bâtiments et à l'aménagement des espaces extérieurs

*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)



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 mesure dans la station météo

Analyser le microclimat

Indicateurs instantanés:

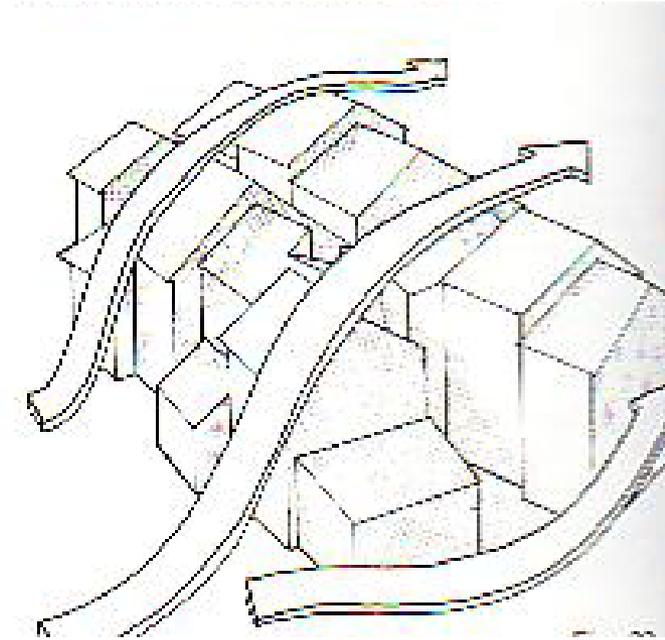
- image fugitive de l'impact du vent sur l'environnement
- Lieu définie et durée instantanée
 - Fumées... direction des vents...pollutions
 - Zones d'accumulation
 - Grues
 - Etc

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

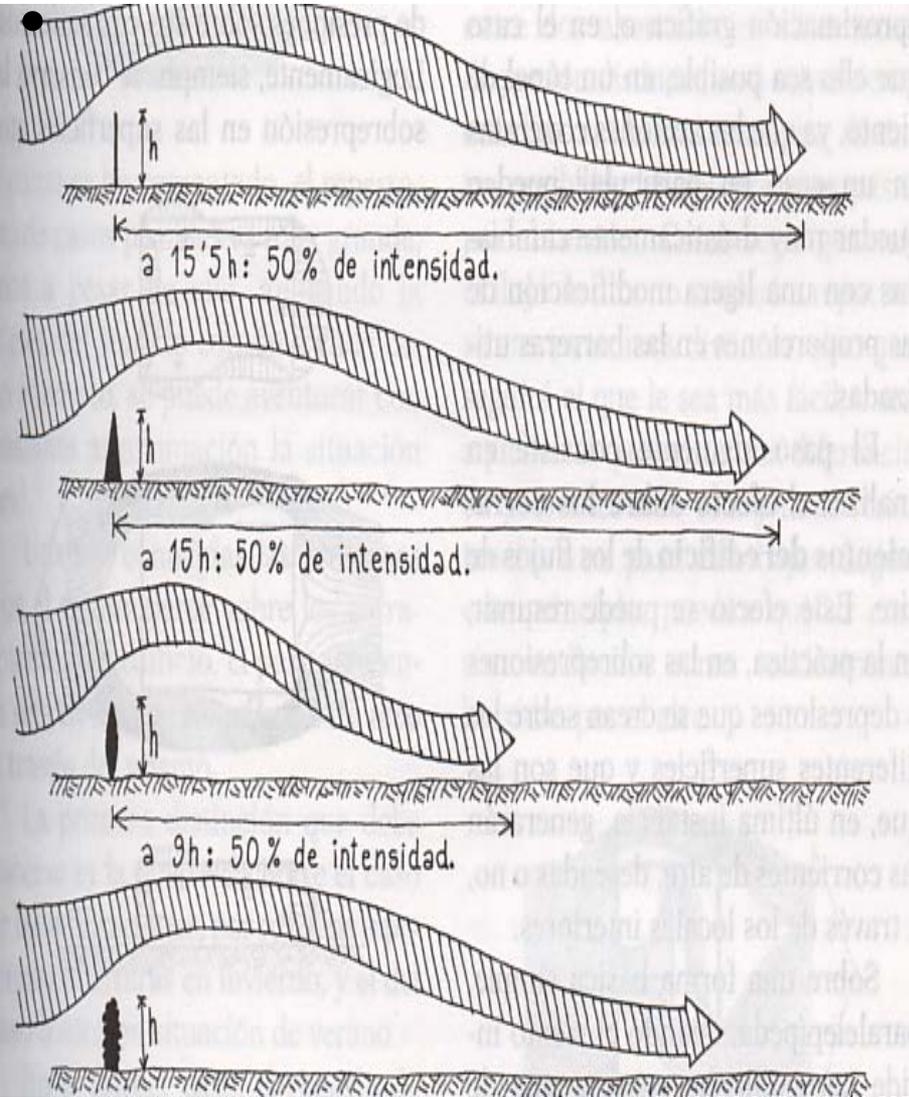
Analyser le microclimat, observation du site

- 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..

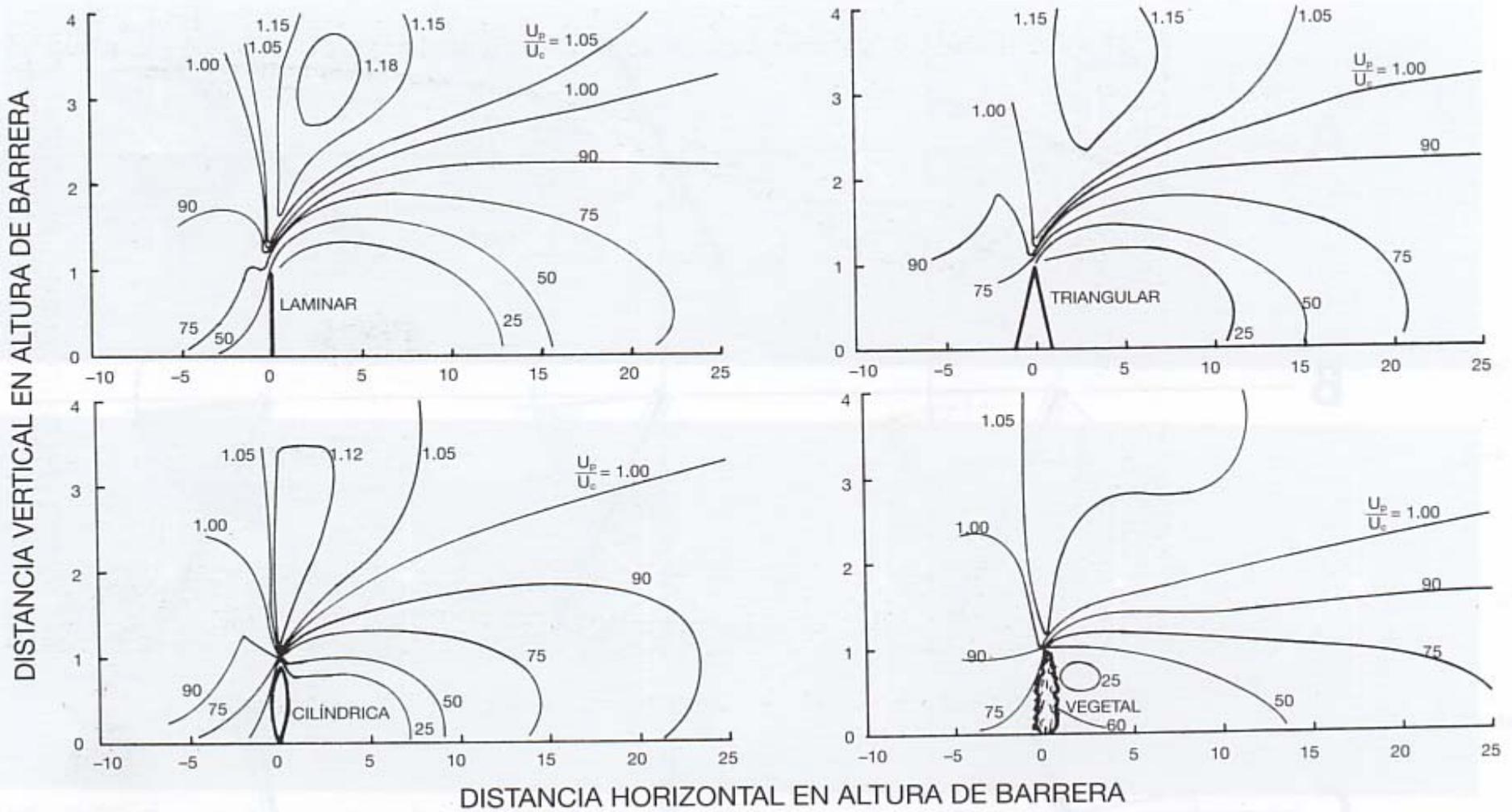
Leur effet: hauteur de l'arbre x10 à 20

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

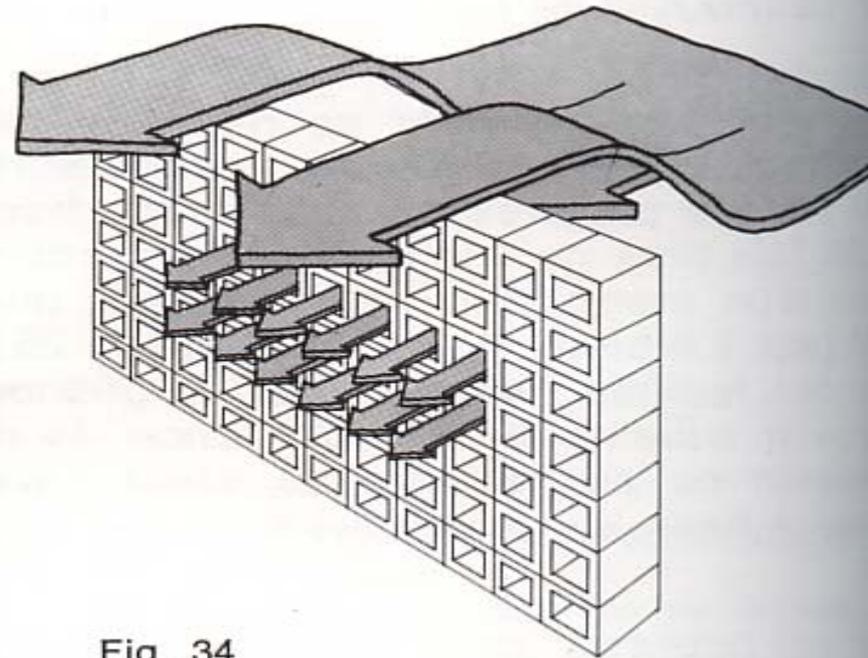
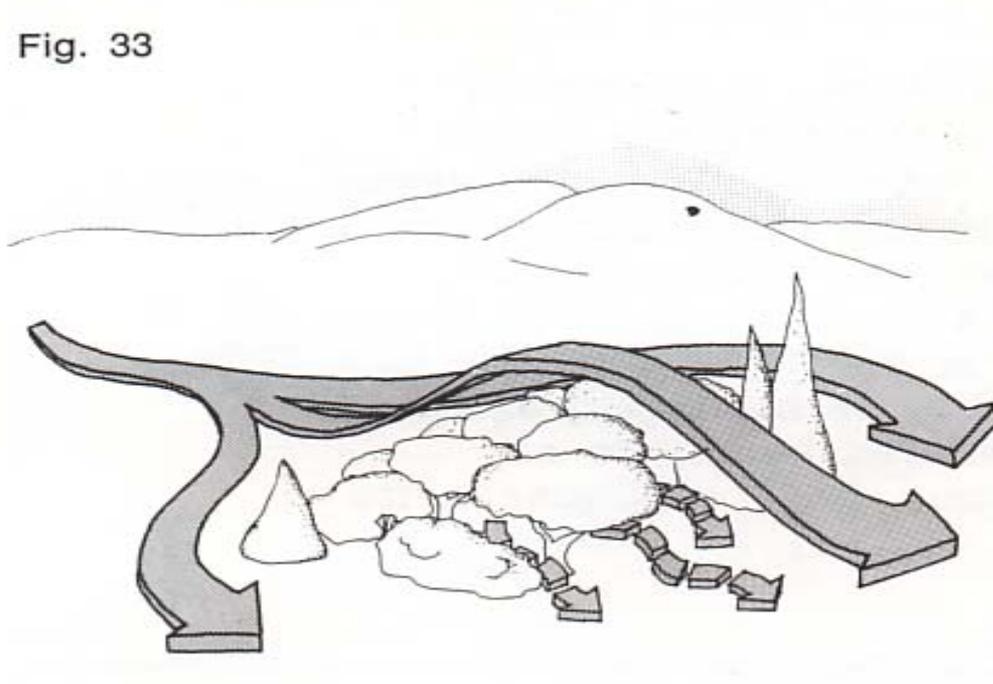


Fig. 34

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.

Analyser le microclimat, observation du site

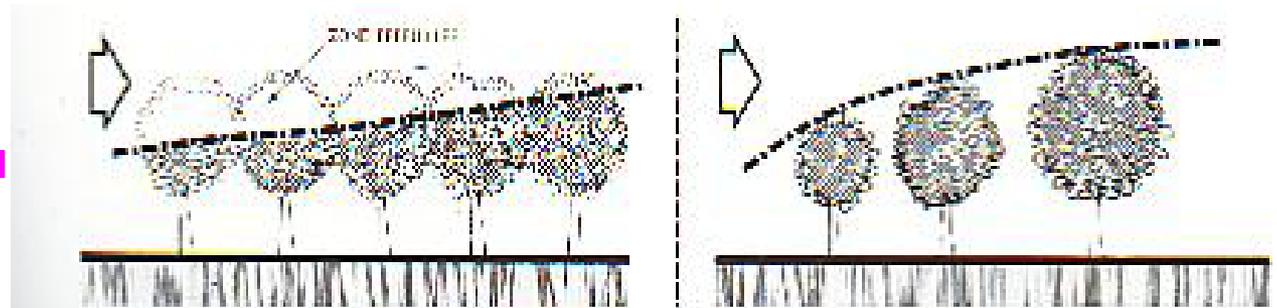


Figure 24: MASSE FOLIAIRE ET DIRECTION DU VENT.
Les arbres situés en amont sont plus échevelés que ceux situés en aval.

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

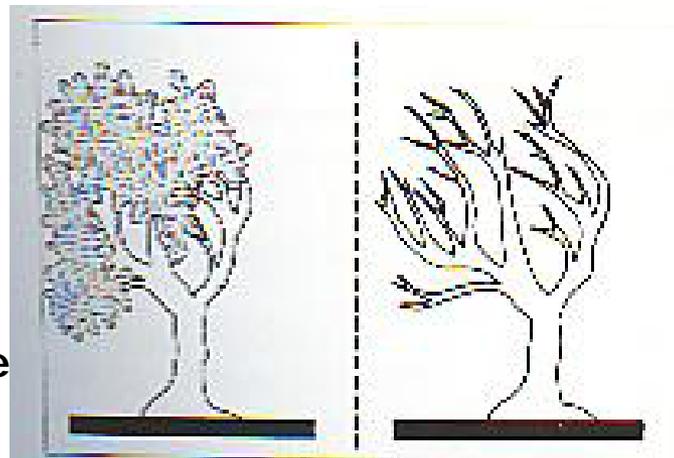
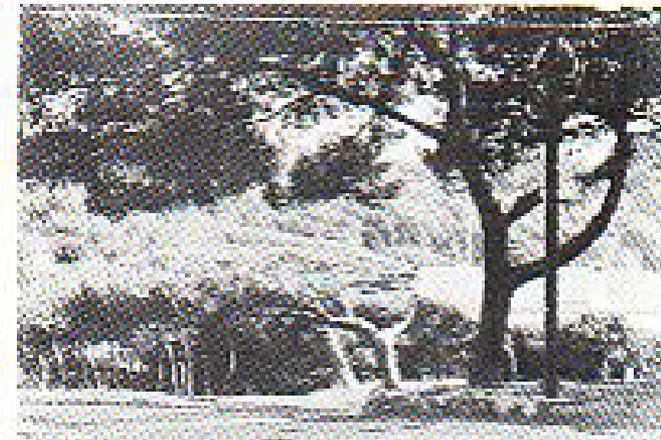
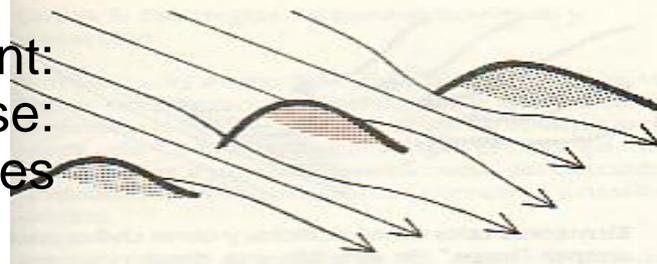


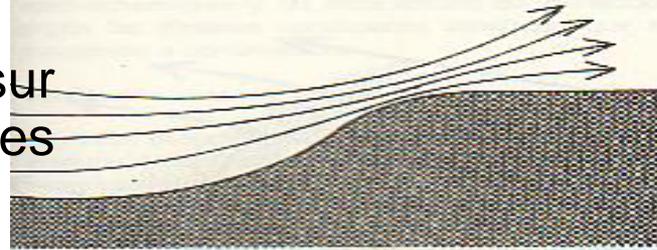
Figure 26: CROISSANCE EXCENTREE D'UN ARBRE ISOLE ET EXPOSE AU VENT.
Même le développement même de l'arbre est très perturbé par le vent et peut s'achever prématurément.



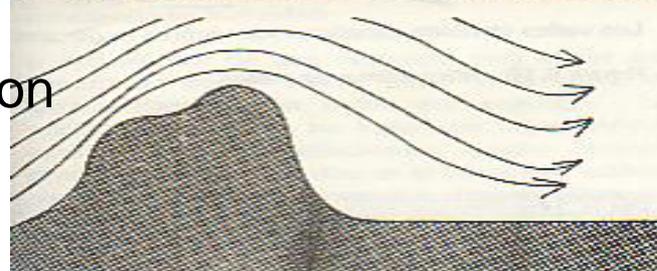
- Concentration de vent:
augmentation de vitesse:
vallées et entre montagnes



- 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



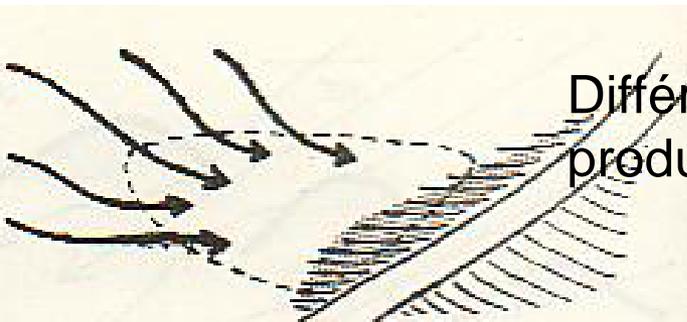
Les vallées peuvent retenir l'air froid,



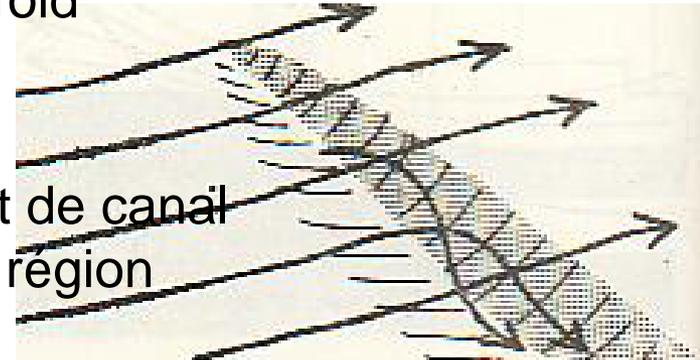
Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

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

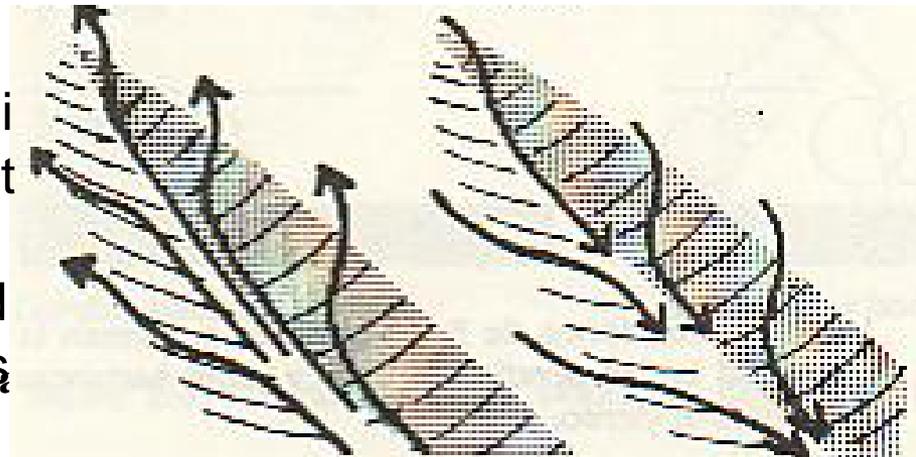


Les vallées servent de canal pour les vents de la région



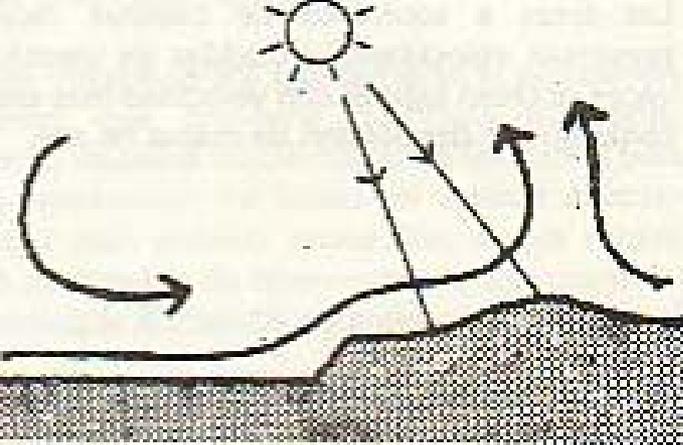
Le jour, la radiation solaire incidente sur les pentes de la vallée chauffe l'air qui monte en produisant un vent de vallée

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

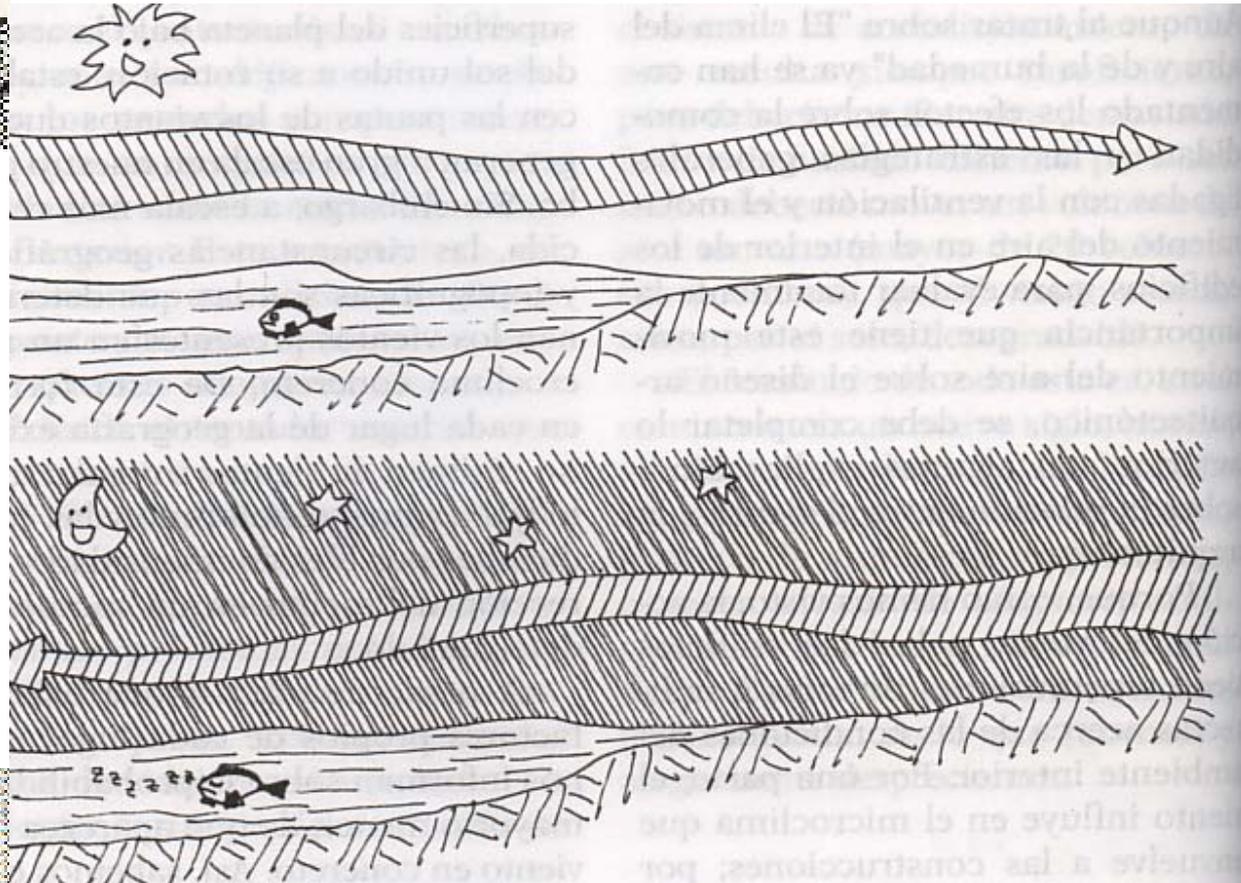


Architecture bioclimatique

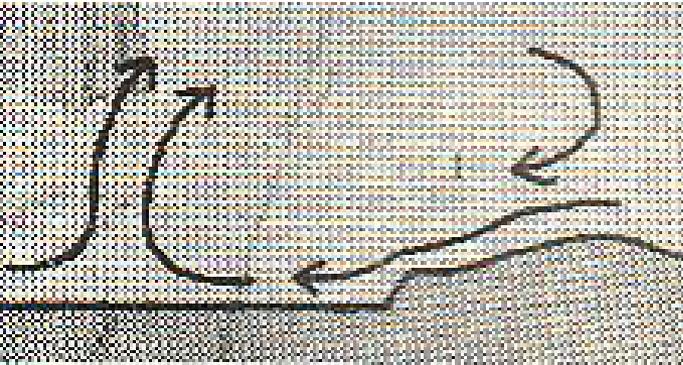
Le vent et l'architecture



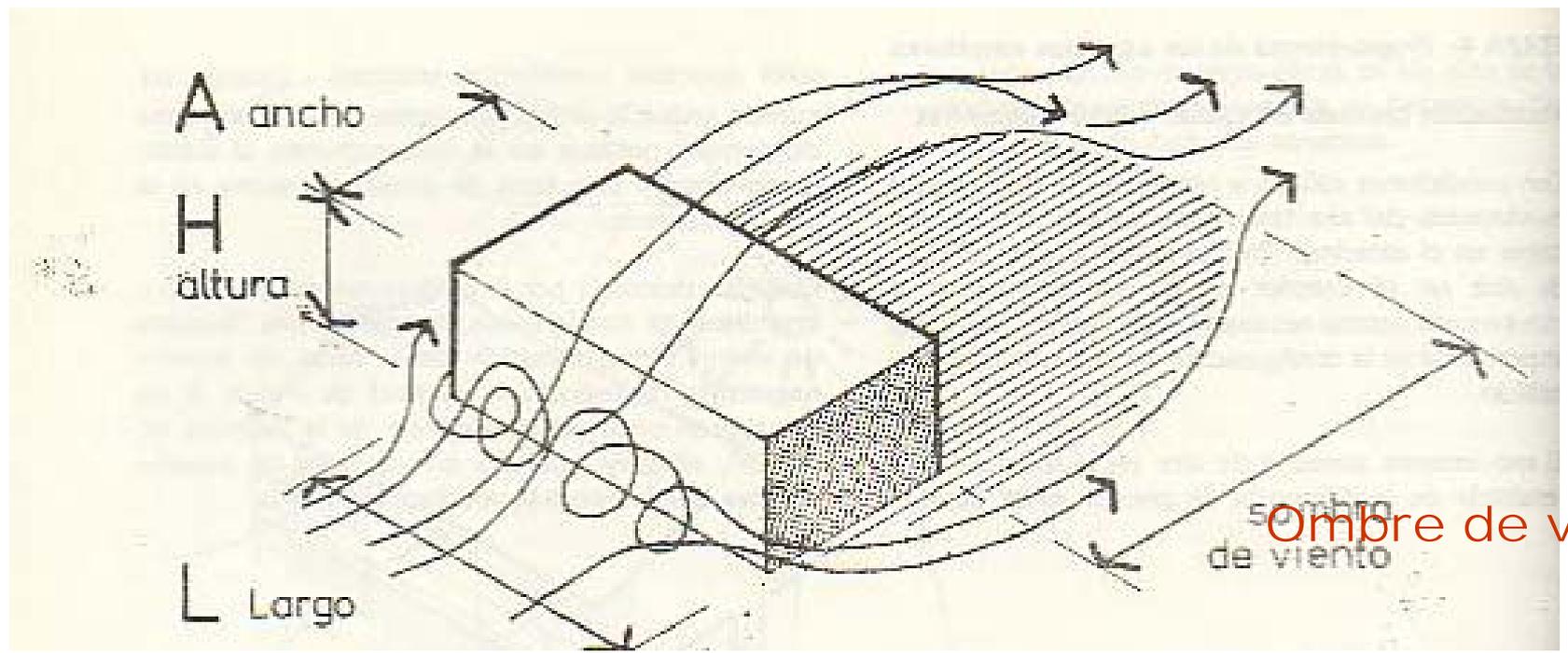
Le jour: la terre se chauffe plus vite que la mer, ou que les grandes surfaces d'eau
.....Vents de la mer..



Le soir : vents de la terre vers la mer



Définitions des objectifs: protection
Ombre de vent



Ombre de vent

Définitions des objectifs: protection

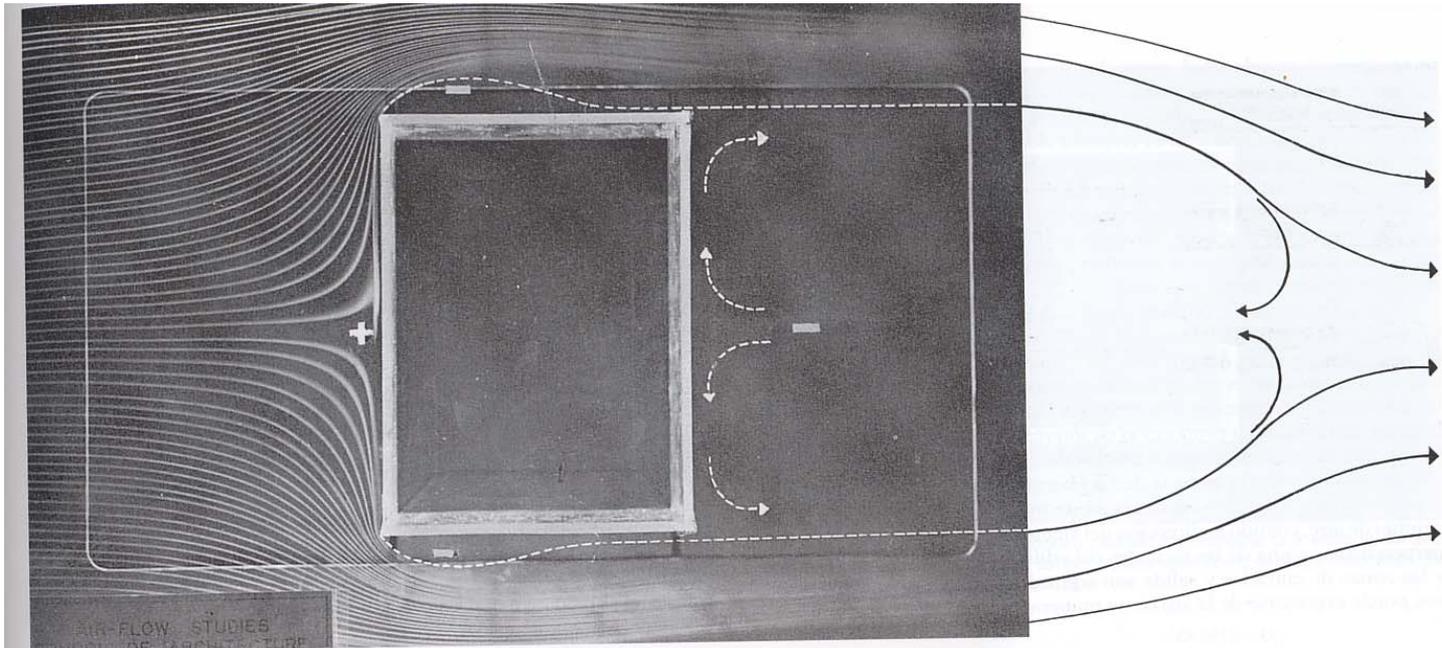
Ombre de vent: calcul

Ombre de vent en fonction de la forme multiple de H

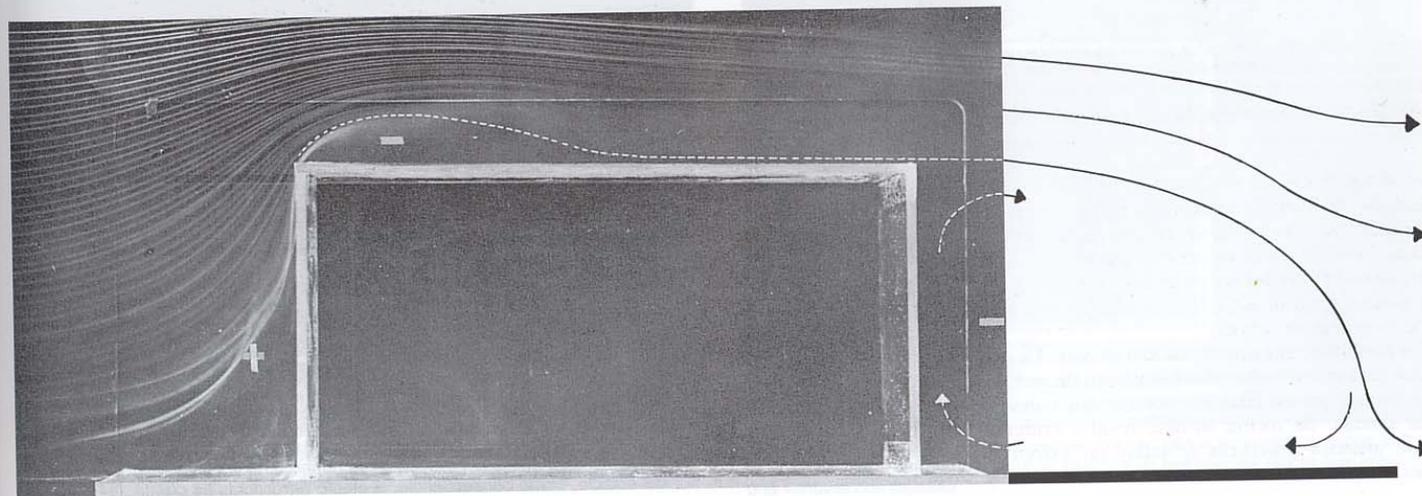
Corte del edificio		L Largo del edificio				
→ Direccion del viento		2 H	4 H	8 H	16 H	24 H
	Altura = Ancho	2,5	3,75	5,25	8	8,75
	Altura = 2 x Ancho	2	2,75	3,75	6	7
	Altura = 3 x Ancho	2,25	3,25	4,25	5,75	5,5
	2 x Altura = Ancho	2,5	4	6	8	9
	3 x Altura = Ancho	2,25	3,75	5,5	6,25	7
	Techo 2 aguas 45°	1,5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

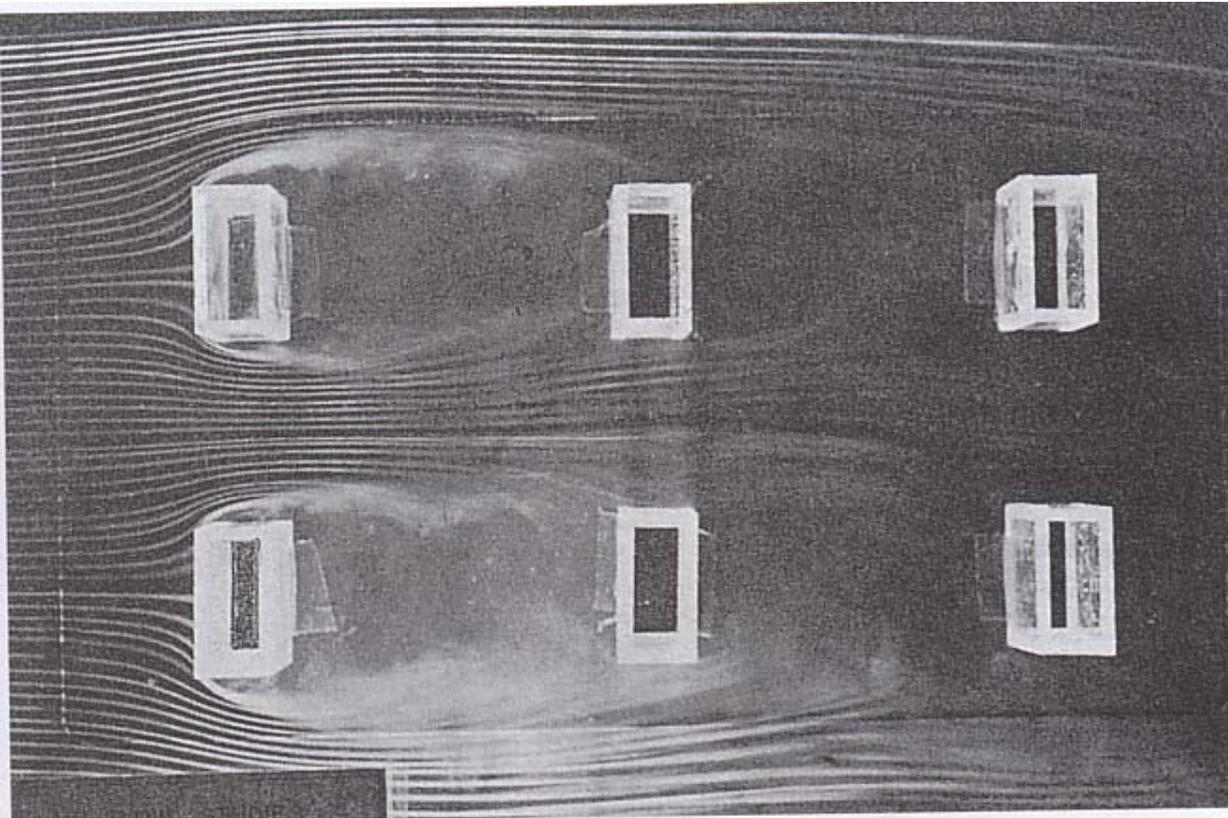


202. Modelo de movimiento del aire en la sección de un edificio.

- **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**

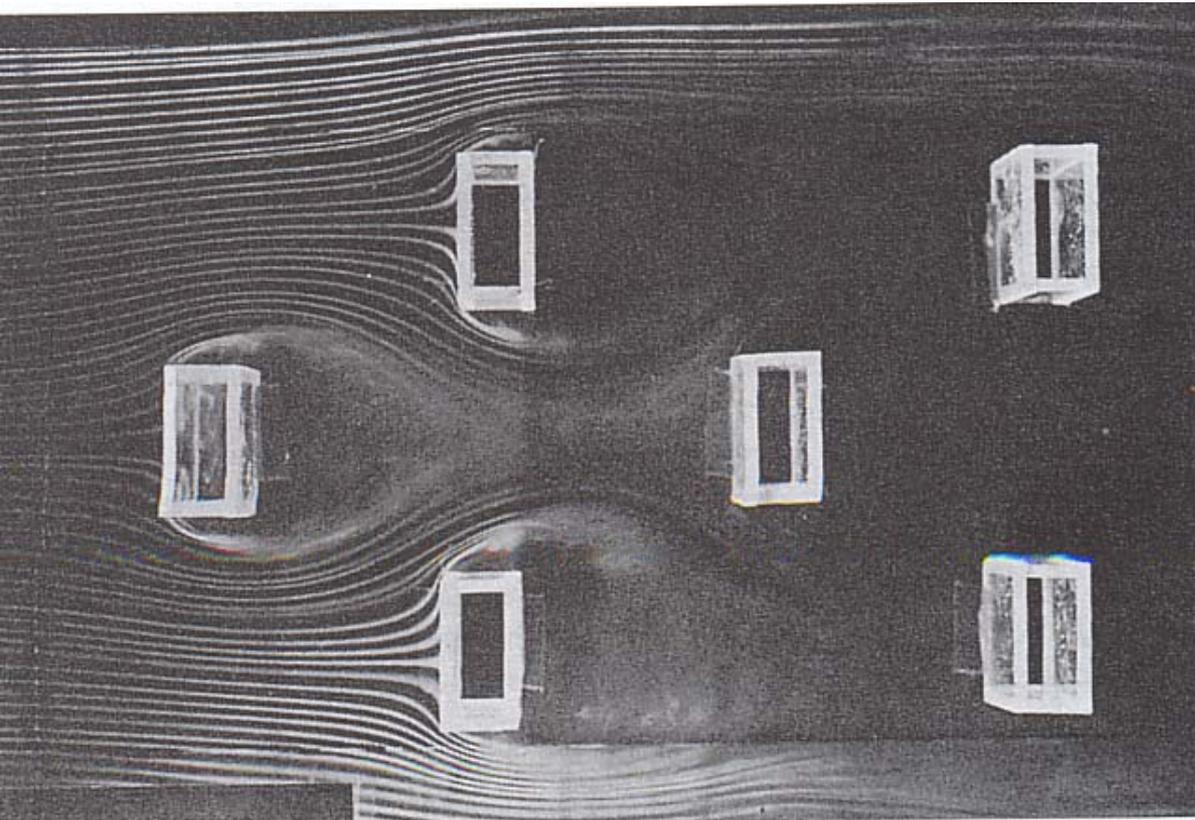
Orientation des bâtiments

bâtiments
perpendiculaires
au vent



Orientation des bâtiments

Favoriser
l'utilisation
des brises d'été



Architecture bioclimatique

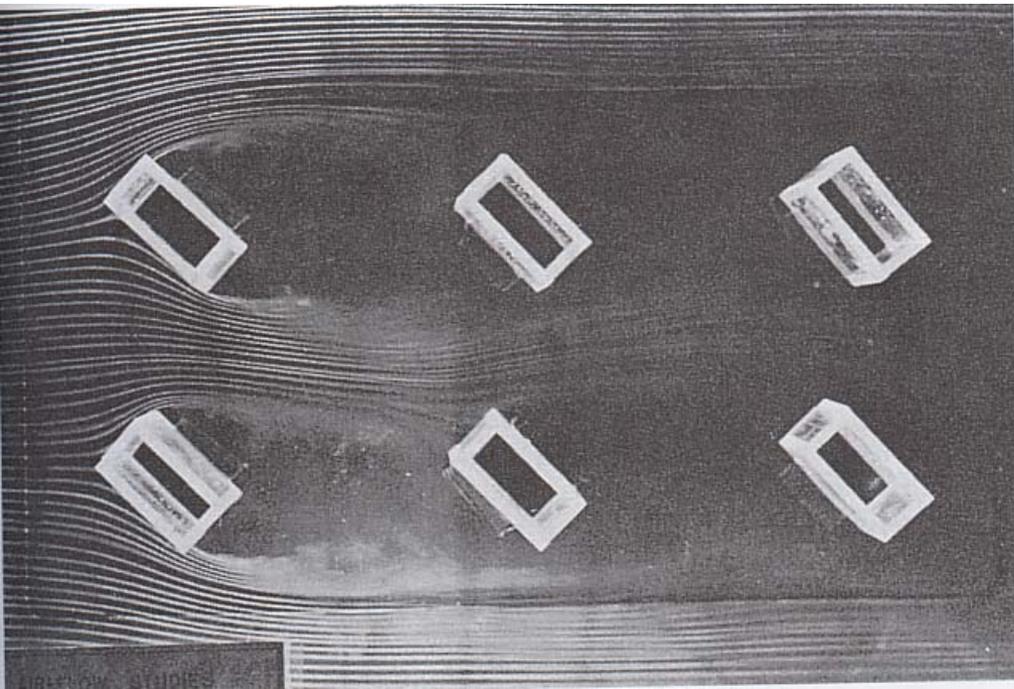
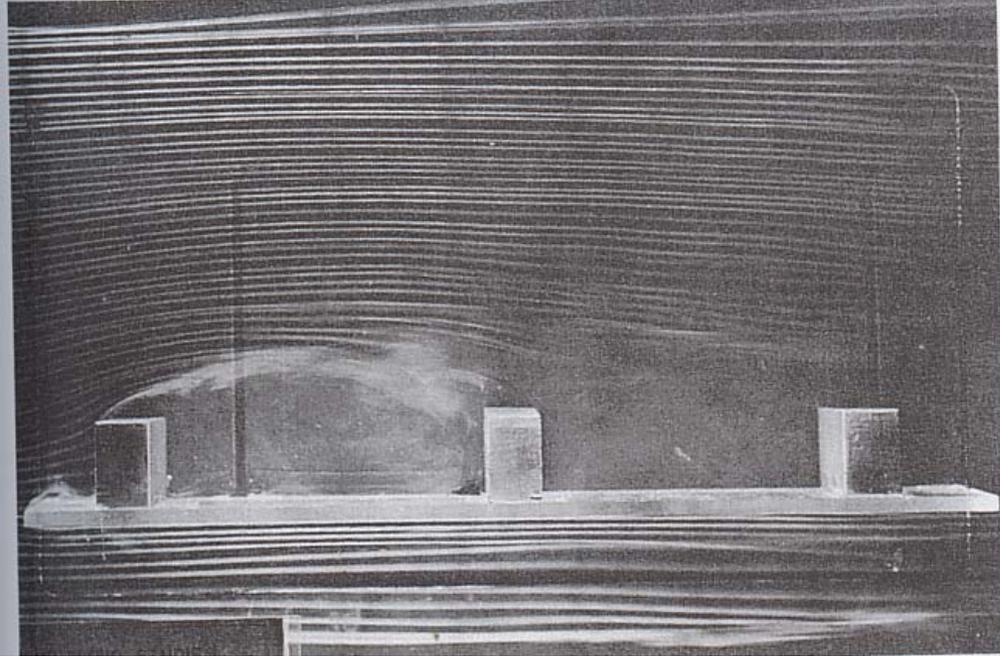
Le vent et l'architecture

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%



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



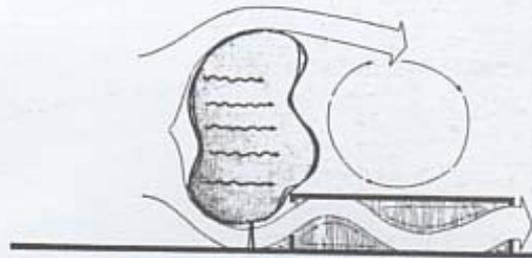
JUNTO AL EDIFICIO



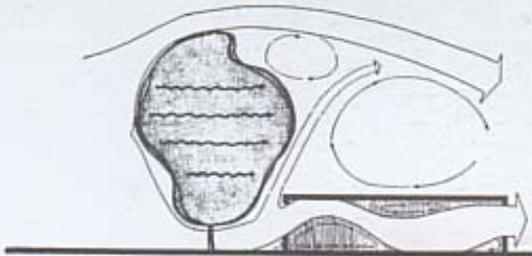
A 3,04 m DEL EDIFICIO



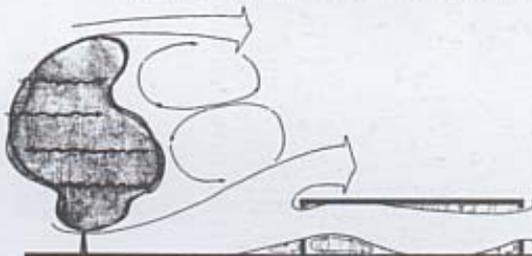
A 6,09 m DEL EDIFICIO



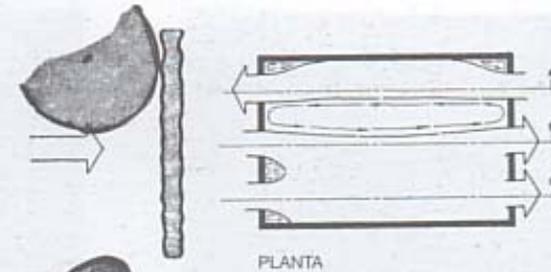
A 1,52 m DEL EDIFICIO Y SOBRE SU EJE CENTRAL



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



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



PLANTA



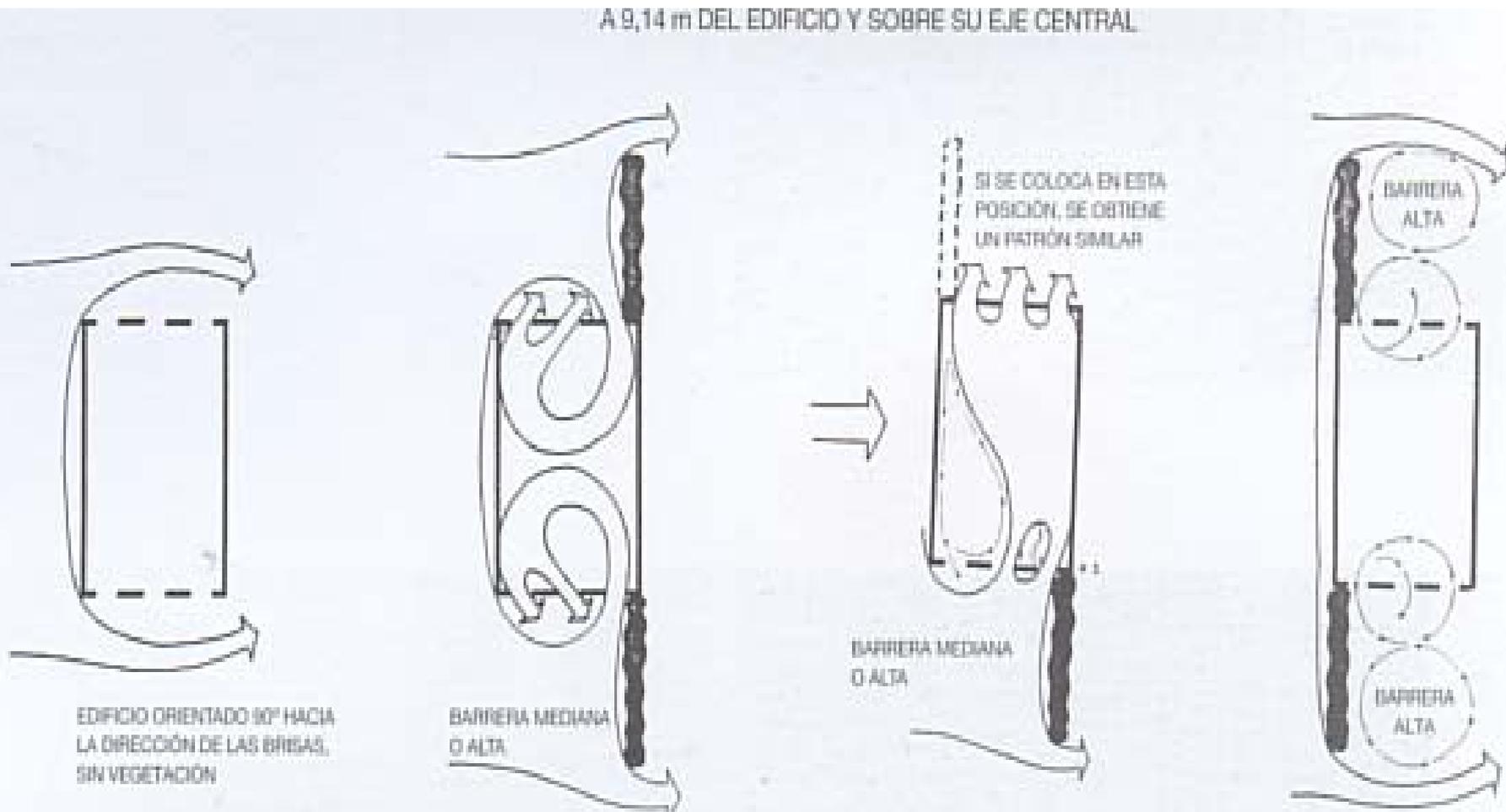
BARRERA A 3,04 m DEL EDIFICIO,
Y ÁRBOL A 6,09 m DE LA ESQUINA
SECCIÓN A

SECCIONES B Y C

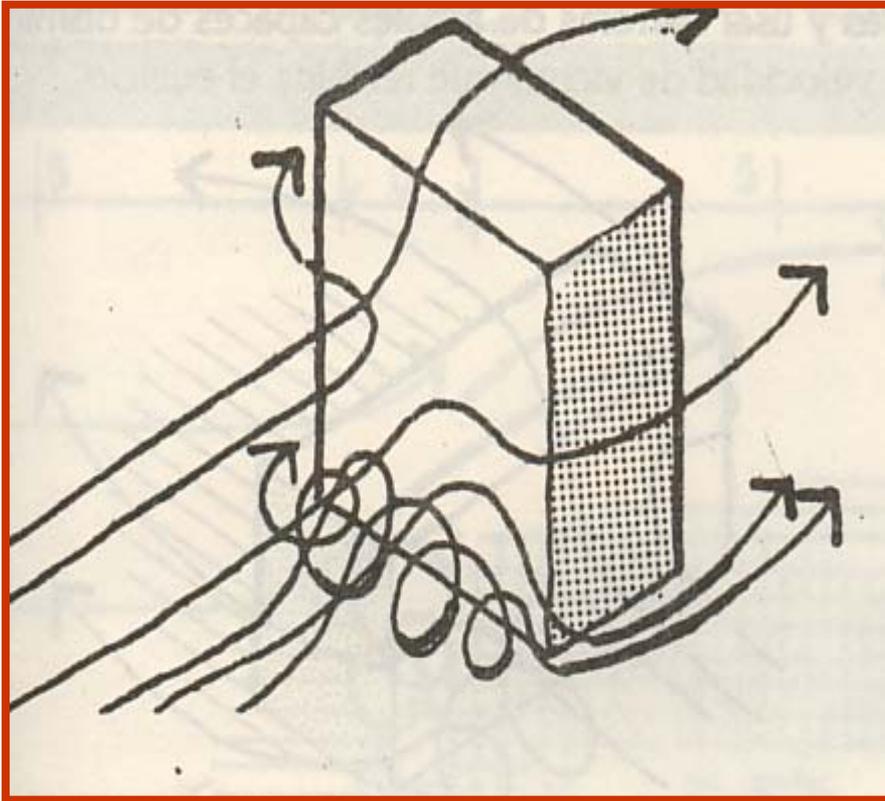
Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

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

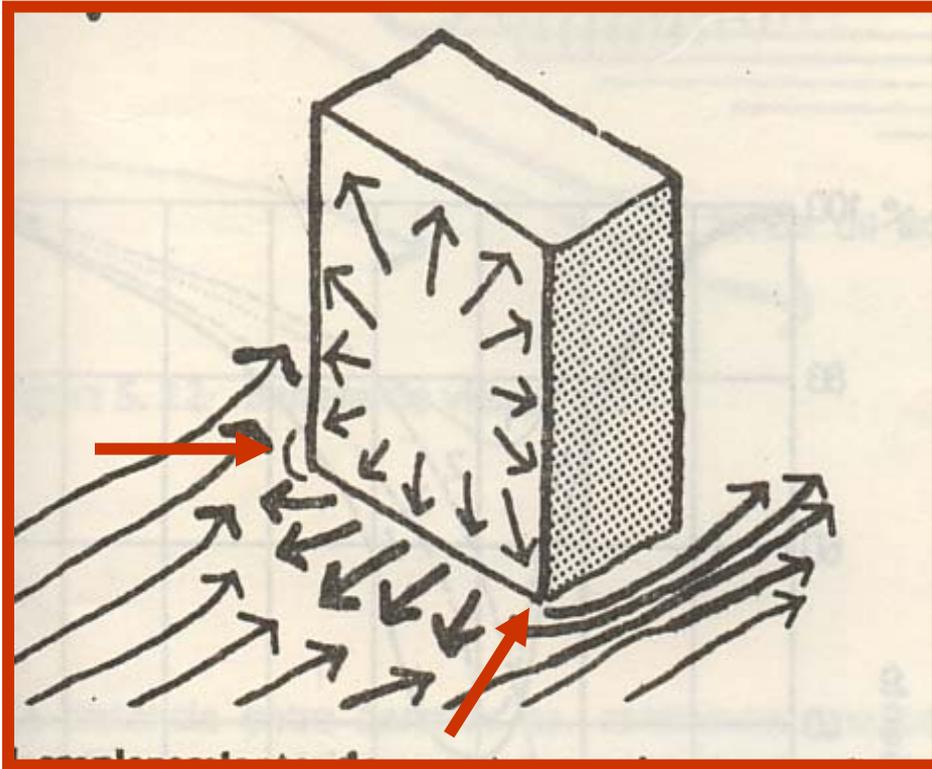


Formes des bâtiments



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

Formes des bâtiments

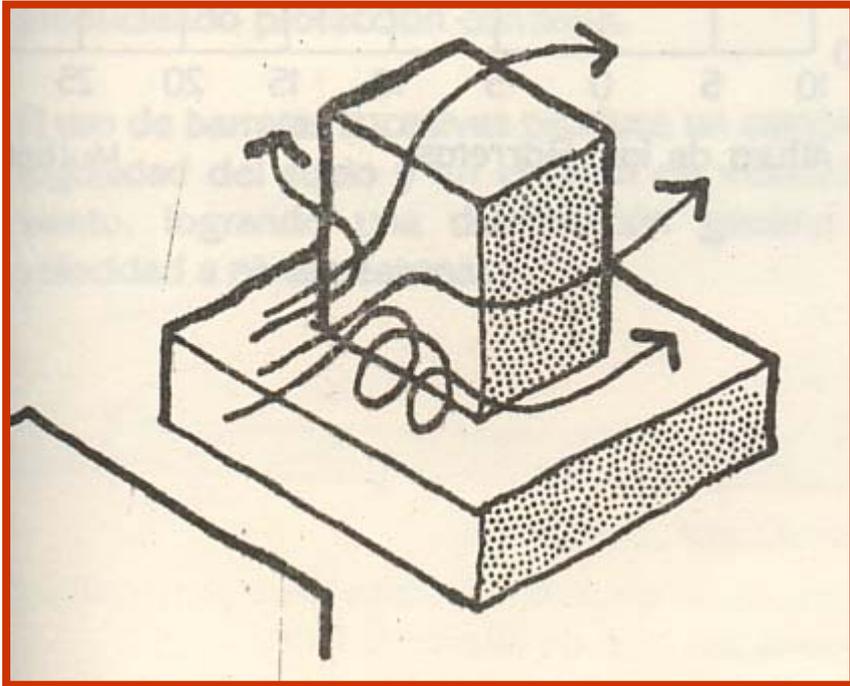


Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

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

Formes des bâtiments

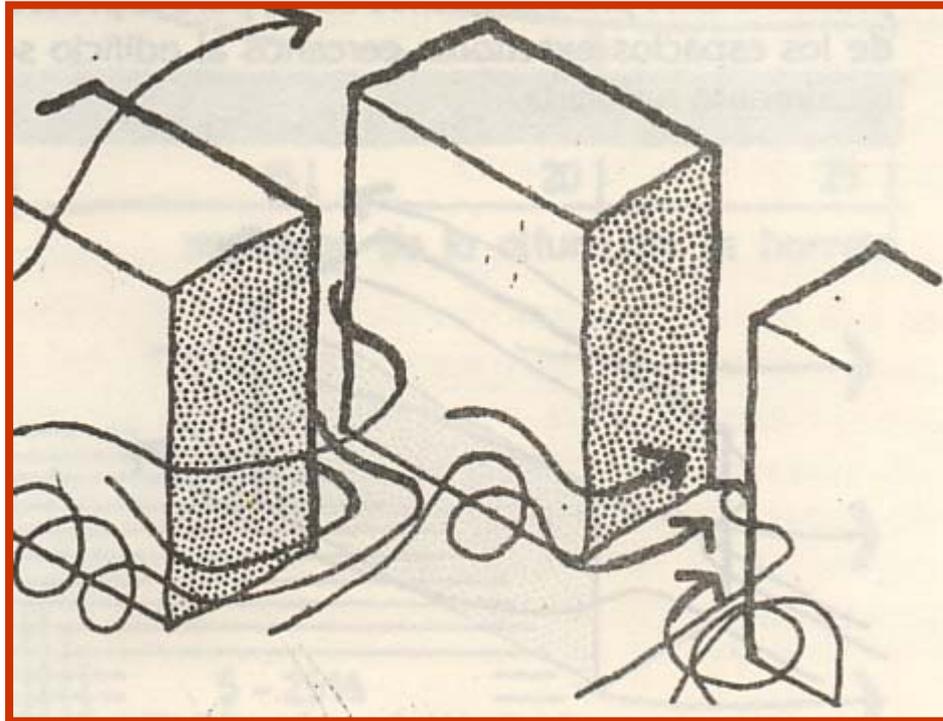


diminution de l'effet du « vent de grande vitesse » au niveau de la rue, la terrasse n'est pas utilisable

Architecture bioclimatique

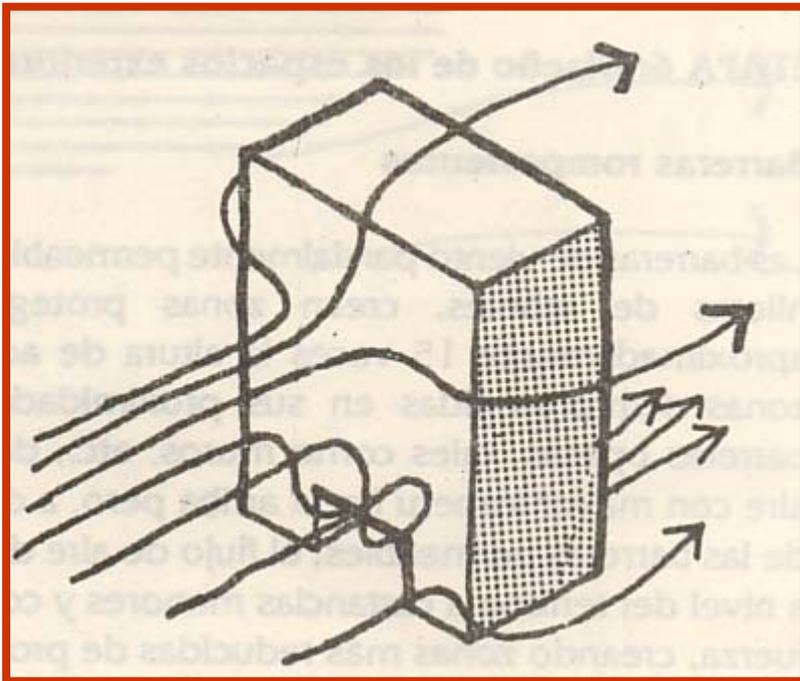
Le vent et l'architecture

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

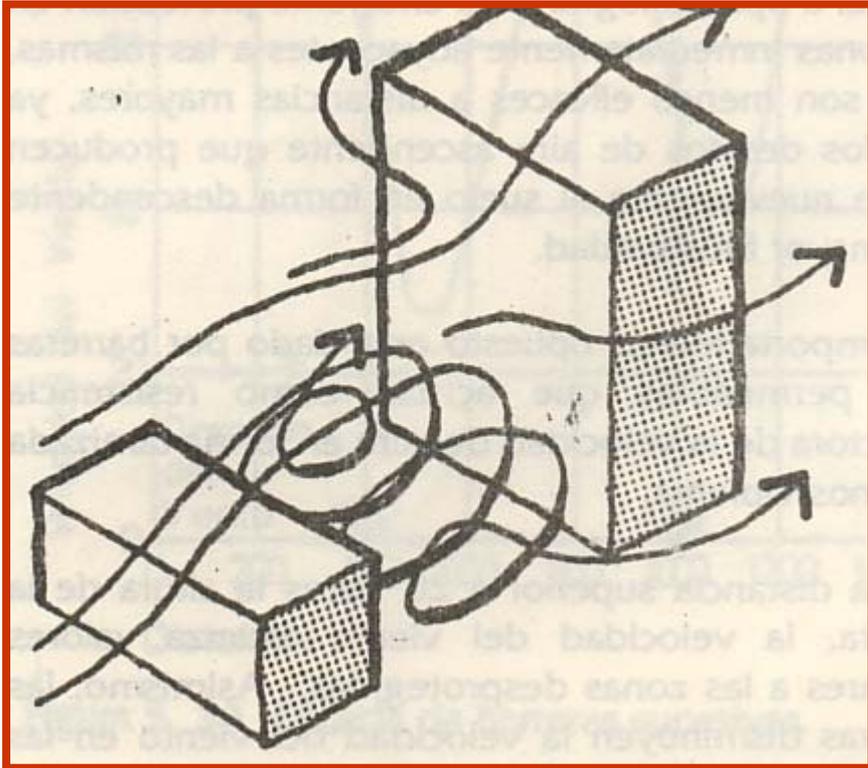
Formes des bâtiments



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

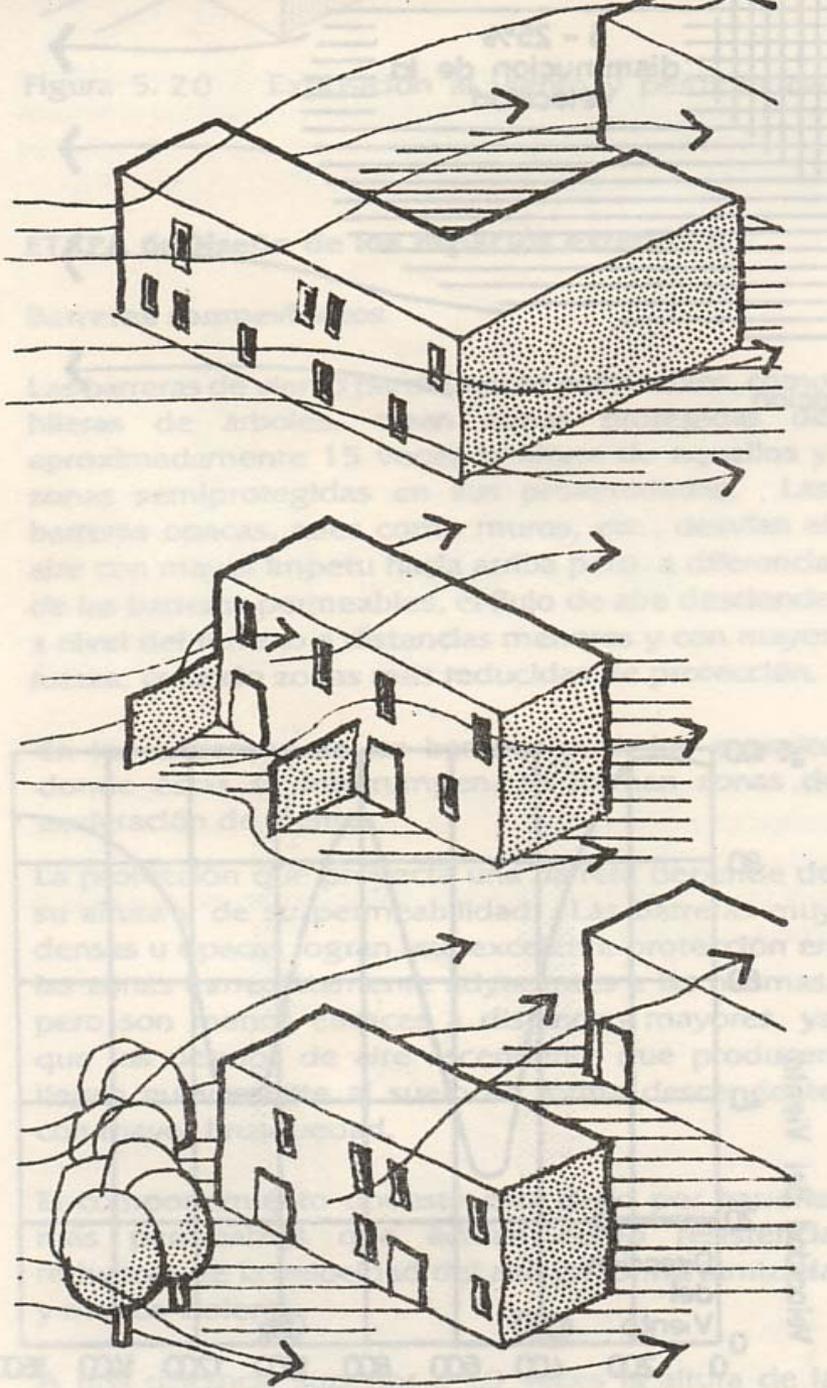


les bâtiments bas face aux
autres n'arrange pas le
problème!

Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

Les fenêtres , l'accès...



s ambiances thermiques

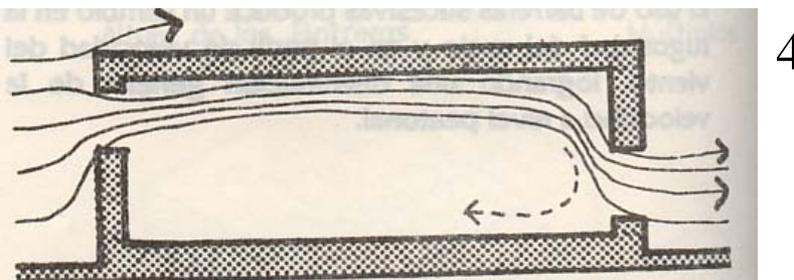
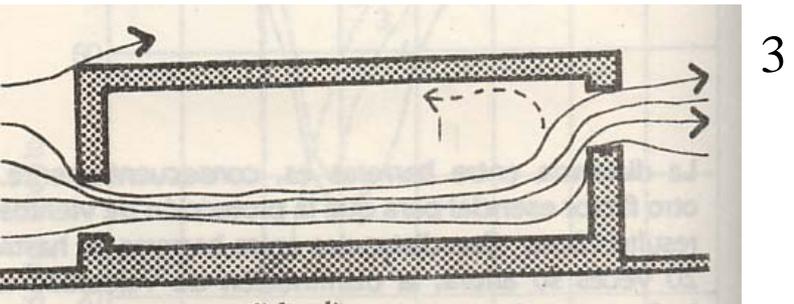
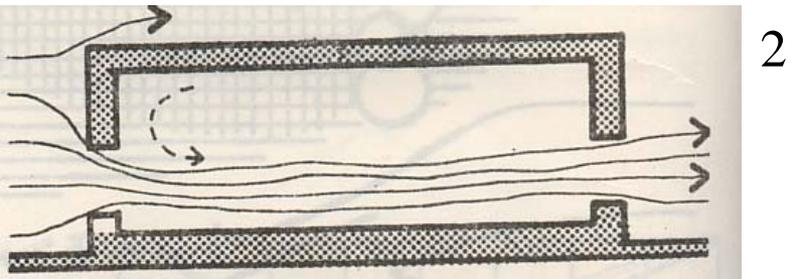
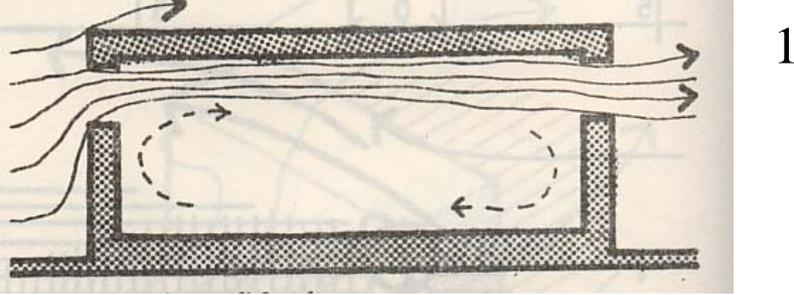
C1 mld

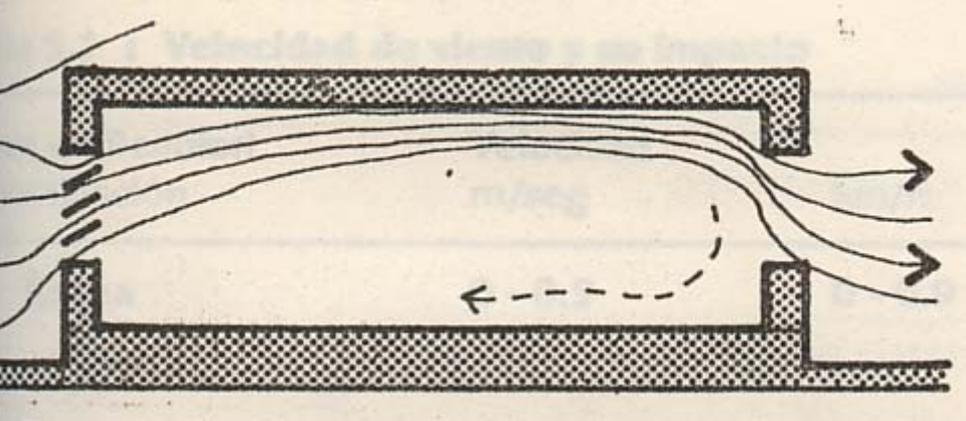
Architecture bioclimatique

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

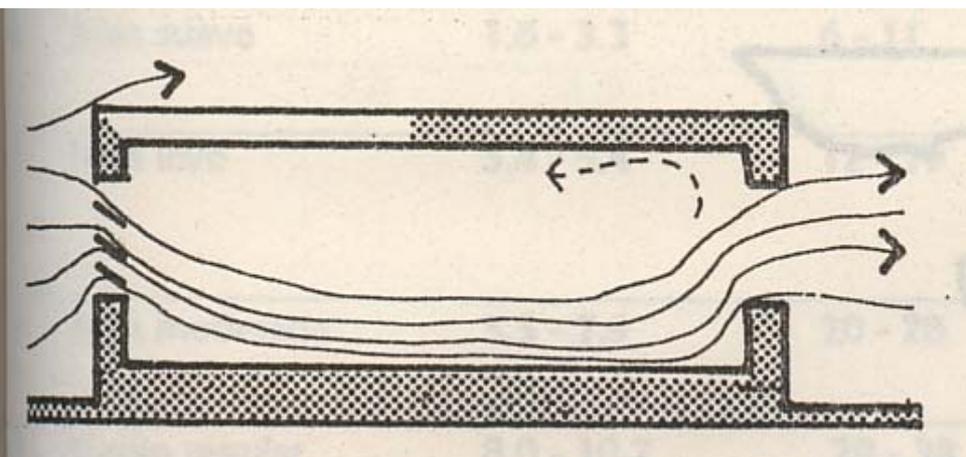




1

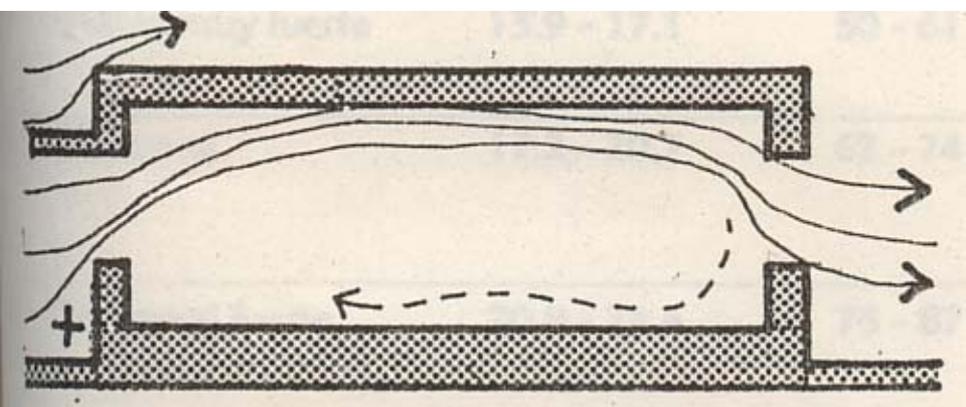
Architecture bioclimatique
Le vent et l'architecture

1 et 2 on peut diriger l'air



2

3 changement de la distribution vers le haut



3

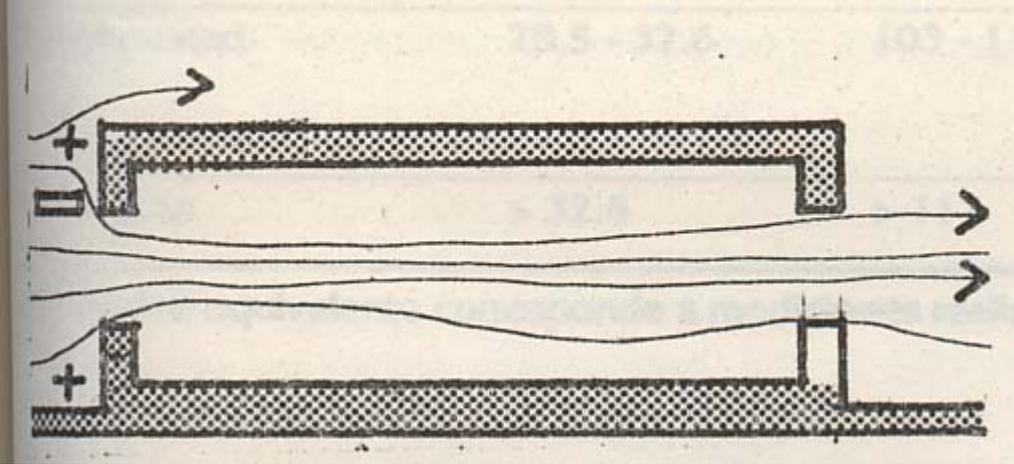
ances thermiques

C1 mld

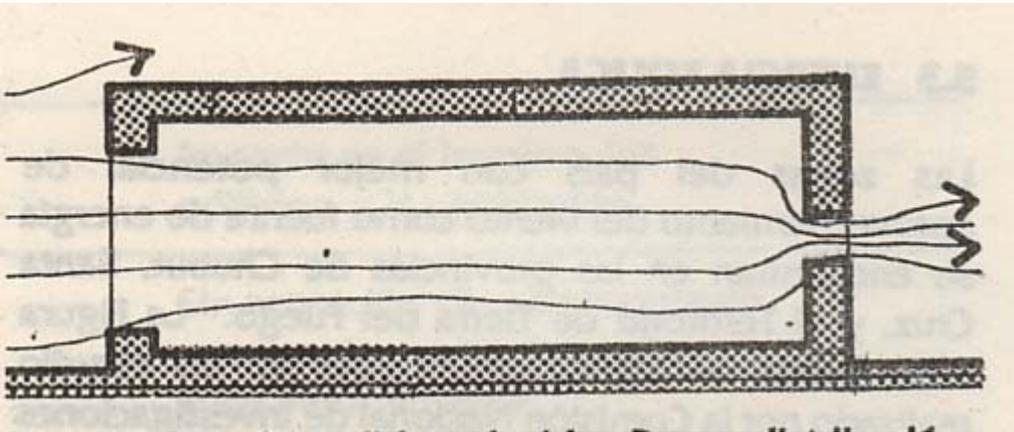
Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture

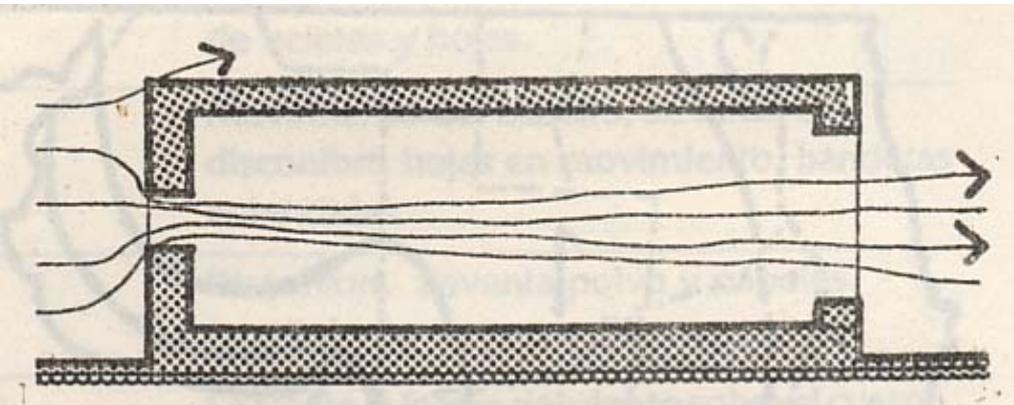
1 Équilibre et flux horizontal



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



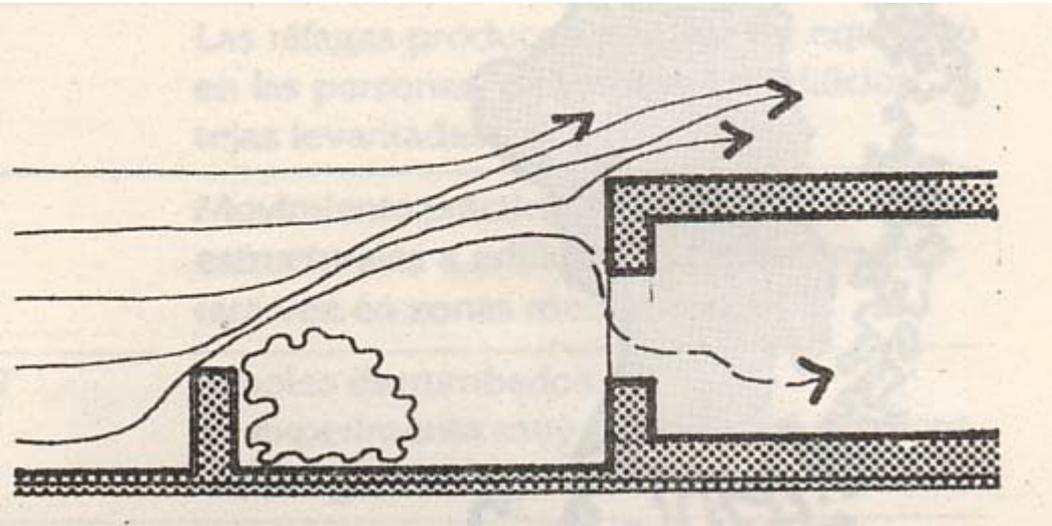
3 augmentation de la vitesse interne du vent



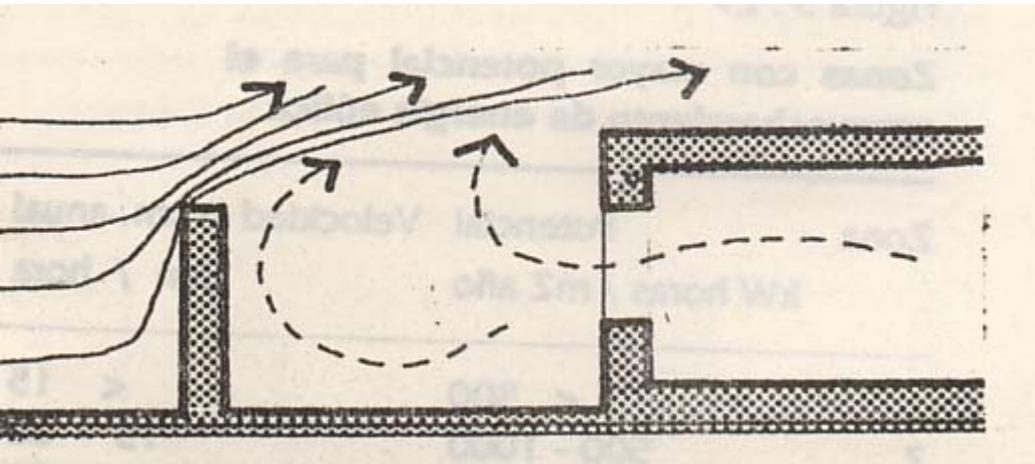
es thermiques

Architecture bioclimatique

Le vent et l'architecture



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



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**

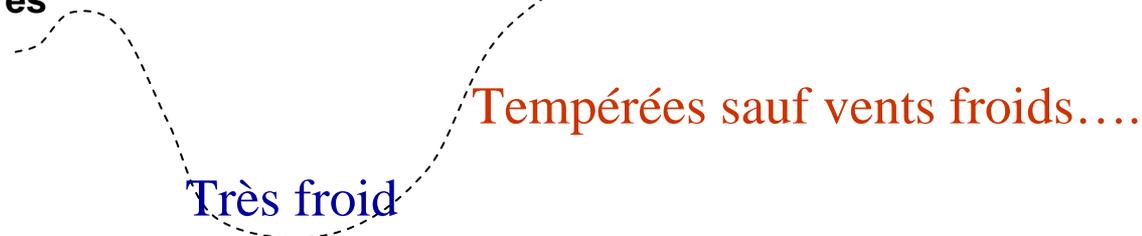
Ventilation

orientation des bâtiments et des baies

- **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

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 : Θ_{em}
- Température de confort : Θ_{im}
- Température sans chauffage (avec apports solaires) : Θ_{sc}
- Effet des gains internes :
Température de non-chauffage Θ_{nc}

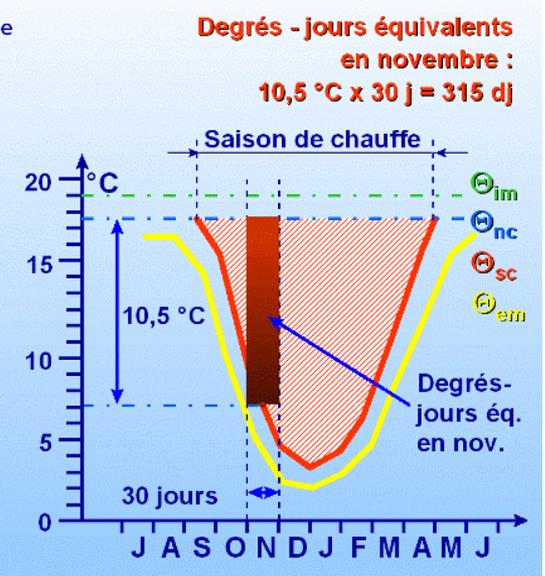


figure permet de visualiser le véritable apport du chauffage, corrigé par les apports solaires et les apports gratuits.

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