

M2R ECD - Eco-conception Bioclimatisme

alexandra.bourdot@ens-paris-saclay.fr

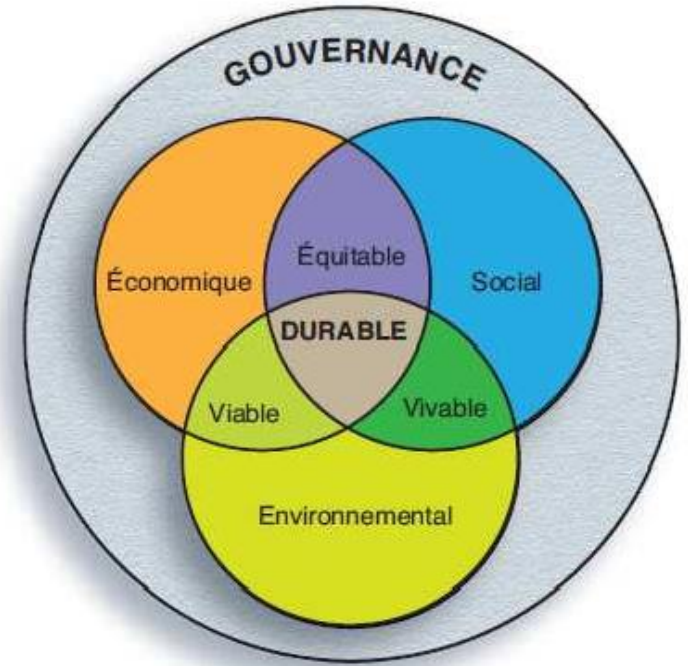


LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

DÉFINITION

Un développement durable est un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs (Rapport Bruntland).

Un développement durable est le fait d'améliorer les conditions d'existence des communautés humaines, tout en restant dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes (UICN, WWF, PNUE)



Le développement durable doit être techniquement approprié, non dégradant pour l'environnement, économiquement viable et acceptable d'un point de vue social

LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

OBJECTIFS

1. **Préserver l'environnement** par des mesures de protection de la qualité de l'environnement, par la restauration, l'aménagement et le maintien des habitats essentiels aux espèces ainsi que par une gestion durable
2. **Améliorer l'équité sociale**, c'est-à-dire permettre la satisfaction des besoins essentiels des communautés humaines présentes et futures et l'amélioration de la qualité de vie, et ce, notamment par l'accès à un logement de qualité.
3. **Améliorer l'efficacité économique**, c'est-à-dire favoriser une gestion optimale des ressources humaines, naturelles et financières, afin de permettre la satisfaction des besoins des communautés humaines, et ce, notamment par la responsabilisation des entreprises et consommateurs.



Eco-conception et bioclimatisme

Partie 1: stratégie structurales

Partie 2: stratégies d'implantation

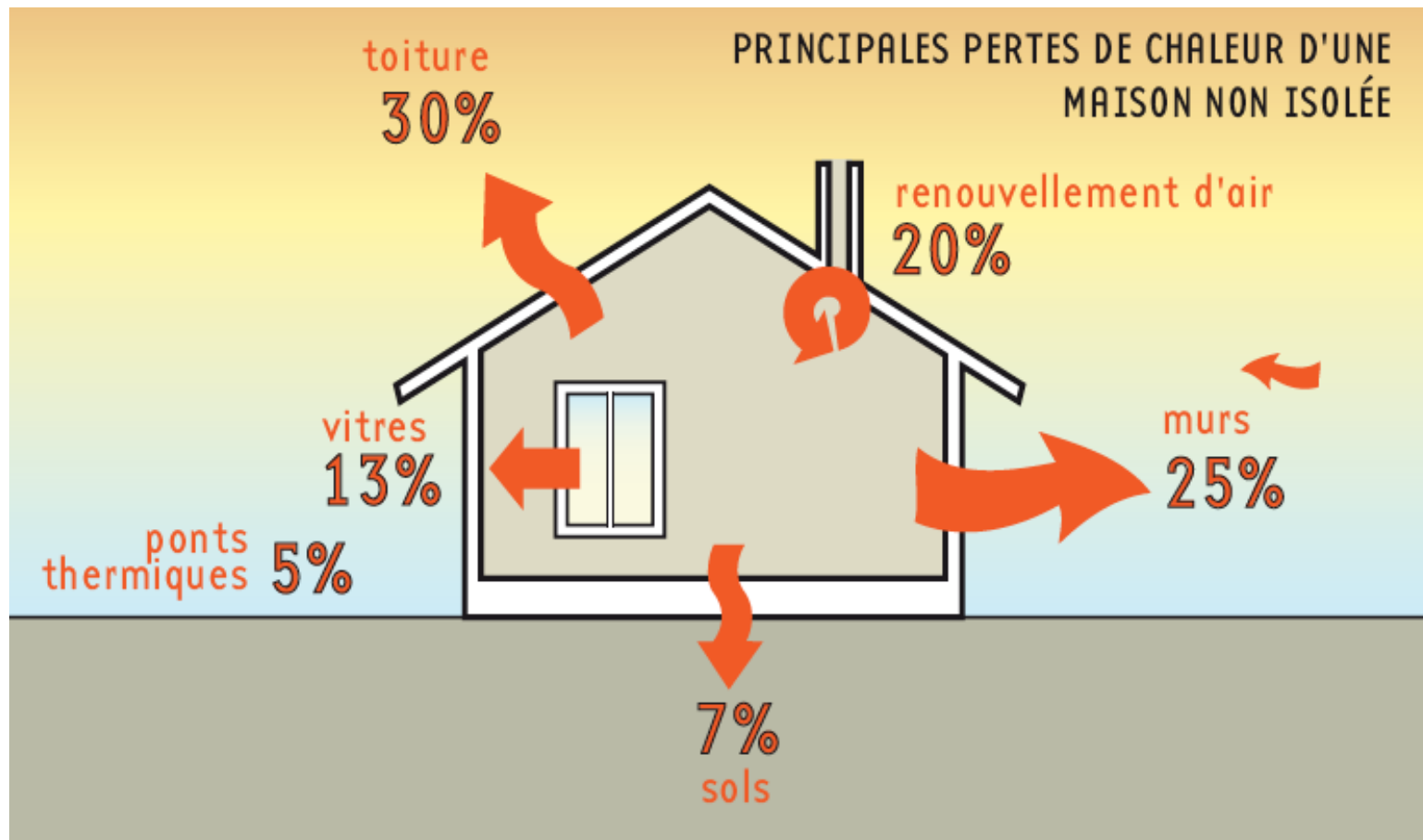
Exemples

Partie 3 : Batiment Intelligent

Cas d'étude: ENS Paris-Saclay

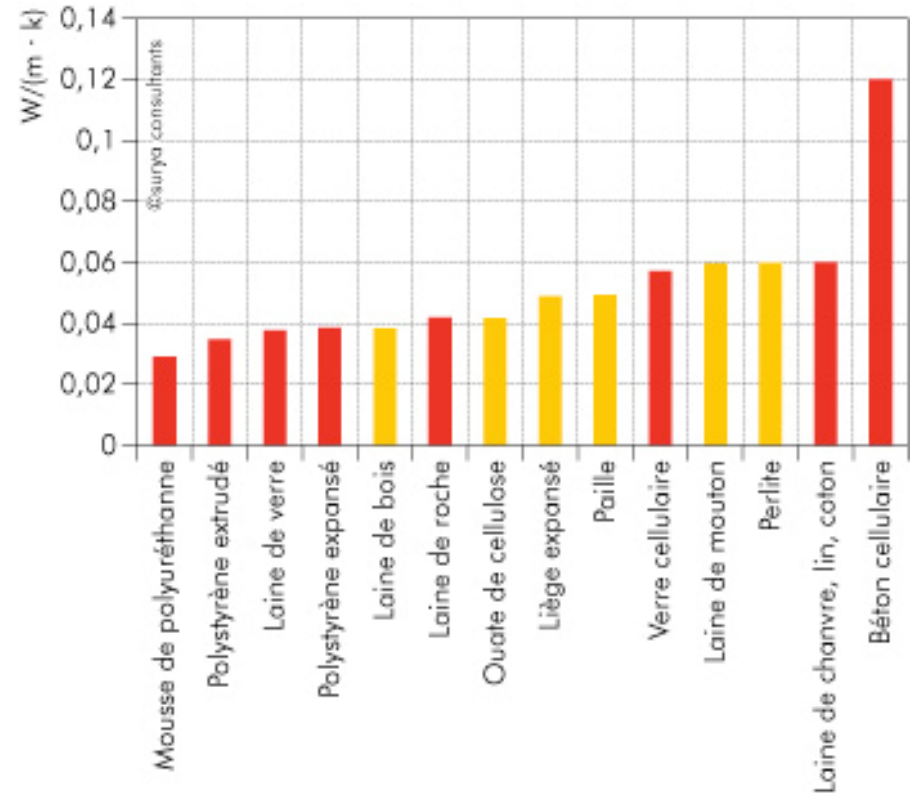
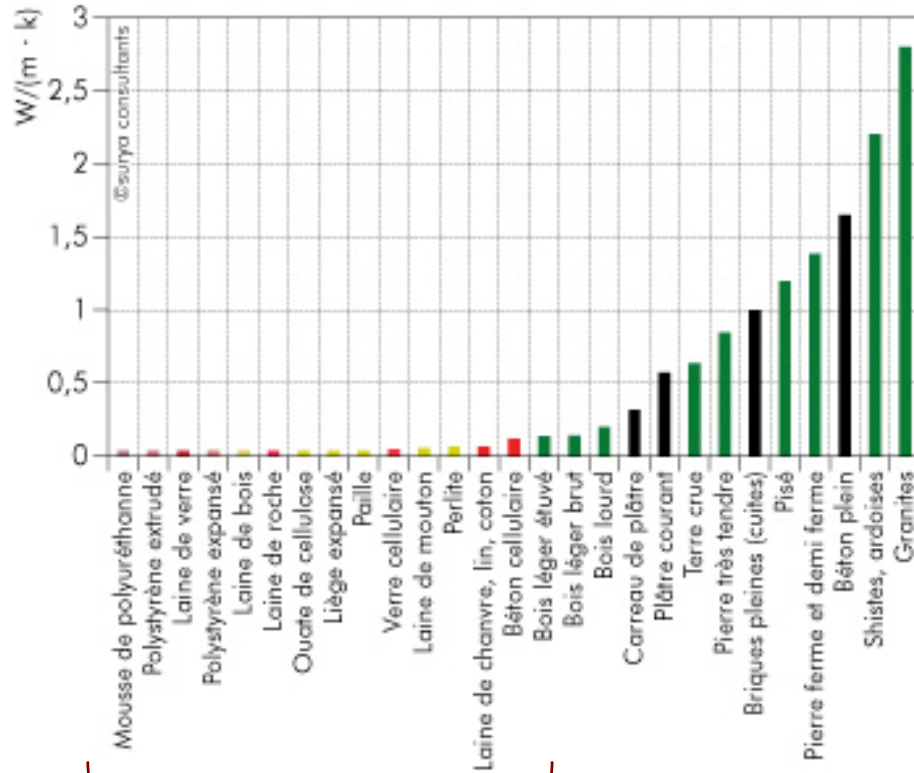
1- Transferts en régime permanent

1.1- Flux à travers les parois



1- Transferts en régime permanent

1.2- Caractéristiques thermiques des matériaux de construction



1- Transferts en régime permanent

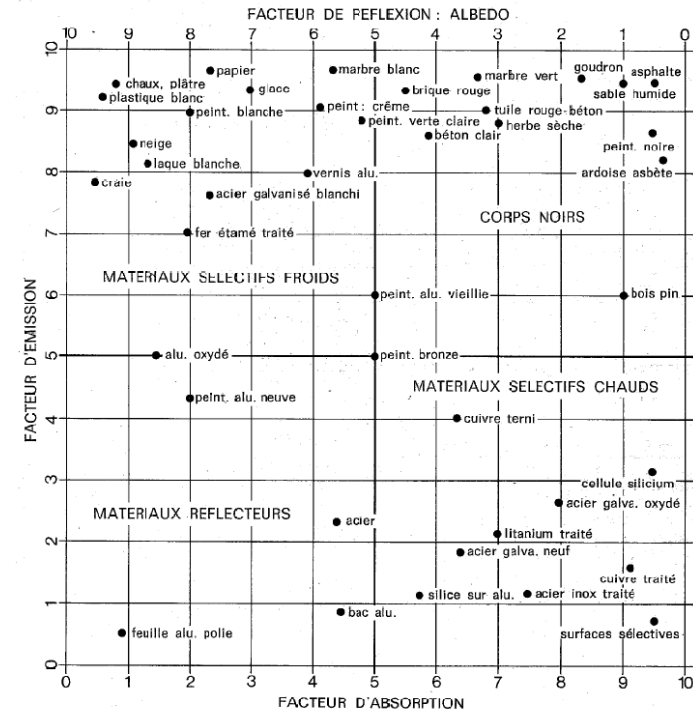
1.3- Choix des matériaux de construction

Différentes caractéristiques rentrent en compte pour le choix d'un matériau :

thermique, construction, aspect, acoustique, transparence, facilité de pose, facilité de transport, disponibilité, résistance au feu, sécurité, prix...

Ces caractéristiques sont spécifiques à leur utilisation souhaitée dans le bâtiment que l'on peut classer comme suit :

- matériaux de structure (ayant des fonctions porteuses)
- matériaux d'isolation (ayant des fonctions d'isolation thermique et/ou acoustique)
- matériaux transparents (vitrages)
- matériaux de finition (revêtements extérieurs et intérieurs)



2– Matériaux de construction

2.1– Matériaux de structure

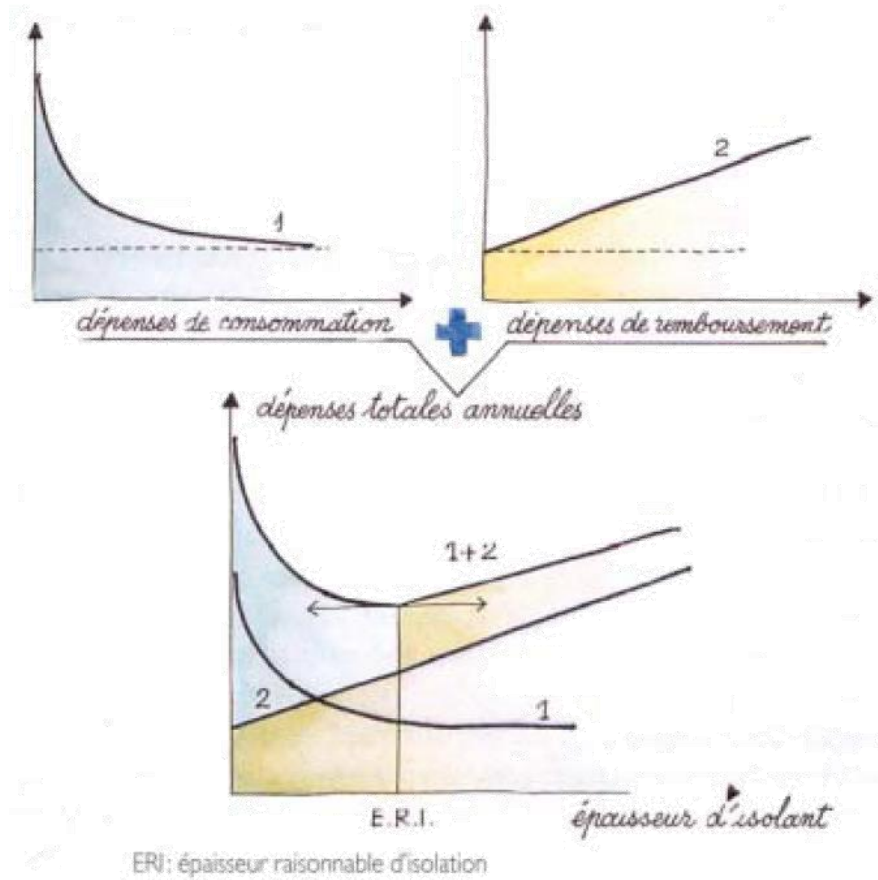
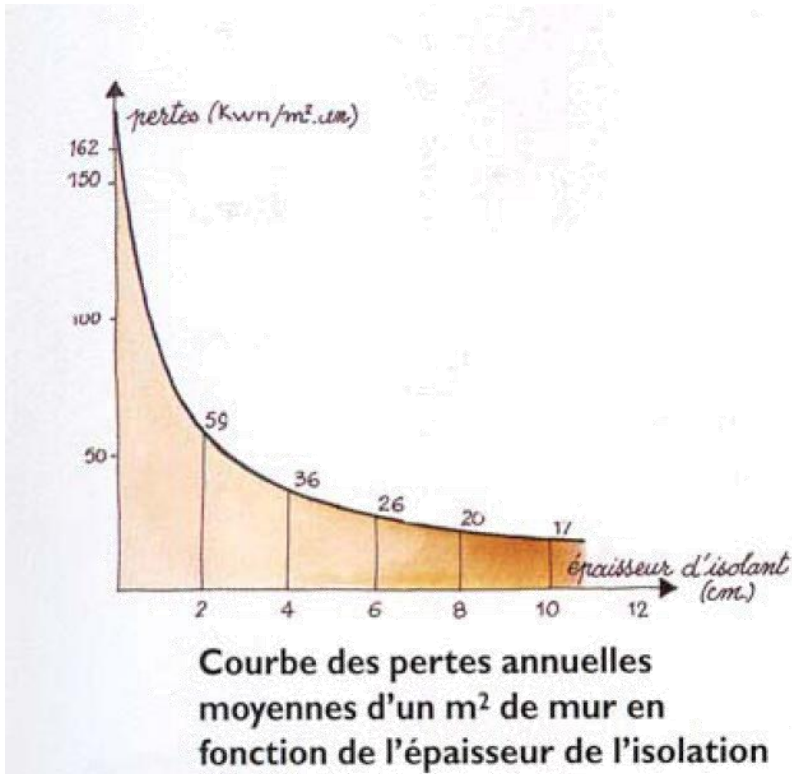
Matériaux de la construction individuelle :

- **Bois:** inertie thermique faible si [ossature bois + remplissage]
- **Blocs en béton alvéolaires:** isolation insuffisante, inertie moyenne
- **Béton cellulaire:** bonne isolation thermique, pas besoin d'isolant complémentaire, inertie moyenne, faible résistance mécanique
- **Briques de terre cuite:** isolation encore insuffisante, bonne inertie et bon régulateur hygrothermique
- **Terre crue:** excellente qualité hygrométrique , forte inertie, isolation insuffisante
- **Pierre:** qualités thermiques se rapprochant de celles de la terre (sauf sur la qualité hygrométrique moins bonne)



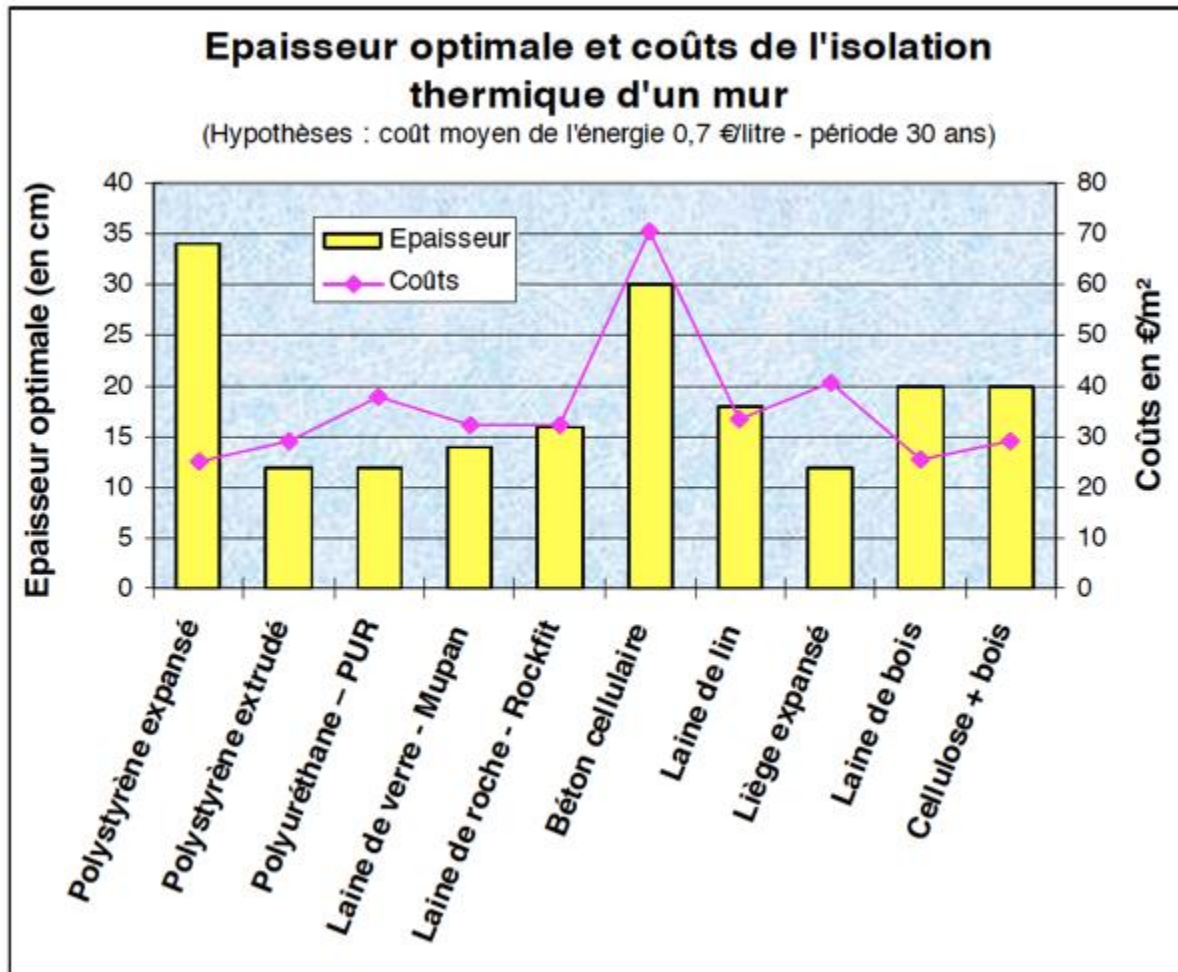
2- Matériaux de construction

2.2- Matériaux isolants



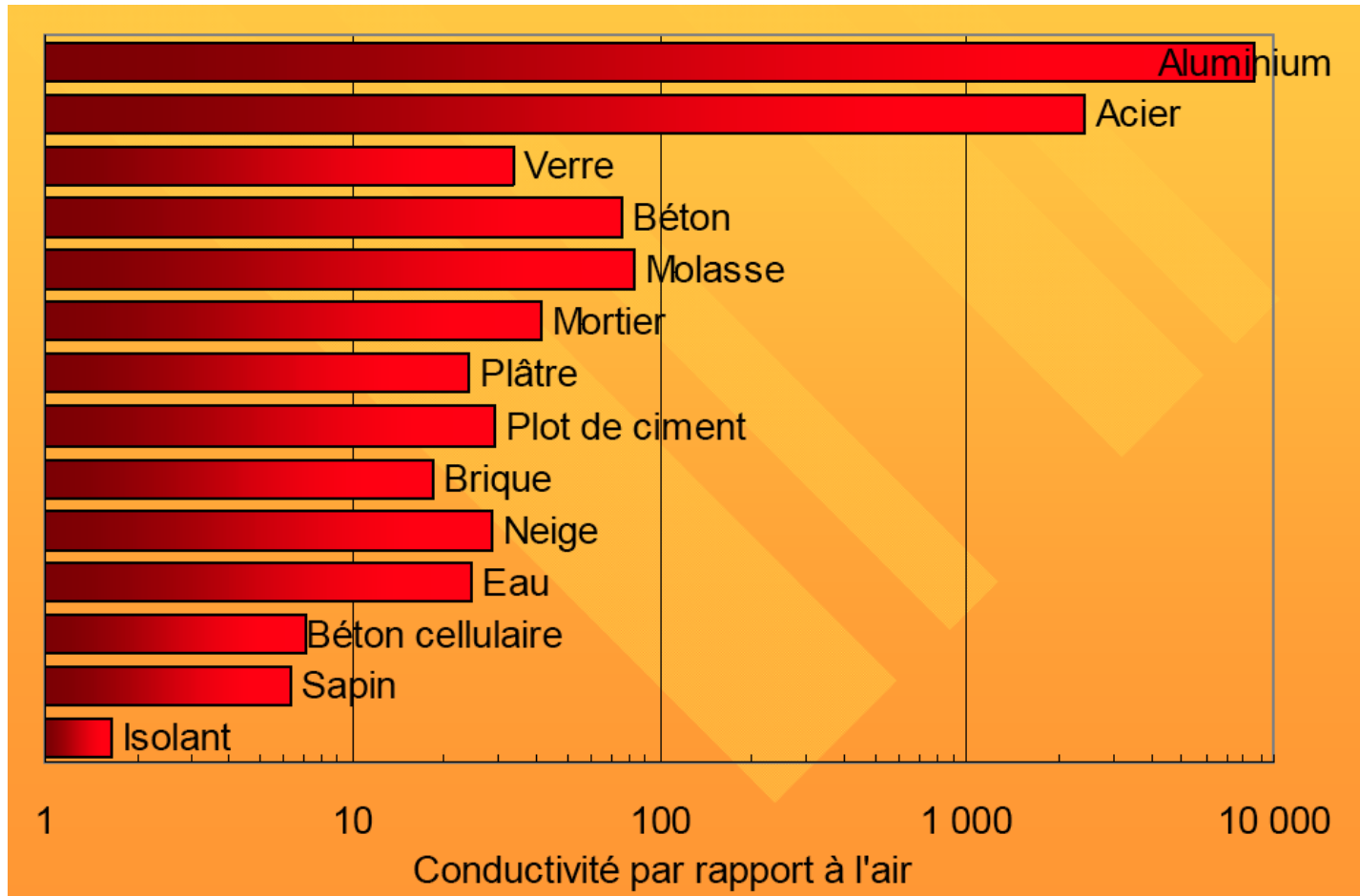
2– Matériaux de construction

2.2– Matériaux isolants



2– Matériaux de construction

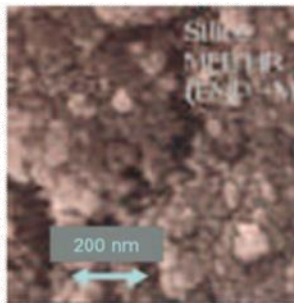
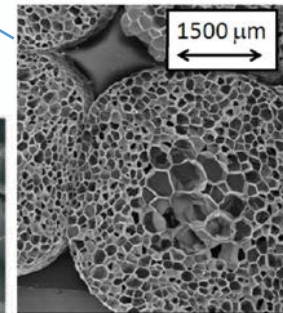
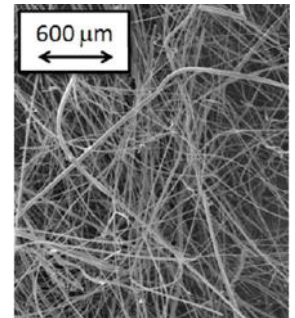
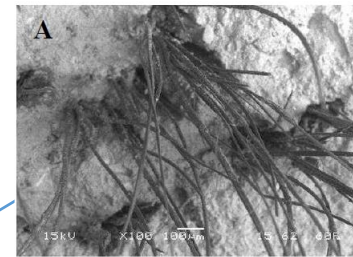
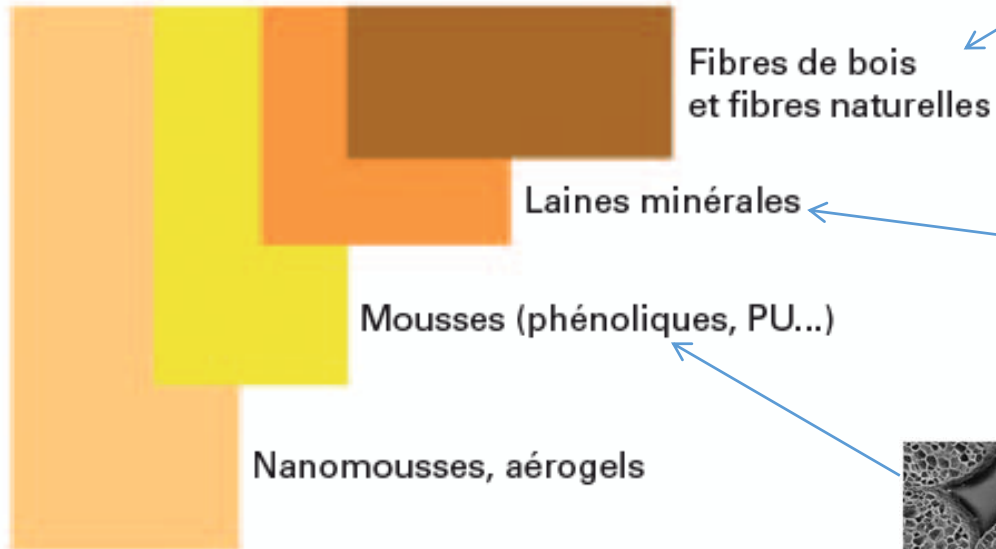
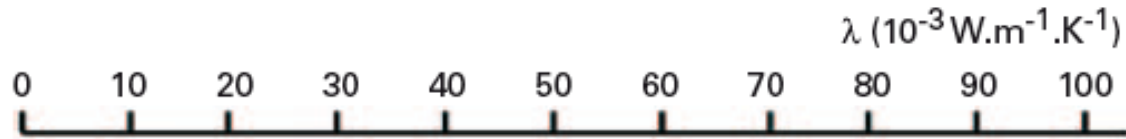
2.2– Matériaux isolants



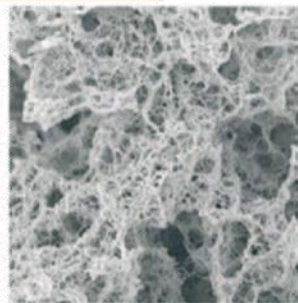
2- Matériaux de construction

2.2- Matériaux isolants

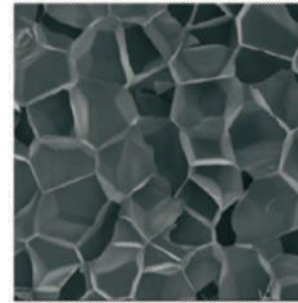
On peut aussi confiner, voir enlever l'air pour diminuer encore la conductivité thermique (PIV)



(c) aérogel de silice (AFM)



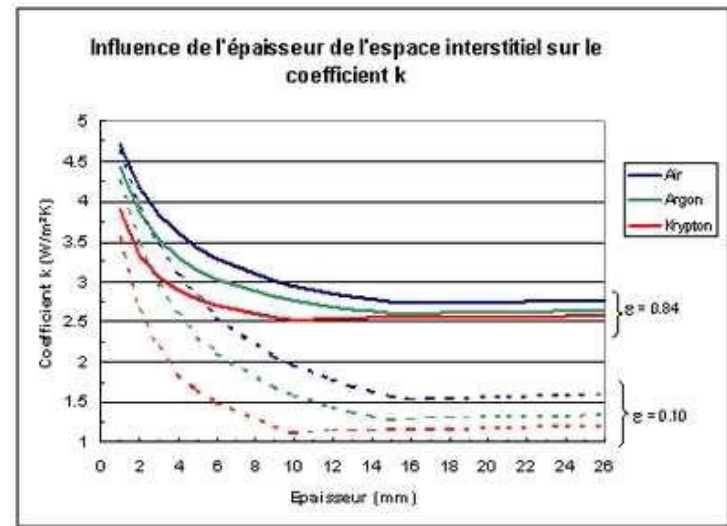
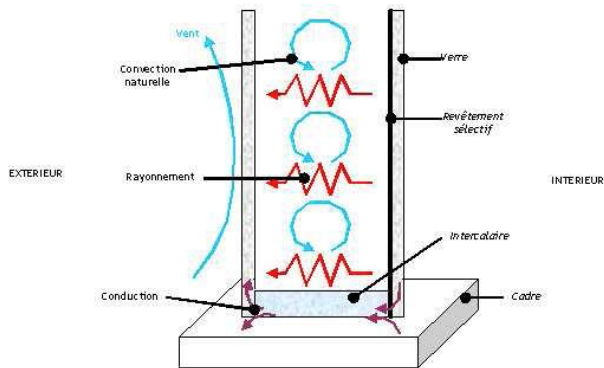
(b) nanomousse (MEB)



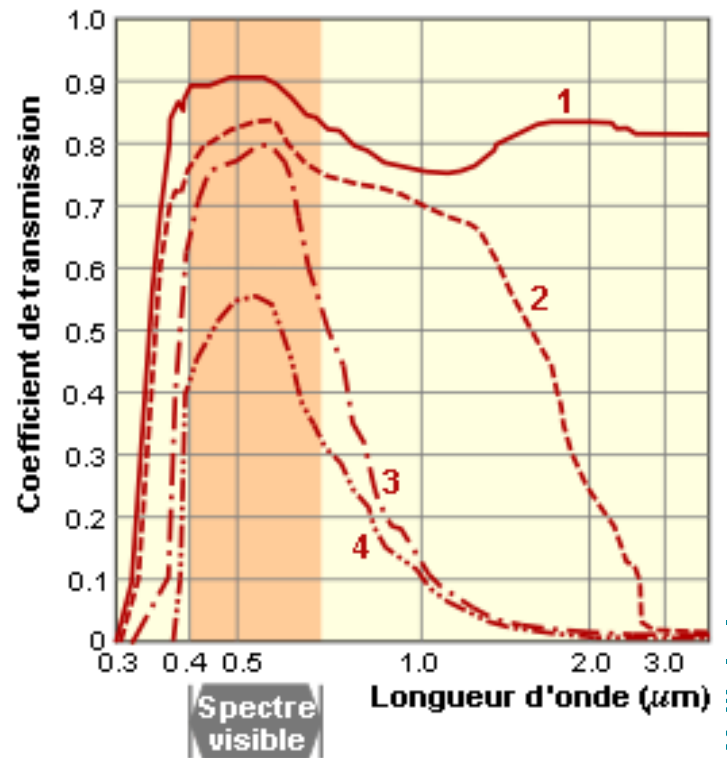
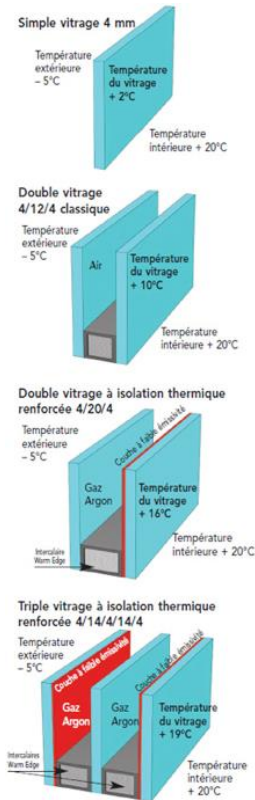
(a) mousse polymère conventionnelle (MEB)

2- Matériaux de construction

2.3- Vitrages



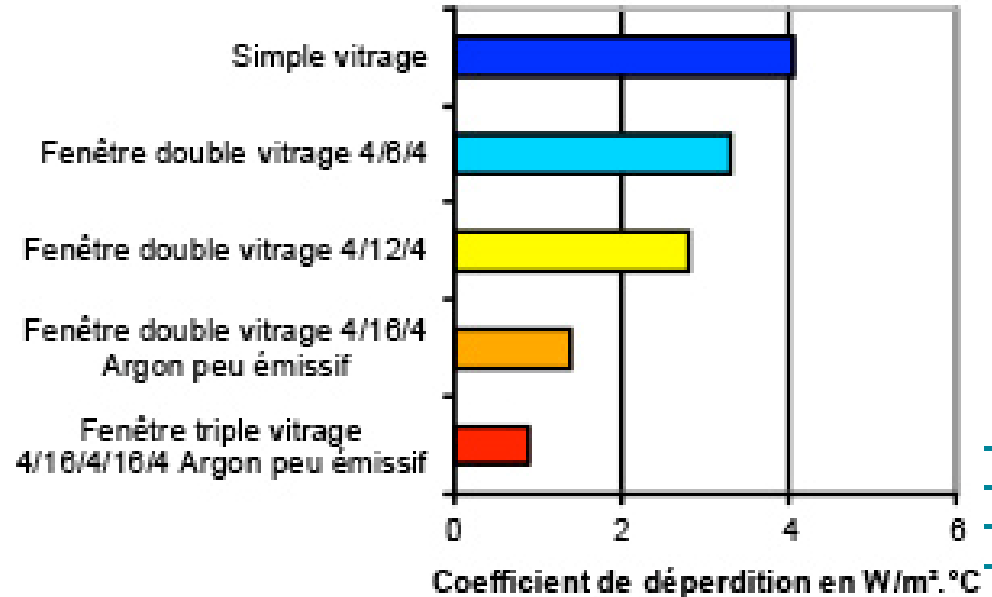
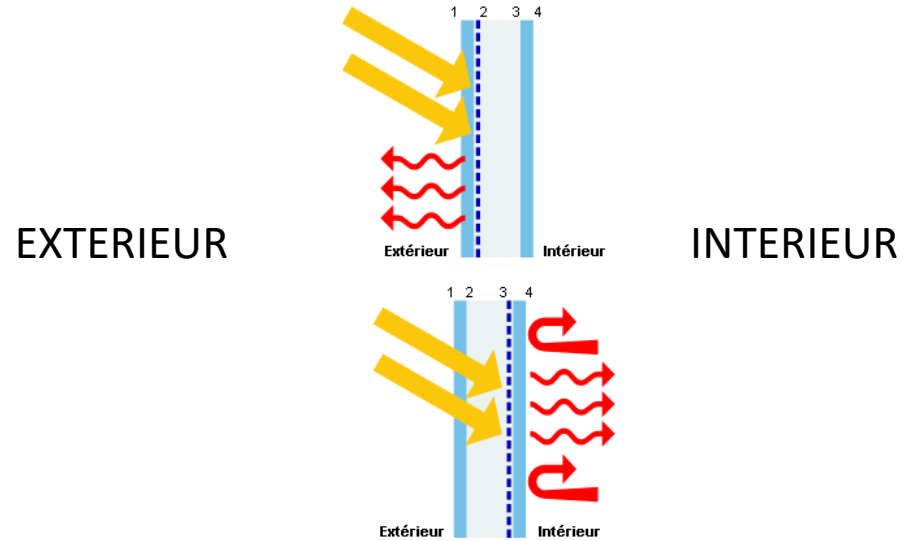
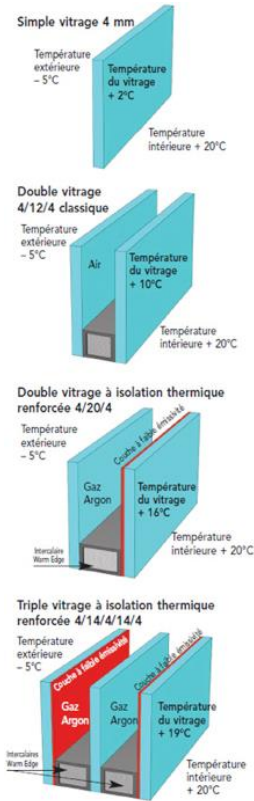
- Verre nu ou simple vitrage
- Double vitrage
- Vitrage peu émissif
- Triple vitrage
- Vitrage sous vide



2- Matériaux de construction

2.3- Vitrages

- Verre nu ou simple vitrage
- Double vitrage
- Vitrage peu émissif
- Triple vitrage
- Vitrage sous vide



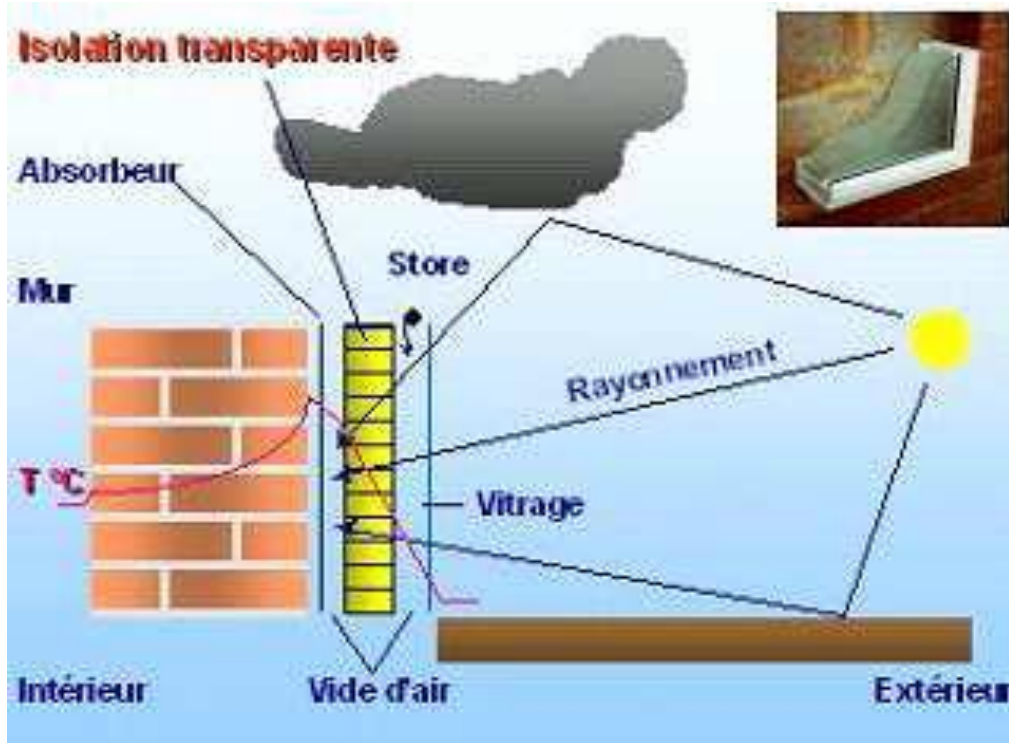
2– Matériaux de construction

2.3– Vitrages

Orientations	Description	Vitrage approprié et surface correspondante
Nord	Les façades orientées Nord ne bénéficient pratiquement pas de Soleil. La qualité de la lumière y est constante (orientation recherchée par les artistes).	Ouvertures minima pour assurer un éclairage naturel suffisant. Vitrage à isolation thermique renforcée à basse émissivité avec argon.
Sud	Façades bénéficiant d'un ensoleillement maximal en hiver. Orientation favorisant les gains thermiques passifs durant la saison froide. En été, façades facilement protégeables. L'éclairage y est important et cette façade présente donc un risque d'éblouissement.	L'installation d'un vitrage classique peut être possible en veillant à le compléter par des volets évitant les déperditions de chaleur la nuit. Pour les climats méditerranéens, préférez des vitrages évitant les gains solaires trop importants : Ug moyen. Cette orientation sera favorable à l'installation de grandes surfaces vitrées.
Est	Gains solaires favorisés le matin avec peu de risque de surchauffe. Par contre, un risque d'éblouissement est possible avec les rayons solaires directs du matin.	Il est intéressant de profiter des rayons solaires du matin quand la température n'est pas encore trop élevée. On favorisera des vitrages avec une bonne transmission lumineuse, correctement isolés néanmoins.
	Orientations qui reçoivent le maximum d'énergie en été.	De plus grandes surfaces vitrées qu'à l'ouest sont admissibles.
Ouest	Gains solaires favorisés en fin de journée. Cette orientation doit être particulièrement protégée car, le soleil étant bas sur l'horizon, les risques de surchauffes (la température étant plus élevée l'après-midi) et d'éblouissement y sont importants	Vitrage à haute réflectivité : vitrage réfléchissant. Trop de vitrage à l'ouest conduit à une surchauffe en été, il faudra donc limiter les surfaces vitrées à l'ouest.

2- Matériaux de construction

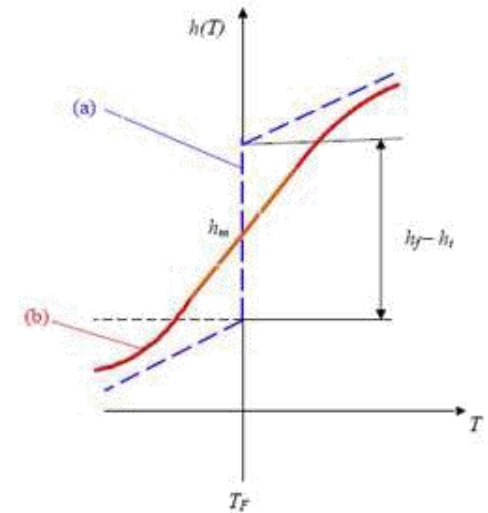
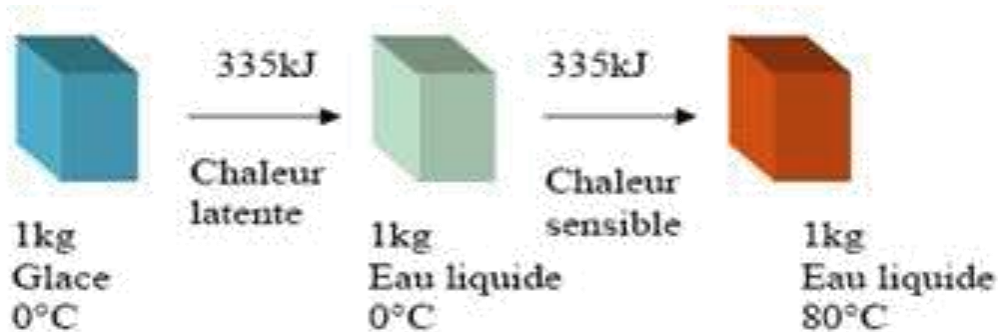
2.4- Matériaux d'isolation transparents



école _____
normale _____
supérieure _____
paris-saclay _____

2– Matériaux de construction

2.5– Matériaux à changement de phase (MCP)



Changement de phase	Avantages	Inconvénients
Liquide /Gaz	Grande valeur de la chaleur latente	Grand changement de volume
Solide /Solide	Faible changement de volume Pas de formation de fluide	Faible valeur de la chaleur latente
Solide /Liquide	Faible changement de volume	Valeur moyenne de la chaleur latente

2– Matériaux de construction

2.5– Matériaux à changement de phase (MCP)



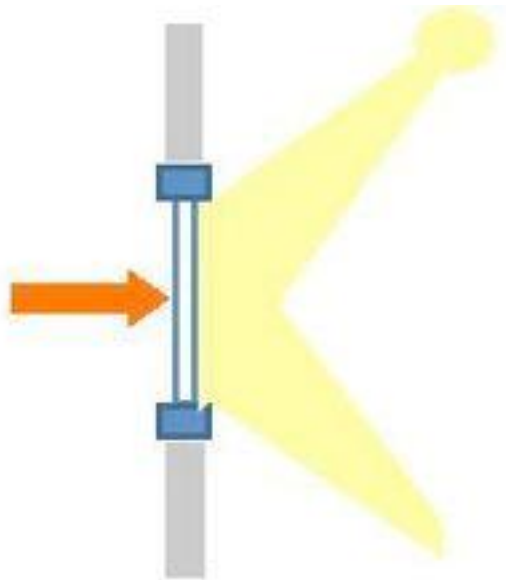
Figure 5 – Aérogels sous différentes formes : monolithes ou grains translucides



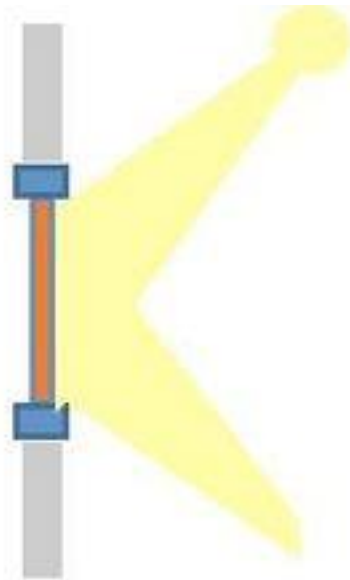
école
normale
supérieure
paris—saclay

2– Matériaux de construction

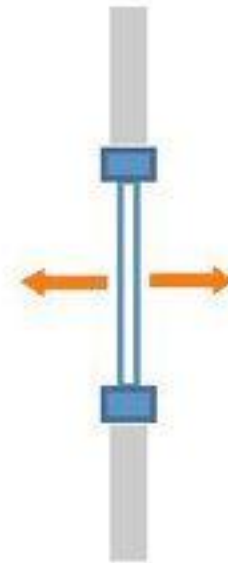
2.5– Matériaux à changement de phase (MCP)



Les rayons du soleil sont réfléchis. La chaleur interne contenue dans le bâtiment est absorbée dans le vitrage (étape 1)



Lorsque le MCP contenu dans le vitrage atteint une température suffisante, il change de phase (étape 2)

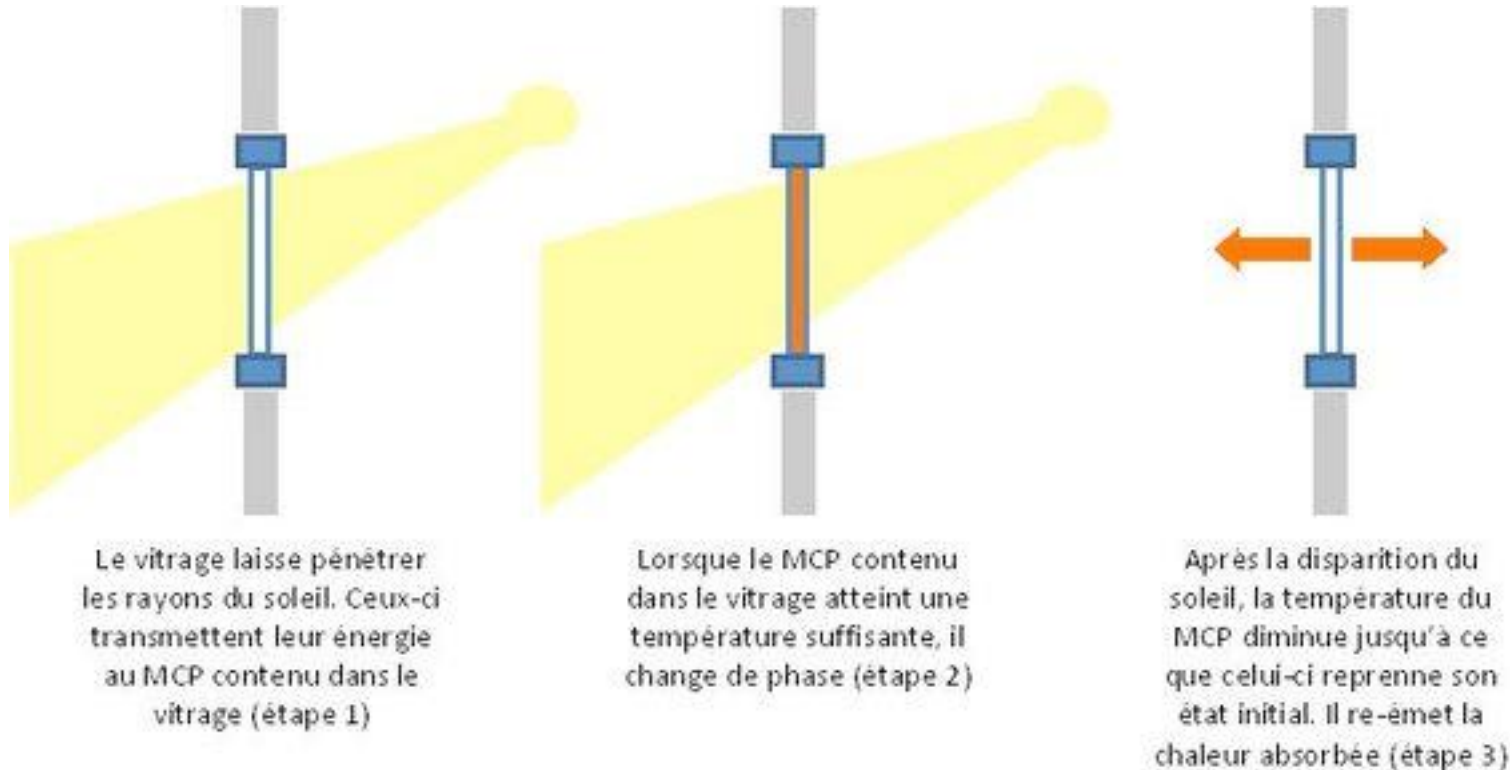


Après la disparition du soleil, la température du MCP diminue jusqu'à ce que celui-ci reprenne son état initial. Il re-émet la chaleur absorbée (étape 3)

Fonctionnement été

2– Matériaux de construction

2.5– Matériaux à changement de phase (MCP)

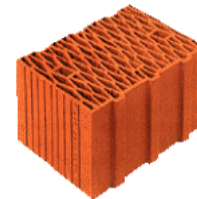
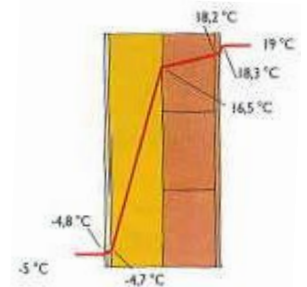
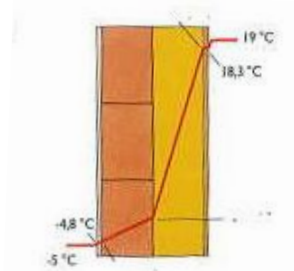


Fonctionnement hiver

3– Techniques d'isolation

3.1– Isolation par transmission

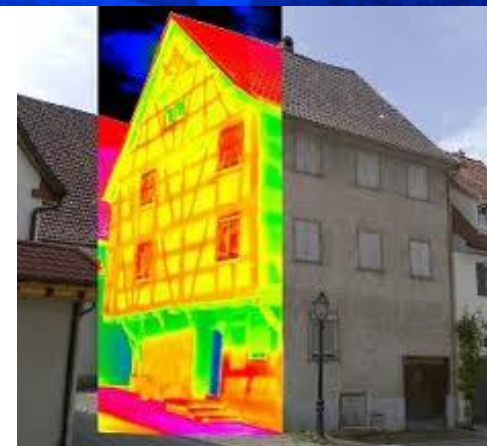
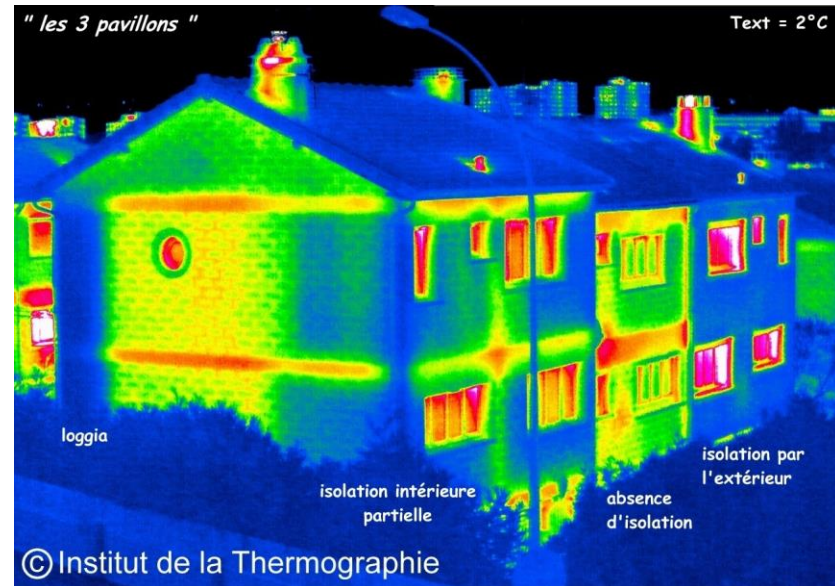
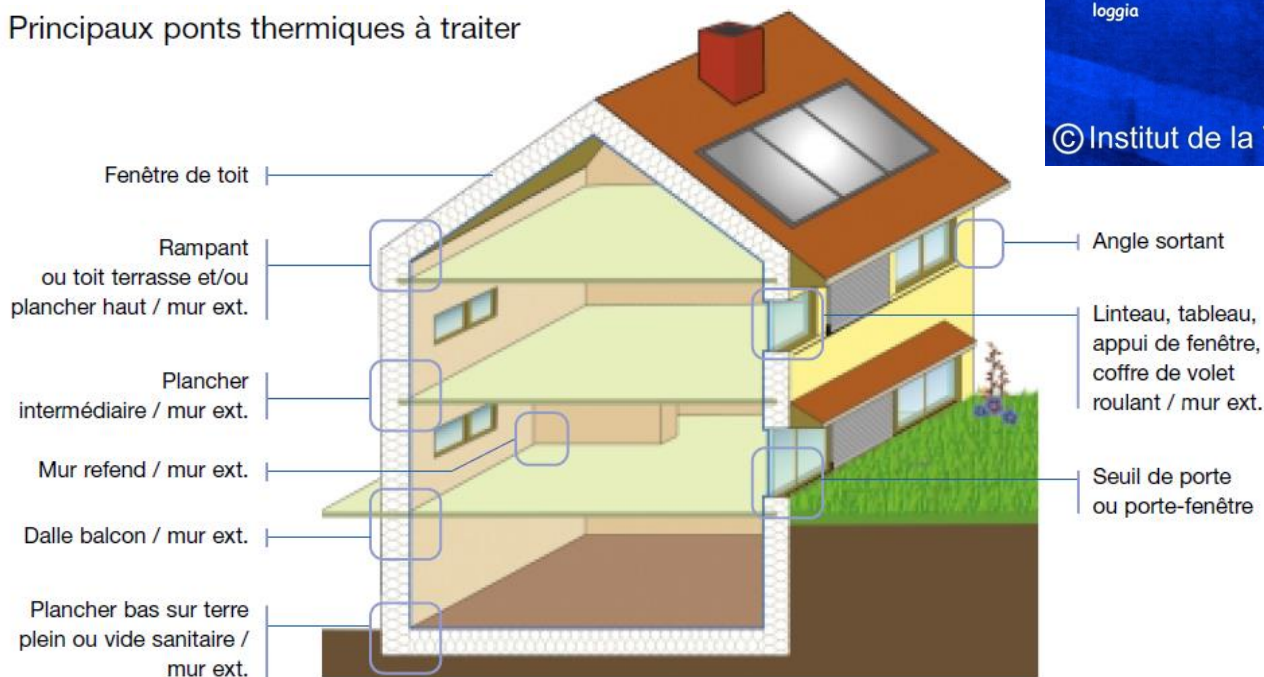
- Isoler par l'intérieur
- Isoler par l'extérieur
- Isoler de manière répartie par matériau unique
- Isoler dans la masse par système à ossature



3– Techniques d'isolation

3.2– Traitement des ponts thermiques

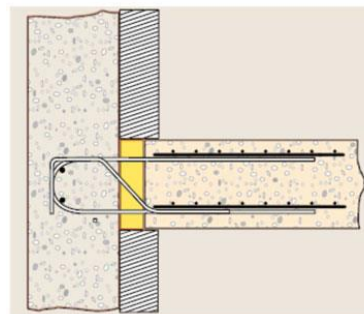
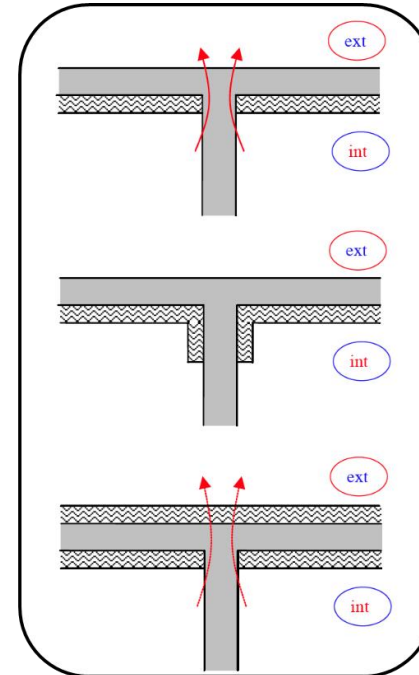
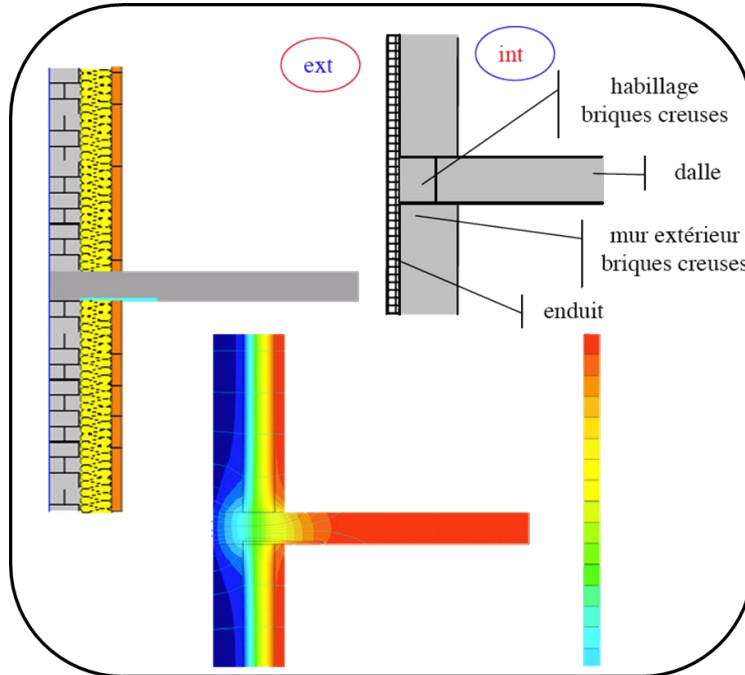
Principaux ponts thermiques à traiter



école
normale
supérieure
paris–saclay

3– Techniques d'isolation

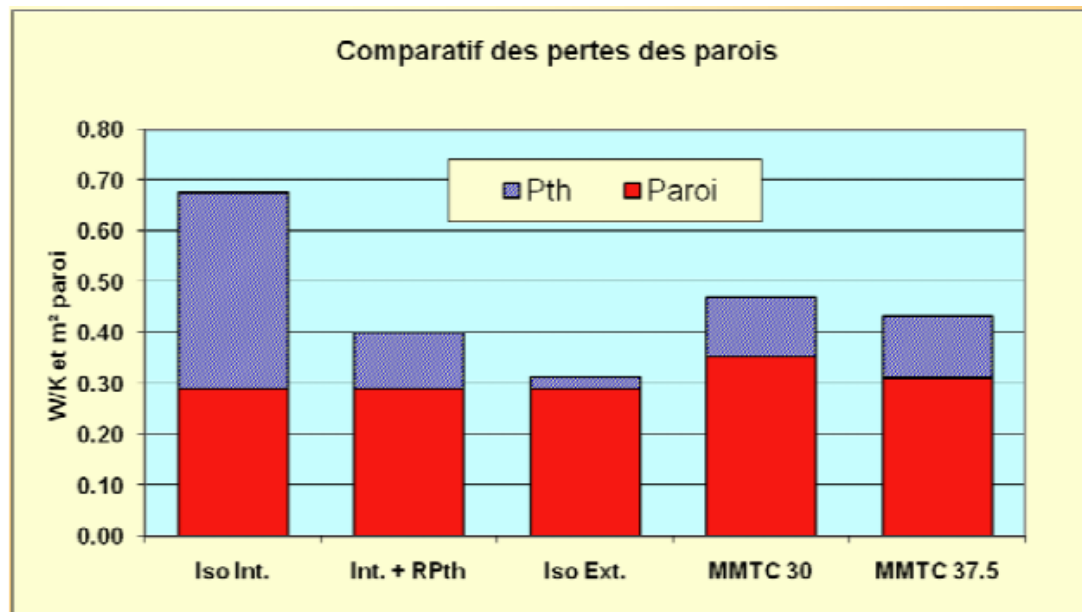
3.2– Traitement des ponts thermiques



$\Psi = 0,24 \text{ W/mK}$

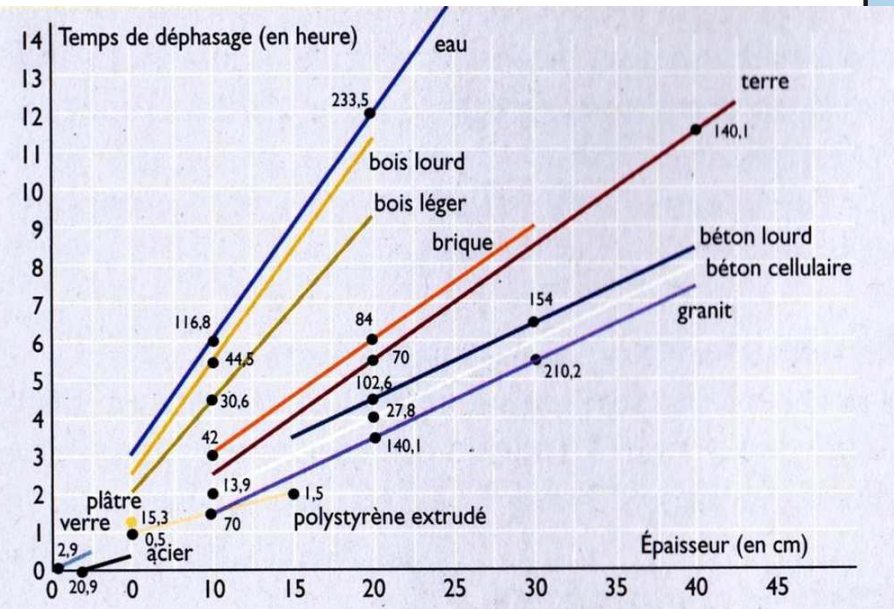
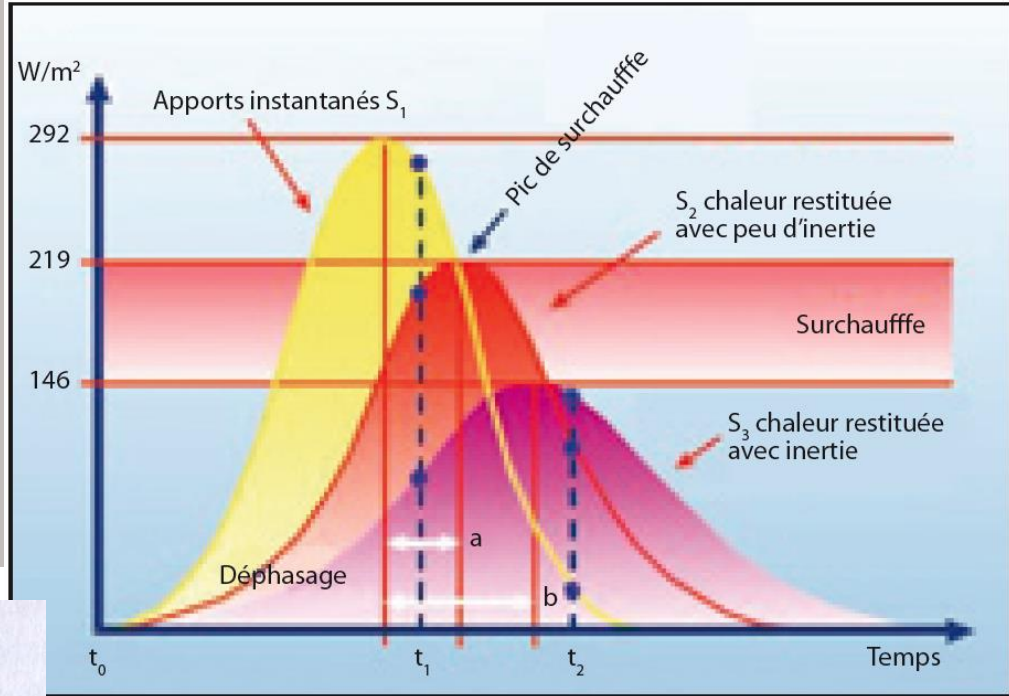
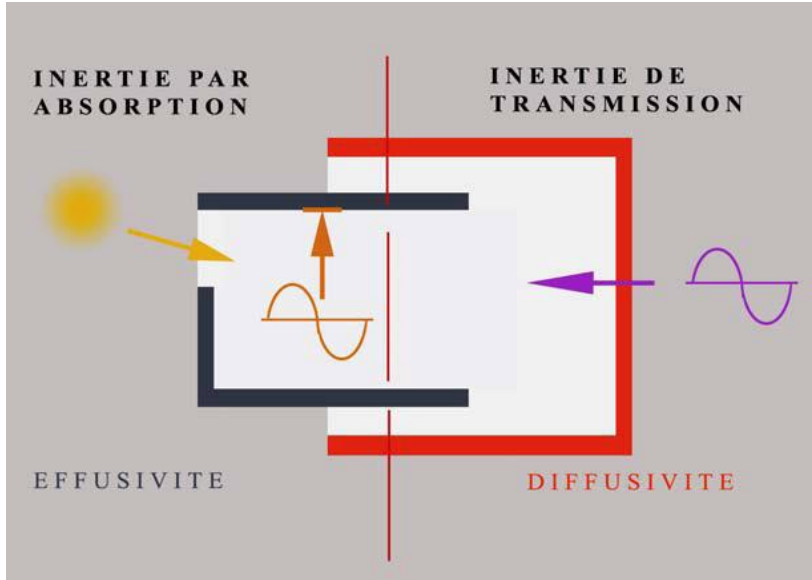
3– Techniques d'isolation

3.2– Traitement des ponts thermiques



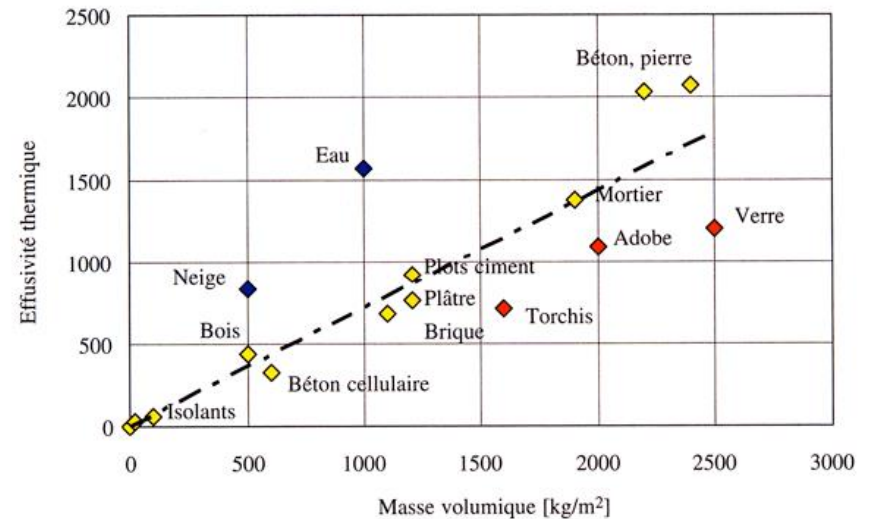
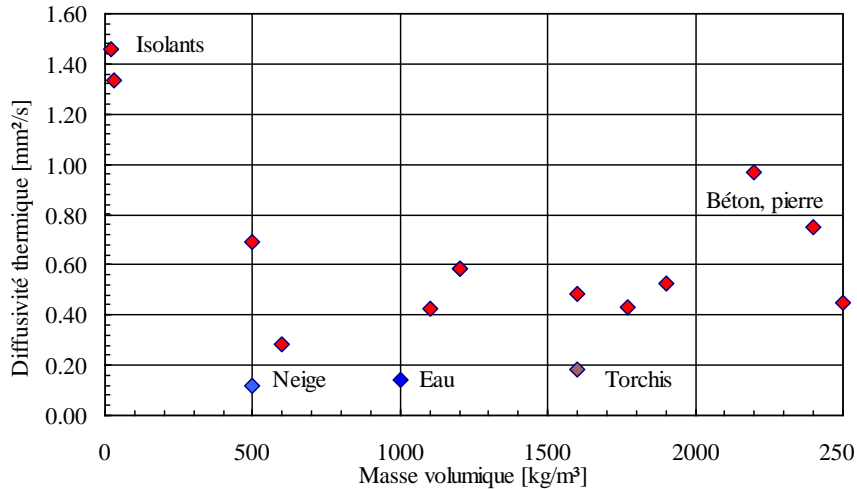
Isolant		Intérieur	Intérieur	Extérieur	TC 30	TC 37,5
Traitement Pth		non	rupteur	oui	intégré	intégré
U	W/Km ²	0.29	0.29	0.29	0.36	0.31
	Ψ	W/Km	0.97	0.27	0.06	0.29
H moyen / m ²	W/Km ²	0.68	0.40	0.32	0.47	0.43
Impact Pth	%	57%	27%	8%	25%	28%
Gain %			-41%	-53%	-30%	-36%
Prix / m ²	€/m ²	120	160	200	140	172
Pertinence	€/W/K		144	221	97	212

4- Inertie thermique

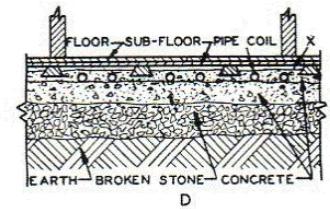
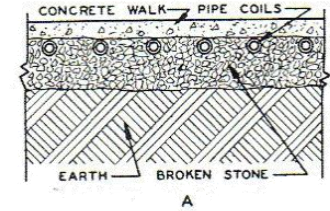
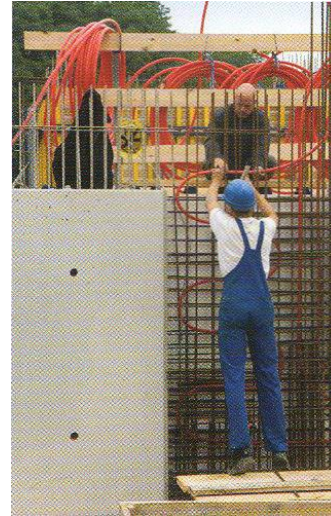


4– Inertie thermique

4.1- Rôle de la diffusivité thermique

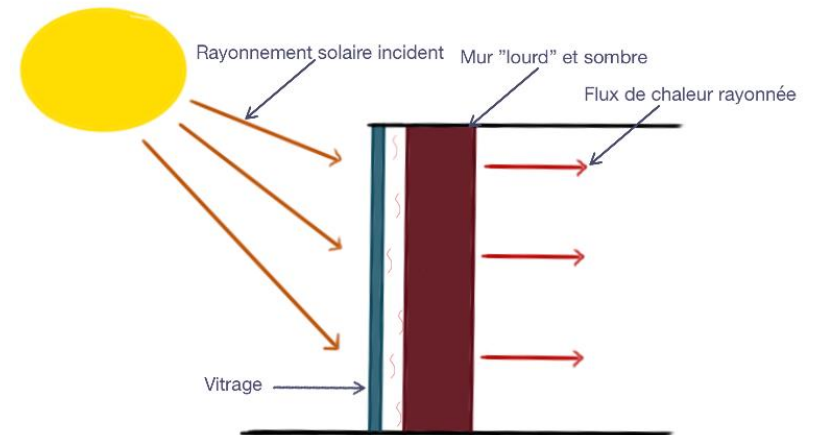
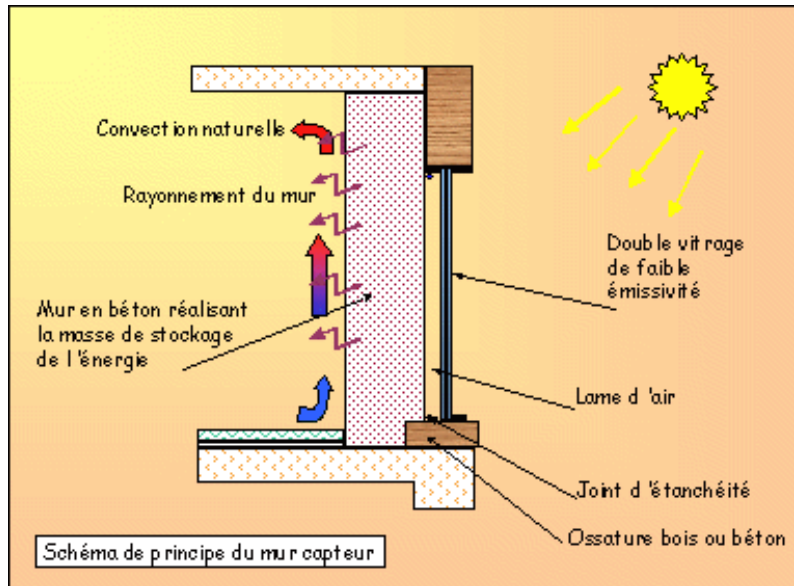


5- Stockage passif / actif



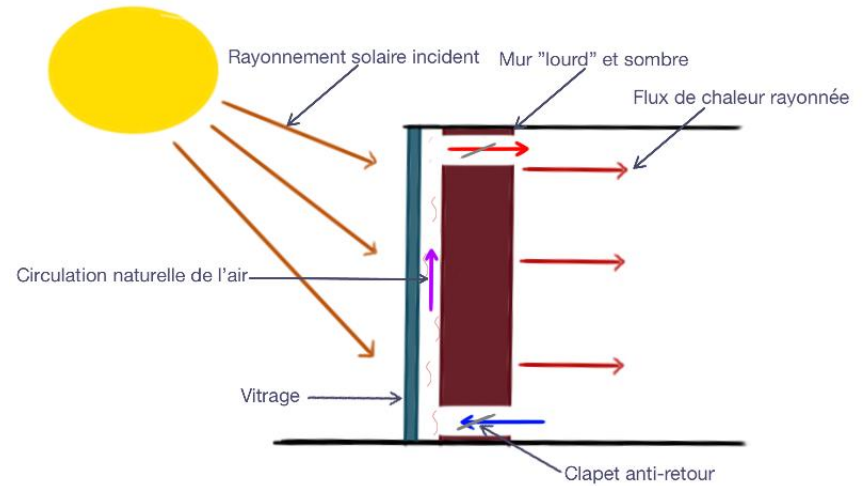
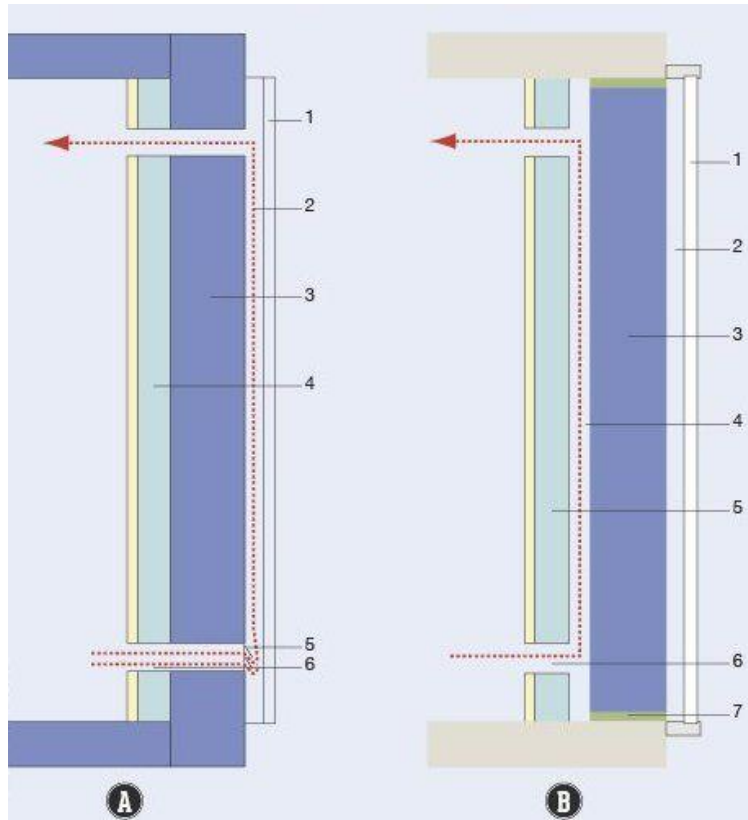
5- Stockage passif / actif

5.1- Mur capteur et Mur trombe



5- Stockage passif / actif

5.1- Mur capteur et Mur trombe





Eco-conception et bioclimatisme

Partie 1: stratégie structurales

Partie 2: stratégies d'implantation

Exemples

Partie 3 : Batiment Intelligent

Cas d'étude: ENS Paris-Saclay

1- Introduction

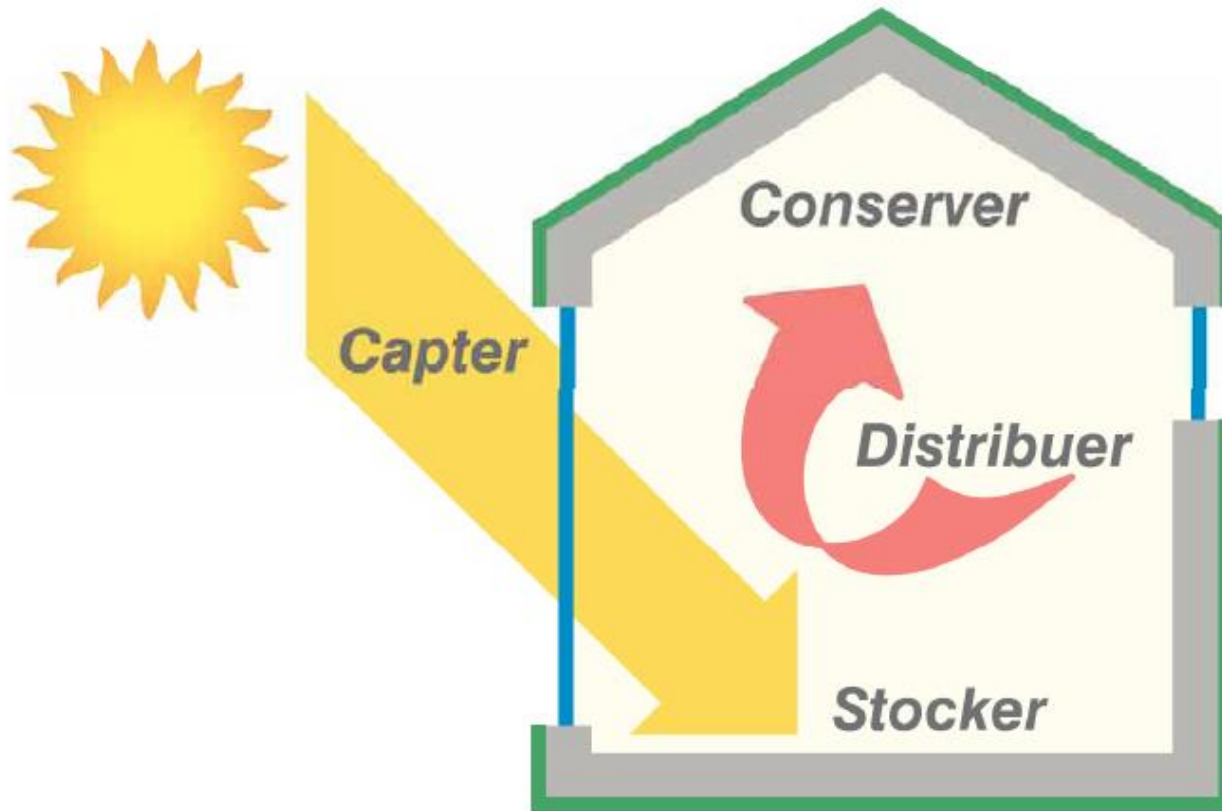
1.1- Architecture bioclimatique



- fonction des saisons observées (hiver/été)
- fonction du climat du lieu considéré

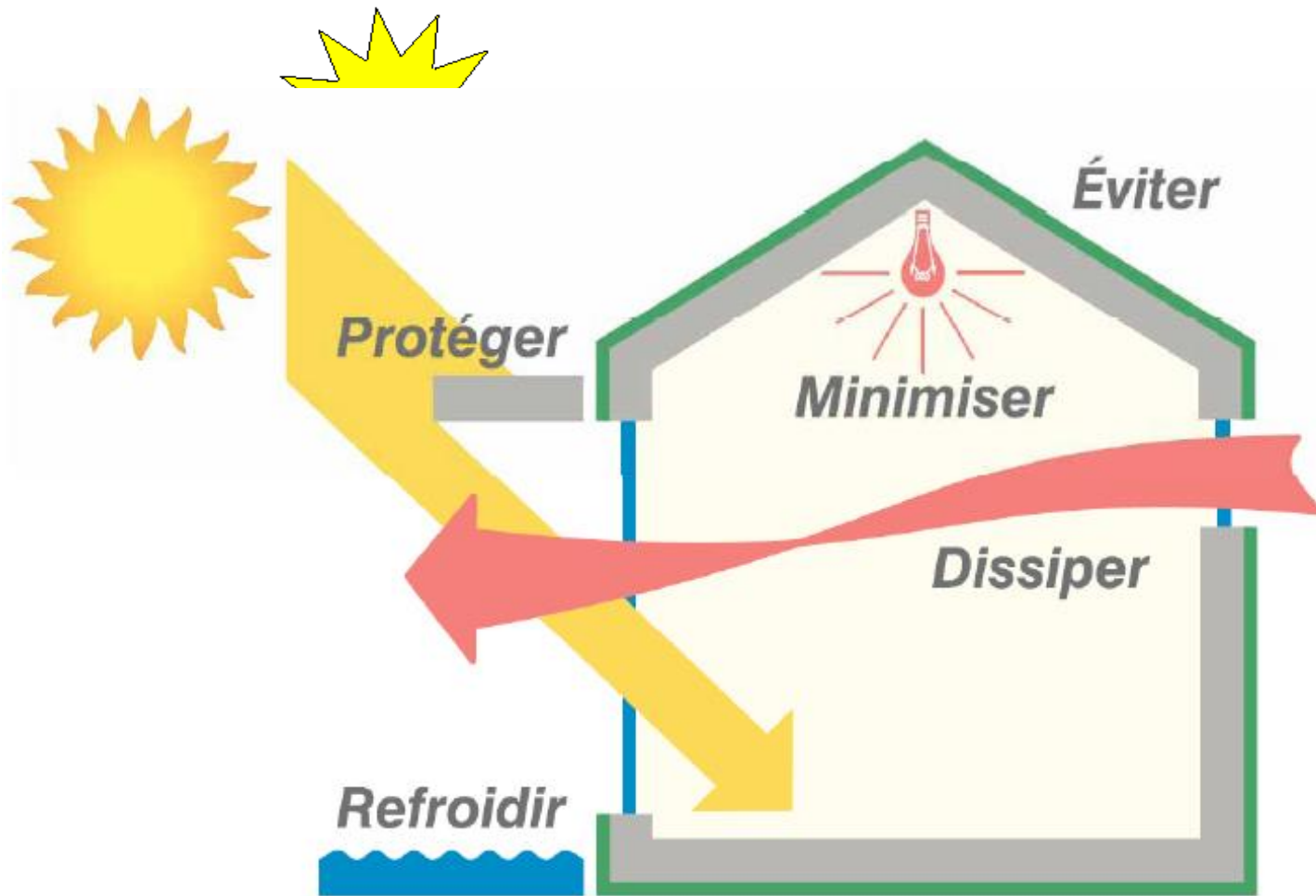
1- Introduction

1.2- Cas hiver, stratégies du chaud



1- Introduction

1.3- Cas été, stratégies du froid



2– Apports solaires

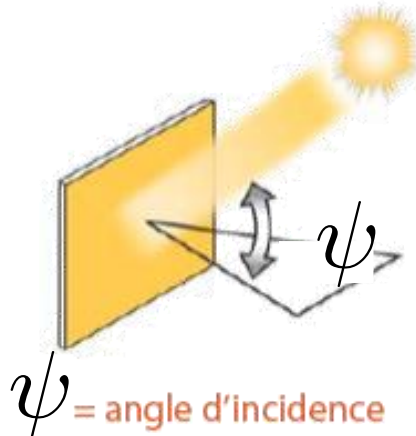
2.1– Données

Ordre de grandeur des flux solaires au sol:

En W.m ⁻²	Ciel clair	Ciel trouble
Hiver	700	400
Eté	1000	800

Répartition en fonction de l'orientation:

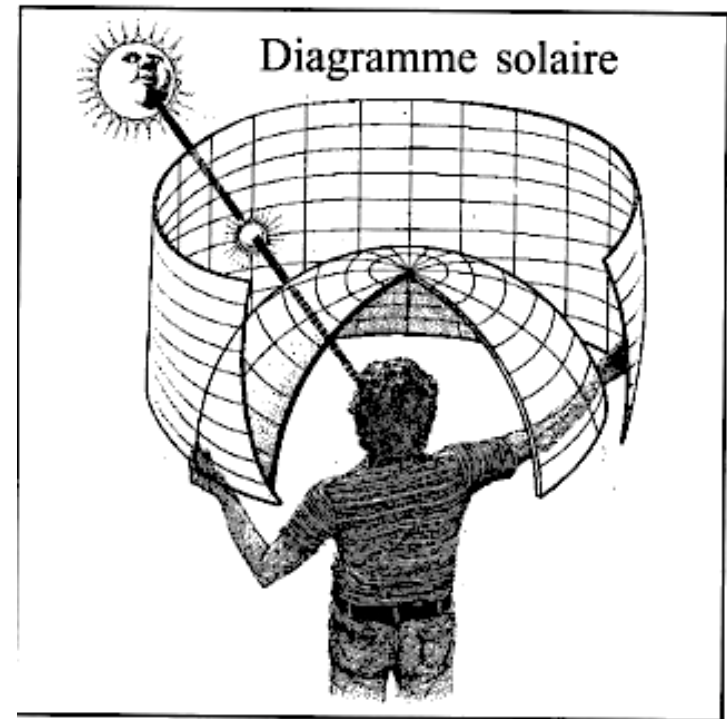
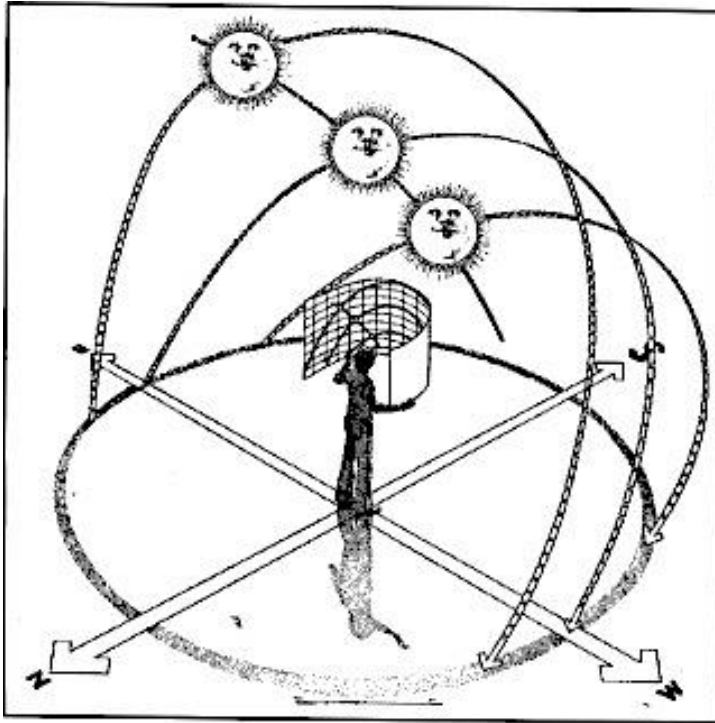
Angle d'incidence (degré)	Rayonnement intercepté (pourcentage)
0	100,0
5	99,6
10	98,5
15	96,5
20	94,0
25	90,6
30	86,6
35	81,9
40	76,6
45	70,7
50	64,3
55	57,4
60	50,0
65	42,3
70	34,2
75	25,8
80	17,4
85	8,7
90	0,0



Source "Concevoir avec le climat
la maison individuelle"
UCL – Architecture et climat - 1998

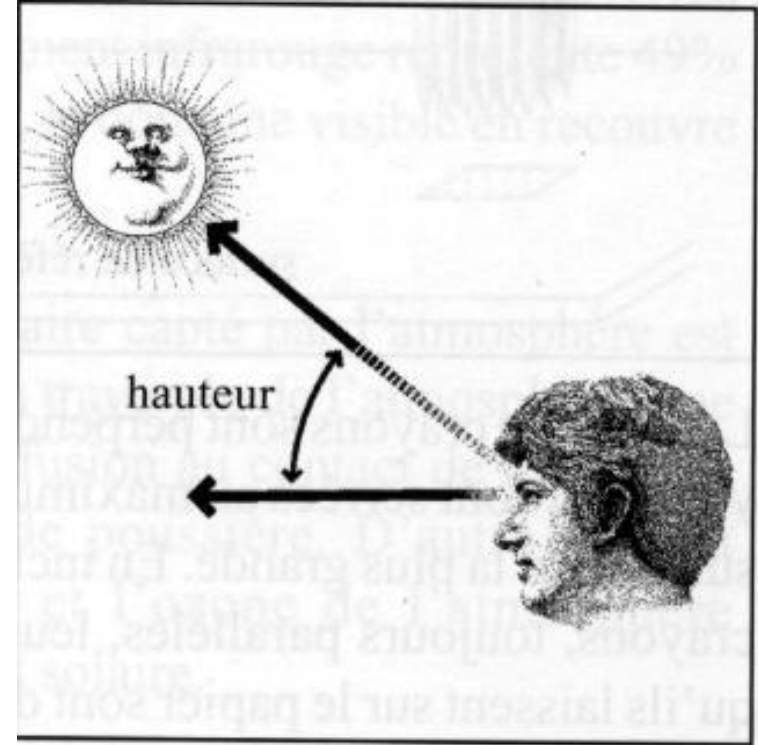
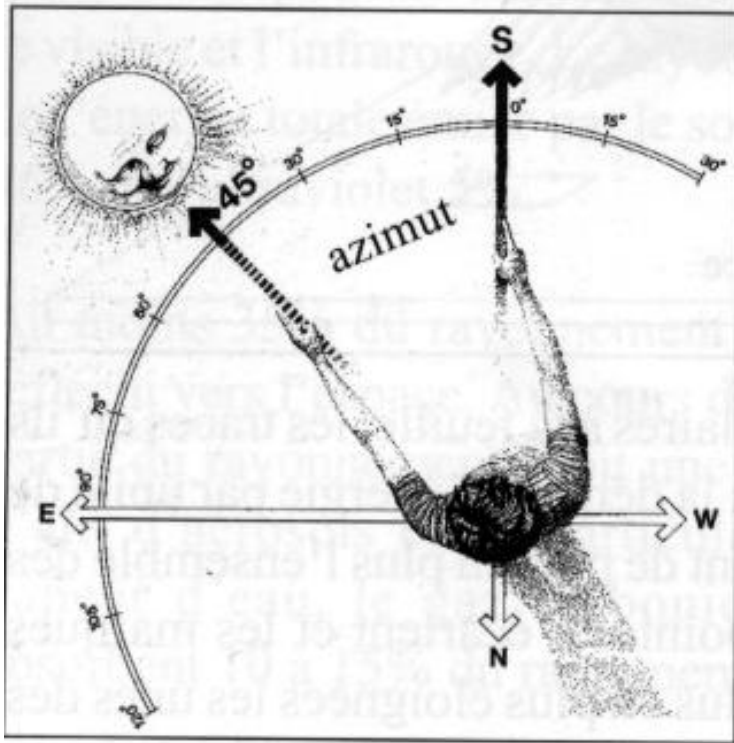
2– Apports solaires

2.1– Données



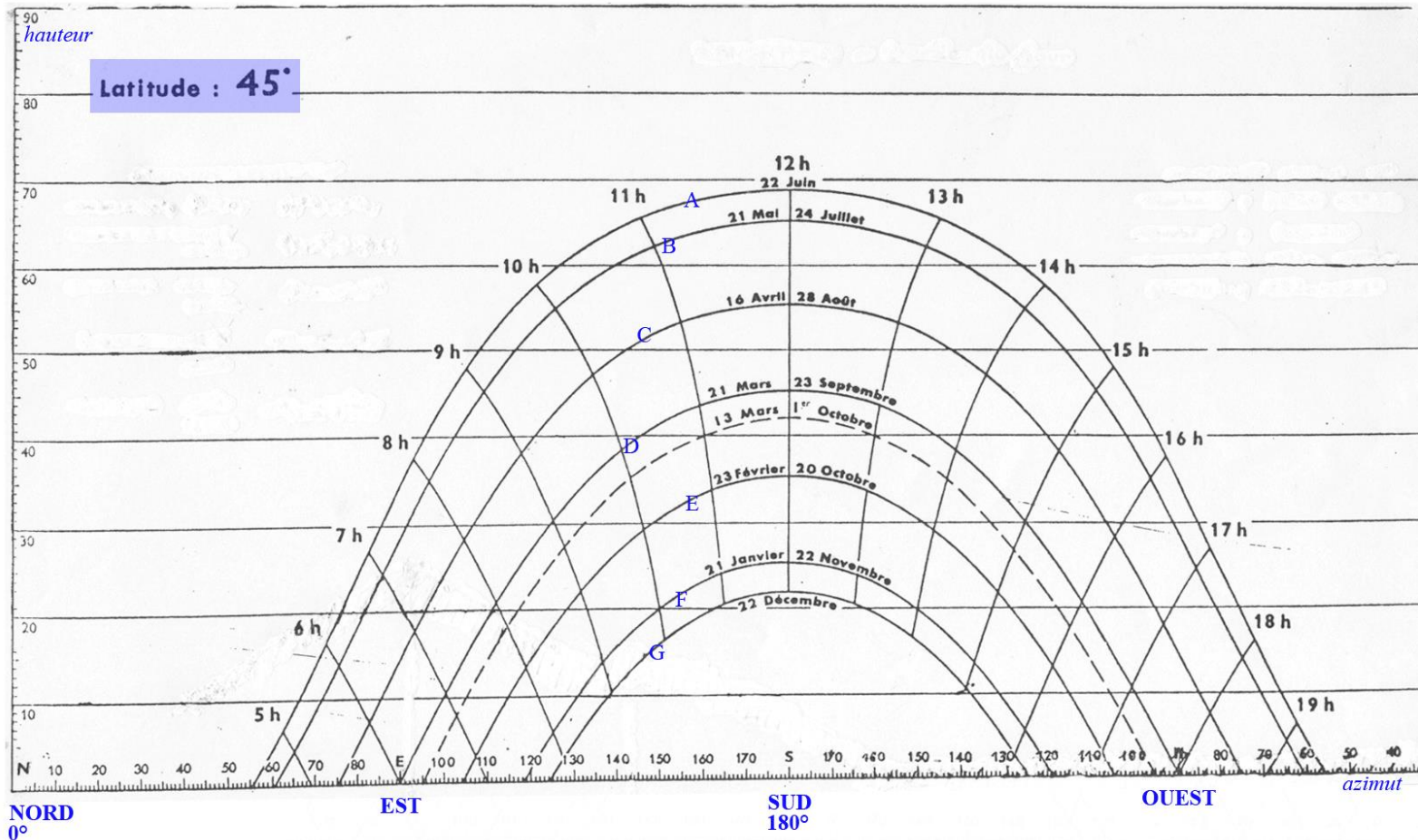
2– Apports solaires

2.1– Données



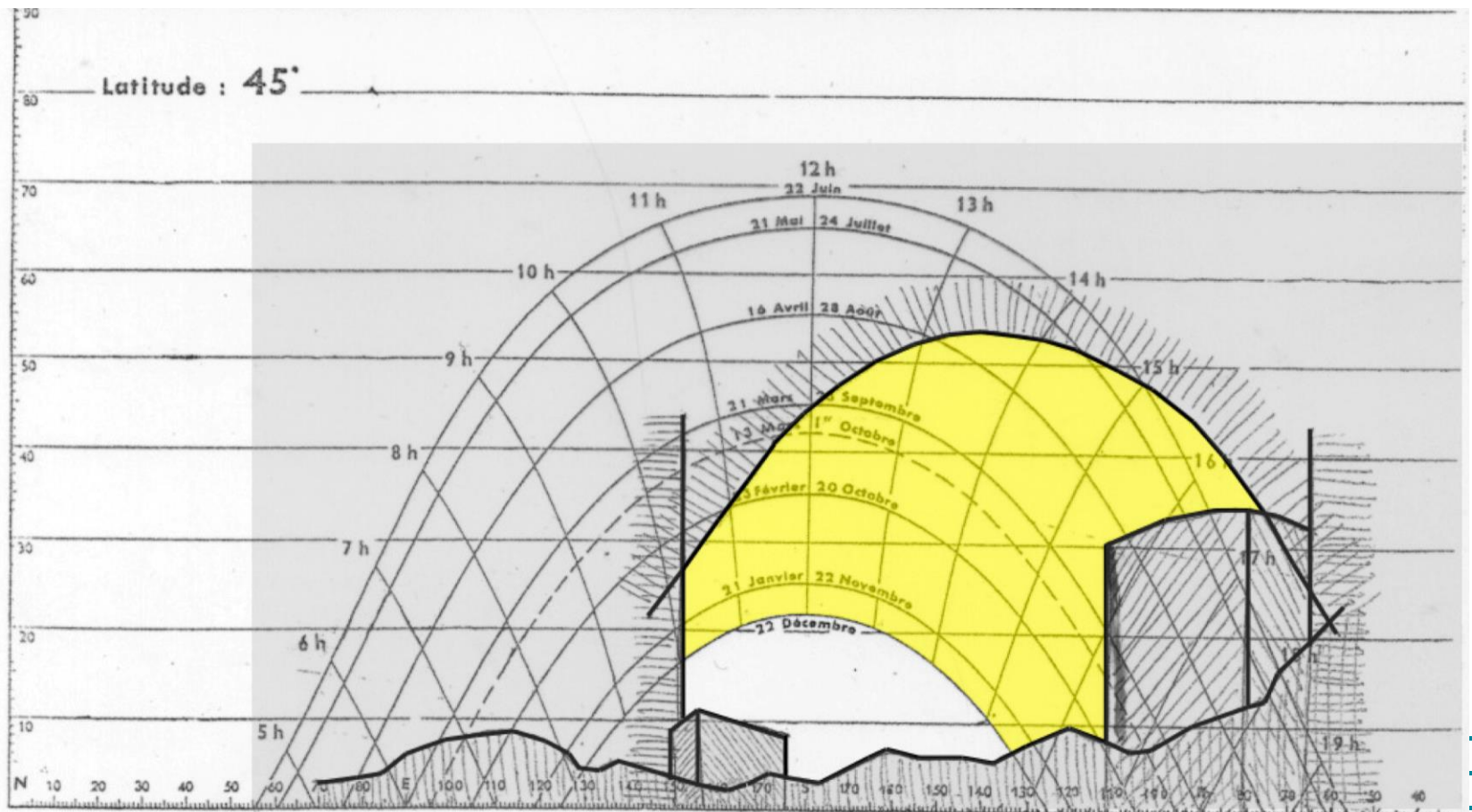
2- Apports solaires

2.1- Données



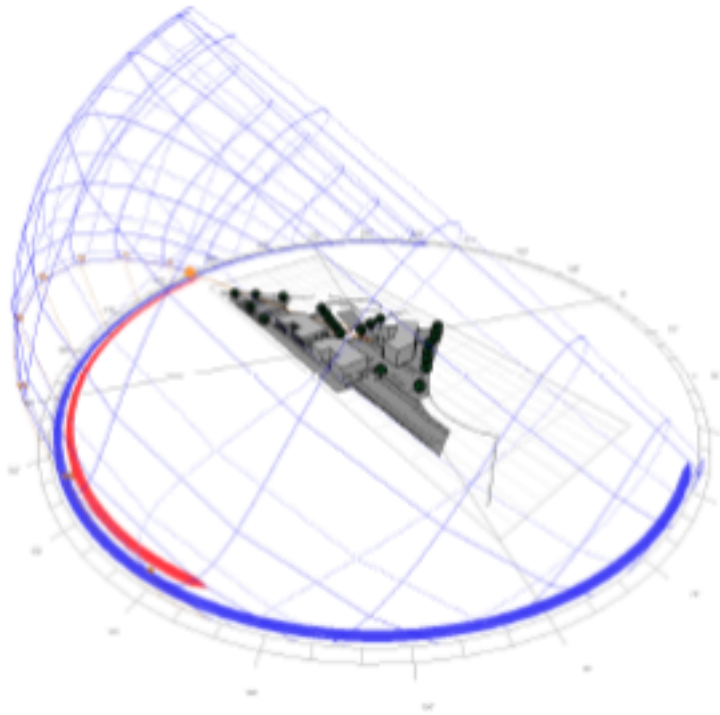
2– Apports solaires

2.1– Données



2– Apports solaires

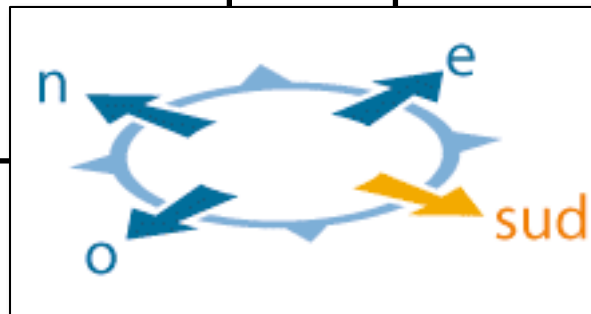
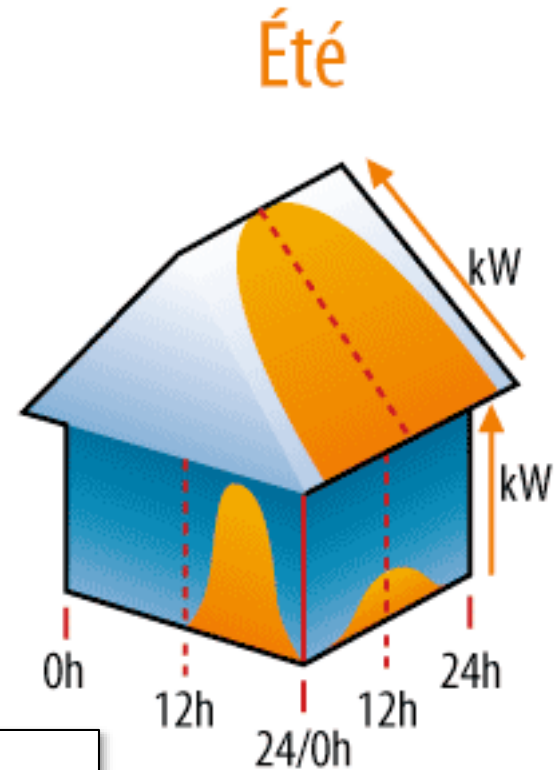
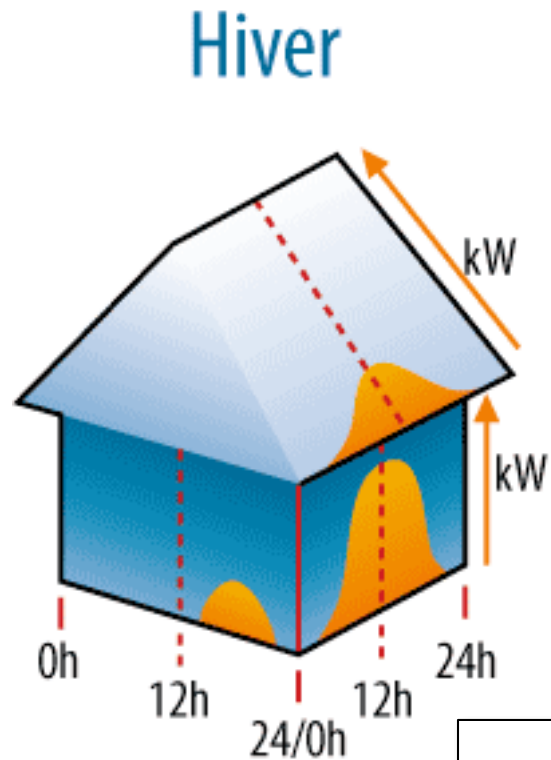
2.1– Données



2– Apports solaires

2.2– Stratégies

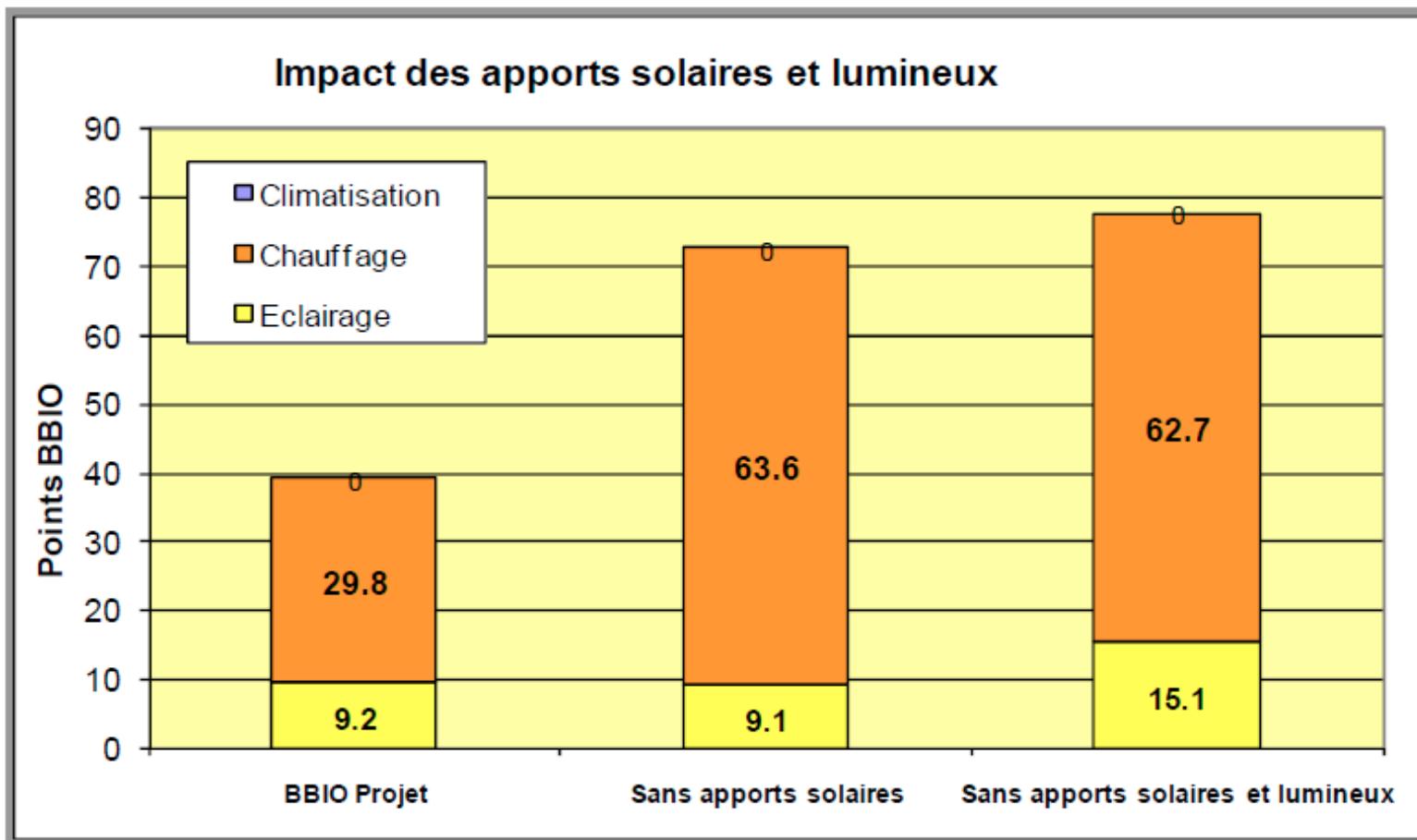
a) Influence de l'orientation (de l'inclinaison)



école
normale
supérieure
paris–saclay

2– Apports solaires

2.2– Stratégies



2– Apports solaires

2.2– Stratégies

Bbio Projet et Bbio Max

Usage	Besoin kWh/m ² an	Coefficient Multiplicateur	Bbio Projet U Bbio/m ² an	Bbio Max
Climatisation	0	X 2	0	60xα
Chauffage	15	X 2	30	
Eclairage	3	X 5	15	
Total	18		45	

$$\text{Bbio Projet} \leq \text{Bbio Max} = 60 \times \alpha$$

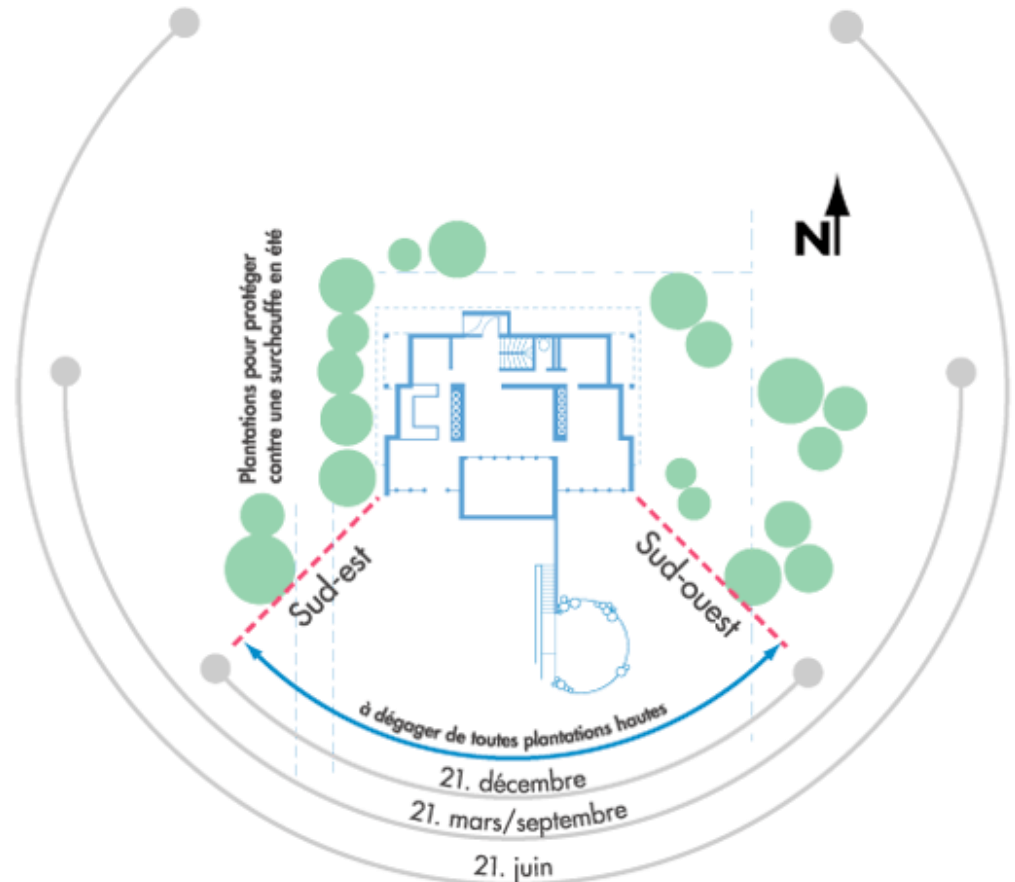
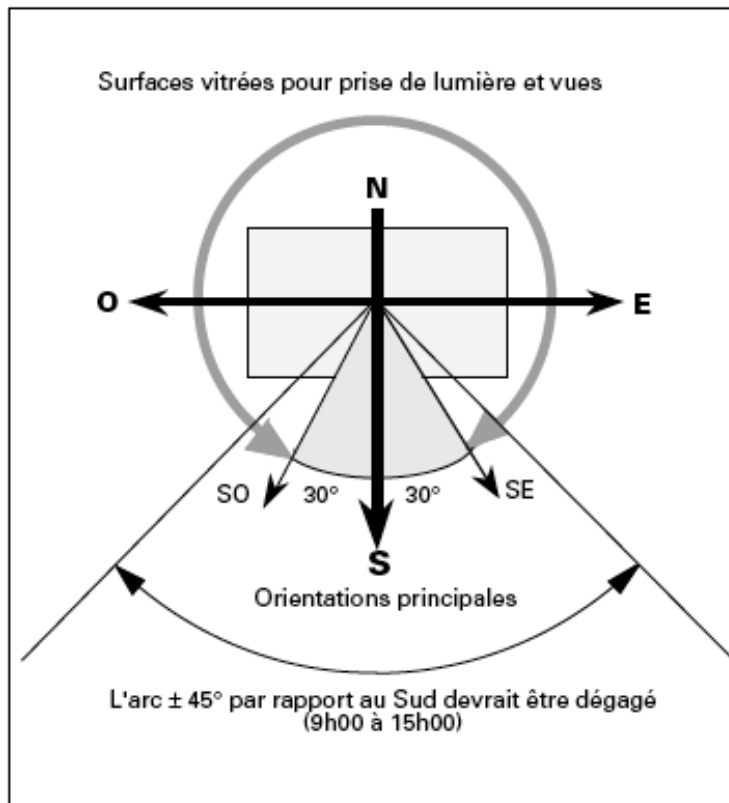
α = correctif situation

Bbio Max dépend : zone climatique, altitude, type d'usage, taille, CE1/CE2, ...

2– Apports solaires

2.2– Stratégies

b) Implantation



2– Apports solaires

2.2– Stratégies

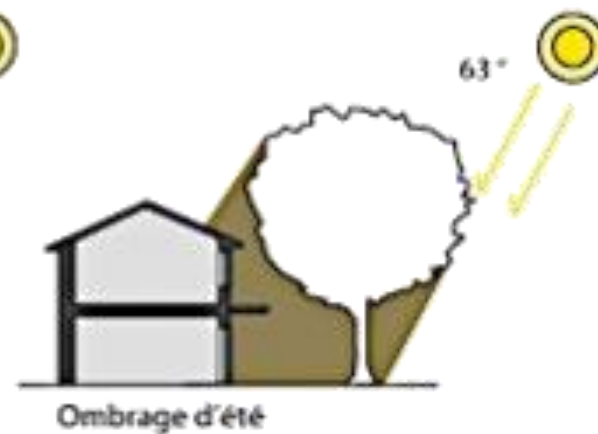


Orientation	Ratio surface fenêtre/surface plancher
Sud	20 à 35 %
Est et Ouest	10 à 25 %
Nord	0 à 10 %

2– Apports solaires

2.2– Stratégies

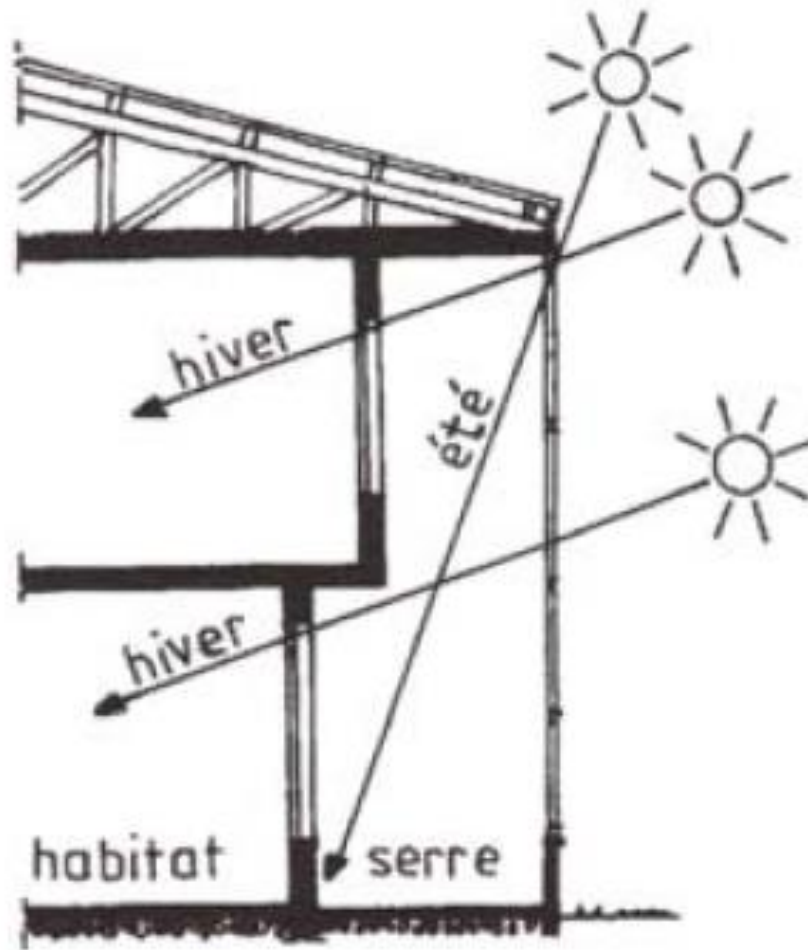
c) Masques



2– Apports solaires

2.2– Stratégies

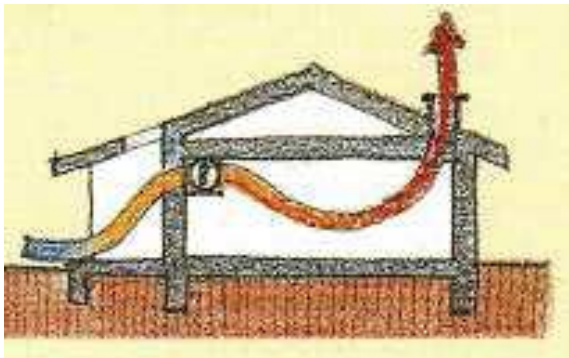
d) Effet de serre



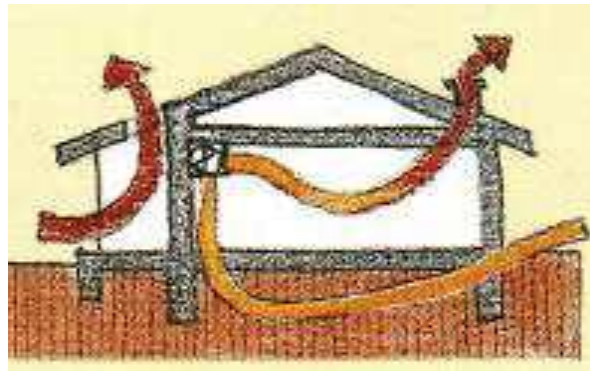
2– Apports solaires

2.2– Stratégies

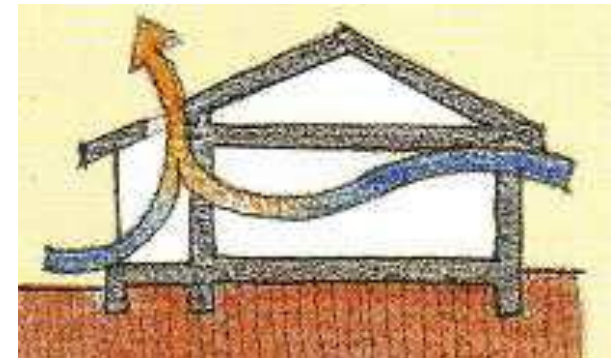
Saison froide



Saison chaude (journée)



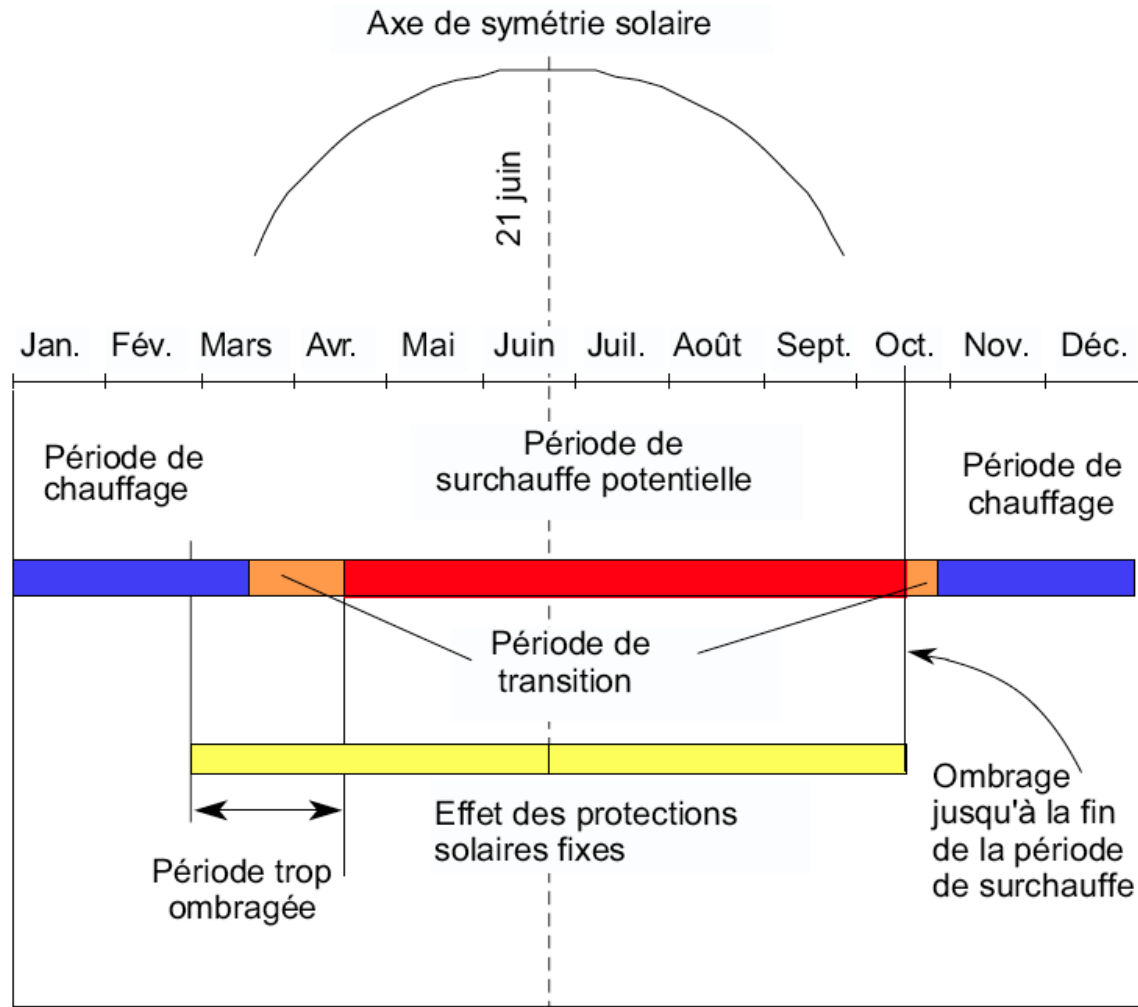
Nuits d'été



2– Apports solaires

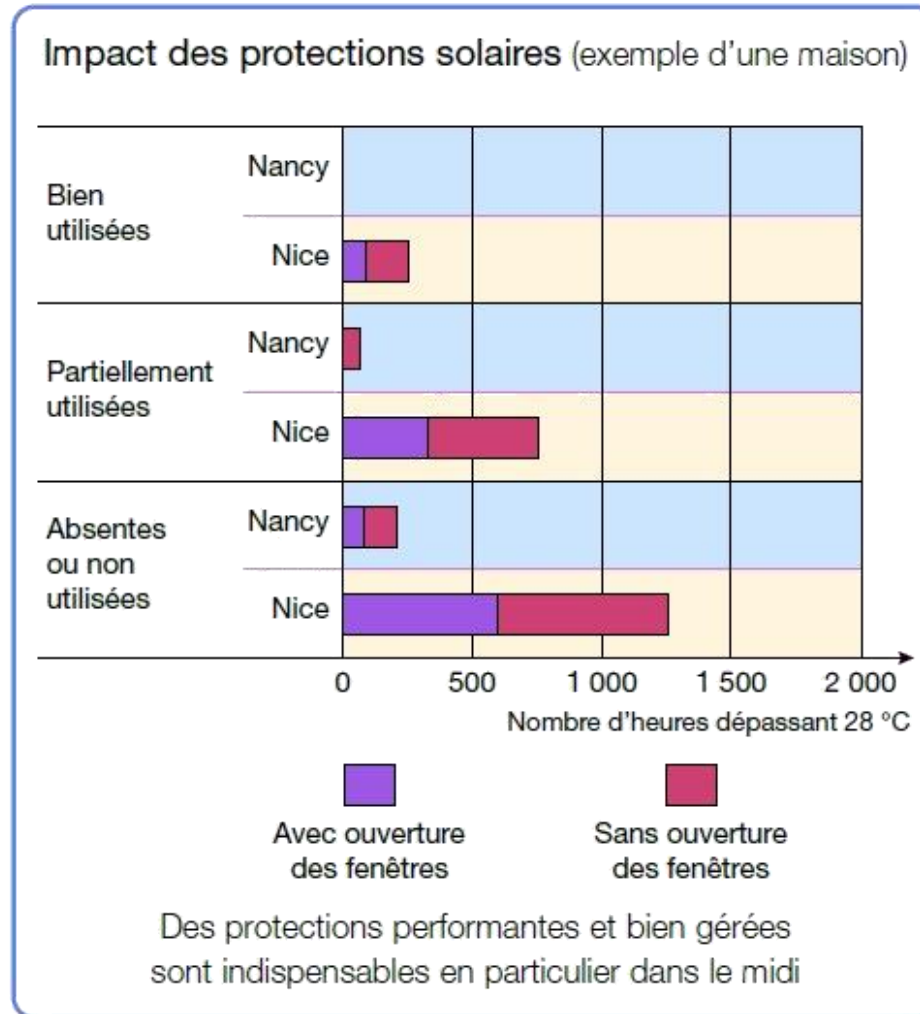
2.2– Stratégies

e) Protection solaire des parois vitrées



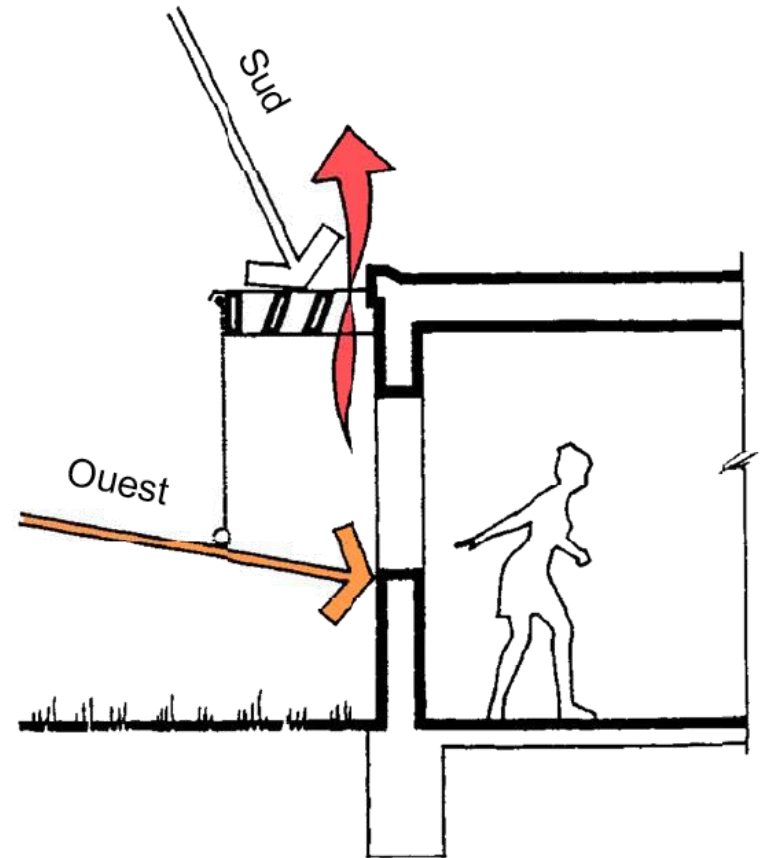
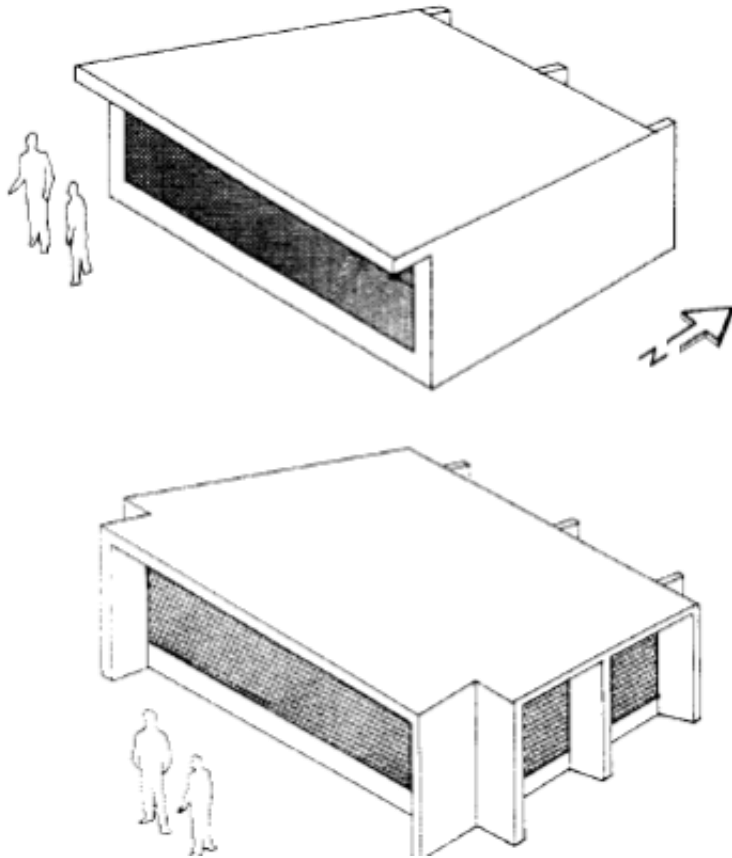
2– Apports solaires

2.2– Stratégies



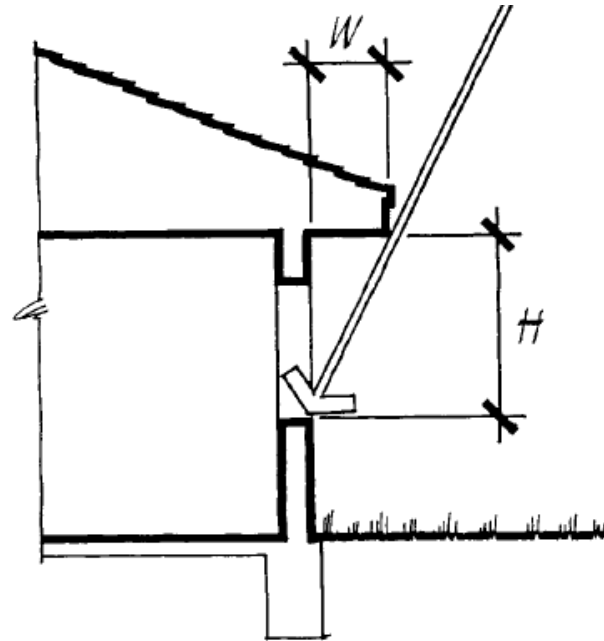
2– Apports solaires

2.2– Stratégies



2– Apports solaires

2.2– Stratégies

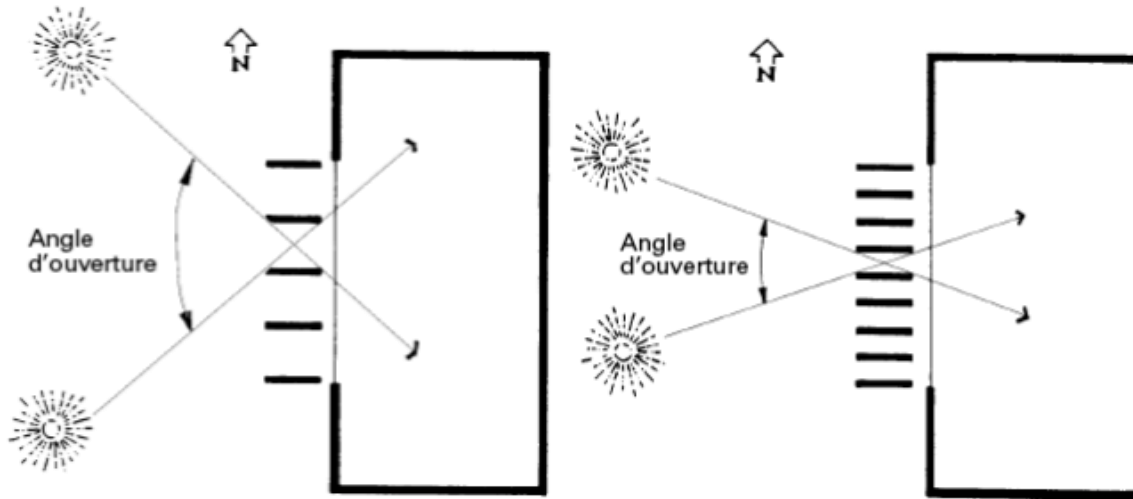
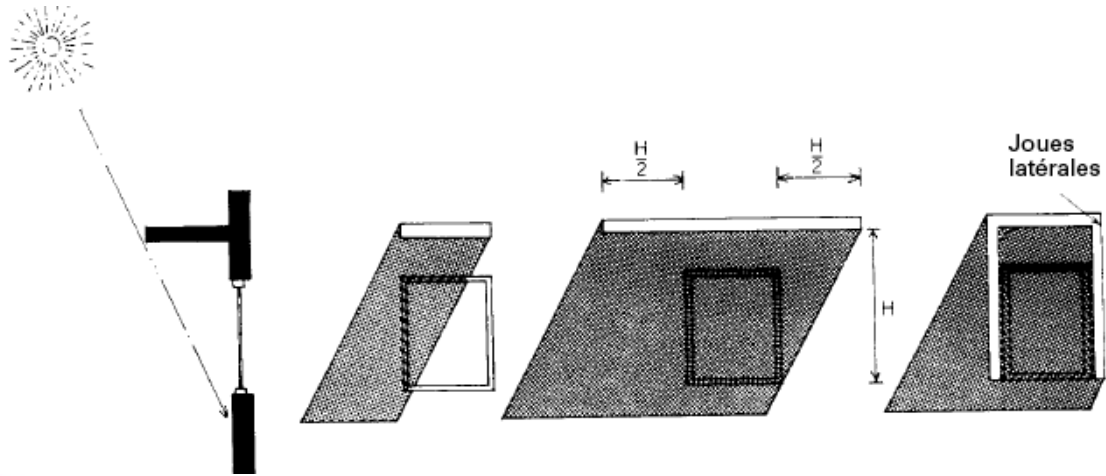


$$RO = \frac{H}{W}$$

Orientation de la fenêtre	Rapport d'ombrage (RO)
Est	0.8
Sud - Est	1.0
Sud	1.8
Sud - Ouest	1.0
Ouest	0.8

2– Apports solaires

2.2– Stratégies

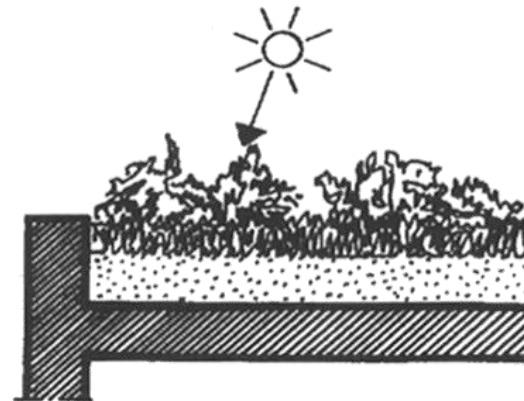
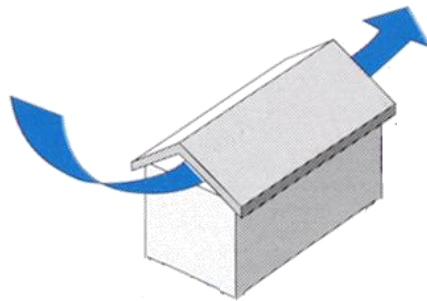
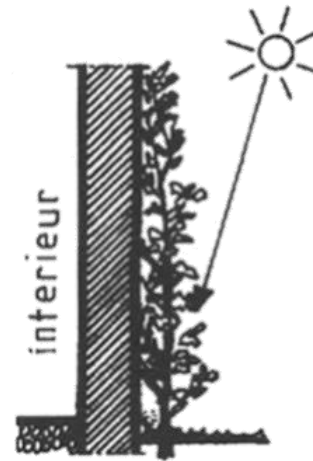
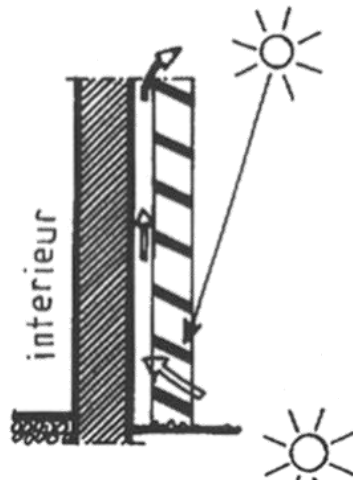


école
normale
supérieure
paris–saclay

2– Apports solaires

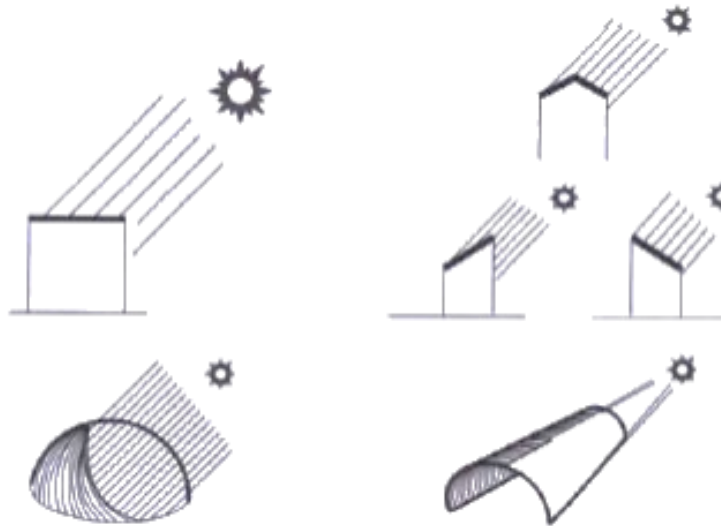
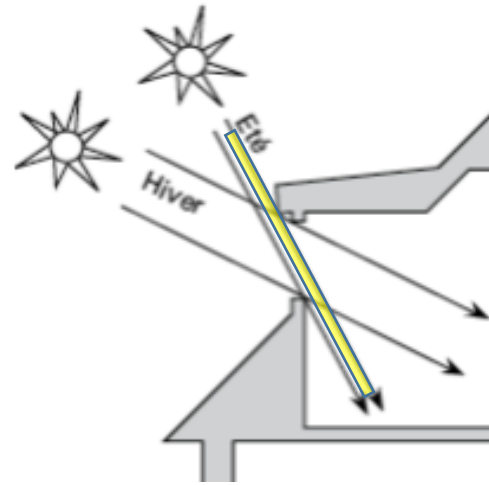
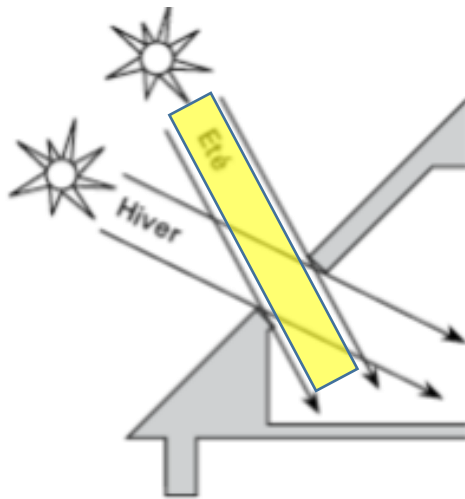
2.2– Stratégies

e) Protection solaire des parois opaques



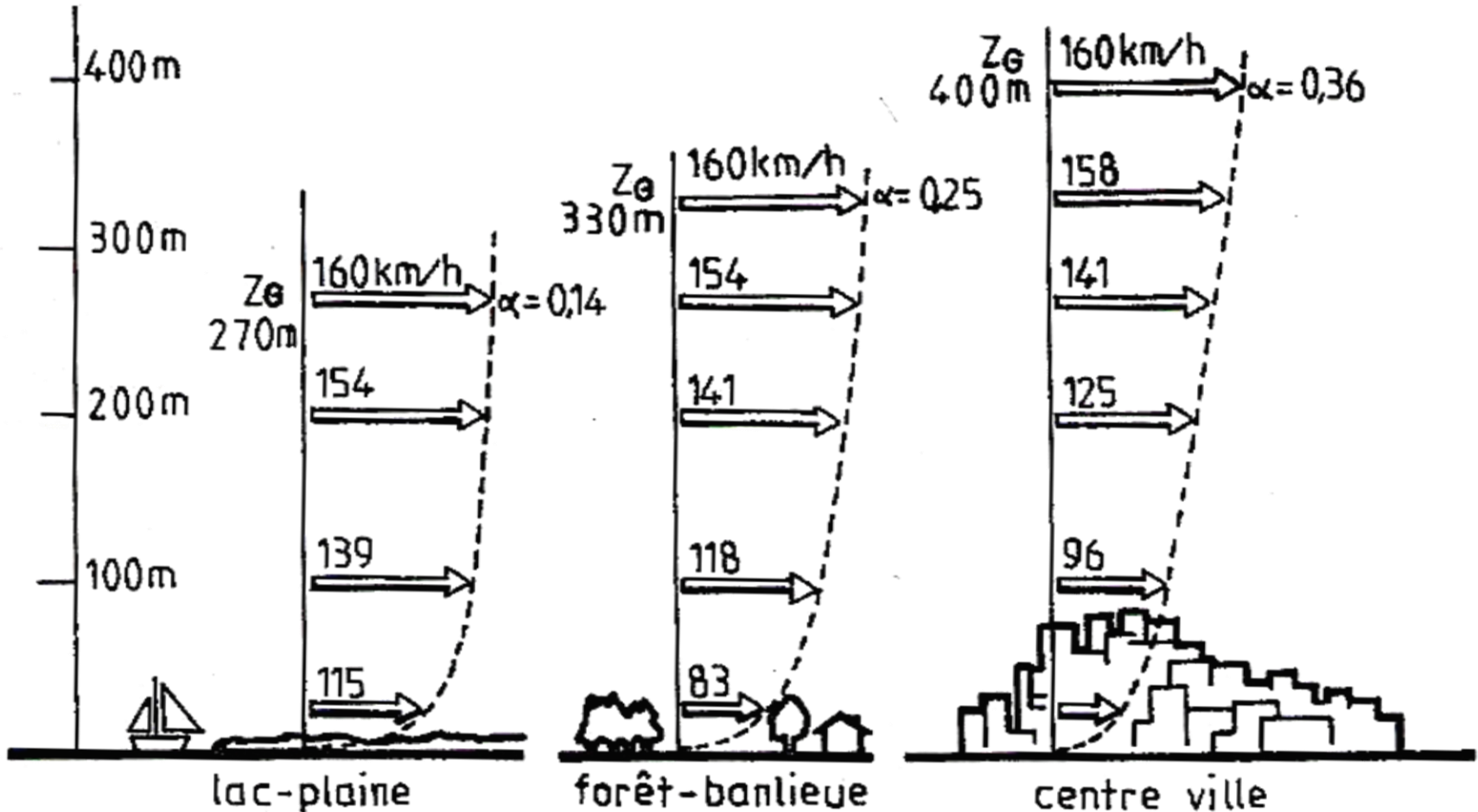
2– Apports solaires

2.2– Stratégies



3- Vent

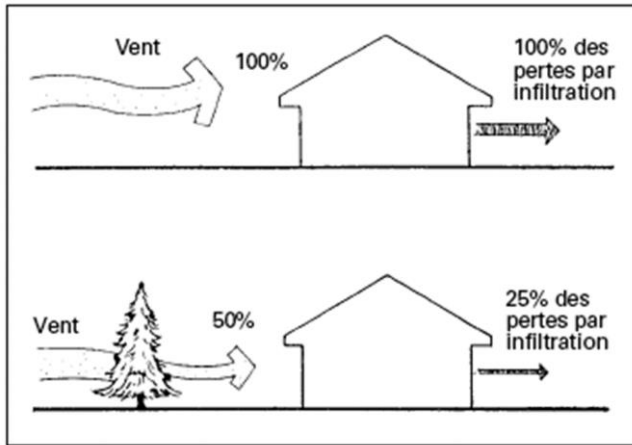
3.1- Données



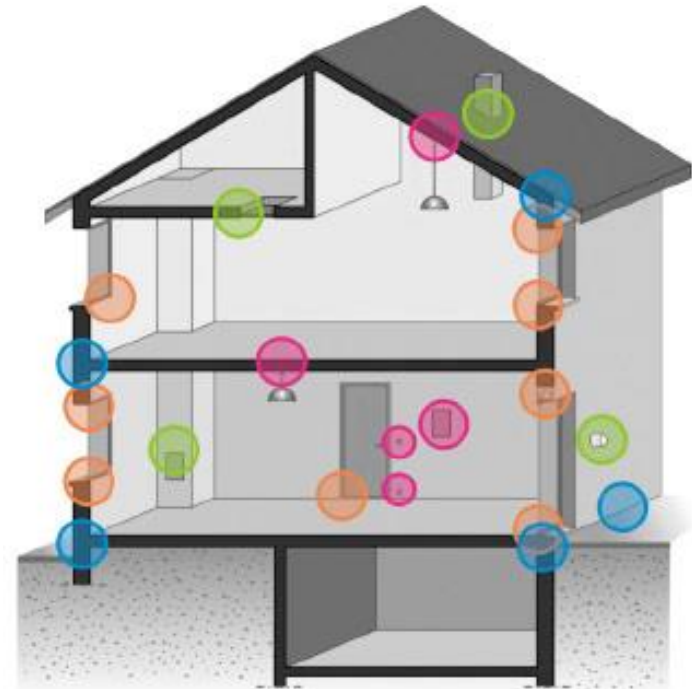
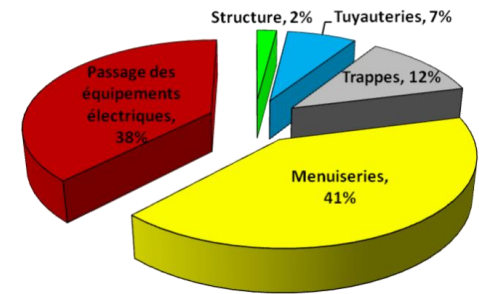
école _____
 normale _____
 supérieure _____
 paris-saclay _____

3- Vent

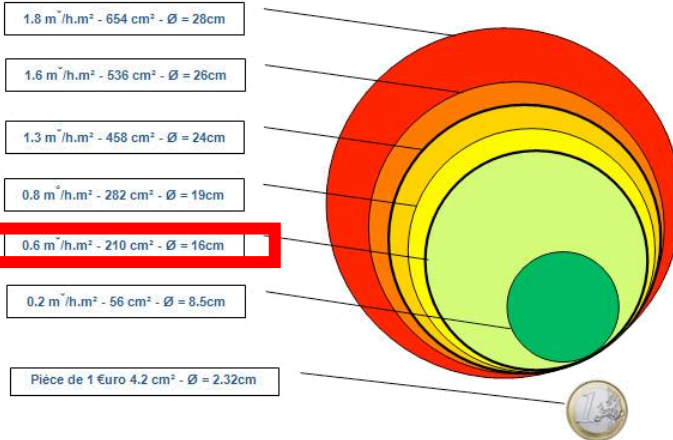
3.1- Données



Fréquence d'apparition des fuites



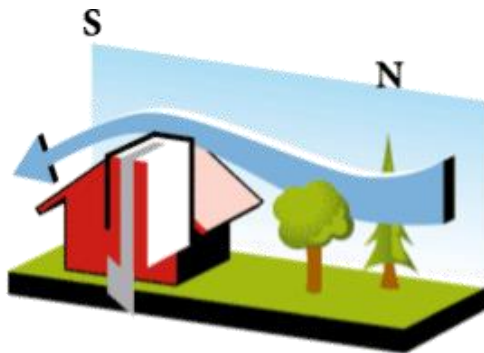
**Limite
RT2012**



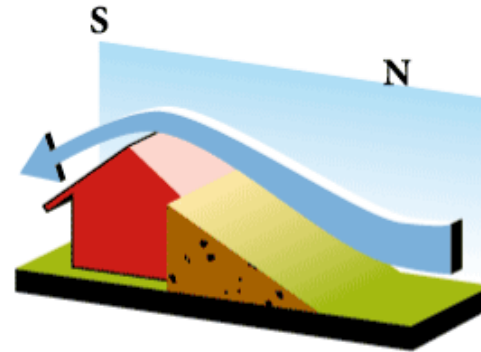
- Liaisons façades et planchers
- Menuiseries extérieures
- Équipements électriques
- Trappes et éléments traversant les parois

3– Vent

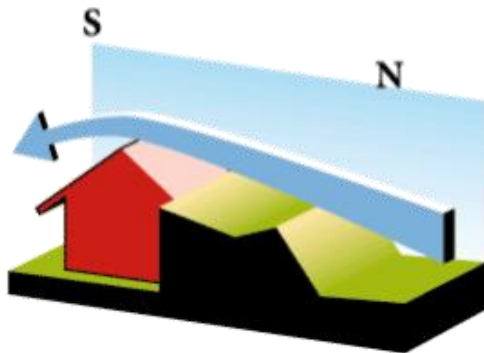
3.2– Stratégies



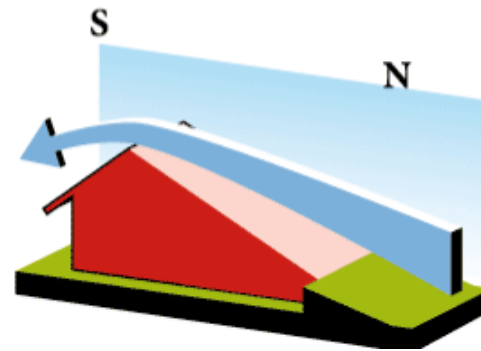
Présence d'une haie brise-vent



Mise en place d'un remblais de terrain



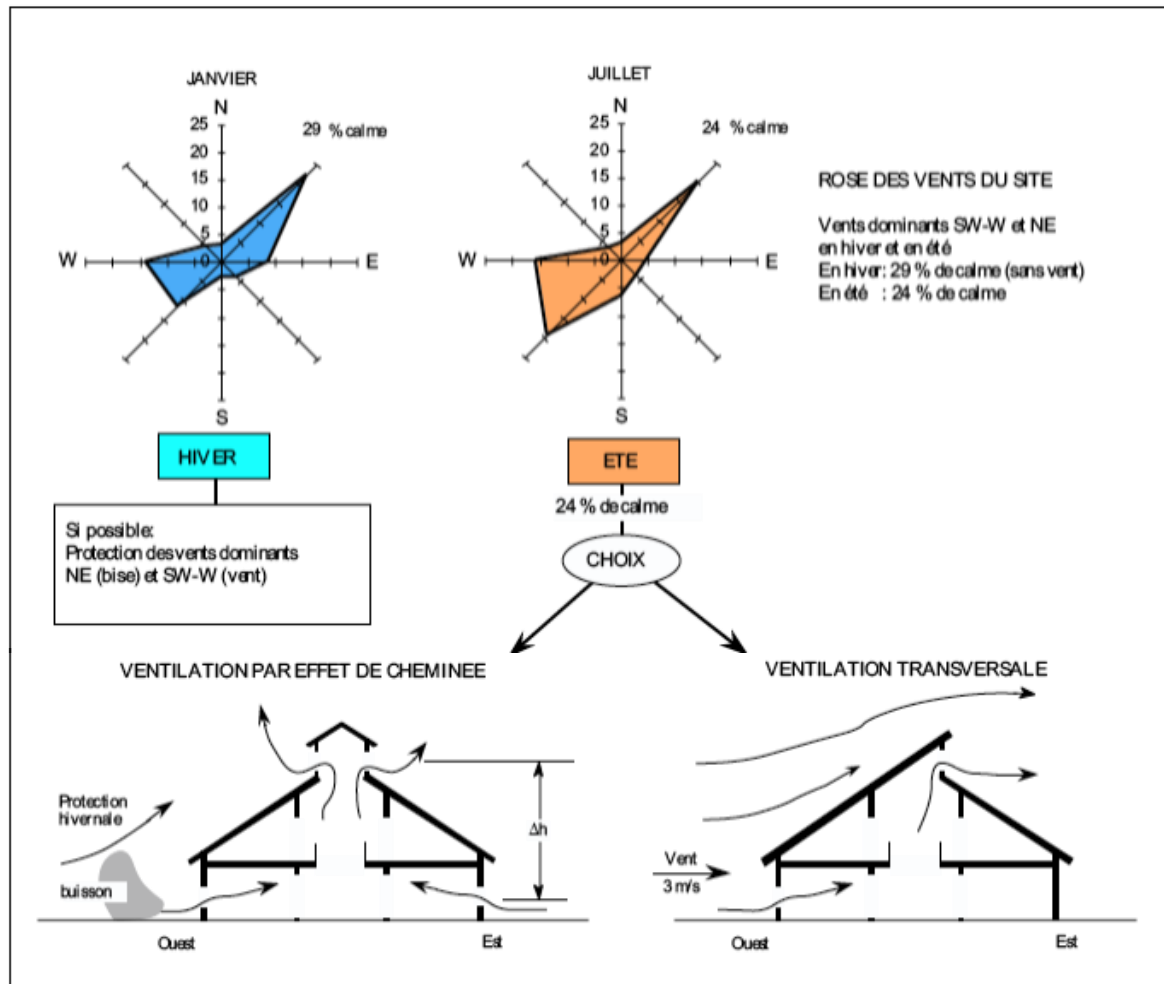
Végétalisation de la façade nord



Création architecturale particulière

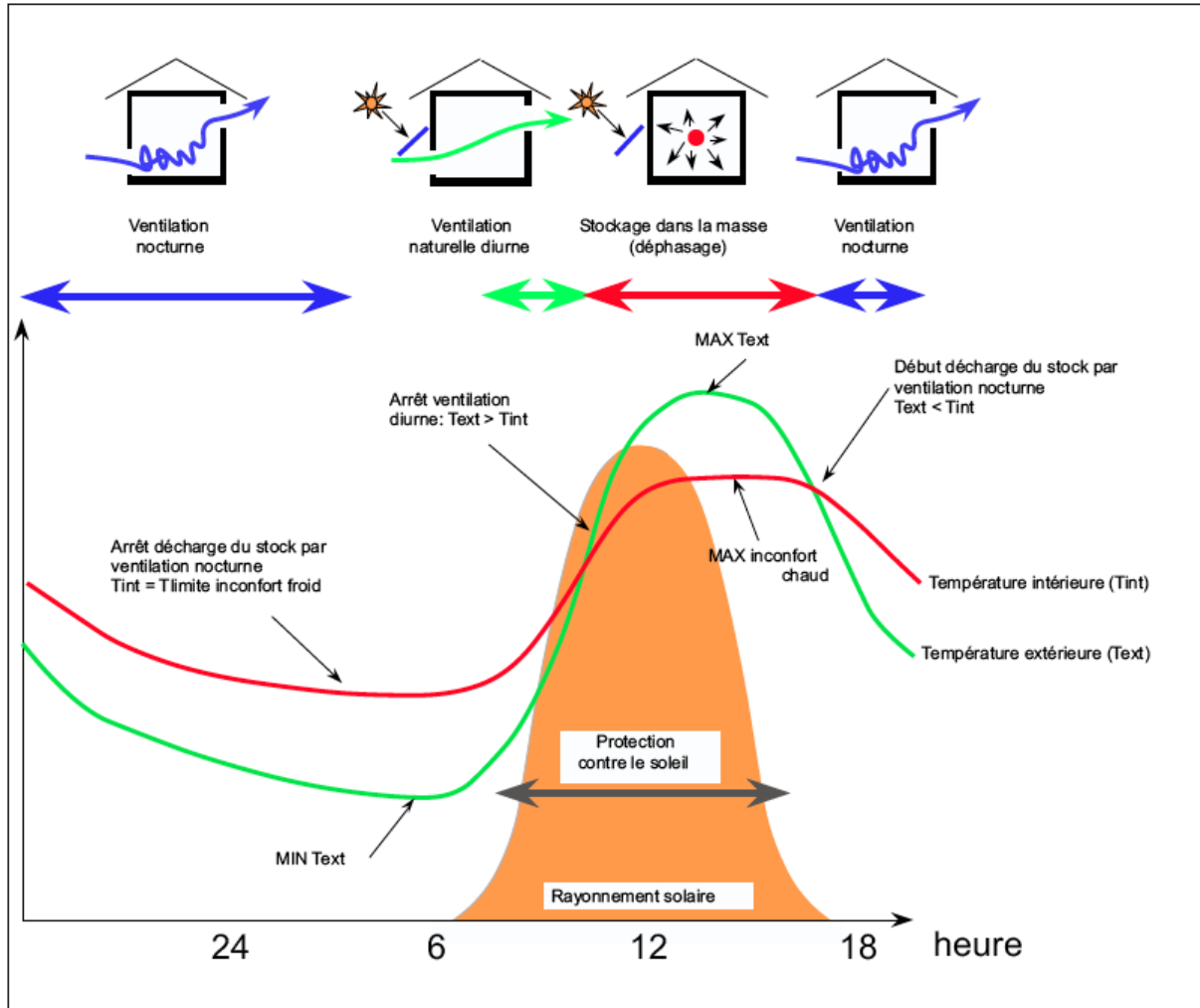
3– Vent

3.2– Stratégies



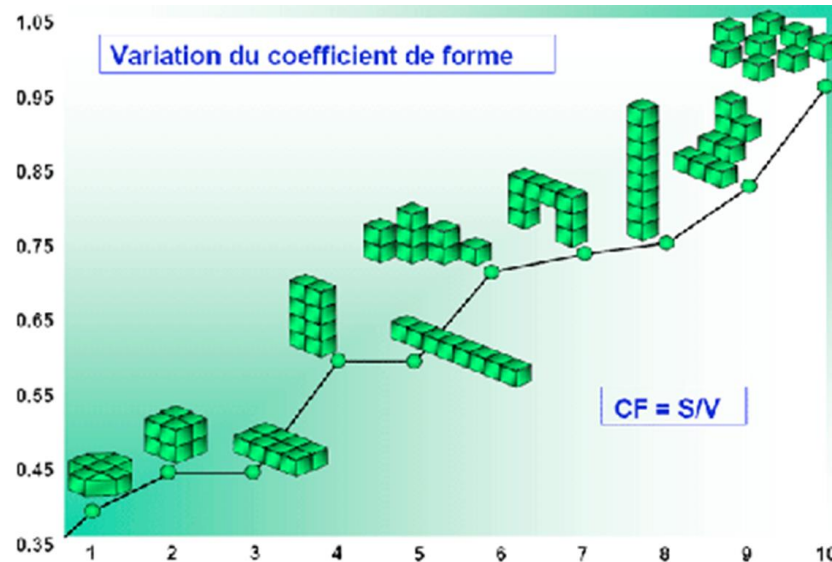
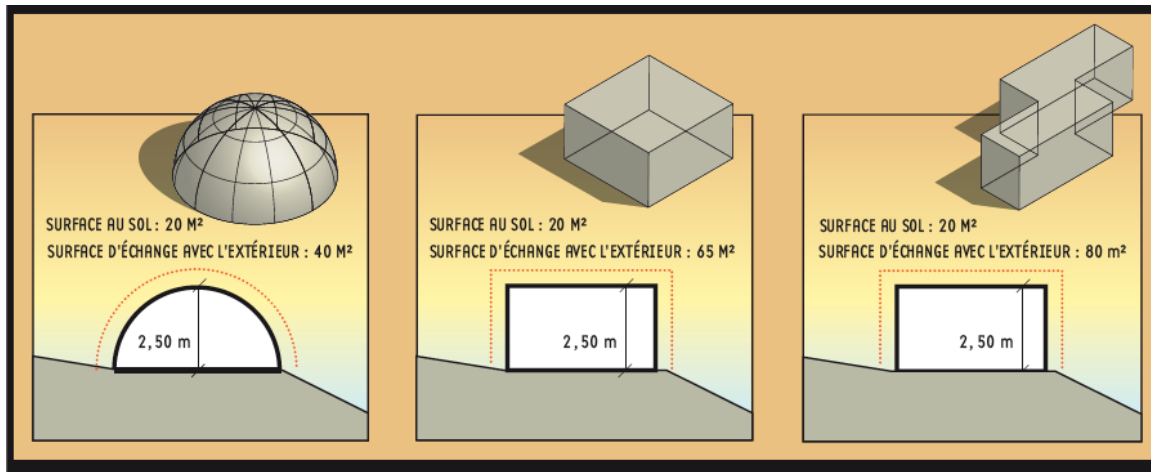
3– Vent

3.2– Stratégies



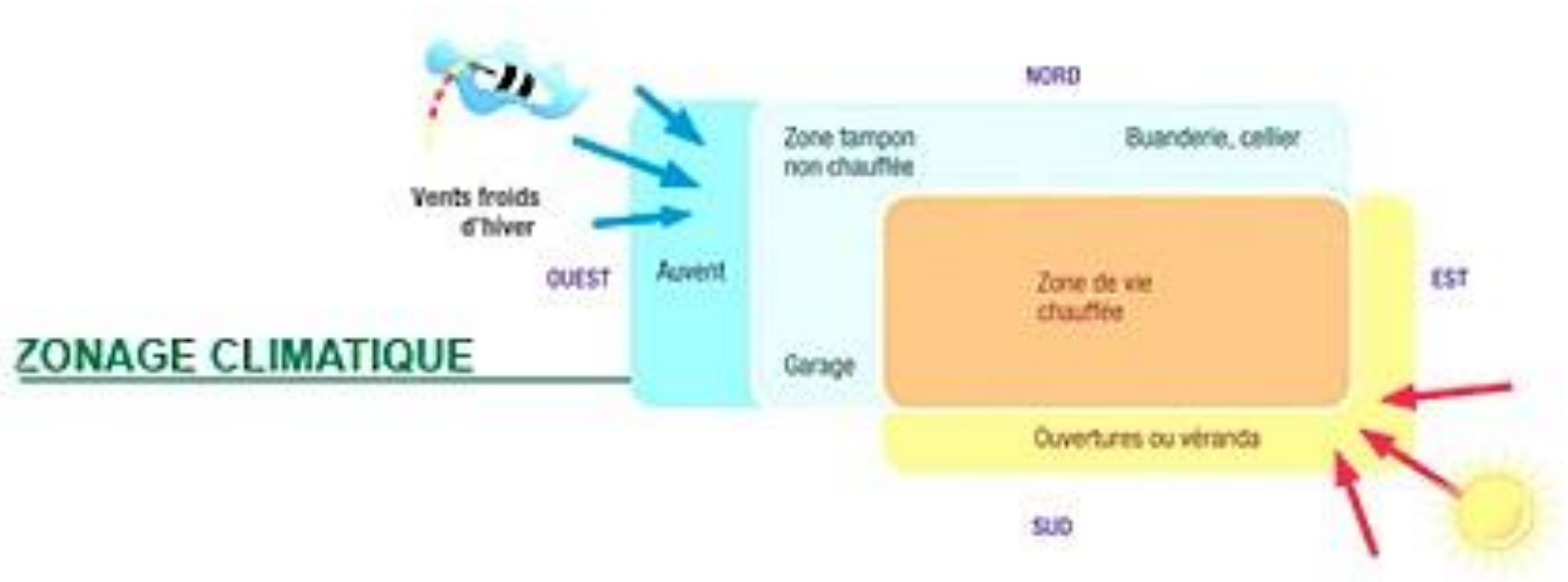
4- Isolation

4.1- Compacité



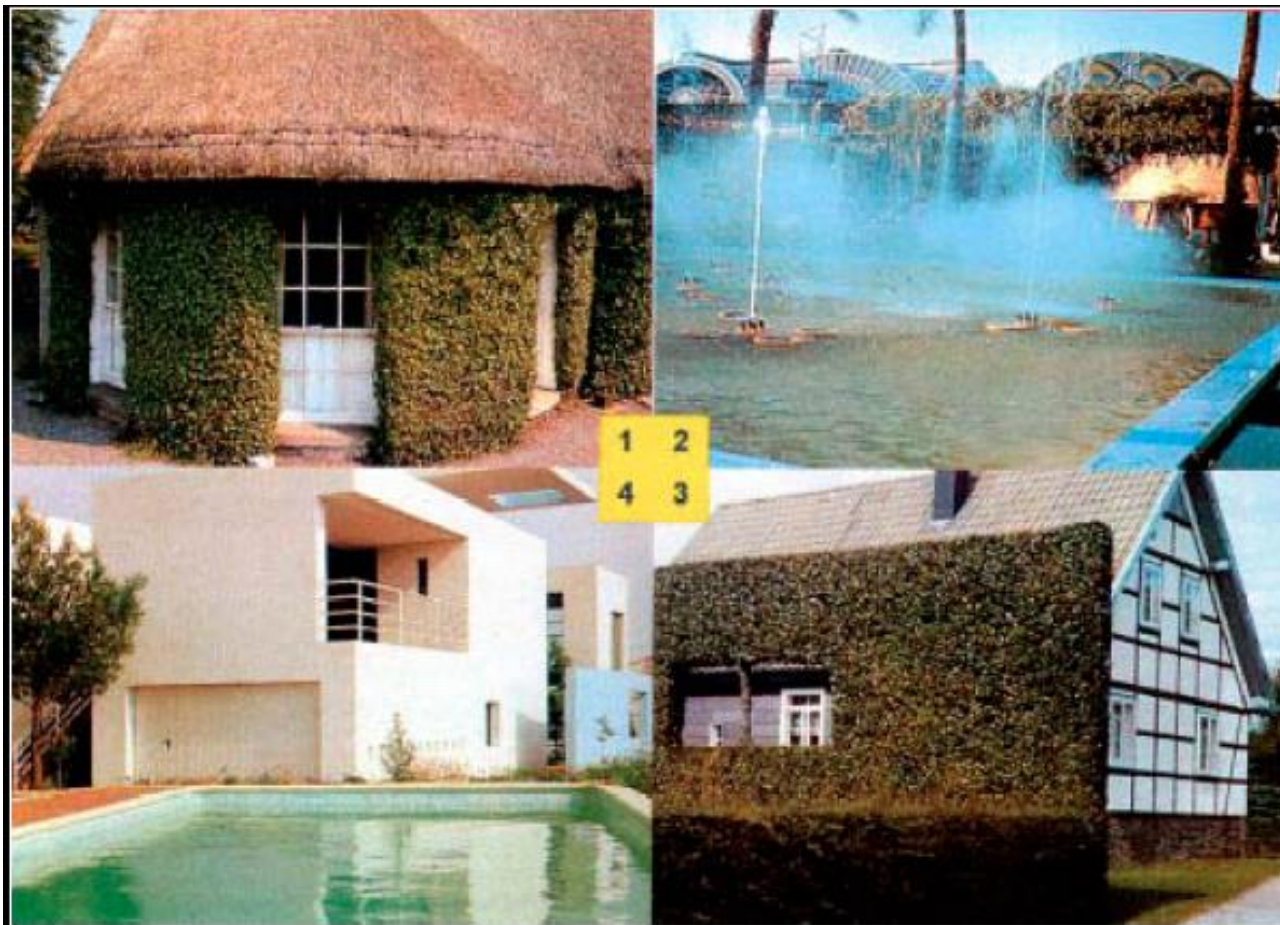
4– Isolation

4.2– Agencement des pièces



4– Isolation

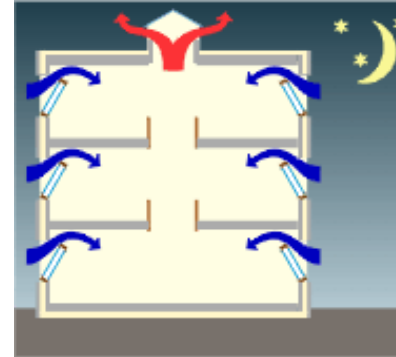
4.3– Rafraîchissement



4– Isolation

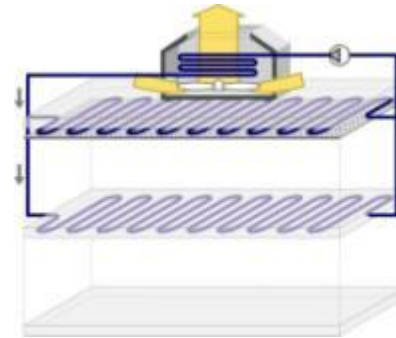
4.4– Refroidissement naturel

- **Stratégie 1** : perméabilité variable de l'enveloppe = free-cooling



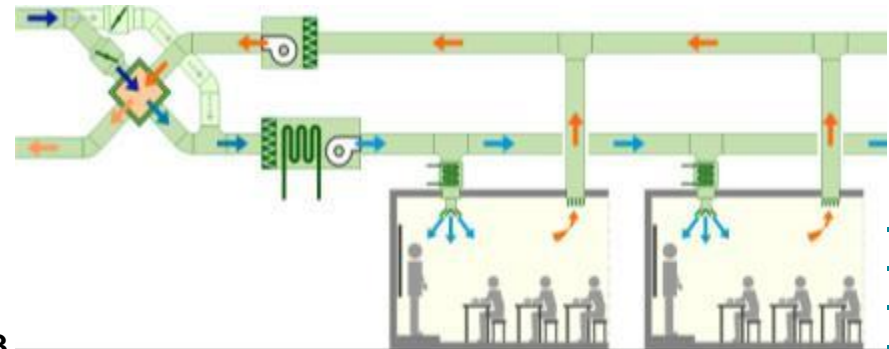
Refroidissement direct.

- **Stratégie 2** : circulation d'eau froide dans les planchers, eau refroidie "de manière naturelle" = slab cooling



Refroidissement indirect.

- **Stratégie 3** : intégration d'air frais extérieur dans la climatisation, conçue pour ne donner qu'un complément frigorifique



5– Maison bioclimatique « idéale »

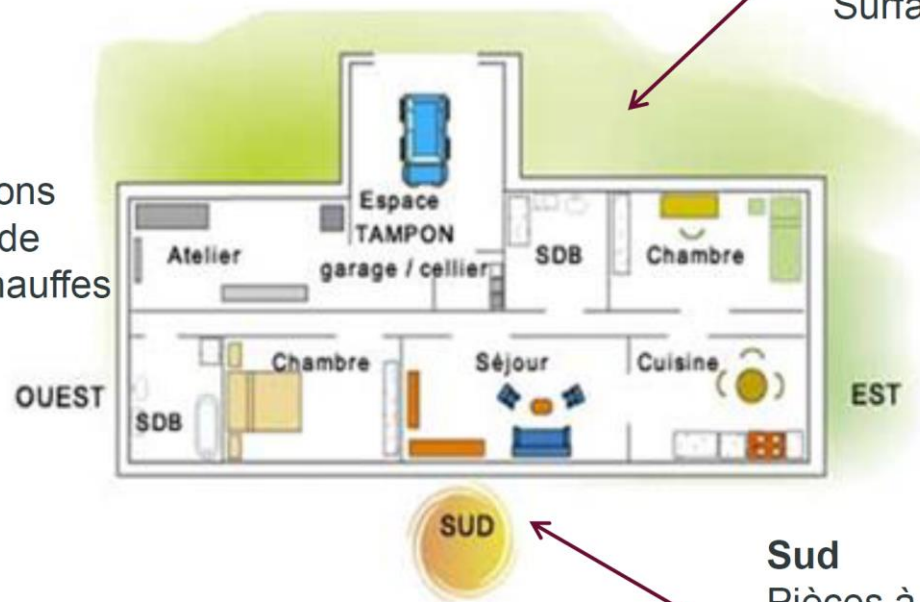
■ Distribution des espaces

Nord

Zones tampon
Circulations
Surface fenêtres réduite

Est/Ouest

Attention aux dimensions
des fenêtres : difficile de
se prémunir des surchauffes



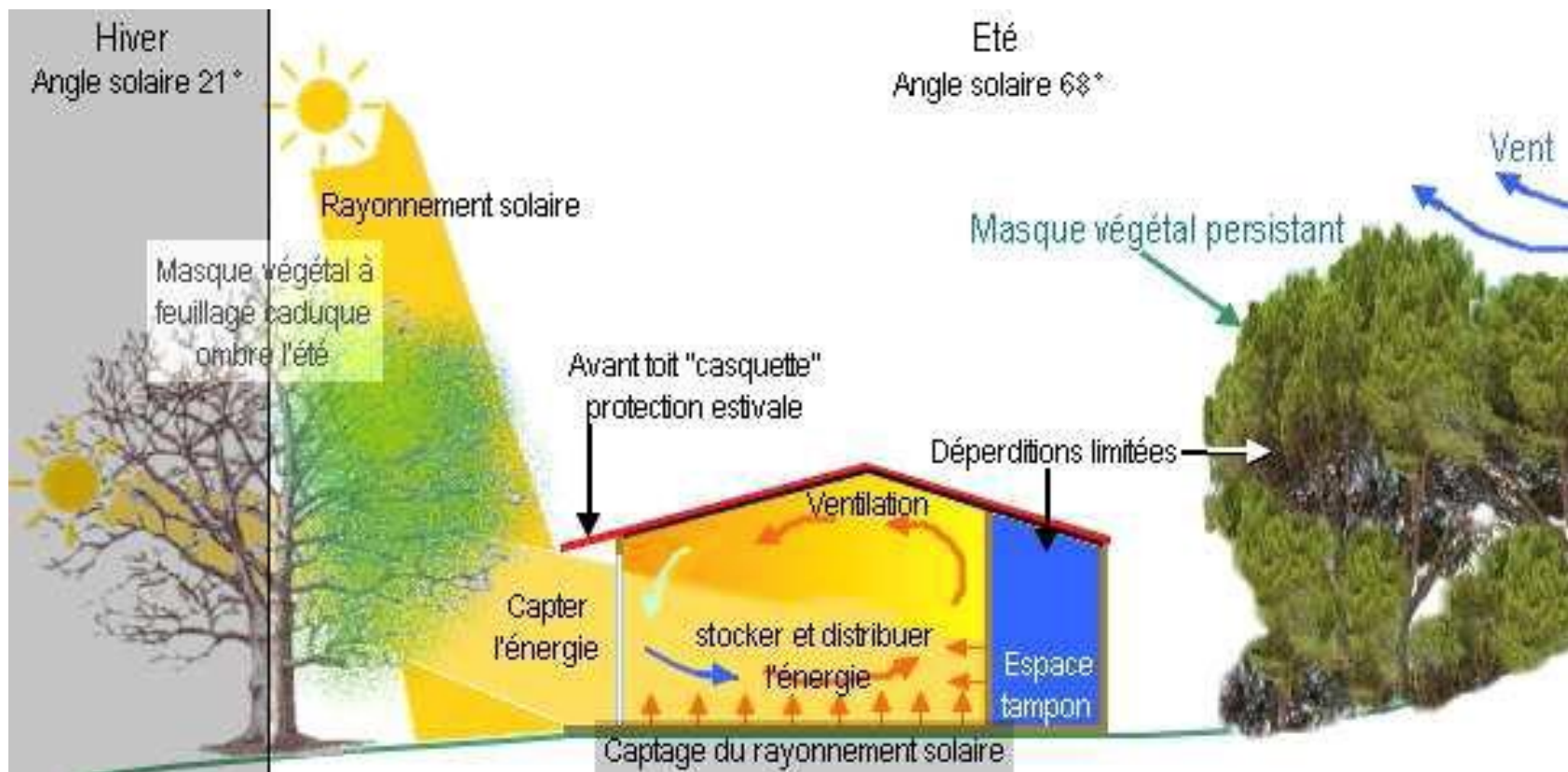
Sud

Pièces à vivre
Surface fenêtres importante
Masques solaires
Inertie

Règles

Vérandas sans toiture vitrée
 $S_{\text{vitrages}} \sim 15\text{-}20\%$ de la surface habitable

5– Maison bioclimatique « idéale »



5– Maison bioclimatique « idéale »

Résumé des mesures pour une architecture “adaptée”

- 1- Implantation tenant compte de l’ensoleillement et des ombres portées**
- 2- Orientation permettant de profiter des apports solaires gratuits**
- 3- Disposition judicieuse des fonctions (espaces servants/servis)**
- 4- Dimensionnement et emplacement judicieux des ouvertures**
- 5- Isolation renforcée de l’enveloppe**
- 6- Inertie thermique grâce à des éléments massifs**
- 7- Préférence aux matériaux locaux**
- 8- Utilisation de la végétation comme rideau naturel (essences locales)**
- 9- Protections solaires fixes et mobiles**

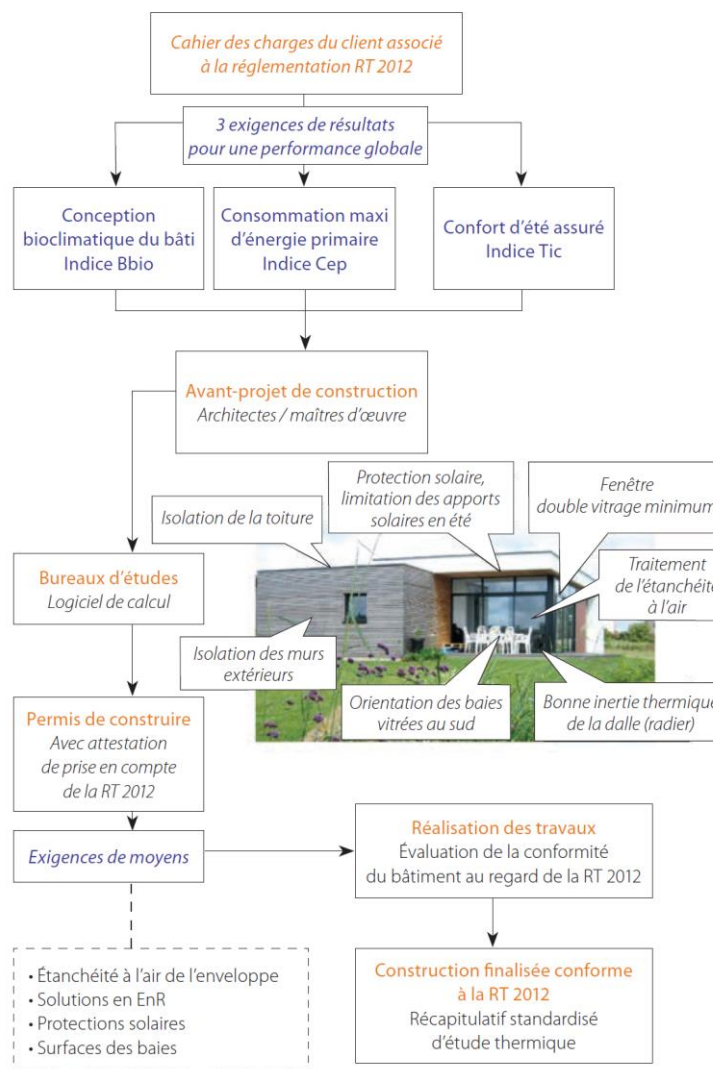
6 – RT 2012 -> RE 2020

La méthode Th-BCE 2012

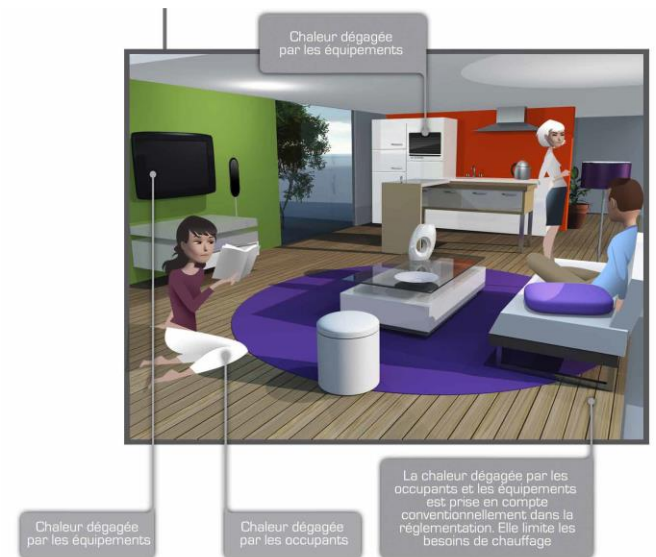
Les exigences de résultat qu'impose la RT 2012 s'appuient sur trois principes fondamentaux, caractérisés par des indices spécifiques :



6 – RT 2012 -> RE 2020



6 – RT 2012 -> RE 2020



6 – RT 2012 -> RE 2020

Le B_{bio_max} se définit donc comme suit :

$$B_{bio_max} = B_{bio_maxmoyen} \times (M_{bgéo} + M_{balt} + M_{bsurf})$$

Avec :

- $B_{bio_maxmoyen}$: valeur moyenne du B_{bio_max} définie par type d'occupation du bâtiment ou de la partie de bâtiment et par catégorie CE1/CE2 ;
- $M_{bgéo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique ;
- M_{balt} : coefficient de modulation selon l'altitude ;
- M_{bsurf} : pour les maisons individuelles ou accolées, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment ou de la partie de bâtiment ;

Définition CE1/CE2 : pour certains bâtiments, notamment ceux situés en zone de bruit des aéroports ou des voies rapides, il peut s'avérer nécessaire d'installer des systèmes actifs de refroidissement pour assurer un bon confort thermique d'été alors que les fenêtres sont fermées. Ces bâtiments, s'ils sont munis d'un tel système de refroidissement, ont alors le droit de figurer en catégorie « CE2 ». Tous les autres bâtiments sont dits de catégorie « CE1 ».

■ Bâtiment consommation totale < 50 kWh/m²/an

Chauffage	Electricité spécifique	ECS
15	10	25

6 – RT 2012 -> RE 2020



6 – RT 2012 -> RE 2020

La consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire, Cep_{max} , est donc définie comme suit :

$$Cep_{max} = 50 \times M_{ctype} \times (M_{cgéo} + M_{calt} + M_{c surf} + M_{cGES})$$

Avec :

- M_{ctype} : coefficient de modulation selon le type de bâtiment ou de partie de bâtiment et sa catégorie CE1/CE2 ;
- $M_{cgéo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique ;
- M_{calt} : coefficient de modulation selon l'altitude ;
- $M_{c surf}$: pour les maisons individuelles ou accolées et les bâtiments collectifs d'habitation, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment ou de la partie de bâtiment ;
- M_{cGES} : coefficient de modulation selon les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées, pour le bois-énergie et les réseaux de chaleur et de froid faiblement émetteurs en CO_2 .

Spécificité pour le logement collectif

Pour permettre aux filières industrielles de s'adapter en proposant, en volume suffisant, des équipements performants et à coûts maîtrisés tout en ne pénalisant pas le logement collectif, le Cep_{max} est porté à $57,5 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2.\text{an})$, et ce temporairement jusqu'au 1^{er} janvier 2015.

■ Consommation de chauffage

Passoire thermique	Bâtiment moyen	Bâtiment Passif
300-500	190	15

Complément – Energies...

- **Énergie utile**

C'est l'énergie nécessaire au bâtiment pour maintenir sa température en vainquant les déperditions, tout en tenant compte des apports internes et solaires. En clair : les besoins de chauffage, éventuellement de climatisation.

- **Énergie finale**

C'est l'énergie payée par le consommateur.

- **Énergie primaire**

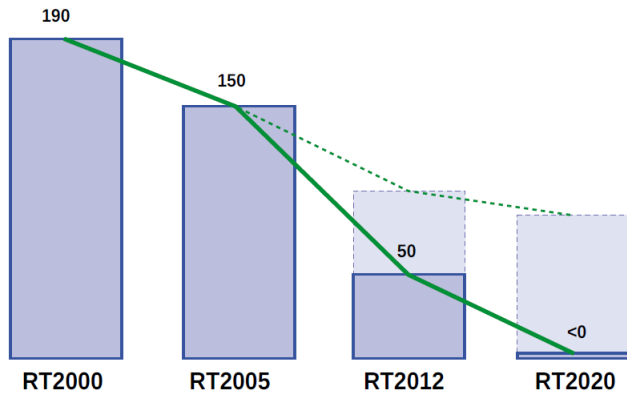
C'est l'énergie payée par le consommateur divisée par le rendement de production & transport. Il s'agit donc de l'énergie contenue dans le combustible.



- **Électricité spécifique**

C'est l'électricité consommée par les appareils ne pouvant fonctionner qu'avec de l'électricité (lave-linge, électroménager etc. –hors chauffage).

6 – RT 2012 -> RE 2020

Évolution des exigences réglementaires de consommation énergétique des bâtiments neufs : une rupture opérée par le Grenelle Environnement



 Évolution prévisible sans l'adoption du Grenelle Environnement
 Dynamique de réduction impulsée par le Grenelle Environnement
 Consommations en kWh_{ep}/(m².an)



OPENBIM
GBXML
IFC4



SIMULATION
ÉNERGÉTIQUE



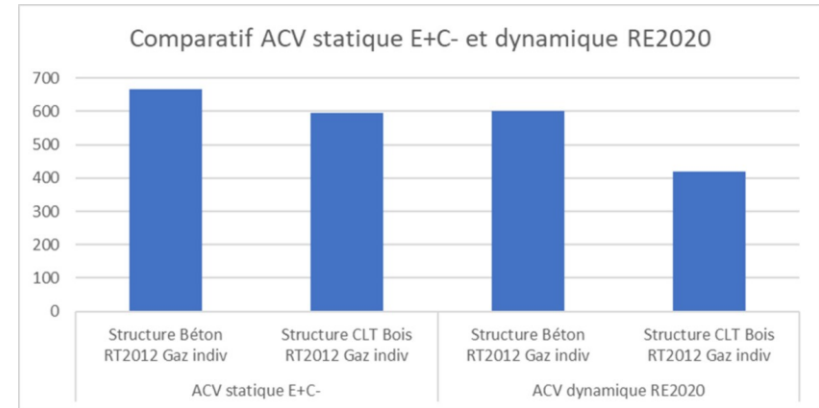
RT2012
RT EXISTANT



ACV ÉNERGIE
CARBONE
RE2020



OPTIMISATION
ET GPE





Eco-conception et bioclimatisme

Partie 1: stratégie structurales

Partie 2: stratégies d'implantation

Exemples

Partie 3 : Batiment Intelligent

Cas d'étude: ENS Paris-Saclay

Exemples

Toiture végétalisée fréquente en Islande



Exemples

Centre d'application et de démonstration d'énergie solaire du Castellet (83) qui abrite maintenant la Maison des Vins de Bandol.



Exemples



Cette habitation nouvelle en ossature bois, dans le petit village de Vallabrix (30), a été construite en 2005. La maison est posée sur un terre-plein semi-isolé en liège. L'ossature, la charpente et l'habillage sont en Douglas traité au sel de bore. L'ossature des murs a été recouverte d'un enduit chaux sur Fibralth[®], panneaux d'OSB à faible teneur en formaldéhyde. L'isolation est en ouate de cellulose soufflée et projetée. On peut encore citer les détails suivants : installation électrique blindée, gouttière et étanchéité en cuivre, zinc et plomb, menuiseries à vitrage à faible émissivité. L'autonomie thermique visée est de 50 % en hiver et 100 % en été.



Habitation dans la haute vallée du Gardon d'Alès. Le terrain présente une forte déclivité naturelle. La construction est posée sur un faux-plat. Elle est entièrement préfabriquée en atelier. On voit ici le levage d'un mur fabriqué sur chantier.

Exemples



Le traitement phytosanitaire des eaux



Construire bioclimatique n'interdit pas la créativité architecturale. Les formes les plus modernes comme les plus traditionnelles peuvent apporter la réponse recherchée. Ce chantier de maison individuelle situé à Saint-Quentin-la-Poterie (30) est un projet de construction résolument moderne pour faire coïncider performances énergétiques, budget serré et grandes surfaces. Isolation en ouate de cellulose (15 cm en mural et 30 cm en toiture) et structure en douglas traité au sel de bore ; habillage extérieur en mélèze ajouré ; puits climatique, menuiseries à vitres haute performance et rupture de pont thermique ; toiture terrasse végétalisée. (Photo et réalisation Les Charpentiers d'Uzès.)



école
normale
supérieure
paris-saclay



Eco-conception et bioclimatisme

Partie 1: stratégie structurales

Partie 2: stratégies d'implantation

Exemples

Partie 3 : Batiment Intelligent

Cas d'étude: ENS Paris-Saclay

Bâtiment Intelligent

Le « bâtiment intelligent » englobe des concepts et des technologies plus ou moins similaires et appliquées à divers domaines d'activités (résidentiel, tertiaire ou industriel) et repose sur l'arrivée des NTIC. Les plus connues sont la domotique, la gestion technique du bâtiment¹ (GTB) ou la gestion technique centralisée (GTC), ou bien encore la gestion active du bâtiment (GAB).

Elles ont toutes un point commun : gérer, piloter et mettre en relation des équipements/appareils au moyen d'une « intelligence centralisée ou distribuée » avec laquelle ils interagissent. Ces notions sont définies dans le glossaire. Même si l'objectif de ce chapitre n'est pas essentiellement « technologique », nous tenterons d'y expliquer les principes de base pour une meilleure compréhension de la suite de l'ouvrage.

1- Domotique

Le principe de la domotique est la gestion centralisée des équipements techniques (chauffage, sécurité, éclairage, etc.) et du multimédia dans un bâtiment (figure 2.1). Elle vise à apporter des fonctions de confort, de sécurité, d'économie d'énergie et de communication aux maisons ou appartements équipés. Ces fonctions sont réalisées par des capteurs, des actionneurs, des automates et plus généralement par des équipements électriques et/ou électroniques. L'installation domotique peut être pilotée localement ou à distance depuis un smartphone, un

L'ergonomie est un facteur essentiel pour rendre ce système intuitif et facile à utiliser au quotidien.



Figure 2.1 Champs couverts par la domotique

1- Domotique

Tableau 2.1 Exemples de fonctions de la domotique dans l'habitat

Domaines	Fonctions
Audio/vidéo	<ul style="list-style-type: none">• Ecouter de la musique dans toutes les pièces• Visualiser une ou des caméras (surveillance, enfants, portier,...) sur une chaîne de télévision• Visualisation de caméras à distance par interface web (prévoir ADSL, ...)• Enregistrer une vidéo par une caméra sur le déclenchement d'un événement extérieur (alarme, sonnette, détecteurs de passage).
Téléphonie	<ul style="list-style-type: none">• Recevoir l'Interphone du portier extérieur sur le téléphone• Pilotage de commandes d'automatismes sur téléphone sans fil• Mise en route du répondeur sur mise en service de l'alarme

Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Paris-Saclay, un éco-territoire

1 Énergie: créer le premier territoire bas-carbone d'Île-de-France

- Performance énergétique des bâtiments neufs
- Réhabilitation du parc existant
- Développement des énergies renouvelables: nappe de l'Albien, photovoltaïque...
- Smart Energy Paris-Saclay: combinaison du réseau de chaleur et de froid et d'un smart grid électrique

2 Mobilités: mettre en place une alternative à la voiture individuelle.

- Renforcer et coordonner l'offre de transports en commun
- Permettre le développement des mobilités douces
- Faire évoluer l'usage de la voiture: covoiturage, stationnement partagé...
- Mettre en place des services d'aide à la mobilité

3 Nouveau modèle urbain: réconcilier urbanité, agriculture et espaces naturels

- Réaliser un projet urbain compact et mixte
- Concevoir une frange verte bordant le campus: continuités écologiques, usages agricoles et de loisirs, gestion des eaux
- Créer des liens durables entre citoyens et environnement

4 Économie circulaire: réduire l'impact environnemental

- Mener des chantiers exemplaires
- Créer des filières locales
- Exploiter les complémentarités entre activités
- Valoriser les déchets: méthanisation, recyclerie...

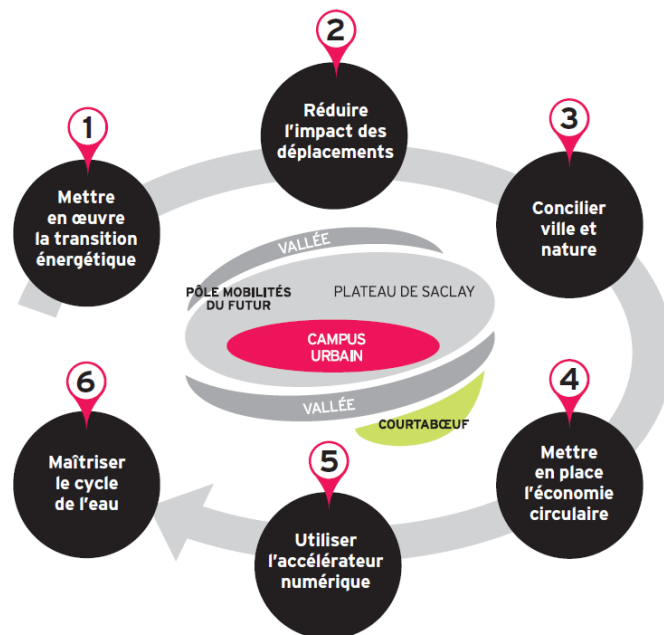
5 Utiliser l'accélérateur numérique: une plateforme ouverte pour un territoire opendata

- Améliorer le niveau de connectivités
- Créer une plateforme de services pour le territoire
- Développer l'opendata
- Offrir des services évolutifs, ouverts aux acteurs du territoire

6 Gestion intégrée de l'eau: mettre en place une gouvernance

- Maîtriser le risque d'inondation en agissant à plusieurs échelles
- Organiser la gestion sur l'ensemble du plateau de Saclay

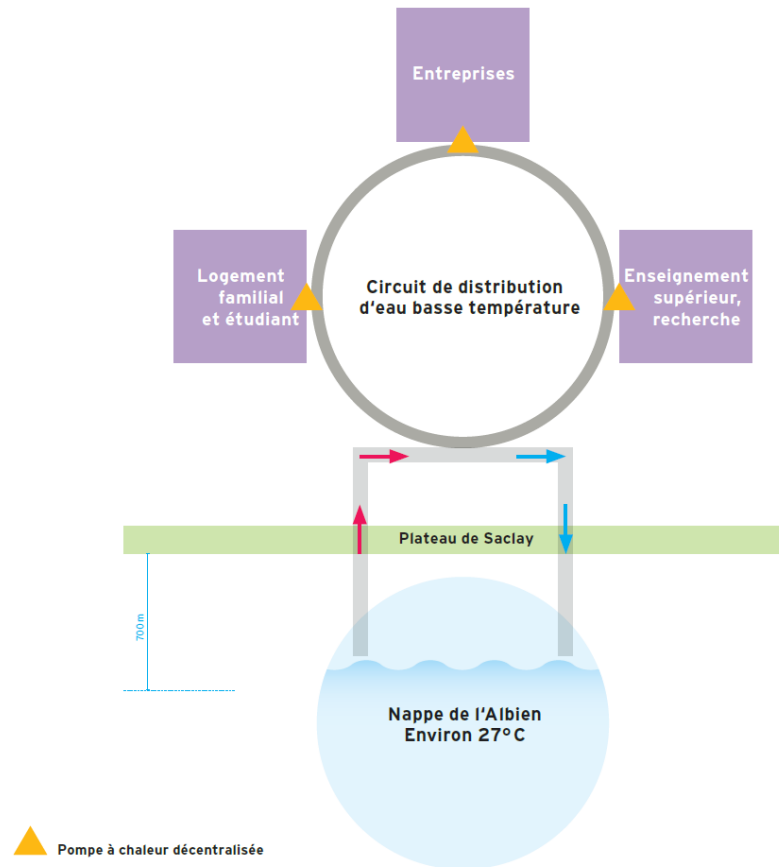
Traduite par une charte, la stratégie de développement durable repose sur l'engagement de l'ensemble des acteurs locaux pour que l'extraordinaire potentiel scientifique de Paris-Saclay bénéficie à tous les utilisateurs du territoire.



Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Réseau intelligent



Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Sous-station

2*220 m de locaux ventilés
échangeurs à plaques
une zone de mélange

3mW pour le chaud et 2mW pour le froid

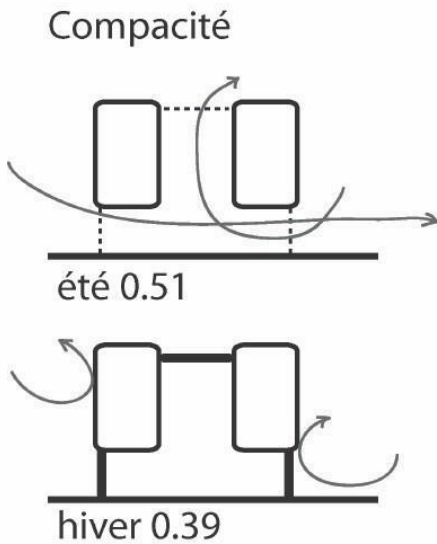
Apporte 60% de l'énergie nécessaire (40% gaz)

50 000 capteurs actionneurs, 30 000 outils machines, 17 000 h de maintenance

Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Morphologie et Enveloppe



Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Flux

Atrium en simple flux pour gérer la température

Clapets aux extrémités gérés avec la GTB

Cheminées : courant d'air naturel, au pied un jardin d'hiver.
ouverture la nuit en été pour une ventilation nocturne

Gaines de reprise

Registres et au bout la CTA

Gaines simples ou double flux avec ouvertures des clapets extérieurs.



Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Flux

Pour les locaux tertiaires, $25\text{m}^3/\text{h}$ de renouvellement d'air
Sonde de CO_2 pour le renouvellement

CTA pour mélange d'air et traitement (BC si nécessaire)

Climatisation et humidification pour les salles régulées spécifiques type salle blanche uniquement

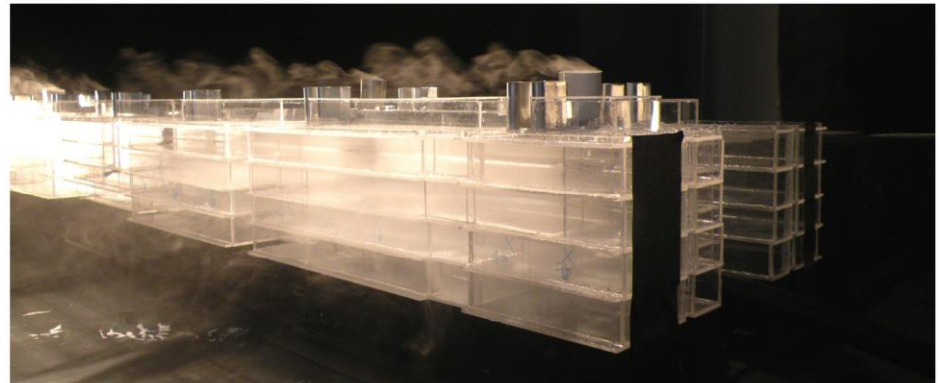
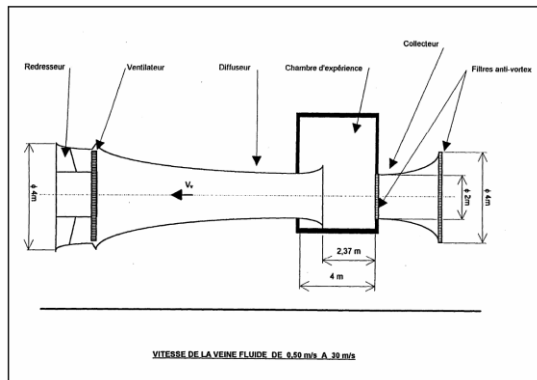
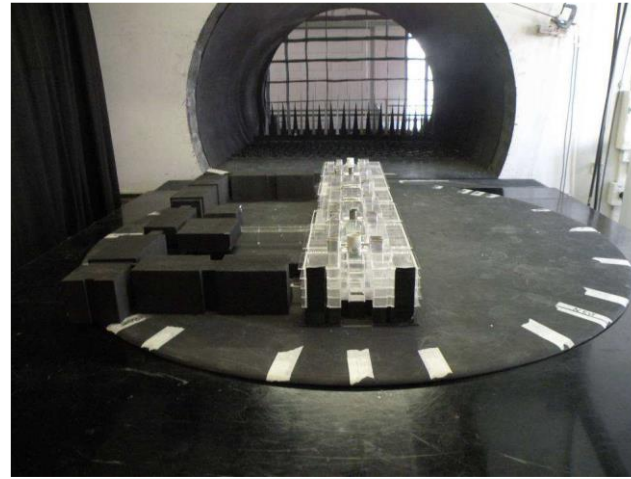
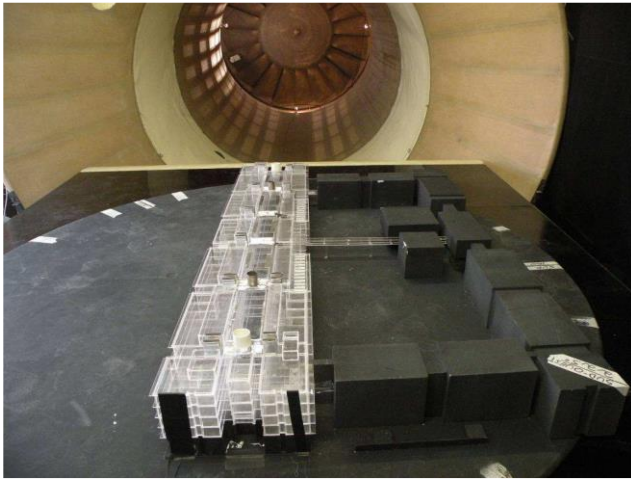
Pour la salle blanche de 100m^2 4 systèmes de régulation. $16\,000\text{m}^3/\text{h}$

Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Essais Eiffel – Maquette

Etude en soufflerie sur maquette à échelle réduite du confort des espaces intérieurs et de la ventilation dans l'Atrium de l'ENS Saclay



Bâtiment Intelligent

Etude de cas : ENS Paris-Saclay

Eclairage

2% éclairage sur bâtiment standard.

Ici avec les réductions de consommations d'énergie de 30%, cela représente 14%.

Gestion automatisée



Panneaux rayonnants à eau chaude

Acoustiques

Régime secondaire régulé suivant l'hygrométrie extérieure et ambiante par pente proportionnelle

