

Conception d'habitats bioclimatiques

Taib AJZOUL

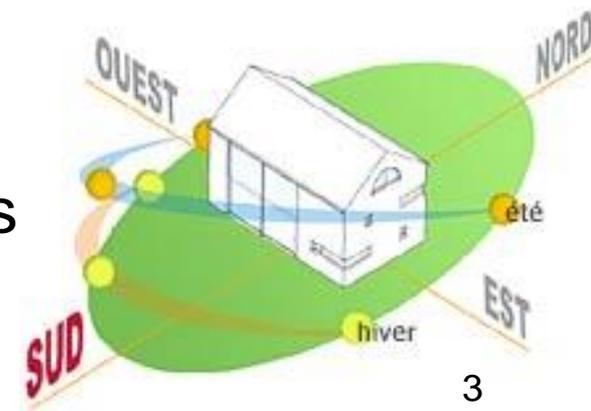
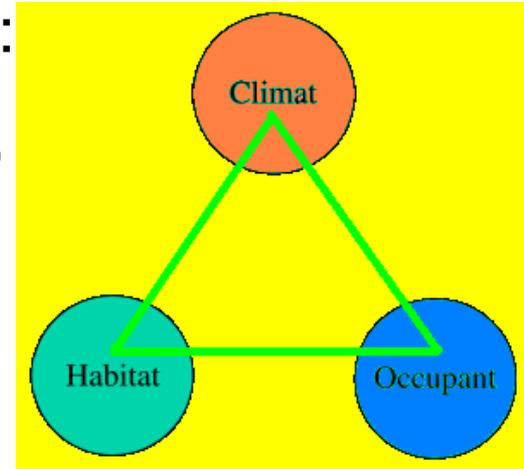
Professeur au Département de Physique
Faculté des Sciences de Tétouan

Plan du cours

- Architecture bioclimatique
- Démarche pour un projet bioclimatique
- Isolation thermique
- Exemple de cahier des charges pour un projet bioclimatique
- Confort thermique dans les locaux

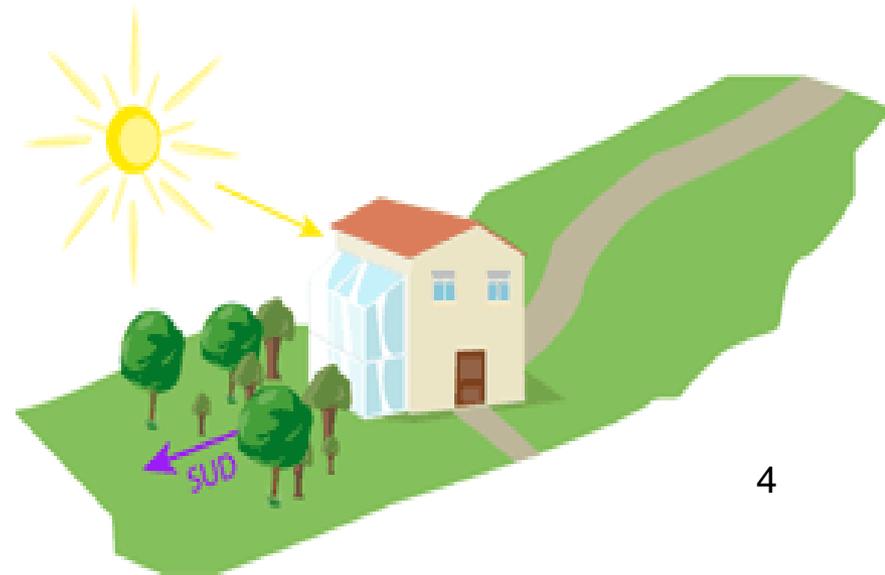
Introduction : Architecture bioclimatique

- L'architecture bioclimatique est une sous-discipline de l'architecture qui recherche un équilibre entre :
 - la conception et la construction de l'habitat,
 - le milieu (climat, environnement, ...)
 - les modes et rythmes de vie des habitants.
- L'architecture bioclimatique permet :
 - de réduire les besoins énergétiques,
 - de maintenir des températures agréables
 - de contrôler l'humidité
 - de favoriser l'éclairage naturel.



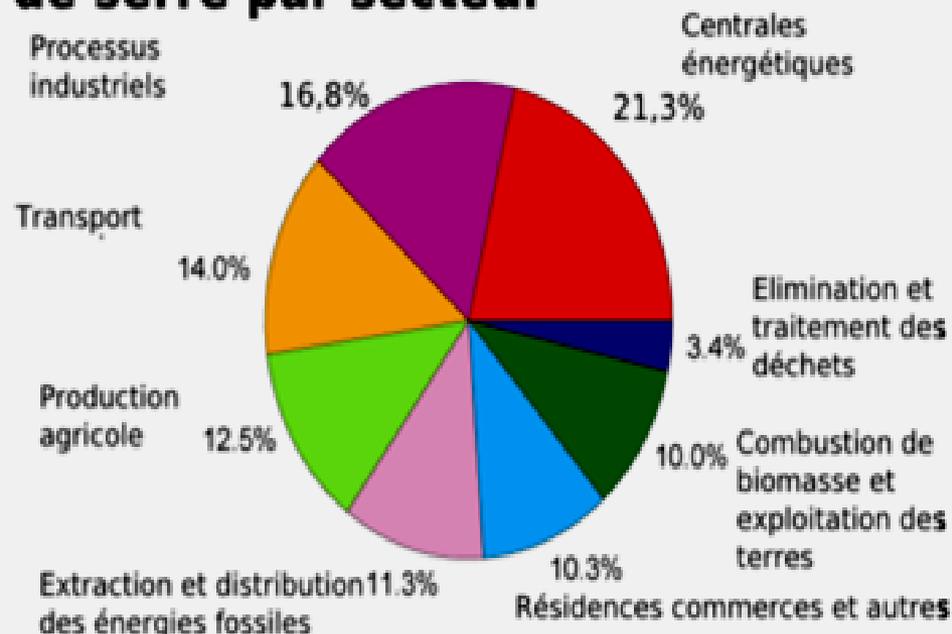
Fourniture de plus des deux tiers des besoins de chauffage grâce au soleil.

- Dans un pays tempéré, une maison bioclimatique peut arriver à fournir **plus des deux tiers de ses besoins** de chauffage uniquement grâce au soleil.
- Habitat solaire passif ➡ habitat utilisant l'orientation :
 - des murs,
 - des toits
 - et des fenêtrespour capter les rayons du soleil.

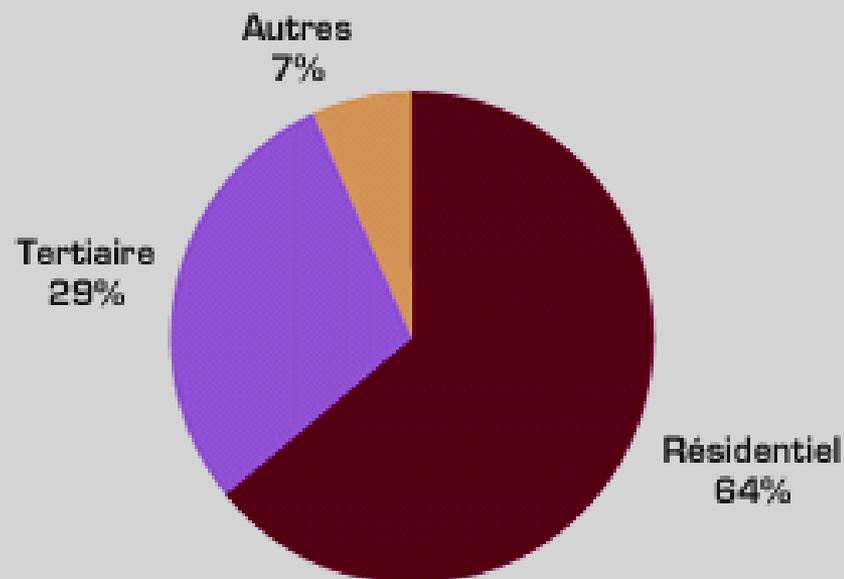


Le bâtiment, secteur à enjeux pour l'environnement

Emissions annuelles de gaz à effet de serre par secteur



Répartition des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment



source [2]

Le dérèglement climatique dû à l'effet de serre s'accompagnera d'impacts négatifs sévères, en particulier sur :

- l'agriculture,
- les écosystèmes,
- la biodiversité et la santé.

Le bâtiment, secteur à enjeux pour l'environnement

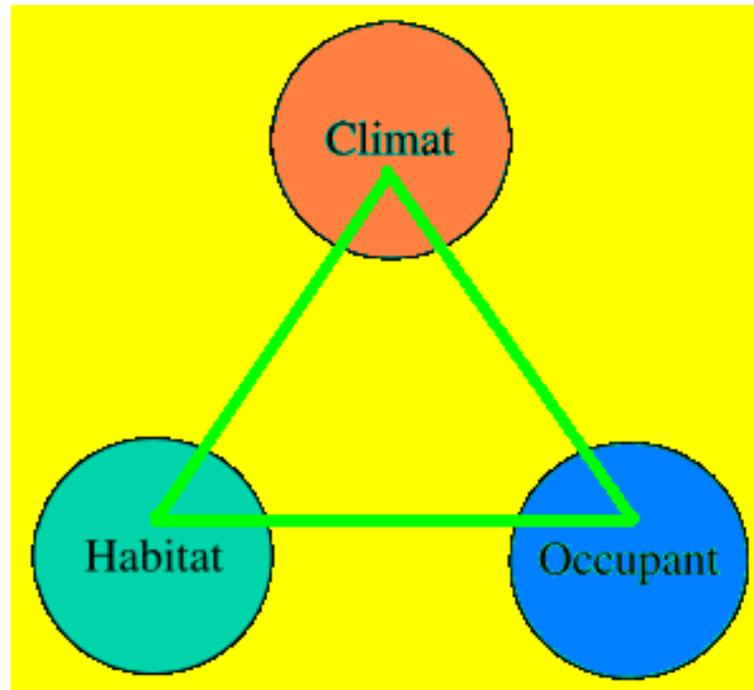
- Le résidentiel assume à lui seul la responsabilité de 64% des émissions de gaz à effets de serre du bâtiment ,
- Il convient donc de réagir et de bâtir une maison bioclimatique qui :
 - assure un confort optimal,
 - économise l'énergie consommée,
 - participe pleinement à la lutte contre le réchauffement planétaire tout en préservant les ressources naturelles.

Projet bioclimatique

- Un habitat bioclimatique est un bâtiment dans lequel le chauffage et la climatisation sont réalisés en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire et de la circulation naturelle de l'air.
- La conception bioclimatique de l'habitat est appelée parfois bioclimatisme.

Cela consiste donc à trouver une adéquation entre :

- l'habitat,
- le comportement des occupants
- le climat,



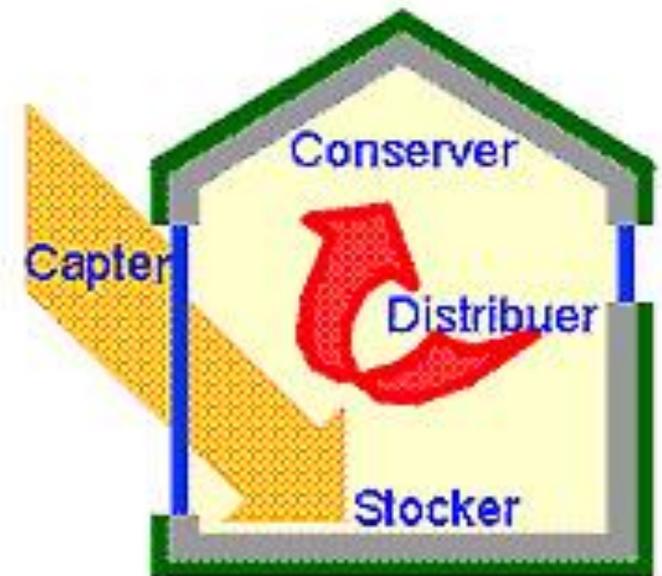
Le but est de réduire au maximum les besoins de chauffage et de climatisation

Démarche pour un projet bioclimatique

Une démarche bioclimatique se développe sur trois axes :

- Capturer la chaleur,
- Transformer et diffuser la chaleur
- Conserver la chaleur.

La Stratégie du Chaud



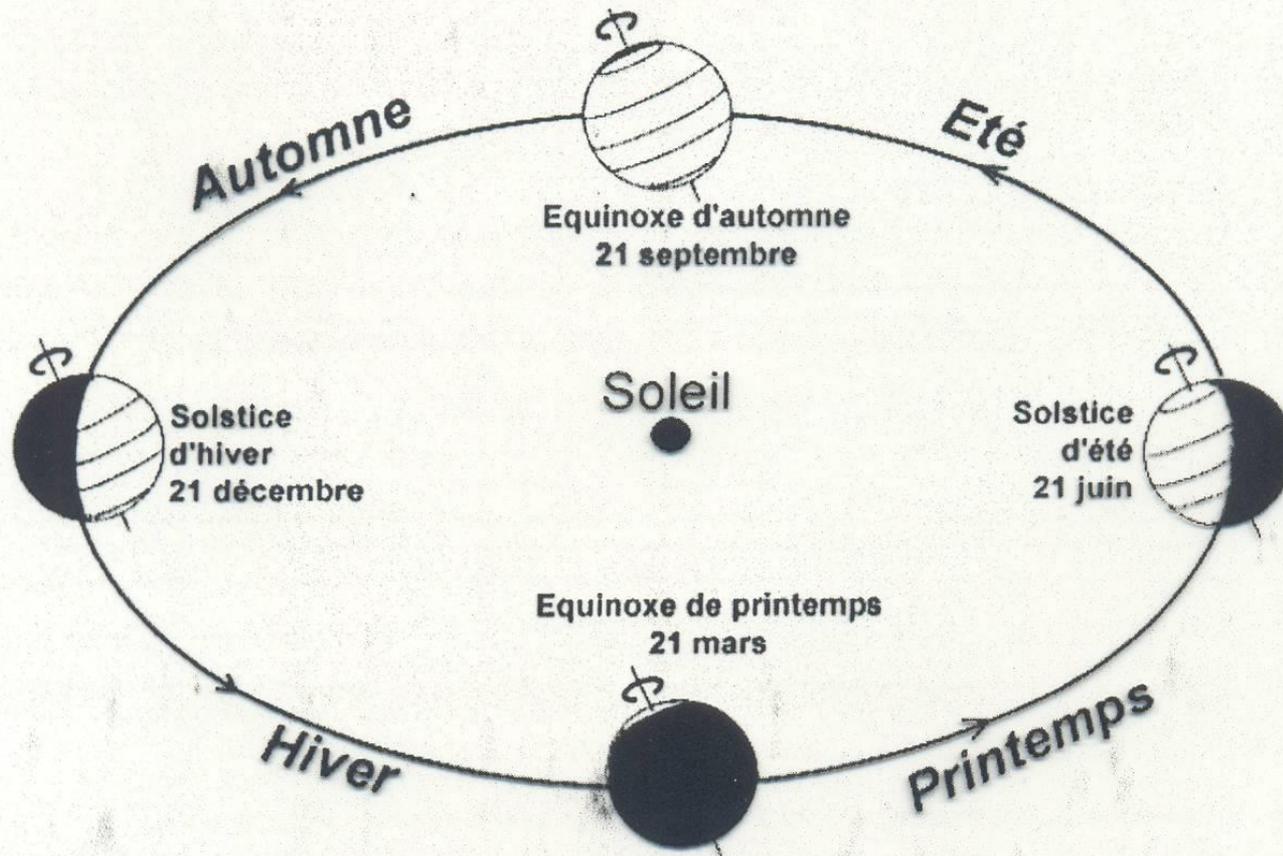
Source : Architecture et Climat

Trouver un équilibre entre ces trois exigences, sans en négliger aucune, c'est suivre une démarche bioclimatique cohérente.

a) Capter la chaleur

Captation passif (fonctionnement sans système mécanique) :

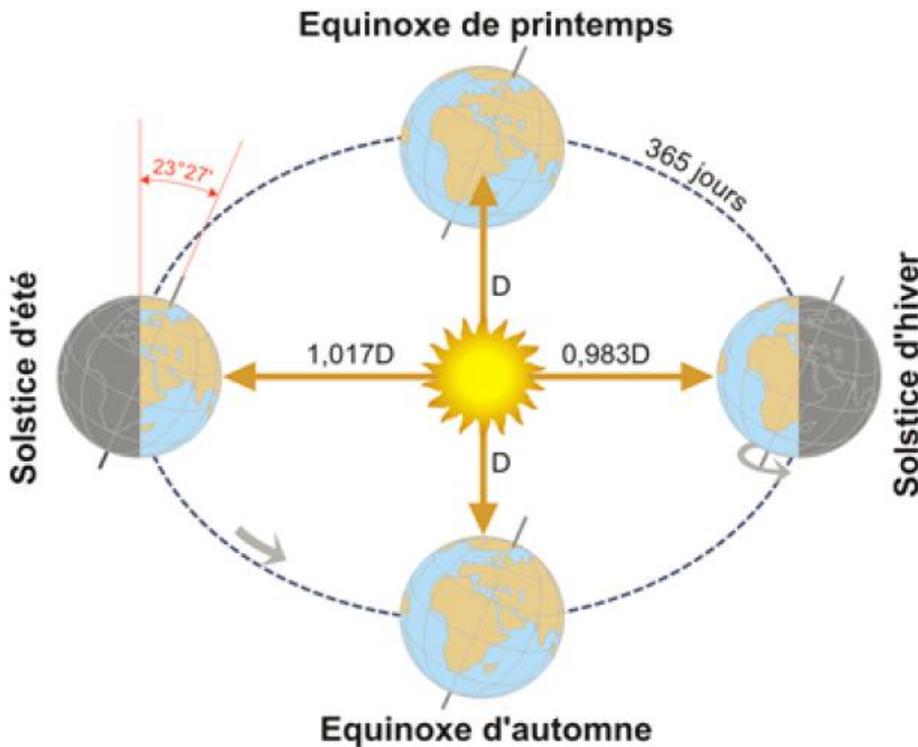
- La terre étant inclinée sur son axe et sa trajectoire autour du soleil ayant la forme d'une ellipse.
- La hauteur du soleil sur l'horizon et le trajet qu'il parcourt dans le ciel varient au cours des saisons.
- En hiver, le soleil se lève au sud-est et se couche au sud-ouest, en restant très bas sur l'horizon (environ 30°).
- Pour capter son énergie, il convient donc de placer les ouvertures vitrées principales au sud.



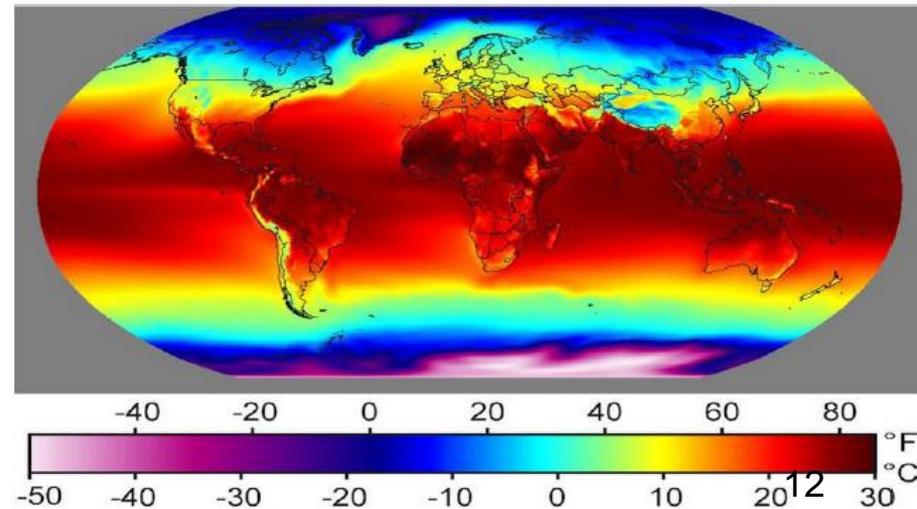
Position de la Terre au cours de sa révolution autour du soleil en une année

La densité du flux solaire dépend de la période de l'année

Le rayonnement solaire n'est pas uniforme au sol, il dépend de la période de l'année, de l'heure, de la localisation (longitude, latitude) et des conditions atmosphériques (Trouble de Link et météo).

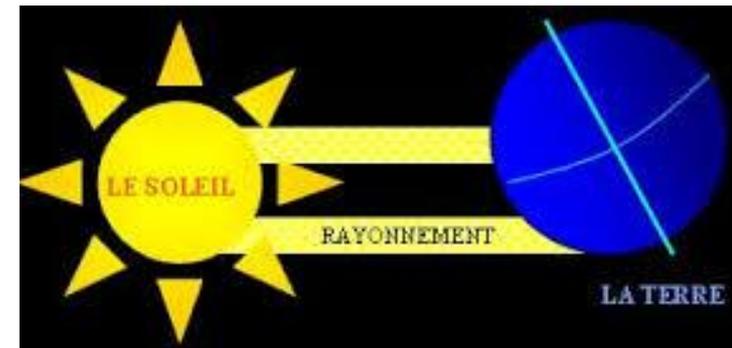
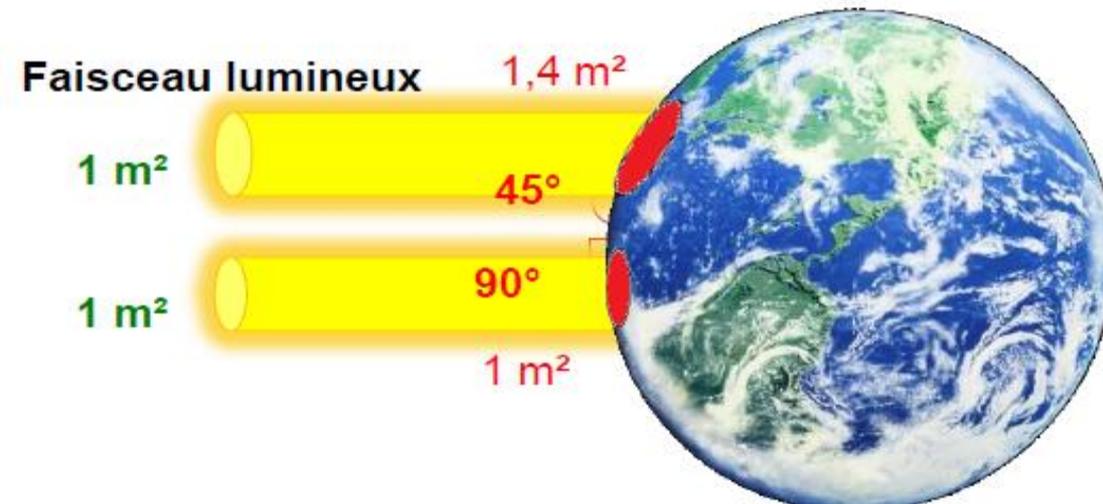


Carte de température moyenne annuelle



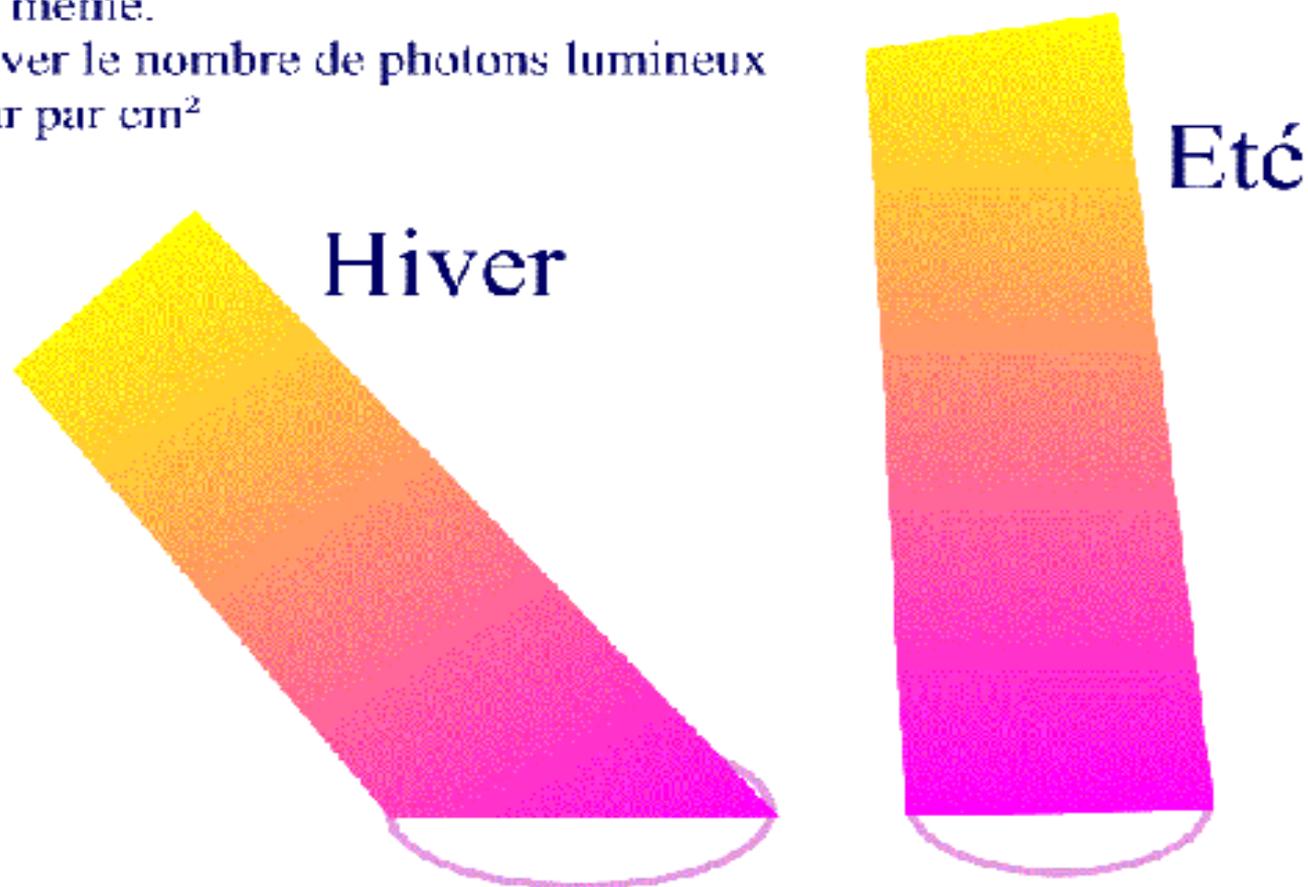
La densité du flux solaire dépend de la période de l'année

Plus on s'approche des pôles et plus le rayonnement est rasant, donc la surface à couvrir par la puissance est plus grande et le flux solaire par m^2 est plus réduit.



La densité du flux solaire dépend de la période de l'année, car suivant les saisons la quantité de rayonnement reçue change,

Pour un faisceau lumineux identique
la surface atteinte au sol
n'est pas la même.
Donc en hiver le nombre de photons lumineux
est inférieur par cm^2

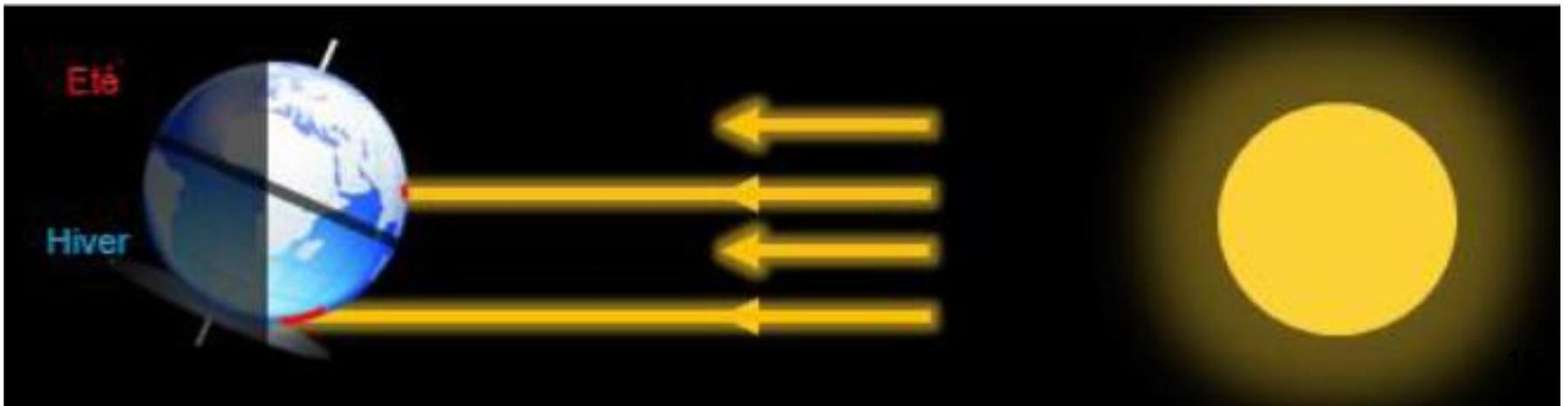


La densité du flux solaire dépend de la période de l'année

Pôle Nord incliné vers le soleil

La surface est plus petite dans l'hémisphère nord pour un rayonnement de même taille (il fait plus chaud au pôle nord)

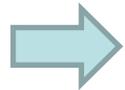
➡ Eté au pôle nord et l'hiver au pôle sud.



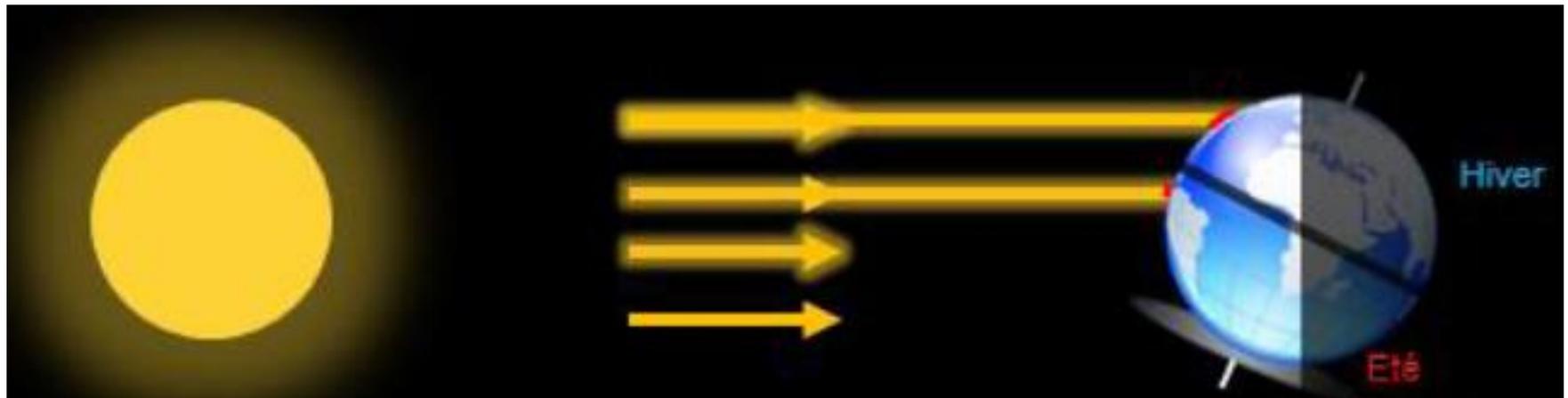
La densité du flux solaire dépend de la période de l'année

Pôle Sud incliné vers le soleil

La surface est plus grande dans l'hémisphère nord pour un rayonnement de même taille (il fait plus froid au pôle nord)

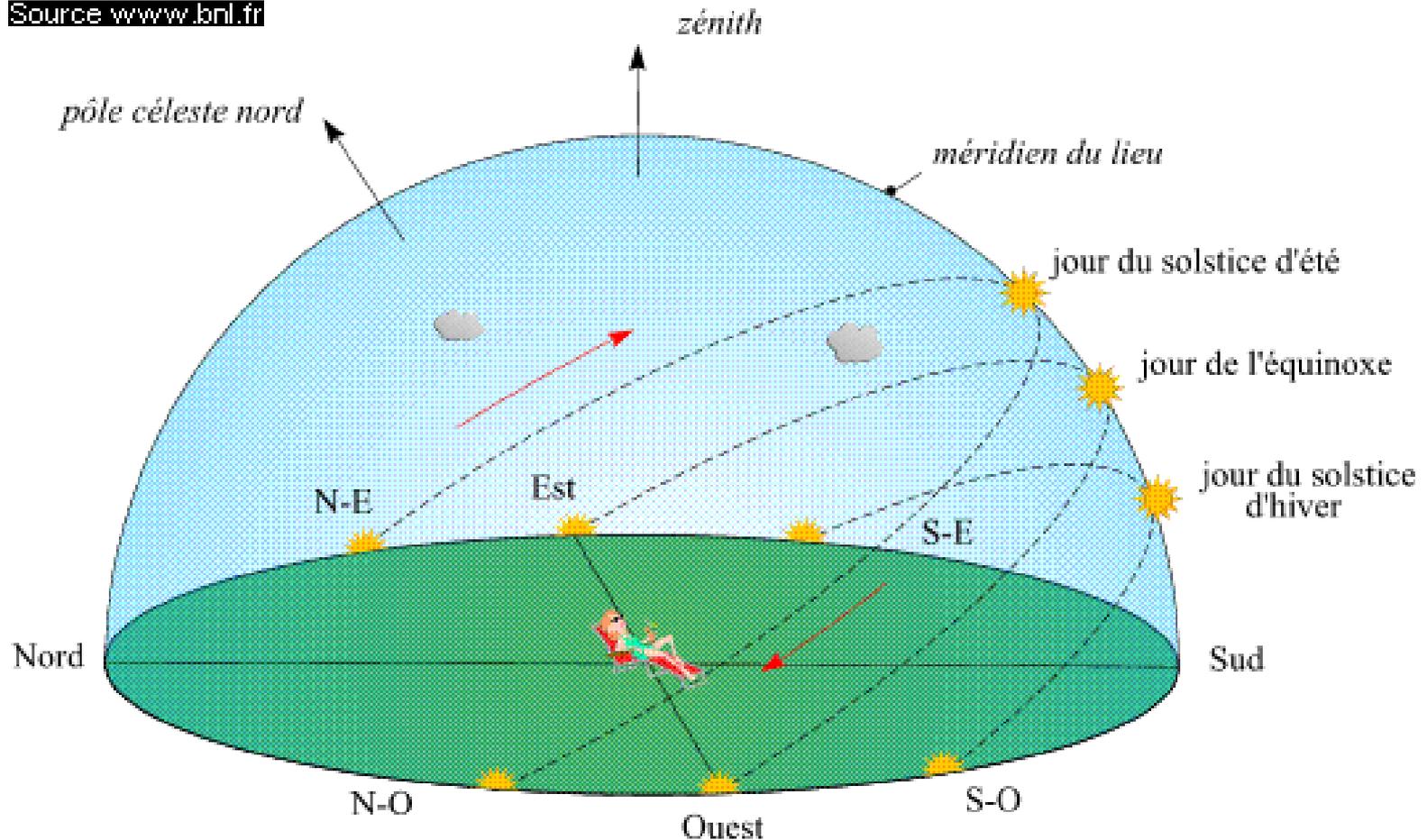


Hiver au pôle nord et l'été au pôle sud

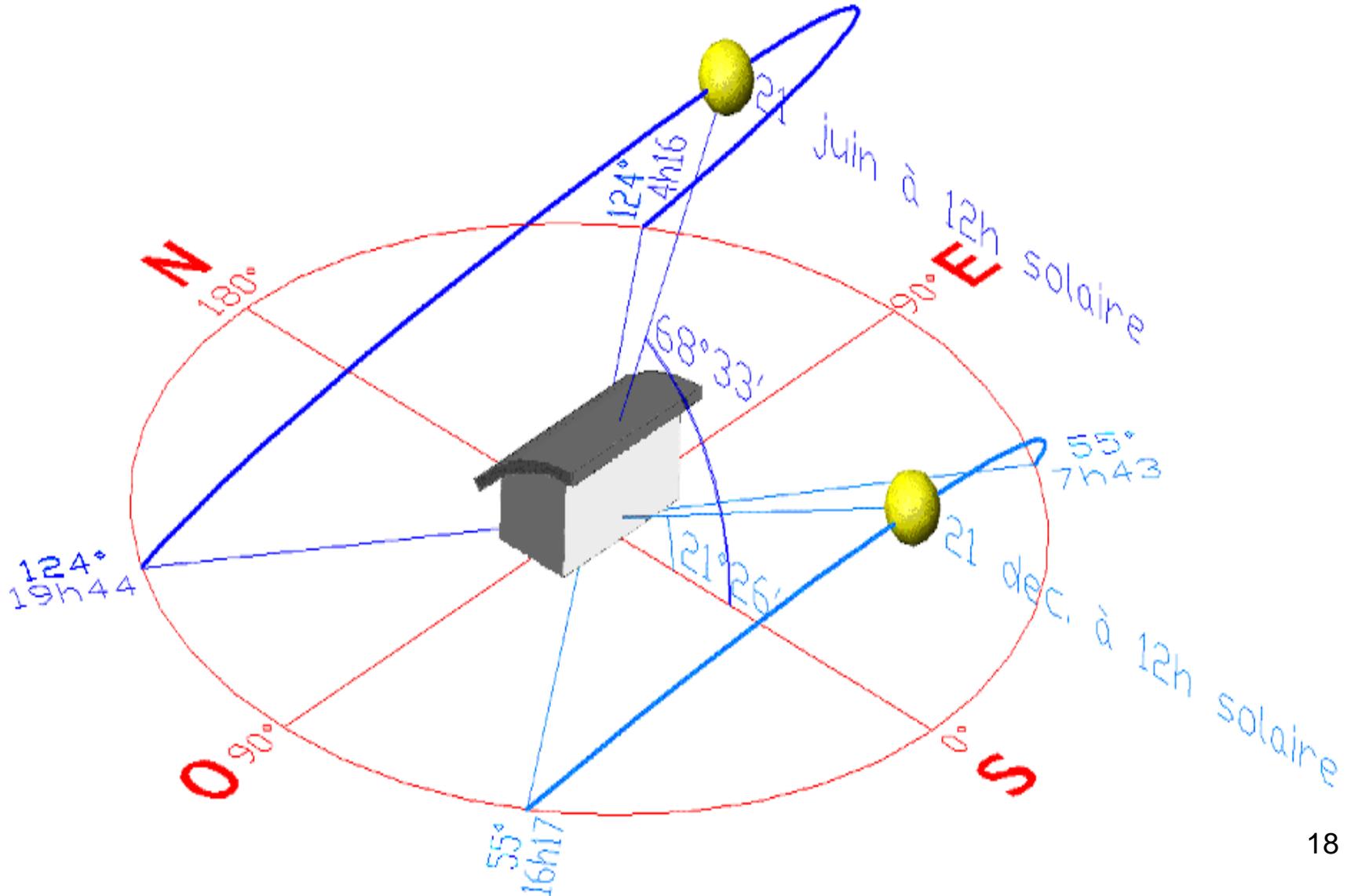


La hauteur du soleil sur l'horizon et le trajet qu'il parcourt dans le ciel varient au cours des saisons

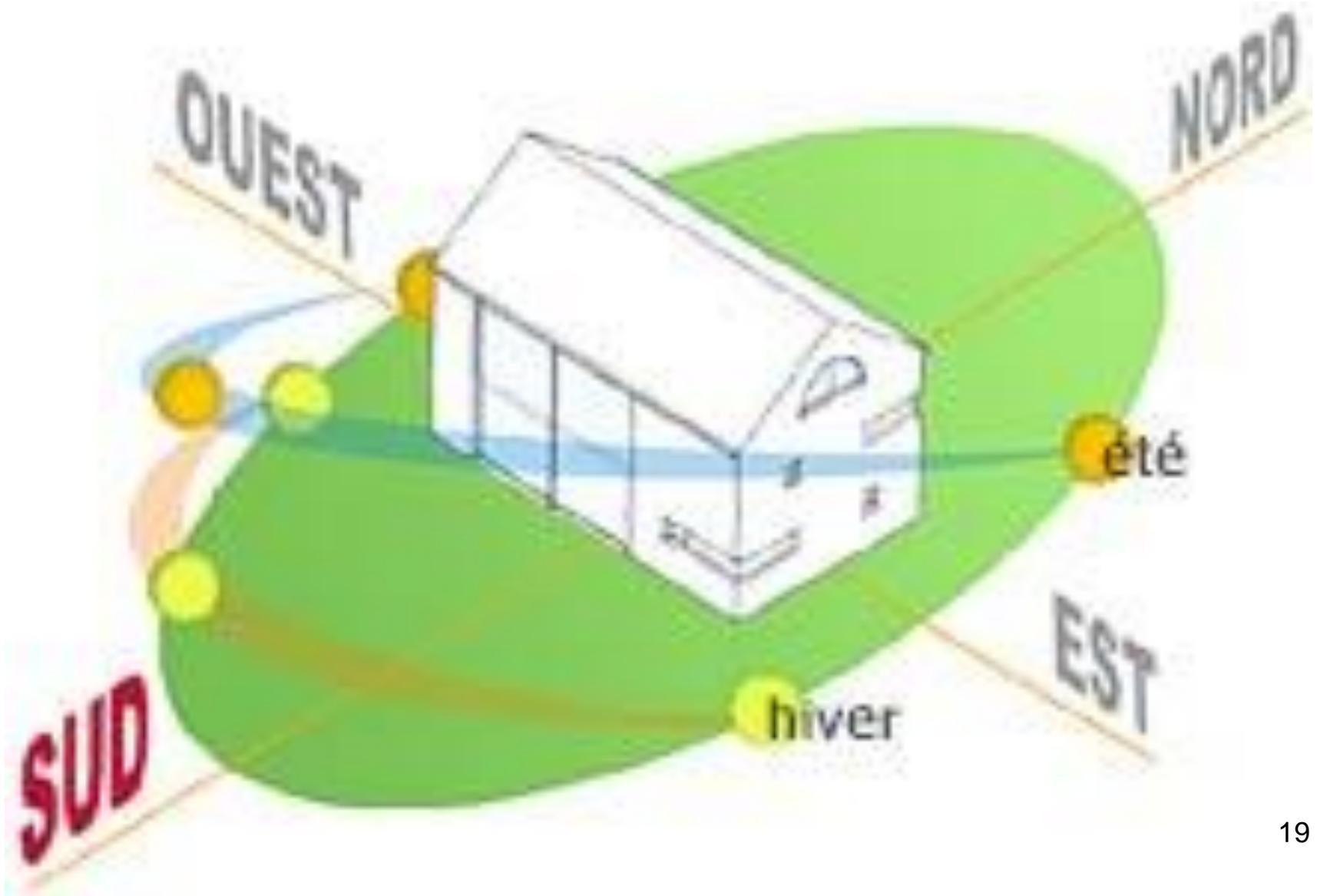
Source www.bnl.fr



La hauteur du soleil sur l'horizon et le trajet qu'il parcourt dans le ciel varient au cours des saisons



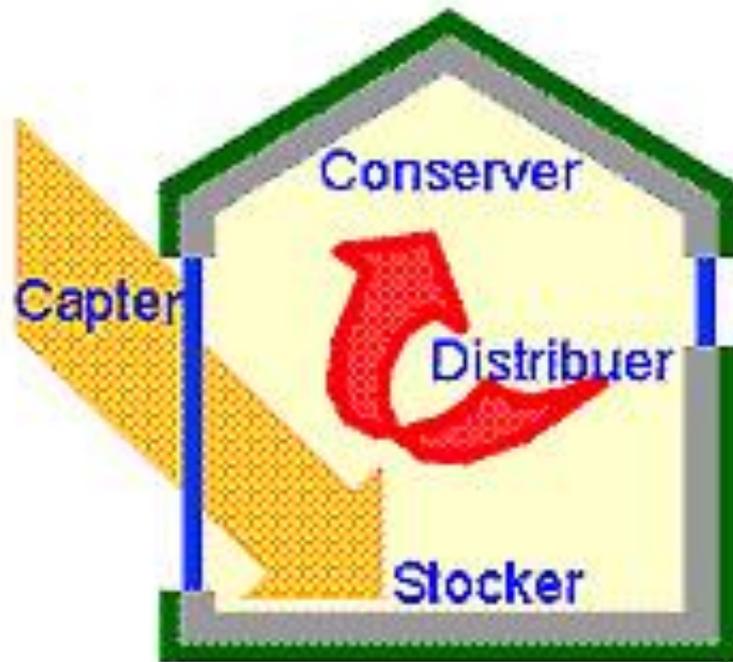
La hauteur du soleil sur l'horizon et le trajet qu'il parcourt dans le ciel varient au cours des saisons



Stratégie du chaud et stratégie du froid

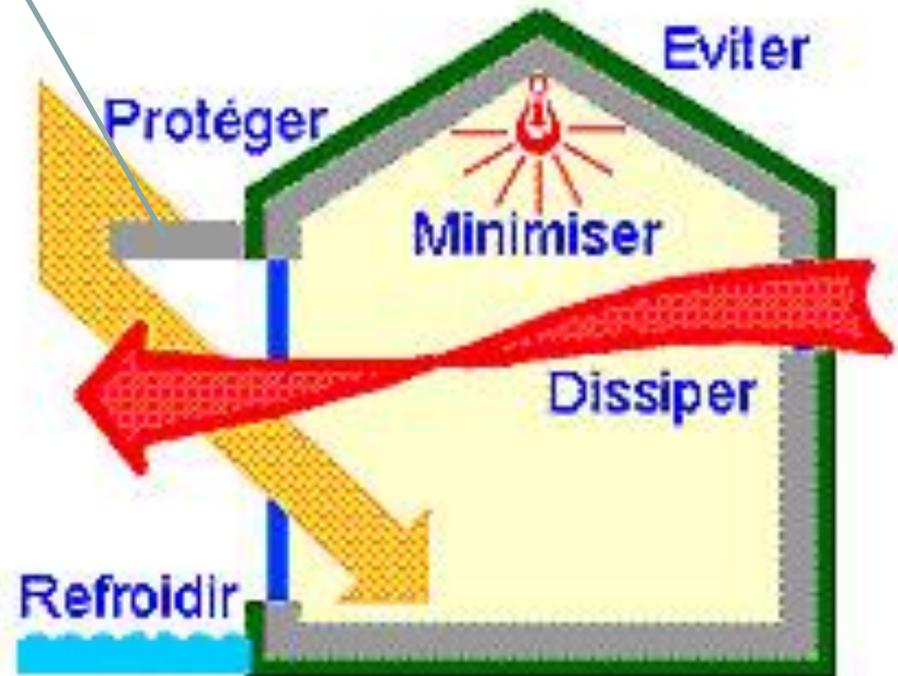
Avant toit : casquette

La Stratégie du Chaud



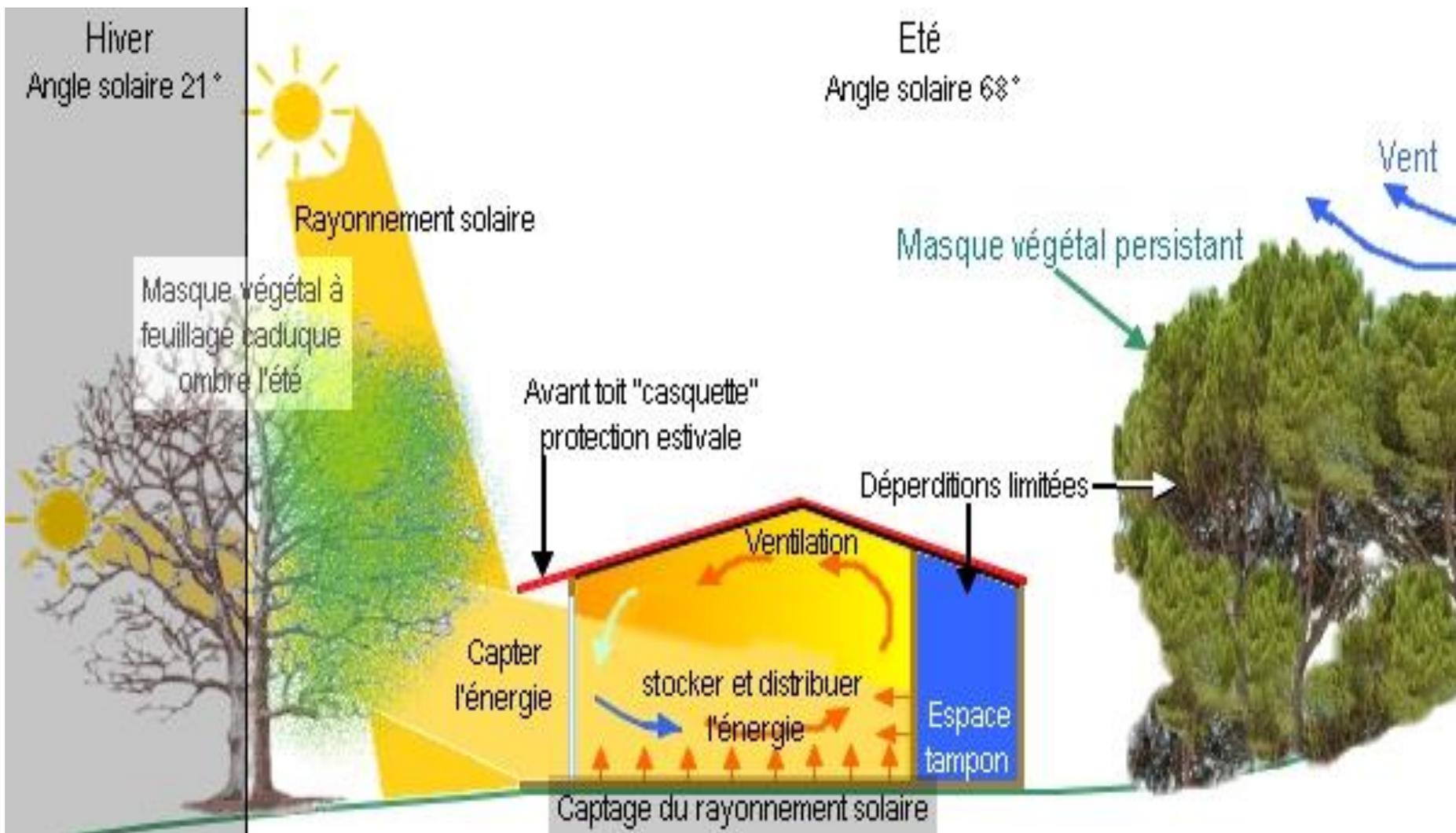
Source : Architecture et Climat

La Stratégie du Froid



Source : Architecture et Climat

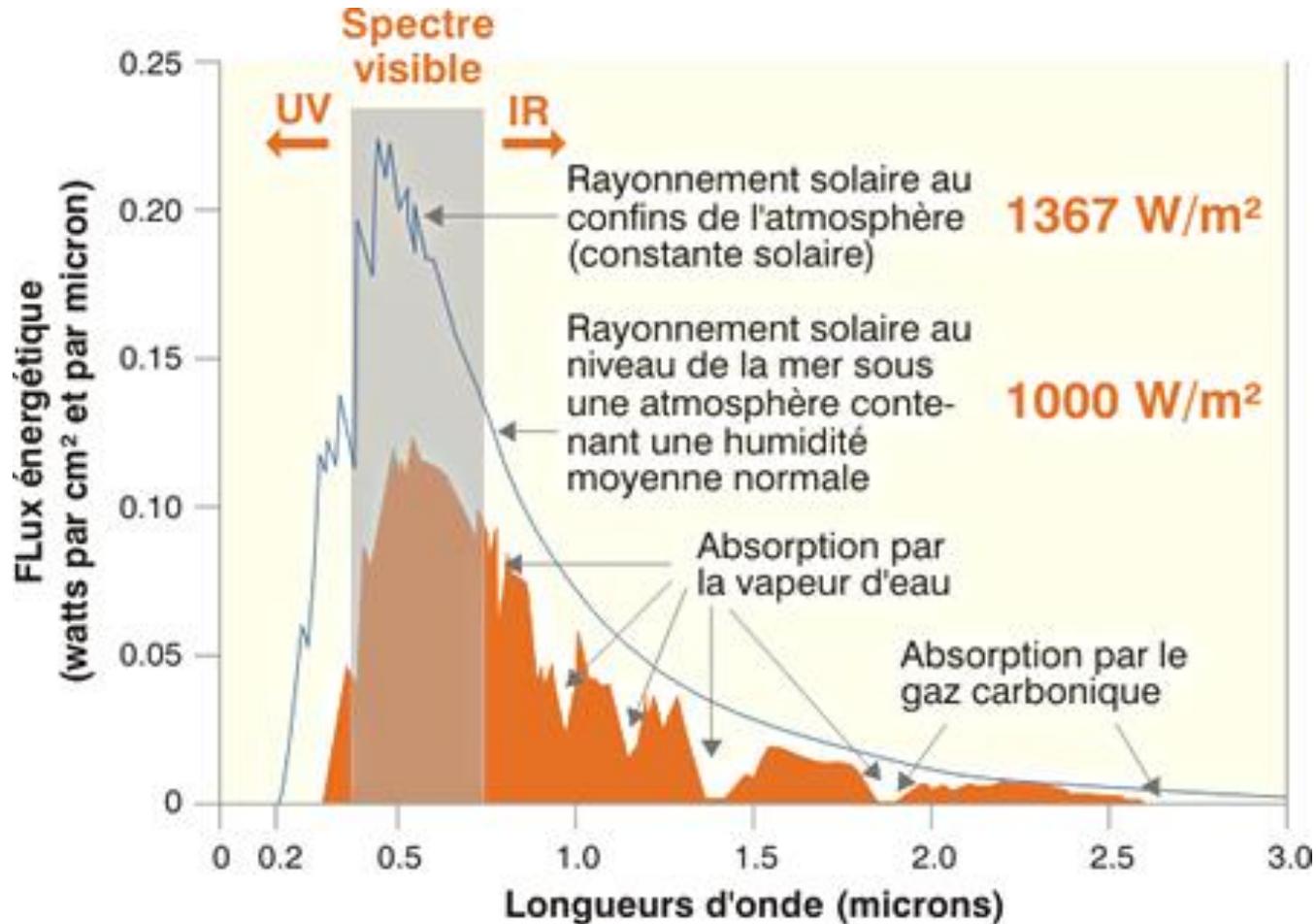
Stratégie du chaud et stratégie du froid



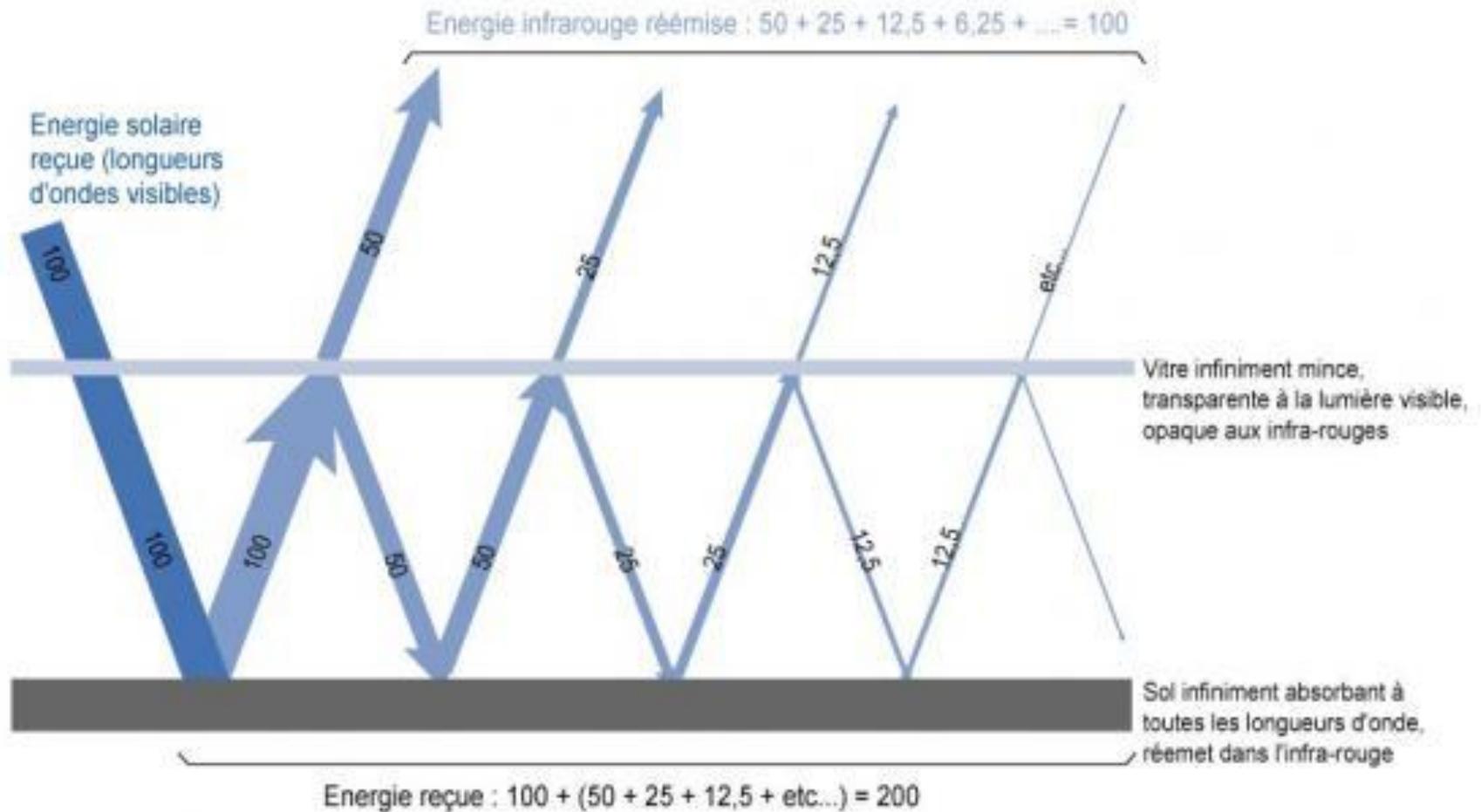
Rôle de l'effet de serre

- Le verre laisse passer la lumière mais absorbe les infrarouges et va, en conséquence, piéger la chaleur du soleil à l'intérieur de la maison (effet de serre).
- La lumière du soleil sera convertie en chaleur par les surfaces opaques de la maison (les murs et le sol).
- Lorsque cette énergie sous forme d'infrarouges va tenter de ressortir, la vitre va l'absorber et la réémettre en partie vers l'intérieur de la maison.
- C'est ce qu'on appelle le "solaire passif" : car la source d'énergie est le soleil et le système fonctionne seul sans système mécanique.

Spectre solaire



Effet de serre



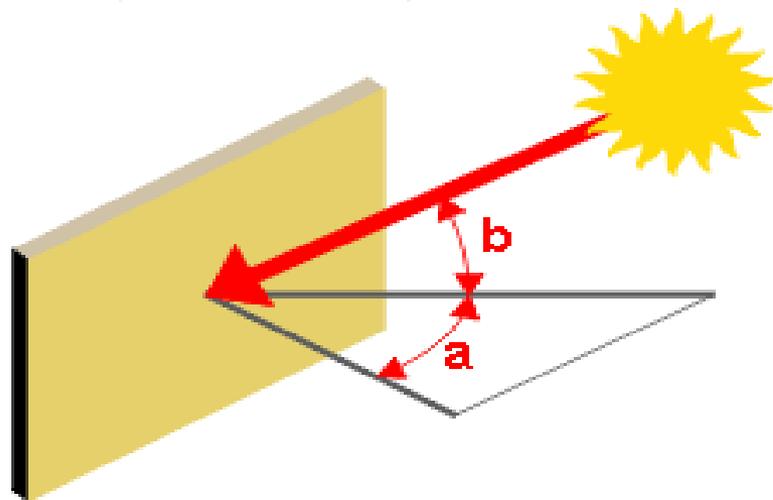
Modèle simple de "l'effet de serre" atmosphérique

Protection contre la chaleur

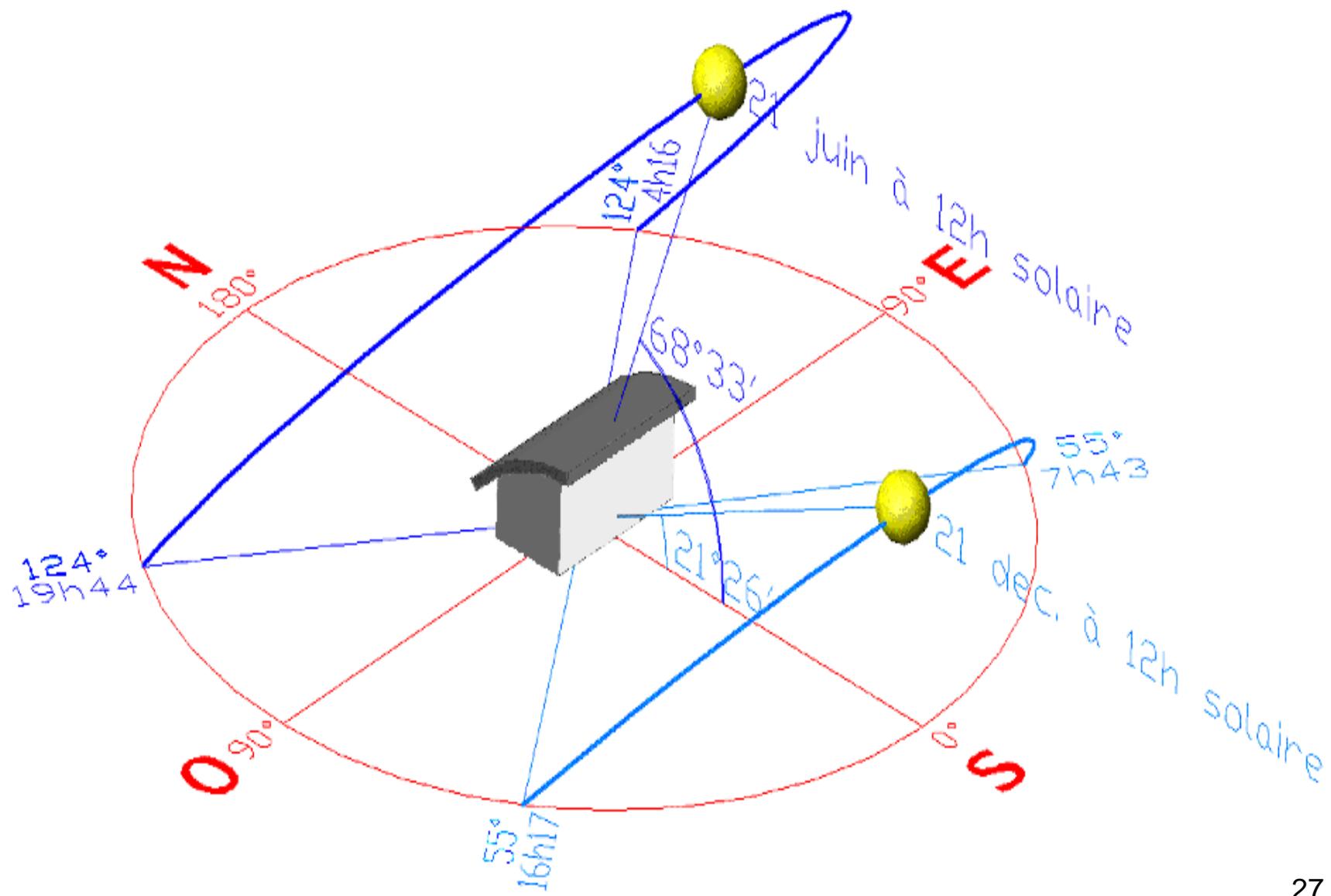
- En été, le soleil se lève au nord-est et se couche au nord-ouest et est haut sur l'horizon à midi.
- L'angle d'incidence des rayons sur les surfaces vitrées orientées vers le sud est donc élevé et une partie du rayonnement est réfléchi vers l'extérieur.
- Toutefois, si les surfaces vitrées sont importantes, la quantité d'énergie qui traverse peut suffire à faire surchauffer la maison.

Pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi en fonction de l'angle d'incidence

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



a : angle d'incidence
b : hauteur angulaire



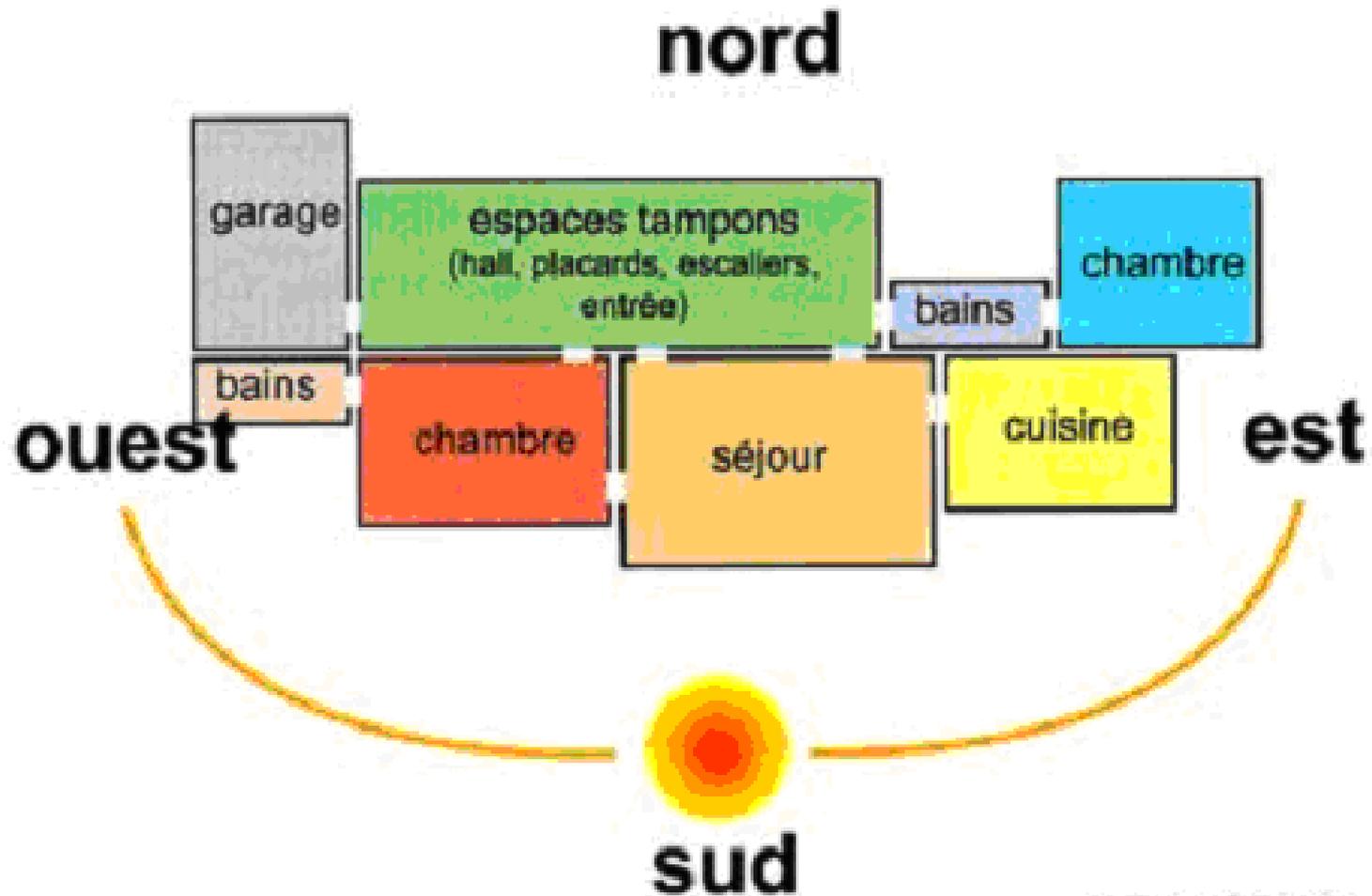
Protection contre la chaleur

- En été, il convient de protéger les surfaces vitrées par :
 - des volets,
 - des avancées de toiture calculées en conséquence,
 - ou des brise-soleil extérieurs, dimensionnés de manière à bloquer le rayonnement solaire direct en été mais pas en hiver.
- Sur les ouvertures des façades est et ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée, car les rayons solaires ont une incidence moins élevée; seules les protections solaires verticales (volets) sont efficaces dans ce cas.

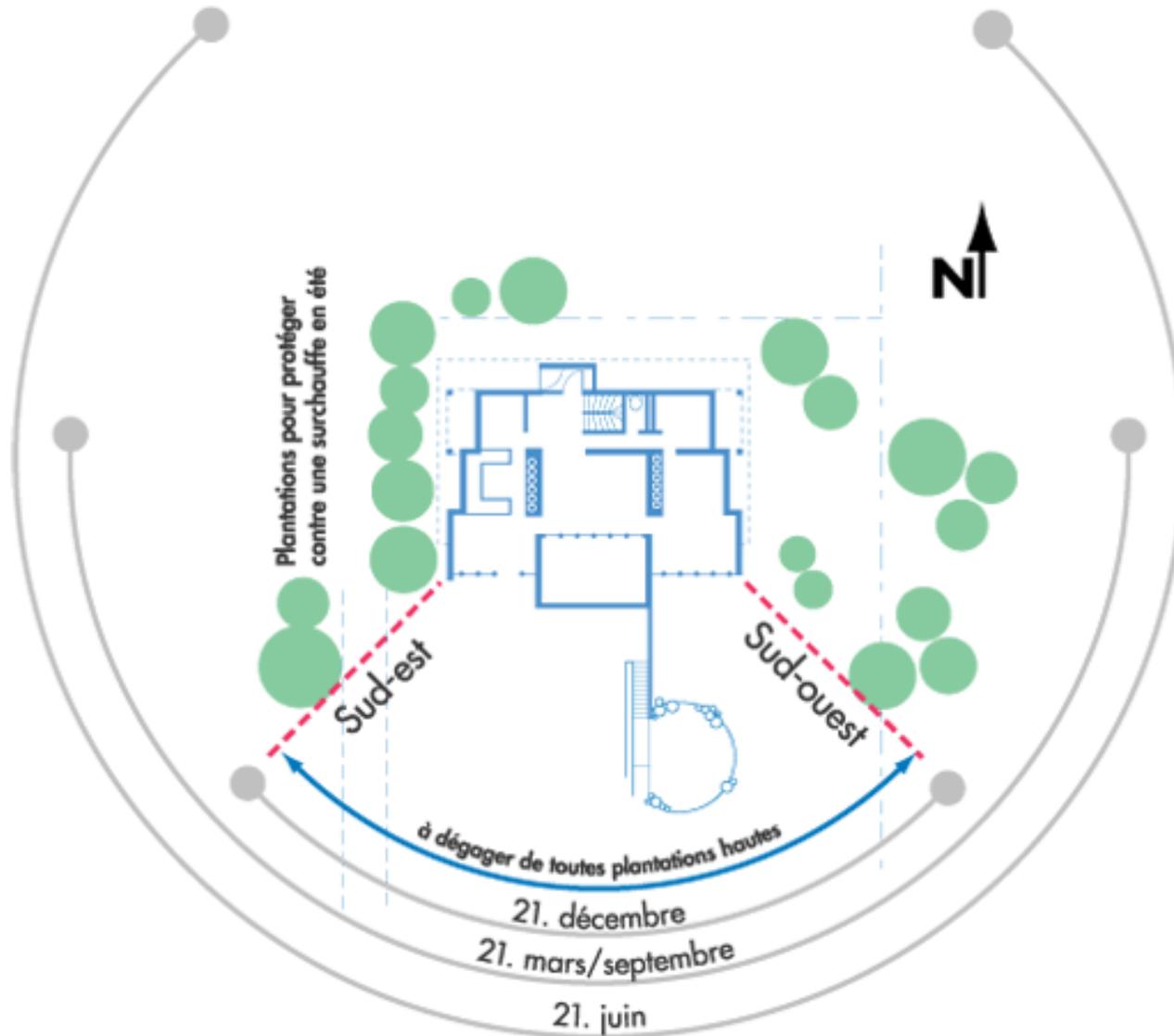
En résumé :

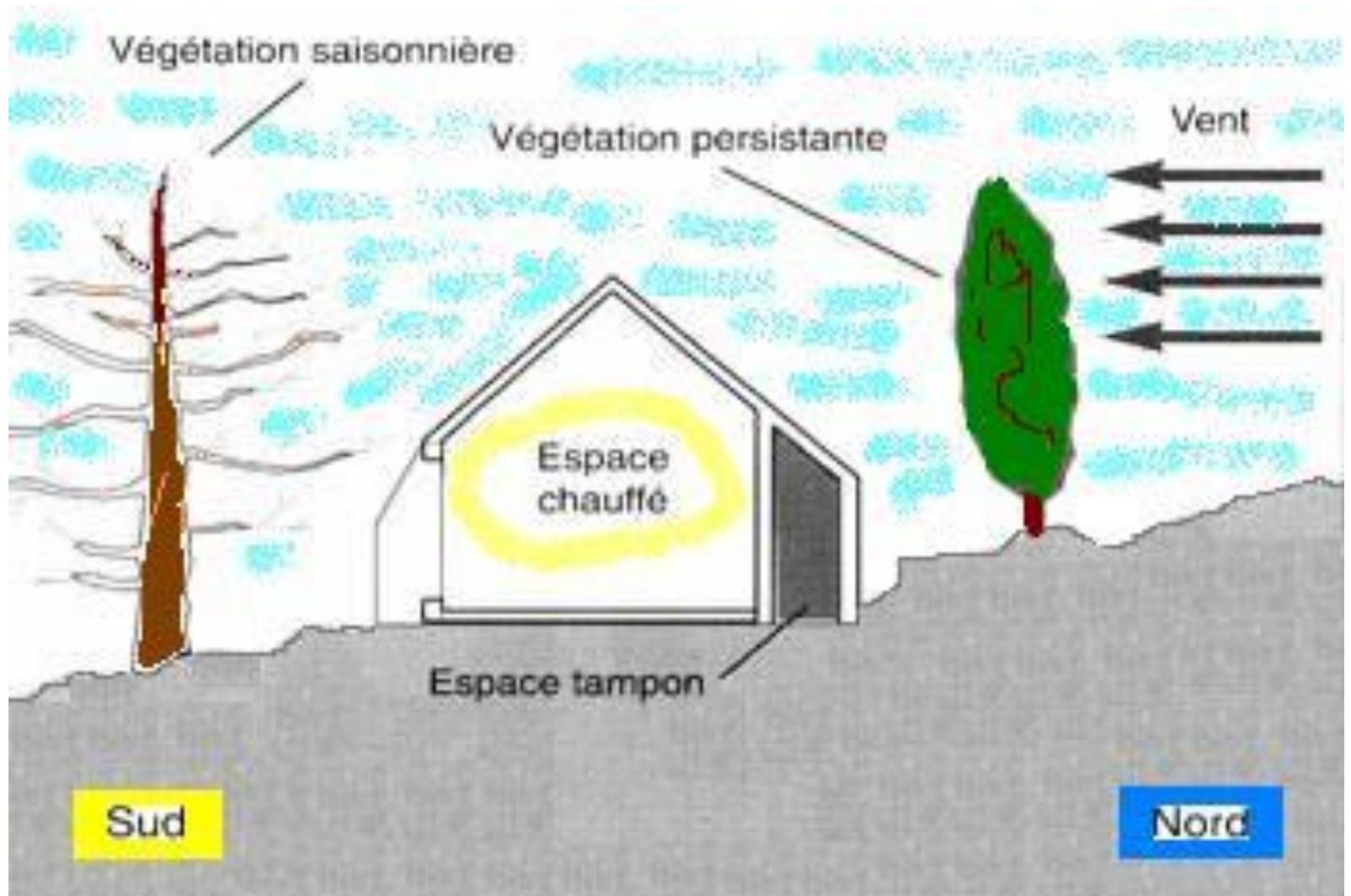
- Une maison bioclimatique se caractérise par :
 - des ouvertures de grande dimension au sud
 - très peu d'ouvertures au nord
 - peu d'ouvertures à l'est (soleil du matin)
 - peu d'ouvertures à l'ouest (soleil du soir)
- Dans une démarche bioclimatique, ces généralités doivent naturellement être adaptées en fonction du milieu (climat, environnement, ...) et des rythmes de vie des habitants de la maison.

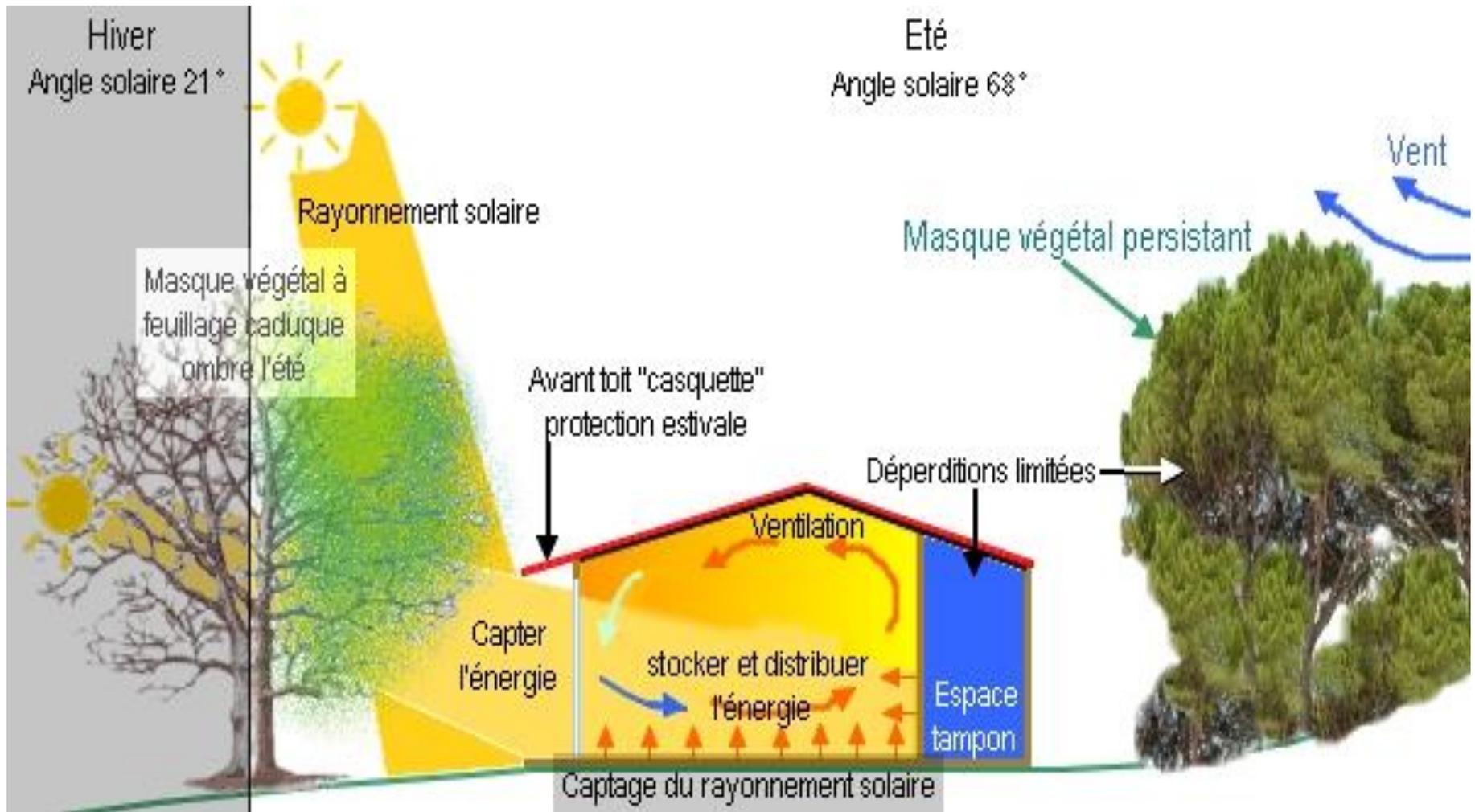
Les pièces annexes placées au nord (façade fermée)
Les pièces de vie côté sud (façade ouverte).



Les pièces annexes placées au nord (façade fermée)
Les pièces de vie côté sud (façade ouverte).



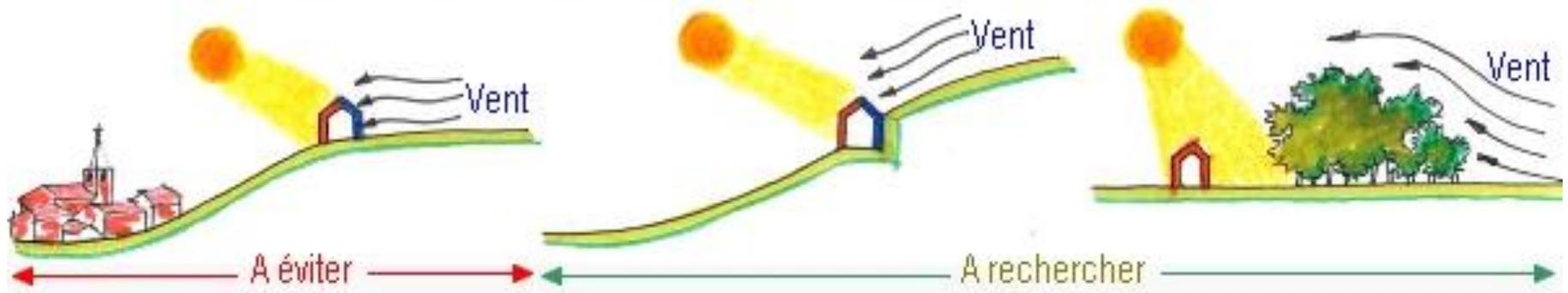




Eviter les masques et ombres portées



Le choix du site d'implantation



b) Transformer / Diffuser la chaleur

- Pour convertir la lumière en chaleur, on utilise des matériaux opaques, comme une dalle ou des murs peints d'une couleur sombre.
- Ces éléments doivent être de teinte plutôt foncée sinon ils réfléchiraient la lumière sans la convertir en chaleur. Ils ne doivent pas être trop sombres au risque que leur surface s'échauffe énormément et atteigne des températures qui peuvent devenir dangereuses pour les occupants.
- Une teinte brune ou terre cuite est un bon compromis entre les performances thermiques et le rendu esthétique (le noir étant souvent très laid : manque de beauté).

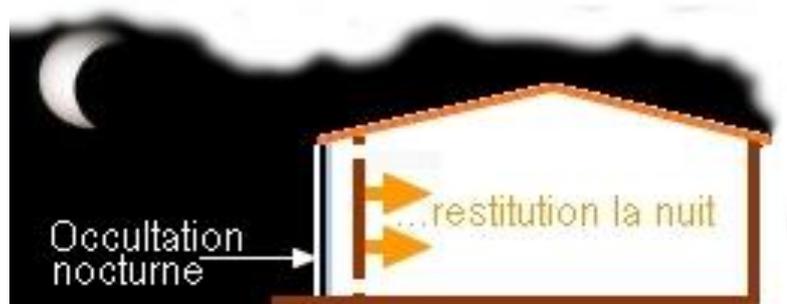
Absorption d'énergie par inertie

- Le matériau doit également être très dense et très lourd.
- Plus sa masse est importante, plus il pourra absorber par inertie une quantité d'énergie importante,
- L'objectif étant de capter pendant la journée suffisamment d'énergie pour la rediffuser pendant toute la nuit.
- Le mur ainsi créé est souvent appelé mur capteur (voir aussi le mur Trombe).
- C'est un véritable radiateur de la maison; il fonctionne à basse température, un peu comme un plancher chauffant, et rayonne sa chaleur sur toute sa surface.

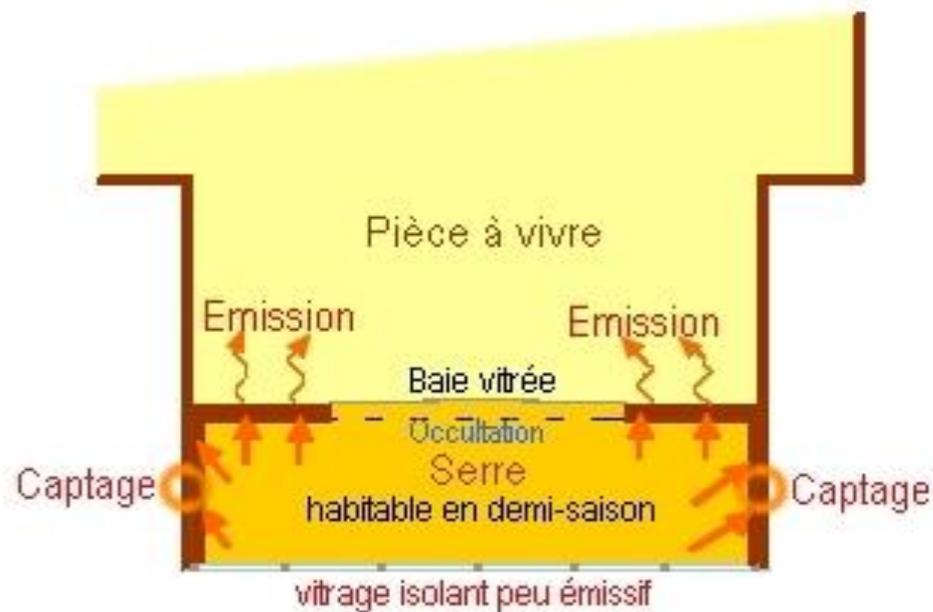
Briques de terre crue



Principe du mur capteur et principe de la serre

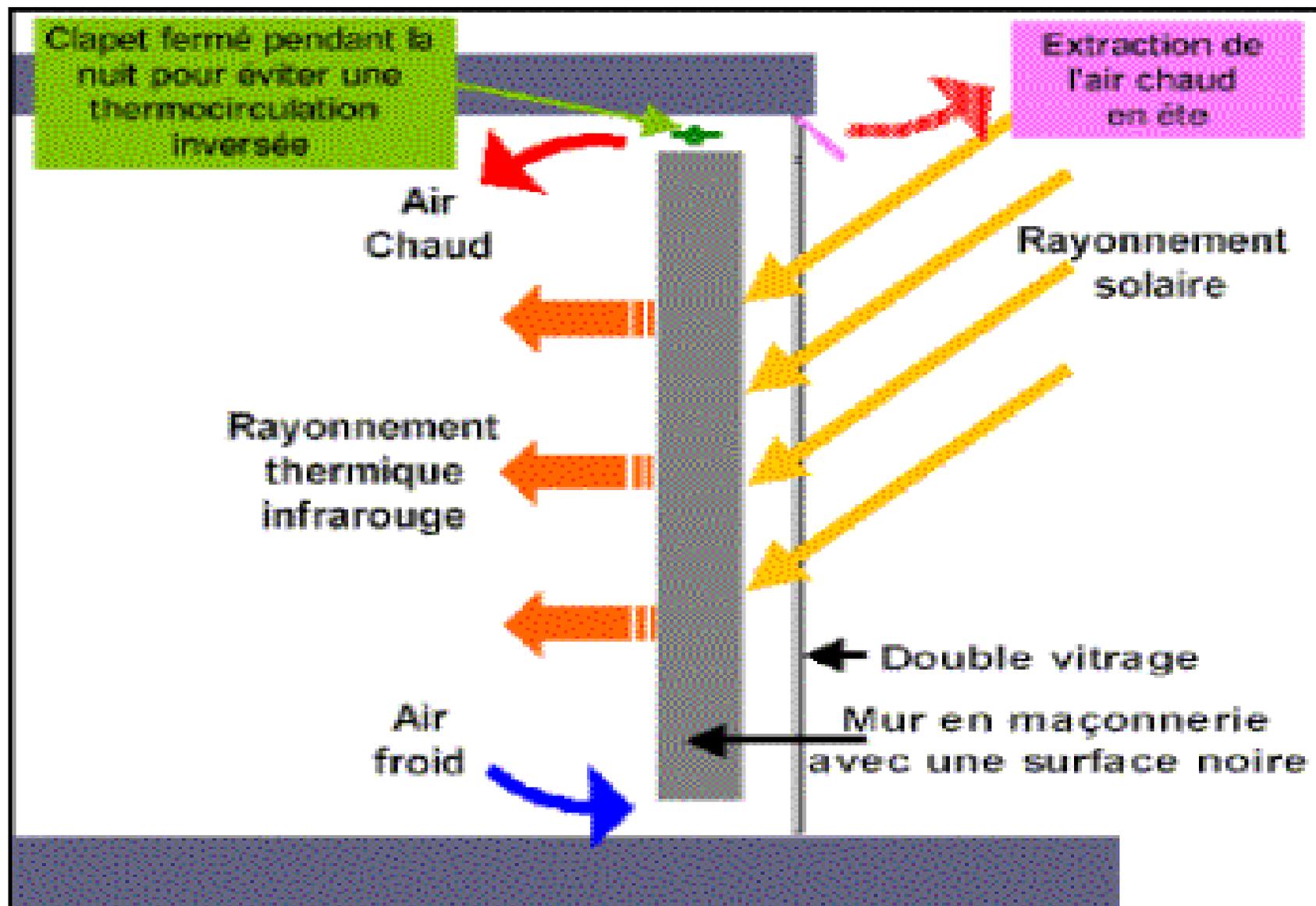


Principe du mur capteur
ou mur "trombe"



Principe de la serre

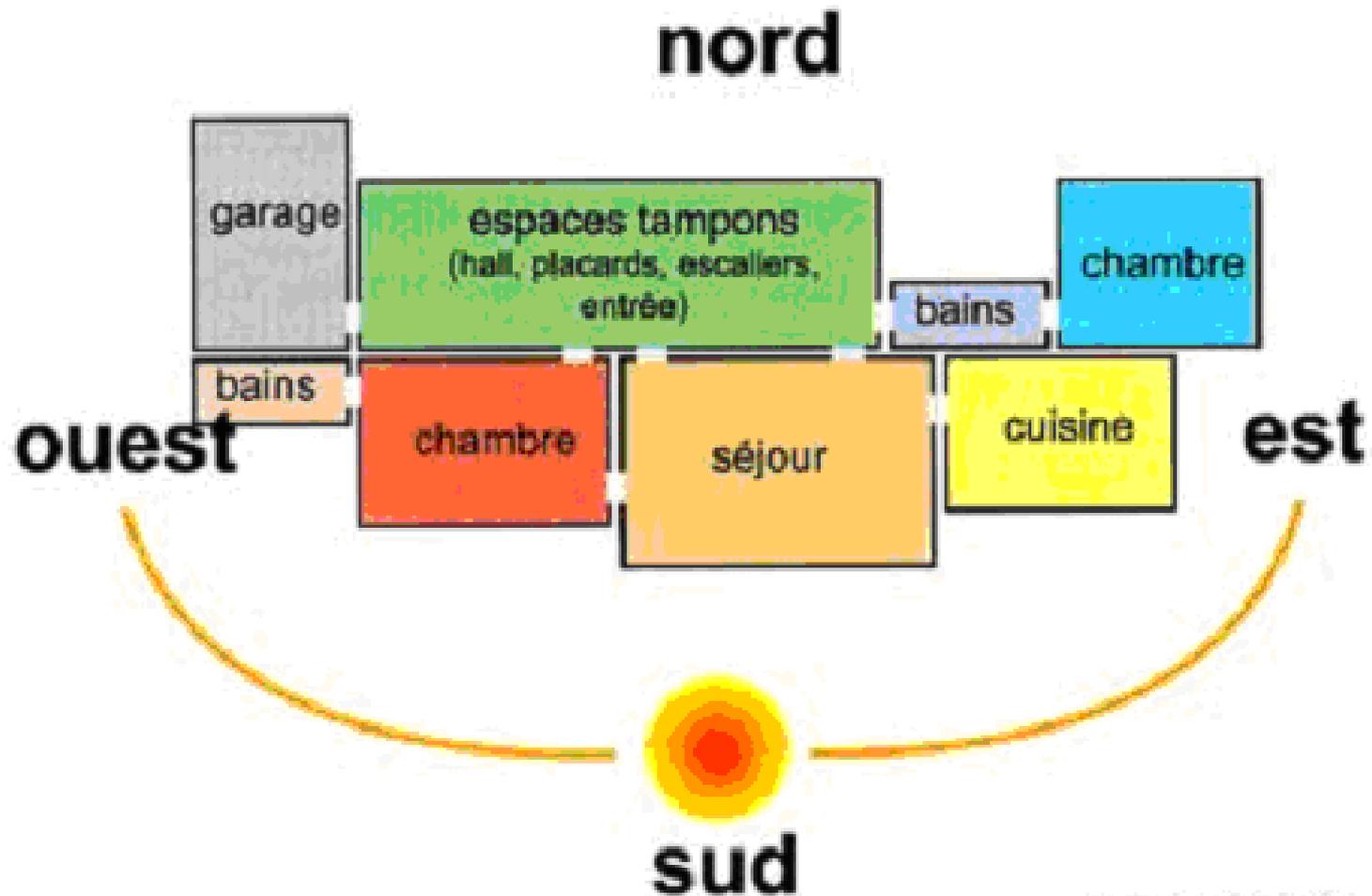
Principe du mur capteur : Mur Trombe



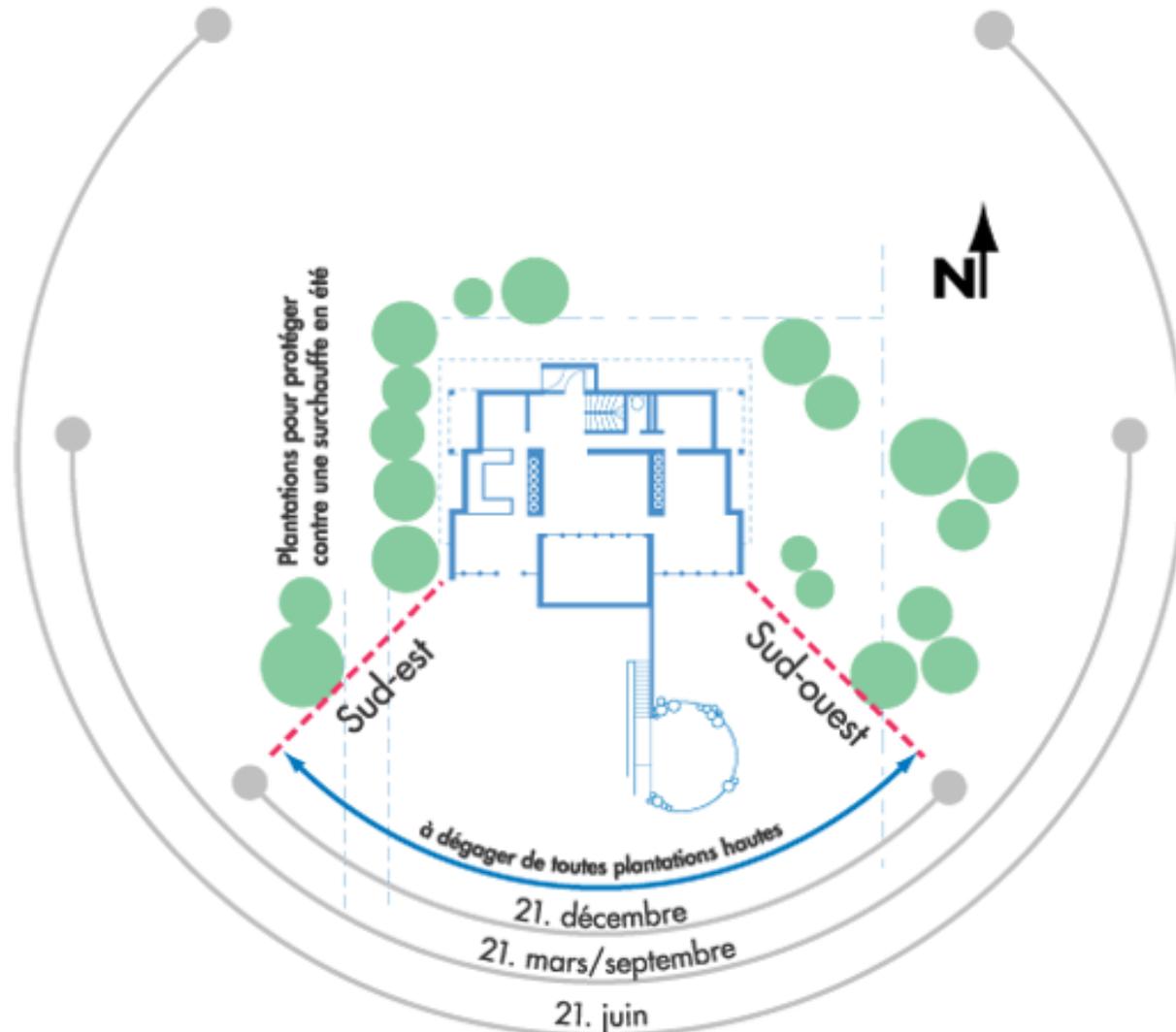
c) Conserver la chaleur

- Une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la maison le plus longtemps possible. C'est la raison pour laquelle il faut isoler les parois.
- Pour être efficace, cette isolation sera de préférence "répartie" (le mur est isolant dans toute son épaisseur) et/ou "extérieure" (l'isolant recouvre toute la maison par l'extérieur).
- Par ailleurs, les pièces annexes seront idéalement placées au nord (façade fermée) et les pièces de vie côté sud (façade ouverte).
- Enfin, la végétation plantée autour de la maison a aussi un rôle à jouer : haie brise-vent, conifères au nord, feuillus au sud, ...

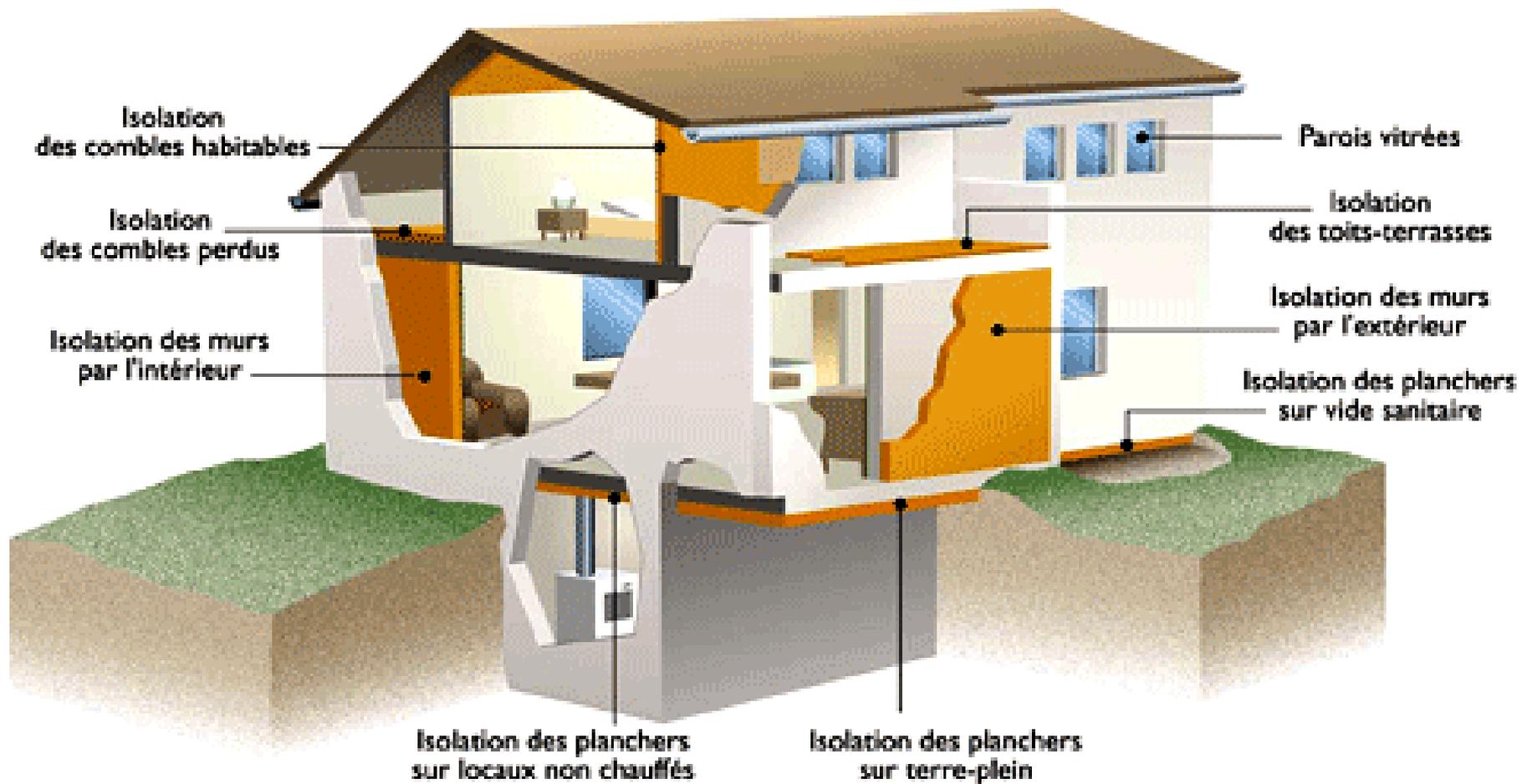
Les pièces annexes placées au nord (façade fermée)
Les pièces de vie côté sud (façade ouverte).



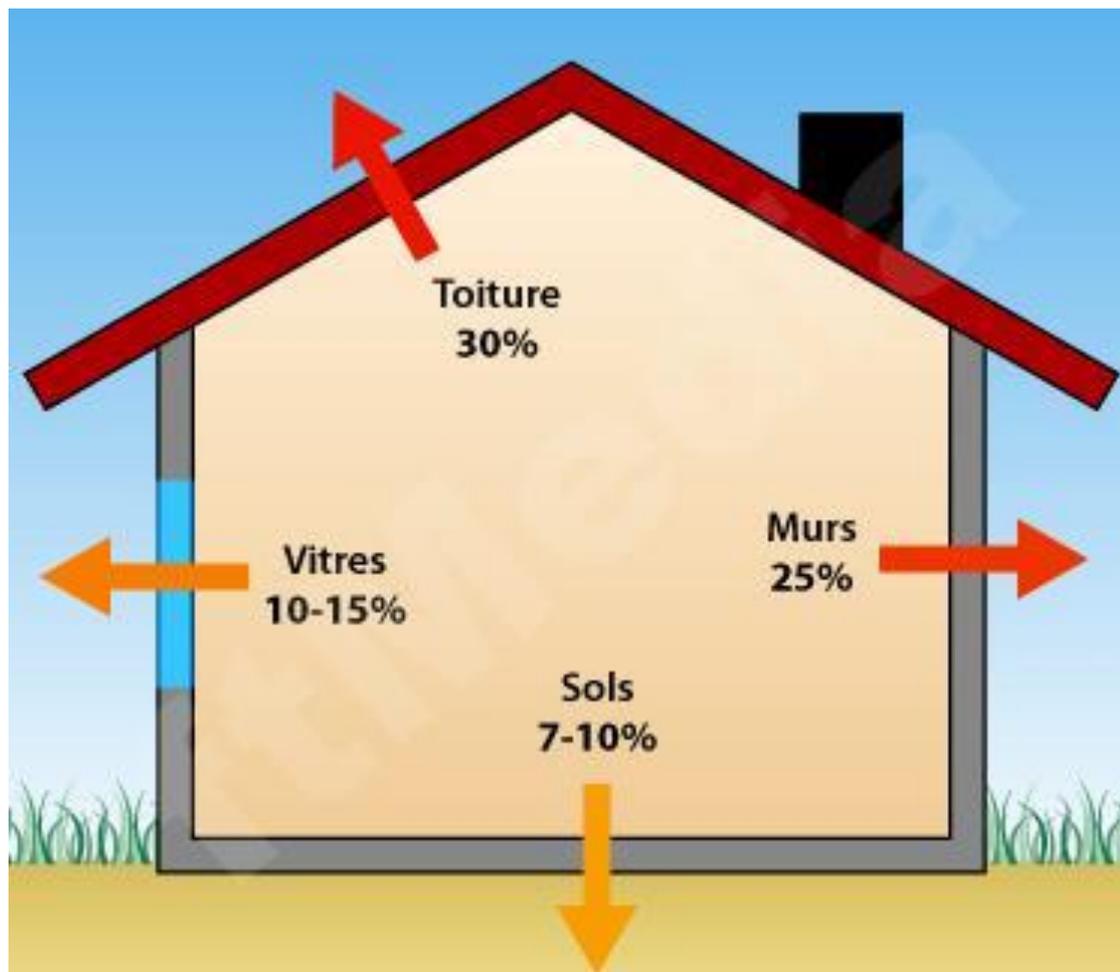
Les pièces annexes placées au nord (façade fermée)
Les pièces de vie côté sud (façade ouverte).



Isolation thermique

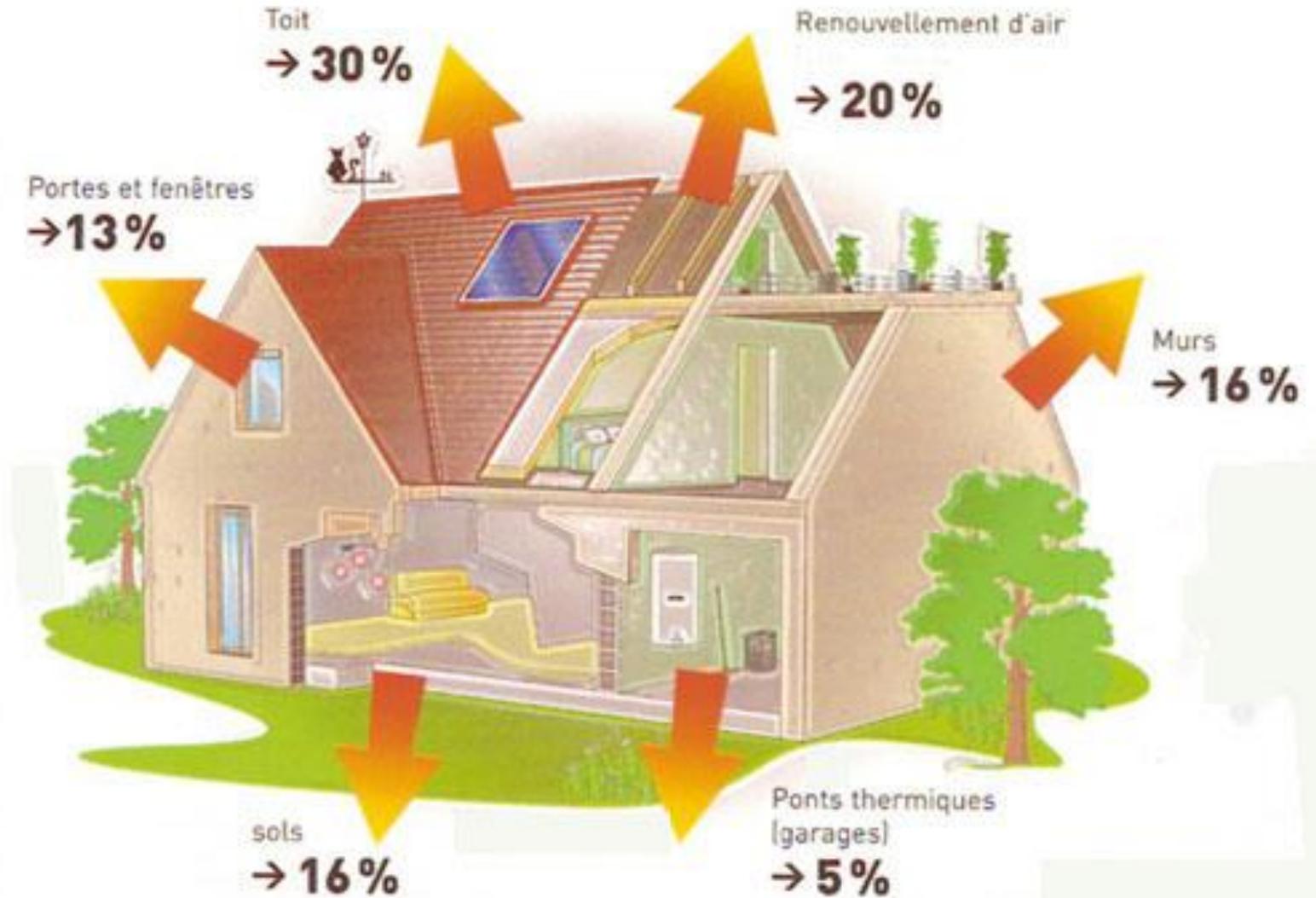


Le schéma ci-dessous montre par où s'échappe la chaleur dans une maison



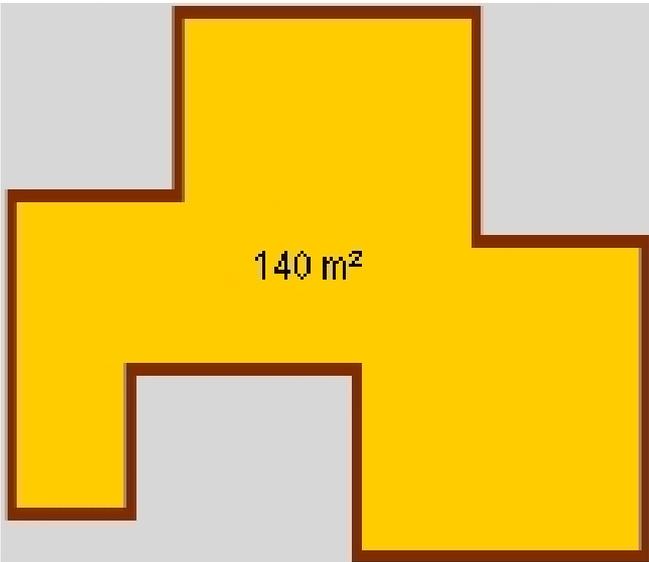
Les chiffres peuvent bien sûr varier selon la qualité des fenêtres, murs, sols⁴⁴ etc.

Un autre schéma qui montre par où s'échappe la chaleur dans une maison



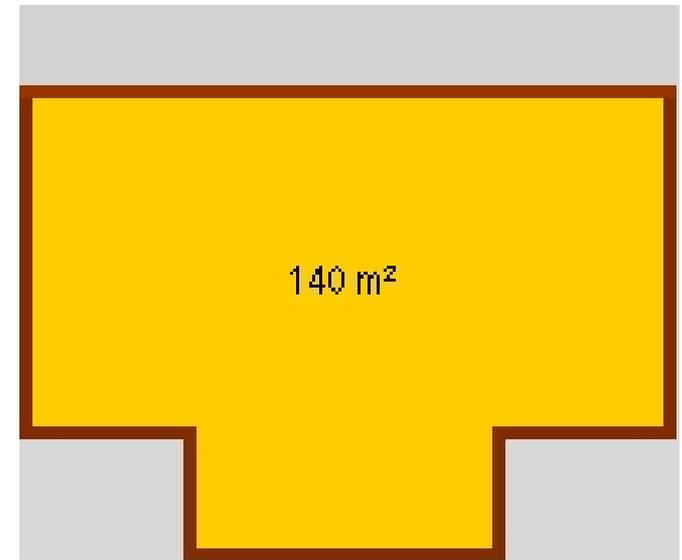
Déperditions thermiques en fonction du choix du périmètre

périmètre extérieur 105 m²



Déperditions élevées

périmètre extérieur 75 m²



Déperditions limitées

Les isolants thermiques

- Le problème est qu'une maison chauffée perd sans arrêt une partie de sa chaleur car le sens de transmission de la chaleur est toujours le même : du chaud vers le froid.
- Les spécialistes ont calculé, que pour augmenter la température d'une pièce de 1°C , il faut consommer environ 7% de plus combustible.
- Pour passer, par exemple, de $16,5^{\circ}\text{C}$ à $19,25^{\circ}\text{C}$, on va augmenter les dépenses de chauffage d'environ 20%.

Utilisation d'un isolant

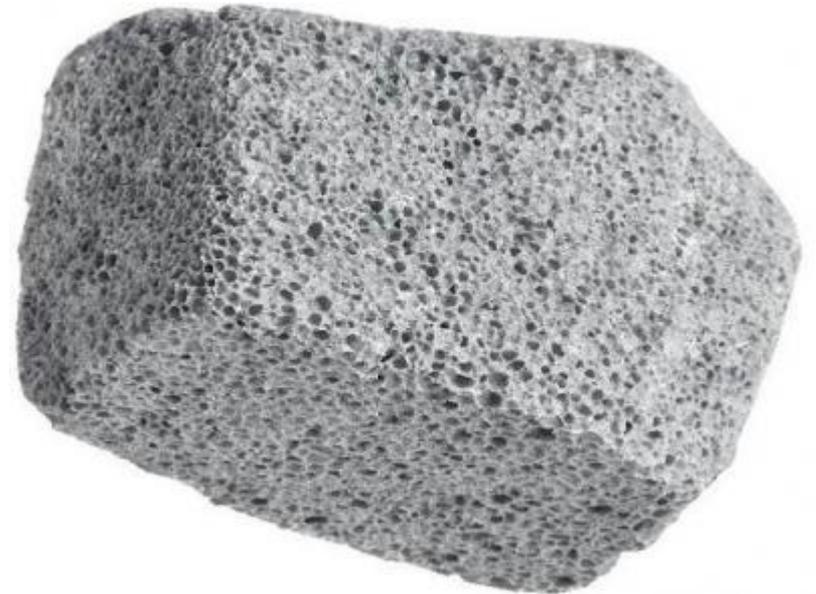
- Le meilleur isolant thermique est l'air sec et immobile.
- Un isolant thermique est donc, sauf exceptions, un matériau composé d'une infinité de cellules remplies d'air ou de gaz statique.
- Les principaux isolants thermiques peuvent être classés en trois grandes familles :
 - Les matériaux conçus à partir de produits minéraux (laines minérales, verre cellulaire, vermiculite, perlite...)
 - Les isolants à base de matières végétales (liège, fibres de bois ou de cellulose...)
 - Les isolants de synthèse (polystyrène, polyuréthane, PVC...)

Exemples d'isolants

Laines minérales



Verre cellulaire



Exemples d'isolants

Vermiculite



Perlite

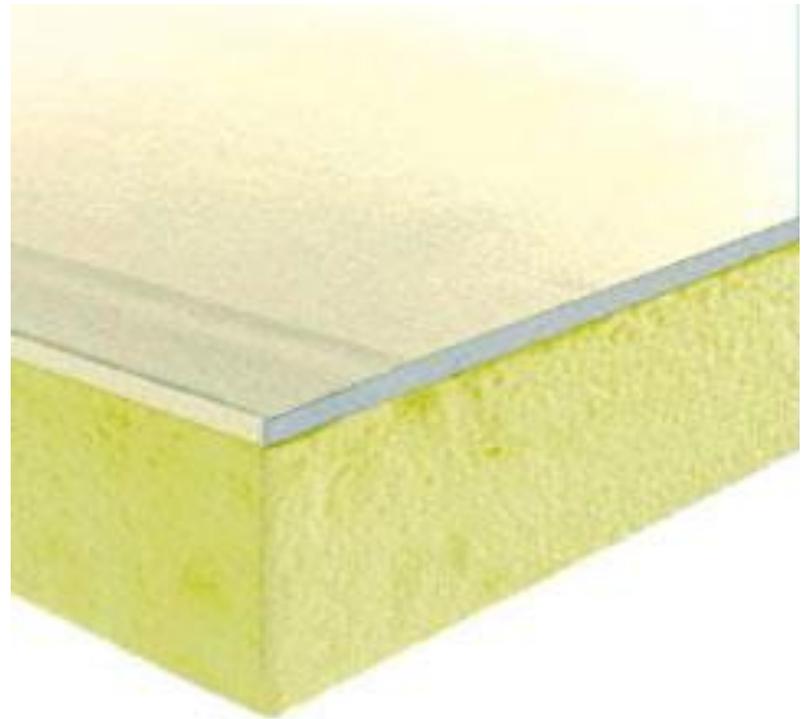


Exemples d'isolants

Polystyrène



Polyuréthane



Comment choisir un isolant ?

- Pour choisir un isolant thermique, on tient compte de son coefficient de conductivité et sa résistance thermique.
- Plus le lambda est faible plus le matériau est isolant.
- Quelques valeurs en W/m. °C :

<i>Vermiculite (mica expansé)</i>	0.050
<i>Polystyrène expansé</i>	0.044
<i>Liège expansé</i>	0.043
<i>Laine de verre</i>	0.041
<i>Laine de roche</i>	0.041
<i>Polystyrène expansé (densité 25)</i>	0.039
<i>Polystyrène expansé (densité 30)</i>	0.035
<i>Mousse de PVC (densité 42)</i>	0.034
<i>Polystyrène expansé extrudé (densité 38)</i>	0.029
<i>Mousse de polyuréthane (densité 35)</i>	0.029

Résistance thermique

- *Dans la pratique, le coefficient de conductivité ne suffit pas à indiquer la qualité isolante d'un matériau ou d'une paroi.*
- *On tient compte de l'épaisseur du matériau en utilisant la résistance thermique ou la résistivité thermique.*
- *La résistance thermique est représentée par R et elle est exprimée en $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/W$*
- *Plus le R est élevé plus le matériau est isolant.*

Épaisseurs nécessaires pour une isolation conseillée

- En comparant les résistances thermiques de différents matériaux, on constate les différences d'épaisseurs nécessaires pour avoir une isolation identique.
- Par exemple, pour avoir une résistance thermique R égale à 1 (ce qui correspond à l'isolation conseillée pour un mur dans la zone méditerranéenne) il faut, soit :
 - 4 cm de laine de verre
 - 12 cm de bois sapin
 - 25 cm de béton cellulaire
 - 115 cm de brique pleine
 - 140 cm de béton
 - 350 cm de granit...

Épaisseurs nécessaires pour une isolation conseillée

- 4 cm de laine de verre 
- 12 cm de sapin 
- 25 cm de béton cellulaire 
- 115 cm de brique pleine 
- 140 cm de béton
- 350 cm de granit...

Exemple de cahier des charges pour un projet bioclimatique

Un cahier des charges pour un projet bioclimatique repose, en plus de la démarche bioclimatique (capter la chaleur, la transformer/diffuser et la conserver), sur des principes simples suivants :

- **utiliser le relief et la végétation** pour se protéger des vents froids d'hiver (l'effet « écriin »)
- **enterrer partiellement ou totalement la partie nord** de la maison
- **adopter une forme compacte**, avec un bon coefficient de forme (faible rapport surface / volume)

- **orienter la façade principale plein sud** et y disposer dans cette façade les pièces de vie (séjour, cuisine, chambres) ; augmenter leur surface vitrée, intégrer une serre ou accoler une véranda
- **poser une isolation renforcée**, sans pont thermique (extérieure ou répartie, de type « monomur ») et isoler les fondations (en périphérie et verticalement) plutôt que le sol, pour bénéficier de son inertie thermique (capacité à s'opposer aux variations de température)
- **réserver l'exposition nord aux pièces de service** (garage, cellier) qui deviennent des espaces « tampon » (non chauffés, ils participent à l'isolation) ; diminuer la surface vitrée aux stricts apports de lumière
- **créer un sas d'entrée** pour limiter les entrées d'air parasites

- **choisir des matériaux de construction lourds**, à forte inertie, pour stocker les apports externes (soleil) et internes (chaleur de la cuisson, de l'éclairage et de l'électroménager)
- **adopter des couleurs sombres** pour le sol et les murs qui reçoivent le soleil direct (meilleure captation)
- **se protéger du soleil d'été**
- Finalement, il est recommandé de **faire appel à un architecte « solaire »** qui apportera son savoir-faire et créera une construction efficace et esthétique.

En hiver



Solstice d'hiver



CAPTER



STOCKER



DISTRIBUER



CONSERVER

En été



Solstice d'été



OCCULTER



MINIMISER



AERER / VENTILER

La marginalité de l'architecture bioclimatique

- L'architecture bioclimatique reste marginale. La faute en revient à une méconnaissance de la part du public.
- Il n'y a pas de demande pour ce type de maison.
- La formation initiale des architectes est minimale dans le domaine du bioclimatique
- Les bureaux d'études thermiques ne disposent pas de logiciel de simulation spécialement adapté au solaire passif.
- Les pouvoirs publics posent des difficultés en refusant par exemple les grandes surfaces vitrées sud (absence d'une loi bioclimatique).

Confort thermique dans les locaux

Que signifie confort thermique?

Pour être en état de confort thermique, une personne doit porter une quantité raisonnable de vêtements sans avoir :

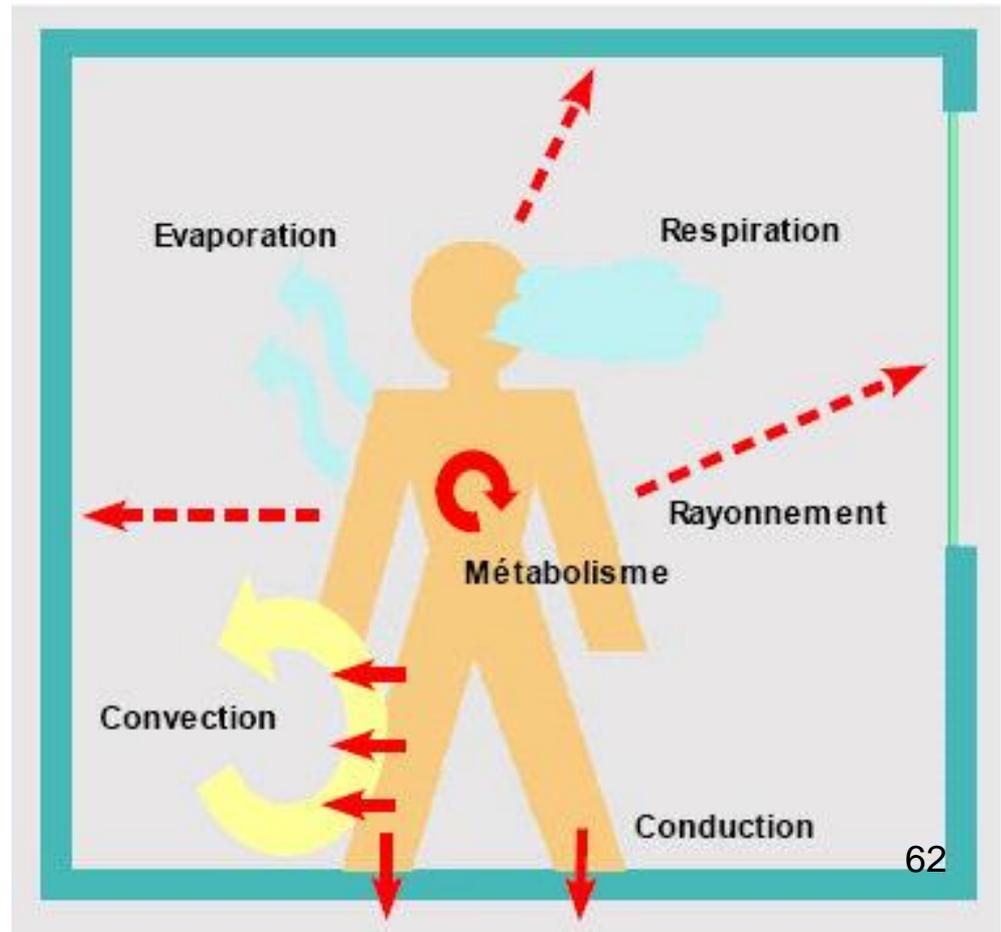
- ni trop chaud,
- ni trop froid,
- et ne pas sentir de courants d'air désagréables.

Les échanges calorifiques

L'homme assure le maintien de sa température corporelle autour de $36,7^{\circ}\text{C}$. Cette température est assurée en fonction des échanges thermiques.

Les échanges calorifiques se font par différents mécanismes :

- évaporation,
- convection,
- rayonnement,
- conduction.



L'évaporation :

- Transpiration : l'eau, en passant de l'état liquide à l'état gazeux, absorbe les calories,
- Le mécanisme de la transpiration, grâce à son évaporation, rafraîchit la surface de la peau.

La convection :

- C'est l'échange de calories entre l'air ambiant et le corps humain.
- Ces échanges sont accentués par :
 - l'écart de température entre l'air et le corps.
 - la vitesse de l'air, généralement comprise entre 0,1 et 0,3 m/s ;
 - Perception de courant d'air au-delà de 0,3m/s.

Le rayonnement :

- C'est l'échange de radiations infrarouges entre le corps et les parois.
- Une paroi froide absorbe la chaleur du corps,
- Alors qu'un mur exposé au soleil toute la journée transmet sa chaleur le soir (sans même le toucher).

La conduction :

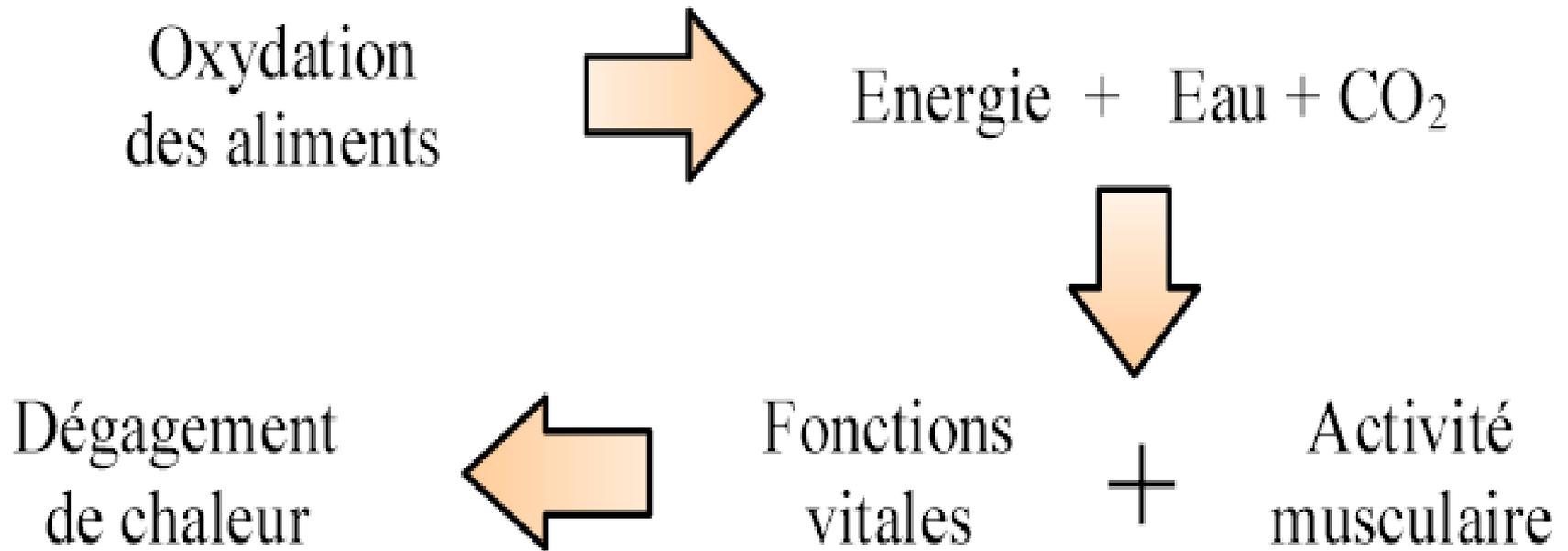
- C'est l'échange par contact direct avec une paroi,
- Marcher pieds nus sur un carrelage froid contribue à une perte de calories pour le corps.
- Ce type d'échange est d'impact limité.

L'activité métabolique

L'activité métabolique consiste à transformer la nourriture consommée :

- d'une part en constituants du corps (protéines, tissus)
- et d'autre part en **énergie**.
- cette transformation produit aussi de l'eau, du gaz carbonique et des déchets divers.

Représentation schématique du métabolisme humain



Les paramètres du confort thermique

1) Les températures

a) La température de l'air ambiant :

- C'est la température de l'air mesurée à l'ombre, comprise généralement entre 18°C en hiver et 26°C en été.
- Il faut assurer une certaine homogénéité de la température dans l'espace de l'habitat :
 - L'air chaud monte et l'air froid descend,
 - Il est peu confortable de passer d'une pièce froide à une pièce chaude.

b) La température des parois :

La température rayonnante est l'un des éléments les plus importants dans la sensation de confort, en été comme en hiver :

- Une paroi froide absorbe le rayonnement chaud du corps et produit une sensation de froid,
- Une paroi chaude délivre une sensation de chaleur au corps.

c) La température ressentie :

- C'est la combinaison des températures air/parois.
- Pour une humidité donnée, en l'absence de courant d'air perceptible, on estime que la température effectivement ressentie est la moyenne entre celle de l'air et celle des parois.

2) L'humidité

- L'air contient de la vapeur d'eau. Le taux d'humidité (qui varie de 0 à 100%), mesure la quantité d'eau.
- Plus la température augmente, plus l'air peut contenir de la vapeur d'eau :
 - à 15°C, l'air contient 10g de vapeur d'eau par Kg d'air,
 - alors qu'à 20°C, cette quantité passe à 15g.
- Si l'humidité est entre 35% et 70%, nous restons dans la zone de confort :
 - < 20%, l'air est trop sec,
 - >80%, l'air est trop humide.

3) La vitesse de l'air

- L'air en mouvement accélère les échanges thermiques par convection au niveau de la peau.
- Si l'air est plus froid que la peau (30 à 33°C), la sensation de froid est d'autant plus importante que la température de l'air ambiant est faible.

La vitesse de l'air

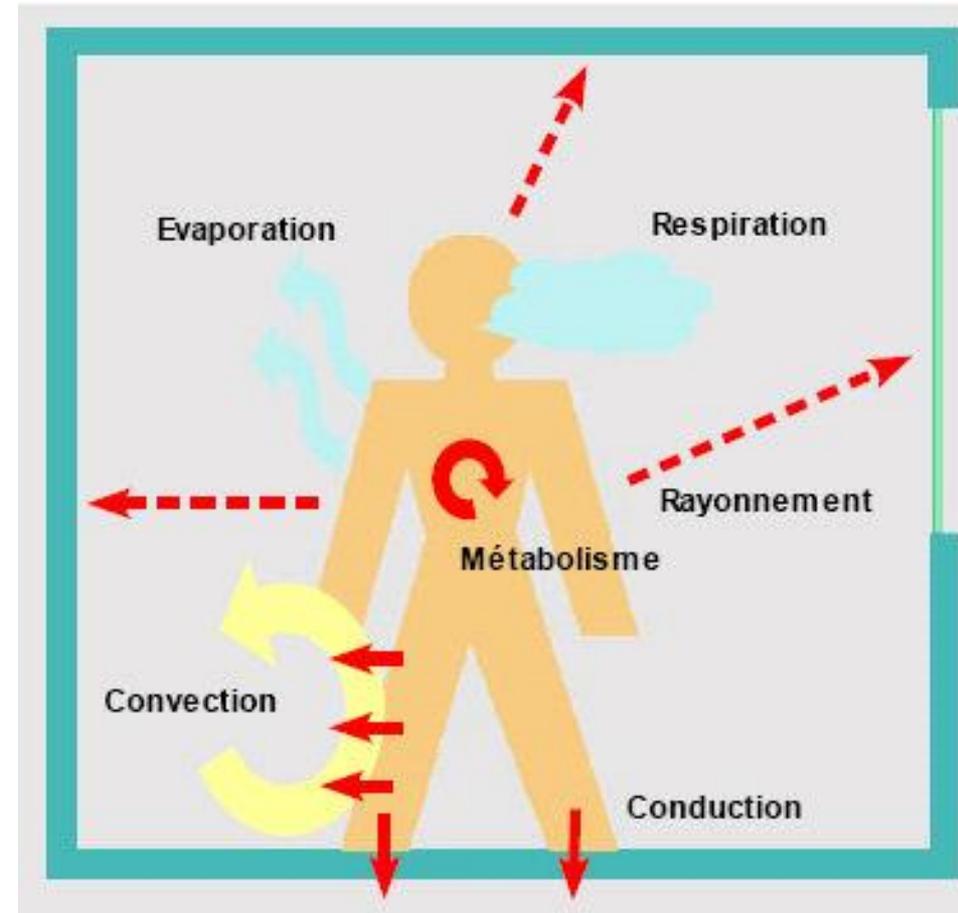
- Les mouvements de l'air sont dus :
 - aux défauts d'étanchéité des bâtiments,
 - aux systèmes de ventilation,
 - des différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur.
- La sensation de courant d'air apparaît à partir :
 - de 0,15 m/s en hiver ,
 - de 0,25 m/s en été.

Autres paramètres susceptibles d'influencer le confort thermique :

- Quel est le climat de la région (température, humidité, vent) ?
- Quels types de personnes vont occuper les locaux ?
- Combien seront-elles ?
- Quelles activités vont se dérouler dans les locaux et quand ?
- Quel va être le niveau d'habillement des utilisateurs ?

Dispersion d'énergie d'un adulte

- En climat tempéré, la dispersion d'énergie d'un adulte est d'environ 120W, soit un peu plus qu'une ampoule électrique à incandescence.
- Elle peut s'élever jusqu'à 500 W si l'activité physique est importante.



Echanges thermiques du corps humain





Costume traditionnel marocain blanc pour réfléchir le rayonnement et ample pour multiplier les échanges par convection.

Conclusions sur la zone de confort :

- Là où le mouvement de l'air est à peu près absent
- L'humidité relative maintenue autour de 50 %,
- La température ambiante devient le facteur de confort thermique le plus critique.

Le confort thermique est important tant pour le bien-être de la personne que pour assurer sa productivité.

- Un local où il fait trop chaud rend ses occupants fatigués.
- Un local où il fait trop froid détourne l'attention de ces occupants en les rendant agités et facilement distraits. on cherche alors une façon de se réchauffer.

Quelle température devrait-on maintenir ?

- On recommande généralement de maintenir la température entre 21 et 23 °C.
- L'été, lorsque les températures extérieures sont plus élevées, il est recommandé de garder la température de l'air climatisé légèrement plus élevée dans le but de minimiser l'écart entre l'intérieur et l'extérieur.

Températures de confort en fonction de l'activité

Type de travail	Températures recommandées
Sédentaire assis	21 à 23°C
Physique léger assis	19°C
Physique léger debout	18°C
Physique soutenu debout	17°C
Physique intense	15 à 16°C

Source : Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail (France)

En général, quelle est la température idéale pour diverses activités?

Température	
oC	
25	Idéal pour le bain et la douche. Le sommeil est troublé.
24	Les personnes ont chaud. Idéal pour les personnes dévêtues.
22	Température intérieure la plus confortable durant toute l'année pour les personnes sédentaires.
21	Idéal pour le travail intellectuel.
18	Les personnes physiquement inactives commencent à trembler ; celles qui sont actives se sentent bien.

Que devraient être le taux d'humidité et la vitesse de l'air ?

- Lorsque l'humidité relative est maintenue autour de 50 %, les occupants des locaux et les employés de bureau ont moins de troubles respiratoires (particulièrement l'hiver) et se sentent généralement mieux.
- Une humidité plus élevée rend l'air « lourd » et peut contribuer au développement de bactéries et de moisissures (particulièrement dans les bâtiments hermétiques).

- Un taux d'humidité inférieur à 50 % peut occasionner un inconfort en desséchant les membranes muqueuses et contribuer aux éruptions cutanées.
- Des vitesses de l'air inférieures à 0,25 m/s n'entraînent pas de distraction significative, même lorsque les tâches nécessitent une attention soutenue.

Conditions intérieures de confort selon la norme marocaine NM ISO 7730

Période	Température sèche	Humidité Relative
Eté	26 °C	60%
Hiver	20 °C	55%

Le Règlement Thermique de Construction au Maroc (RTCM) utilise ces conditions intérieures de confort.