

Source : Site Internet "Architecture et énergies renouvelables" réalisé par l'Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon

Rédaction : Thierry SALOMON (Gefosat) - 25/05/2000

# *Architecture solaire et conception climatique des bâtiments*

## **LES ETAPES DE LA DEMARCHE DE CONCEPTION CLIMATIQUE**

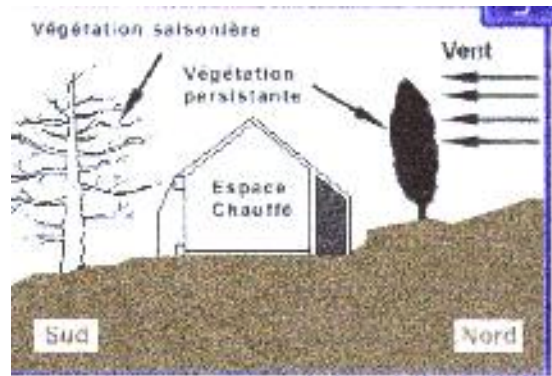
La conception solaire climatique, c'est avant tout l'art de bâtir en associant au mieux l'homme et son environnement en s'appuyant sur une démarche cohérente.

### **1 - Analyse de l'environnement**

Bien analyser et prendre en compte le terrain, l'environnement proche et le micro-climat (soleil, vent, végétation).

Avant même les premières esquisses, une analyse environnementale du site d'implantation du projet est indispensable. Il faut connaître le régime des vents dominants, repérer le relief et la végétation, déterminer si des constructions proches peuvent faire de l'ombre à certaines heures.

On cherchera à offrir peu de prise aux vents froids, à privilégier les orientations les plus ensoleillées, et à bien capter lumière et soleil.



Exemple d'analyse de site en fonction du climat - Source : SOLAIR

## 2 - Compacité et orientation

*Concevoir un dessin général présentant une **bonne compacité** .*

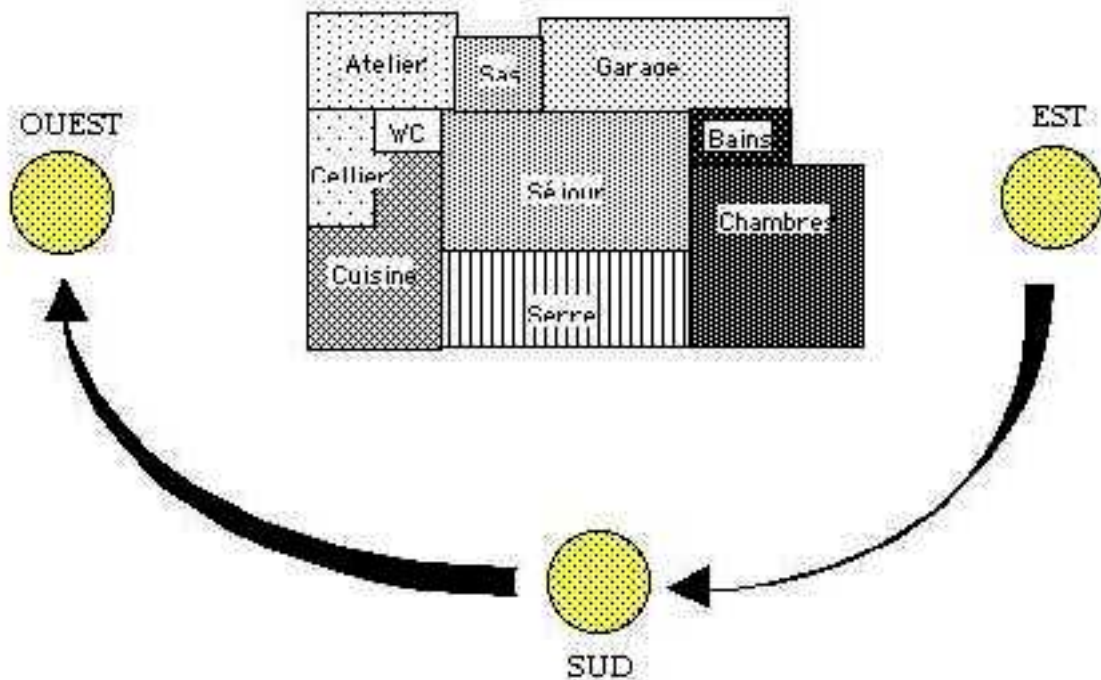
Le choix de la compacité générale du bâtiment est une source très importante d'économies aussi bien en énergie qu'en investissement. Les pertes de chaleur sont en effet fonction de la surface des parois en contact avec l'extérieur ou avec le sol : pour un même volume et une même surface, une habitation plus compacte consomme moins d'énergie.

Bien sûr, la conception bioclimatique n'a pas pour objectif l'hyper-compacité. Il est cependant important de savoir, lors de la conception d'une habitation, que toute diminution de la compacité génère automatiquement des consommations d'énergie et des coûts d'investissement plus élevés.

*Répartir les différentes pièces selon les **orientations des façades***

En matière d'orientation et d'architecture le travail du concepteur doit consister à combiner au mieux apports du soleil d'hiver et protections du soleil en été et en mi-saison.

À titre indicatif, voici quelques principes de base sur lesquels s'appuient nombre de maisons bioclimatiques :



Les pièces occupées en permanence durant la journée devraient de préférence être orientées au sud.

Les chambres seront plutôt situées au sud et à l'est, profitant du lever du soleil. Elles garderont ainsi leur fraîcheur en fin de journée.

On veillera à limiter dans la cuisine les apports solaires sur les vitrages sud-ouest, souvent générateurs de surchauffe.

Une serre ou véranda placée au sud permet, tout en apportant de la chaleur en hiver, de créer un espace intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur. Suffisamment grande pour pouvoir y prendre des repas, elle sera accessible depuis le séjour, la cuisine et les chambres.

Les espaces peu ou non chauffés (entrée, atelier, garage) seront plutôt disposés à l'ouest ou au nord. Si le vent est souvent violent, un sas d'entrée sera nécessaire pour éviter que l'air froid ne pénètre dans la maison.

En première approche, on peut choisir une surface de vitrage en fonction de la surface de plancher correspondante selon les pourcentages suivants :

<i>Orientation</i>	<i>Rapport surface fenêtres sur surface plancher</i>
Sud	20 - 35 %
Est et Ouest	10 - 25 %
Nord	0 - 10 %

Ces valeurs ne sont bien sûr qu'indicatives. Attention aux risques de surchauffe s'il y a trop de vitrage : il est indispensable de se protéger du rayonnement solaire d'été par des écrans végétaux, des avancées de toiture, des stores extérieurs ou des pergolas ...

### **3 - Isoler avec soin**

L'isolation joue un rôle toujours bénéfique : en hiver, elle ralentit la fuite de la chaleur du logement vers l'extérieur. En été, au contraire, elle rafraîchit l'habitat en limitant les apports de chaleur. L'isolation évite également les condensations et cette très désagréable impression de "mur froid" qui oblige à surchauffer l'air pour conserver un niveau de confort suffisant.

Lors de la rénovation d'une maison, les travaux d'isolation doivent porter en priorité sur la toiture ou les combles (35 % des déperditions en moyenne).

Les premiers centimètres d'isolant sont toujours les plus efficaces. Les épaisseurs optimales sont fonction du climat. En première approche et pour de la laine minérale, elles se situent à 10 cm pour les murs extérieurs, à 20 cm pour le toit et à 12 cm pour un sol sur cave.

### **4 - Capter le soleil**

Un classique vitrage permet, grâce à l'effet de serre, de récupérer plusieurs centaines de kWh par an : 10 à 25 % des besoins de chauffage (selon l'orientation et les caractéristiques du logement) sont apportés par l'énergie solaire pénétrant par les vitrages d'une habitation.

Une conception bioclimatique permet d'optimiser cette part d'apports solaires en jouant sur les orientations, la nature des vitrages et l'inertie thermique.



Mais d'autres techniques de chauffage solaire sont possibles comme la serre ou véranda habitable, accolée ou intégrée à l'habitat ou des murs capteurs disposés en façade sud,

La palette des solutions de chauffage solaire est donc étendue et permet de s'adapter à la plupart des situations architecturales.

## **5 - Stocker l'énergie**

Stocker l'énergie dans la masse du bâtiment et amortir les variations de température grâce à **l'inertie thermique**.

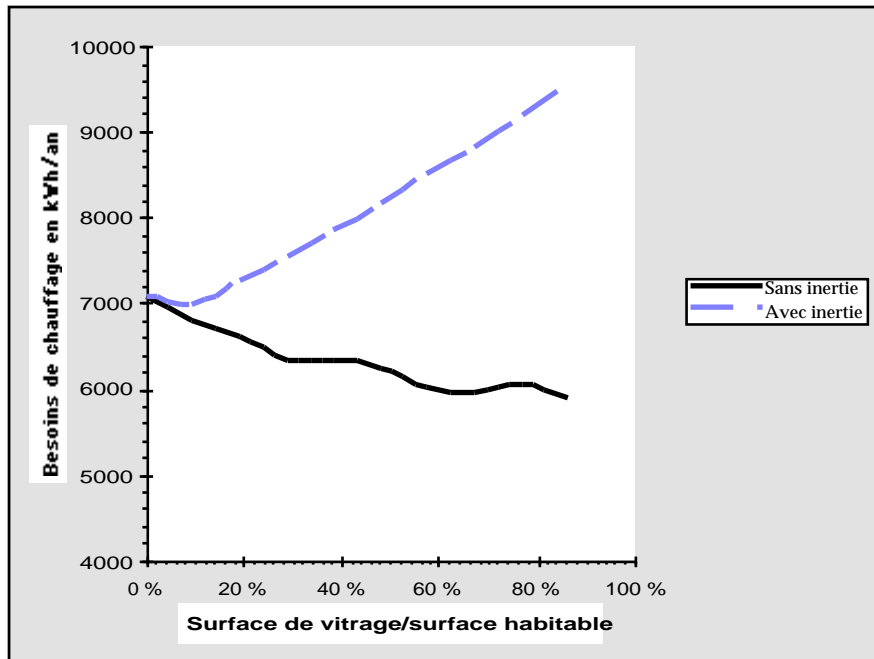
Chacun a pu constater qu'un mur massif, ensoleillé et bien abrité du vent, reste chaud longtemps après le coucher du soleil, ou bien a été surpris par l'agréable fraîcheur d'une cave même lors des plus fortes chaleurs.

La forte inertie thermique du mur et de la cave explique ces impressions : la chaleur solaire stockée durant la journée dans la masse du mur est lentement rediffusée vers l'extérieur ; l'air chaud estival ne parvient pas à élever en température les murs de la cave, gardant celle-ci à une température proche de la moyenne annuelle.

Construire en "forte inertie", c'est donc utiliser des matériaux lourds à l'intérieur de l'habitat afin de stocker la chaleur solaire et d'atténuer les variations de température interne.

À l'inverse, une maison à "faible inertie" montera vite en température au moindre rayon de soleil, sans possibilité de stocker la chaleur solaire. Les écarts de température interne seront importants, les risques de surchauffe plus élevés.

Comparons deux maisons identiques, l'une à forte inertie dont l'isolation est placée à l'extérieur, l'autre à faible inertie avec une isolation intérieure. Si l'on augmente progressivement, dans ces deux maisons, la surface de vitrage en façade sud, voici comment vont évoluer les besoins de chauffage :



Calculs GEFOSAT, logiciel PLEIADES + COMFIE. Conditions météorologiques de Montélimar. Etude sur une maison de 100 m<sup>2</sup>, 250 m<sup>3</sup>, mur à isolation par l'intérieur (faible inertie) ou par l'extérieur (forte inertie), fenêtres alu double vitrage, surface de vitrage 1,6 m<sup>2</sup> à l'Est l'Ouest et le Nord, chauffage 15° C nuit et 19° C jour.

Avec une faible inertie, une augmentation de la surface des vitrages accroît les besoins en énergie : le stockage de l'énergie ne peut s'effectuer efficacement. Avec une forte inertie, le bilan est au contraire positif : l'énergie solaire captée compense largement les pertes par les vitrages, permettant ainsi de diminuer les besoins de chauffage.

En hiver une maison bioclimatique à forte inertie met à profit ce même phénomène. Lorsque les rayons solaires pénètrent à travers les fenêtres ils frappent le sol et les murs : si ces parois sont à forte inertie (par exemple avec une isolation placée à l'extérieur et non à l'intérieur), elles rayonnent ensuite lentement leur chaleur dans l'habitation.

Inversement, en été, l'inertie permet de bénéficier de la fraîcheur des murs refroidis la nuit par ventilation : c'est une excellente façon de réaliser un rafraîchissement naturel.

Dans les deux cas l'inertie joue un rôle important sur la qualité du confort intérieur en atténuant les variations de température.

Quelques conseils :

- L'isolation intérieure, outre la suppression de l'inertie, expose le mur extérieur aux contraintes climatiques.
- Une forte inertie est surtout utile dans le cas d'un logement à occupation permanente.
- Évitez de revêtir une dalle de maçonnerie d'une moquette : celle-ci diminue de moitié l'inertie de la dalle.

## **6 - Ventiler correctement**

Limiter les infiltrations d'air parasites et prévoir un renouvellement de l'air utilisant au mieux la **ventilation naturelle** ou une ventilation contrôlée efficace.

Faire circuler l'air à l'intérieur de la maison vers les pièces ne disposant pas d'ensoleillement. La ventilation est aussi un élément clé d'une architecture climatique, ce qui nécessite - dans la mesure de ne pas générer des systèmes trop sophistiqués - toute une organisation de l'architecture par l'intérieur.

## **7 - Lumière**

Laisser largement entrer la lumière du jour pour favoriser **l'éclairage naturel**, en en veillant aux risques d'éblouissement ou de surchauffe

## **8 - Choisir enfin un appoint de chauffage approprié et peu polluant.**

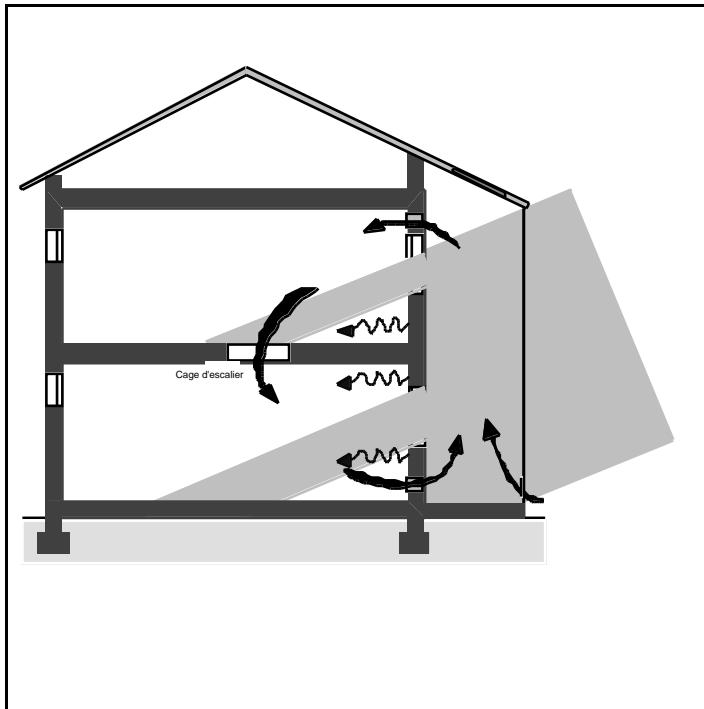
# **LES PRINCIPAUX DISPOSITIFS CLIMATIQUES**

## **La serre ou véranda**

La véranda est un des dispositifs les plus intéressants de l'architecture bioclimatique. En respectant certaines règles, elle peut diminuer les besoins de chauffage de 15 à 30 % tout en participant au confort d'été.

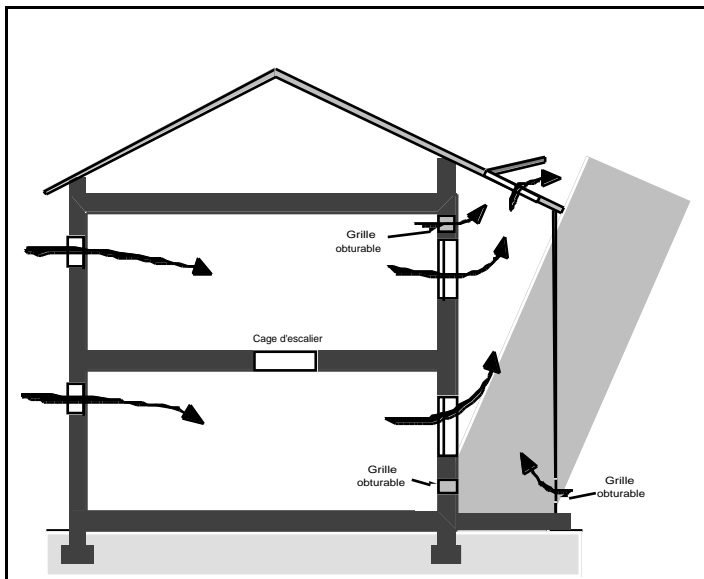
Mais attention ! Une véranda mal conçue peut être inutile en hiver du point de vue thermique et invivable en été si rien n'a été prévu contre les surchauffes ...

### *Fonctionnement HIVER*



- le mur en fond de véranda, fortement ensoleillé, sera de couleur sombre pour mieux stocker la chaleur
- ce mur retransmet lentement la chaleur par conduction dans la maison.
- l'air neuf pris en bas de la véranda et l'air de la maison sont réchauffés par thermocirculation.
- une hauteur de véranda importante améliore cette circulation naturelle.
- la circulation de l'air peut aussi être régulée par un ventilateur (souvent placé dans les combles) se déclenchant en fonction de la différence de température entre la véranda et l'habitat

### *Fonctionnement ETE*



- la toiture opaque de la véranda permet de protéger le mur du fond contre le rayonnement direct.
- le jour, les vitrages de la maison sont fermés et la véranda évacue sa chaleur par des ouvrants situés en parties haute de ses parois extérieures.
- la nuit, les vitrages de la maison sont ouverts pour faciliter l'évacuation de la chaleur par ces mêmes ouvrants.

### *Conseils de réalisation*

- La configuration la plus favorable est la véranda encastrée avec toiture opaque.
- La surface de vitrage doit être comprise entre 0,4 et 1 m<sup>2</sup> par mètre carré de surface habitable adjacente à la véranda.
- Le mur entre la véranda et la maison doit être constitué d'un matériau lourd (terre crue ou cuite, béton) avec une teinte sombre et une épaisseur comprise entre 20 et 30 cm. Sinon, le mur doit être isolé du côté de l'habitation avec récupération de la chaleur par ventilation naturelle ou par un ventilateur.

- Des ouvrants donnant sur l'extérieur en partie basse et haute de la véranda sont impératifs pour évacuer la chaleur en été. Ils devront être disposés afin de faciliter le balayage transversal de l'air dans la véranda, évitant ainsi de laisser des zones non ventilées.



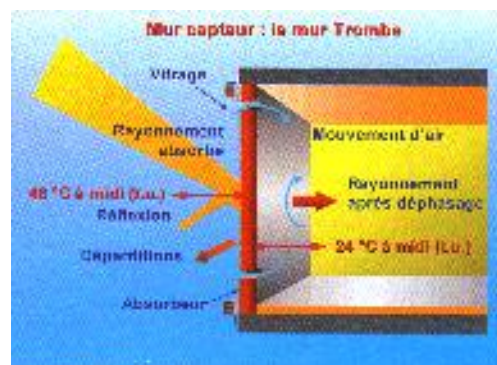
*Maison à St Jean de Védas (Hérault) - architecte Serge JAURÉ*

### Espaces tampons non vitrés

Les locaux de service situés au nord ou en façade, exposés au vent et peu ensoleillés, peu ou pas chauffés tels que garages, celliers, se comportent comme une isolation thermique complémentaire et diminuent les pertes de chaleur.

Des espaces tampons totalement extérieurs jouent aussi un rôle de coupe vent ou favorisent un micro climat limitant les déperditions de chaleur et l'effet de surchauffe : haie de végétaux persistants, mouvements de terre au Nord, pergolas, végétation saisonnière au Sud.

### Murs capteurs et murs Trombe



Un mur-capteur est un mur lourd, généralement en façade sud, sur lequel est disposé un vitrage à 4 à 10 cm en avant de la paroi extérieure du mur, comme pour un capteur solaire. L'énergie stockée dans le mur est ensuite restituée lentement dans le logement avec un certain retard (appelé déphasage) permettant de bénéficier de la chaleur accumulée dans le mur plusieurs heures après le coucher du soleil.

Pour avoir un stockage et un déphasage suffisant le mur doit avoir une épaisseur comprise entre 20 et 30 cm. Il peut être en béton, en terre cuite, en terre crue ou en pierre. La surface absorbante sera de préférence peinte en noir, captant ainsi 90 % du rayonnement solaire. La brique rouge, le vert sombre, le bleu foncé ou le brun peuvent également convenir sans perte trop importante de rendement.

Il faut compter un m<sup>2</sup> de capteur pour 10 m<sup>3</sup> de volume à chauffer soit environ 30 % de la façade sud.

Une circulation naturelle de l'air entre le mur et une contre-cloison isolée n'est vraiment nécessaire que si le vitrage est simple et s'il n'existe pas d'occultation nocturne par volet. Dans ce cas la circulation d'air à travers les événements devra être stoppée lorsque le mur est plus froid que l'ambiance. Elle pourra être réalisée simplement à l'aide d'une feuille de plastique qui ferme les ouvertures dès que le flux s'inverse.

### **Capteurs à air en façade**

Dans un système de chauffage solaire à air, les capteurs alimentent un stockage réalisé le plus souvent à partir d'un stock de galets situés sous la maison.

Ce système nécessite une surface de capteur d'environ 1 m<sup>2</sup> pour 13 m<sup>3</sup> de volume habitable, et un stockage d'une tonne de galet par m<sup>2</sup> de capteur.

Les systèmes à air présentent l'avantage d'être moins coûteux que les systèmes à eau. Ils sont aussi, du fait de l'absence d'eau, insensibles au gel et à la corrosion.

Ils présentent cependant plusieurs inconvénients :

- l'échange thermique est 20 fois plus faible que pour l'eau, ce qui oblige à augmenter les surfaces d'échange.
- la faible capacité calorifique de l'air (3400 fois moins que l'eau pour le même volume) oblige à avoir un débit d'air important.
- le mouvement d'air peut générer des dépôts de poussières et du bruit, et il peut y avoir développement de germes microbiens si le stock est humide.

Pour ces raisons, les systèmes à air sont moins développés dans l'habitat que les systèmes à eau. Ils peuvent par contre s'avérer très intéressants, avec ou sans stockage, pour de nombreux usages comme le chauffage de locaux artisanaux, commerciaux ou industriels.

