

La conception bioclimatique

Bioclimatisme*Terme apparu dans les années 1960***Bios***Du grec*

« La vie »

(moyen de vivre, ressources)

Clima*Du latin*

« inclinaison de la calotte céleste »

Puis

« zone terrestre déterminée par des facteurs géographiques (et notamment les conditions météorologiques) »

- Ensoleillement (puissance et durée)
- Température de l'air
- Vent
- Précipitations (pluie, neige)
- Topographie

→ Bioclimatisme = moyens de **vivre** avec des **ressources** données dans un **contexte** géographique et météorologique donné.

Source : Le Robert - Dictionnaire historique de la langue française

Vivre bien

Cadre de vie agréable (dimensions des espaces, matériaux, couleurs, jeux d'ombres et de lumière, etc.)

Confort d'usage = lieux fonctionnels, ergonomiques

Conforts sensoriels = thermique, acoustique, visuel, qualité de l'air

Avec une économie de ressources

Ressources limitées (énergie, eau, métaux, sable, terres rares, etc.)

+ Émissions de polluants (principalement gaz à effet de serre, mais aussi particules fines et autres)

= tensions géopolitiques et modification importante des modes de vie pour s'adapter

Pour une trajectoire
« moins de 2 °C »,
en France, d'ici à 2050 :

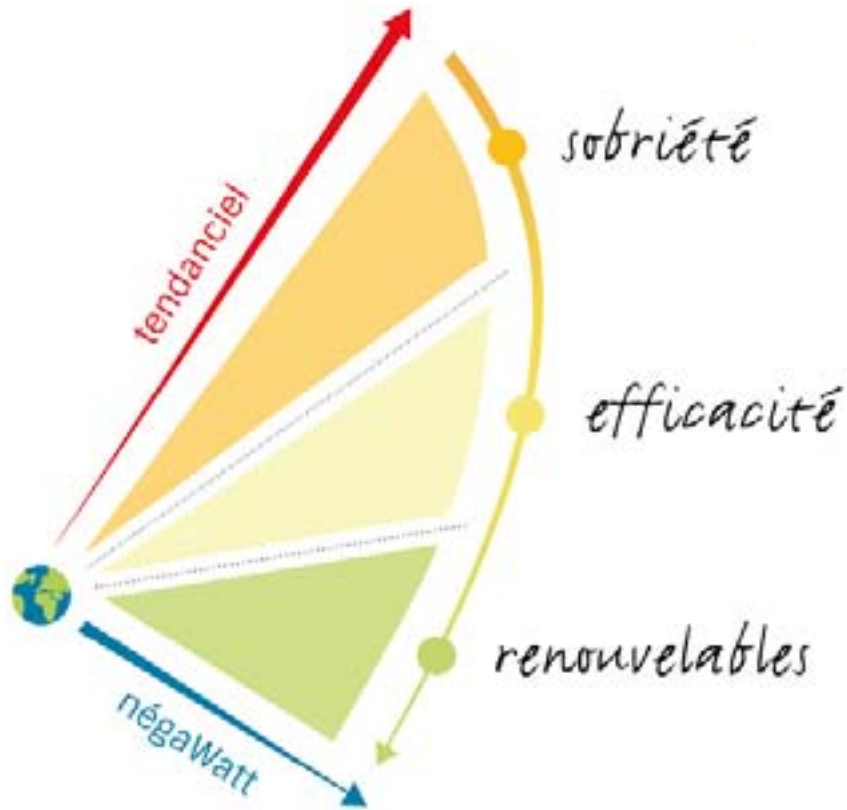
Division par 2 de la
consommation d'**énergie**

Division par 4
des **émissions totales de GES**
(« Facteur 4 »)

Division par 8
des émissions de GES
du secteur du **bâtiment**

Source : Stratégie Nationale Bas Carbone

La démarche négaWatt



©Association négaWatt - www.negawatt.org

Dans l'ordre :

1. **Éviter** l'utilisation de ressources

Bioclimatisme

2. **Réduire** la consommation de ressources

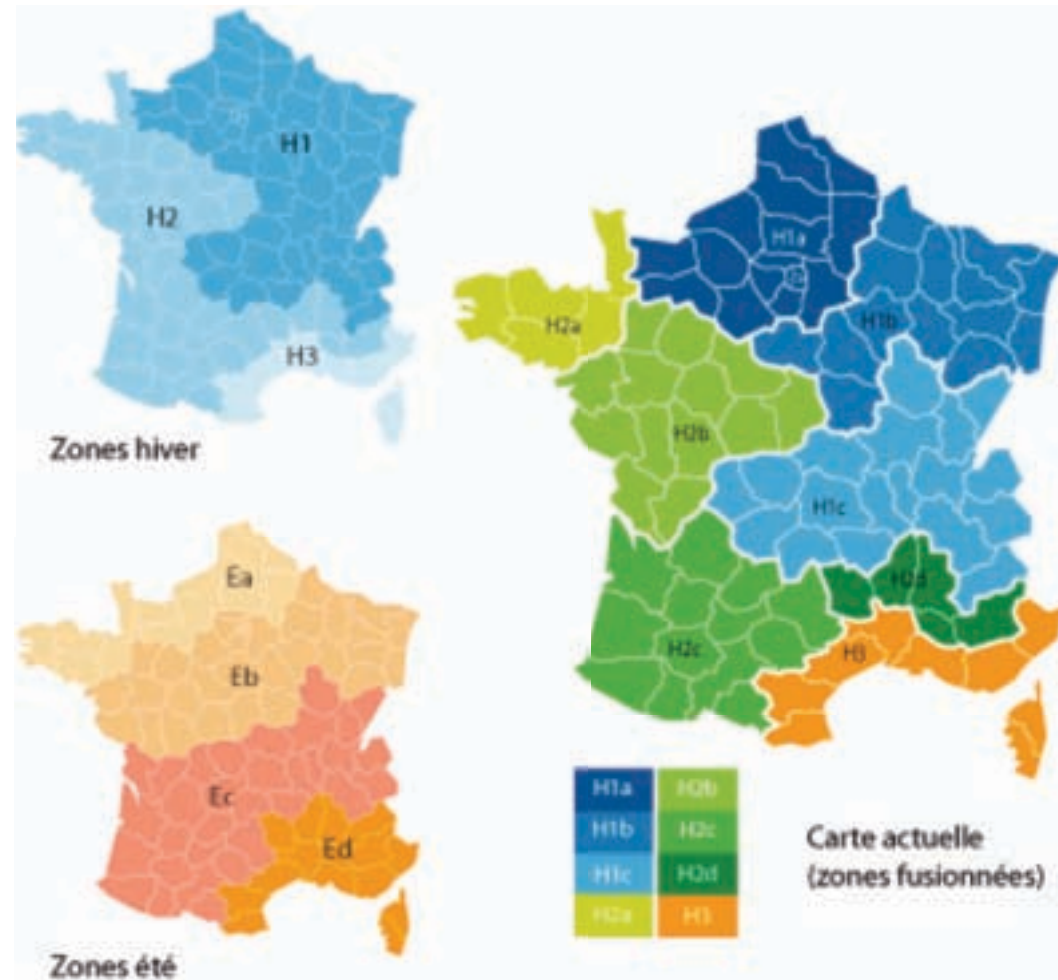
3. **Compenser** par l'utilisation de ressources renouvelables

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Le contexte géographique et météorologiques

Les zones climatiques



Source : réglementations thermiques 2000, puis 2005 et 2012

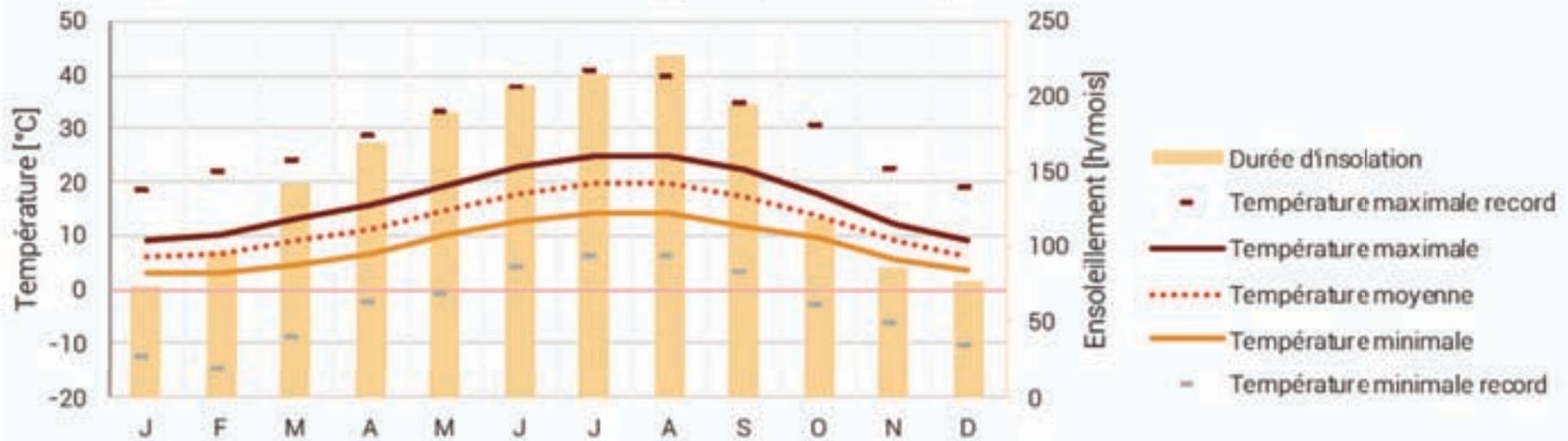
<http://www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/reglementation-thermique-2012/donnees-meteorologiques.html>

Le contexte géographique et météorologiques

Les zones climatiques

Exemple de données

Températures et ensoleillement moyens (1981-2010) à Nantes



Source : Météo France

<https://donneespubliques.meteofrance.fr> (Catalogue > Climatologie > Normales et records > Fiche climatologique)

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

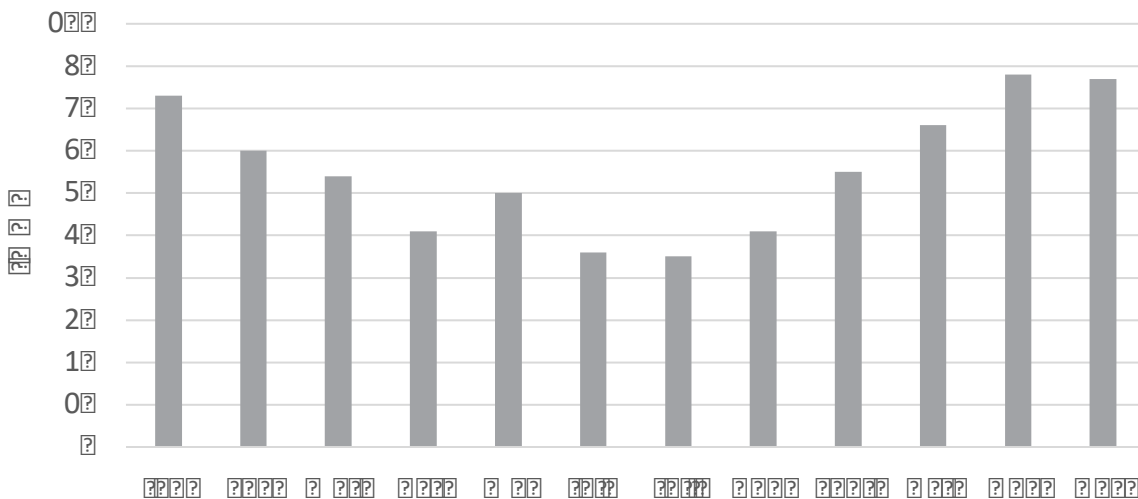
Le contexte géographique et météorologiques

Les zones climatiques

Exemple de données

Précipitations

Pluie



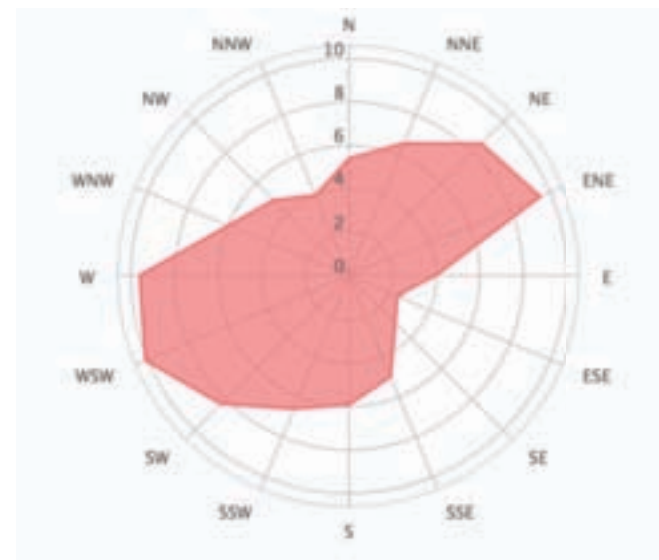
<https://donneespubliques.meteofrance.fr>

(Catalogue > Climatologie > Normales et records > Fiche climatologique)

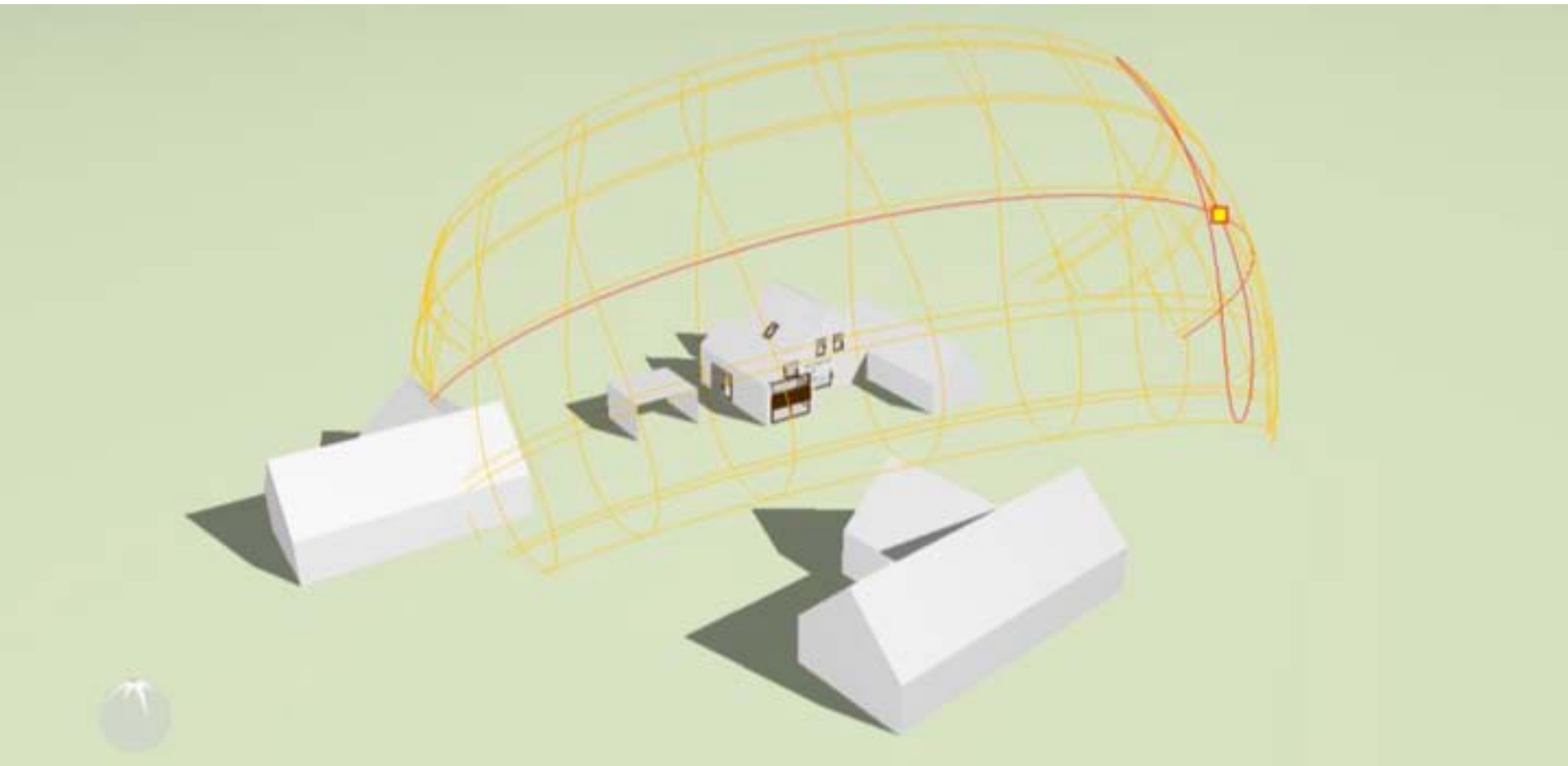
Vent

La rose des vents

= direction d'où vient le vent



<https://fr.windfinder.com/windstatistics/>

La course du soleil

Source : Archiwizard

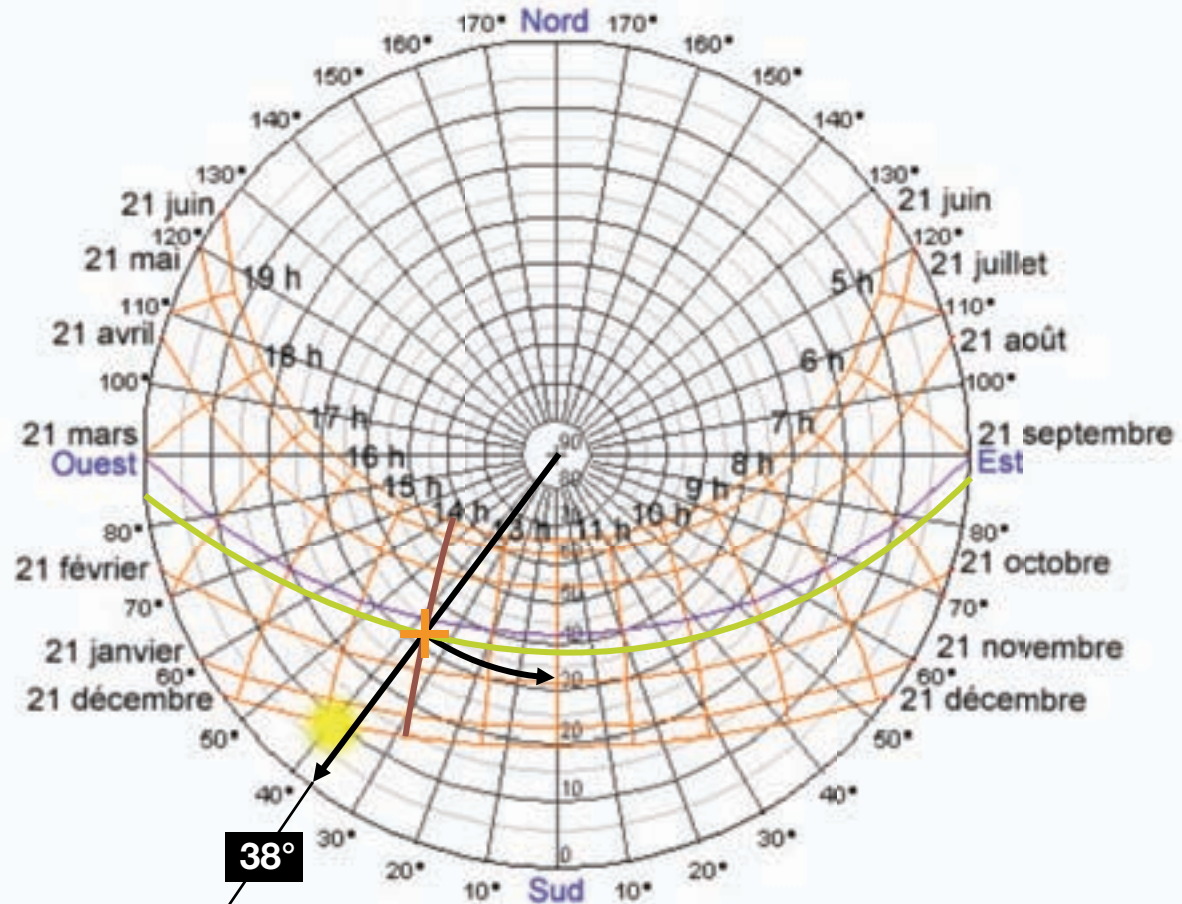
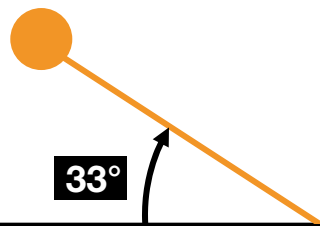
Le diagramme solaire horizontal (course du soleil vue en plan)

Spécifique à chaque latitude
Ici : **47° N**

! En France, heure locale =
heure solaire + 1 en hiver
heure solaire + 2 en été

Exemple de lecture :

Le **14 mars** à **15 h locale**, soit **14 h solaire**, le soleil est situé :
- À un **azimut** d'environ **38° Ouest**
- À une **hauteur solaire** d'environ **33°**

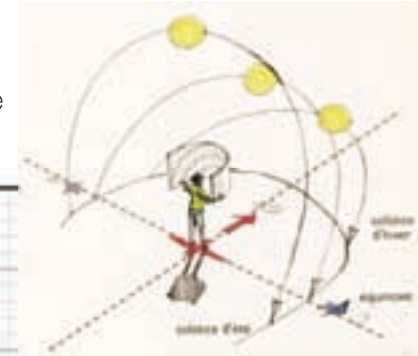


Source : www.arkitekto.net

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Le diagramme solaire vertical (course du soleil vue en élévation)



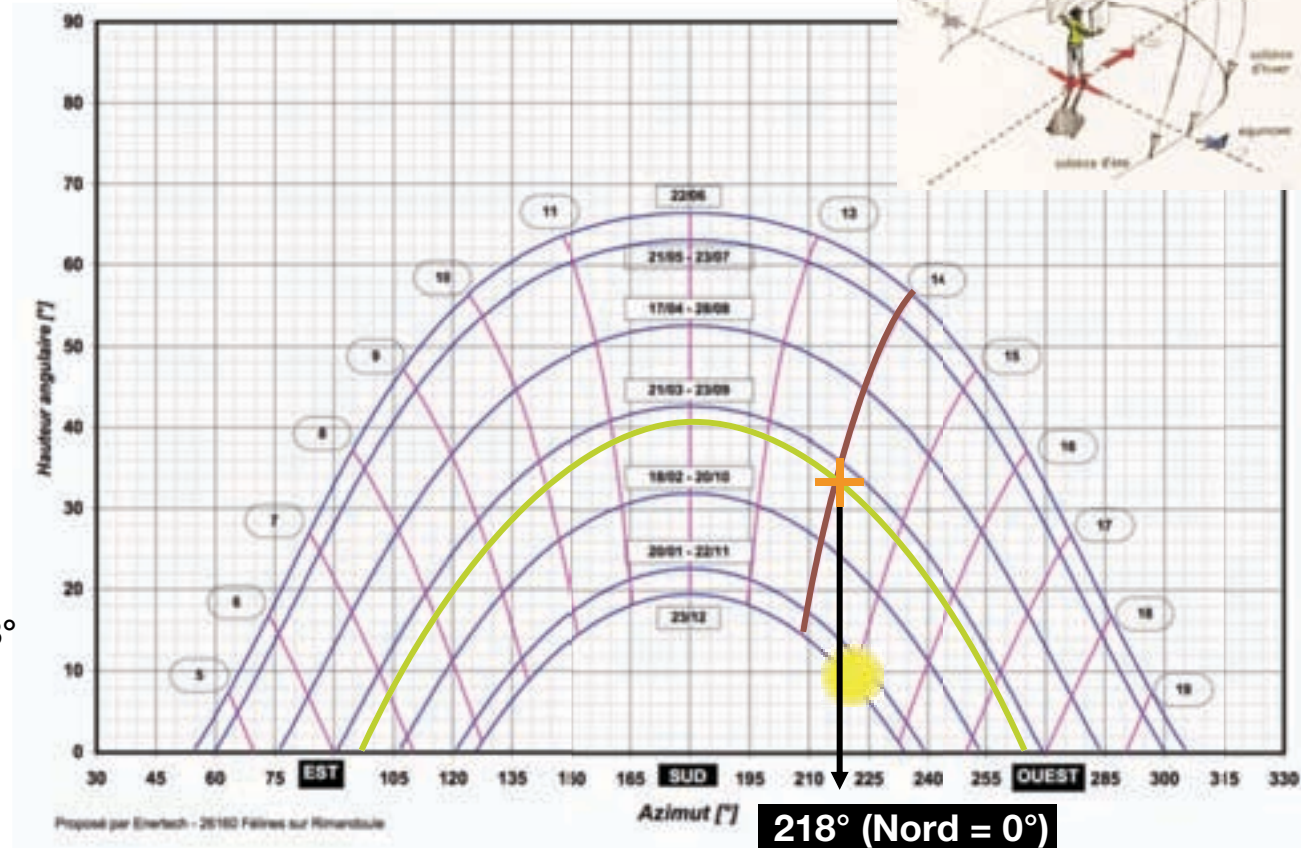
Source : J.-P. Oliva - La conception bioclimatique

Spécifique à chaque latitude
Ici : **47° N**

! En France, heure locale =
heure solaire + 1 en hiver
heure solaire + 2 en été

Exemple de lecture :

Le **14 mars** à **15 h locale**, soit **14 h solaire**, le soleil est situé :
- À un **azimut** d'environ **38° Ouest**
- À une **hauteur solaire** d'environ **33°**



218° (Nord = 0°)
38° (Sud = 0°)

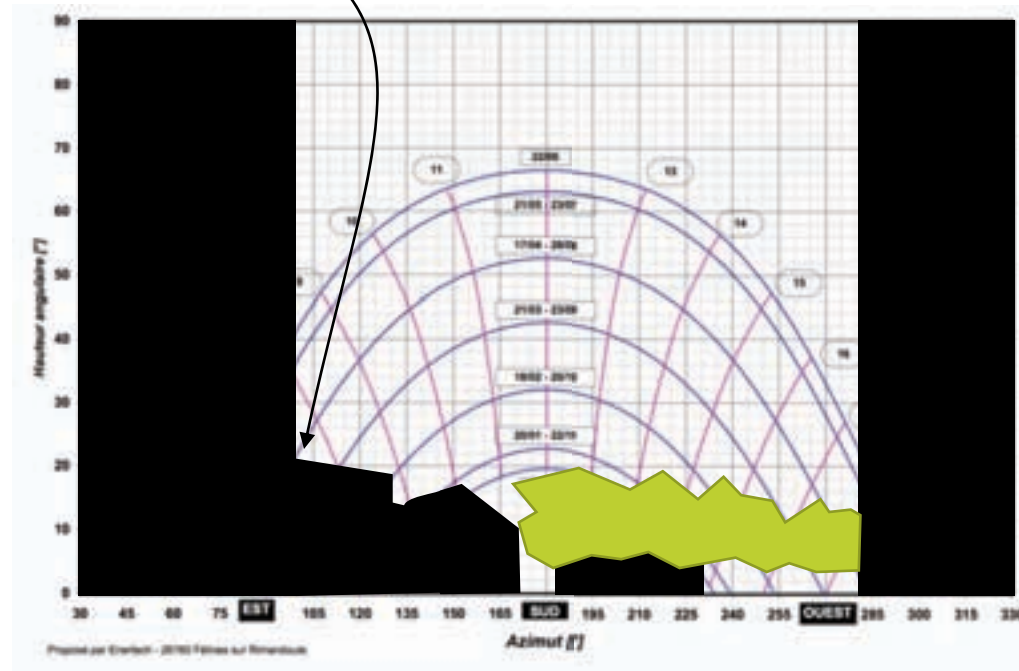
Source : Enertech

Le diagramme solaire vertical : l'impact des masques solaires

Masques lointains

21°

Vue en coupe



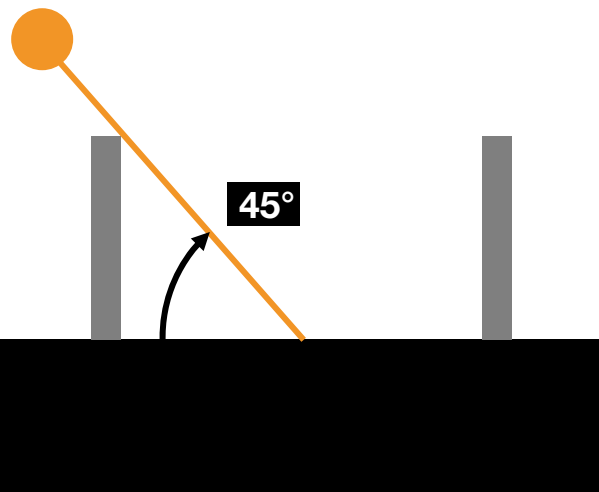
https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

Le diagramme solaire vertical : l'impact des masques solaires

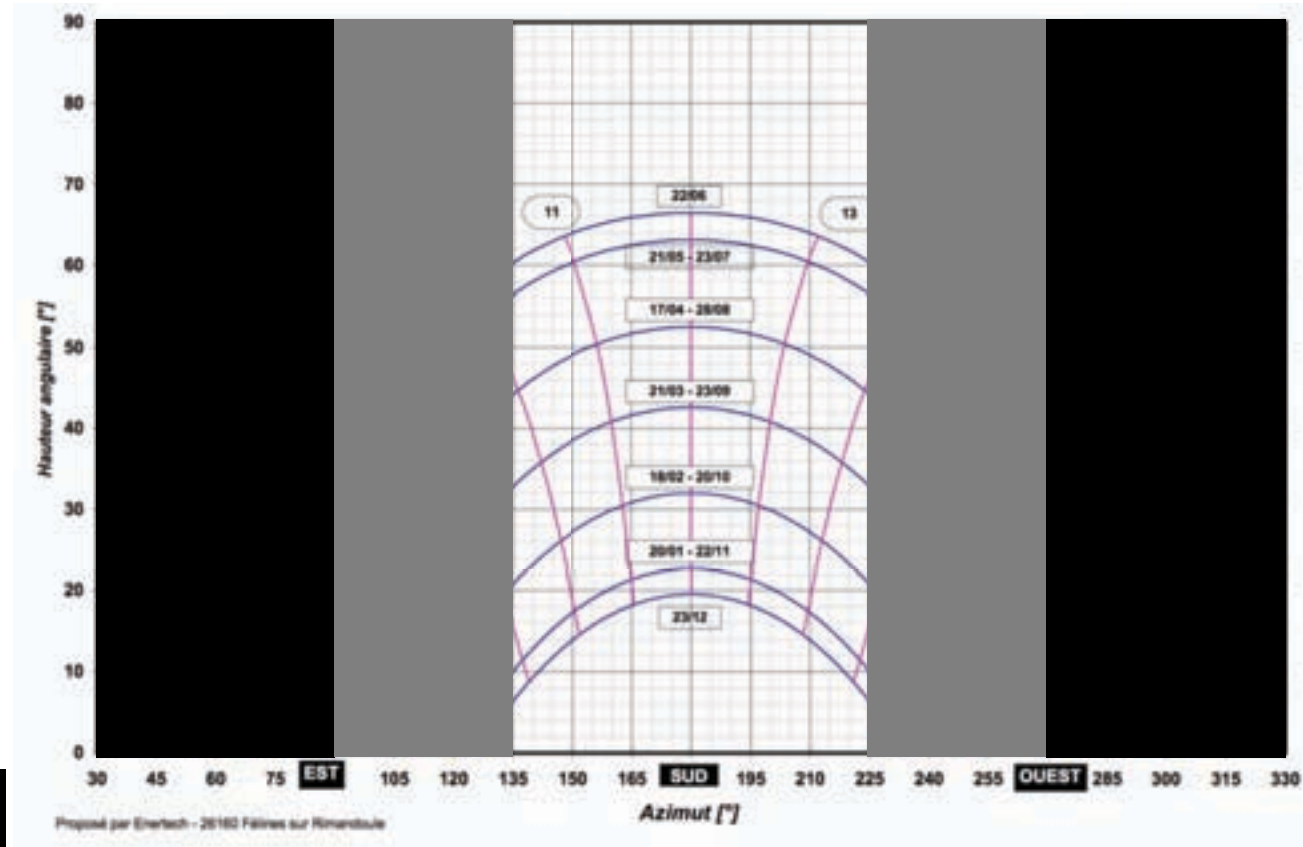
Masques proches

Masques latéraux

Exemple (hauteur « infinie ») :



Façade Sud



Source : Enertech

Le diagramme solaire vertical : l'impact des masques solaires

Masques proches

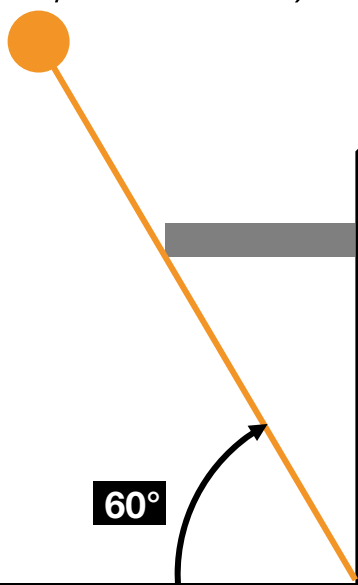
Casquettes

Dimensionnement

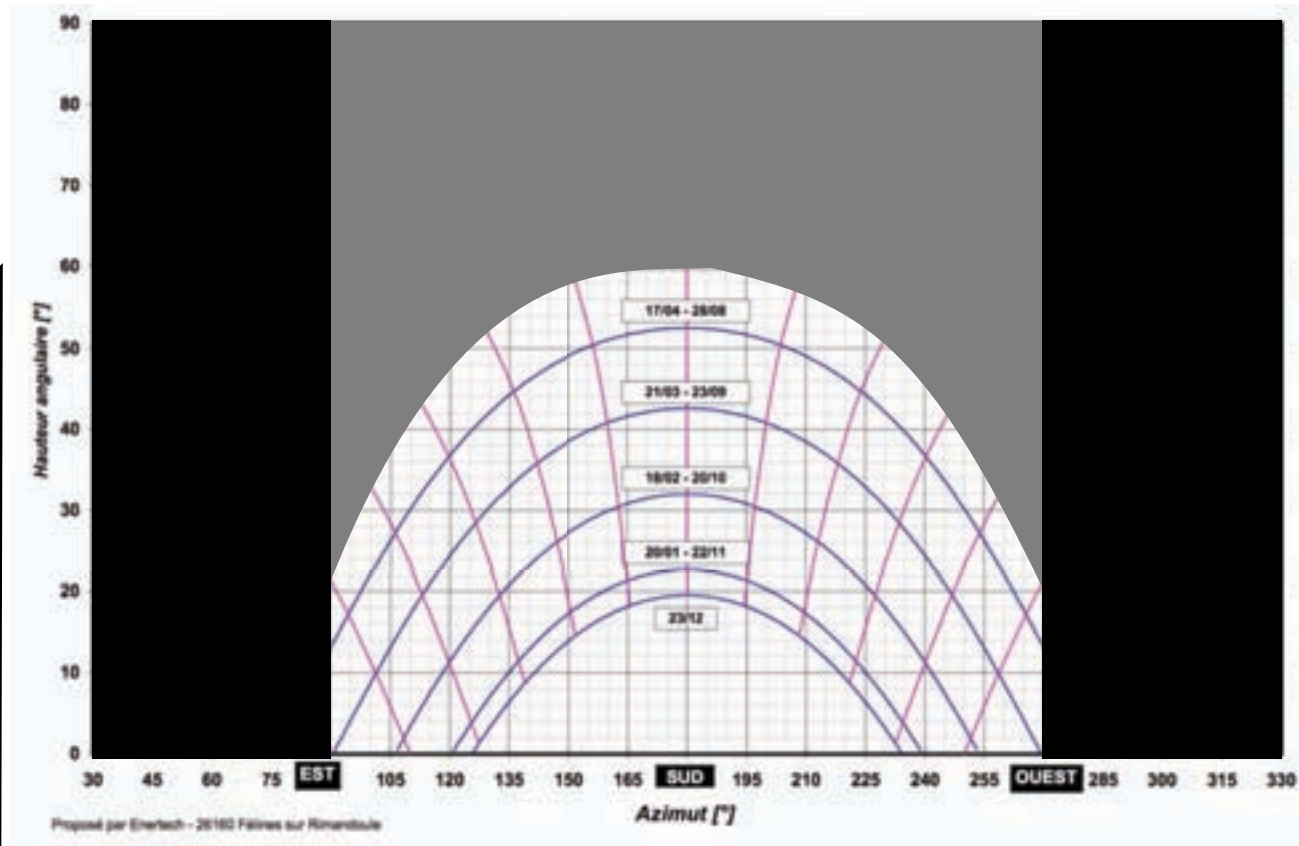
(au Sud uniquement) :

« À partir de quelle date ne veut-on plus de soleil direct ? »

Exemple : 1^{er} mai
(casquette « infinie »)



Façade Sud



Source : Enertech

Le diagramme solaire vertical : l'impact des masques solaires

Masques proches

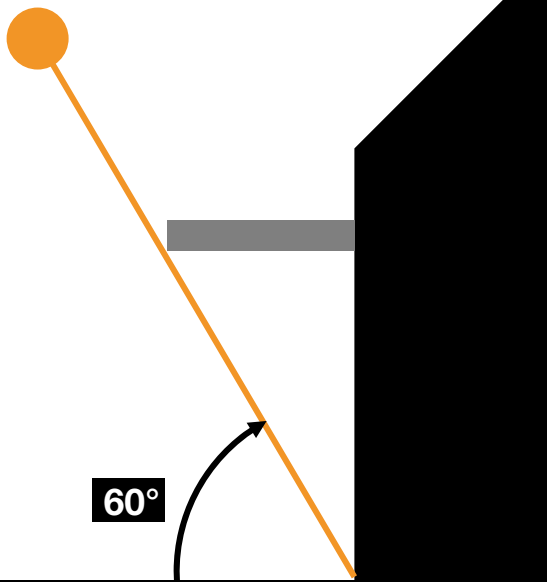
Casquettes

Dimensionnement

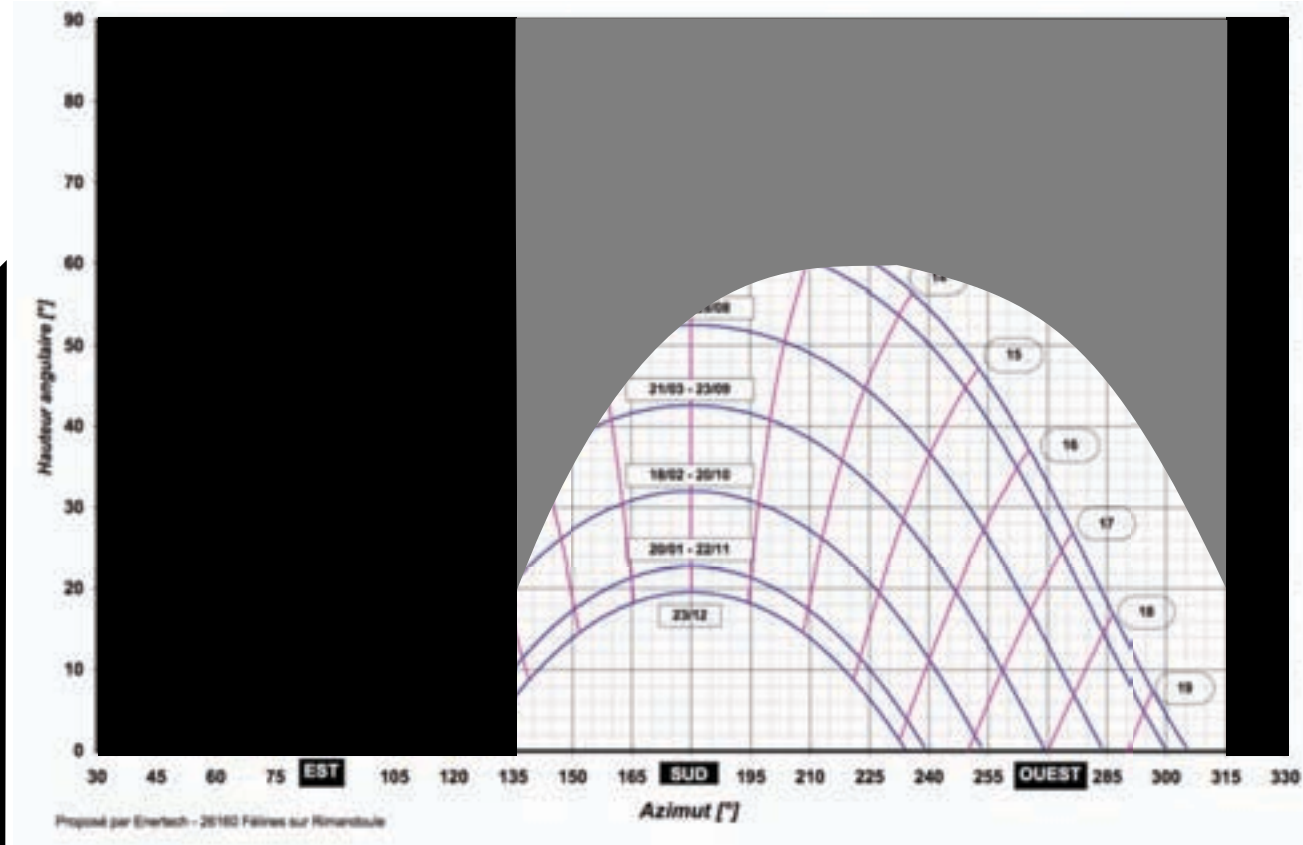
(au Sud uniquement) :

« À partir de quelle date ne veut-on plus de soleil direct ? »

Exemple : 1^{er} mai



Façade Sud-Est



Source : Enertech

Le diagramme solaire vertical : l'impact des masques solaires

Masques proches

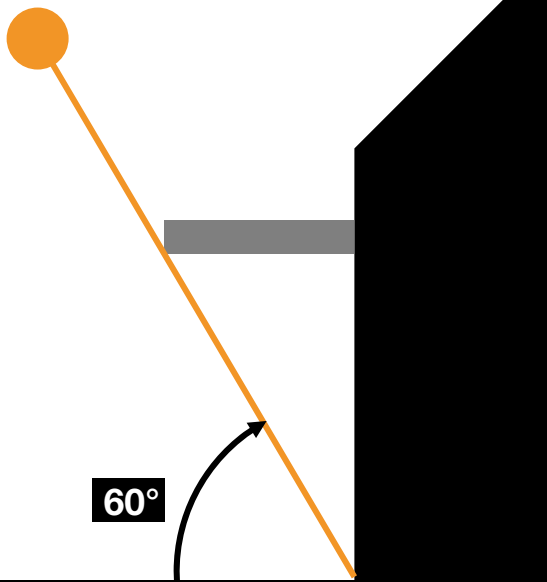
Casquettes

Dimensionnement

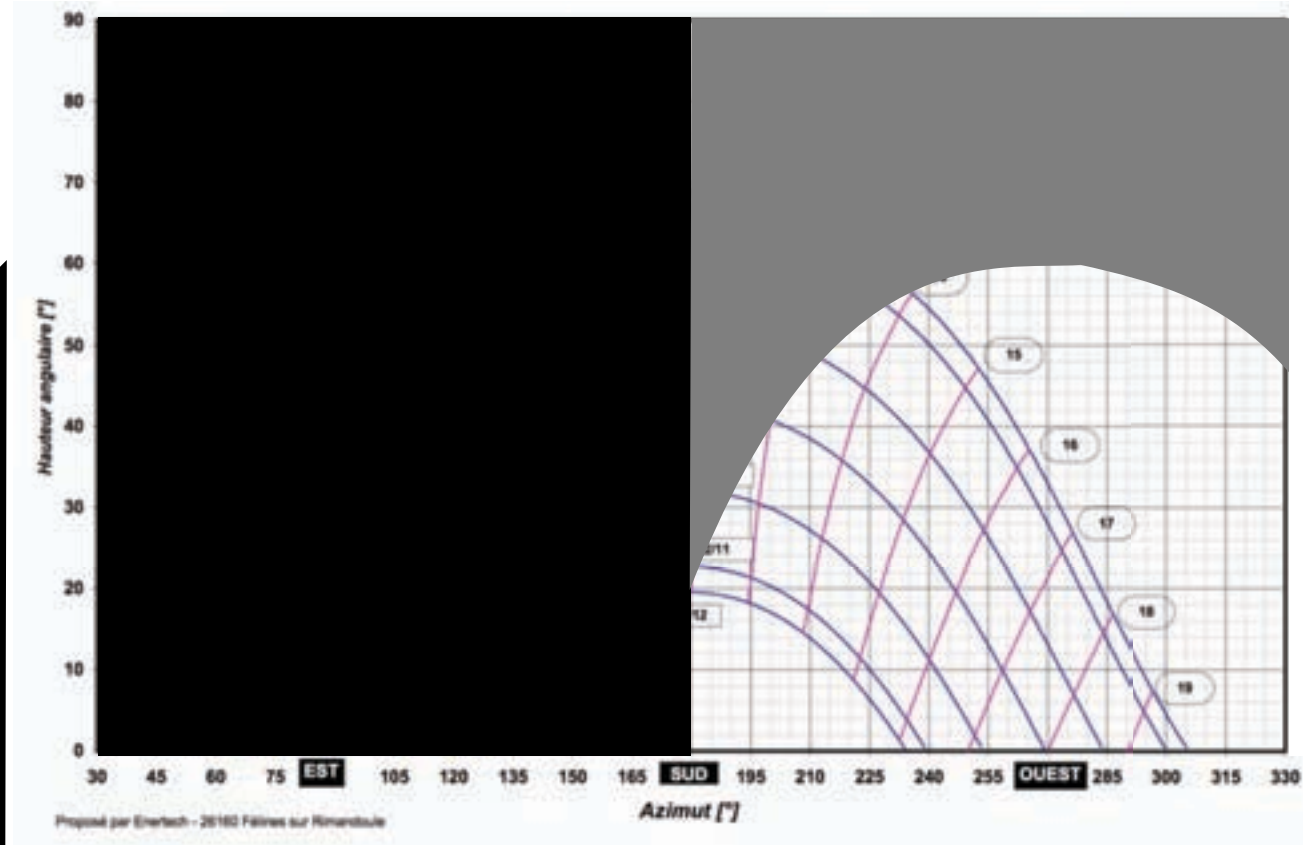
(au Sud uniquement) :

« À partir de quelle date ne veut-on plus de soleil direct ? »

Exemple : 1^{er} mai



Façade Ouest



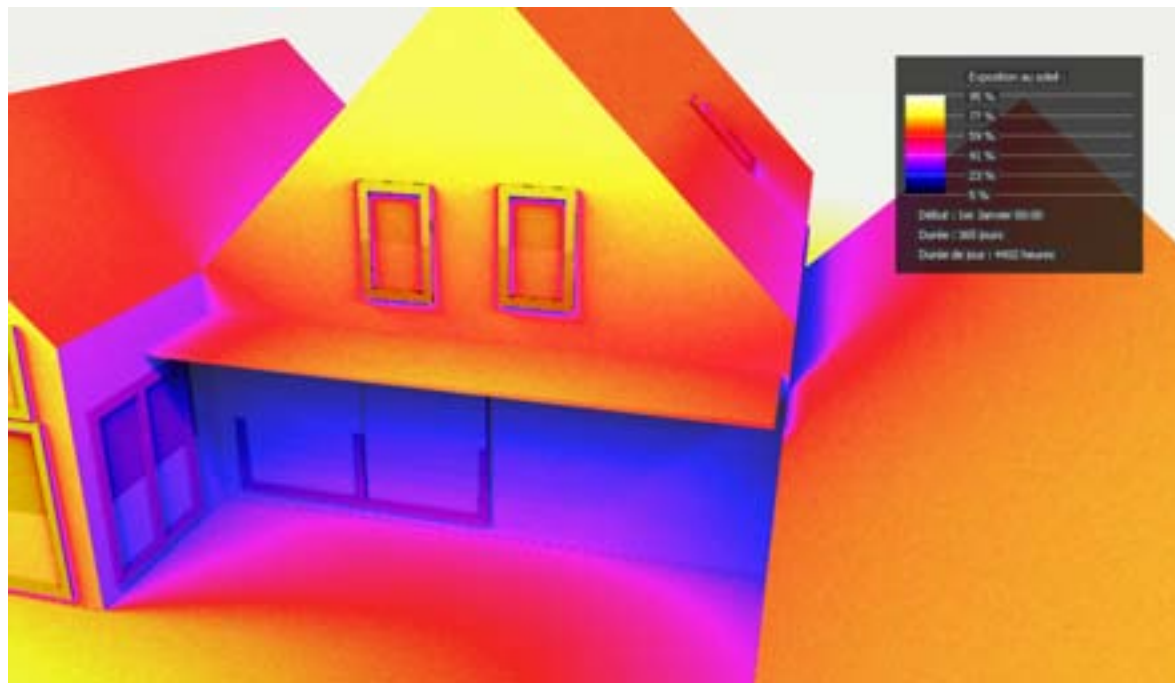
Source : Enertech

La course du soleil, à quoi ça sert ?

- **Au quotidien, savoir se repérer ! (Quand il y a du soleil...)**
- **Lors d'une visite sur site pour construire ou rénover : évaluer grossièrement où et comment les espaces extérieurs et les vitrages recevront le soleil.**
- **Limites : l'évaluation se fait pour le centre de la façade, une approche plus fine est difficile avec ces outils : c'est là qu'interviennent les outils numériques.**

Exemple : pourcentage de l'exposition au soleil sur une année complète.

(Maison GU30, architecte Hugo Cardin)



Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Une optimisation triangulaire

Limiter les besoins de chauffage
= maximiser les apports solaires

Simulation Thermique Dynamique (STD)
Calcul réglementaire (RT)

Optimisation

Limiter les consommations d'éclairage artificiel
= maximiser l'éclairage naturel
(corrélés aux apports solaires globaux)

Calcul de Facteur de Lumière du Jour (FLJ)

Limiter les surchauffes d'été
Ou les besoins de refroidissement
= minimiser les apports solaires

Simulation Thermique Dynamique (STD)

Des stratégies différentes selon l'usage

	Logement	Bureaux
Organiser les espaces selon les besoins	Oui	Oui
Maximiser les apports gratuits en hiver	Oui	Pas forcément
Minimiser les apports gratuits en été	Oui	Oui
S'adapter en mi-saison	Oui	Oui
Maximiser l'éclairage naturel	Pas forcément	Oui

Voir notamment : www.energieplus-lesite.be

(Accueil > Concevoir > Les fenêtres > Choisir la position et la dimension de la fenêtre > Choisir la fenêtre comme capteur d'énergie solaire)

Jouer avec le climat

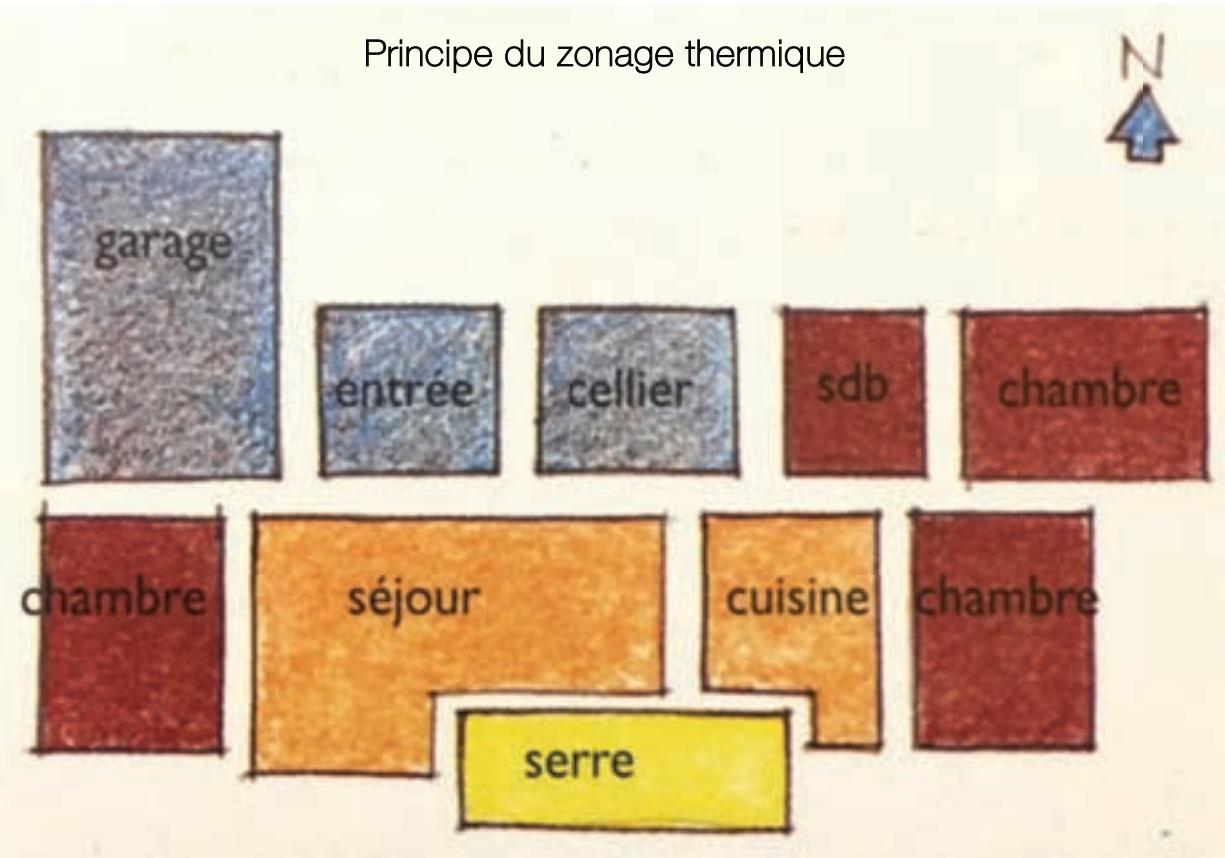
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

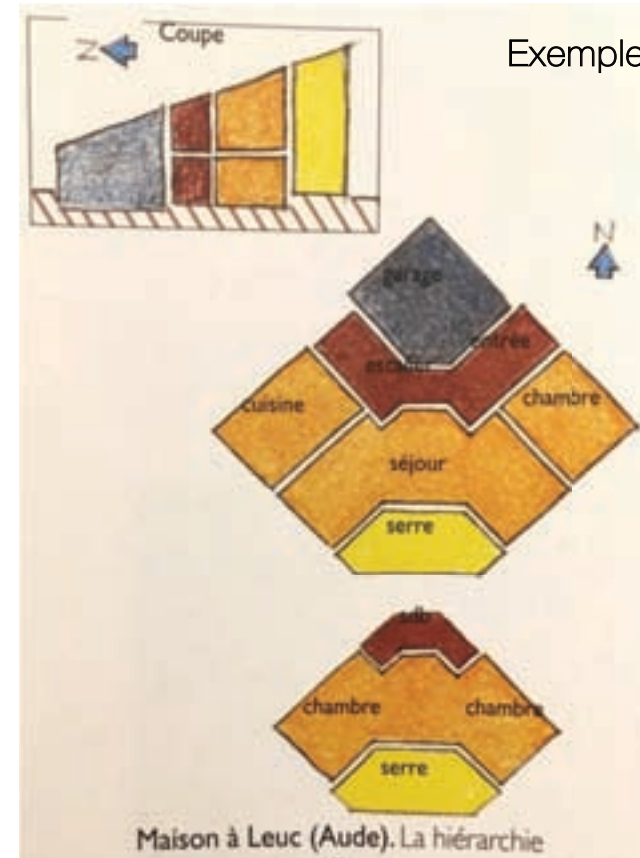
Logement

- Organiser les espaces selon les besoins

Principe du zonage thermique



Exemple



Source : J.-P. Oliva - La conception bioclimatique

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

Bureaux

- Organiser les espaces selon les besoins

Favoriser le Nord

Dimensionner les vitrages en fonction des apports de lumière naturelle

Source : J.-P. Oliva - La conception bioclimatique

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver

= capter le soleil

Implanter le bâtiment en fonction des masques solaires (bâtiments voisins, végétation)



Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver

= capter le soleil

Directement, par des baies vitrées...

➤ 1/6 de la Shab (Surface habitable)

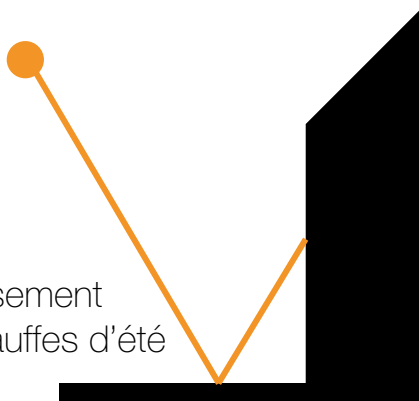
≈ 17 %

(contrainte réglementaire RT 2012)

➤ Pas trop pour éviter les surchauffes en été et de grever le budget !

(jusqu'à environ 25 à 30 % de la Shab)

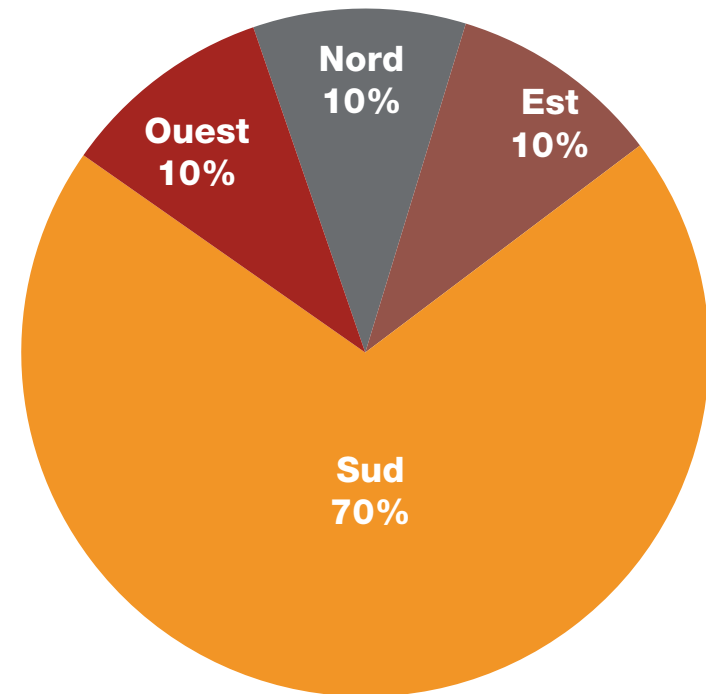
Indirectement, par l'albédo (réflexion du sol)



Mais :

- > Attention à l'éblouissement
- > Attention aux surchauffes d'été

... bien réparties sur les différentes façades.



(Ordres de grandeur, marges de manœuvre importantes)

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver

= capter le soleil

Stocker le surplus d'énergie le jour pour l'utiliser le soir ou la nuit (inertie)

- En fait, impact négligeable sur les économies d'énergie en hiver

Jouer avec le climat

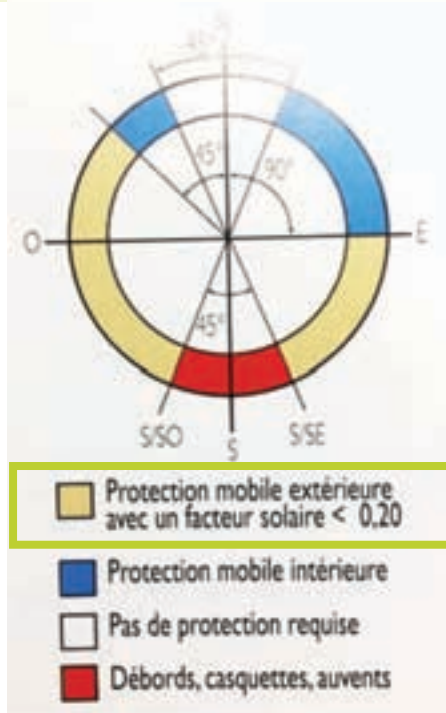
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

Protections solaires



Le brise-soleil orientable (BSO)



Source : J.-P. Oliva
La conception bioclimatique

Lycée du Pays de Retz – Pornic
Architectes : AIA Life Designers

Jouer avec le climat

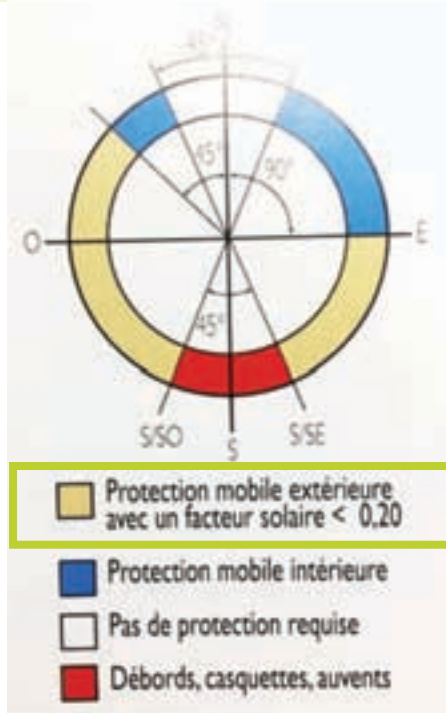
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

Protections solaires



Le brise-soleil mobile sur mesure



DDTM du Morbihan - Vannes
Architectes : AIA Life Designers
Photographe : Guillaume Satre

Source : J.-P. Oliva
La conception bioclimatique

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

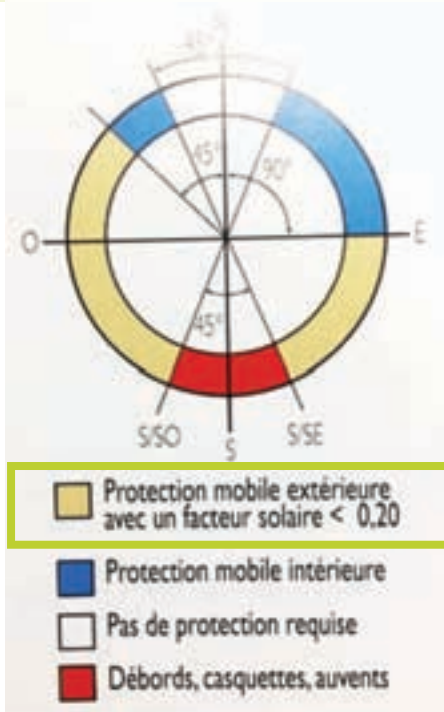
Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

Protections solaires

Le store extérieur



Source : J.-P. Oliva
La conception bioclimatique

DDTM du Morbihan - Vannes
Architectes : AIA Life Designers
Photographe : Guillaume Satre

Jouer avec le climat

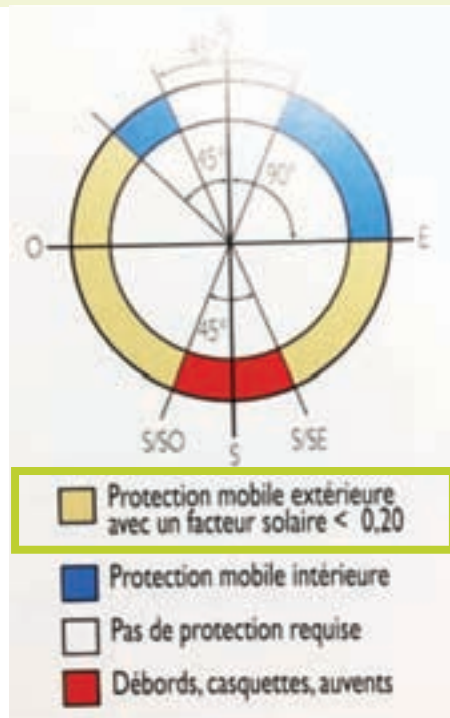
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

Protections solaires



Les volets



Extension « Chez Claude »

Architectes : Vendredi

Photographe : François Dantart

Source : J.-P. Oliva
La conception bioclimatique

Jouer avec le climat

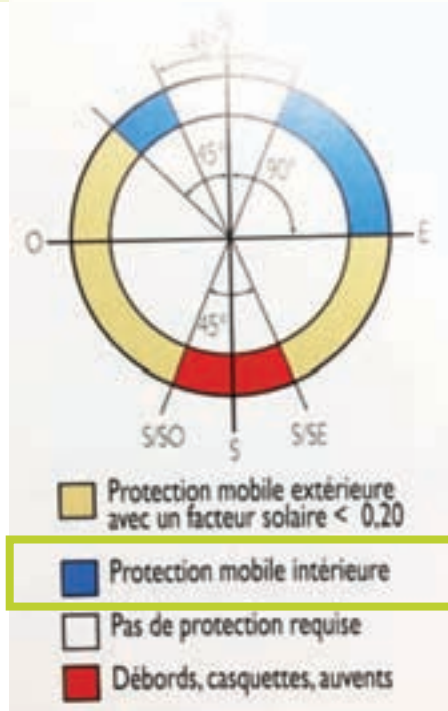
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

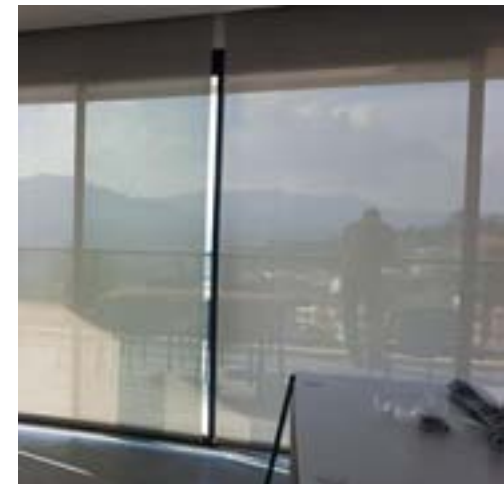
Protections solaires



- Le plus réfléchissant possible (sur la face côté vitrage)
- Le moins de transmission solaire possible (éventuellement un peu de transmission lumineuse, surtout dans des bureaux)



53 habitations HLM, Saint-Nazaire
Architectes : Lacaton & Vassal
Photographe : Philippe Ruault



Source : J.-P. Oliva
La conception bioclimatique

www.stores-aegitna-mandelieu.com

Jouer avec le climat

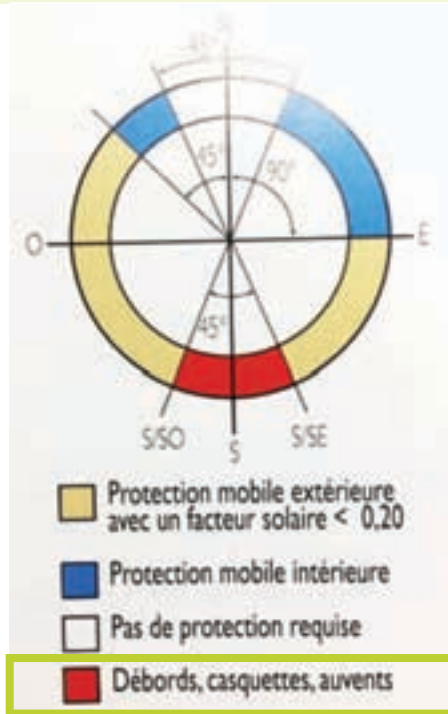
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

Protections solaires



Source : J.-P. Oliva
La conception bioclimatique



Sylvie – maison passive
Architectes : Vendredi
Photographe : François Dantart

Jouer avec le climat

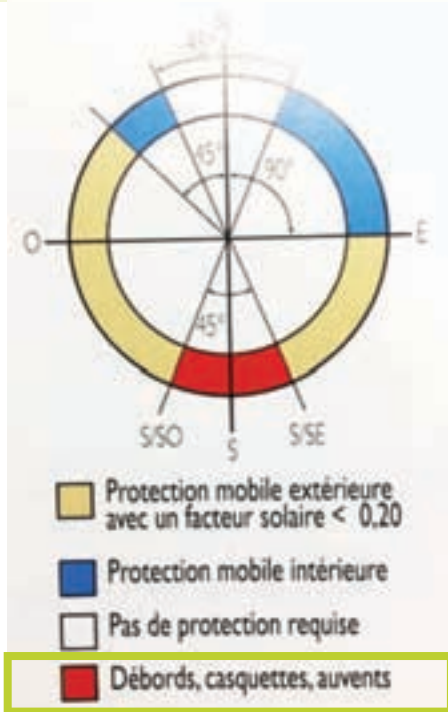
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

Protections solaires



Extension 60
Pineau-Briand Architectes

Source : J.-P. Oliva
La conception bioclimatique

Jouer avec le climat

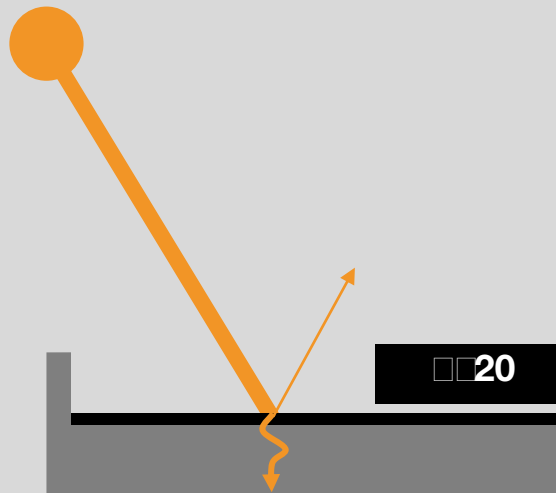
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

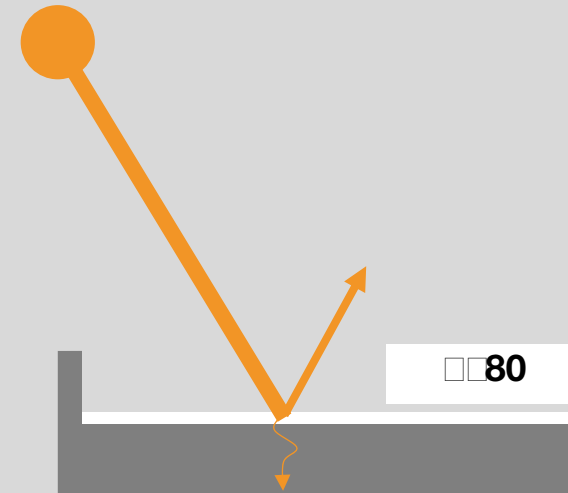
= se protéger du soleil

Parois claires pour augmenter la réflexion du rayonnement solaire et limiter l'absorption



> Sur toutes les parois, mais prioritairement en toiture (insolation supérieure)

> Efficace surtout dans les climats à forte insolation



Jouer avec le climat

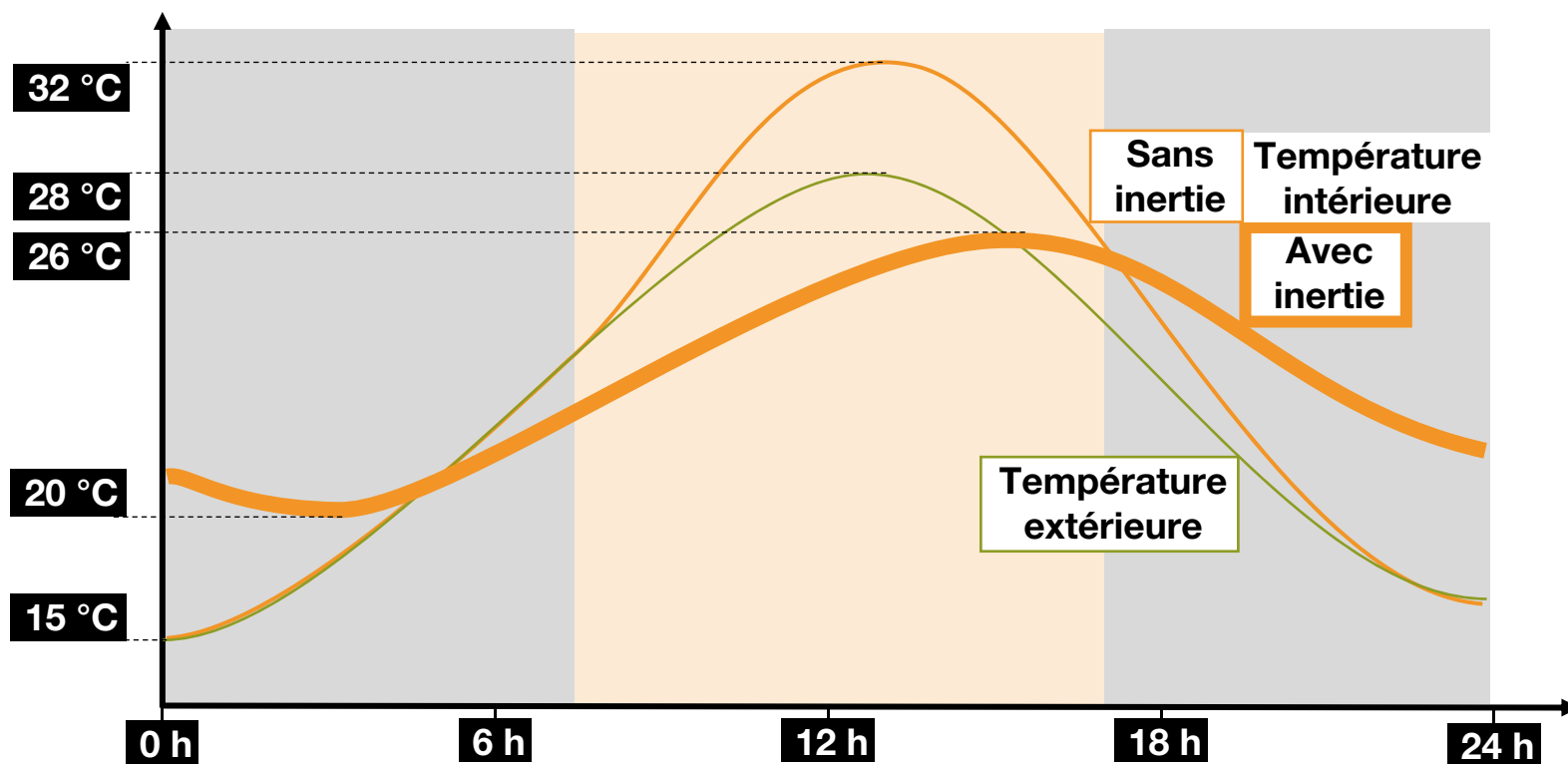
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

Stocker l'énergie excédentaire le jour et l'utiliser ou l'évacuer la nuit : inertie de stockage



Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

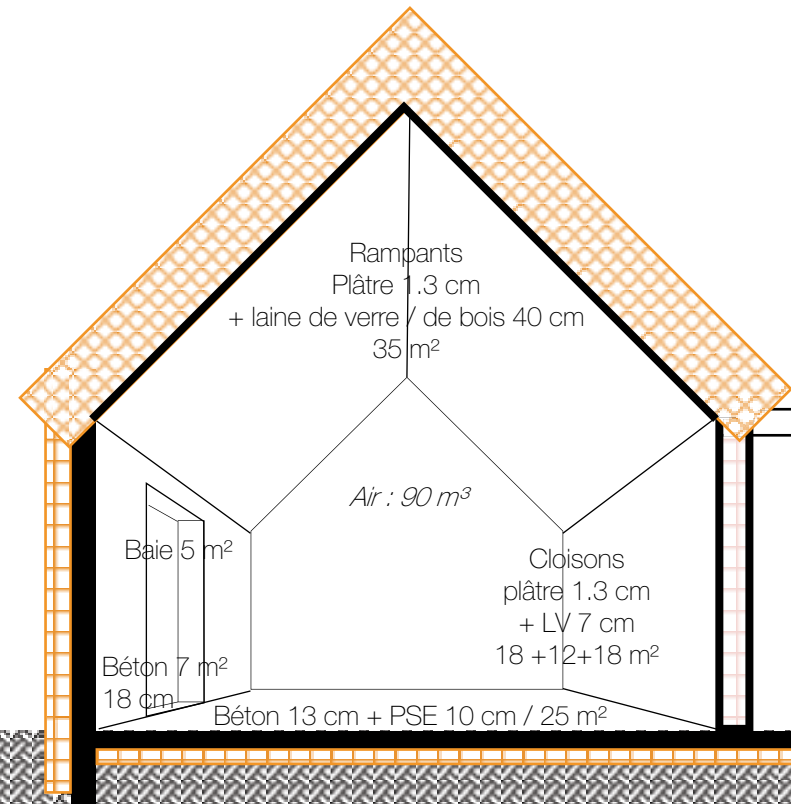
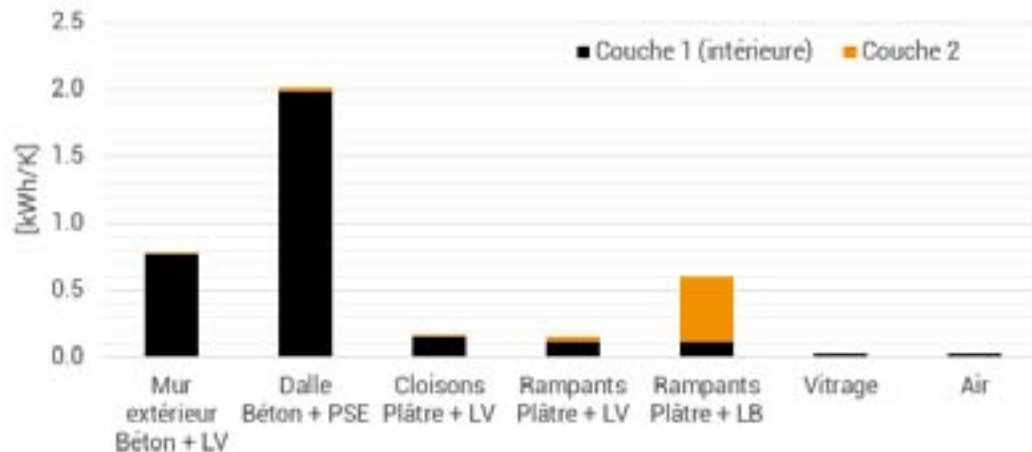
- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été

= se protéger du soleil

En climat chaud ou en l'absence de ventilation naturelle possible : augmenter l'inertie de transmission

Notamment en toiture (reçoit le plus d'énergie solaire)

Capacité de stockage thermique par élément



Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été
- **Être adaptable en mi-saison**

Protections solaires mobiles (*éventuellement horizontales fixes au Sud*)

À manœuvrer **avant** la surchauffe

- Nécessité d'un voyant ou d'un thermomètre (dès 24 °C intérieur)
- À l'Est et à l'Ouest, les protections mobiles verticales sont à manipuler régulièrement durant la matinée ou l'après-midi pour adapter l'orientation des lames à l'azimut du soleil

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le climat

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été
- **Être adaptable en mi-saison**

Ventilation naturelle par ouverture des fenêtres

Siège de Multiplast

Architectes : Cédric Smal et Pierre Georget

Photographe : François Dantart



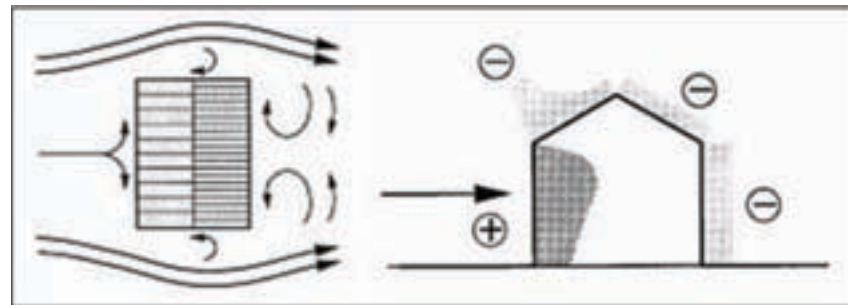
Surface minimale d'ouvrants

La réglementation thermique 2012 impose que **chaque local** occupé dispose d'une **ouverture sur l'extérieur supérieure à 30 % de la surface de ses baies**

Attention aux protections solaires qui empêchent la ventilation naturelle !...

Zones traversantes

= 2 façades avec ouvrants sur des orientations différentes



Jouer avec le climat

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été
- **Être adaptable en mi-saison**

Ventilation naturelle par tirage thermique

La réglementation thermique 2012 accepte que **chaque local** occupé qui dispose d'une hauteur de 4 m entre le point bas de son ouverture la plus basse et le point haut de son ouverture la plus haute, avec **une surface totale d'ouvrant supérieure à 10 % de la surface totale de ses baies.**

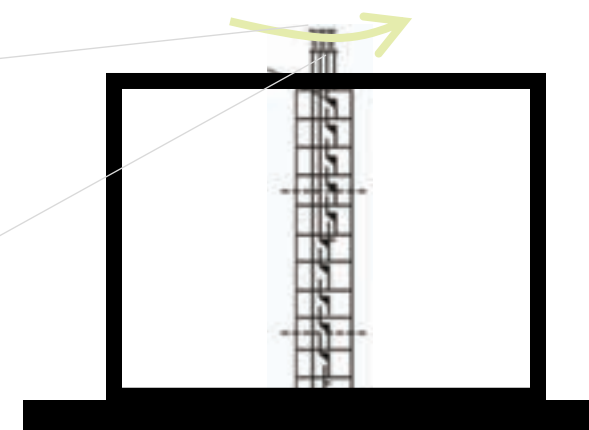
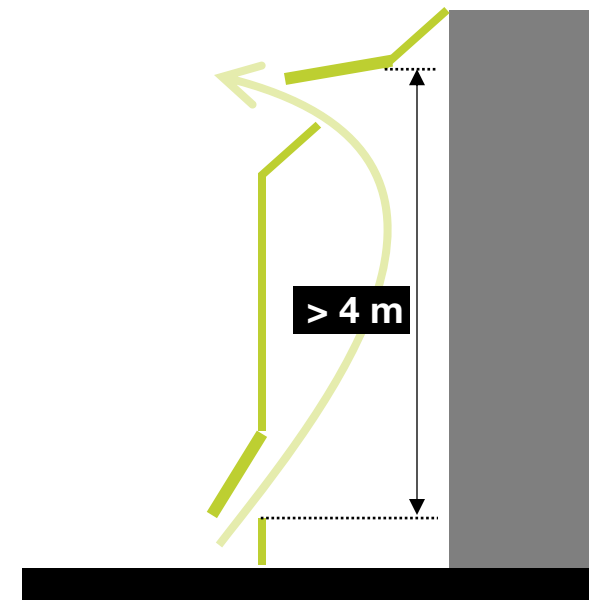
C'est l'application du tirage thermique, par exemple dans les atriums. Source : arrêté du 26 octobre 2010

Ventilation naturelle par tirage éolien

Ventilation naturelle pour l'air hygiénique : besoin d'assistance mécanique en cas de ventilation naturelle insuffisante



Source : VTI



Jouer avec le climat

Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été
- Être adaptable en mi-saison
- **Maximiser l'éclairage naturel**

Objectifs

- Confort visuel, psychologique ;
- Diminuer les consommations d'éclairage artificiel (*principalement pour les bureaux, la consommation étant faible en logements*)

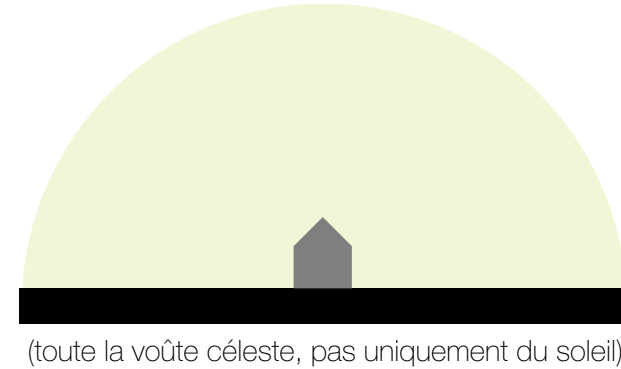
Limiter les masques

- Proches : limiter l'épaisseur des parois, casquettes, masques latéraux, etc.
- Lointains : distance avec les immeubles voisins

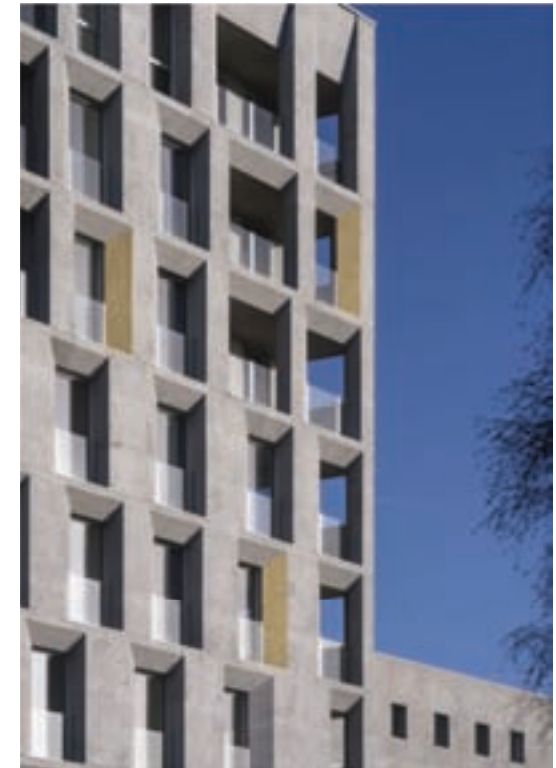
Augmenter la réflexion des parois des masques

Attention à l'éblouissement !...

- En contradiction avec la minimisation des apports solaires d'été : calculs et arbitrages à réaliser !



(toute la voûte céleste, pas uniquement du soleil)



Îlot des îles

Architectes : Nicole Garo et Marc Boixel

Jouer avec le climat

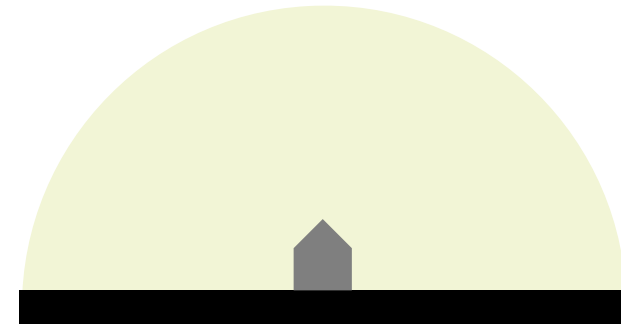
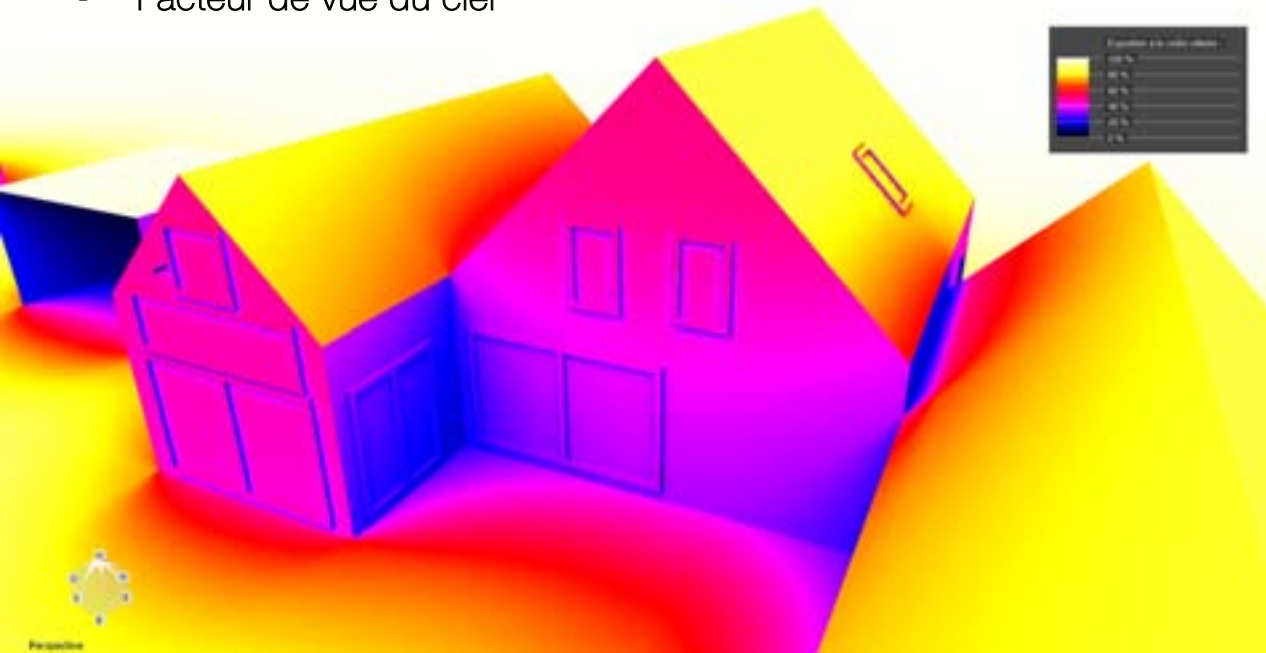
Limiter les pertes

Jouer avec le soleil

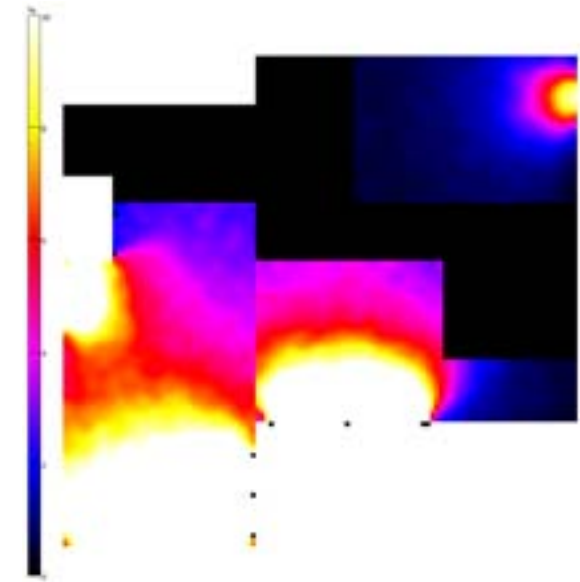
- Organiser les espaces selon les besoins
- Maximiser les apports gratuits en hiver
- Minimiser les apports gratuits en été
- Être adaptable en mi-saison
- *Maximiser l'éclairage naturel*

Réaliser des études d'éclairage

- FLJ = Facteur de Lumière du Jour
- Facteur de vue du ciel



(toute la voûte céleste, pas uniquement du soleil)



Images réalisées sous Archiwizard
Étude du projet GU30
Hugo Cardin architecte

Jouer avec le climat

Limiter les pertes

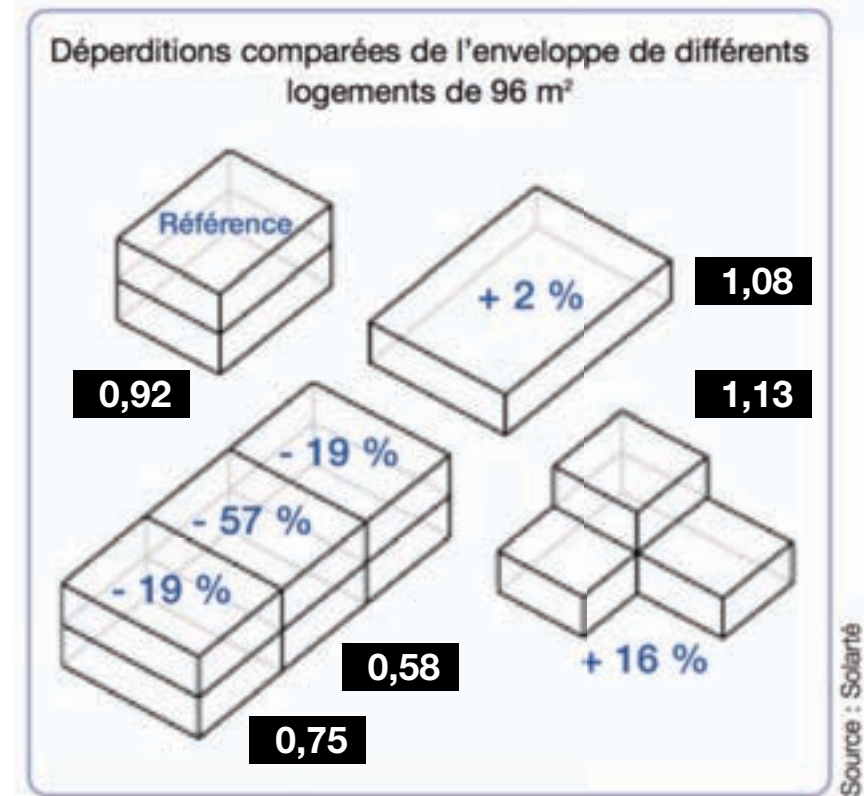
Améliorer la performance du bâti**= limiter les pertes de chaleur (« thermique du bâtiment »)**

- Compacité

Coefficient de forme : Surface déperditive / Volume chauffé

 $\text{m}^2 \text{ déperditifs} / \text{m}^3 \text{ chauffés}$

- Importance de la mitoyenneté
- Importance des planchers sur terre-plein (-20 % de déperditions en ordre de grandeur)



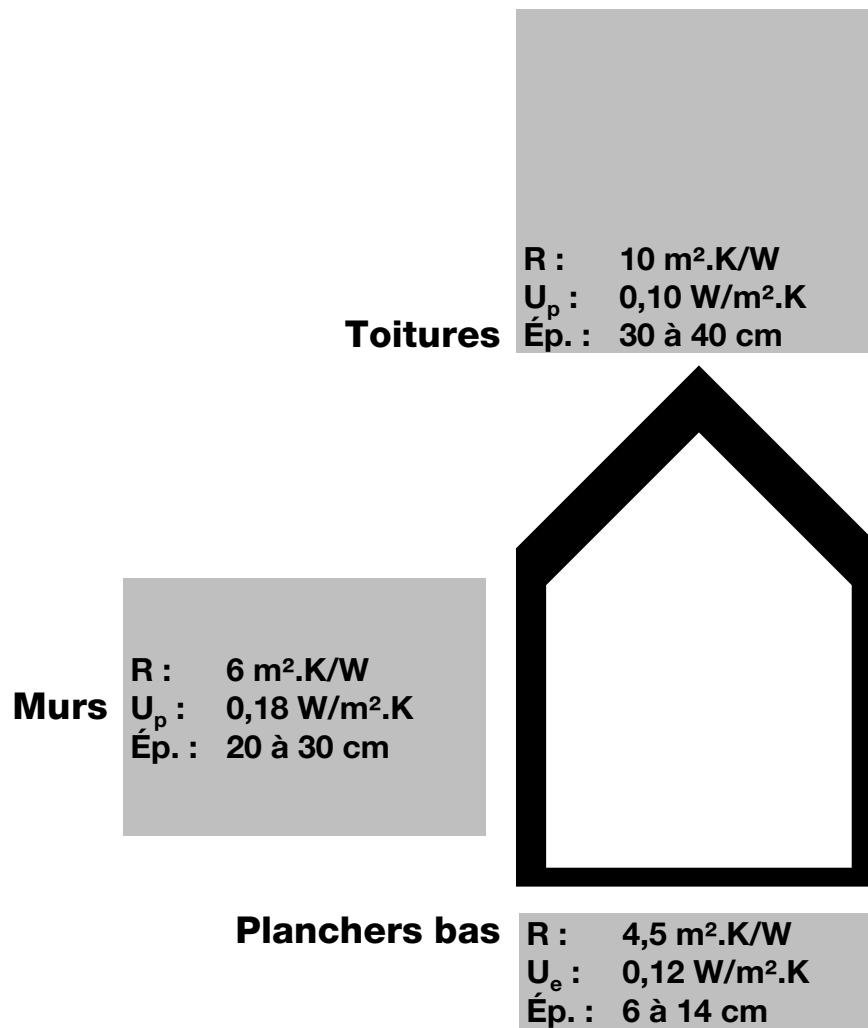
Source : Effinergie, Solarté

Améliorer la performance du bâti

- Compacité
- Performance des parois

= limiter les pertes de chaleur (« thermique du bâtiment »)

Opaques



Améliorer la performance du bâti

= limiter les pertes de chaleur (« thermique du bâtiment »)

- Compacité
- Performance des parois

Vitrées

Coefficient de transmission thermique

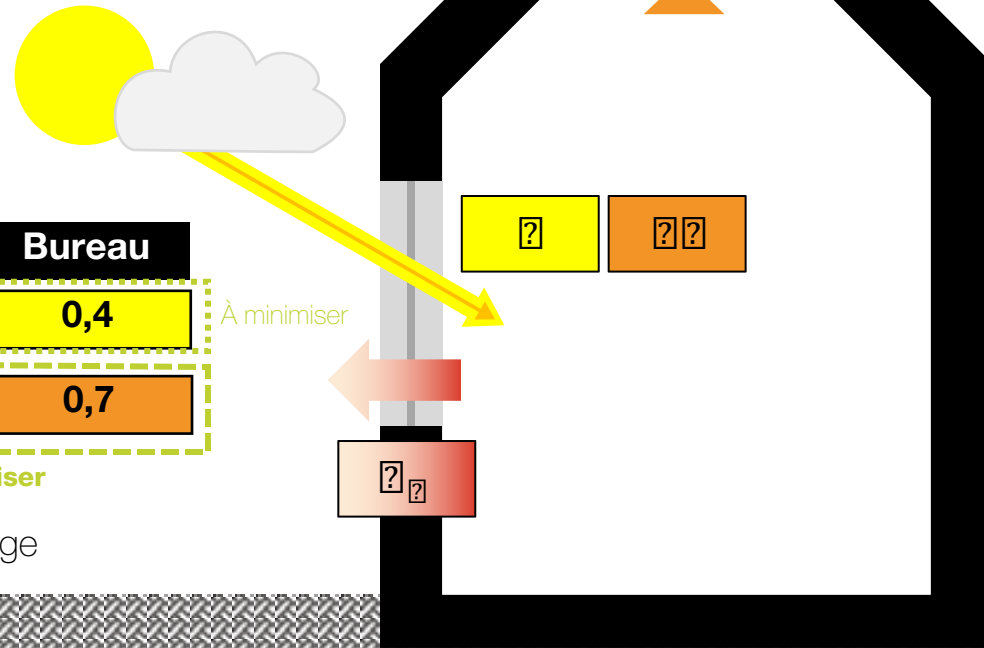
< 1,3 W/m².K (double vitrage)
 Selon le climat, le triple vitrage est envisageable (≈ 0,7 W/m².K)

Valeurs conseillées en début de conception, à affiner ensuite avec les calculs :

	Logement	Bureau
Facteur solaire	0,6	0,4
Transmission Lumineuse	0,8	0,7

À maximiser

À minimiser



Le couple g-TL est défini par les caractéristiques du vitrage

Jouer avec le climat

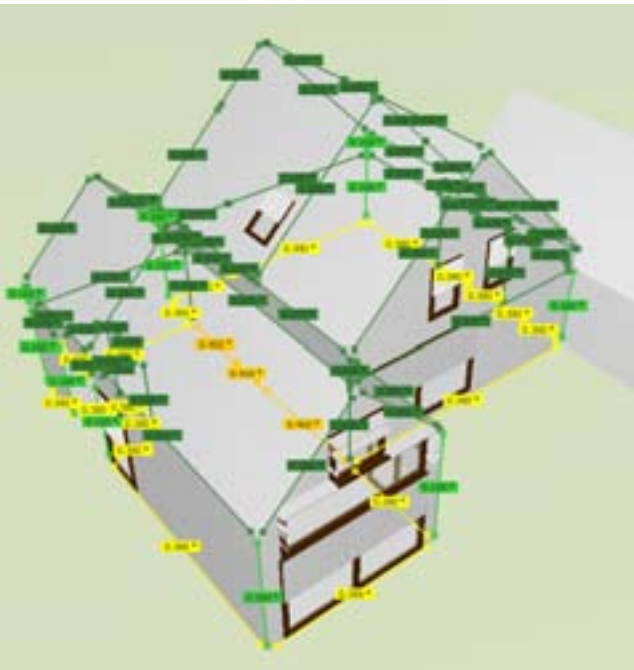
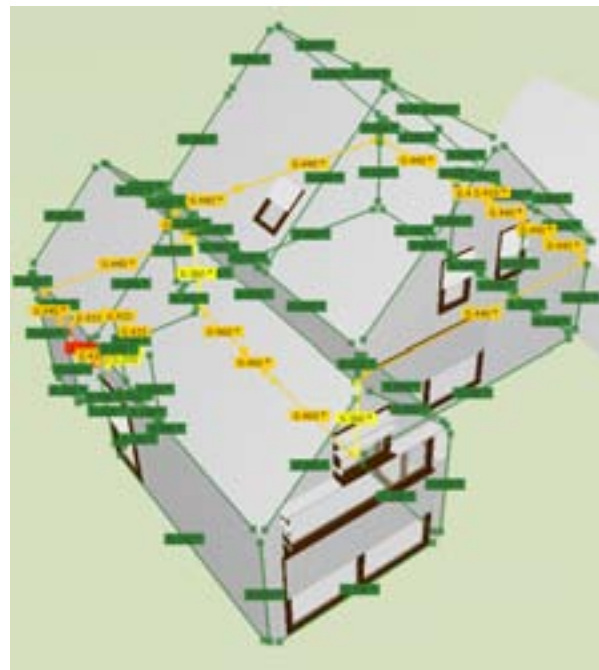
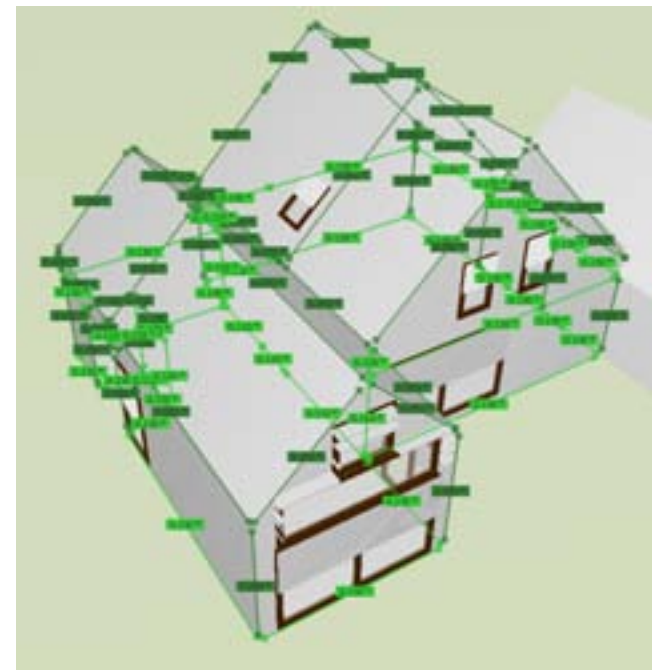
Limiter les pertes

Améliorer la performance du bâti**= limiter les pertes de chaleur (« thermique du bâtiment »)**

- Compacité
- Performance des parois

Ponts thermiques

Exemple de comparaison pour 3 types constructifs

Isolation par l'extérieur**Isolation par l'intérieur****Isolation entre ossature bois**

Améliorer la performance du bâti

- Compacité
- Performance des parois
- Ventilation

Étanchéité à l'air

- Limiter les fuites d'air parasites dans l'enveloppe pour :
 - Limiter les consommations énergétiques en maîtrisant davantage les débits d'air hygiéniques ;
 - Limiter les risques de désordres (humidité dans les parois notamment).
- En conception :
 - Penser à la continuité de la membrane d'étanchéité à l'air pour les détails constructifs complexes ;
 - Limiter les traversées de parois (événements d'évacuation des eaux usées en toiture, entrées ou sorties d'air, etc).

Tirer parti du contexte

pour **limiter les consommations énergétiques** et **les émissions de gaz à effet de serre**

Et pour **améliorer le confort !**

Approche **multicritère, complexe, et itérative** :

Pas de méthode toute faite, **vos synapses** sont **un maillon fondamental du processus de conception !**



Merci de votre attention !



EHPAD Sainte-Famille, Nueil=les-Aubiers, Ad Hoc architecture