



Le confort d'été

Zoom sur les protections solaires

Envirobat Grand Est energivie.pro – 08/10/2020

Terranergie - Vincent COLIATTI



Contexte

- En France, on dépense chaque année **51 milliards d'euros** pour se chauffer (*uniquement pour le logement*) soit environ **1700 euros par an** pour une famille. *chiffres 2017*
- Le bâtiment représente **30% des émissions de gaz à effet de serre (GES)** et 43 % de la consommation finale d'énergie.
- *Selon les projections, la consommation énergétique des bâtiments pourrait doubler, voire tripler, d'ici 2050.*

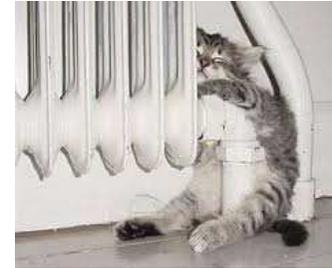
Les facteurs principaux d'insatisfaction dans un logement



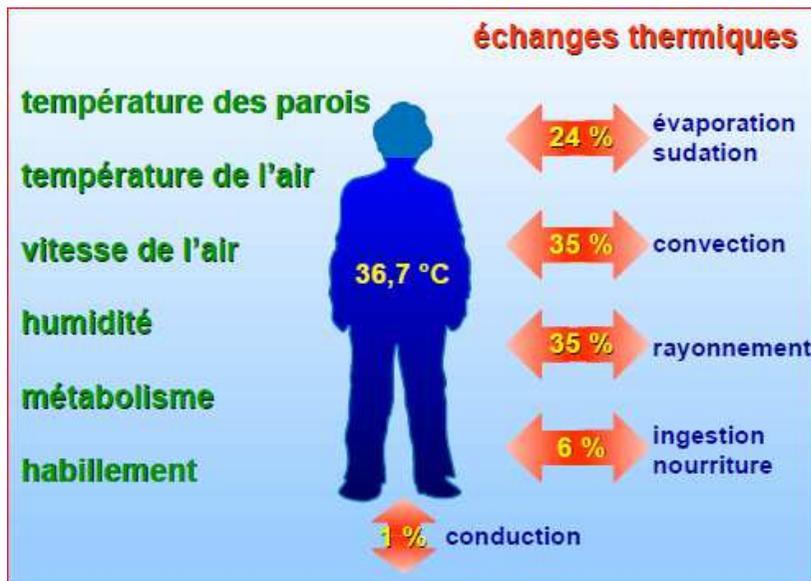


Confort Thermique

pièce maitresse d'un bâtiment passif



Le confort thermique est optimale lorsque **la chaleur dégagée par le corps humain est en équilibre avec sa production de chaleur** (cf. équation de confort de Fanger).



Notre corps dégage de la chaleur et les échanges thermiques avec l'extérieur lui permettent de maintenir une température de 37°C (34°C environ sur la surface de la peau).

Quid en été, quand la température dépasse 34°C :

- les échanges thermiques (rayonnement et convection) ne permettent plus de refroidir notre corps.
- Il ne reste que la sudation (transfert d'humidité) pour refroidir notre corps.



Pourquoi ça surchauffe ?

Car nous chauffons involontairement toute l'année notre bâtiment par des apports d'énergie :

- Les **APPORTS INTERNES** dus à l'occupation,
- Les **APPORTS SOLAIRES** par les ouvertures et les parois opaques.

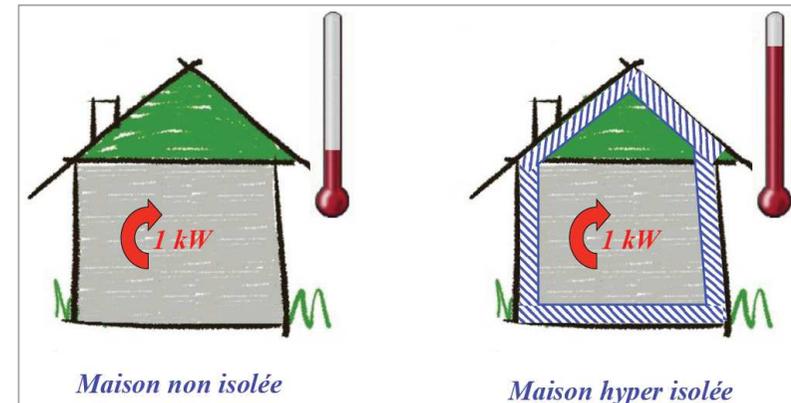
La Température moyenne intérieure est donc toujours supérieure à la Température moyenne extérieure.

Et plus un bâtiment est isolé, plus sa température est sensible aux apports « gratuits »...

... dû à sa faible déperditions de chaleur en été.

Mais ce dernier paramètre est lié au confort d'hiver et à sa facture de chauffage (mais aussi des Gaz à Effet de Serre émis).

Il est donc important de trouver un optimum entre été et hiver et en fonction de la localité du projet.



D'où viennent les surchauffes ?

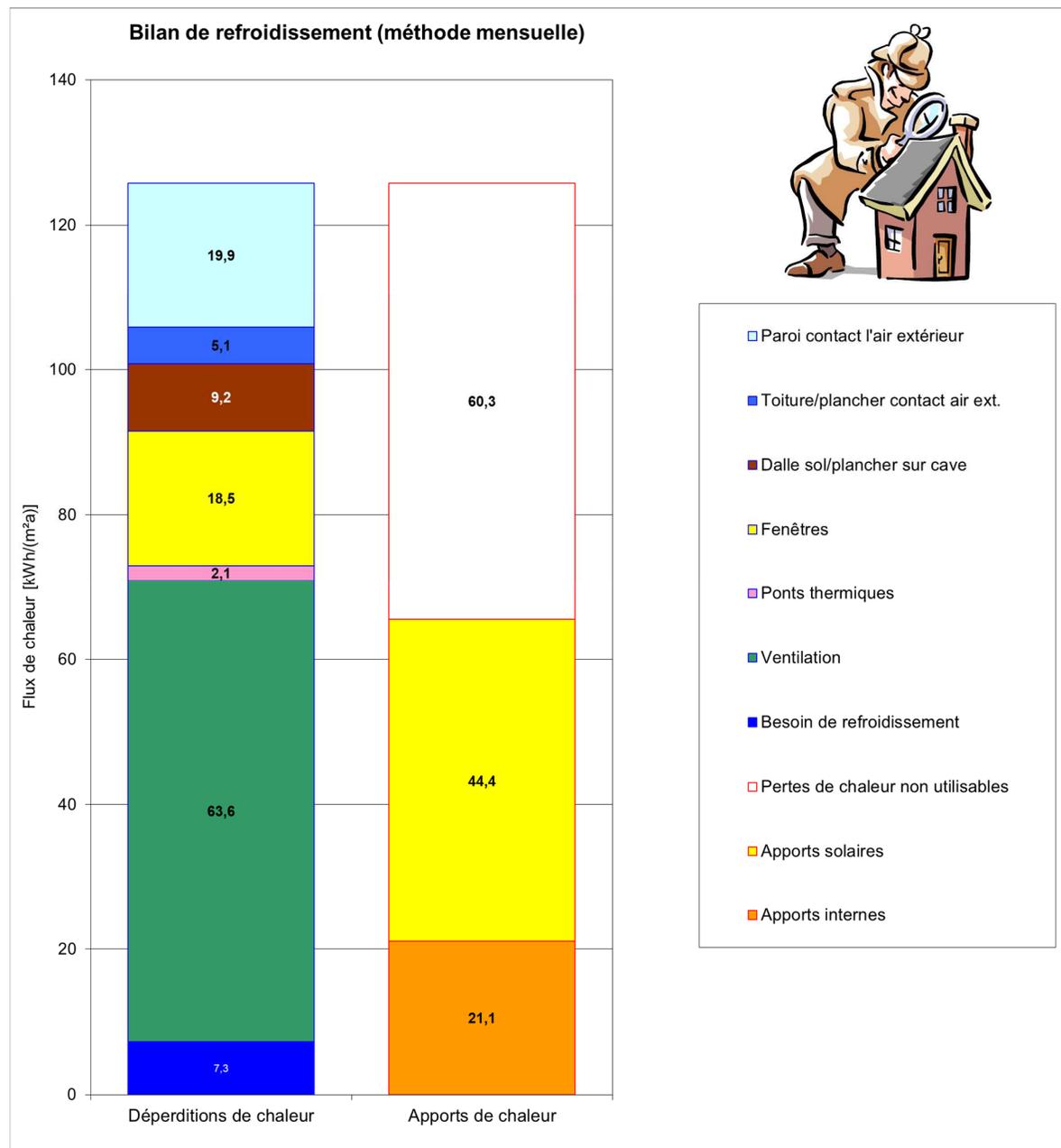
Graphique déperditions / Apports de chaleur en été au-delà de 25° C.

- des apports internes 32 % ;
- des apports solaires 68% ;

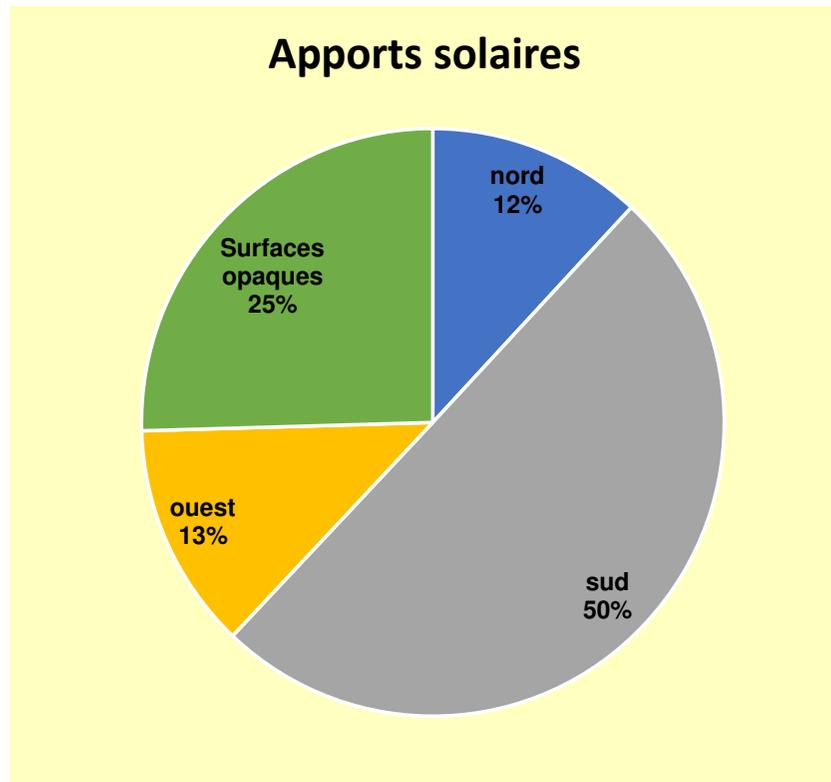
... du manque de déperditions de chaleur en été

Mais ce dernier paramètre est lié au confort d'hiver et à sa facture de chauffage.

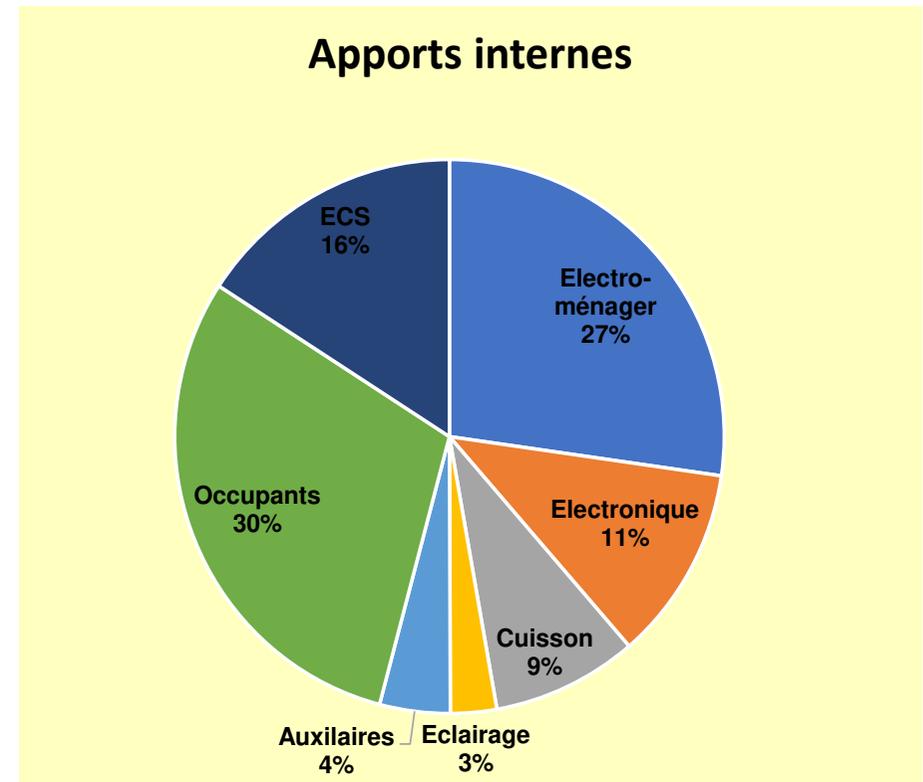
Il est donc important de trouver un optimum entre été et hiver et en fonction de la localité du projet.



Apports solaires 68%



Apports internes 32 %



Les causes du problème de la surchauffe sont multiples.

L'approche et la conception doivent l'être aussi pour appréhender le problème et concevoir des bâtiments confortables.

Zoom sur la protection solaire

1. **Les protections fixes** : casquettes, débords de toiture, etc.
2. **Les protections mobiles** : volets roulants, persiennes, BSO, stores intérieurs, stores screen, etc.



Bioclimatisme ou l'influence de l'orientation

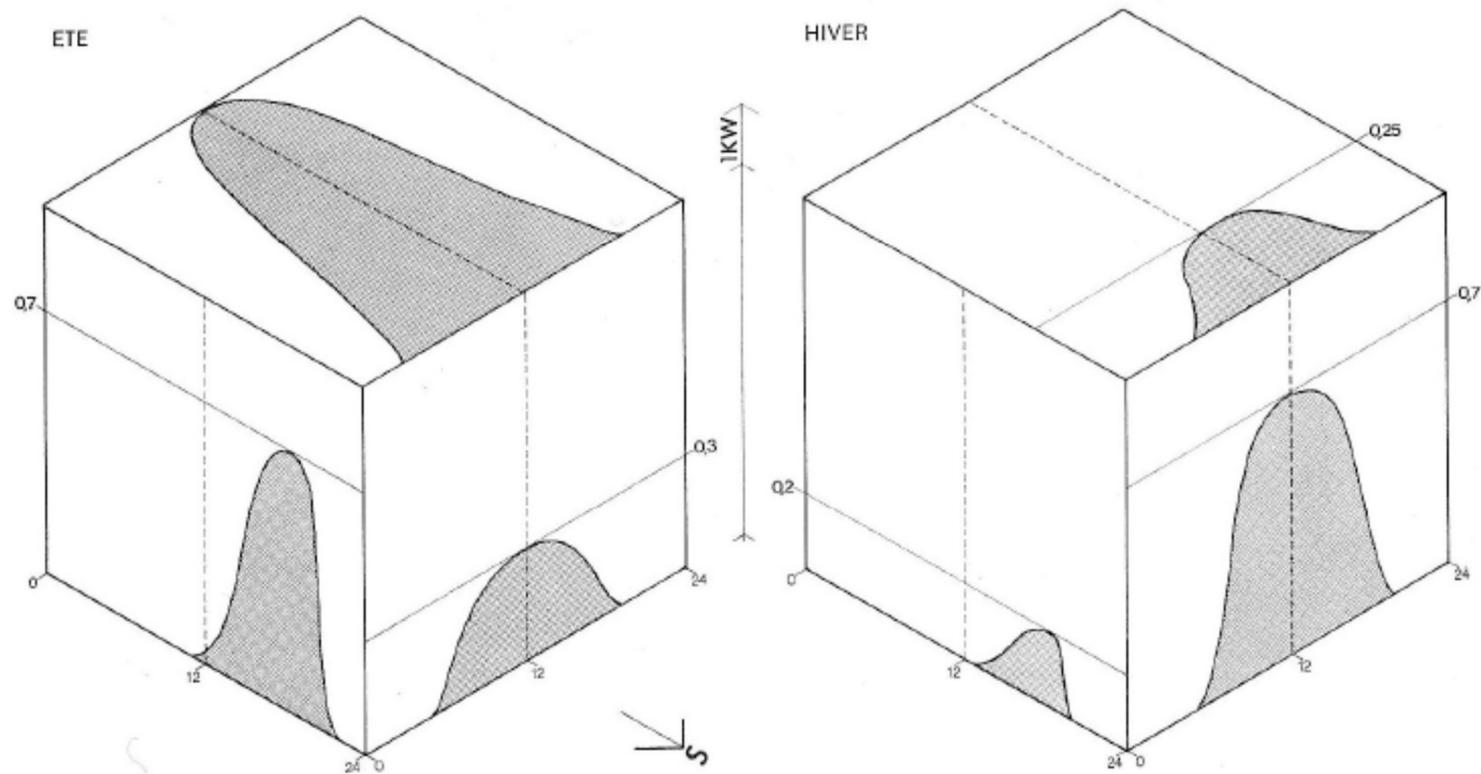
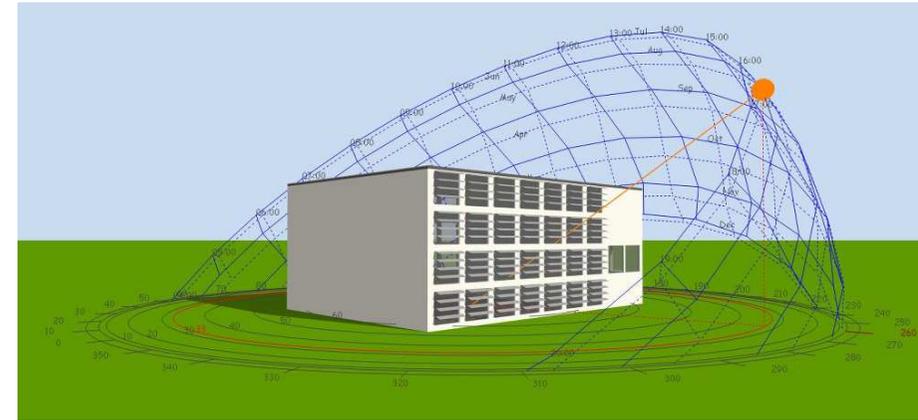
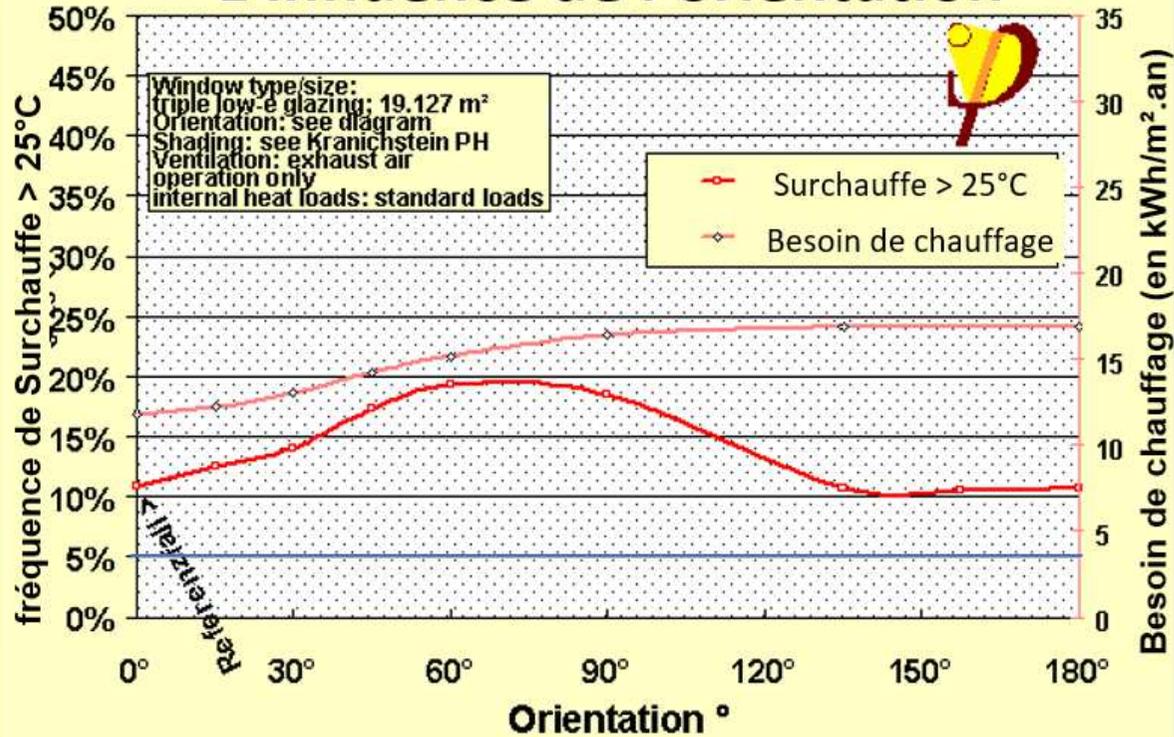


Figure 8 : REPARTITION DES PUISSANCES REÇUES DU SOLEIL SUIVANT LES ORIENTATIONS DES FAÇADES D'UNE CONSTRUCTION EN HIVER ET EN ETE. L'hiver c'est la façade sud qui reçoit le plus, l'horizontale et la façade ouest reçoivent très peu. En été, c'est l'horizontale qui est la plus éclairée, suivie de la façade ouest et de la façade sud. A noter la différence des heures où les puissances reçues sont maximales.

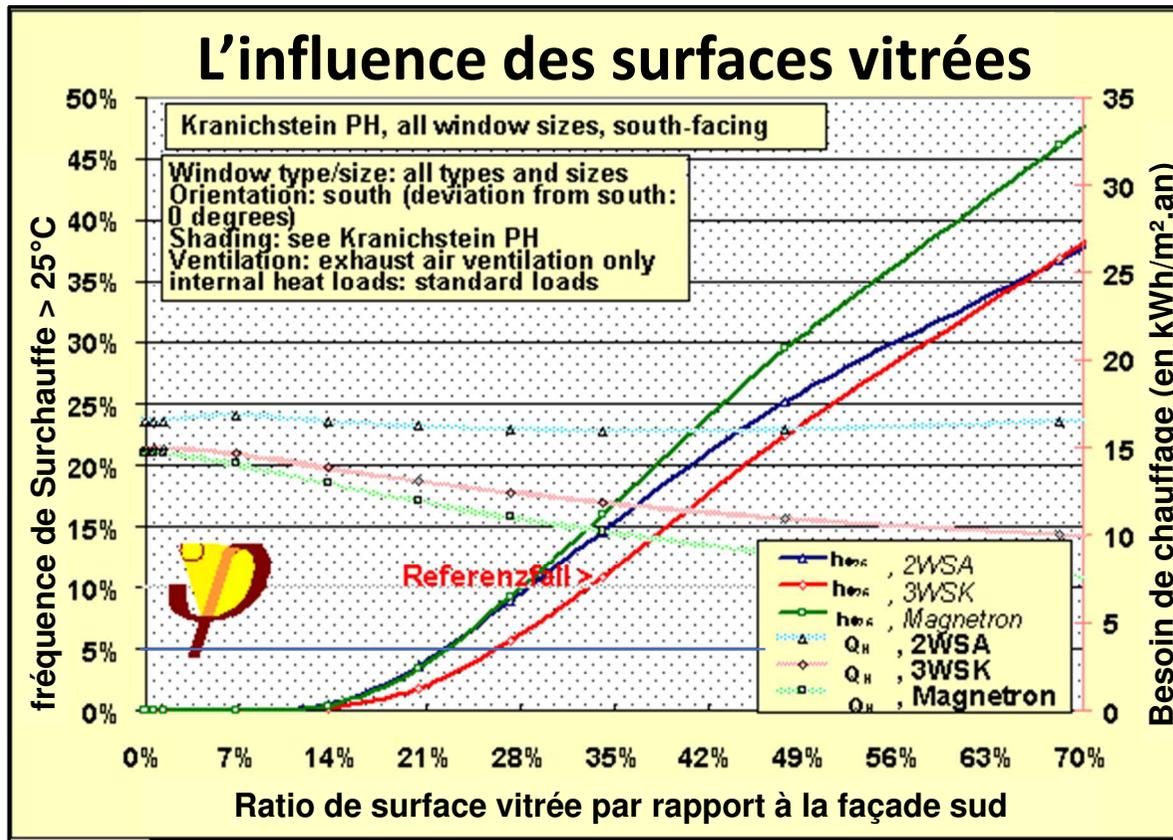
L'influence de l'orientation



Un bâtiment orienté (vitré) à l'ouest ou à l'est surchauffera 2 fois plus qu'un bâtiment orienté au Sud et consommera 50% de chauffage en plus !!

- L'orientation optimale entre été et hiver est de + ou - 30° par rapport à l'orientation sud.
- Les bâtiments avec de grandes surfaces vitrées principalement orientées vers l'est ou l'ouest ont des problèmes de confort d'été.
- Une analyse plus détaillée montre que de trop grandes surfaces vitrées orientées au sud, provoque des phénomènes de surchauffe plus fréquents.

L'influence des surfaces vitrées



g = facteur solaire du vitrage : % d'énergie passant à travers le matériau par rapport à l'énergie solaire reçue.

Sw = g x clair de vitrage d'une menuiserie (dépend de la dimension de la ME)

Un ratio Surface menuiseries sur Surface façade Sud maximum de 26 % en triple vitrage ($g=50\%$).

Avec un double vitrage ($g=60\%$), ce ratio est portée à 20%

h = Surchauffe > 25°C

Q_H = Besoin de chauffage

2WSA = Double Vitrage

3WSA = Triple Vitrage

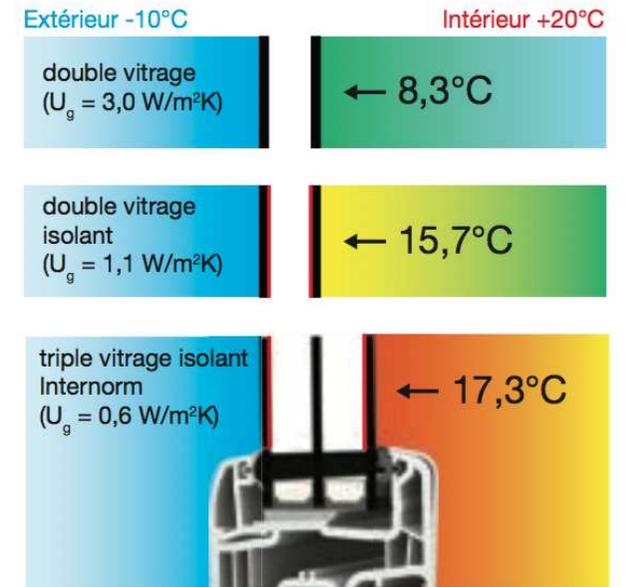
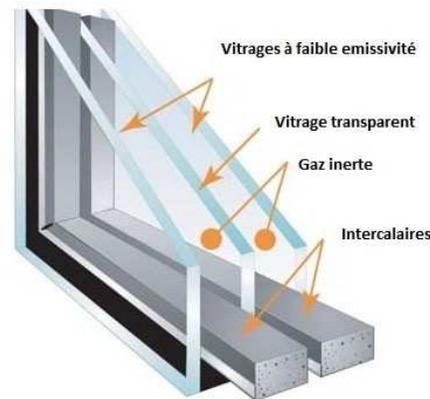
Magnétron = Triple Vitrage « solaire » avec $g>60\%$

Choix des vitrages

Double vitrage contre triple vitrage ? La guerre des Trois (vitrages) n'aura pas lieu !

- Un bâtiment isolé équipé de Double Vitrage surchauffera de 50% de plus et consommera 33% de plus qu'un bâtiment équipé de Triple Vitrage.
- L'installation de Triple Vitrage permet de réduire les apports solaires et permet donc au bâtiment d'être moins fortement impacté en été.

vitrage	simple vitrage	double vitrage	double vitrage isolé	triple vitrage
U_g (W/m^2K)	5.60	2.80	1.20	0.65
Ob.-Temp.	-1.8 °C	9.1 °C	15.3 °C	17.5 °C
g	0.92	0.80	0.62	0.48



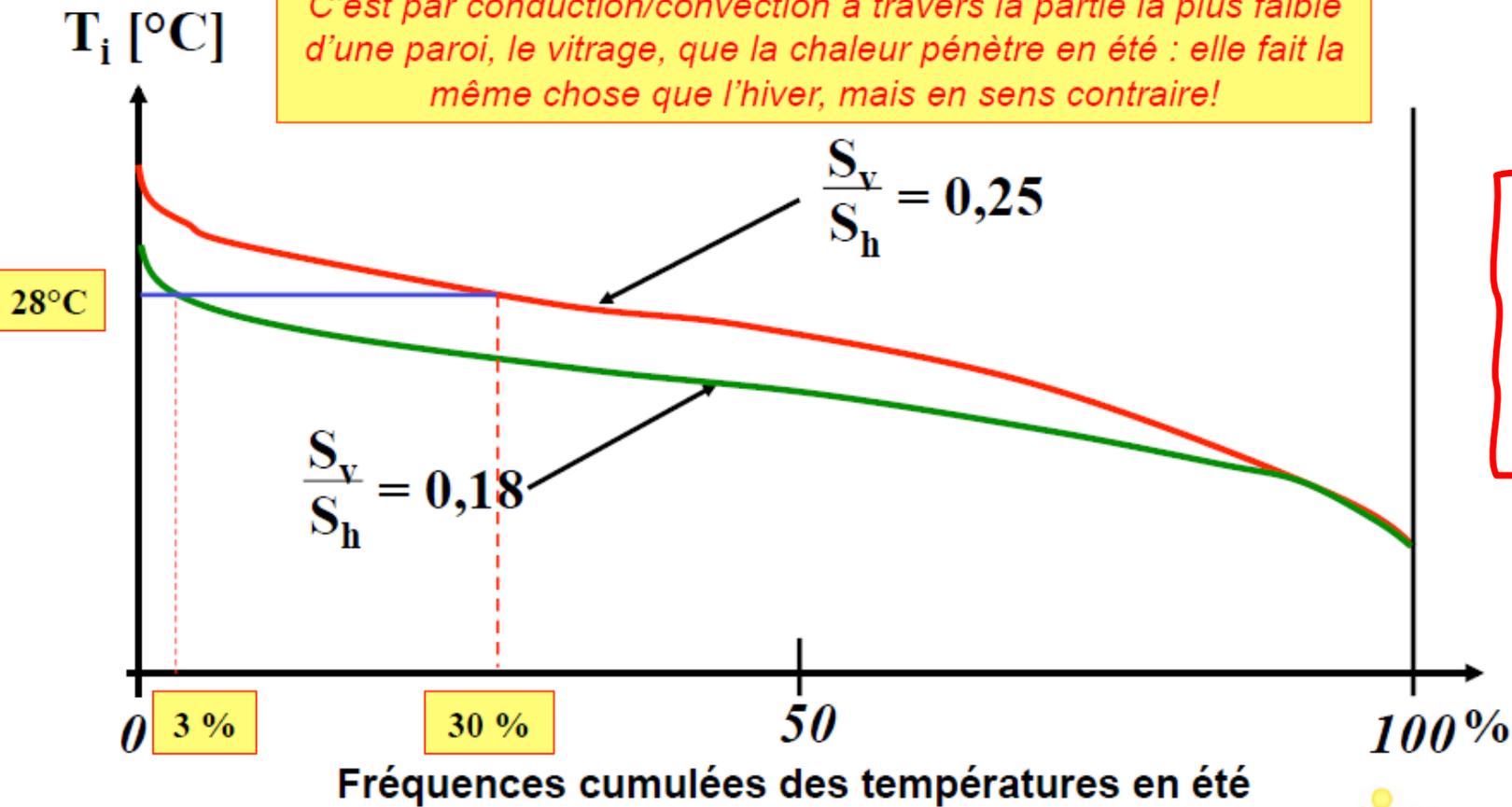
Prix Triple Vitrage 4:/18/4/18/:4 ($U_g=0.5 W/m^2.K$): **60 €/m² HT**

Le rapport $S_{\text{vitrée}} / S_{\text{hab}}$

Impact très négatif des surfaces vitrées sur les surchauffes



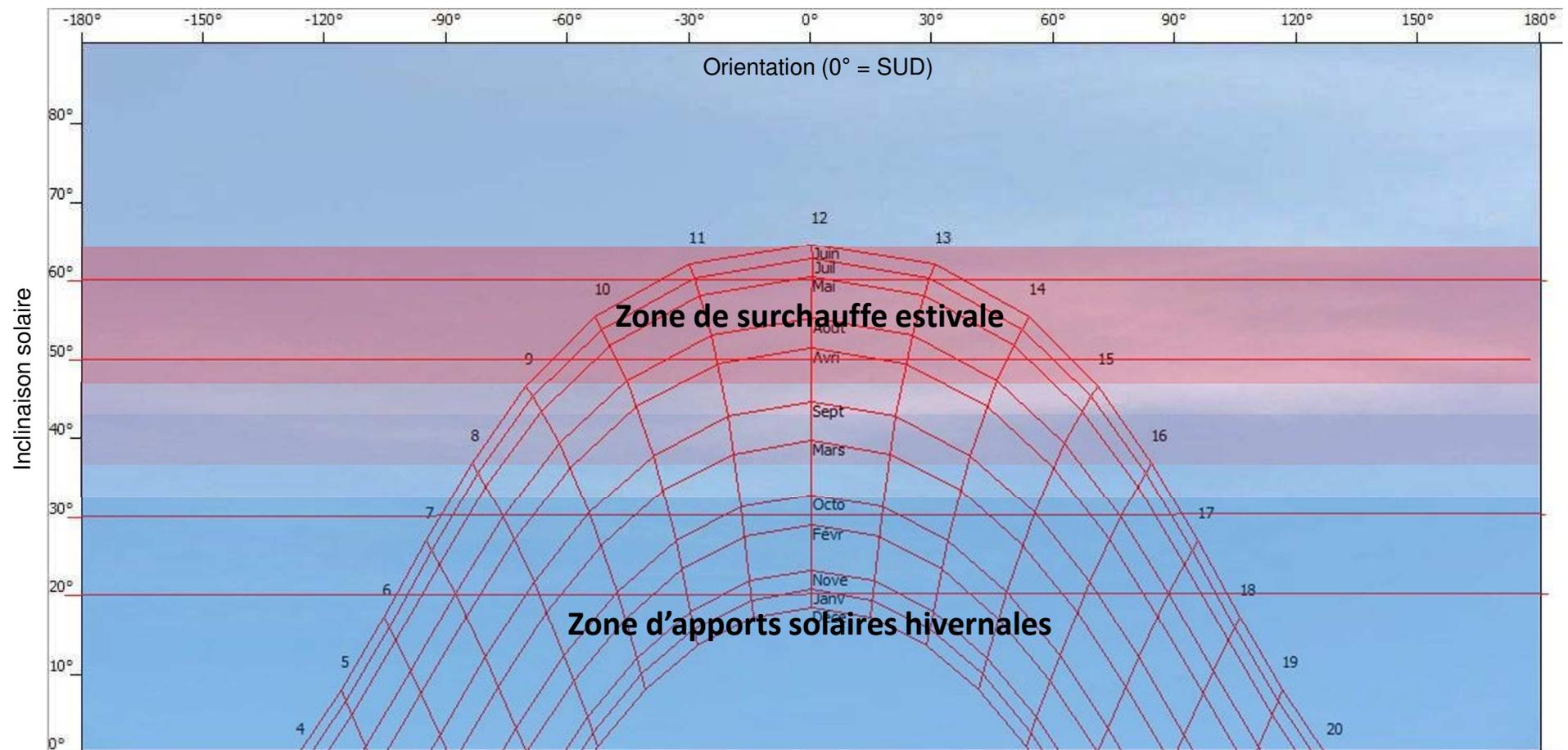
C'est par conduction/convection à travers la partie la plus faible d'une paroi, le vitrage, que la chaleur pénètre en été : elle fait la même chose que l'hiver, mais en sens contraire!



Un ratio Surface de menuiseries sur Surface habitable maximum de 20 %

Comment dimensionner une protection solaire fixe

Exemple de courbe solaire à Strasbourg

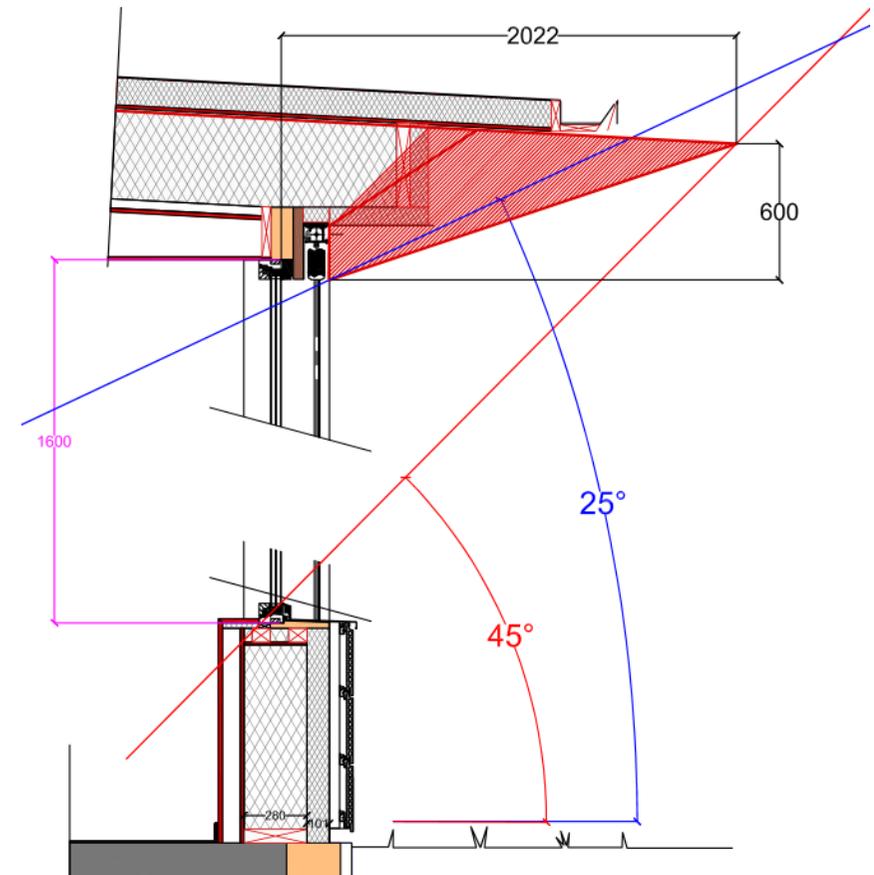
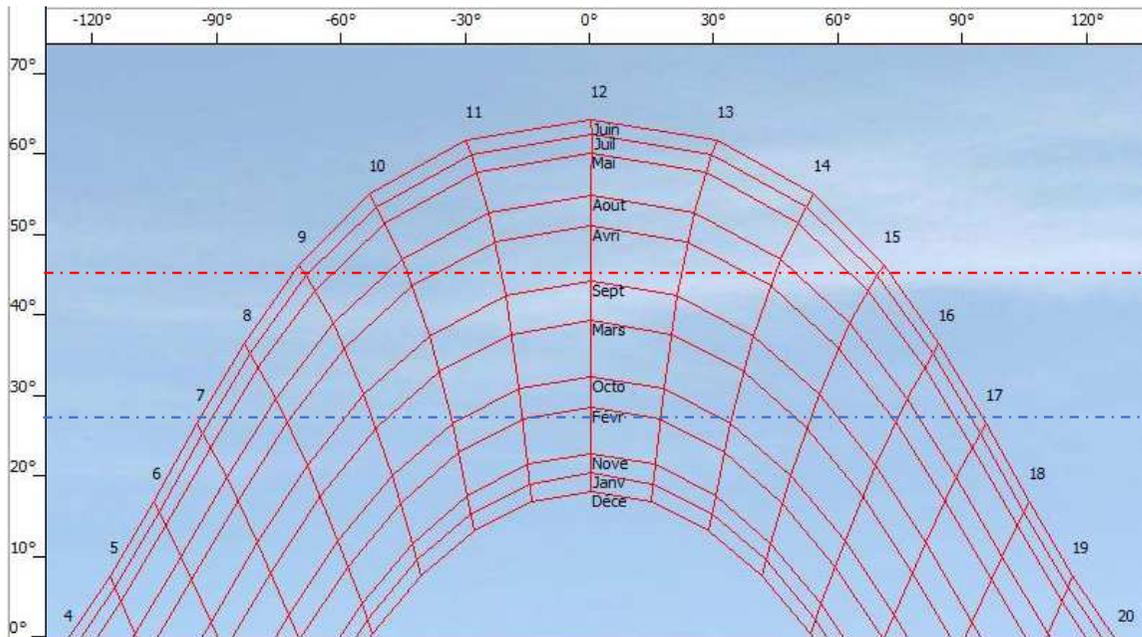


Comment dimensionner une protection solaire fixe

Exemple :

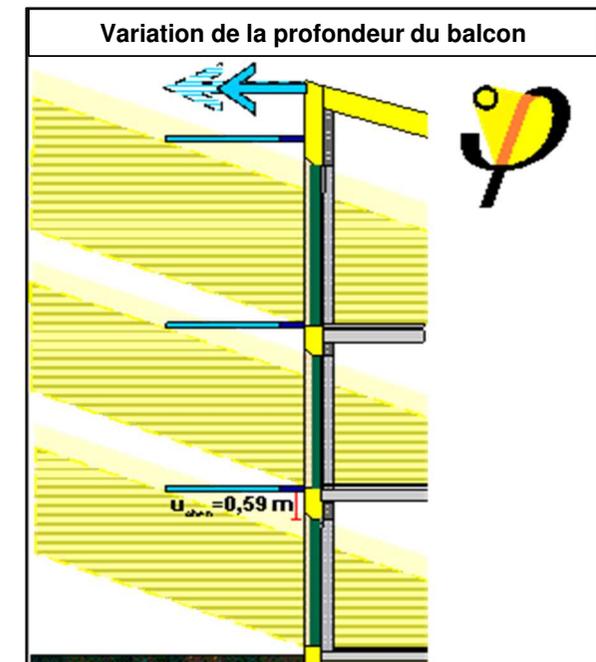
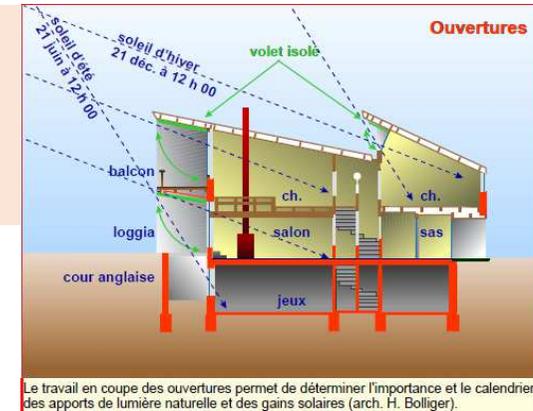
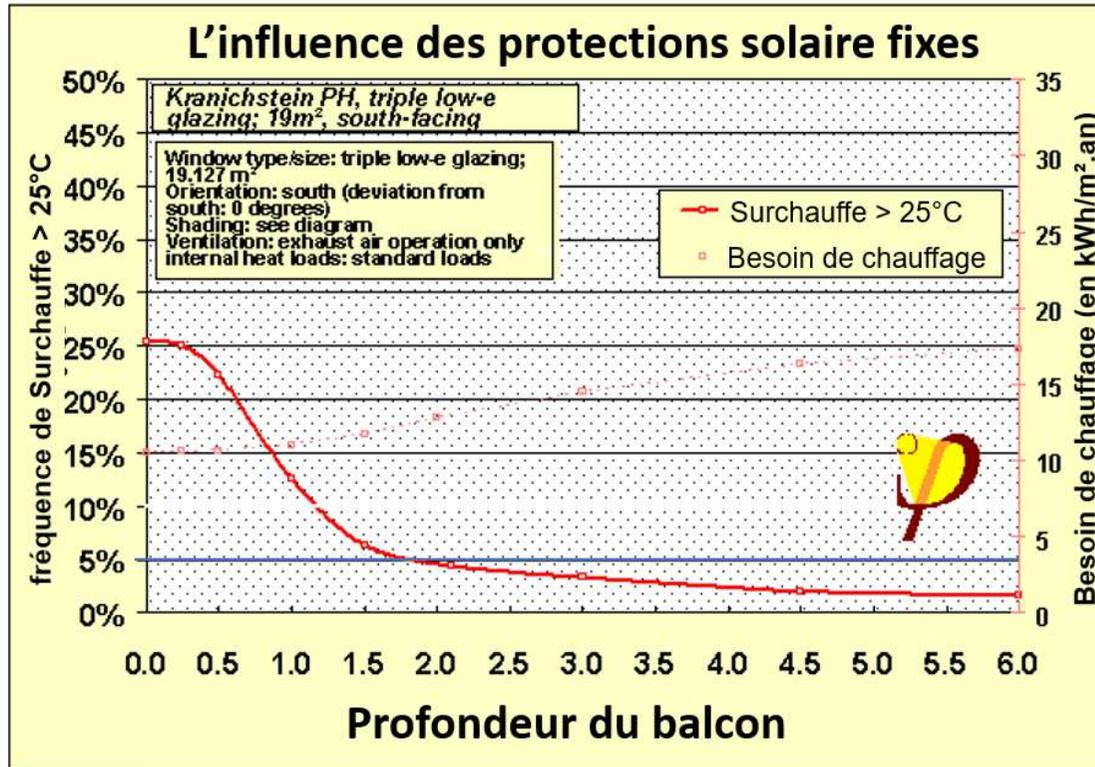
- Période de chauffe : de Novembre à Mars (Novembre, Décembre et Janvier = 75%)
- Période de refroidissement : de Mai à Septembre (Juillet et Aout = 75%)

Le dimensionnement d'une casquette est donc lié à chaque projet



L'influence des protections solaires fixes

uniquement sur les menuiseries sud !!



Une profondeur de débord de 1,5 à 2m est un optimum.

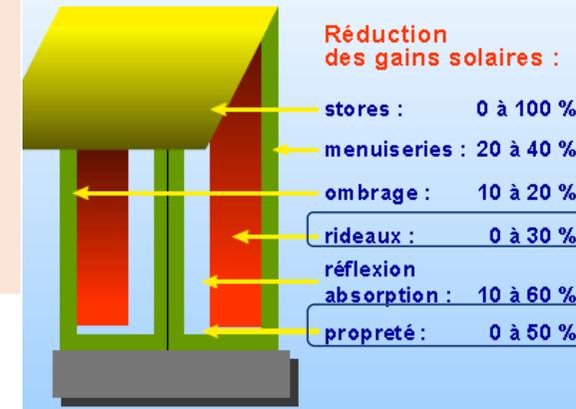
Les différents type de protections solaires fixes

- Brise soleil horizontal
- Brise soleil vertical
- Voile
- Mailles métalliques

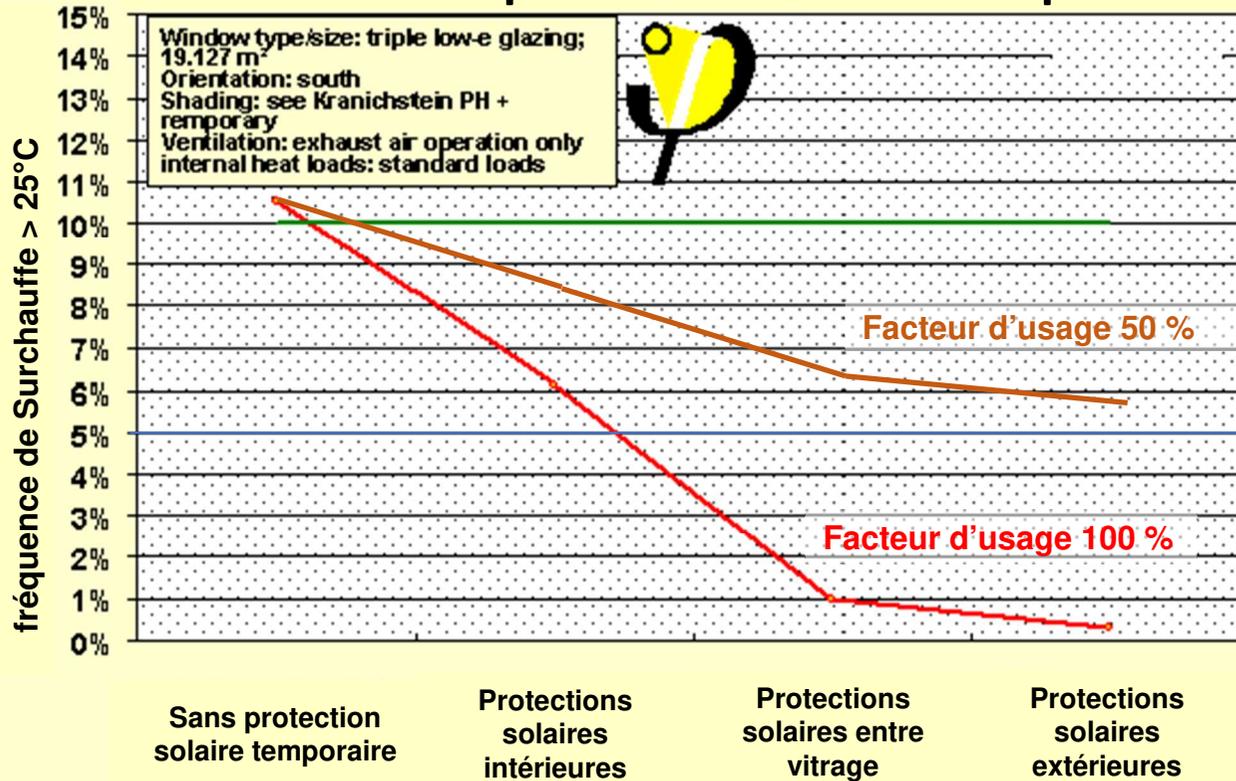


L'influence des protections solaires temporaires

les BSO permettent de garder une vue sur l'extérieur tout en bénéficiant de la lumière naturelle et d'une protection solaire « efficace »



L'influence des protections solaire temporaires



Ces dispositifs ne sont pas performants à 100 % !

Attention : il faut prendre en compte le facteur humain dans ces dispositifs.

En intégrant le facteur humain, les résultats sont divisés par 2 !!

Seules, les protections temporaires ne peuvent assurer un confort estival suffisant !!

Les différents type de protections solaires mobiles

Motorisée

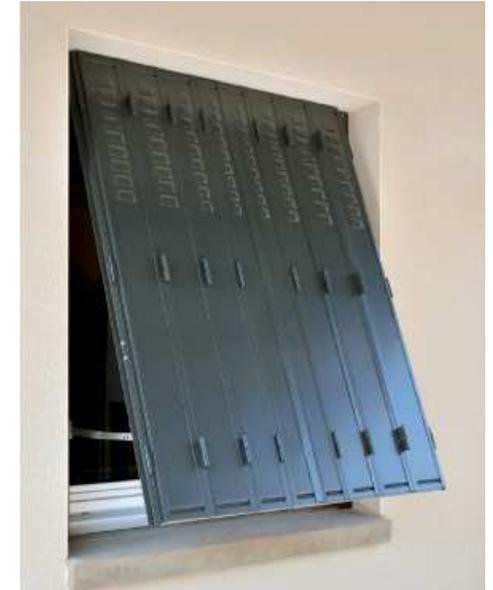
- volets roulants,
- volets roulants à lames orientables,
- BSO,
- stores entre vitrage,
- stores screen,
- Stores / pergolas
- etc.



Les différents type de protections solaires mobiles

Manuelle (non motorisé)

- Persiennes pliants, orientables,
- Volets projetables,
- Stores, BSO
- Volets battants, coulissants, relevables, ou pliables
- etc.



Automatisé ??

Quel est le rôle de la gestion automatique ?

- Augmenter la protection en été
- Diminuer la protection en hiver
- Faire face à l'oubli de la protection et la non-surveillance des conditions extérieures
- Faire face à l'absence d'occupant dans un local

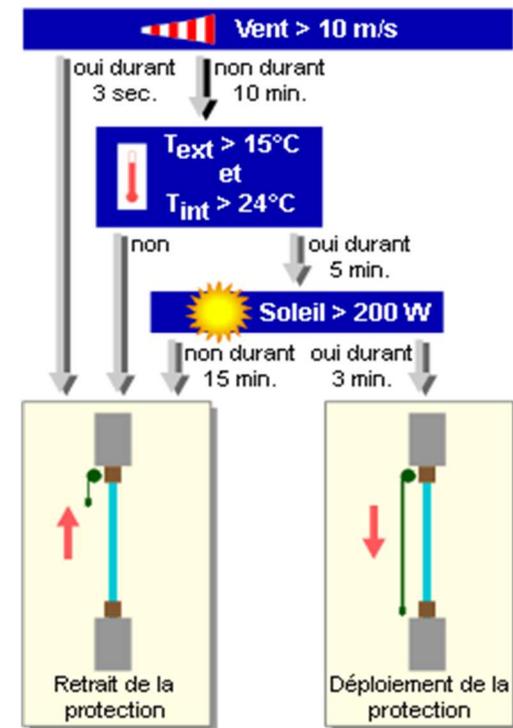
Une dérogation est toujours recommandée pour offrir à l'occupant une possibilité d'interagir sur son environnement : éblouissement, besoin d'intimité...

Si possible fonctionnement uniquement hors période d'occupation ou uniquement dans les pièces à occupation ponctuelle.

Le fonctionnement automatisé peut gêner l'utilisateur !

Le contrôle : les différents paramètres

- L'ensoleillement
- La température extérieure et intérieure
- La vitesse du vent
- La présence de pluie
- La date et l'heure
- La temporisation
- Le danger d'incendie



Zoom sur les BSO

- Les différents modèles de pose
- Les différents modèles de fonctionnement
- Les différents modèles de lames (Aspect visuel fermé, occultation, résistance au vent et retardateur de soulèvement) **et largeur** (70 ou 90mm)
- Les différents modèles de guide
- La couleur



parties haute et basse ont des positions différentes

Pose dans **RÉSERVATION DANS BARDAGE**
Construction Maison Ossature Bois



En applique

Pose dans **COFFRE TUNNEL**
Construction traditionnelle avec isolation par l'intérieur

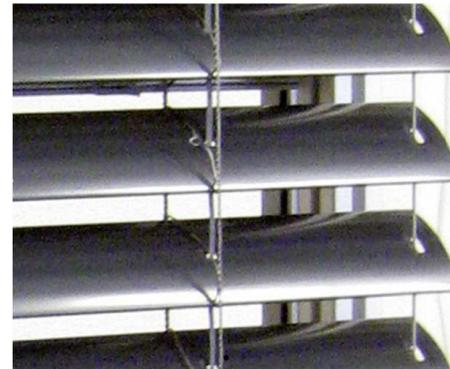


Possible aussi en Isolation Thermique par l'Extérieur ou dans une réservation béton

Pose **SANS RÉSERVATION**
Construction traditionnelle avec isolation par l'intérieur ou l'extérieur



Entre tableau, sous linteau
Possible aussi en Maison Ossature Bois



BSO à lacette



BSO à chaîne



200 à 400€ / m² de BSO motorisés installés

Zoom sur les BSO

- Les différents modèles de pose
- Les différents modèles de fonctionnement
- Les différents modèles de lames et largeur
- Les différents modèles de guide (coulisse, câble ou chaînette)
- La couleur (qui influe sur la performance de la protection solaire)



Largeur (cm)	DBL avec coulisse		Bombé avec coulisse		Plat/Flexible avec coulisse	
	(bft)	(m/s)	(bft)	(m/s)	(bft)	(m/s)
150	7	(13,5-17,4)	7	(13,5-17,4)	7	(13,5-17,4)
200	7	(13,5-17,4)	7	(13,5-17,4)	6	(10,5-13,4)
250	7	(13,5-17,4)	7	(13,5-17,4)	6	(10,5-13,4)
300	7	(13,5-17,4)	7	(13,5-17,4)	6	(10,5-13,4)
400	6	(10,5-13,4)	6	(10,5-13,4)	5	(7,5-10,4)
500	-	-	6	(10,5-13,4)	5	(7,5-10,4)

Versions résistantes au vent, BSO avec lames ondulées peuvent supporter des vitesses de vent allant jusqu'à 22 m/s.

200 à 400€ / m² de BSO motorisés installés

Zoom sur les stores screen

RS : Réflexion Solaire en %
AS : Absorption Solaire en %
A* : Face blanche exposée au soleil
B* : Face noire exposée au soleil
A : Face microperforée exposée au soleil
B : Couche opacifiante exposée au soleil
g_{tot}^e : Facteur Solaire extérieur
g_{tot}^i : Facteur Solaire intérieur

***Méthode simplifiée**
EN 13363-1
Prend en compte les valeurs intégrées de transmission et de réflexion du complexe vitrage + store pour le calcul du facteur solaire g_{tot}.
Vitrage type « C » : double vitrage isolant faiblement émissif en face 3 (4 + 16 + 4 ; remplissage Argon) g = 0.59 - U = 1.2.

****Méthode détaillée**
EN 13363-2
Prend en compte les valeurs spectrales de transmission et de réflexion du complexe vitrage + store pour le calcul du facteur solaire g_{tot}.
Vitrage type « D » : double vitrage isolant faiblement émissif en face 2 (4 + 16 + 4 ; remplissage Argon) g = 0.32 - U = 1.1.

- Les différents modèles de pose

- Les différents modèles de tissus (résistance déchirure, rupture, UV et classement au feu, densité, transmission lumineuse, etc.)

- Les différents modèles de guide

- La couleur (qui influe sur la performance de la protection solaire)

■ Propriétés solaires et lumière (selon EN 14501)

Soltis Opaque B92				EN 13363-1* Vitrage C		EN 13363-2** Vitrage D	
	RS	AS	g_{tot}^e	g_{tot}^i	g_{tot}^e	g_{tot}^i	
B92-1043	14	86	0.08	0.52	0.03	0,1	
B92-1044	70	30	0.03	0.34	0.01	0,27	
B92-1045	38	62	0.05	0.44	0.02	0,19	
B92-1046	49	51	0.05	0.41	0.02	0,17	
B92-2135	47	53	0.05	0.41	0.02	0,18	
B92-2171	45	55	0.05	0.42	0.02	0,18	
B92-VERSO	29	71	0.06	0.47	0.03	0,22	

Soltis Opaque B99				EN 13363-1* Vitrage C		EN 13363-2** Vitrage D	
	RS	AS	g_{tot}^e	g_{tot}^i	g_{tot}^e	g_{tot}^i	
B99-50284	62	38	0.37	0,13	0.37	0,13	
B99-50285	61	39	0.37	0,14	0.37	0,14	
B99-50287	47	53	0.41	0,18	0.41	0,18	
B99-50288	40	60	0.44	0,2	0.44	0,2	
B99-50348	66	34	0.35	0,1	0.35	0,1	
B99-50354	25	75	0.49	0,18	0.49	0,18	
B99-50358	45	55	0.42	0,23	0.42	0,23	
B99-50613	45	55	0.42	0,18	0.42	0,18	
B99-50614	8	92	0.54	0,27	0.54	0,27	
B99-VERSO	29	71	0.47	0,22	0.47	0,22	

Soltis Opaque B702				EN 13363-1* Vitrage C		EN 13363-2** Vitrage D	
	RS	AS	g_{tot}^e	g_{tot}^i	g_{tot}^e	g_{tot}^i	
B702-455 A*	72	28	0.02	0.33	0.01	0.15	
B702-455 B*	6	94	0.08	0.55	0.04	0.29	

Soltis Opaque B990				EN 13363-1* Vitrage C		EN 13363-2** Vitrage D	
	RS	AS	g_{tot}^e	g_{tot}^i	g_{tot}^e	g_{tot}^i	
B990-50360 A	66	34	0.35	0,11	0.35	0,11	
B990-50360 B	76	24	0.32	0,07	0.32	0,07	

200 à 400€ / m² de BSO motorisés installés

Les questions à se poser avant de choisir sa protection solaire mobiles :

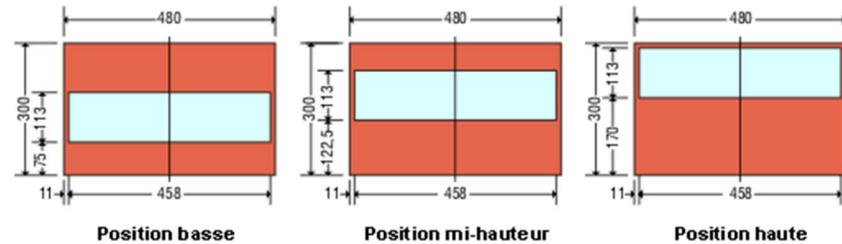
- La Performance de réduction du facteur solaire
- L'Occultation « faire le noir » / protection contre l'éblouissement
- L'Intrusions (vols, animaux)
- L'Effet de serre de la protection solaire !? (volet noir)
- La possibilité de Sur-ventilation nocturne ?
- La Stabilité au vent
- La solidité (ex : ballons)
- L'Entretien
- La Formation de l'utilisateur (pour une utilisation à bonne escient)



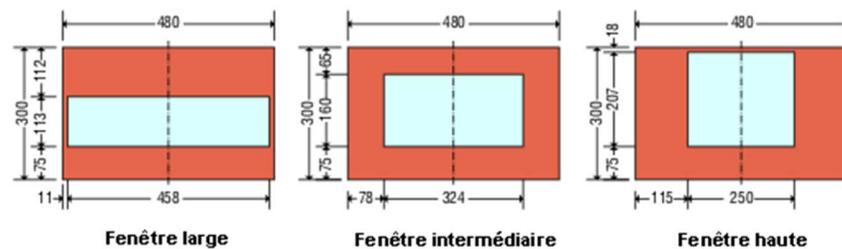
TRAVAILLEUR
EBLOUI.
(APPRENEZ À BIEN
LES RECONNAÎTRE)

Concilier confort estival et hivernal avec luminosité naturelle

L'emplacement de l'ouverture



La forme de la fenêtre



Plus la fenêtre est élevée, mieux le fond du local est éclairé et plus la zone éclairée est profonde (50 % de plus que la position basse et 25% de plus que la position mi-hauteur).

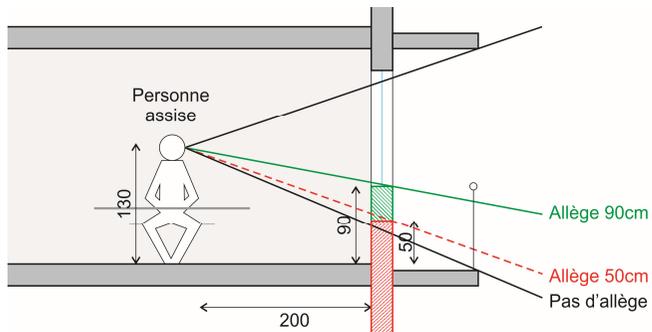
A surface égale, l'efficacité lumineuse d'une fenêtre est donc maximale au niveau d'un bandeau horizontal, situé en partie supérieure de la paroi.

Lorsque la largeur de la fenêtre diminue, la répartition devient moins uniforme, bien que l'éclairage moyen soit pratiquement le même. Par contre, l'éclairage du fond du local augmente avec la hauteur de la fenêtre.

Pour une même surface vitrée, une fenêtre haute éclaire davantage en profondeur.

L'idéal, au niveau luminosité naturelle, réside donc dans une fenêtre horizontale, mais dont le linteau est élevé. Cette solution permettra aussi une protection solaire plus efficace.

Une pièce est convenablement éclairée jusqu'à une profondeur de 2 fois la hauteur du linteau de la fenêtre par rapport au plancher.



Quid de la vue sur l'extérieur

Un compromis doit être trouvé entre un *facteur solaire* élevé en hiver, bas en été, et une *transmission lumineuse* importante toute l'année.

Idéalement :

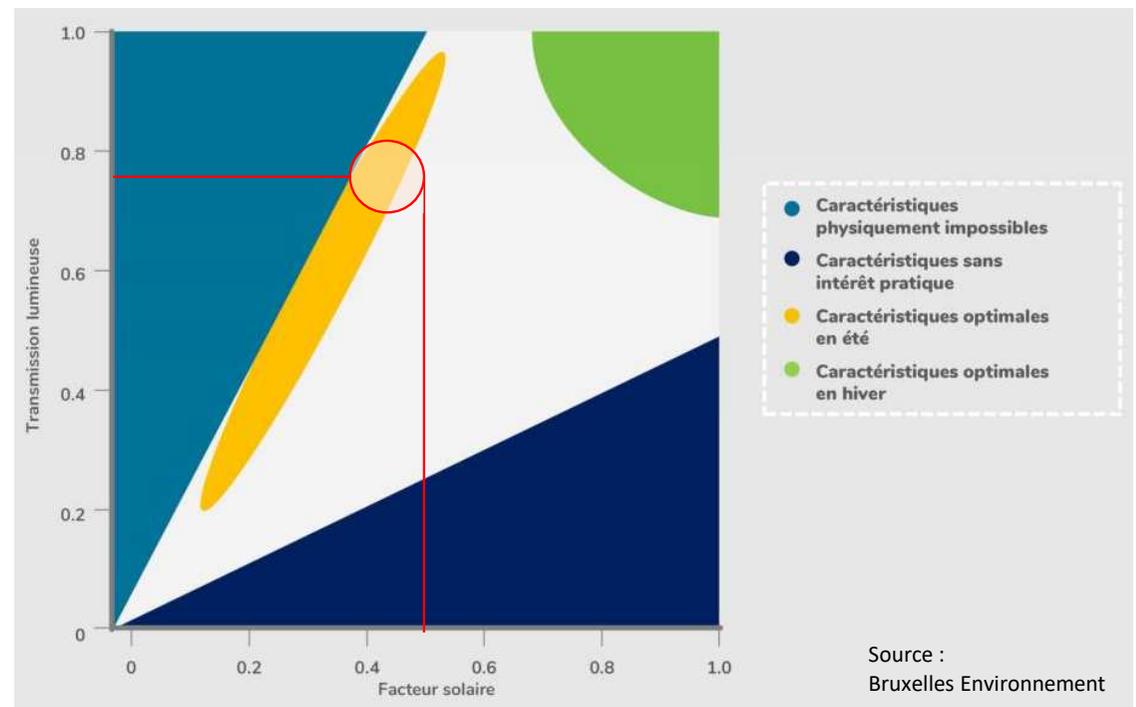
- *transmission lumineuse* > 70%,
- *facteur solaire* < 55%,
- $U_g < 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$,
- une protection solaire fixe et mobile.

Un triple vitrage 4:/18/4/18/:4 Ar 90% :

- $U_g = 0,53 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
- $g = 53 \%$
- $TL = 74 \%$

Un double vitrage 4/18/:4 Ar 90% :

- $U_g = 1,14 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
- $g = 64 \%$
- $TL = 82 \%$



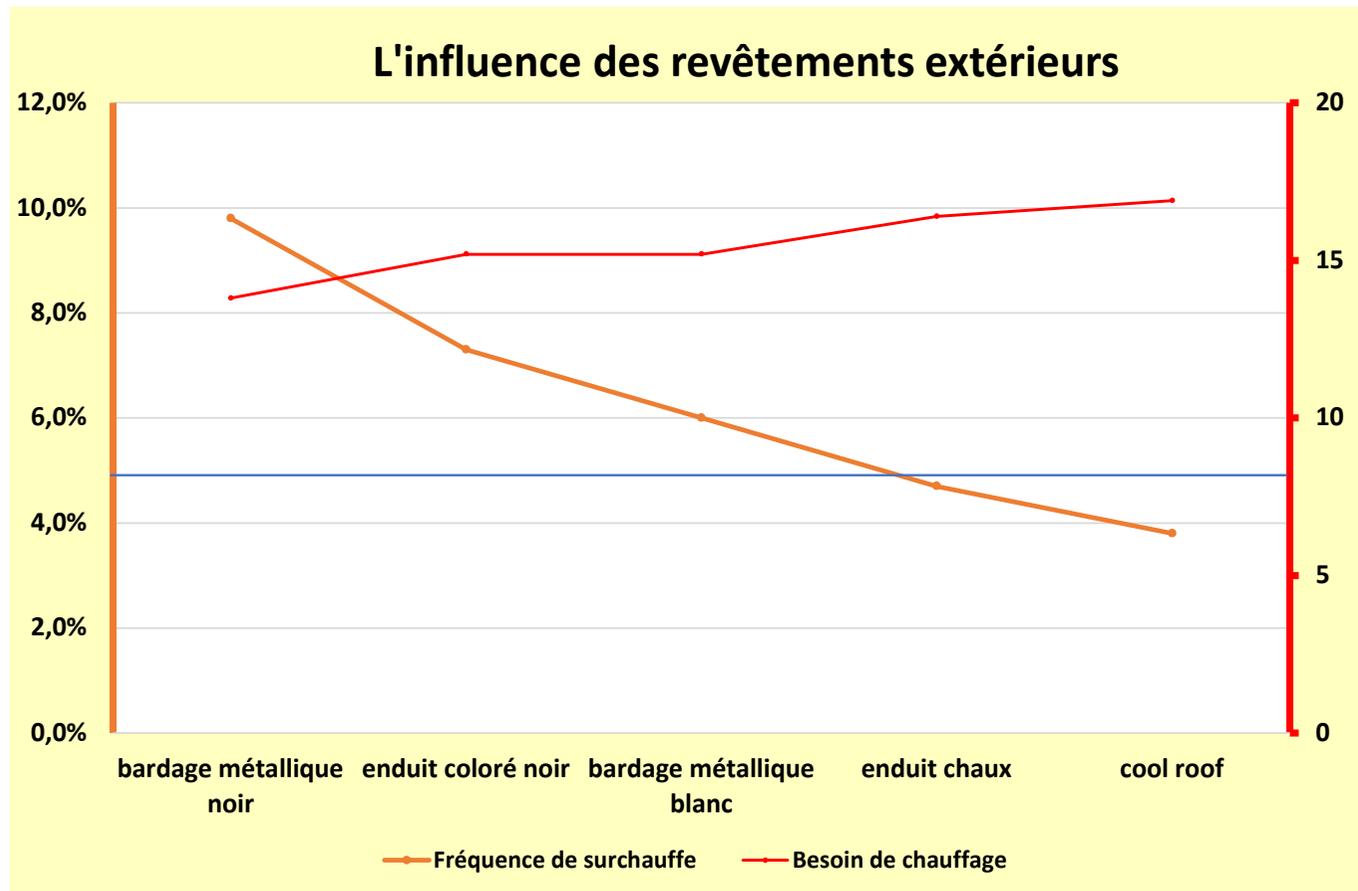


Fenêtre de toiture

- Eviter de les créer (haut jour / chien assis etc.)
- Eviter la création de combles aménager

L'influence des revêtements extérieurs

Hypothèse sur une maison R+1 avec 24cm d'isolation en mur et 50cm en toiture



	Albédo	Emissivité
Bardage métal noir	0,05	0,15
enduit noir	0,05	0,9
Bardage métal blanc	0,6	0,15
Enduit chaux	0,6	0,9
Cool roof	0,81	0,91

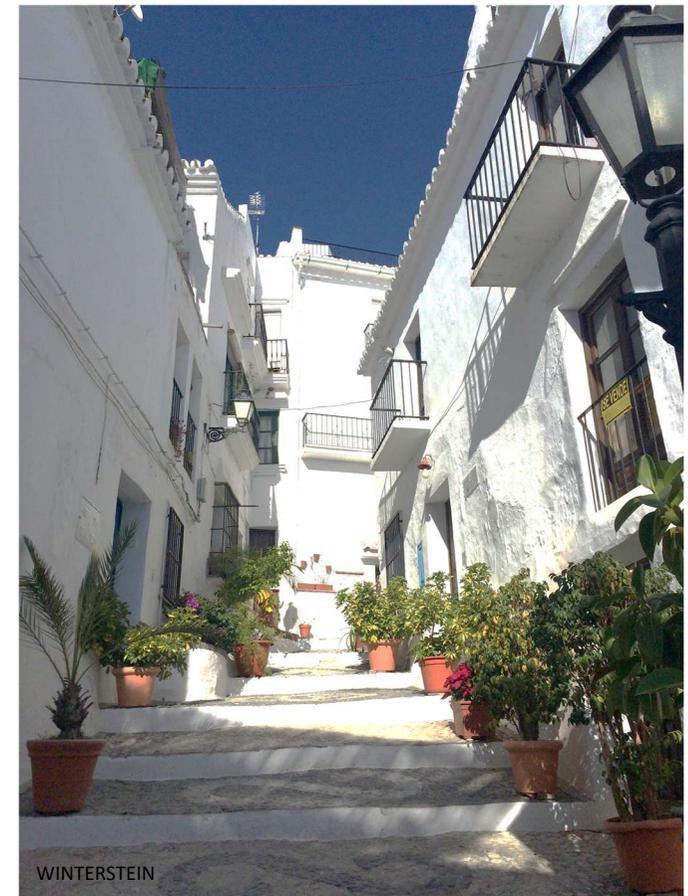
Même avec une isolation conséquente, les revêtements extérieurs ont un impact important sur le confort estival.

L'influence des revêtements extérieurs

liés à leur couleur et leur réflexion à la lumière

L'utilisation d'un bardage noir entraîne un doublement de la surchauffe par rapport à un enduit chaux.

Même avec une isolation conséquente !





Atelier D-Form



Atelier D-Form



Atelier D-Form

Construction d'un Groupe Scolaire à Gueberschwihr

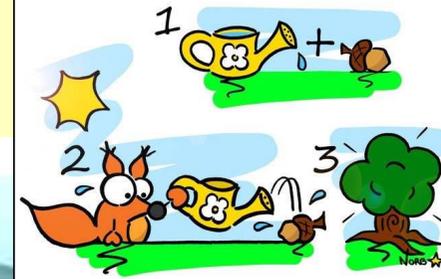
1500€ HT / m² S.U. (Am. Ext.: 115.000€ HT)



18/05/2015 – 16H30

Les systèmes

Fabriquer soi-même un climatiseur :



Les systèmes, à eux seuls, ne peuvent pas permettre d'obtenir un bâtiment confortable en été et en hiver, tout en réduisant la consommation.

Les différentes étapes du confort d'été

1. Une isolation équilibrée entre été et hiver (surtout au niveau des dalles sur terre-plein)
2. Un débit de ventilation à minima de 0,5 vol/h et mise en place d'une ventilation estivale nocturne
3. Une surface de menuiserie de 16 à 22% de la surface utile
4. Des protections solaires fixes et mobiles
5. Des équipements électriques performants (électroménager, éclairage, ventilation, etc.)
6. Une distribution d'ECS très isolée
7. Une notice d'utilisation

Il est plus simple de ne pas faire rentrer la chaleur plutôt que de vouloir la faire sortir



Lave vaisselle A++++

Pourquoi des erreurs / des bâtiments qui surchauffent ?

PROJET :

- apports internes, programme
- Utilisation des occultations (stores, volets, BSO).
- Hypothèses des BET (sur-ventilation, ouverture des ME).
- Utilisation en cas général.
- Systèmes high-tech ou compliqués qui n'ont, soit jamais marché, soit fonctionnés peu longtemps.
- Manque de retours d'expériences.
- Manque d'implication de certains maîtres d'œuvre, utilisateurs
- Manque de compétences et critiques des Maître d'Ouvrage

UTILISATION :

- Manque d'informations et de sensibilisation des occupants et utilisateurs (ouverture des fenêtres / BSO, ...)
- Manque d'implication de certains utilisateurs / maîtres d'ouvrage.
- T° de chauffe en hiver

Il faut augmenter la conception de bonnes informations pratiques aux usagers



Rénovation Passive d'un Immeuble des années 1970

Relevés de mesures et retours d'expériences



Contexte

Raon L'Etape 88 Vosges – Construction **1974** - qualification FPA

Composition par tranche :

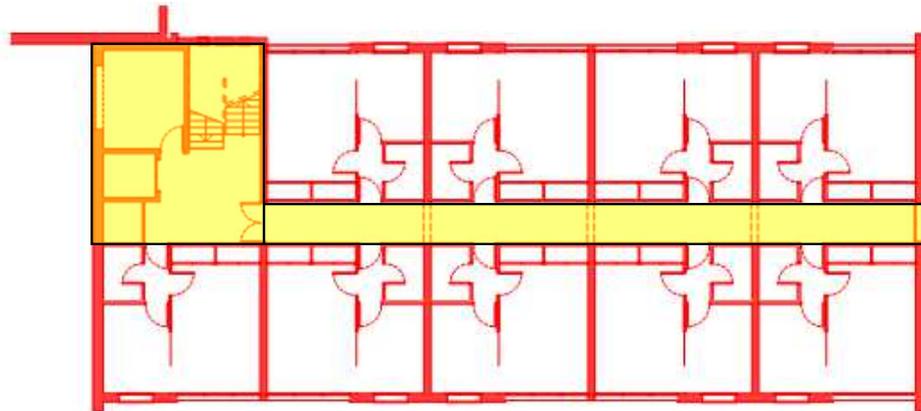
- 22 logements F1 Bis de 29m² - 649 m²
- 220kWh/m².an (chauffage et ECS); 19.000 € de Fioul en 2007

Programme :

- Rénovation thermique
- Création de 13 logements (T3) et d'un centre périscolaire pour la 1ère tranche et 15 logements (T3) pour la 2ème tranche.



Stratégie



Plan de l'ancien

Plan du R+1



Plan rénové

Mise en valeur des qualités intrinsèques du bâti :

- ✓ Orientation
- ✓ **Forte compacité** ($C=1.3$)
- ✓ Isolation par l'extérieur sans difficulté
- ✓ **Conservation des Murs** :
 - économie de 500.000 euros
 - énergie grise de la maçonnerie 180 T de rejets de CO_2 (soit 40ans de chauffage passif).

Externalisation des communs (couloirs, escalier, ascenseurs, etc.) : **gain de 33% de surface habitable (300m²)**

Coût et rentabilité

Coût de la rénovation thermique seul 200 € /m² !

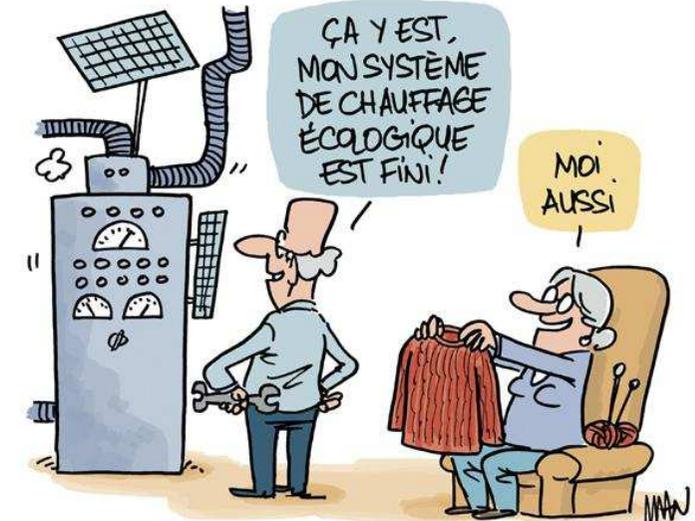
L'économie est basée sur une approche différente :
co-conception entre architectes et bureaux d'études.

➤ Et non une sur imposition d'éléments (sur épaisseur d'isolants, systèmes high-tech et chers, etc.)

L'économie est portée sur la **compacité** de tous les éléments (surface de murs, dimensions des châssis, systèmes, etc.), **mutualisation** des systèmes, une utilisation des **matériaux en double, voir en triple emplois**.

Ex : Coursives extérieures servent de circulation, de brises soleil...

Fibre de bois extérieure : pare pluie, caisson pour souffler la ouate, isolant ...



Bilan Chauffage et ECS

Avant

- Chaudière fioul 175kW par tranche (soit 525kW au total)
- Charge annuelle 1260 € HT/équivalent T3
- GES : 66 T/tranche

Après

- Chaudière bois plaquettes 100kW pour 3 tranches (soit 33kW/tranche)
- Charge annuelle* 140€/ T3
- GES : < à 1 T/tranche



* Pour info : le prix d'un abonnement Gaz est de 215€ /an

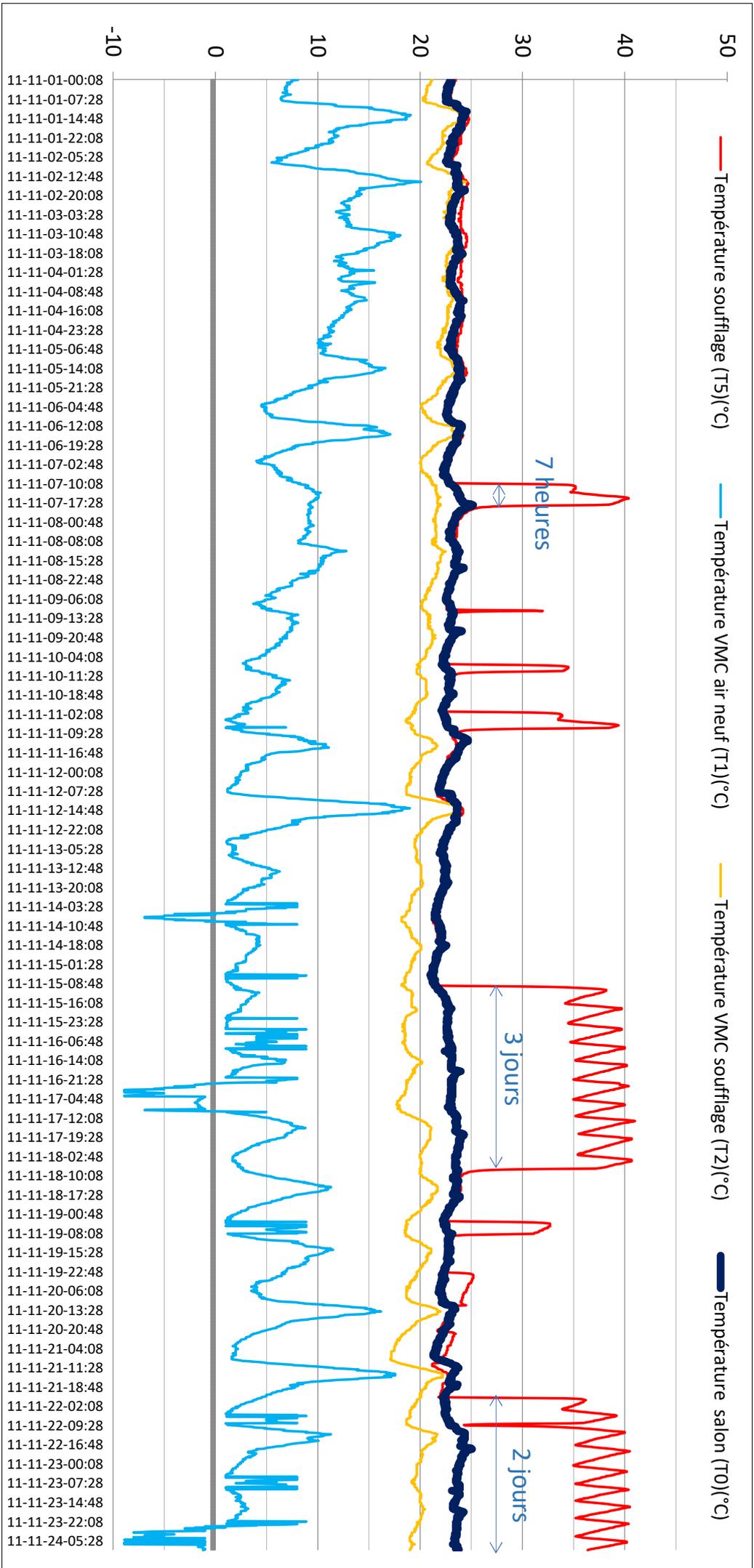
Le radiateur d'un logement : une batterie hydraulique

TERRANERGIE

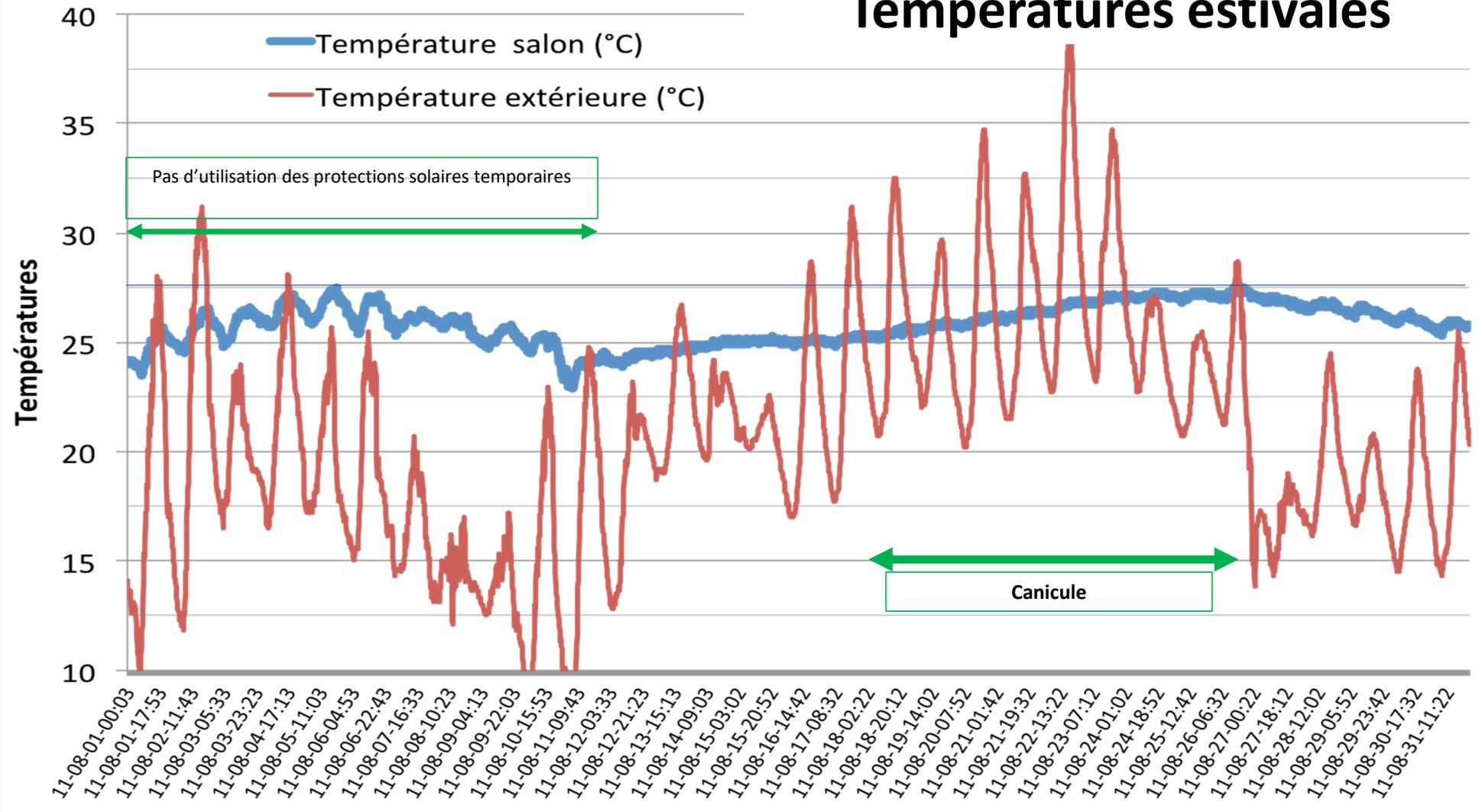
Fonctionnement hivernal

Températures mesurées au mois de
Novembre

Appartement n°3 - Consigne de chauffage : 23°C



Températures estivales



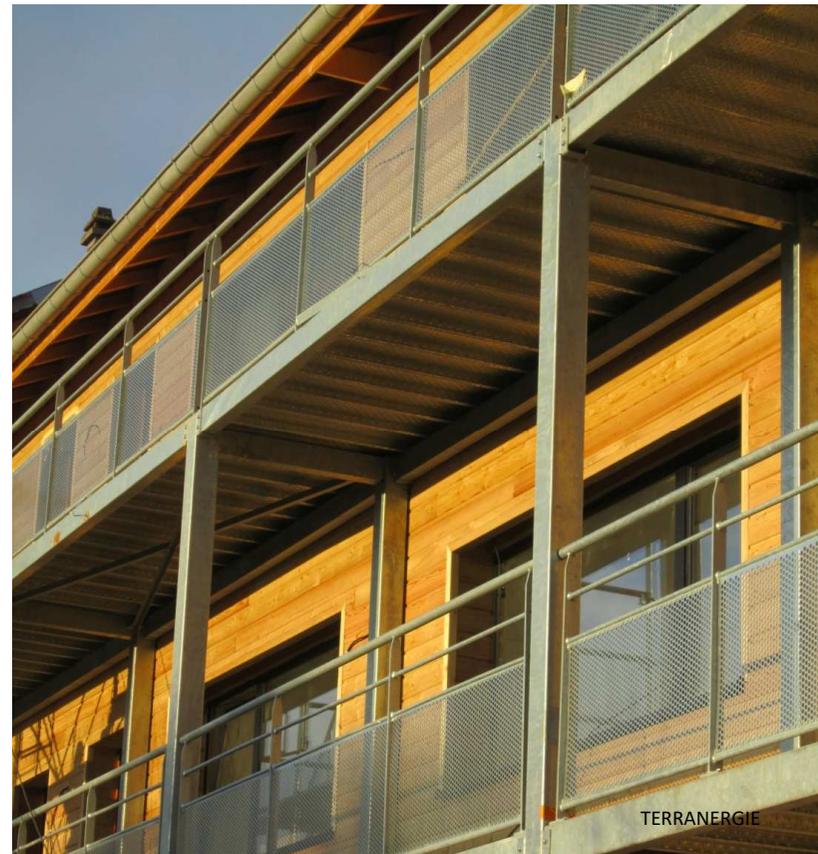


Réhabilitation passive
à 1400€ HT/m² SU

Collectif de 28 logements
+ périscolaire
à Raon l'étape



Sarl Architecture Creation



TERRANERGIE

En guise de conclusion :

« J'aime la performance pour ce qu'elle représente dans la démarche et le chemin de l'homme. Pour les pensées, les efforts, les conceptions, pour l'adaptation qu'elle demande. Mais je ne suis pas attaché à la performance pour la performance ».

-PATRICK BERHAULT-

