

# **Le confort d'été en construction ossature bois**

**Chambéry, ASDER, le 23 juin 2014**

**Franck JANIN**



# Présentation d'HELIASOL

- Etudes et conseil en thermique du bâtiment et énergies renouvelables
  - Spécialisé en passif & bioclimatique, isolants naturels
  - 2 ingénieurs
  - Interventions limitées à Rhône Alpes (sauf train / covoiturage)
- Références
    - 4 bâtiments « passifs certifiés » sur les 45 certifiés en France
    - Diagnostics énergétiques, Copropriétés



# Plan de l'intervention

- Les paramètres du confort
- La difficulté du confort d'été
- La méthode / hypothèses de l'étude
- Les résultats
- Retour d'expérience
- Conclusion

L'objectif de l'intervention est le confort en logement sans climatiser



# LES PARAMÈTRES DU CONFORT



# Paramètres principaux

## Déjà évoqués

- Température de l'air
- Température des parois
- Humidité relative
- Vitesse de l'air
- Lien humidité / T° vitesse d'air

## Autres paramètres

- Métabolisme
  - Boire froid ou chaud
  - Douche froide ou chaude
- Aspect psychologique
- Météo des jours précédents
- Habillement



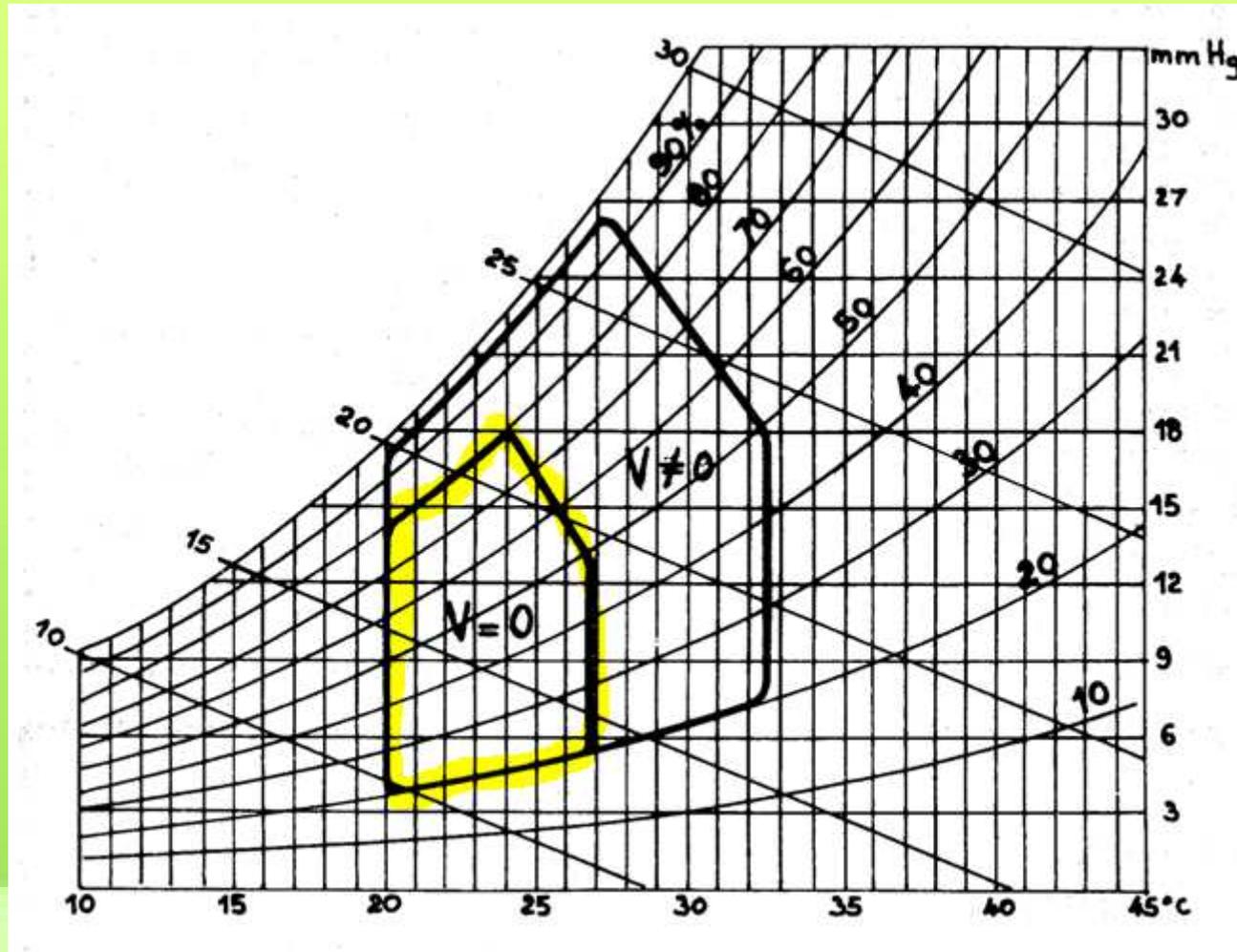
# Température opérative (ou résultante)

- Température de confort ressentie
- Dépend de la température de l'air et de celle des parois
- Valable uniquement sans courants d'air ( $V < 0,2\text{m/s}$ )

$$T_{\text{op}} = \frac{T_{\text{air}} + T_{\text{parois}}}{2}$$



# Lien T° / Humidité / vitesse d'air



Température /  
Humidité :

2 zones différentes  
selon que la vitesse  
d'air est nulle (en  
jaune) ou pas

# Humidité relative

- Exemple comparatif
  - Même rayonnement solaire
  - Même conditions de vent
  - Même température extérieure

Conditions météo	Après une forte pluie, en période de chaleur	Climat méditerranéen sec, en période de chaleur
Humidité relative	82%HR	18%HR
Sensations de confort	Moiteur, impossibilité d'évaporer, surchauffe	Très bonne évaporation, Chaleur très supportable

# Vitesse de l'air, été

Vitesse de l'air (m/s)	Refroidissement équivalent (°C)
0,1	0
0,3	1
0,7	2
1,0	3
1,6	4
2,2	5
3,0	6
4,5	7
6,5	8



# LA DIFFICULTÉ DU CONFORT D'ÉTÉ



# Confort

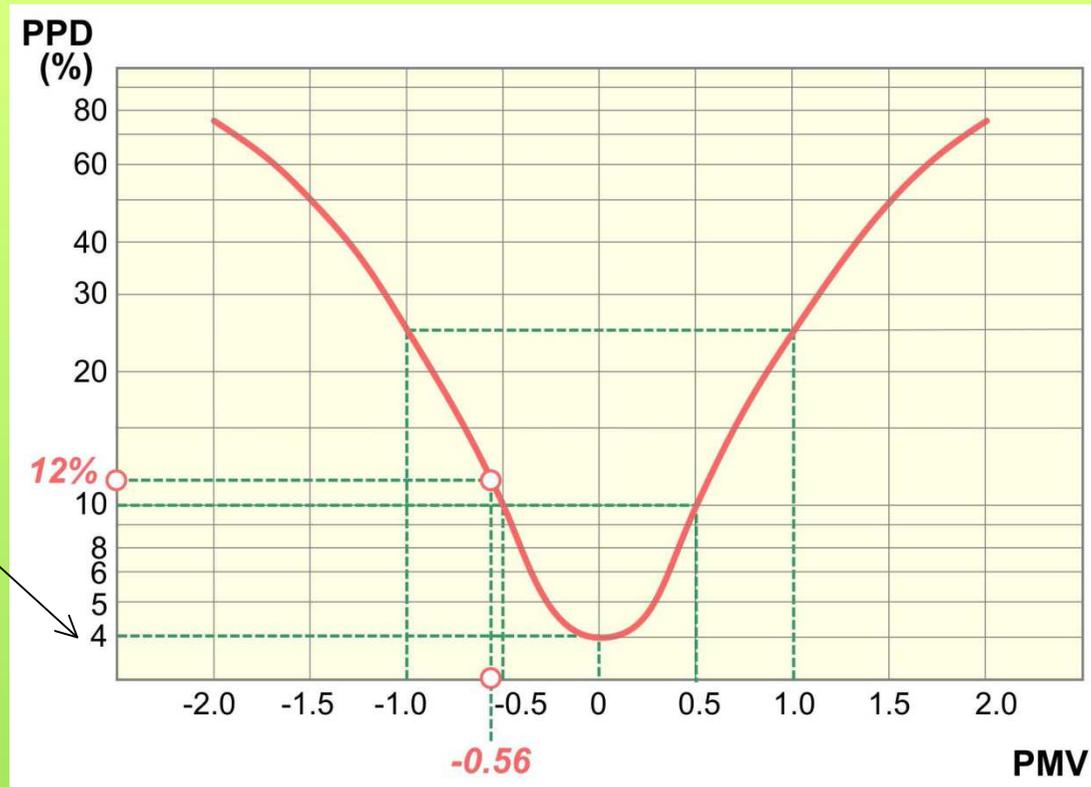
- « Fanger » a proposé un indice, PPD ou pourcentage prévu d'insatisfaits
- Partant du principe qu'on ne peut satisfaire tout le monde en même temps
- Et un indice PMV (predicted mean vote)
  - 0 = confort

+3	chaud
+2	tiède
+1	légèrement tiède
0	neutre
-1	légèrement frais
-2	frais
-3	froid



# Confort

Il reste au moins 4% d'insatisfaits



# Bilan thermique

## Hiver

- Le flux va toujours dans le même sens, intérieur vers extérieur
- Les apports internes facilitent le chauffage
- L'excès d'humidité est atténué par le simple réchauffement de l'air (l'humidité relative baisse)

## Eté

- Le flux change entre la nuit et le jour
- Les apports internes augmentent le besoin de rafraichissement
- L'excès d'humidité ne peut être évacué et empêche un rafraichissement par évaporation



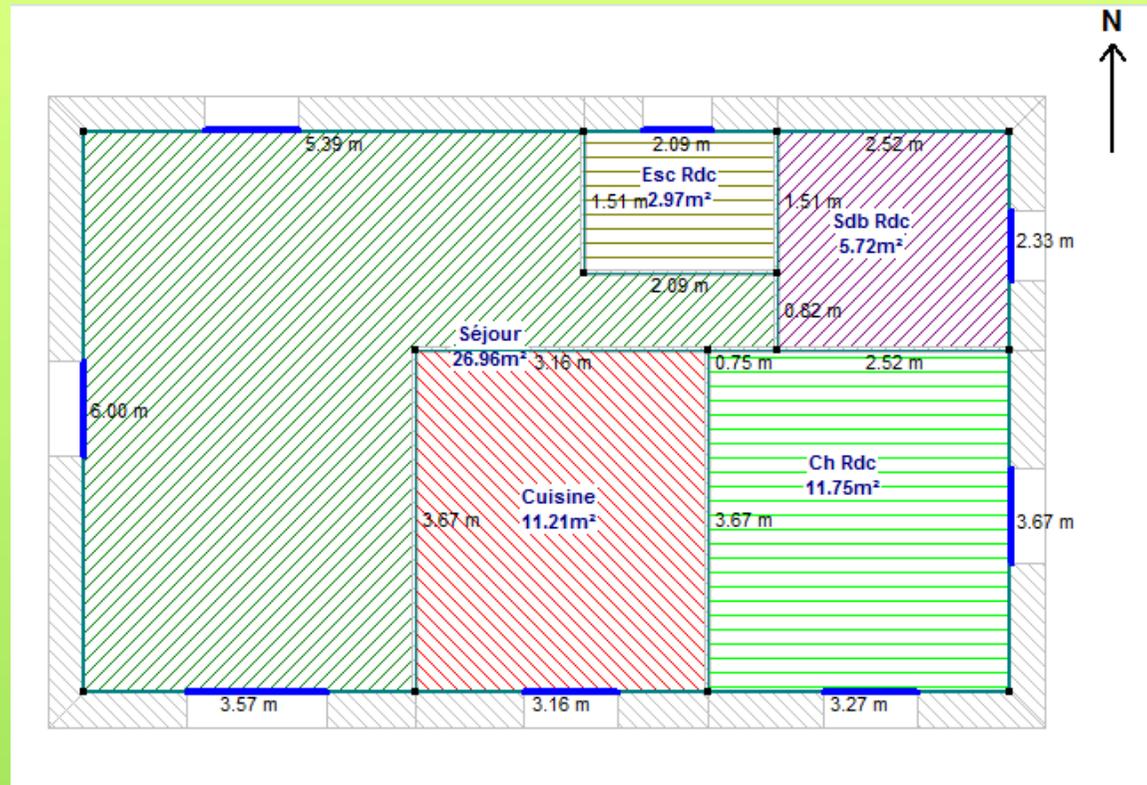
# MÉTHODE / HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE COMPARATIVE



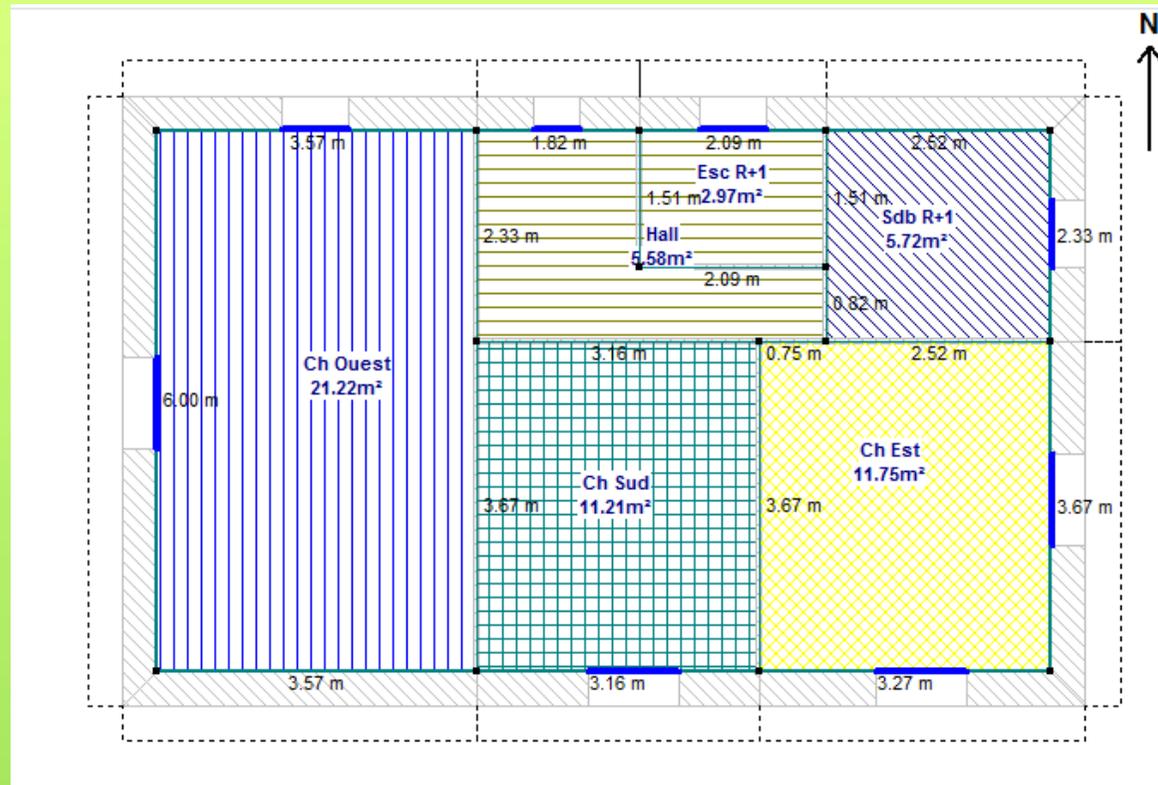
# Méthode

- Simulation thermique dynamique avec le logiciel Français Pleiades / Comfie et Energy+
  - Etude heure par heure, pièce par pièce
  - Les températures sont proches de températures résultantes (moyenne  $T^\circ$  paroi –  $T^\circ$  de l'air)
- Limites : ne gère pas l'humidité de l'air, ni la convection
  - NB : Pour le climat étudié et en l'absence de colonnes d'air de plusieurs étages, ce n'est pas un problème

# La maison Rdc



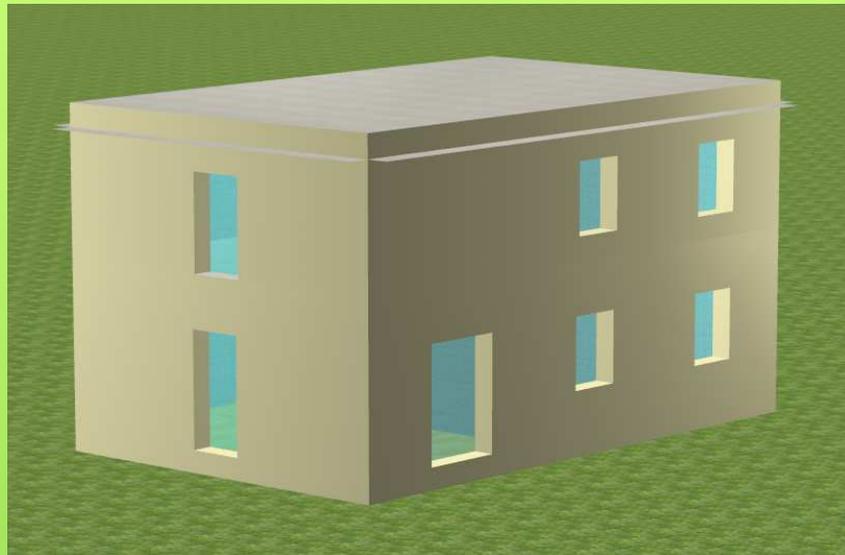
# La maison R+1



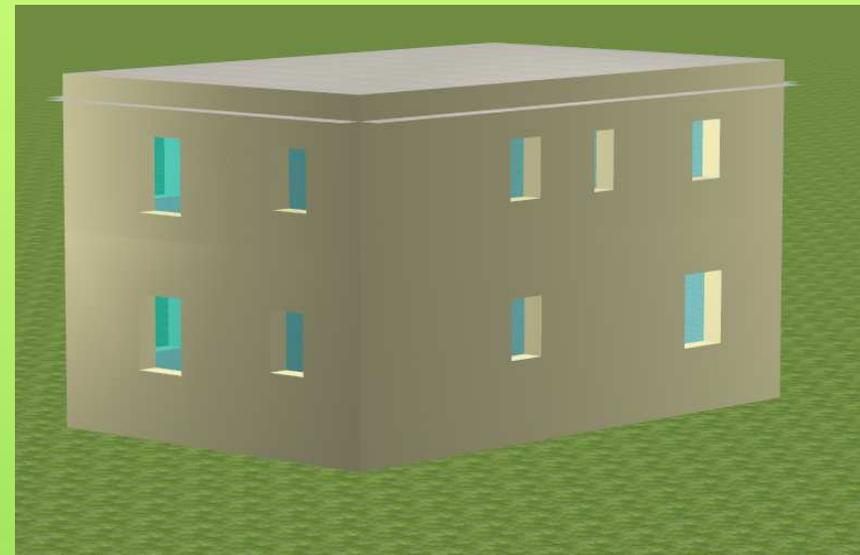
Débords de toit de 40 cm, fenêtre au nu intérieur

# La maison (façades)

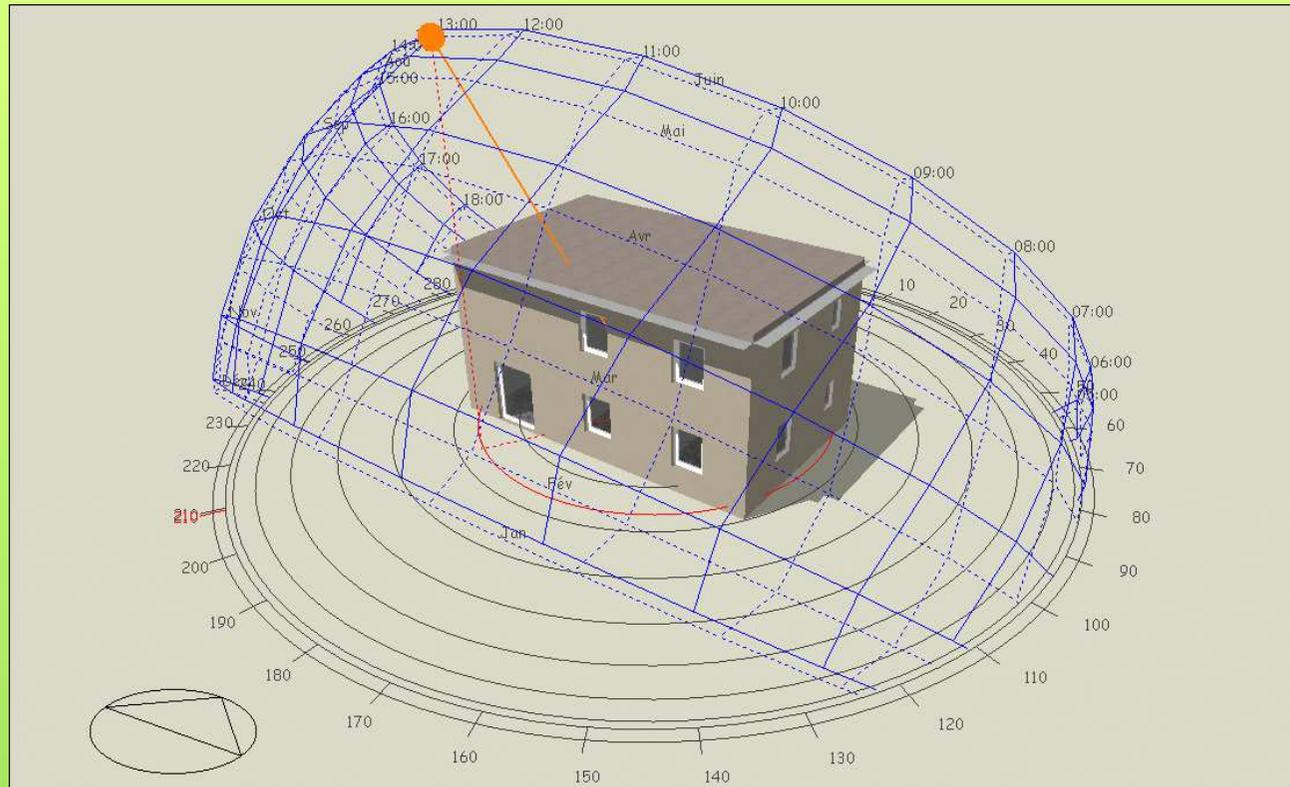
Ouest (20%) et Sud (40%)



Est (20%) et Nord (20%)



# Modélisation Energy+ DB



# Les compositions choisies

NB : Ce que l'on voit couramment, pas forcément recommandé ni écologique

- Base « Passive »
  - VMC DF,  $n_{50} = 0.6$
  - Sur ventilation 2 vol.h
  - Mur : ossature 14 cm avec Laine de verre et complément extérieur 20 cm idem  $R = 8$
  - PLH : LV 40 cm  $R = 10$
  - PLB : Hourdis, polystyrène 16 cm, chape 5 cm, carrelage
  - Cloisons : BA13 + LV 45 + BA13
  - PLI (inter) léger, bois, isolant phonique 5 cm
  - $U_w = 0.8$
- Base RT idem sauf :
  - PLB : Poly 6 cm
  - PLH : LV 20 cm
  - Murs : 14 cm
  - $U_w = 2$



# Le lieu, la météo

- Très grande importance de la météo et donc du fichier météo
- Météo de St Etienne
  - Source Météonorm
- Moyenne des années 1996 à 2005
  - Ce n'est donc pas un fichier de « canicule »



“essentially, all models are wrong, but some are useful” -  
George E. P. Box (b 1919)

Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles

## LES RÉSULTATS

# La présentation des résultats

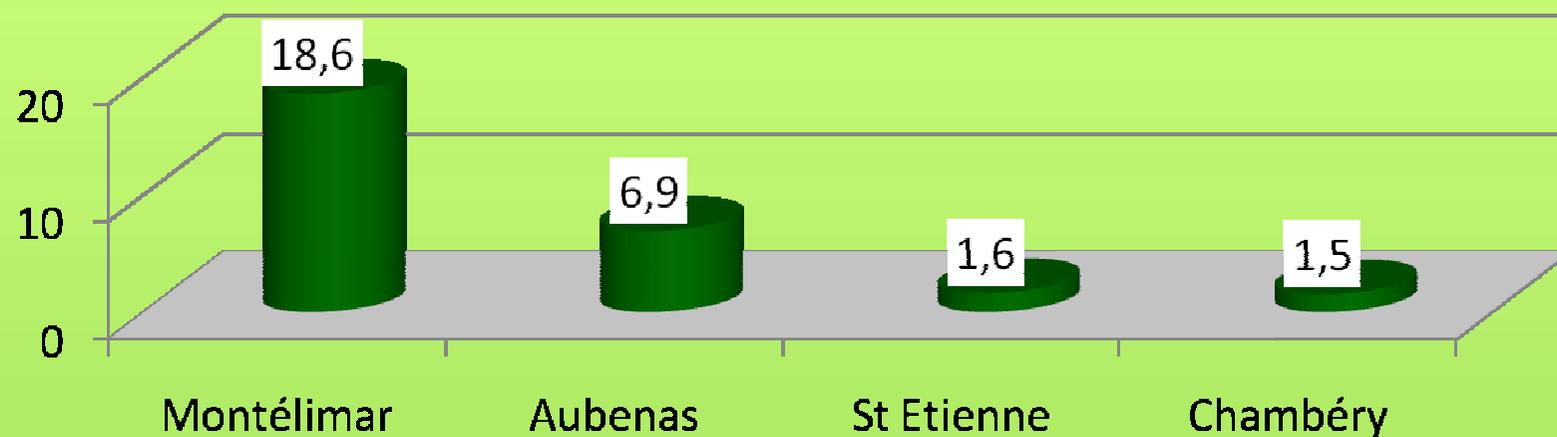
- Taux d'inconfort = pourcentage de temps (ou la pièce est occupée) au delà de 27°C
- On considère qu'on ne descend pas en dessous de 21°C, même pour refroidir en fin de nuit (fermeture des fenêtres)

# Rappel

- Cette étude n'est pas exhaustive. C'est un exemple uniquement
  - En tertiaire notamment, les stratégies sont très différentes
- Période de 7 semaines (9 Juillet au 26 Août)
- Les chiffres représentent soit
  - La température résultante (moyenne paroi-air)
  - % d'inconfort (en période d'occupation)
  - Simulation d'environ 1000 heures  $1\% \approx 10h$

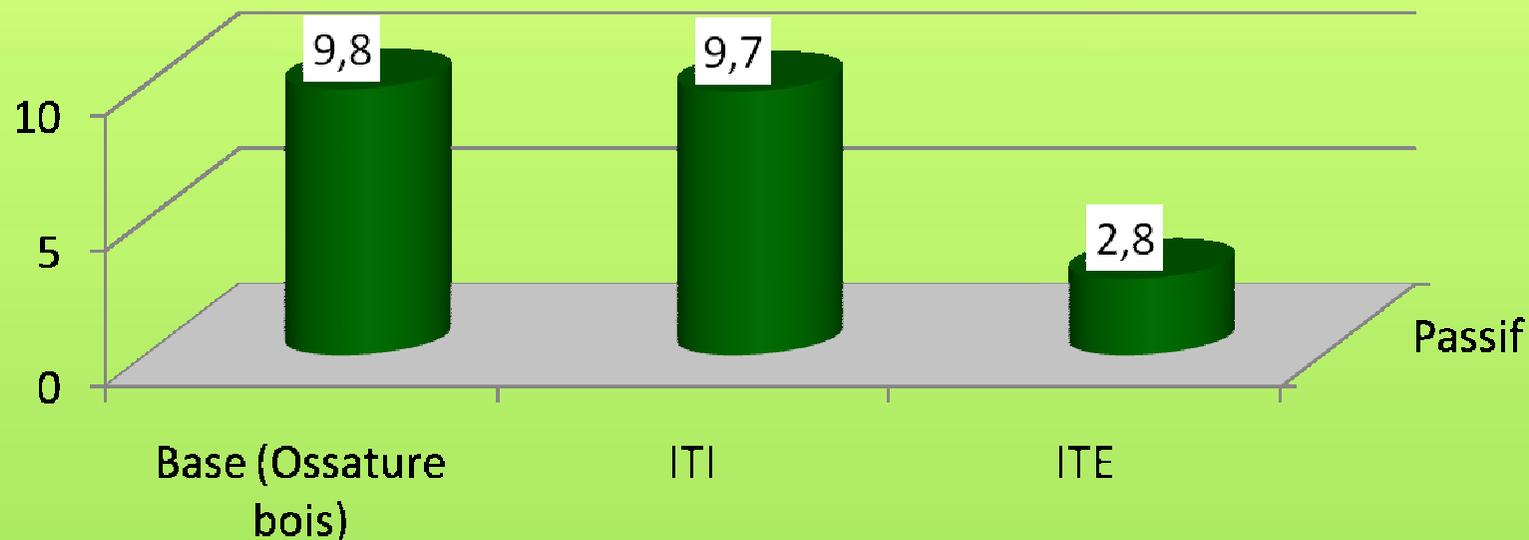
# Taux d'inconfort selon météo

## Passif version Base



# Bois / ITI / ITE

## Comparaison des modes constructifs

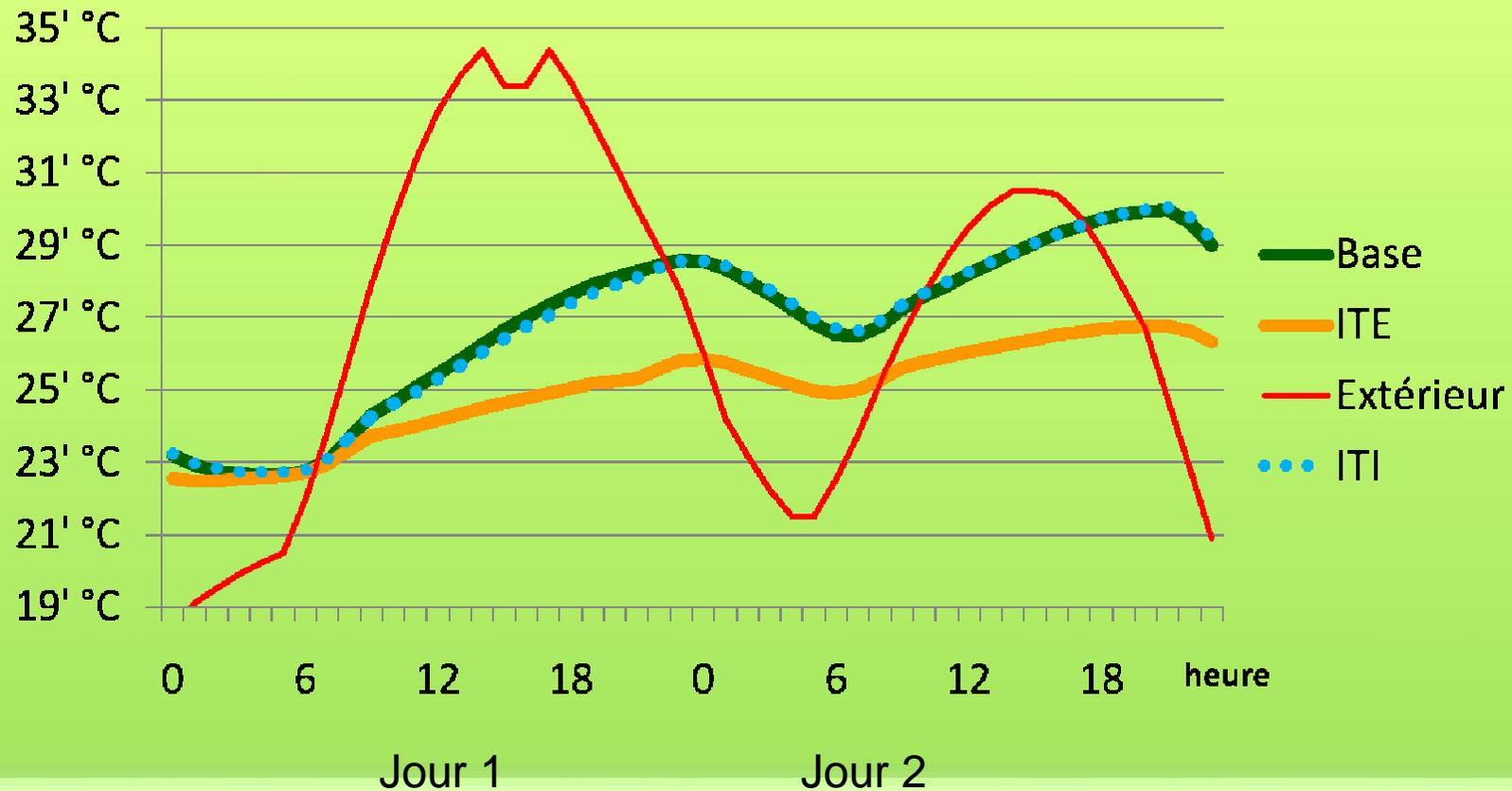


Légende: % d'inconfort ( > 27°C ) sur les 8 semaines d'été

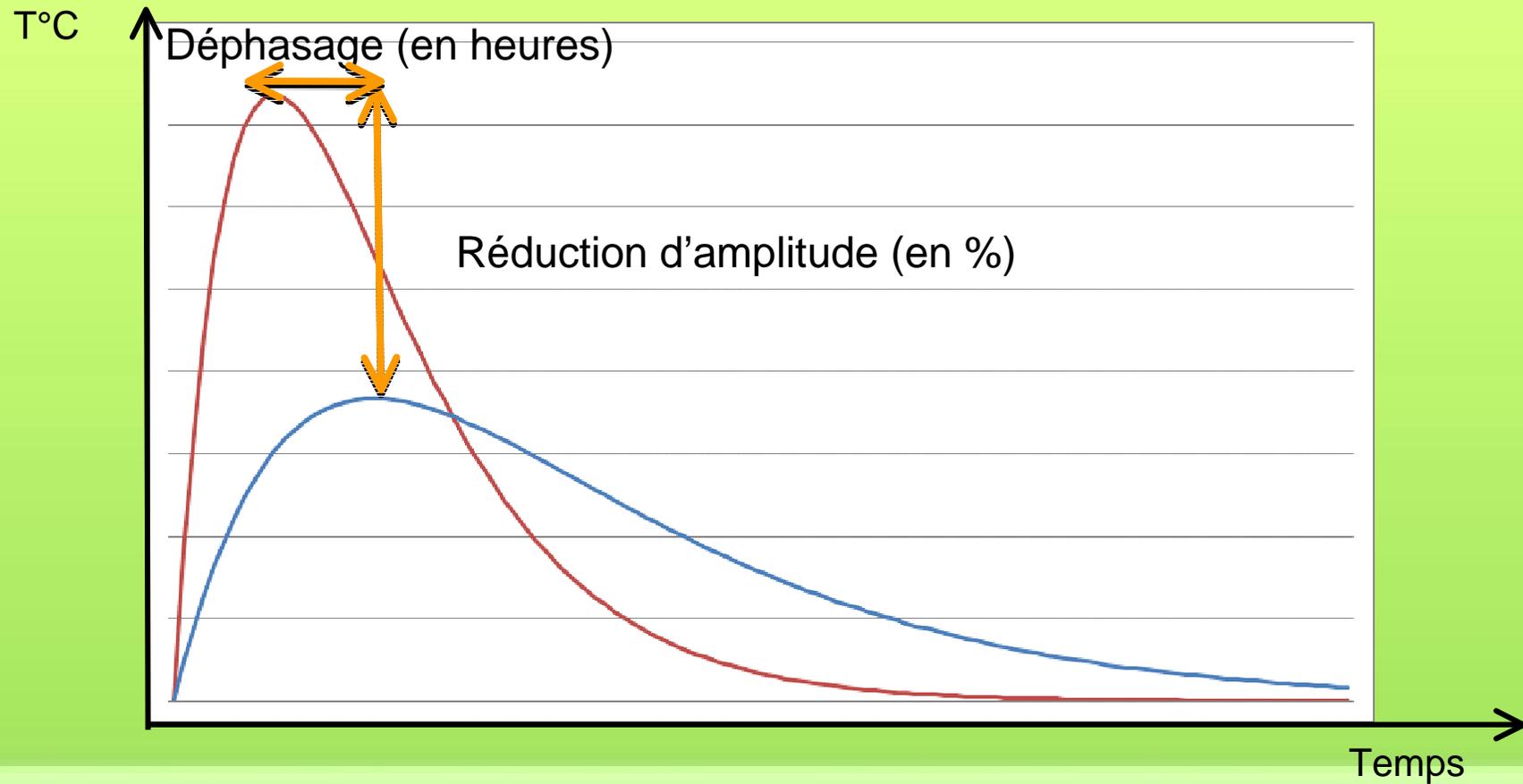
Toutes choses égales par ailleurs (seul le mur diffère)

ITI = Isolation Thermique Intérieure

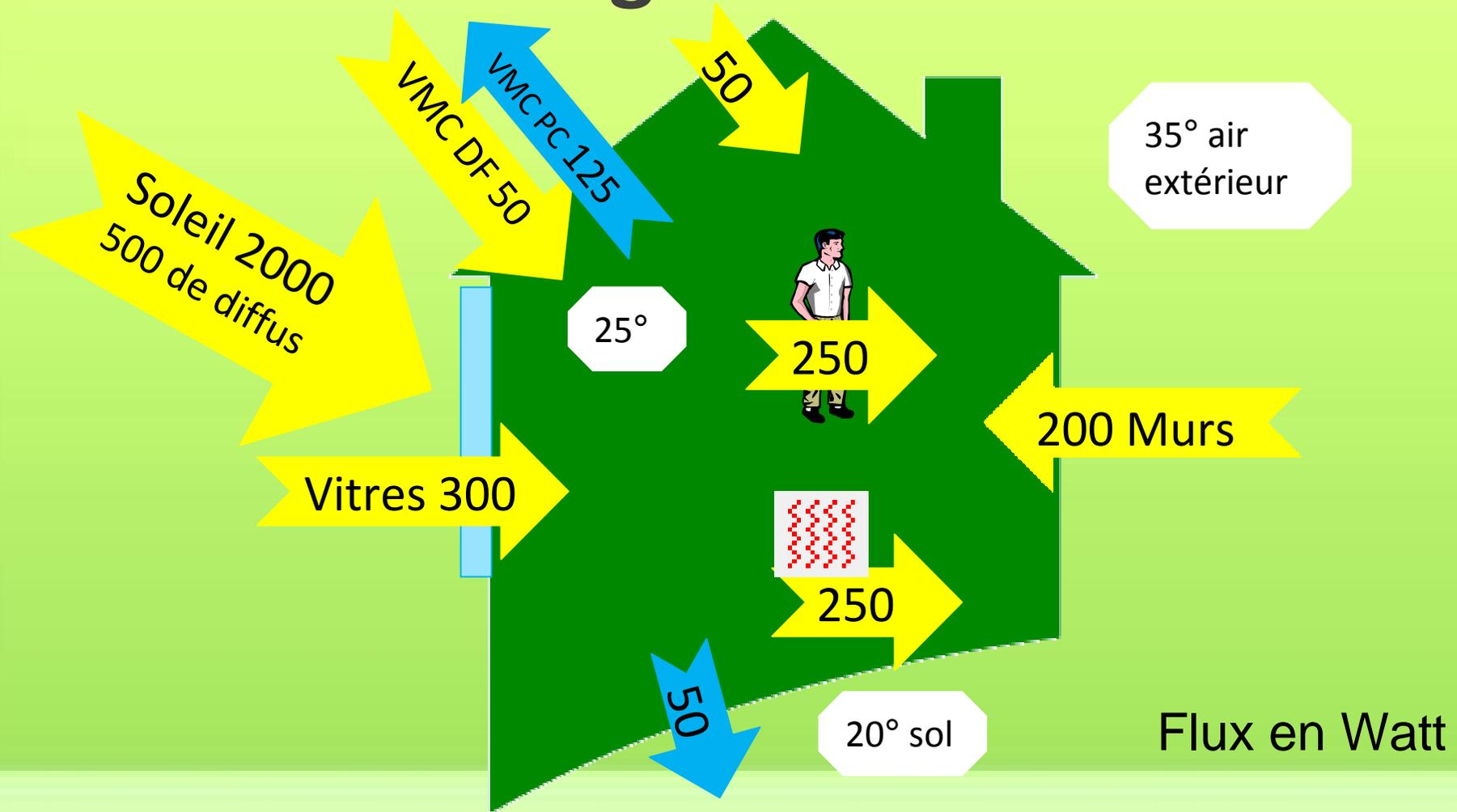
# Exemple de STD sur 2 jours d'été



# Déphasage et réduction d'amplitude



# Ordre de grandeur des flux



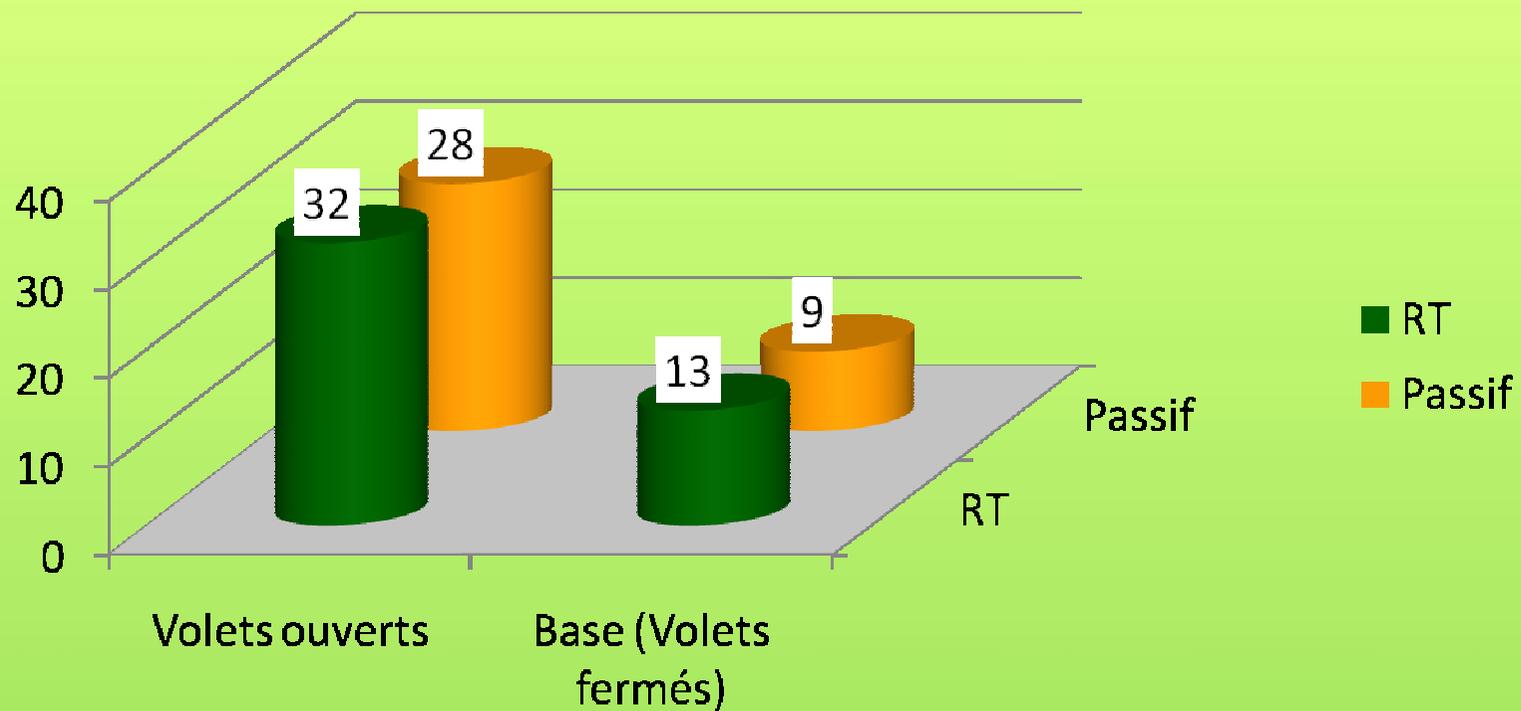
Plein soleil : 1000 W/m<sup>2</sup>

HELIASOL 23 juin 2014

29

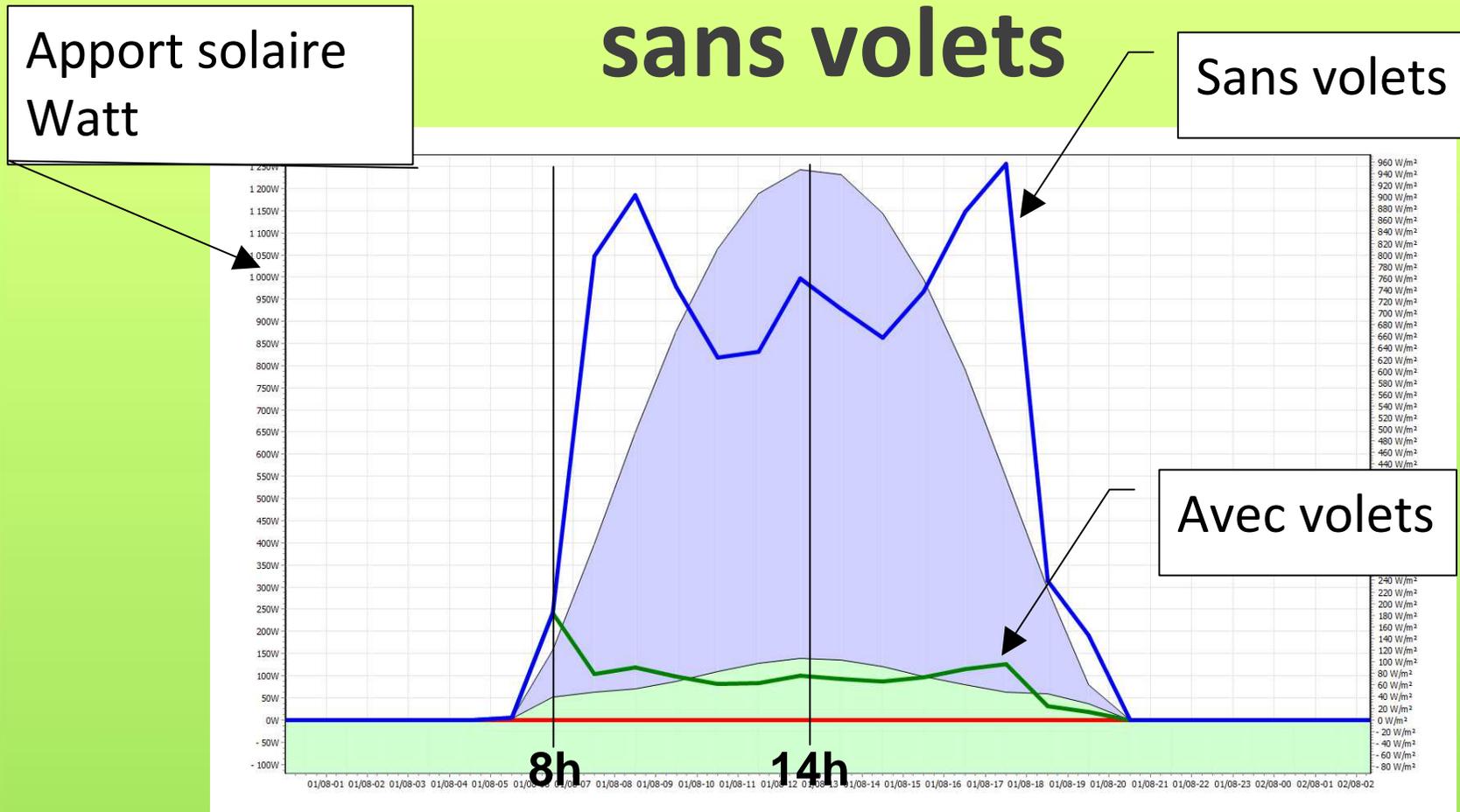


# Fermeture des volets



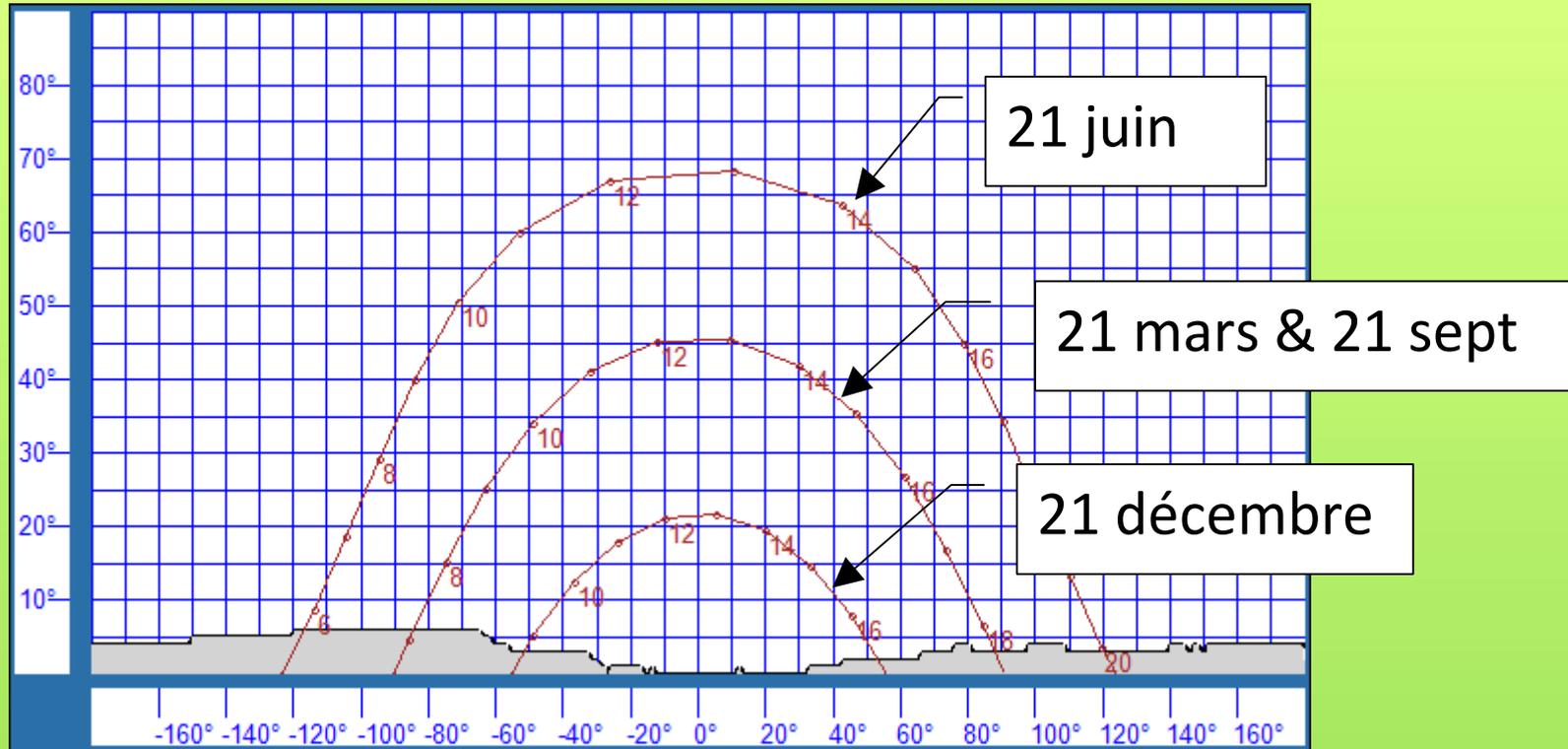
Légende: % d'inconfort ( > 27°C ) sur les 7 semaines d'été

# Apports solaires 1 jour avec et sans volets



- En général, on ferme les volets trop tard
- Volet fermé, il faut continuer de ventiler le matin

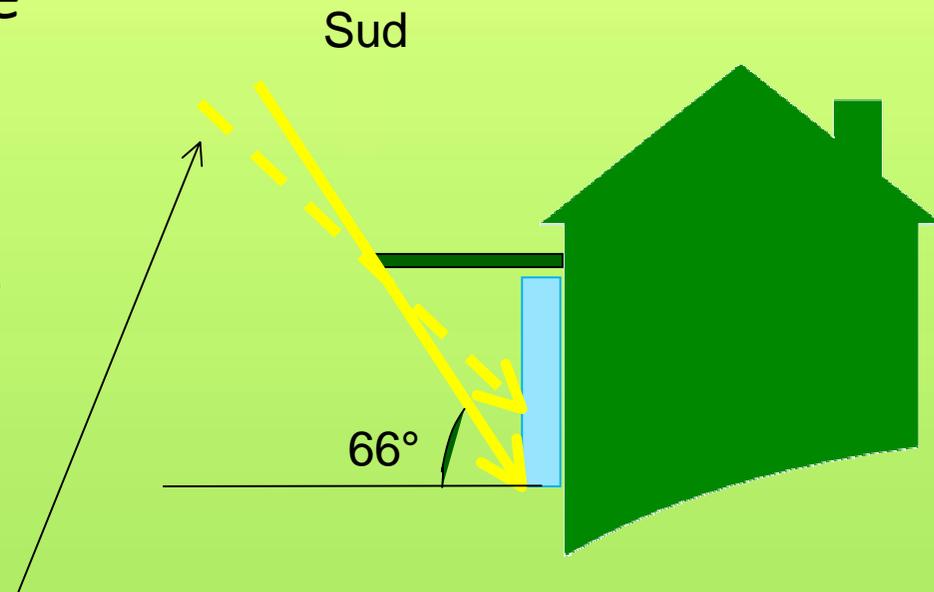
# Course du soleil



# Protections fixes

- Le 21 juin, au zénith, le soleil est à  $66^\circ$
- Donc le soleil arrivera toujours sur la fenêtre
- Et encore plus si elle n'est pas plein sud

Et donc le 21 août = 21 avril  
Hauteur solaire :  $58^\circ$



# Exemples d'occultations



Source : GPF Fermetures (42)

Persiennes lames fixes

Lames orientables

# Exemples d'occultations

- Volets à la Niçoise
- Persienne et projection



# Brise soleil orientable (BSO)



- Avantages
  - Bon filtre solaire
  - Réglage lumière
  - Ventilation
  - La chaleur reste dehors
  - Pt thermique faible
- Inconvénients
  - Prix
  - (Anti effraction ?)

# Les vitrages à contrôle solaire

- Description
  - Vitrage traité avec couches réfléchissantes
  - TL = 50 % g = 25 %
  - Std : TL = 70 % g = 60 %
- Usage
  - Plutôt adapté au tertiaire
- Avantages
  - Permet de se passer d'occultations (coût total)
- Inconvénients
  - Peu d'apports solaires en hiver
  - Peu de luminosité intérieure

TL : Taux de transmission lumineuse

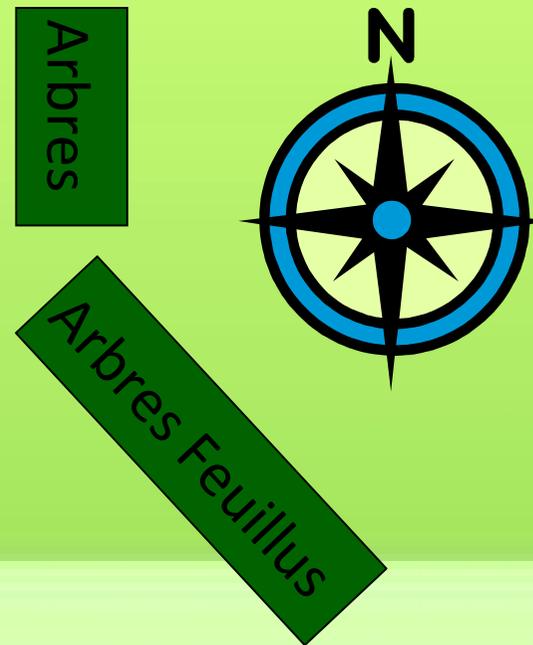
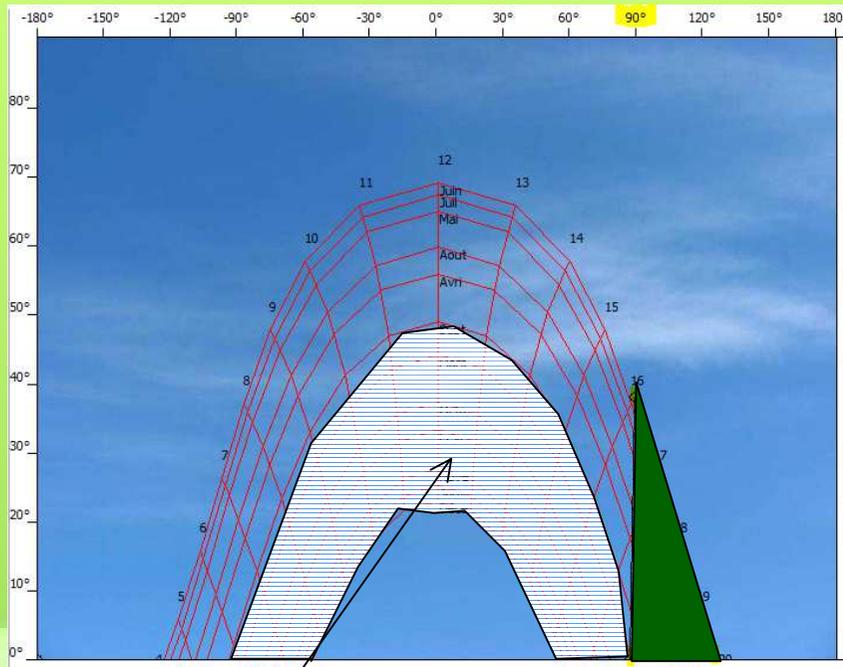
g : facteur solaire, taux de transmission de chaleur solaire



# Protéger aussi le Nord-ouest !

Ne pénalise pas l'hiver

Vue de dessus



Soleil utile hiver

HELIASOL 23 juin 2014

Soleil nuisible été

38



# Protections solaires adaptées

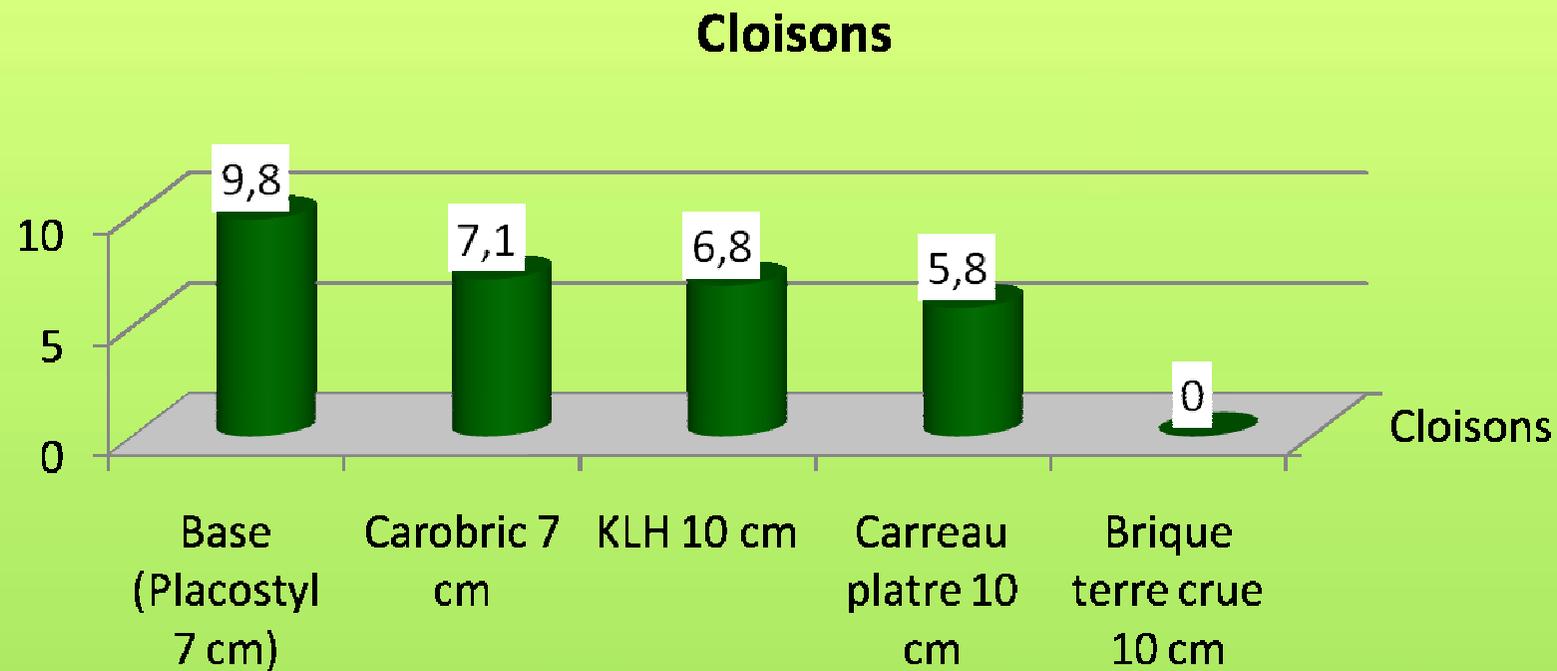
Stores verticaux à l'ouest  
(à lames orientables  
si possible)

Stores extérieur à lames orientables au Sud

- Lames orientables
- Persiennes bois

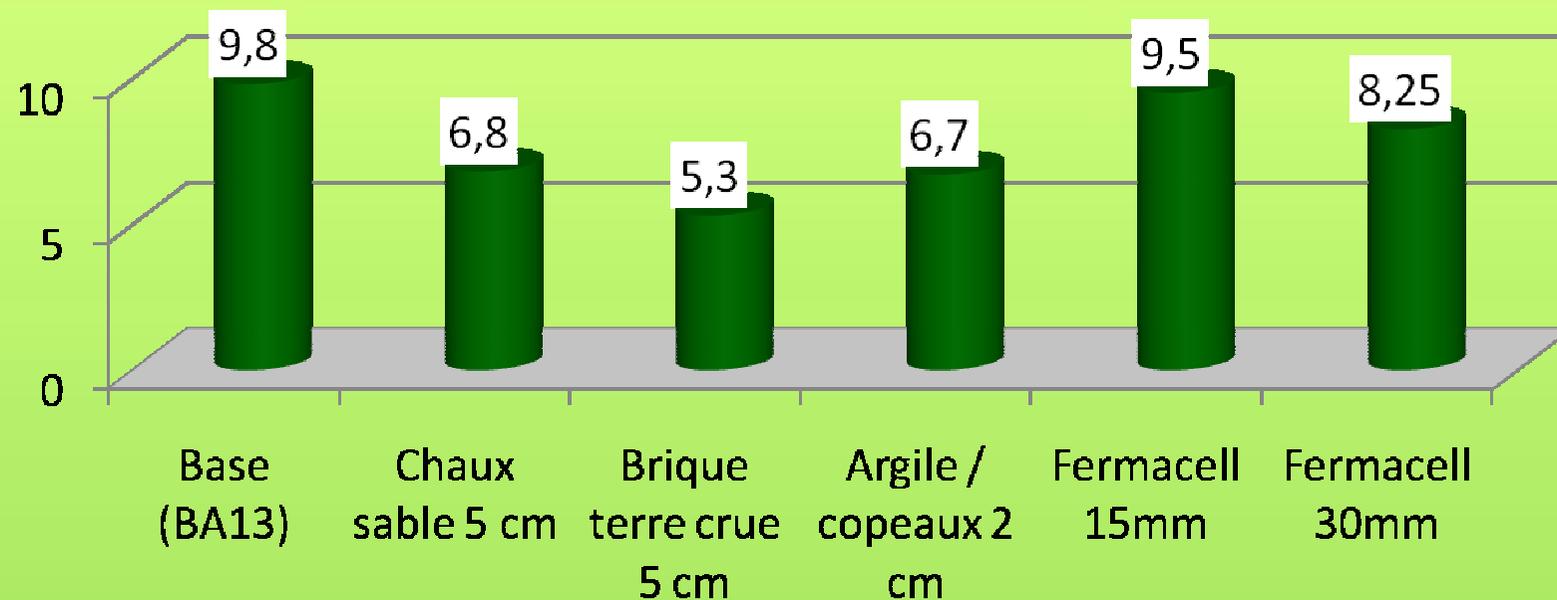


# Ajout d'inertie cloisons



Légende: % d'inconfort (> 27°C) sur les 7 semaines d'été

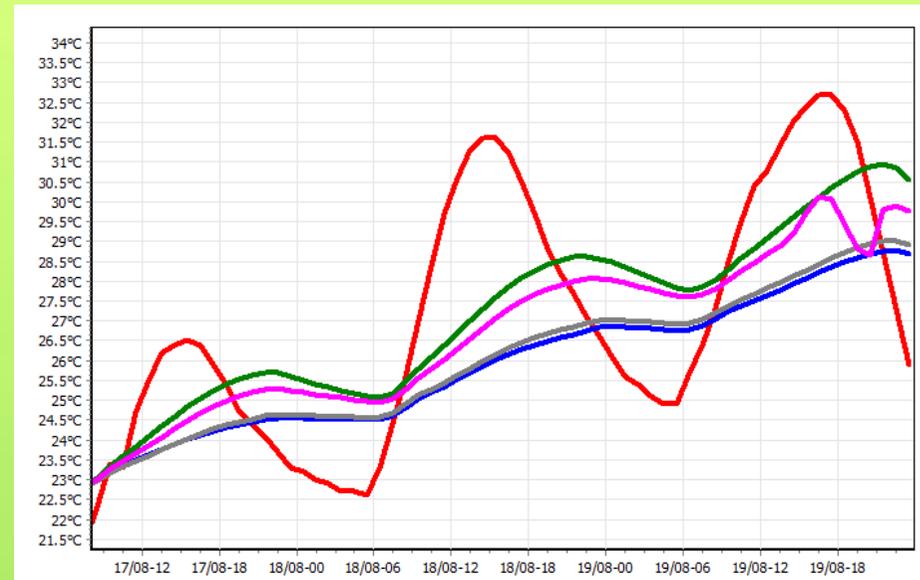
# Ajout d'inertie sur les murs (face intérieure)



Légende: % d'inconfort (> 27°C) sur les 7 semaines d'été

# Matériaux à changement de phase

- Non testé en réel
- 5 mm à 9 mm d'enduit changeant de phase, solide à liquide vers les 25° (selon produits)
- Souvent à base de paraffine (raffinage du pétrole)
- Résultat simulation : pas meilleur que la terre crue



Rouge : T extérieure

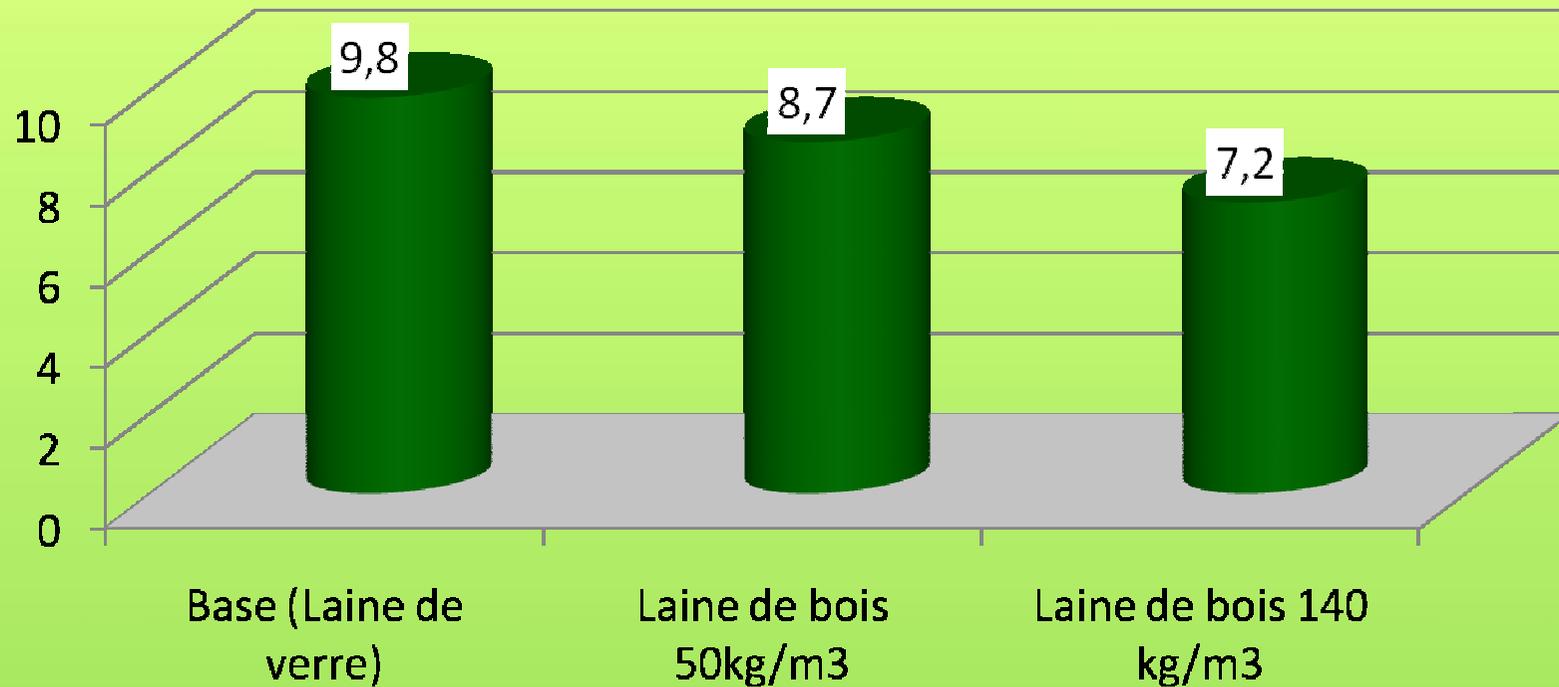
Vert : base

Bleu : 5 cm Terre crue

Gris : produit 28° 9 mm

Rose : produit 21.7°C 5 mm

# Ajout d'inertie dans les murs



Légende: % d'inconfort ( > 27°C ) sur les 7 semaines d'été  
NB : Ne pas extrapoler à d'autres configurations !

# Inertie thermique d'un matériau

- L'inertie thermique d'un matériau est sa capacité à stocker et à déstocker de l'énergie dans sa structure.
- Le stockage ou le déstockage se fait avec un déphasage dans le temps et une réduction de l'amplitude des températures.



# Diffusivité

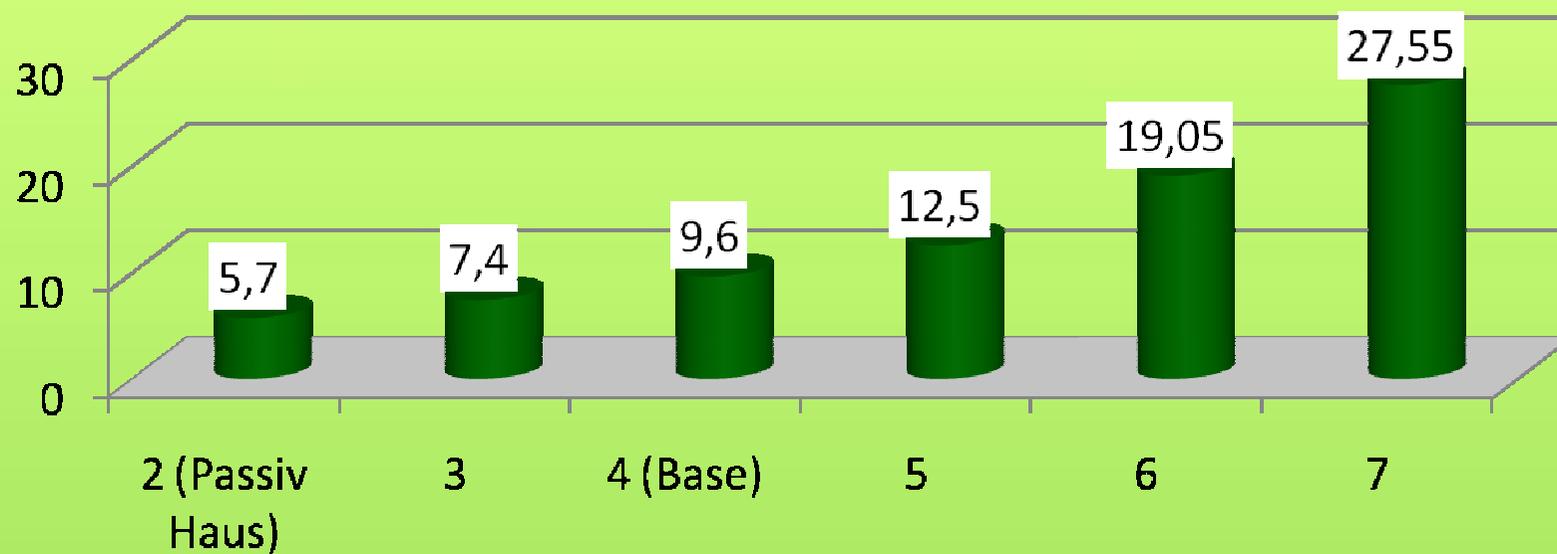
- Capacité à transmettre une onde de température
  - $D$  (diffusivité) =  $\lambda / \rho C$       $E = D^{1/2} \rho C$
  - $C$  Chaleur spécifique et  $\rho$  = densité
- Pour apporter de l'inertie, il faut
  - Une surface d'échange élevée
  - Une capacité calorifique importante
  - Effusivité élevé pour absorber
  - Diffusivité pas trop élevée



# Les apports internes

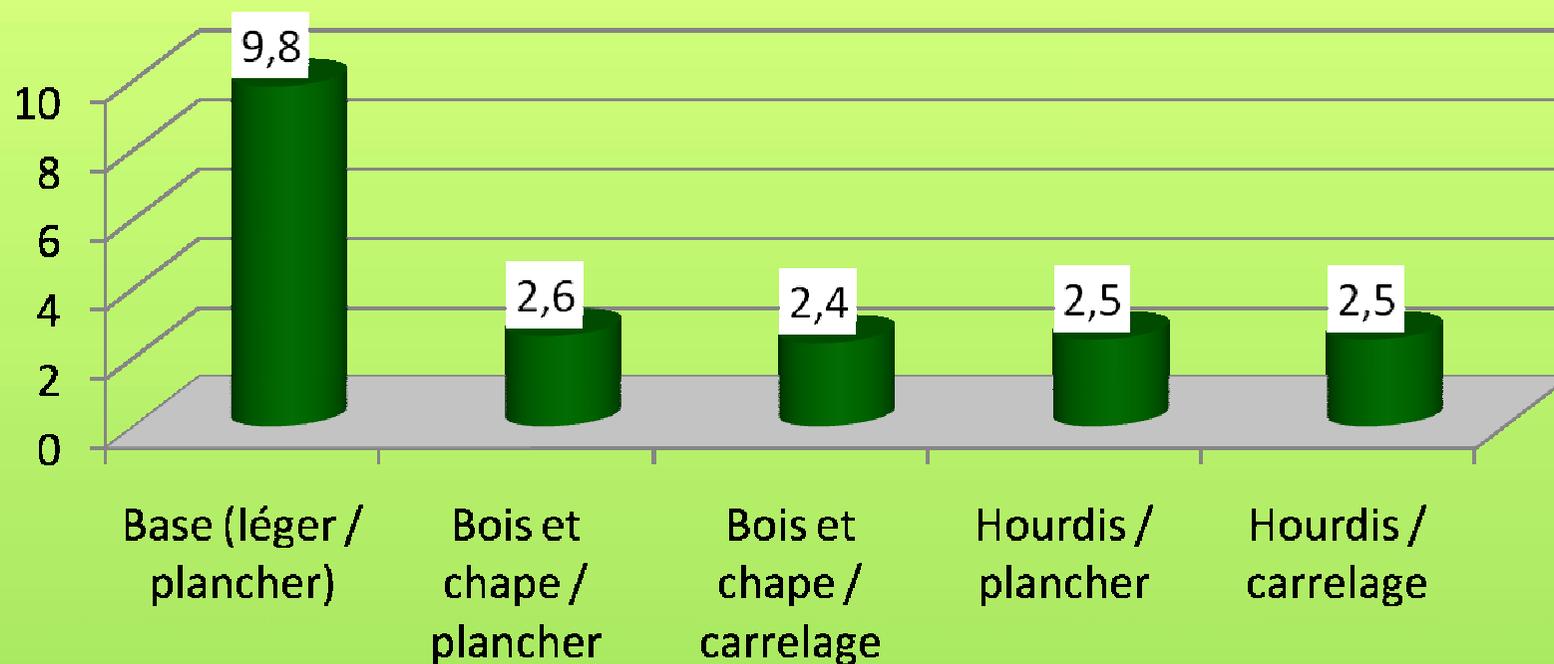
- 4.1 Watt / m<sup>2</sup> pour
  - Les occupants
  - Les appareils électriques (PC, télé, LV, LL)
  - La chaleur dissipée par l'eau chaude sanitaire
  - Les auxiliaires en espace chauffé, l'éclairage
- Soit 481 Watt au total
  - 1 ballon d'eau chaude environ 100 W
  - 1 télévision 50 à 200 W
  - Frigo congélateur classe A = 40 W permanent

# Les apports internes



Légende: % d'inconfort ( > 27°C ) sur les 7 semaines d'été

# Ajout d'inertie sur le plancher intermédiaire



Légende: % d'inconfort (> 27°C) sur les 7 semaines d'été

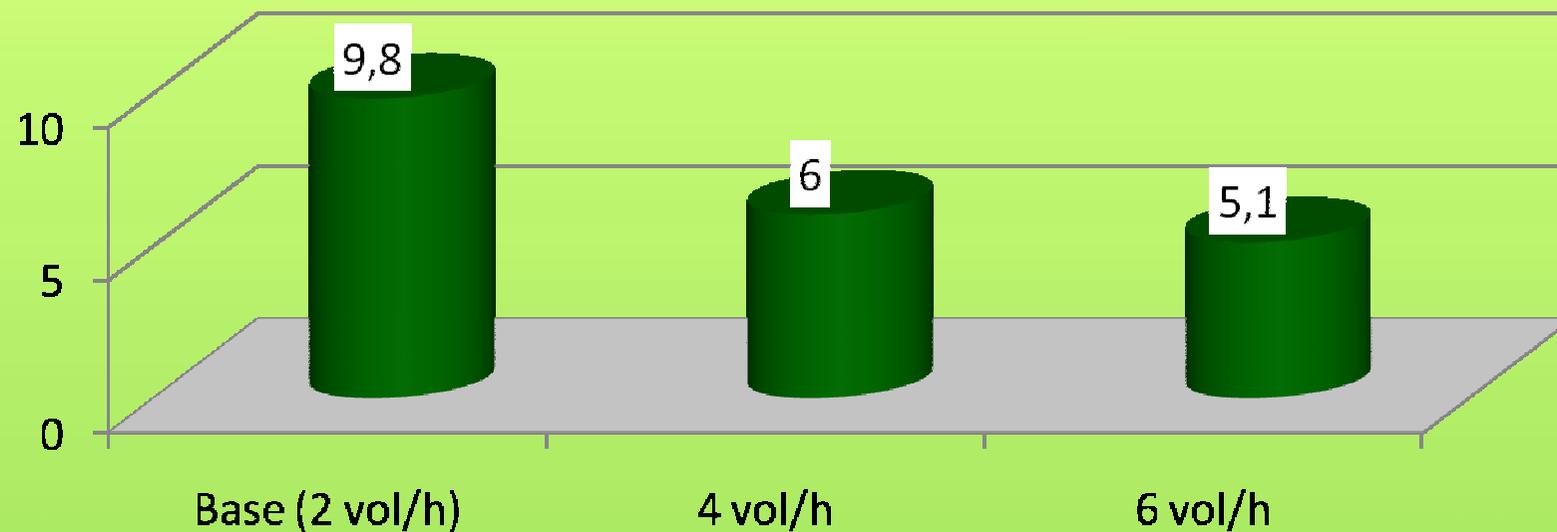
# Sur ventilation nocturne

- Ventilation nocturne mécanique
  - Limitée en débit et encombrante
  - Consommations électriques importantes
- Ventilation nocturne naturelle
  - Ventilation économique et écologique
  - Plus complexe à concevoir
    - Ouvertures entières, traversantes, tirage thermique
    - Pb : bruit, moustiques, ilots de chaleur



# Sur ventilation nocturne

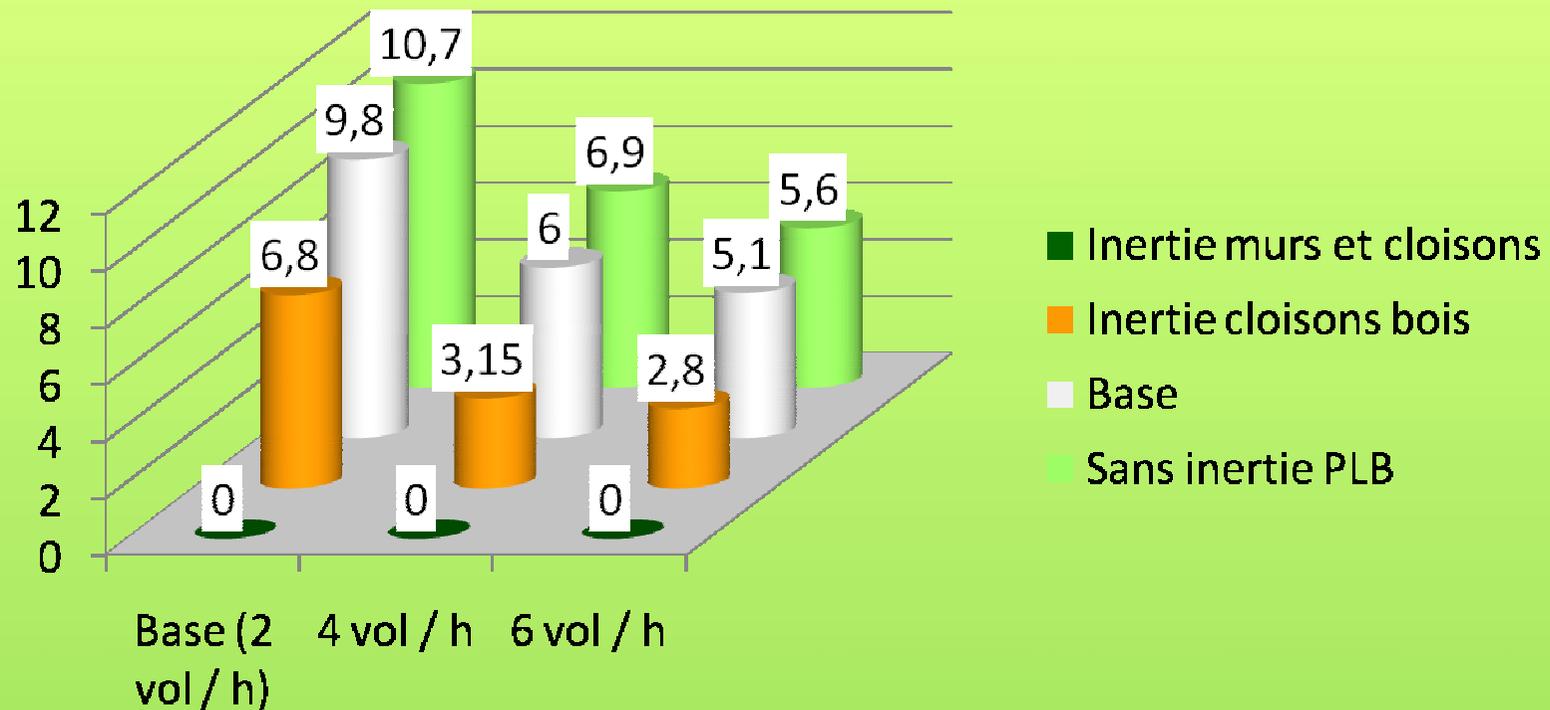
Passif



Légende: % d'inconfort (> 27°C) sur les 7 semaines d'été

# Couplage

## Sur ventilation / Inertie



Légende: % d'inconfort (> 27°C) sur les 7 semaines d'été

# Sur-ventilation nocturne

1 paramètres clé :

- La température de fin de nuit

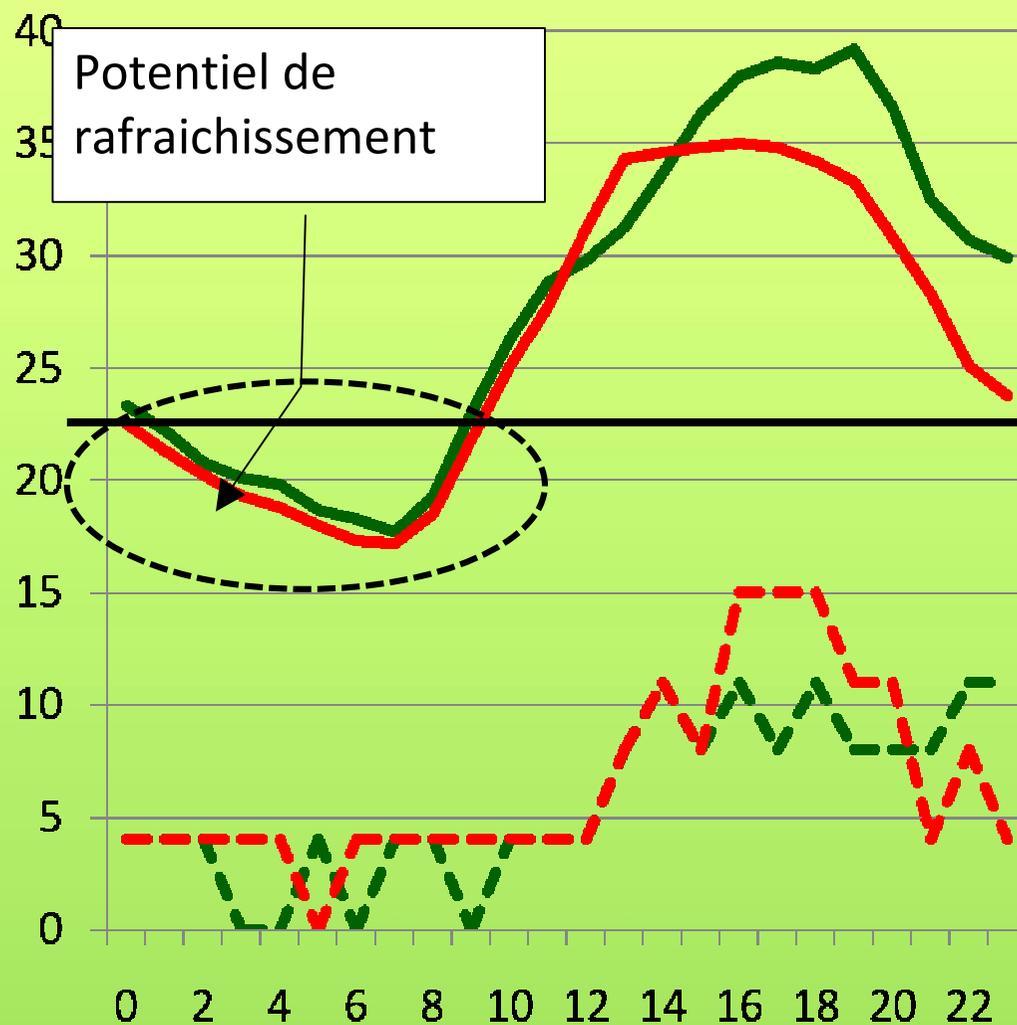
Et pour la ventilation par fenêtres

-La vitesse du vent

Source METEOCIEL

Station Météo de Chambéry et BSM Bourg St Maurice le 11 Août 2003

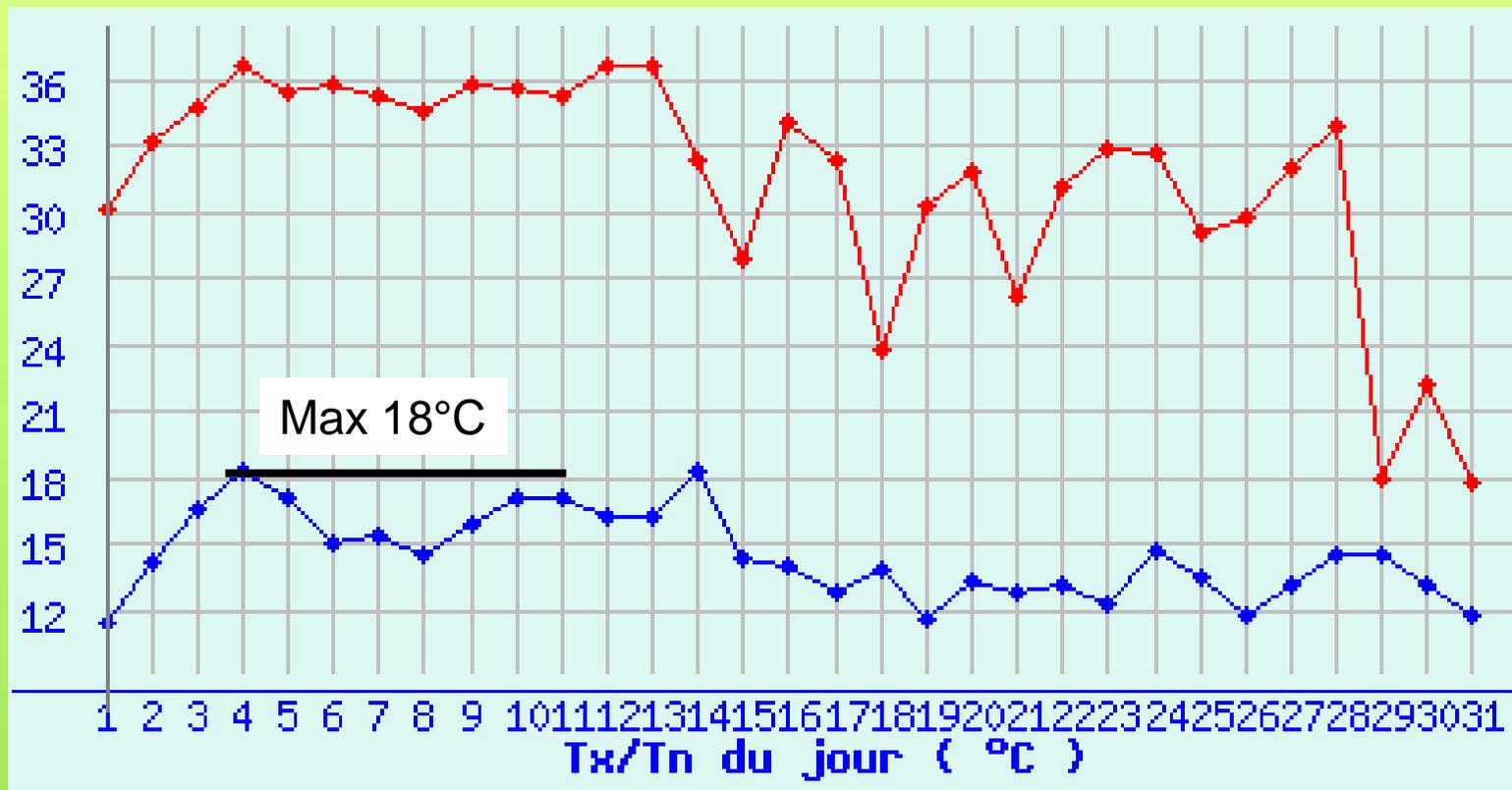
Température d'air °C et vitesse du vent (km/h)



— Chamb T°C    - - - Chamb Vent  
— BSM T°C    - - - BSM vent



# T° de fin nuit, Août 2003 à station météo Bourg st Maurice



Température journalière maxi en rouge  
Température journalière minimale en bleu  
Source météociel

# RETOUR D'EXPÉRIENCE





[www.maisondesaines.com](http://www.maisondesaines.com)



Maison des Aînés - Montbrison (42)  
MOE conception: Ateliers r+  
MOE exécution: Archipente  
BE thermique: HELIASOL



# SYSTEME CONSTRUCTIF

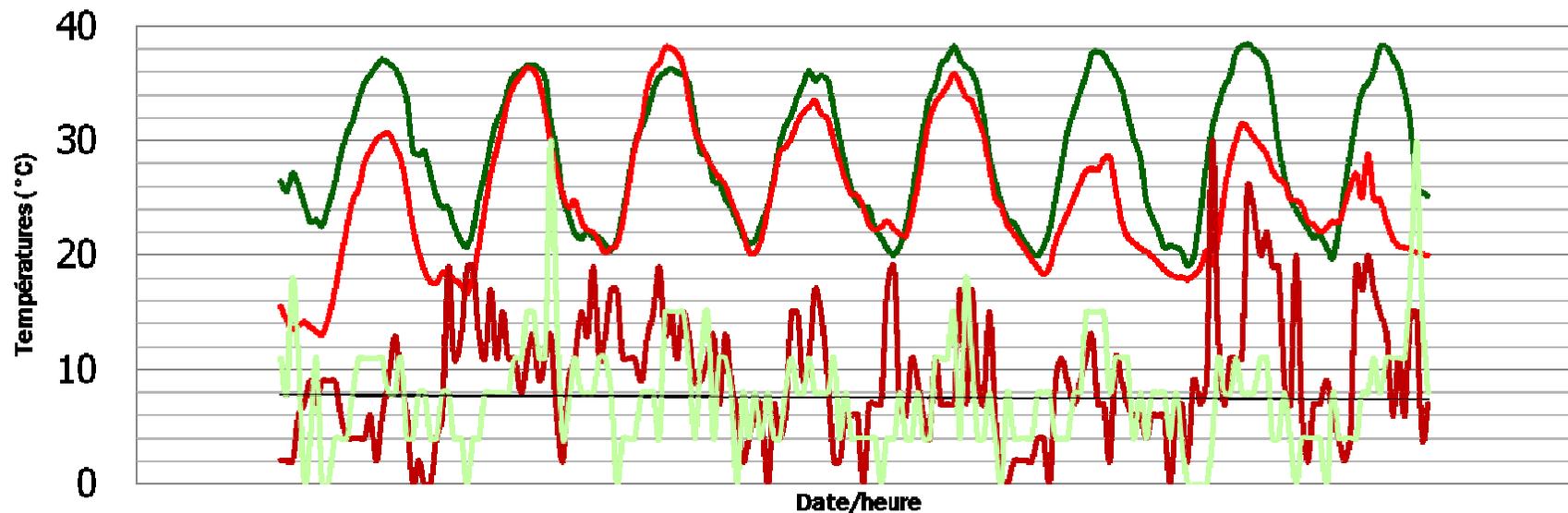
# CONFORT D'ÉTÉ

- Capteurs température / humidité pendant l'été
- Comparaison par rapport à la canicule de 2003
- Comparaison par rapport au PHPP
- Sur ventilation nocturne par ouverture de fenêtre
- VMC avec by-pass automatique,
- débits idem hiver

Confort d'été		PHPP label	PHPP recalé	Mesure
% surchauffe	%	0%	0%	3%
Elevation température été	°C	0.51	0.51	0.55

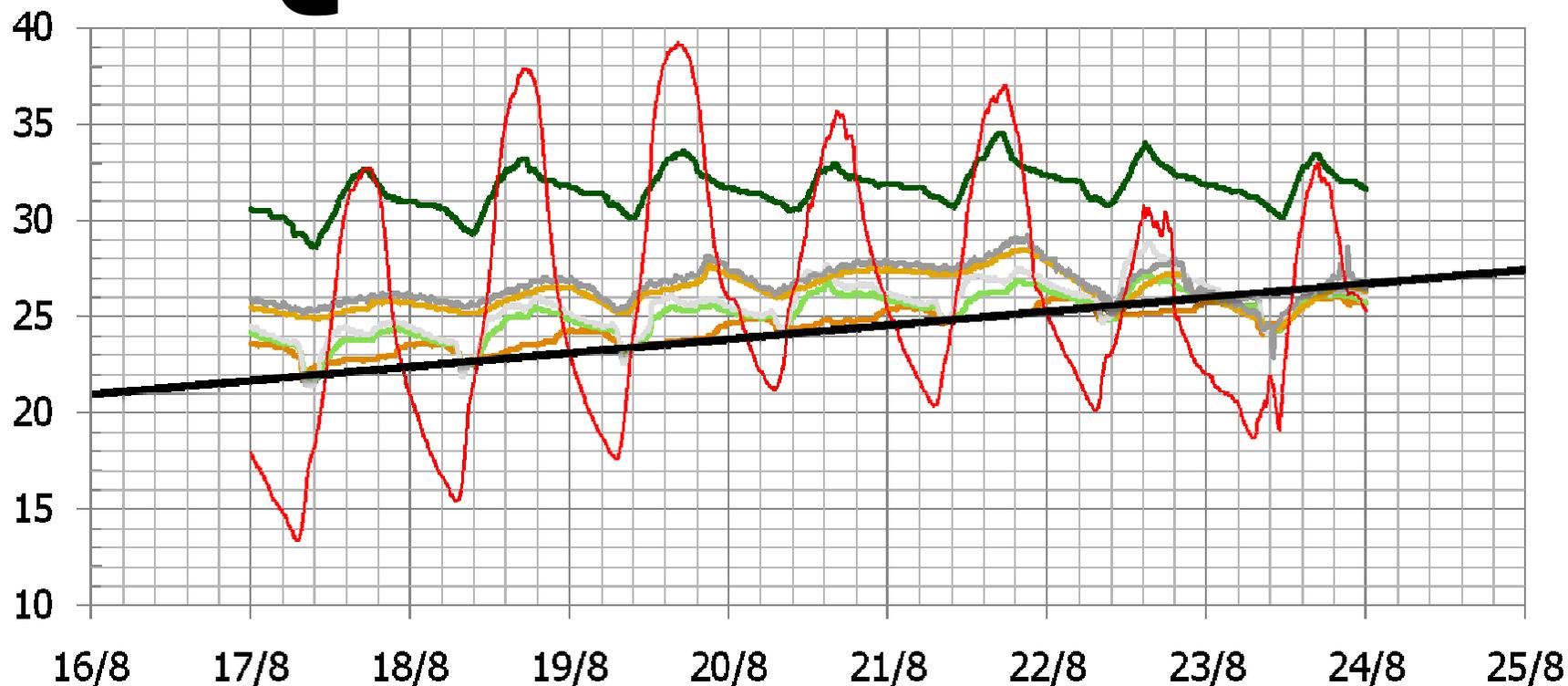
# MÉTÉO AOÛT 2012 (17 AU 24)

Périodes comparées 2003/2012 sur Saint-Etienne -  
T et vitesse de vent horaires moyennes (METEOCIEL)



- 2003 (6 au 13 août)
- 2012 (17 au 24 août)
- 2012 vent (17 au 24 août)
- 2003 vent (6 au 13 août)
- Linéaire (2003 vent (6 au 13 août))

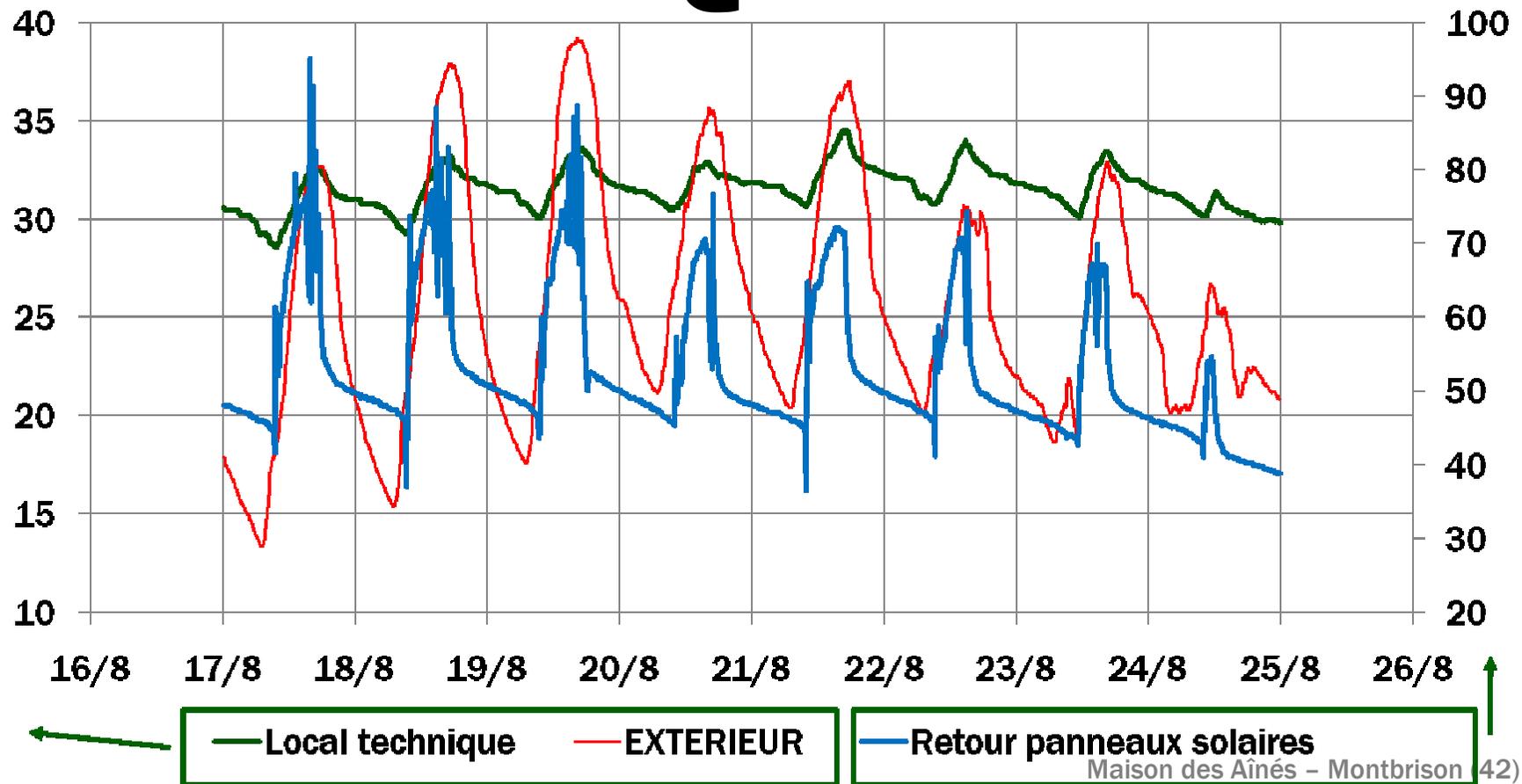
# INERTIE SEQUENTIELLE



— Local technique    — Chambre Sud RdC    — Séjour RdC    — Cuisine RdC  
— Séjour R+1    — Cuisine R+1    — EXTERIEUR

Maison des Aînés - Montbrison (42)  
MOE conception: Ateliers r+  
MOE exécution: Archipente  
BETHAGOLQZ3 JHh12604

# GAINE TECHNIQUE



Températures en degré °C

Maison des Aînés - Montbrison (42)

MOE conception: Ateliers r+

MOE exécution: Archipente

BRETAGNE

# CONCLUSION



# Stratégie été (sans climatiser)

1. Limitation des apports solaires
  2. Limitation des apports internes
  3. Inertie thermique suffisante et accessible (cloisons, face intérieure des murs, planchers et plafonds) et sur-ventilation nocturne
    - Autres, dont brassage d'air, puits canadien,
- Évaluation possible à l'aide d'une STD

# Les limites de la sur-ventilation naturelle nocturne

- Zones de bruit, risque d'effraction
- Moustiques
  - Les moustiquaires réduisent la sur-ventilation
- Courants d'air excessifs
- L'absence de vent en canicule
- Les îlots de chaleurs (centre ville surchauffé)



# Ventilation nocturne

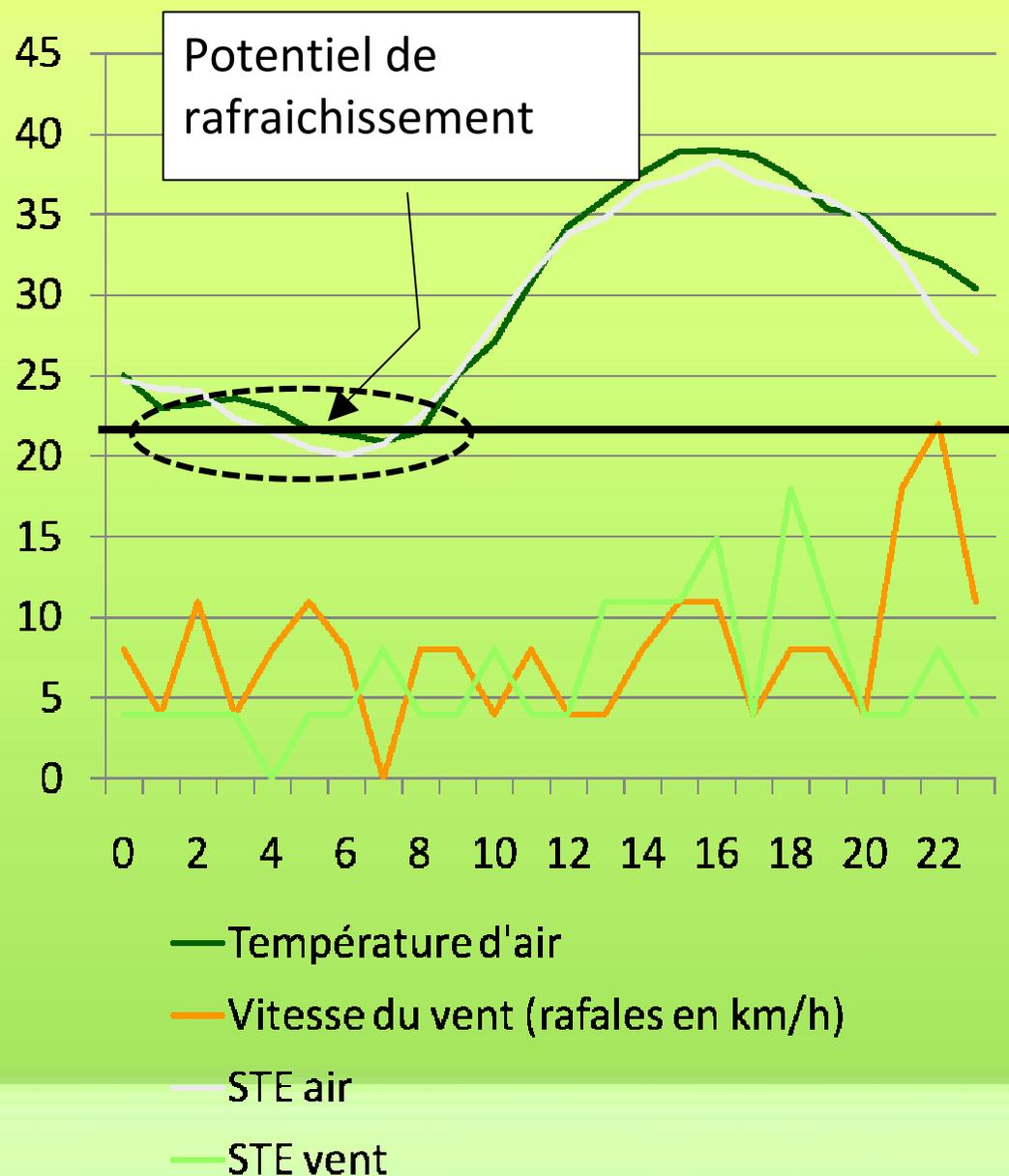
1 paramètres clé :

- La température de fin de nuit

Et pour la ventilation par fenêtres

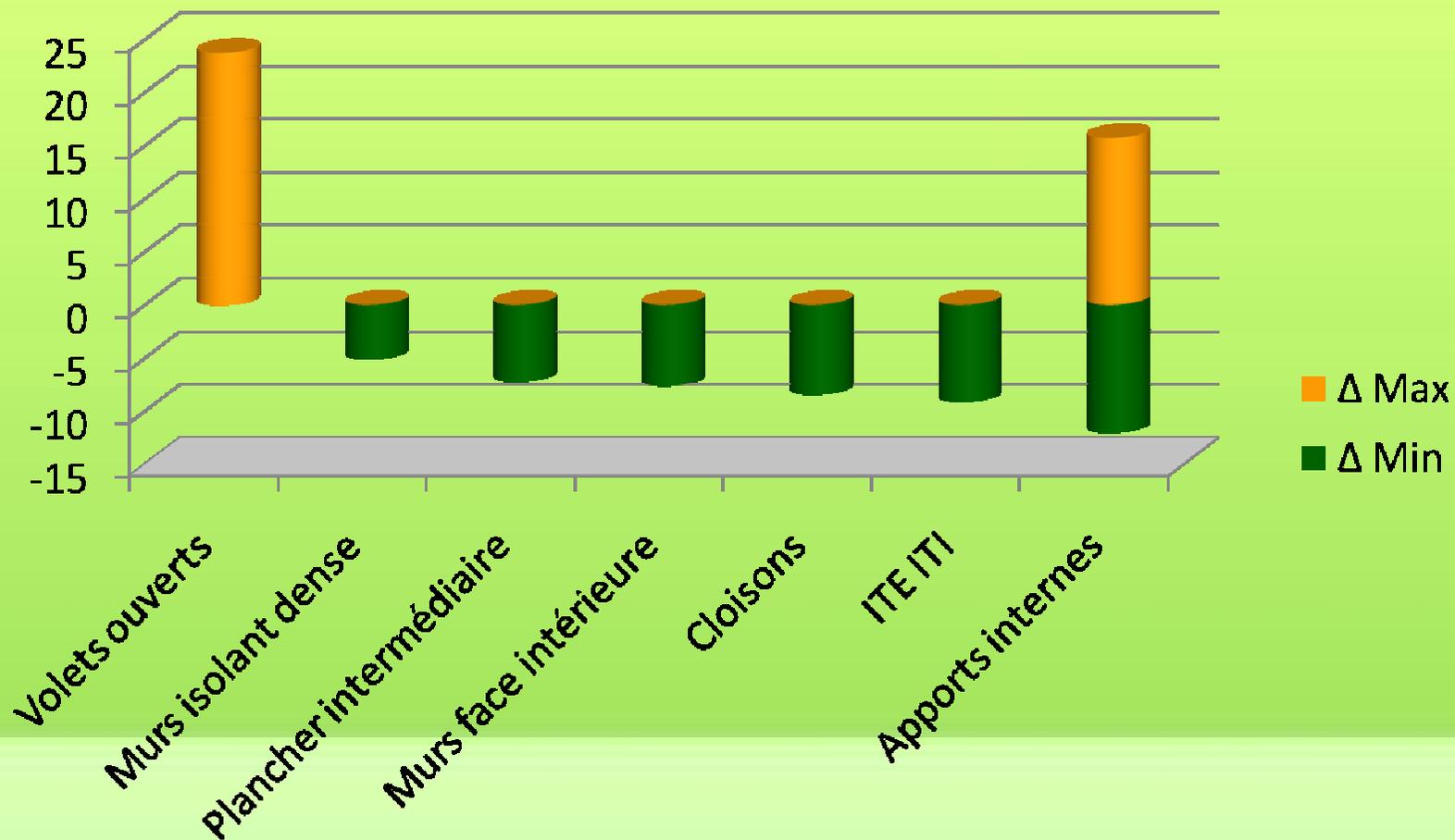
-La vitesse du vent

Station Météo de Clermont  
(et St Etienne) le 10 Août  
2003



# Récapitulatif des résultats

## Variation par rapport à la base



# Récapitulatif

- Maisons ossature bois pas moins bonnes que l'ITI
- Maisons passives à confort d'hiver excellent mais pas forcément meilleures en été



# Autres paramètres non étudiés

- Terre plein ou vide sanitaire
- Bardage (épaisseur de la lame d'air) ou crépis
- Ventilation des combles
- Ventilation en sous face des tuiles
- Puits canadien géothermique



# Bureaux / Tertiaire

- Forts apports internes (écoles, salle de spectacles, de réunion) mais intermittents
  - 1 PC et une personne = 160 W dans un bureau de 10 m<sup>2</sup>, 16 W / m<sup>2</sup>
- Solutions pour éviter de climatiser :
  - Forte inertie et forte sur ventilation nocturne
  - Réduction des apports internes et solaires
  - Brassage d'air (pour le ressenti)
  - Travailler peu habillé, travailler le matin,

**FIN DE LA PRÉSENTATION  
MERCI**

