

Maison passive : une nouvelle (r)évolution dans l'art de construire

Conférence ASDER à Chambéry, le jeudi 6 février 2014

06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

1



HELIASOL



- Bureau d'étude thermique, créée en 2007
 - Basé à Vourles (69)
- Spécialisé en conception passive et matériaux bio-sourcés (bois, terre, paille)
 - Membre du réseau écobâtir
- 4 bâtiments passifs labellisés(45 en France)
- Formateur PHPP, ponts thermiques, ...
- Auto constructeur maison passive en paille



Plan

- Le concept passif (et RT 2012)
- Réflexions de conception
- Confort d'été
- Exemples et retours d'expériences
- La démarche pour un projet passif
- Conclusion (coût, énergie grise, ...)

Chauffer c'est corriger les erreurs de construction

LE CONCEPT PASSIF

Définition

- On pourrait définir le passif par les critères pour obtenir le label maison passive
 - $B_{ch} < 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$ ou $P_{ch} < 10 \text{ W/m}^2$
 - Etanchéité à l'air < 0.6 au test N50
 - Consommation totale $< 120 \text{ kWh } E_p / \text{m}^2 \cdot \text{an}$
- Mais le bâtiment passif, c'est un concept

Concept bâtiment passif

- Bâtiment ayant un très faible besoin de chauffage et de rafraichissement, qui pourrait être pourvu par la ventilation hygiénique
- D'où l'on déduit
 - $B_{ch} < 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$ ou $P_{ch} < 10 \text{ W /m}^2$
 - 15 kWh = 1.5 de fioul, soit 150 litres par an pour 100 m²

Qu'est ce que $10 \text{ W} / \text{m}^2$?

- Pour une chambre de 10 m^2
 - $10 \text{ m}^2 \times 10 \text{ W} / \text{m}^2 = 100 \text{ W}$
 - 1/10 ème d'un convecteur électrique
 - Une lampe à incandescence pour l'hiver ?
 - Et une basse conso quand on ne chauffe pas
- Pour un logement de 100 m^2
 - 1 radiateur entier

Pourquoi 10 W / m² ?

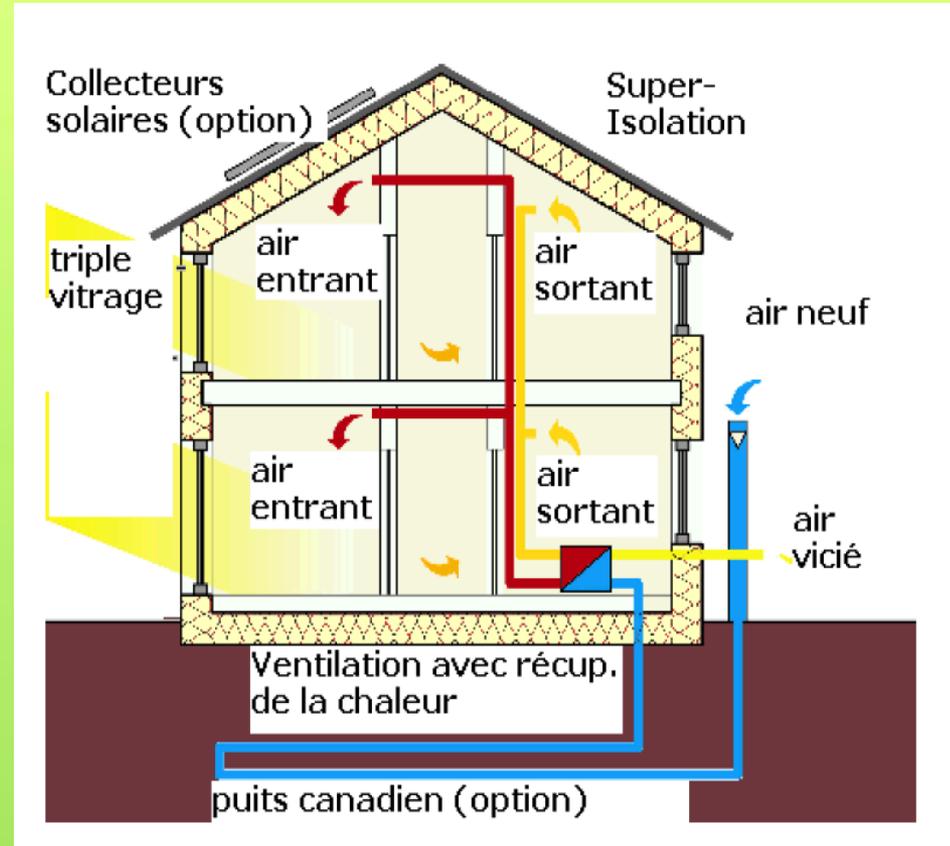
- 1 personne pour 35 m² (habitat)
- 30 m³/h par personne recommandé

Pourquoi 10 W / m²

- 30 m³ / h par personne et donc pour 35 m²
- Donc $P = 0.34 * \Delta T * 30 / 35$
- $P = 9.2 \text{ W / m}^2$ (ou 10.2 avec 30 m²)
 - (si $\Delta T = 32$, car 52 degrés maximum)

La maison passive

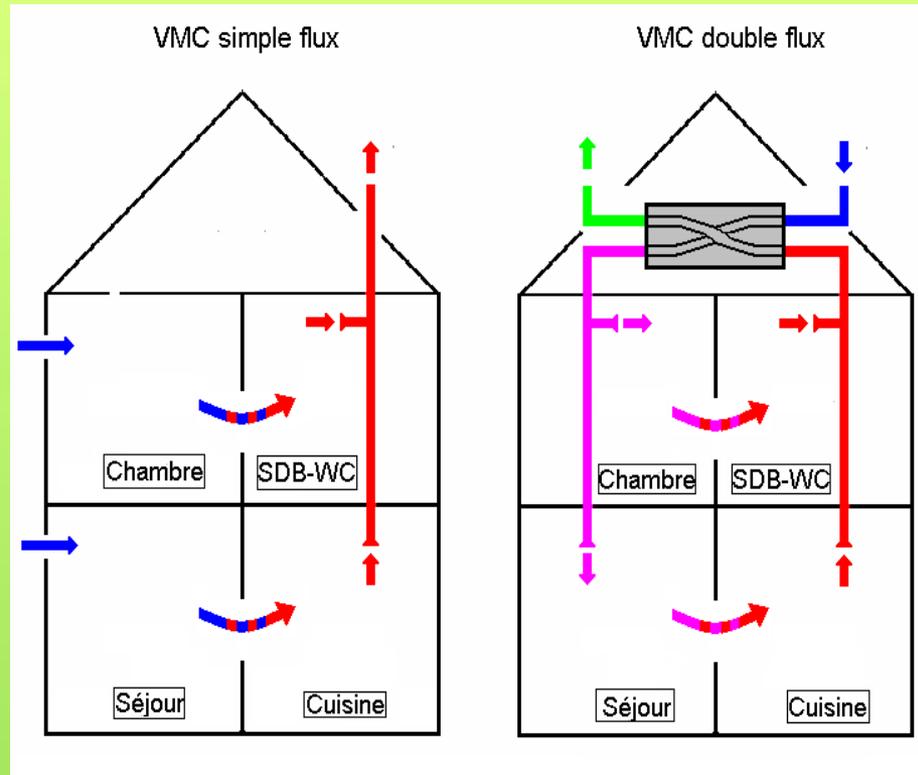
- Si on isole bien, il n'y a plus besoin de chauffer
- Les apports solaires et internes (frigo, habitants, lumières, PC) suffisent, sauf par grand froid
- Appoint de chauffage uniquement



3 Critères pour toute l'Europe et tous les bâtiments

1. $B_{ch} < 15 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$ ou $P_{ch} < 10 \text{ W /m}^2$
 2. Etanchéité à l'air < 0.6 au test N50
 3. Consommation totale $< 120 \text{ kWh } E_p / \text{m}^2.\text{an}$
- Conditions
 - M^2 habitables (SRE=SHAB)
 - Température 20°C, 30 m³/h ventilation par personne, 2.1 W/m² d'apport internes
 - 120 kWh inclus TOUTES les consommations
 - Électroménager, ordinateurs, éclairage, ...

VMC double flux (principe)

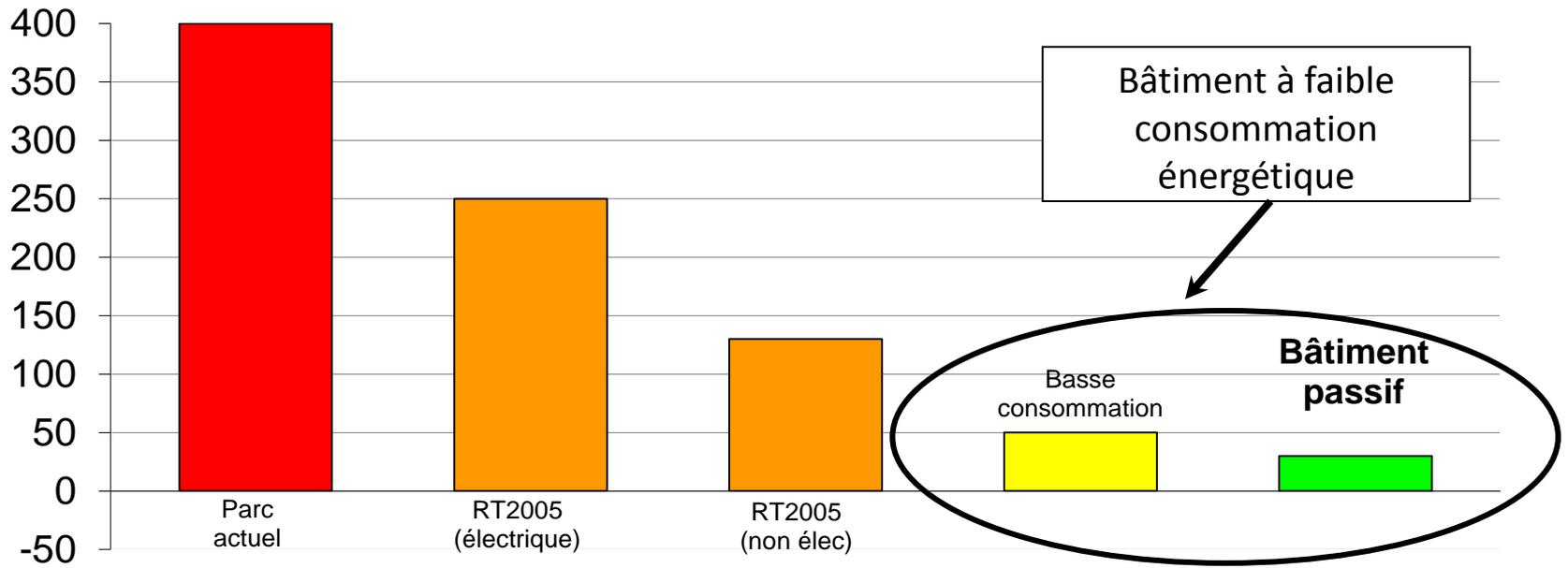


Isolation thermique renforcée

	Bâtiment RT2005	RT 2012 / BBC	Bâtiment passif
Isolation des murs	Au moins 10 cm	De l'ordre de 20 cm	De l'ordre de 30 cm
Isolation en toiture	Au moins 15 cm	De l'ordre de 30 cm	De l'ordre de 40 cm
Type de vitrage	Double vitrage classique	Double vitrage peu émissif Châssis performant	Triple vitrage Châssis ultra performant

Panorama

Des labels difficiles à comparer car chacun a ses règles
Consommation eau chaude et chauffage en kWh/m² et par an, énergie primaire



RÉFLEXIONS DE CONCEPTION

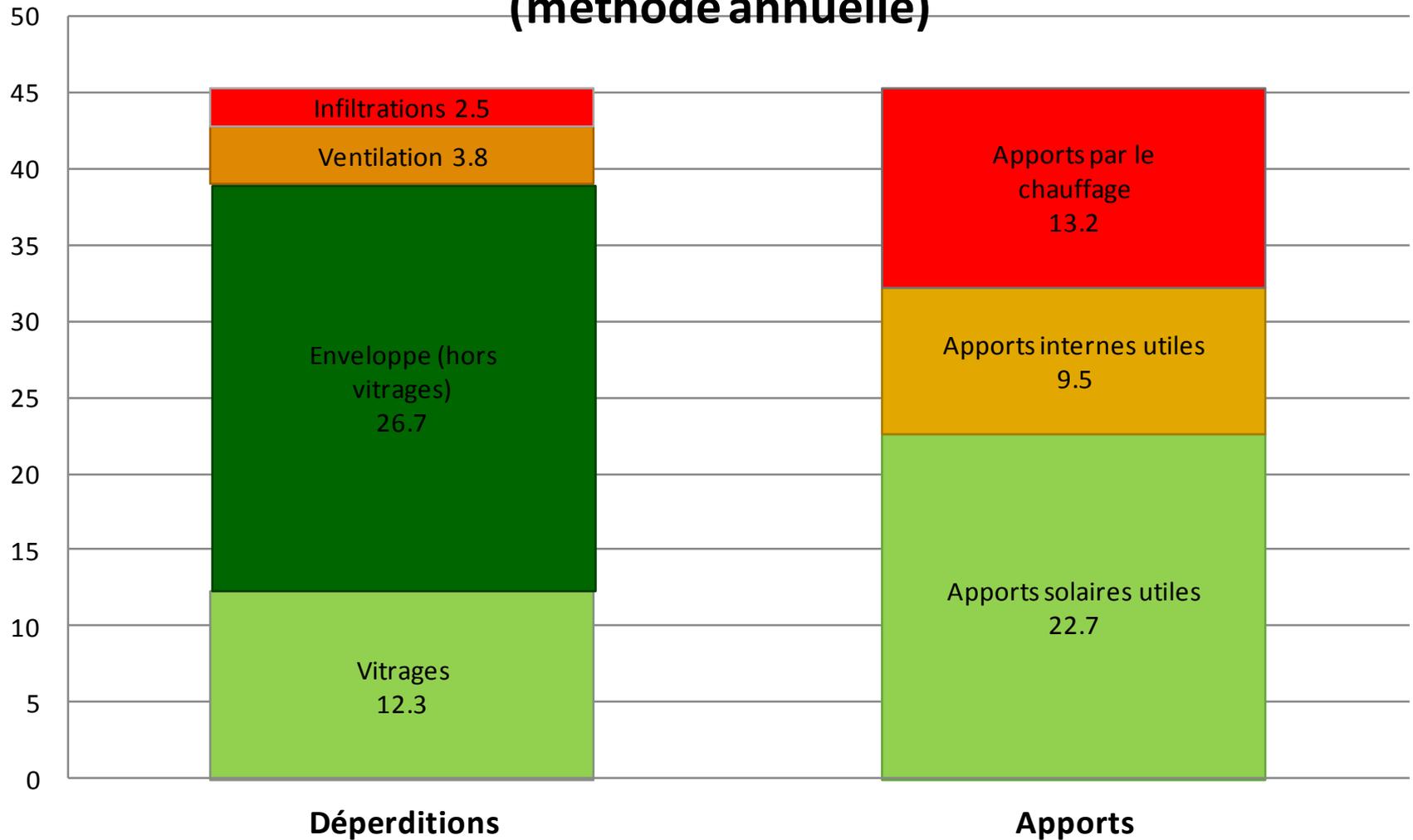
06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

15



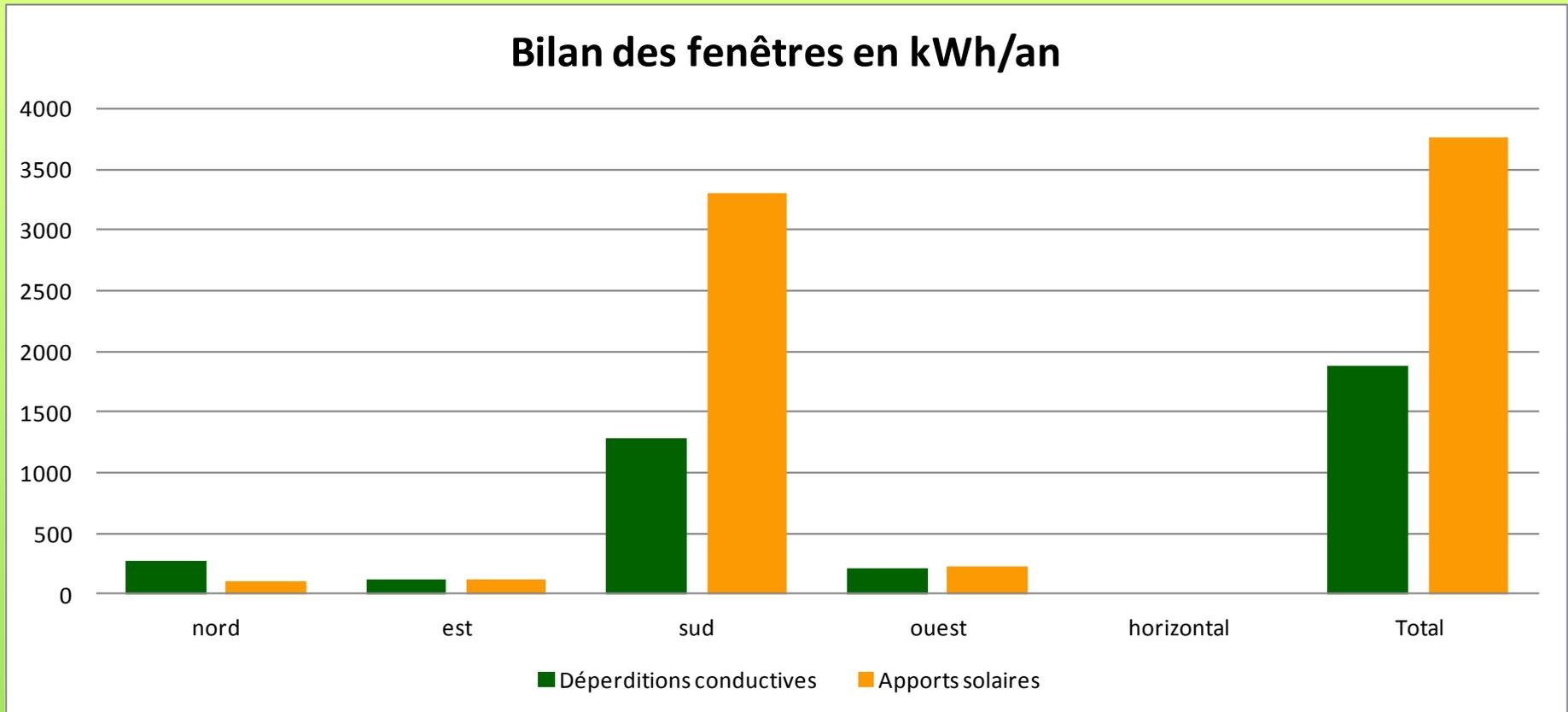
Bilan thermique du bâtiment (kWh/m².an) (méthode annuelle)



Forme et orientation

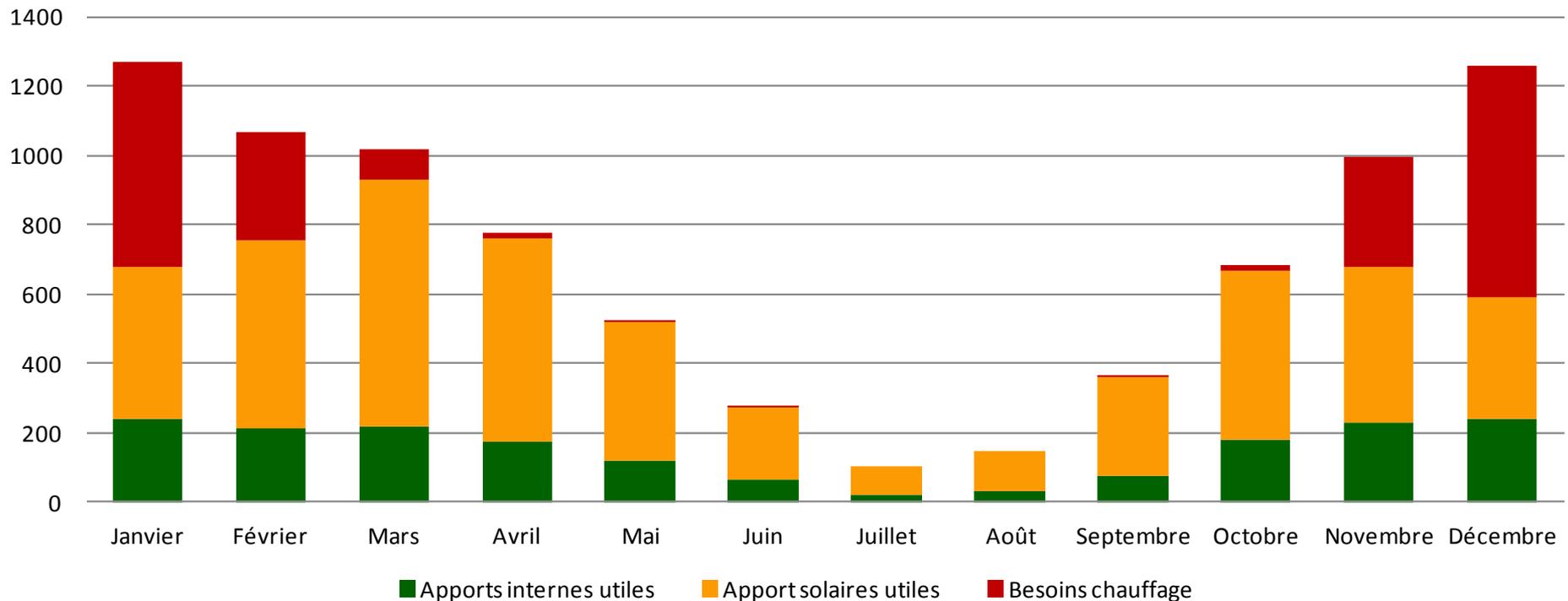
- Enveloppe thermique isolée et étanche la plus simple possible (cube)
 - Si l'on veut éviter un aspect « cube », il faut jouer sur les LNC locaux non chauffés, les casquettes, les couleurs,
- Les escaliers pour aller au sous sol
- Orientation vitrages sud de préférence

PHPP Fenêtres

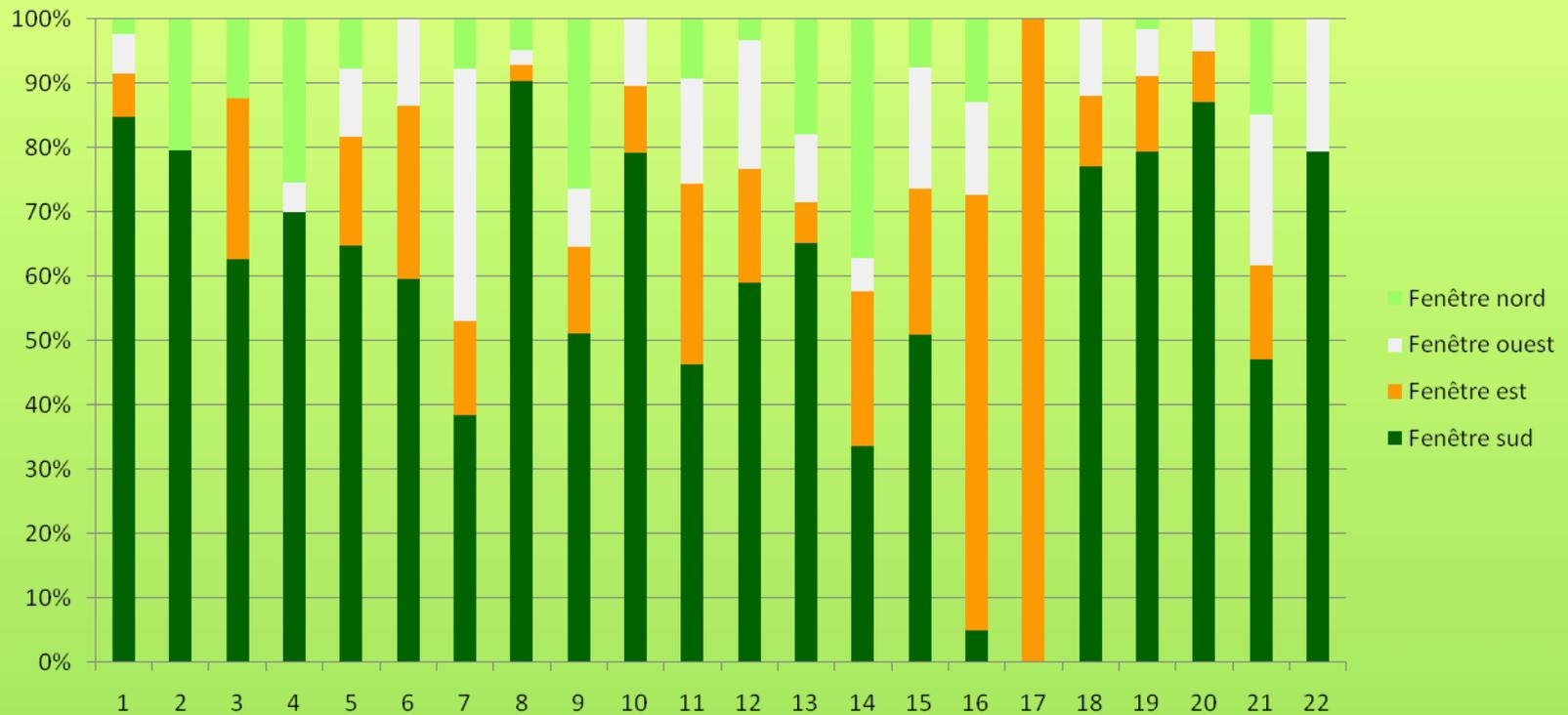


PHPP Besoins mensuels

Couverture des besoins de chauffage en kWh



Répartition des vitrages par façade



30 projets passifs ou presque passifs, triés par Bch croissant

Impact des menuiseries



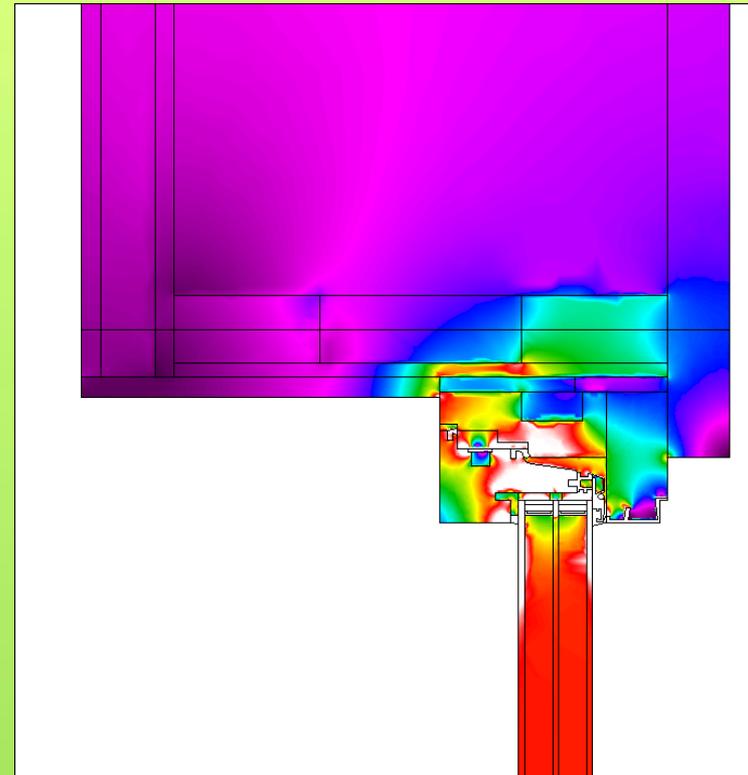
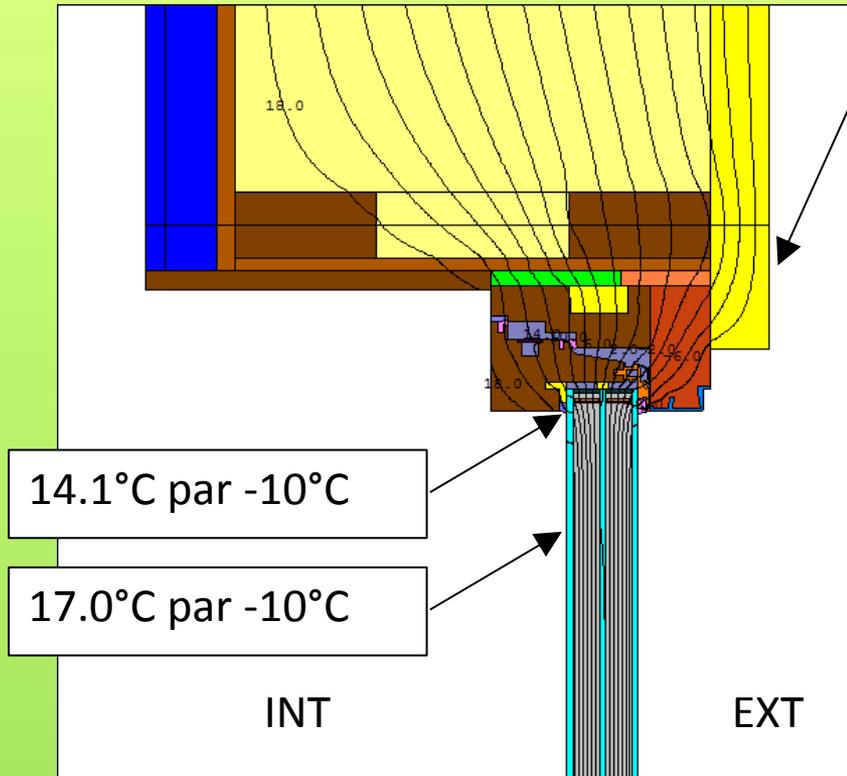
- Smartwin
 - 13.0 kWh / m²
- Optiwin Alu2holz
 - 14.9 kWh / m²
- Choix de la Smartwin

Impact des ponts thermiques

- Pont thermique de plancher intermédiaire
 - Valeur limite RT 2012 : $\psi = 0.5 \text{ W/m.K}$
 - Perte annuelle (maison R+1, 10 m x 7 m)
 - $34 \text{ m (périmètre)} * 0.5 (\psi) * 70 \text{ kKh} = 1190 \text{ kWh}$
 - Perte annuelle par m^2 (120 m^2)
 - $1190 / 120 = 10 \text{ kWh / an et par m}^2 !$
- Fenêtres, écart de 0.1 sur pont thermique
 - Perte = $100 * 0.1 * 70 = 700$
 - Perte par m^2 : $700 / 120 = 6 \text{ kWh / m}^2.\text{an}$

Jonction menuiserie / mur

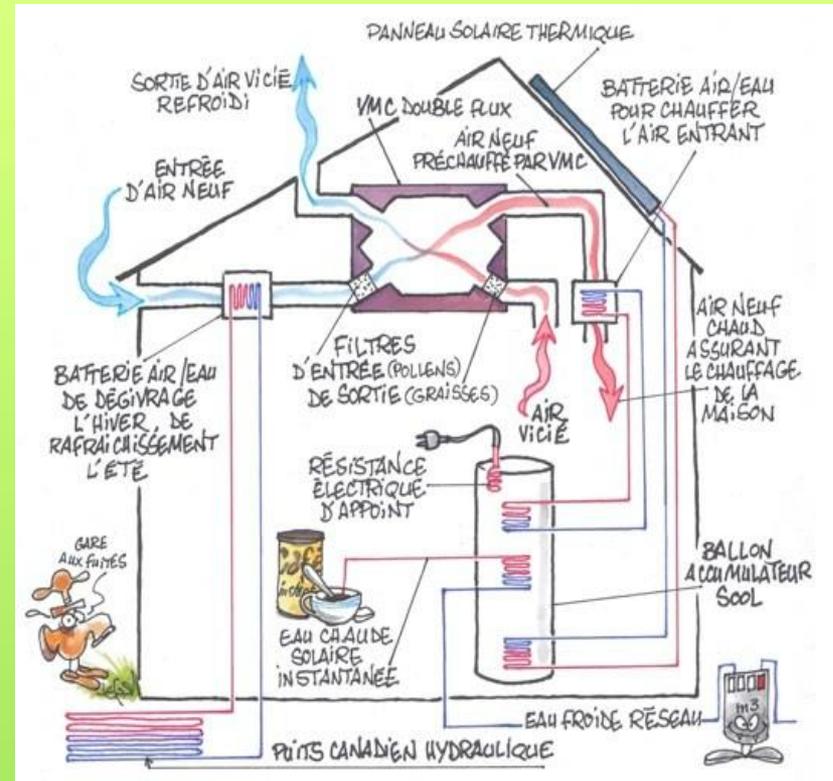
Retour d'isolant sur le dormant



Pont thermique $\psi = 0.014 \text{ W/m.K}$

Conception VMC Chauffage

- Chauffage par l'air et batterie chaude
- SSC système solaire combiné 10m²
- VMC DF qui est le seul élément « électronique »
- Confort d'été par rafraichissement nocturne + PC hydro



Source : Article VMC de "La maison écologique" numéro 76 d'Août-Septembre 2013, reportage réalisé dans notre projet "Passivepaille.free.fr"

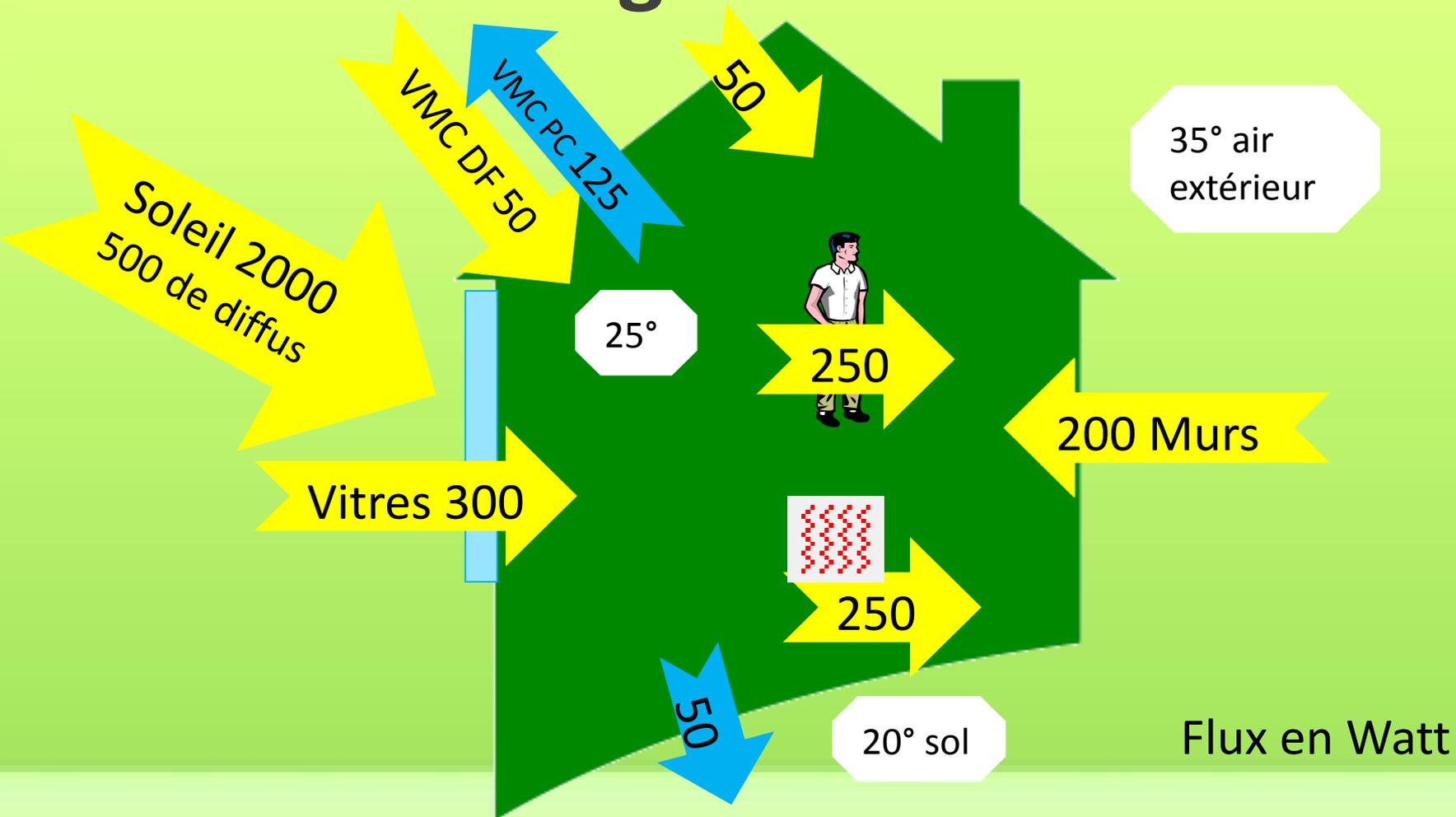
Ventilation



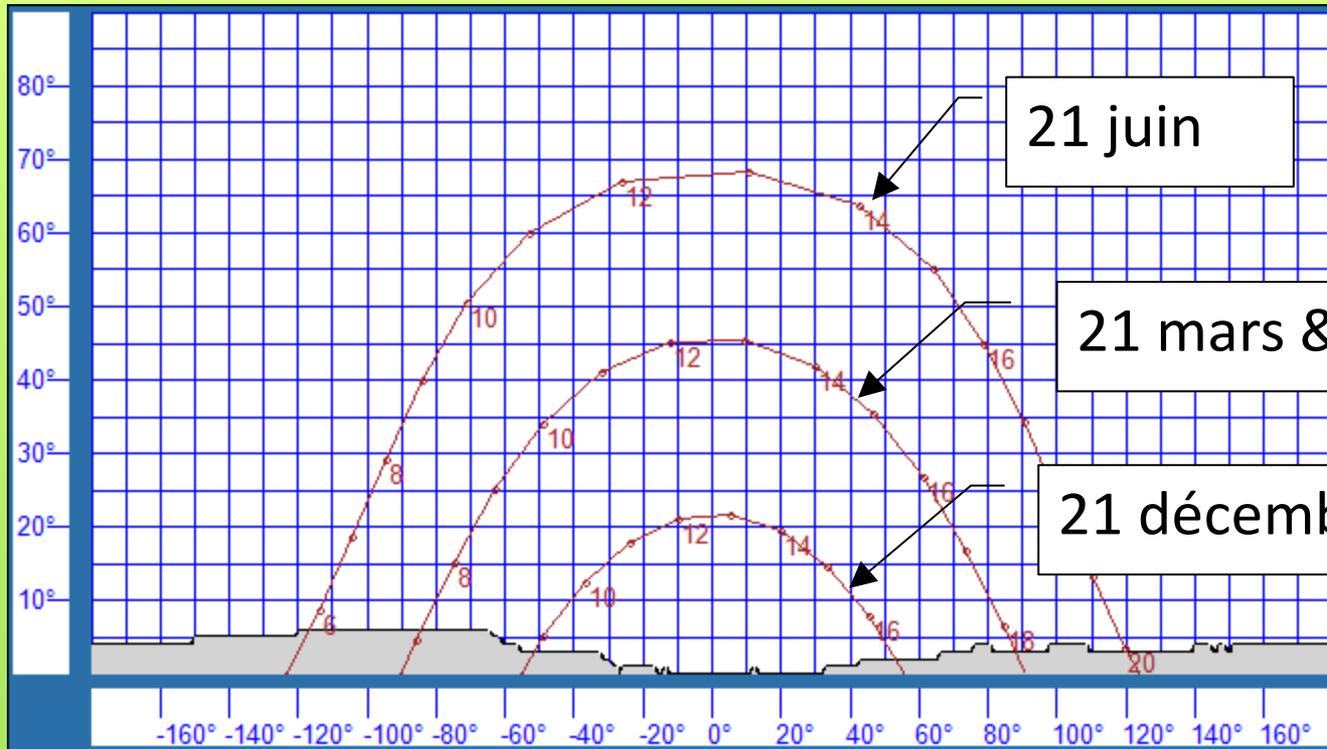
Pièce technique à prévoir, passage des tuyaux à anticiper

RÉFLEXIONS DE CONCEPTION CONFORT D'ÉTÉ

Ordre de grandeur des flux



Course du soleil

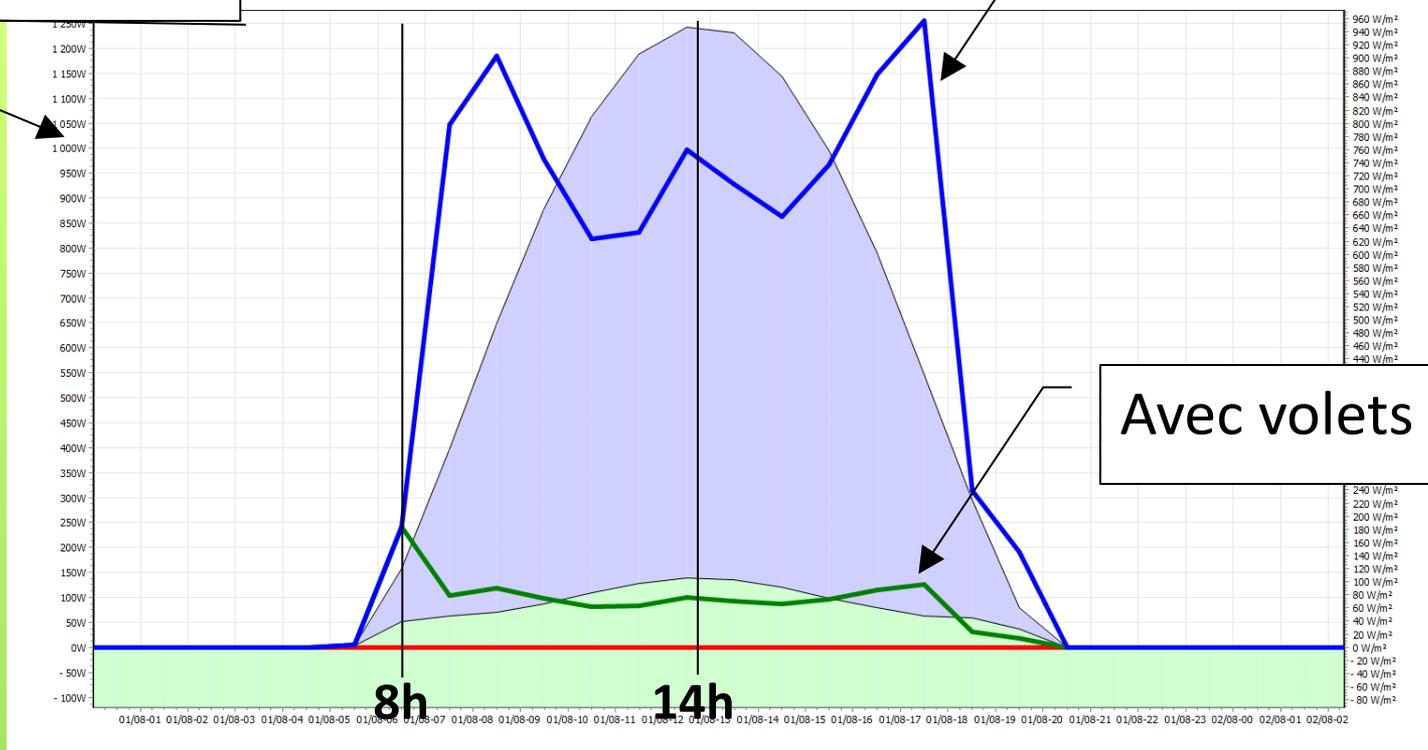


Apports solaires 1 jour avec et sans volets

Apport solaire
Watt

sans volets

Sans volets



Avec volets

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

Exemples d'occultations



Persiennes lames fixes



Lames orientables

Source : GPF Fermetures (42)

06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

30



Brise soleil orientable (BSO)



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

Recommandations

- BSO pour limiter les apports solaires
 - Et casquettes calculées pour ne pas gêner en hiver
- Suffisamment de masse thermique (pour inertie)
- Sur-ventilation nocturne par ouverture de fenêtres
- Limiter apports interne (Attention CESI)

EXEMPLES ET RETOURS D'EXPÉRIENCES

La Villa Verte (2009)



Conception : Vernet Bois (03)

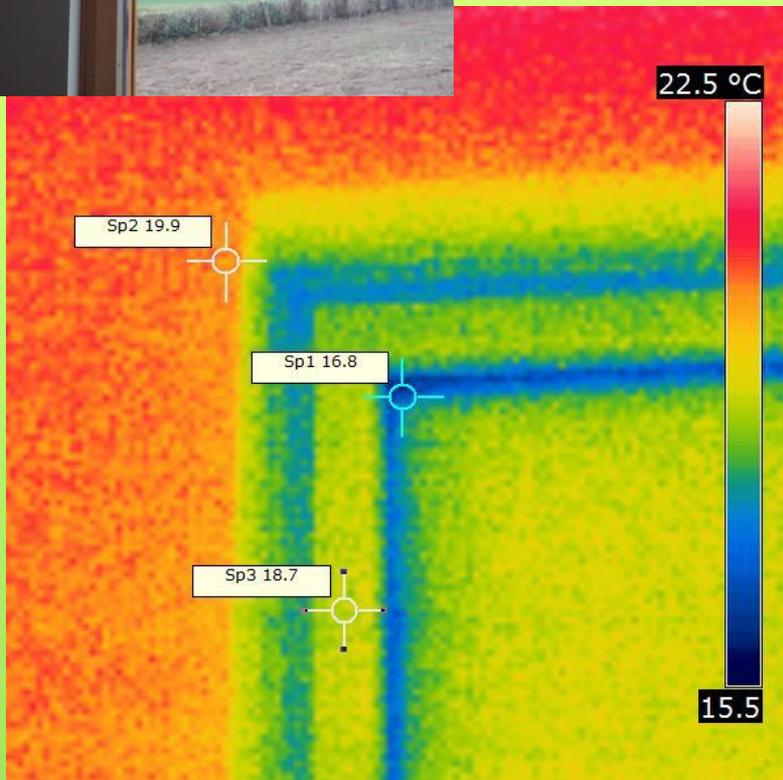
06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

34



La Villa Verte

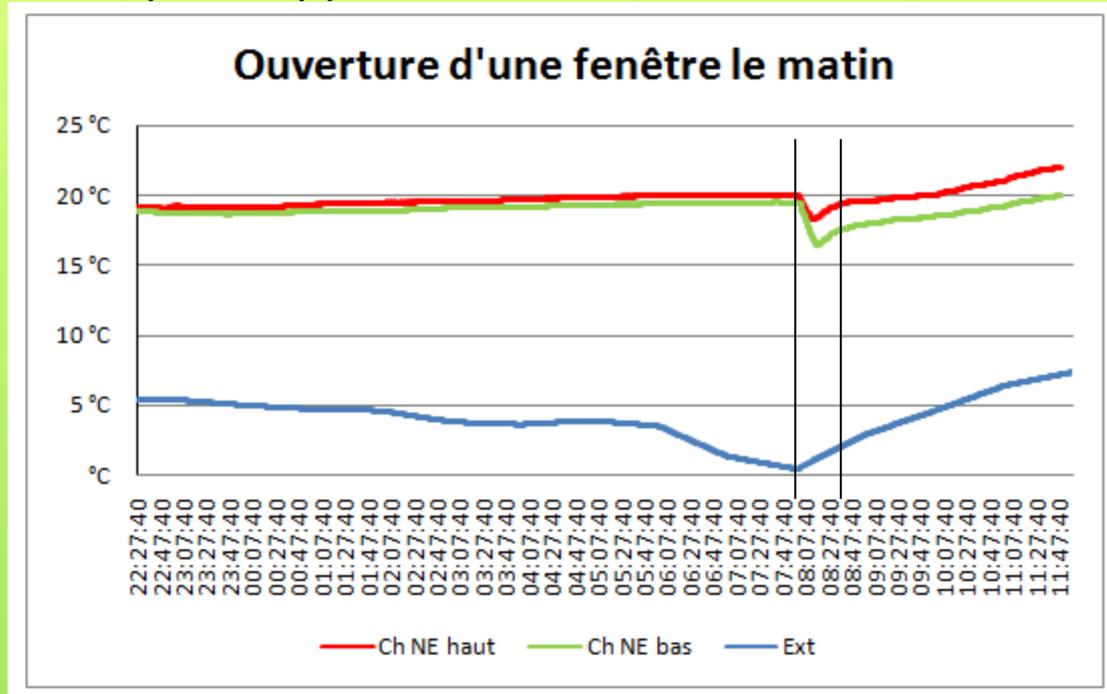


- Thermographie
 - T extérieure = 0°C
- Les locataires ont mis le chauffage cet hiver
 - 10 nuits au total
 - 30 euros par mois hors abonnement
- Proche Vichy (03)
altitude : 560 m

Conception : Vernet Bois (03)

La Villa Verte

Chambre angle Nord-est, fenêtre EST, 90*125, vent moyen, ouverture 15 mn
Occupation nulle, pas d'apports internes, VMC 20 m³/h à 30° = 70 W



Rouge : température à 1.80m
Vert : à 0.80 m du sol
Bleu : extérieur

Conception : Vernet Bois (03)

2 projets dans la Loire

	
<p> Certified Passive house</p> <p>F-42000 Saint Etienne (Rhône-Alpes)</p> <p>office administration building</p> <p>Passive House refurbishment 2012</p> <p>mixed construction (timber and masonry)</p> <p>1 unit 442 m²</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ID 2720 Details</p>	<p> Certified Passive house</p> <p>F-42600 Montbrison (Rhône-Alpes)</p> <p>two family house</p> <p>Passive House new build 2010</p> <p>timber construction</p> <p>2 units 135 m²</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ID 1222 Details</p>

- Enregistré sur la base européenne des bâtiments passifs
- <http://www.bddmaisonpassive.fr>
- <http://www.passivhausprojekte.de>



LA MAISON DES AINES

www.maisondesaines.com

HELIASOL pour conférence
ASDER

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

Maison des aînés / Archipente

Plafond	Isolé à plat, R =12, U = 0.08	Chauffage	Granulé / Réseau de chaleur
Mur	Lignamur 40 cm avec crépis R = 7.1 U = 0.14	Émission	Radiateurs faible inertie
Plancher	Terre plein, 20 cm poly Uparoi = 0.16 R = 6.2 Uequivalent = 0.10 R = 10.2	ECS	CESI 3.5 m ²
P Th le + élevé	Mur / fenêtre 0.013 Coffre BSO 0.018	Ventilation	VMC DF Atlantic sans dégivrage ni puits canadien
Fenêtre	Triple vitrage bois Uf 0.72 Cadre 128 mm Ug 0.6 FS 0.49 Grande baie en DV	Rafrachissement	Plancher via cuve de récupération d'eau de pluie enterrée
SRE SHAB	134.6 m ²	EnR	PV sur tout le toit restant

Radier général



06/02/2014

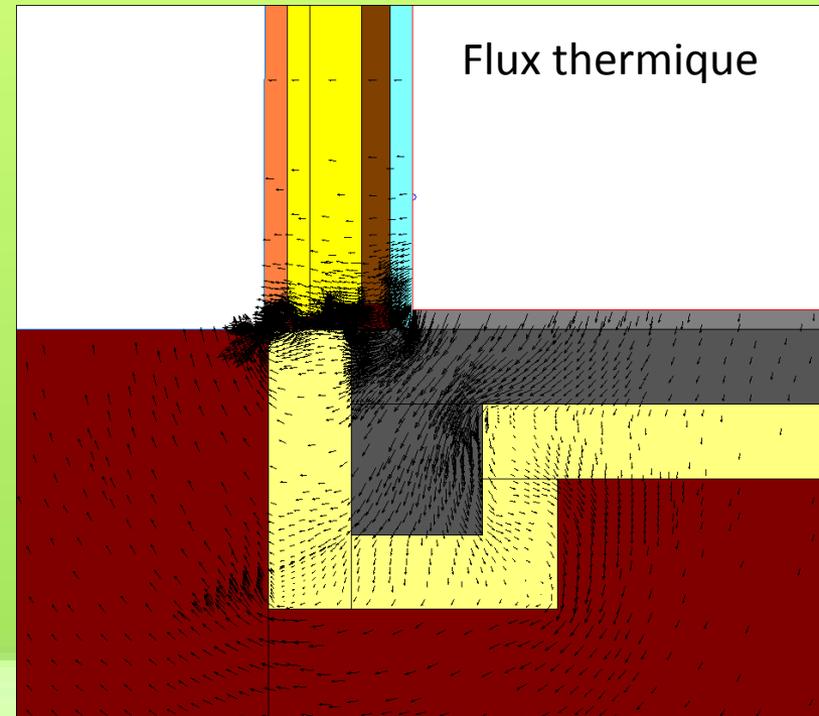
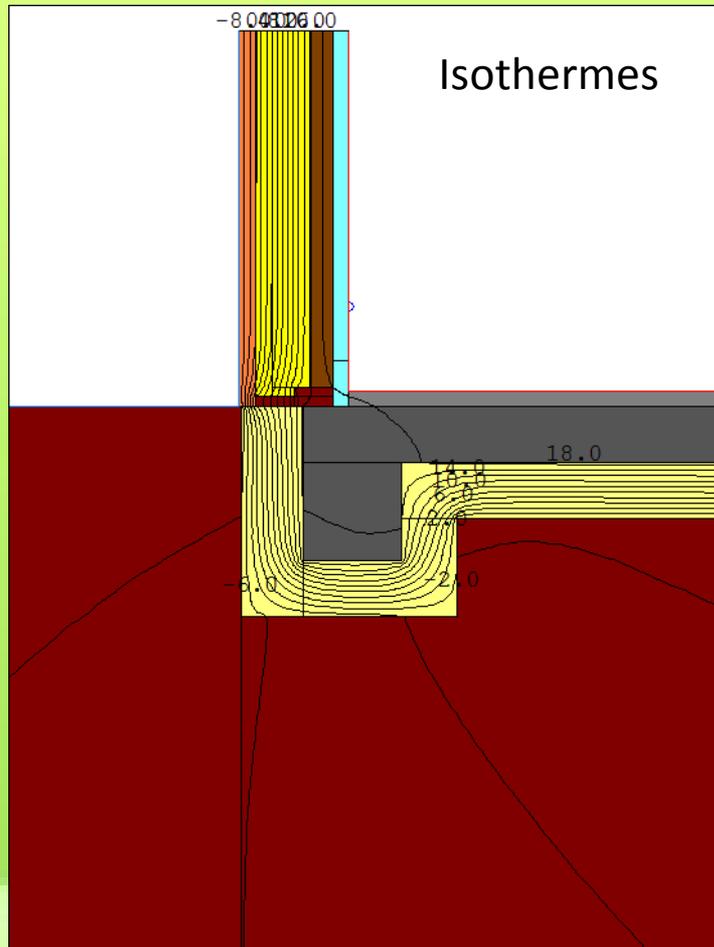
HELIASOL pour conférence
ASDER

40

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

Radier

- Pont thermique
 - $\Psi = 0.103 \text{ W/m.K (RT)}$
 - $\Psi = -0.012 \text{ W/m.K (Passif)}$



Le béton comme inertie thermique en plancher et en mur



06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER



42

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

Une fois fini!: le bois et la chaux comme matériau chaleureux en parement intérieur



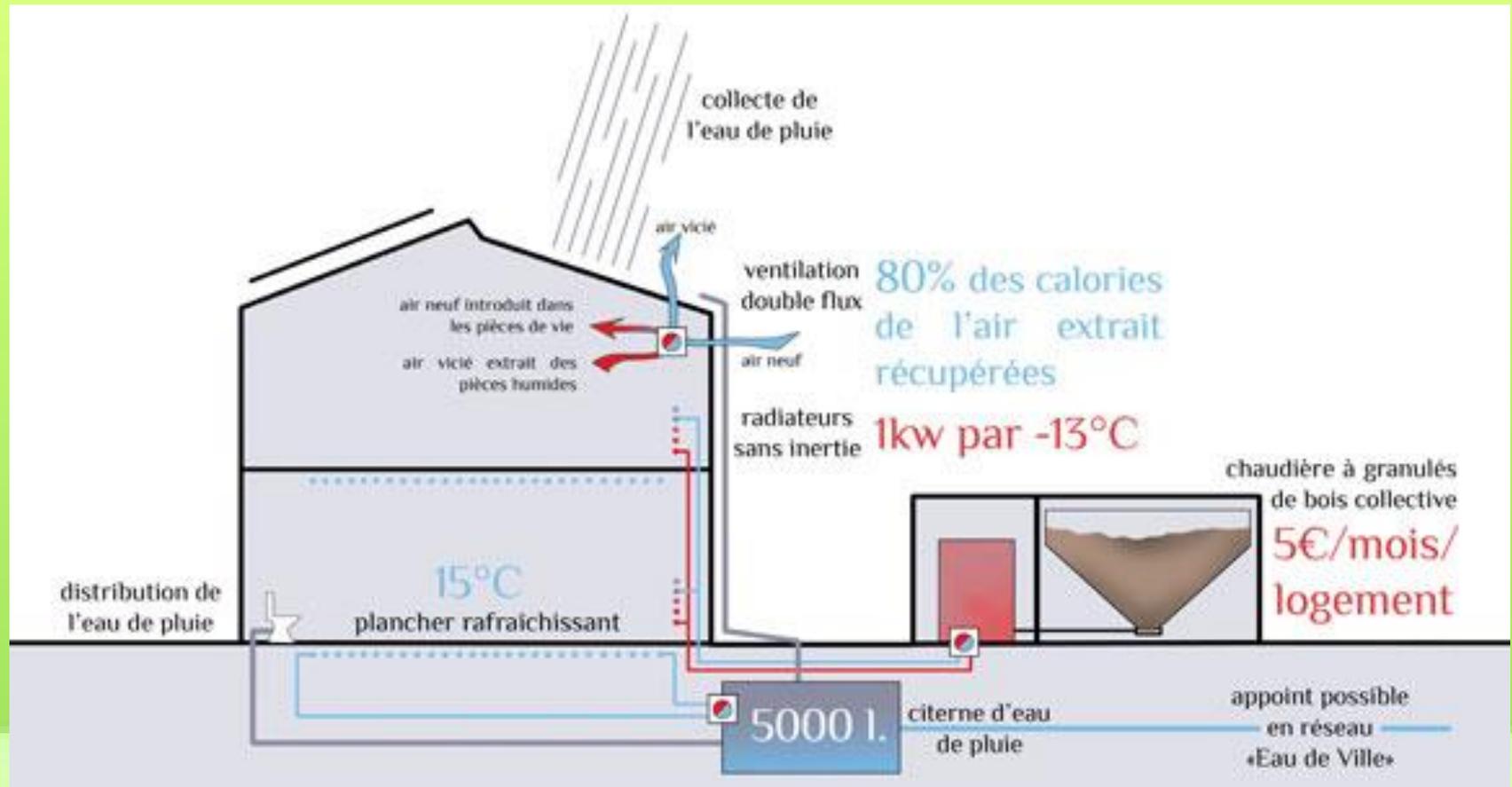
06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

43

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

Schéma principe chauffage VMC



- Consommations : 2 ans du 29/10/2010 au 2/10/2012
- Pour le confort d'été : 07 et 08 / 2012

- **Consommations**
- **Besoins**
- **Confort d'été**

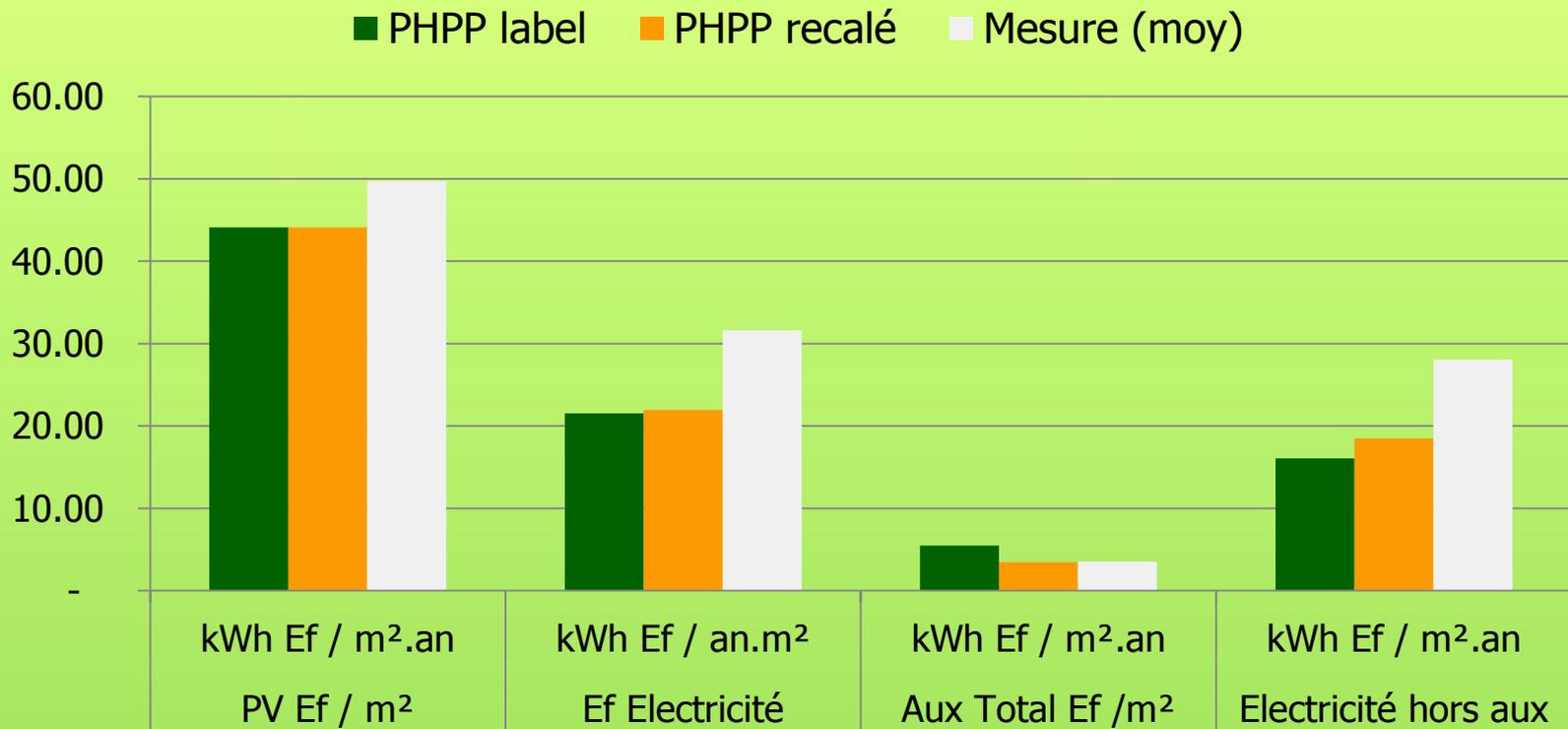
RETOUR D'EXPERIENCE

Site internet: www.maisondesaines.com

HELIASOL pour conférence
ASDER

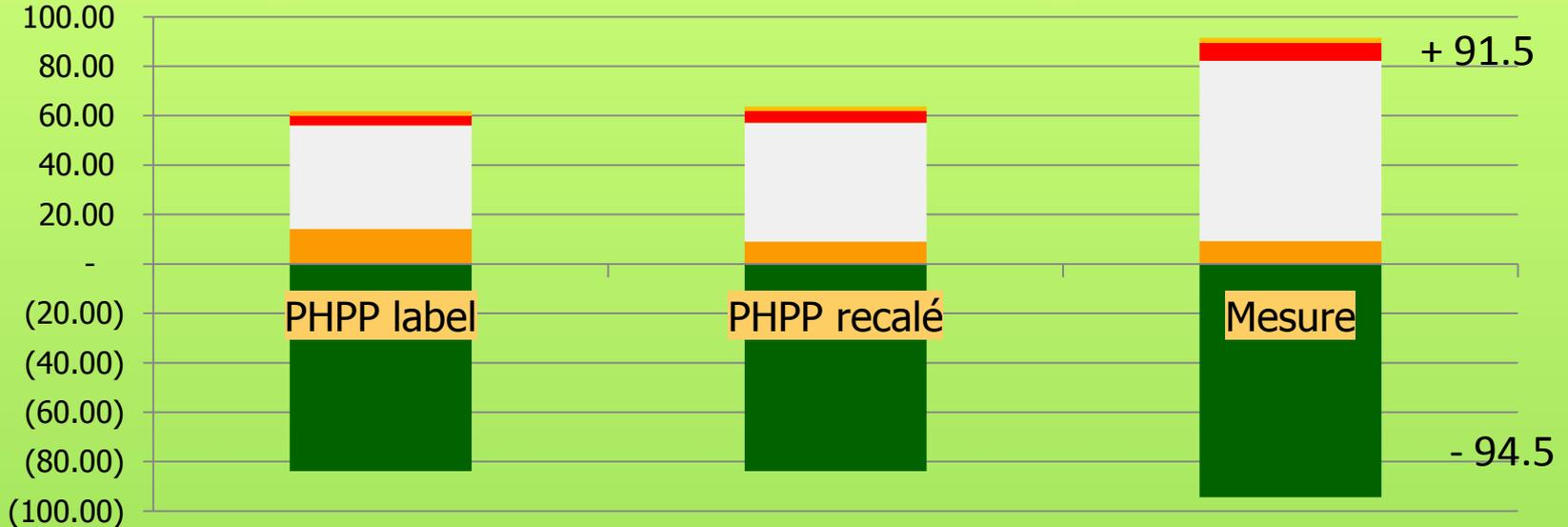
Maison des Aînés – Montbrison (42)
MOE conception: Ateliers r+
MOE exécution: Archipente
BE thermique: HELIASOL

Electricité / Auxiliaires / PV



Bilan énergétique

- PV Ep économisée / m² kWh Ep / m².an
- Aux Total Ep / m² kWh Ep / m².an
- Electricité hors aux kWh Ep / m².an
- Conso CH Ep / m² kWh Ep / an.m²
- Conso ECS Ep / m² kWh Ep / an.m²

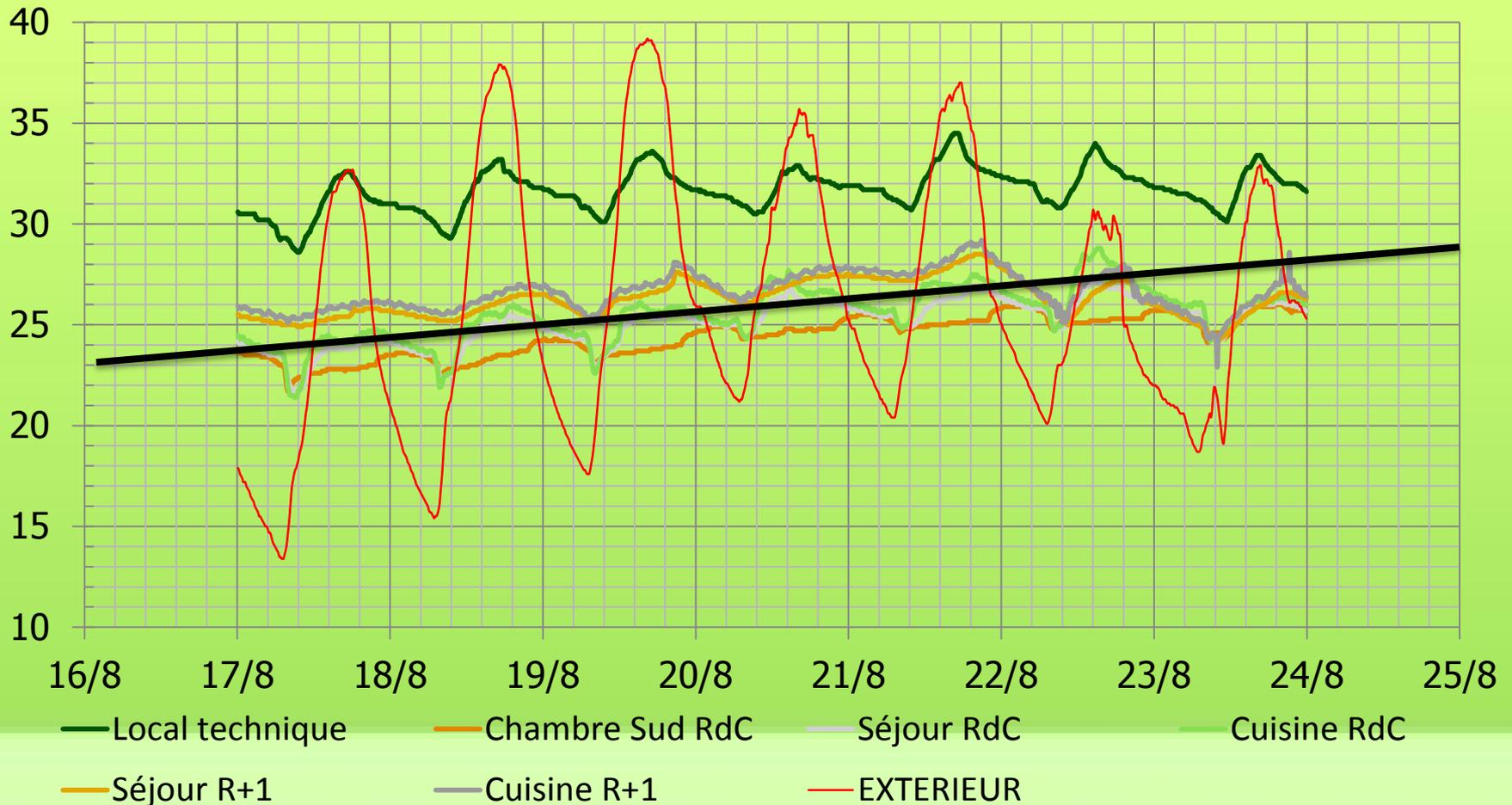


Confort d'été

- 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

Inertie séquentielle



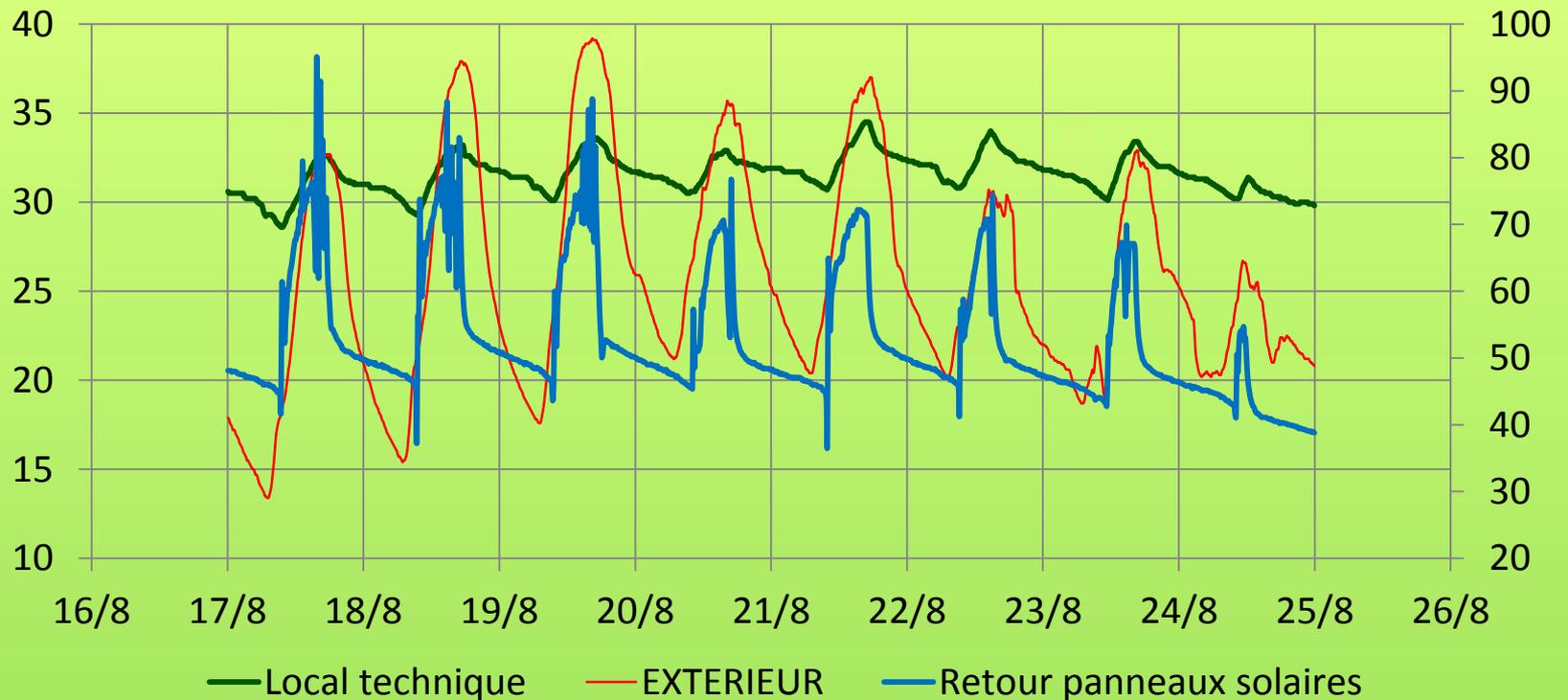
06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

49

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

Gaine technique



ATELIER D'ARCHITECTURE RIVAT

Réhabilitation d'un bâtiment du XIX^{eme}
en bureau PASSIVHAUS

ATELIER D'ARCHITECTURE RIVAT



06/02/2014

HELIASOL pour conférence ASDER

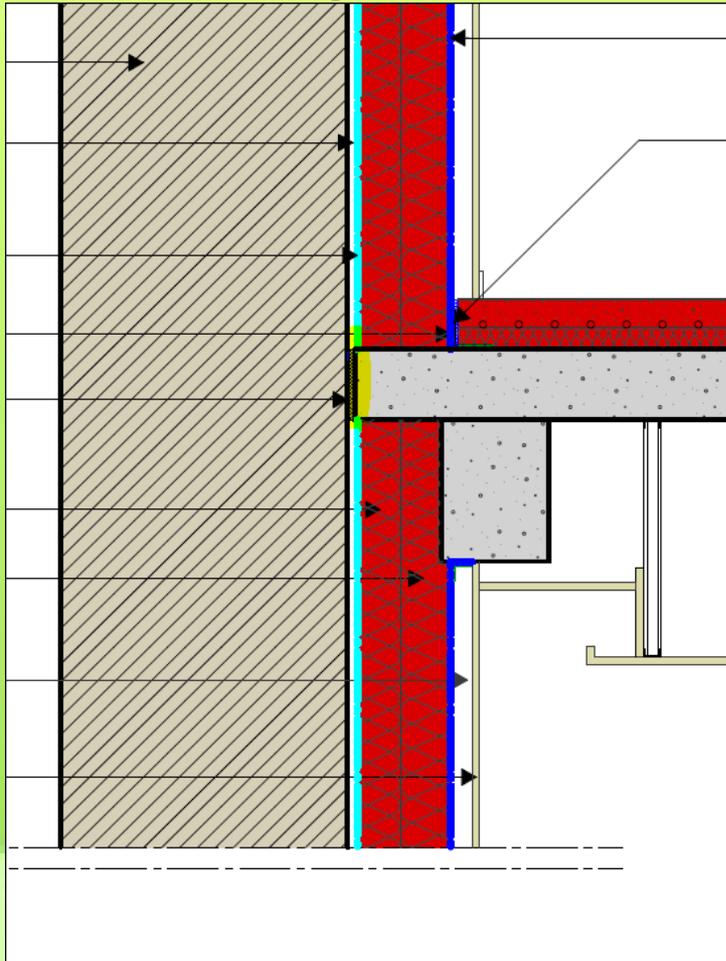
©David Phillippon, photographe

Présentation avant travaux

- 500 m² de bureau
- Salle des machines
Manufrance
- Inscrit ISMH
- Plancher béton
Rdc/R1 non lié aux
murs
- Mitoyenneté

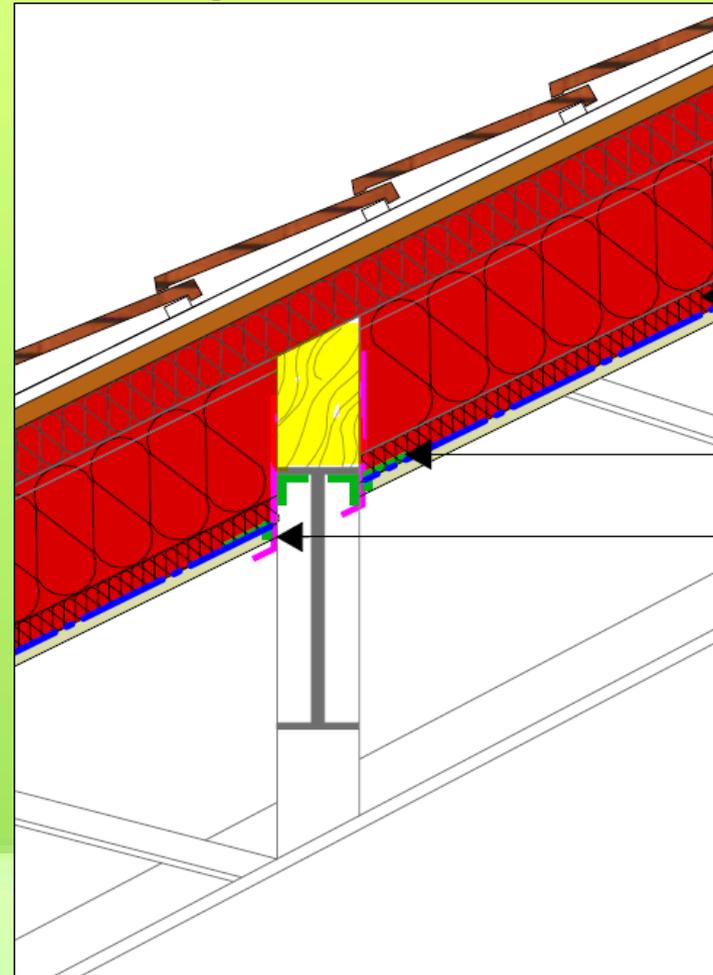


Plancher intermédiaire et poutres métalliques



06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER



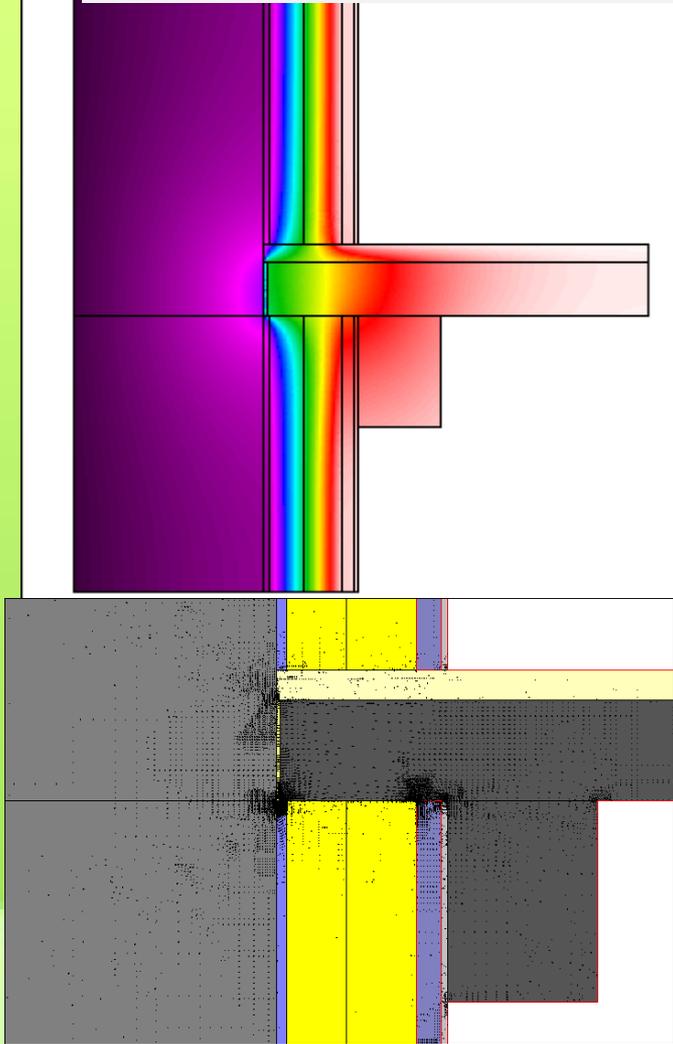
54



Atelier RIVAT (42)
BE thermique: HELIASOL

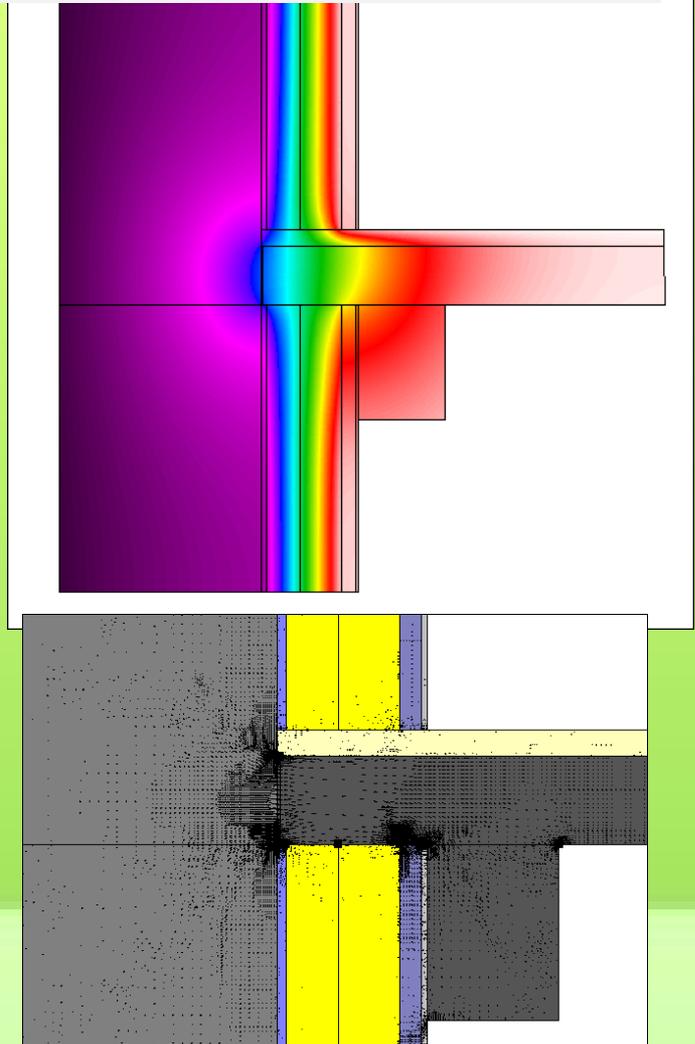
Plancher intermédiaire

A gauche avec bande résiliente



06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER



55

Atelier RIVAT (42)
BE thermique: HELIASOL

53 cours Fauriel / Atelier RIVAT

Plafond	Isolé rampants R =8, U = 0.12	Chauffage	PAC eau/eau + forage
Mur	Laine de bois R = 6.3 U = 0.16	Émission	Plancher chauffant départ très basse température
Plancher	Sur cave enterrée Rparoi = 6 Up = 0.16 Requivalent = 9.4 Ue = 0.10	ECS	PAC chauffage
Pont Thermique + élevé	Mur / Pl Inter 0.38 Mur / fenêtres sud 0.22	Ventilation	VMC DF Zehnder
Fenêtre	Triple vitrage Alu Uf 0.7 à 1.3 TV Ug = 0.6 FS = 0.49 DV verrière Ug = 1	Rafraichissement	Plancher via géocooling
SRE	438 m ² (hors circulations)	EnR	Pas de PV

Bilan PHPP

Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique

Surface de référence énergétique A_{RE} :

438.0 m²

Méthode utilisée: Méthode mensuelle

Besoin de chaleur de chauffage annuel:

12 kWh/(m²a)

Résultat du test d'infiltrométrie:

0.6 h⁻¹

Besoin en énergie primaire

(ECS, chauffage, refroidissement, électricité auxiliaire et domestique):

99 kWh/(m²a)

Besoin en énergie primaire

(ECS, chauffage et électricité auxiliaire):

34 kWh/(m²a)

Murs



06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

58



Atelier RIVAT (42)
BE thermique: HELIASOL

Chauffage ECS VMC



ZEHNDER CONFOBOX 550

- VMC DF avec Bypass
- PAC eau/eau 10 KW avec ballon tampon
- 2 sondes géothermiques
- Géocooling
- Plancher chauffant
- ECS par la PAC

Puissance de chauffage selon PHPP : 6 700 Watt
Puissance de chauffage installée : 10 000 Watt

SRE : 435 m²
SHON : 600 m² environ

06/02/2014

HELIASOL pour conférence
ASDER

59



Atelier RIVAT (42)
BE thermique: HELIASOL

ATELIER D'ARCHITECTURE RIVAT



LA DÉMARCHE POUR UN PROJET PASSIF

Démarche

- Y penser dès l'esquisse et le choix du terrain
- Choisir des partenaires compétents et les intégrer au projet au fur et à mesure
 - Difficulté de fonctionner par DCE / AO
- Anticiper les étapes de conception
- Ajouter une démarche sur les autres critères environnementaux (énergie grise, distance domicile travail, eau,)

Labellisation

- Auprès de la maison passive France (association représentant le PHI en France)
- Coût d'environ 1500 euros TTC
- Nécessite

CONCLUSION (COÛT, ACV EG, ...)

Surcoût estimatif enveloppe passif / RT 2012

Poste	Surcoût	
VMC DF	6.000	
+ fenêtres Ug 0.6 Uf 0.8	7.000	
+ étanchéité passif (n50 < 0.6 vol/h)	500	
isolant mur R = 7.5	500	
isolant plafond R = 10	1.000	
isolant sol R = 7.5	1.000	
TOTAL	16.000	

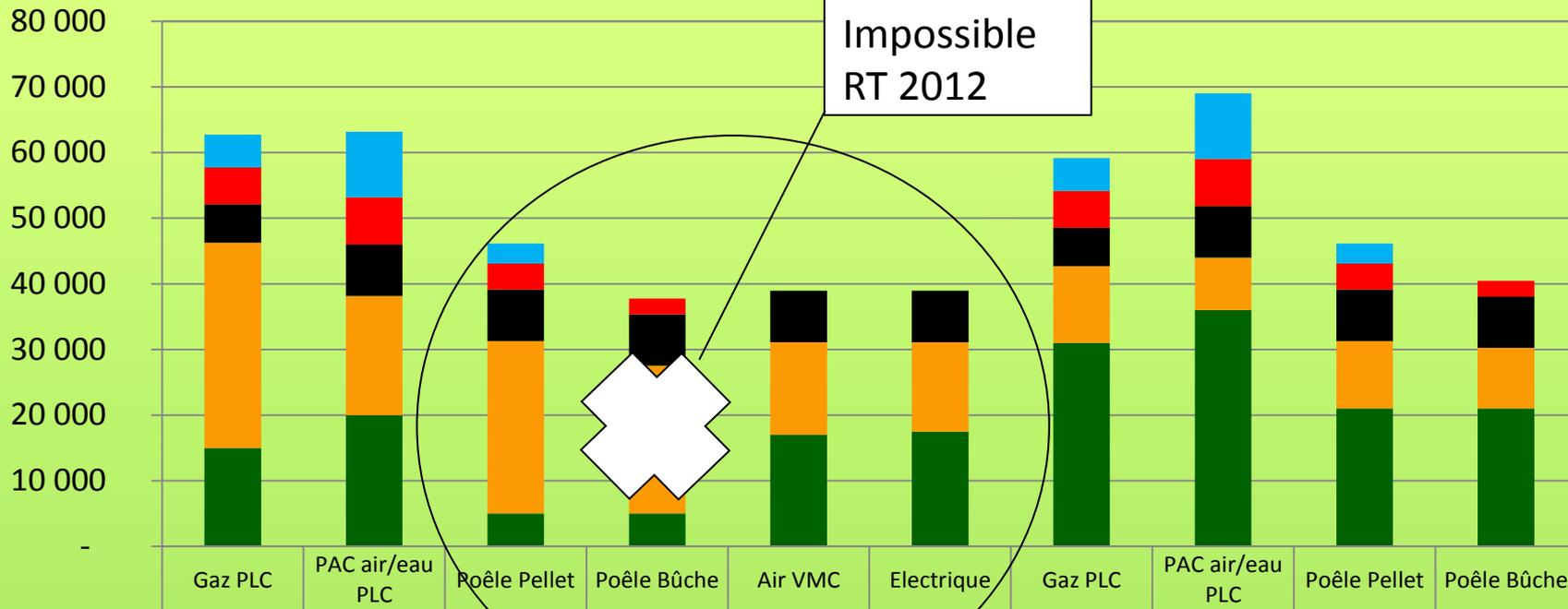
Il faut déduire de cela, le coût du système de chauffage !

Basé sur une maison individuelle de 150 m²

Coût global

Coût en €

Sur 40 ans (hors investissement de base 200.000)



	Bâti ref				Passif					
	Gaz PLC	PAC air/eau PLC	Poêle Pellet	Poêle Bûche	Air VMC	Electrique	Gaz PLC	PAC air/eau PLC	Poêle Pellet	Poêle Bûche
■ Somme de Remplacement	5 000	10 000	3 000	-	-	-	5 000	10 000	3 000	-
■ Somme de Maintenance	5 600	7 200	4 000	2 400	-	-	5 600	7 200	4 000	2 400
■ Somme de Abonnement	5 840	7 840	7 840	7 840	7 840	7 840	5 840	7 840	7 840	7 840
■ Somme de cout CH ECS	31 280	18 160	26 280	22 520	14 120	13 600	11 720	8 000	10 280	9 240
■ Somme de Investissment	15 000	20 000	5 000	5 000	17 000	17 500	31 000	36 000	21 000	21 000

RT 2012

PASSIF

06/02/2014

HELIASOL pour conférence

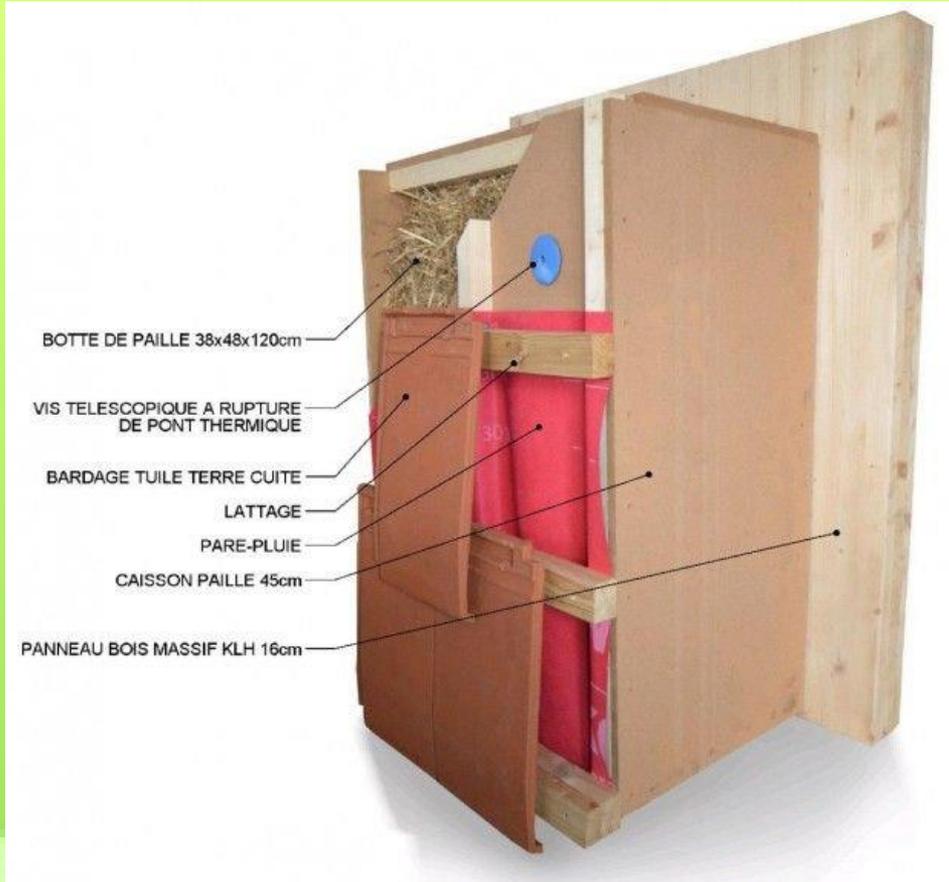
66



ASDER

NB : sans augmentation du prix de l'énergie, sans compter valeur résiduelle + élevée du passif

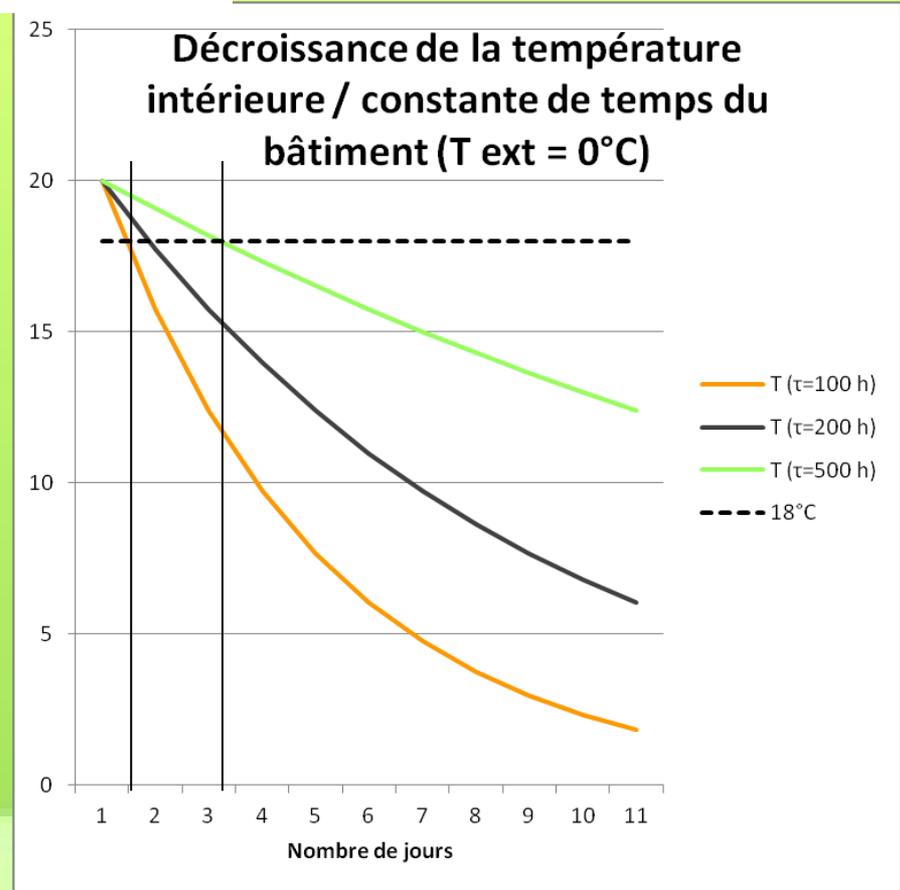
Le toit Vosgien : Immeuble passif paille 8 étages



Ne pas chauffer du tout ?

Température d'air

- En augmentant la constante de temps
 - Inertie très lourde
 - Isolation pour $B_{ch} = 5 \text{ kWh/m}^2$
- NB : Calcul sans apports internes
- Je ne connais qu'un seul bâtiment (béton ITE) sans aucun chauffage



FIN, MERCI



Coût

- **HORS**
 - Terrain
 - Eau de pluie
 - Assainissement
 - VRD
- **Inclus**
 - étude de sol
 - Labellisation
 - test étanchéité
 - Matériel
- **155 m² Habitable**
- **180 m² SHON**
- **1250 TTC / m² SHON**
- **1050 HT / m² SHON**
- **1450 TTC / m² habitable**

Étiquettes de lignes 	Dépensé	Budget EXE	Avancement
Amenagement			
+ interieur	4 273 €	19 950 €	25%
+ Chauffage		400 €	100%
+ Cloisons	4 252 €	4 765 €	50%
+ Construction	8 408 €	5 664 €	100%
+ ECS	6 824 €	9 300 €	100%
+ Electricite	2 919 €	7 000 €	50%
+ Etudes	8 859 €	8 107 €	100%
+ Fondations	18 384 €	17 766 €	100%
+ Murs	52 837 €	54 265 €	100%
+ Ouvrants	34 281 €	32 295 €	100%
+ PLB	18 360 €	15 879 €	100%
+ PLH	14 015 €	18 343 €	100%
+ Plomberie	2 523 €	4 942 €	75%
+ Toit	17 158 €	10 468 €	100%
+ Ventilation	7 112 €	14 500 €	100%
Total général	200 206 €	223 643 €	