



CERTIFIÉ PAR  
CERTIVEA

E4 C2



DÉLIVRÉ PAR  
CERTIVEA

BBCA  
Excellence



DÉLIVRÉ PAR  
CERTIVEA

BEPOS+  
Effinergie



INGENIEURS CONSEILS

26160 Pont de Barret

☎ 04 75 90 18 54

[contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

[www.enertech.fr](http://www.enertech.fr)

# Réfléchir + pour Consommer –

## LowCal – Un bâtiment tertiaire Passif à Energie Positive et à faible impact environnemental

---

*Stéphane Moteau – Thermicien – Formateur d'Enertech*

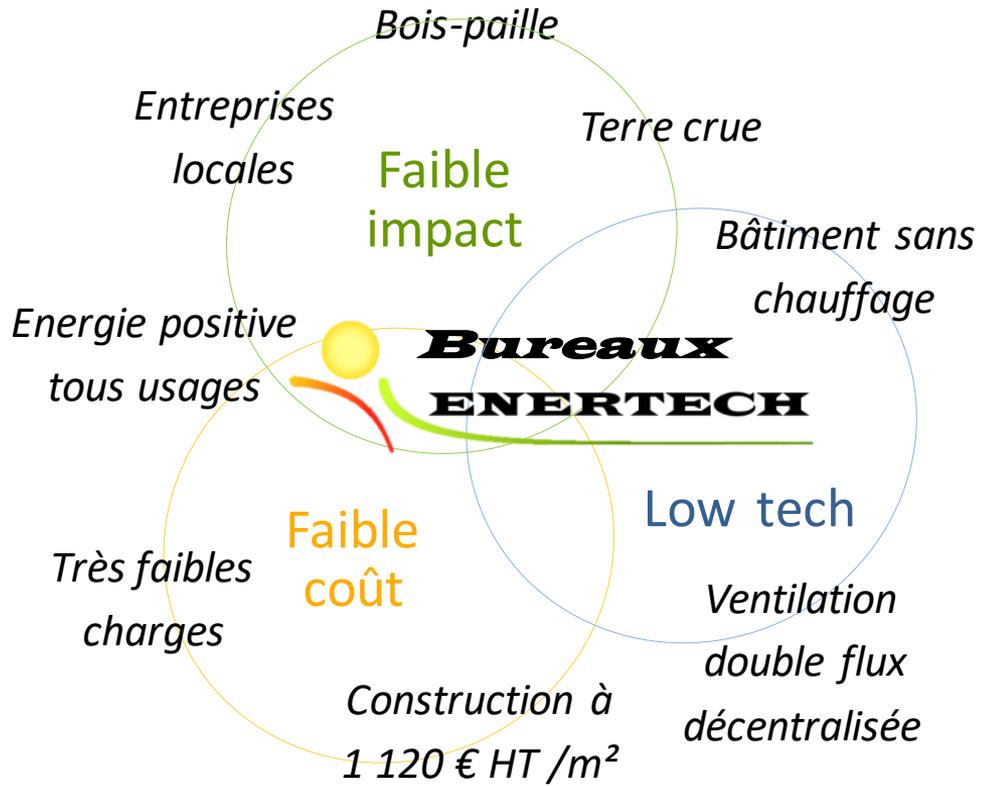
*Organisé par SMASH/APLOMB, le 27/06/2024*

SMASH **CAMPUS**

**APLOMB**  
APPRENDRE À CONSTRUIRE



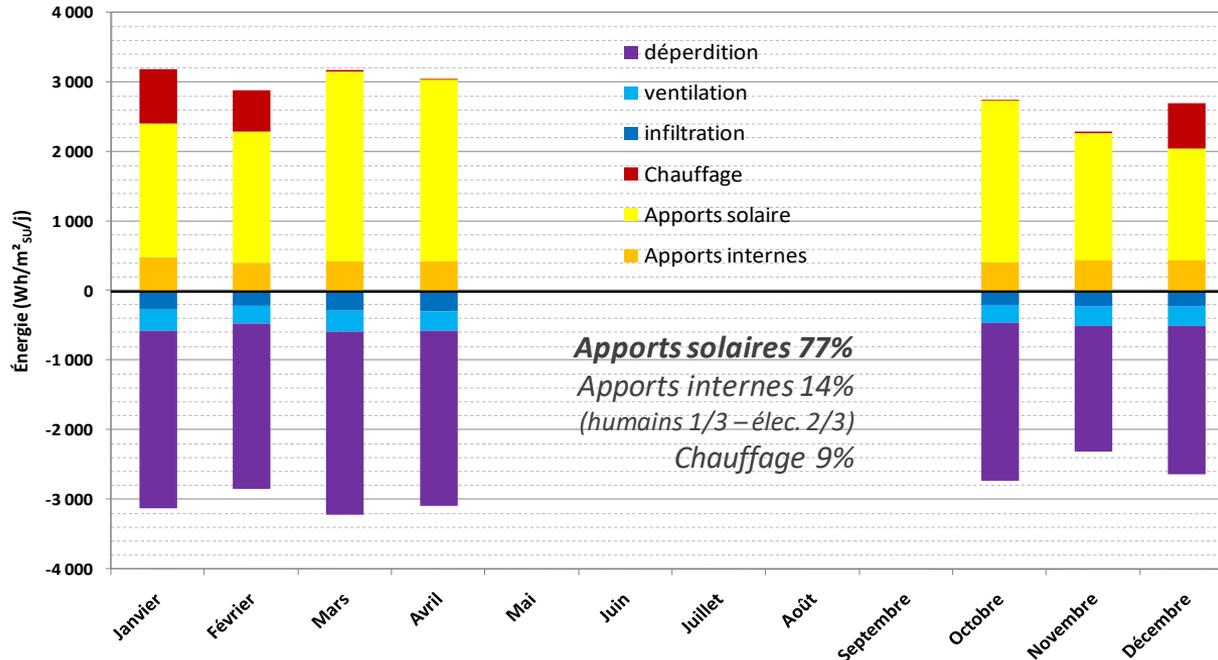
Enertech : SCOP depuis juin 2015  
Construire 600 m<sup>2</sup> utiles de bureaux  
Bâtiment démonstrateur



« Moins on a besoin de chauffer un bâtiment

plus l'installation de chauffage coûte cher ??? »

**NON !**



Optimisation par Simulation Thermique Dynamique

**Besoin de chauffage  
< 4 kW.h/m<sup>2</sup>**

**Economie radicale : pas de clim' ni de chauffage fixe**

# LowCal – Procédé constructif

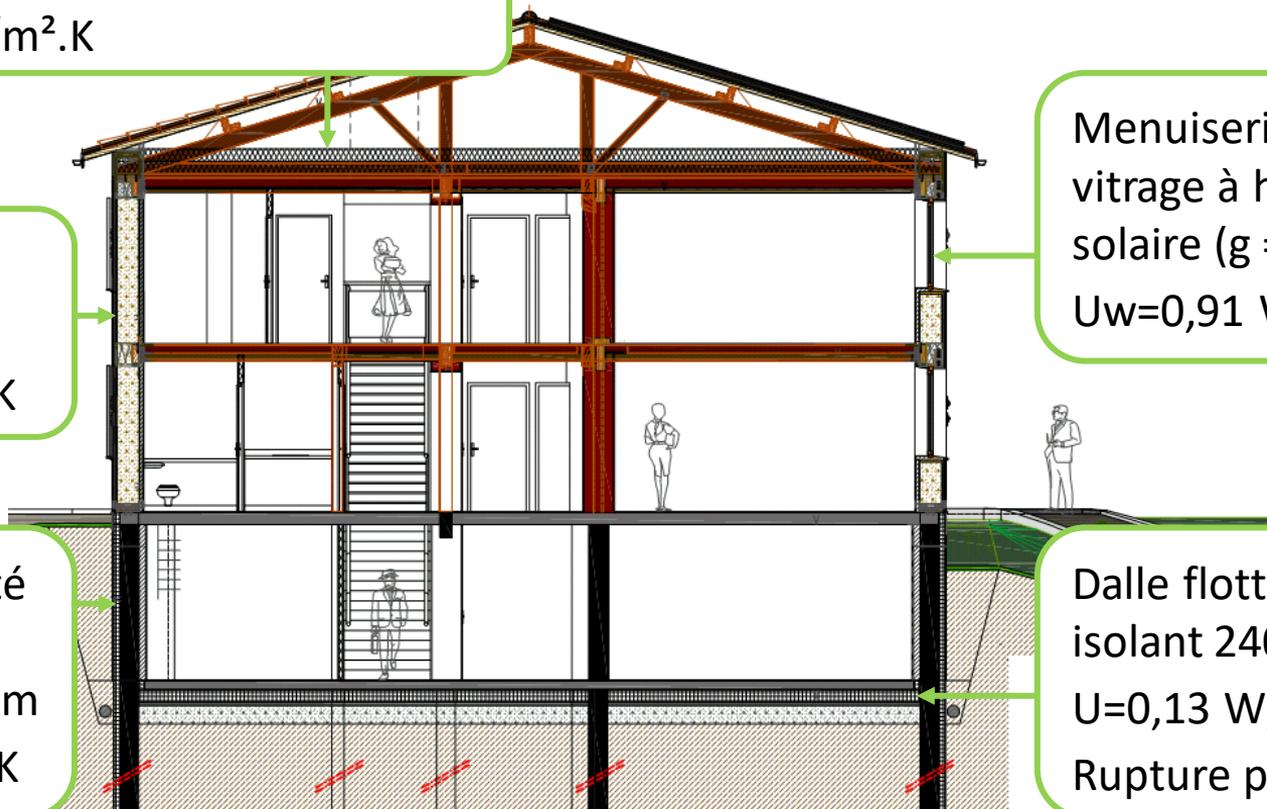
Ouate de cellulose 400 mm  
 $U=0,1 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Paille 360mm  
ITI LdB 50mm  
 $U=0,13 \text{ W/m}^2.\text{K}$

ITE PSE graphité  
120mm  
+ ITI LdB 120mm  
 $U=0,13 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Menuiseries bois triple  
vitrage à haut facteur  
solaire ( $g = 0,55$ )  
 $U_w=0,91 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Dalle flottante sur  
isolant 240mm PSX  
 $U=0,13 \text{ W/m}^2.\text{K}$   
Rupture périphérique



# LowCal – Procédé constructif



Ossature bois et  
paille préfabriqués



Inertie apportée par  
de la terre crue :  
30 t en mur,  
70 t en plancher





Triple vitrage

17% de la Surface Utile,  
dont 44% au Sud



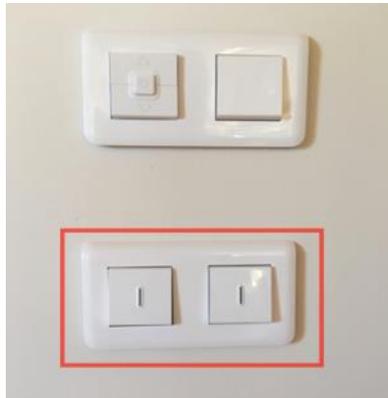
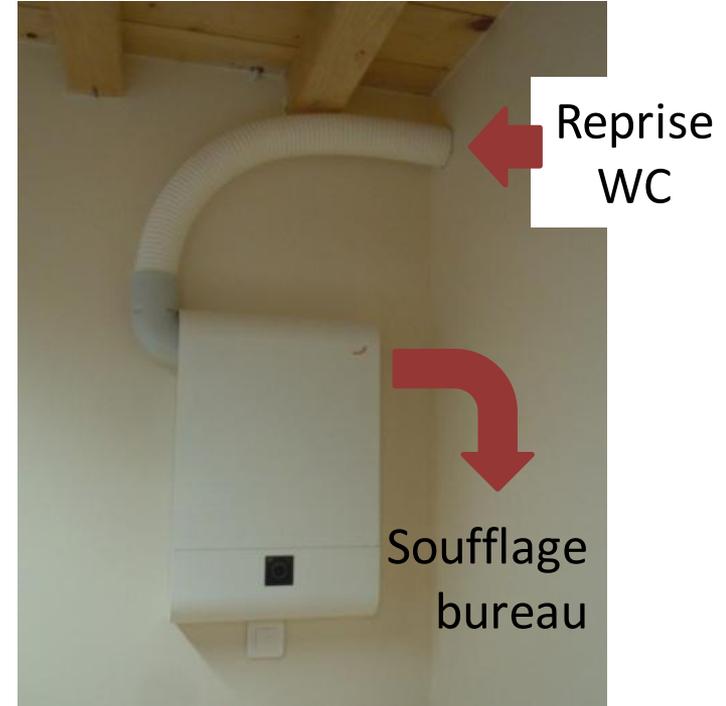
Double flux  
décentralisée



BSO au Sud  
Volets coulissants E et O  
Volets battants au Nord



Décentralisé gainable  
Certifiée PassivHaus  
5 W pour 25 m<sup>3</sup>/h



Pilotée par un simple interrupteur !

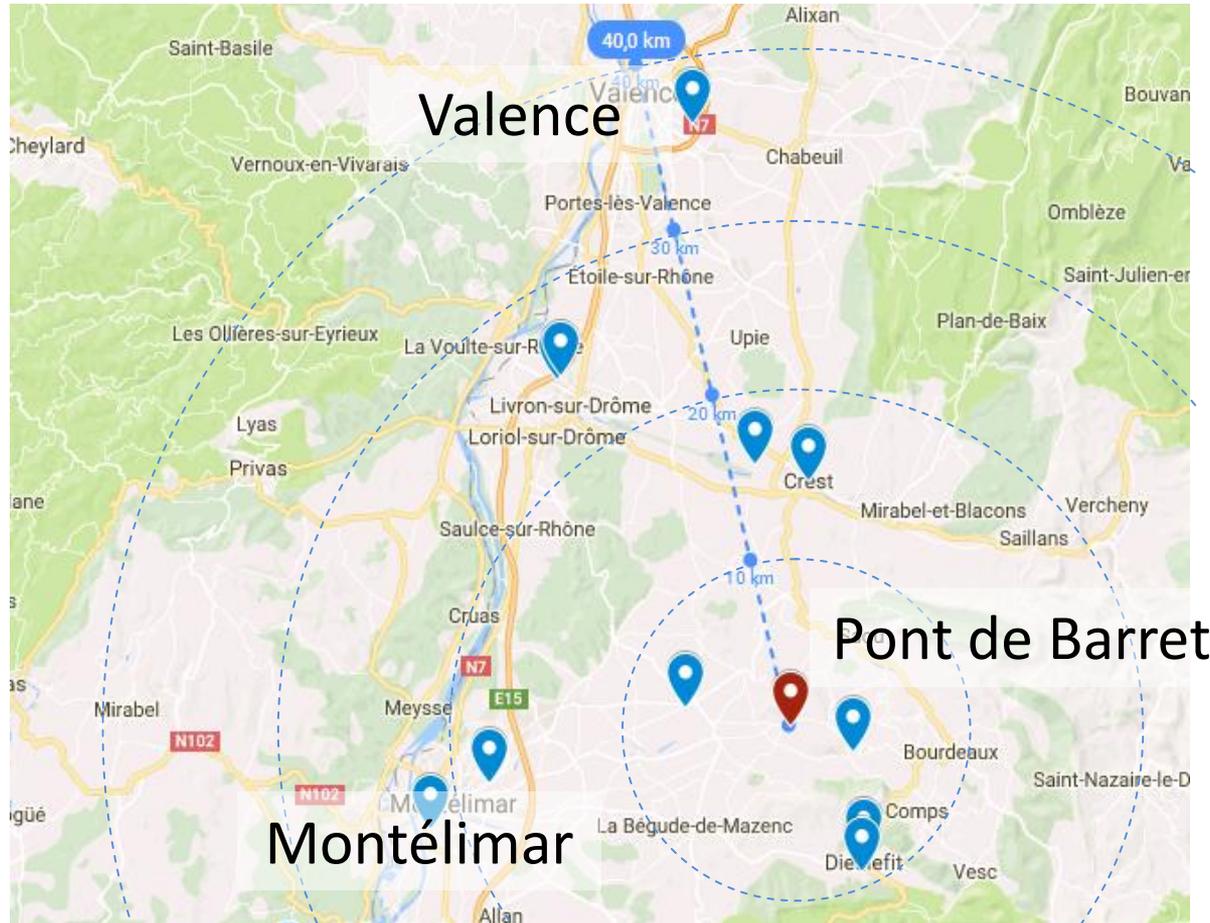


Toute la toiture Sud

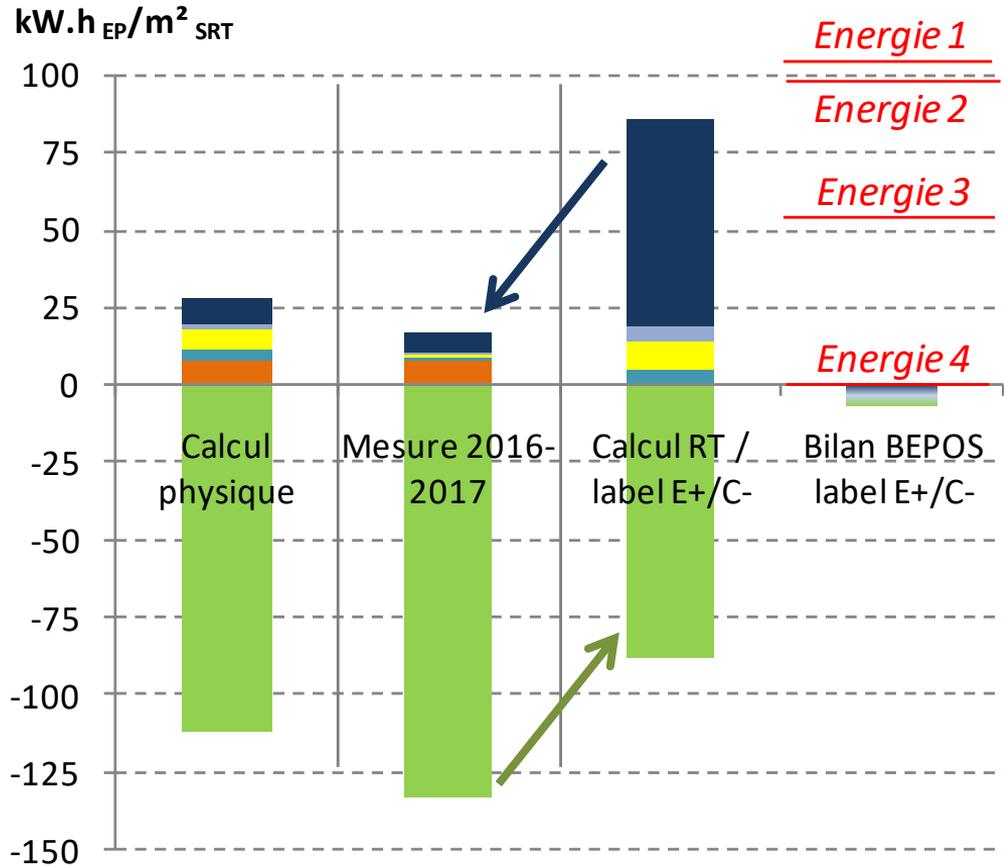
24 kWc



Toutes les entreprises sont dans un rayon de 40 km autour du chantier



# LowCal – Performances mesurées



- autres usages
- pompes
- ventil
- Eclairage
- ECS
- refroid
- chauffage
- Prod PV
- Total

**7 kW.h/m<sup>2</sup>** d'élec. tous usages

Energie positive d'un **facteur 7**

**Performance et sobriété** des usages

Tout juste E4 dans le label

Eclairage optimisé

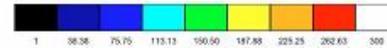
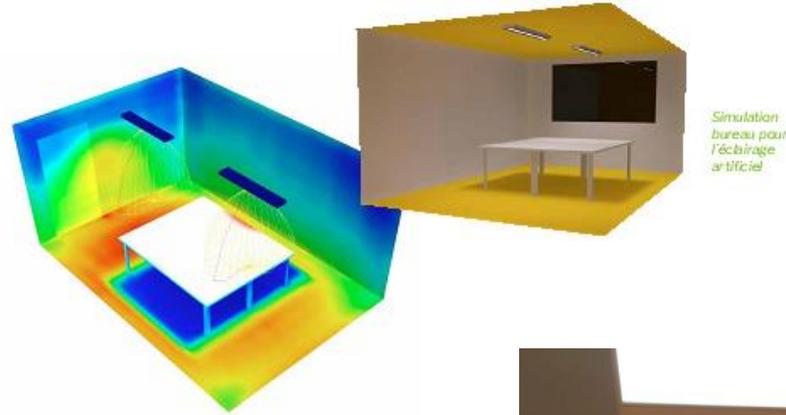
Puissance installée : 2 W/m<sup>2</sup>

Informatique basse conso

Portables < 25W

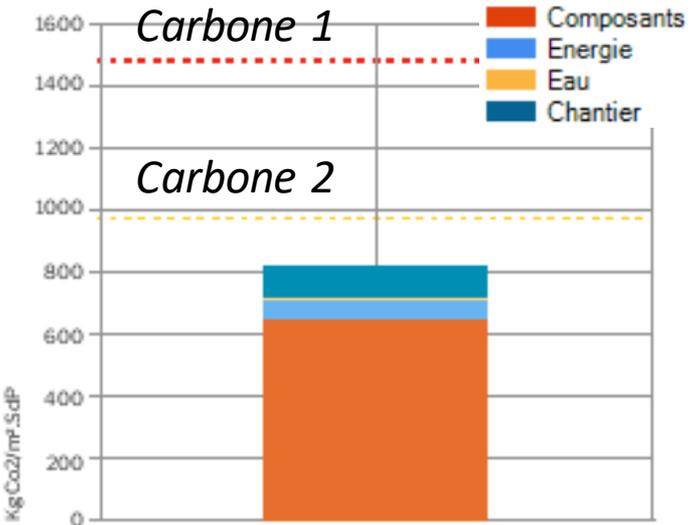
Serveur < 50 W

Coupure générale

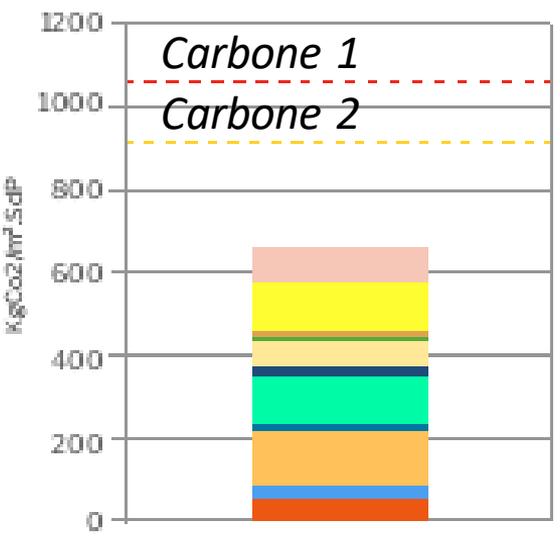


Simulation Dialux



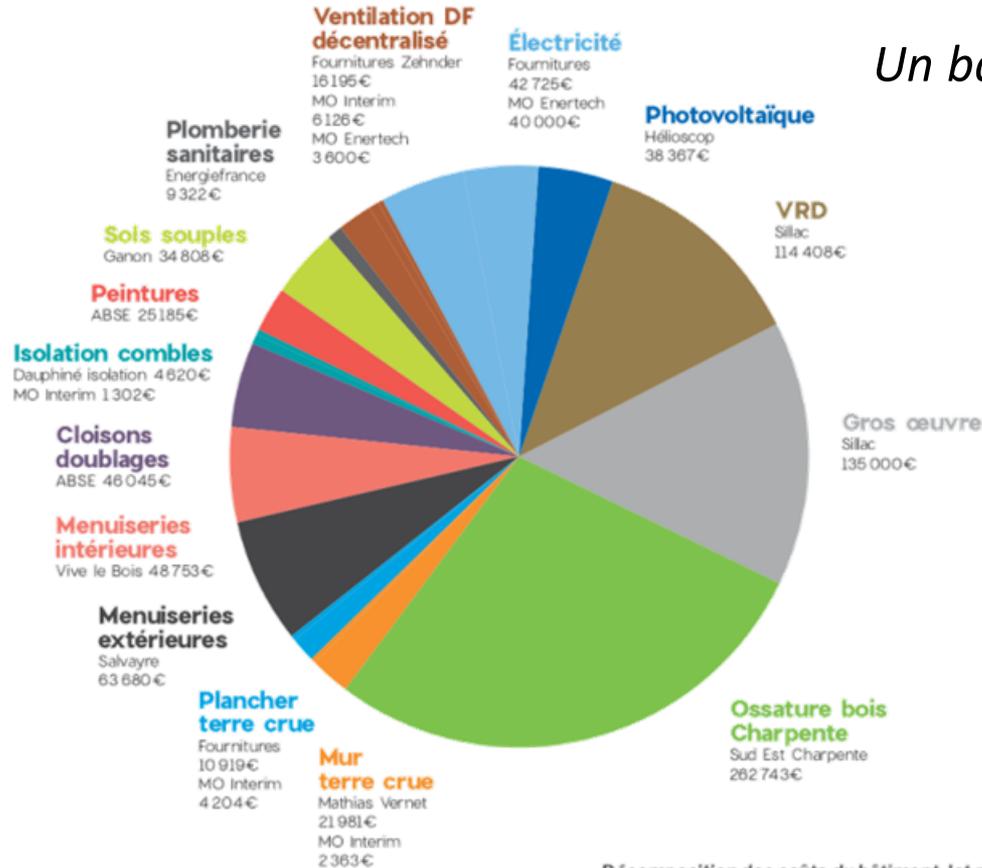


Eges : Impact Carbone sur tout le cycle de vie



Eges pce : Impact Carbone des matériaux

- 1-VRD
- 2-Fondations et infrastructures
- 3-Superstructure, Maçonnerie
- 4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie
- 5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries intérieures
- 6-Façades et menuiseries extérieures
- 7-Revêtements des sols, murs et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration)
- 8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ecs)
- 9-Installations sanitaire
- 10-Réseaux d'énergie (courant fort)
- 11-Réseaux de communication (courant faible)
- 12-Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
- 13-Equipements de production locale d'électricité.
- Fluides frigorigènes.



*Un bâtiment exemplaire non reproductible ?*

**NON !**

Coût travaux : 1 120 € HT / m<sup>2</sup> SHON  
Travaux en cours pour le répliquer

**0 h au-dessus de 28°C**

⇒ BSO

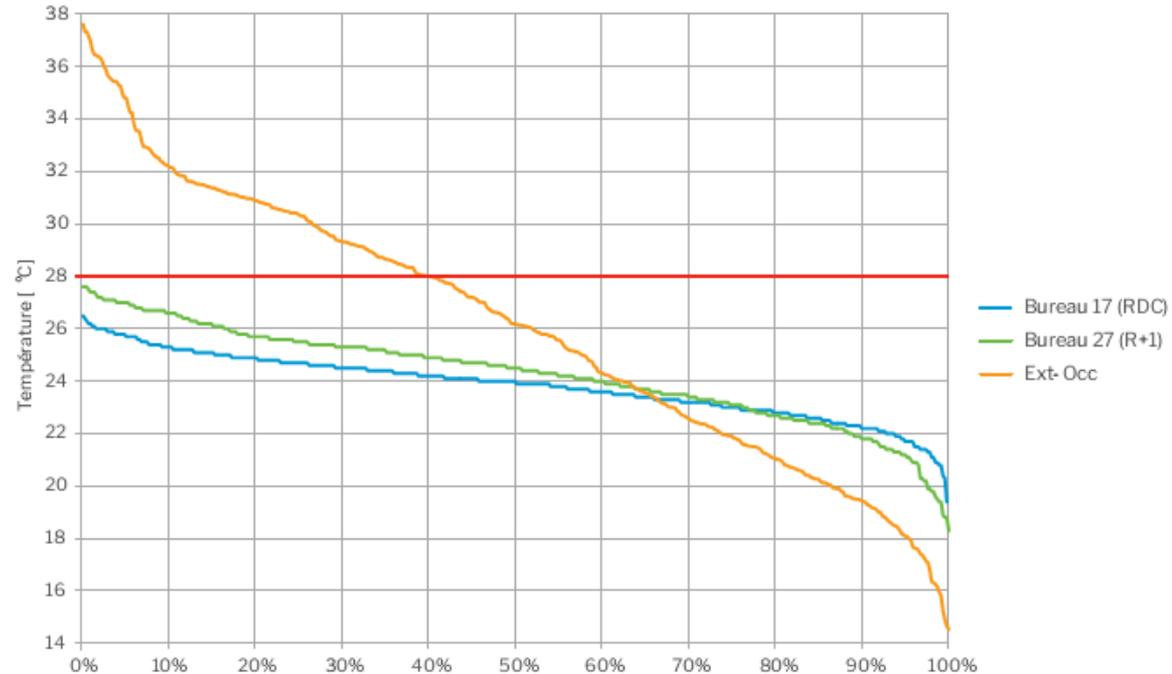
⇒ Faibles apports internes

⇒ Inertie terre crue

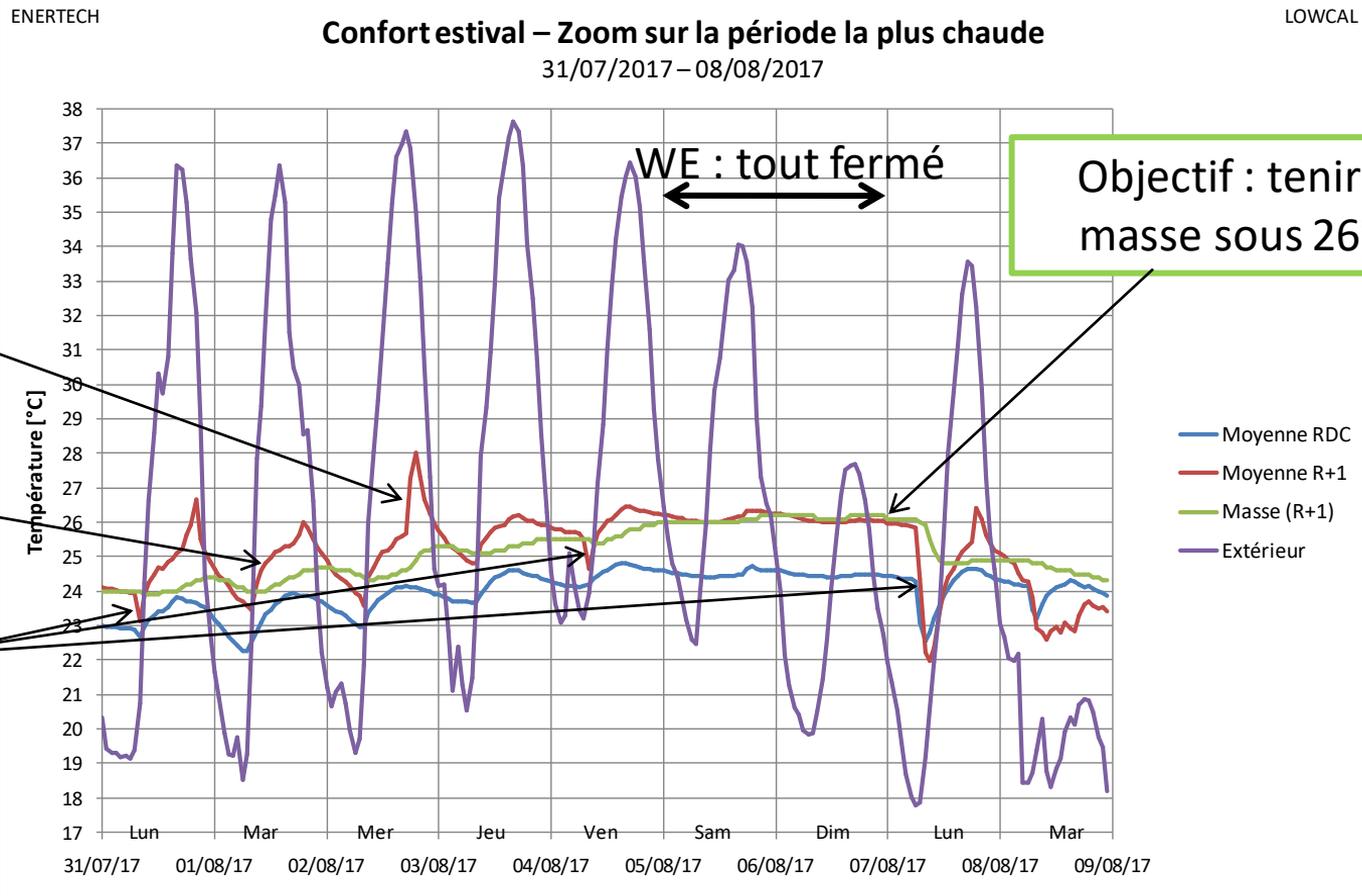
⇒ Aération nocturne  
et matinale

Confort estival - Monotone des températures des bureaux du Sud-Ouest

15/06/2017 - 21/08/2017 ; jours ouvrés de 8 h à 18 h



# LowCal – Confort d'été mesuré



Fin d'occupation  
Fenêtres en oscillo

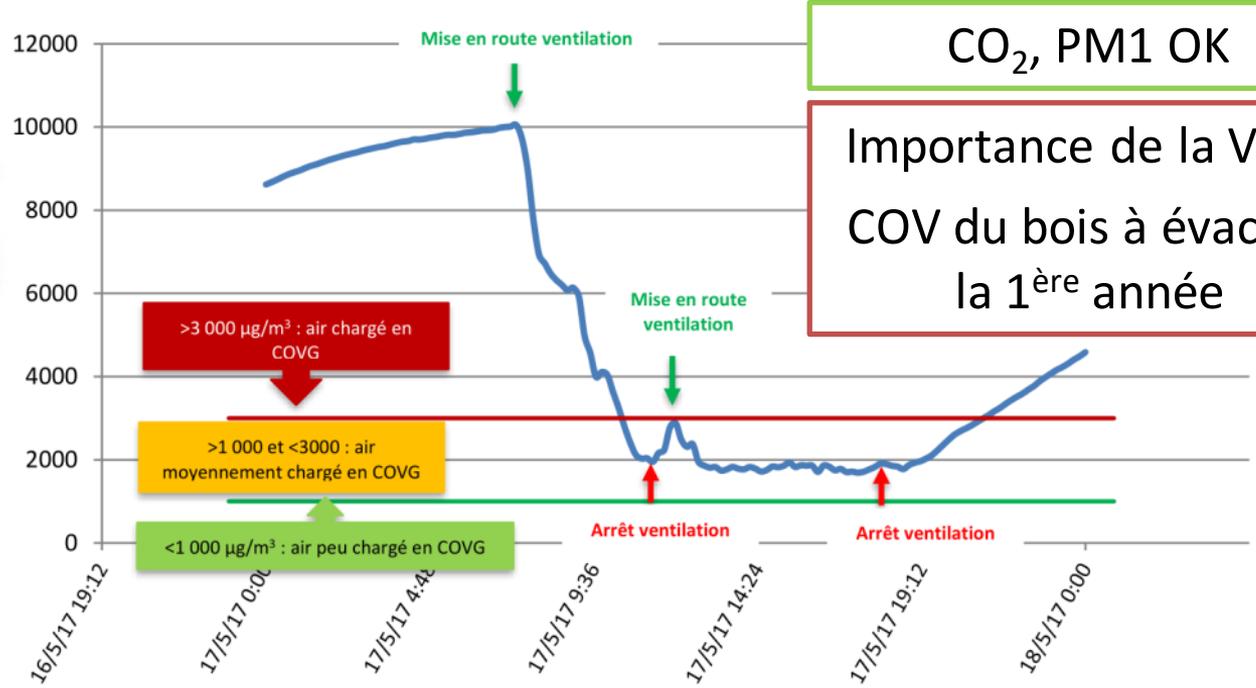
Fermeture fenêtres  
vers 10h => VDF

Aération matinale :  
ouverture en grand

Objectif : tenir la  
masse sous 26°C



Concentrations en COVG dans le bureau 26 occupé le lundi 17 mai 2017 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



CO<sub>2</sub>, PM1 OK

Importance de la VMC  
COV du bois à évacuer  
la 1<sup>ère</sup> année

>3 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : air chargé en COVG

>1 000 et <3000 : air moyennement chargé en COVG

<1 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : air peu chargé en COVG

# Avez-vous des questions ?



CERTIFIÉ PAR  
CERTIVEA

E4 C2  
*1<sup>er</sup> bâtiment  
tertiaire certifié*



DÉLIVRÉ PAR  
CERTIVEA

BBCA  
*Excellence*



DÉLIVRÉ PAR  
CERTIVEA

BEPOS+  
*Effinergie*

Plus d'informations :  
<http://leblog.enertech.fr>

