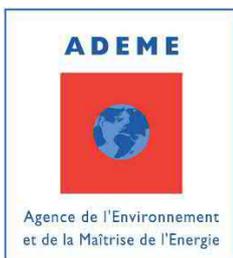


**Projet** : LowCal, étude du premier bâtiment E4C2 pour massifier la réalisation, à coût maîtrisé, du bâtiment à énergie positive, bas carbone, low-tech, local et sans chauffage

**Tâche 1** : Low-Tech  
**Sous-tâche 1.1** : Description du bâtiment et de ses équipements

Etude réalisée par ENERTECH avec le soutien de l'ADEME, dans le cadre de son appel à projet recherche « vers les bâtiments responsables à l'horizon 2020 »



Coordination technique ADEME:

**Romuald CAUMONT**

[romuald.caumont@ademe.fr](mailto:romuald.caumont@ademe.fr)

01 47 65 21 49

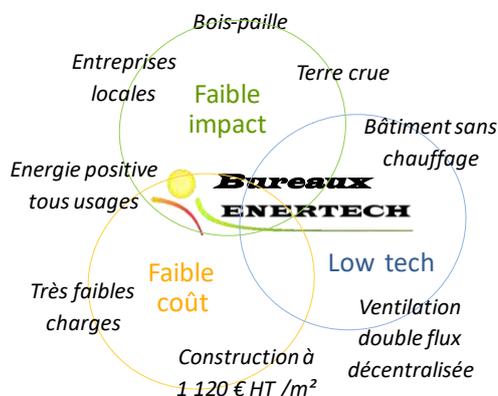
Version	Rédigé par	Relu par	Date
1	TR		06/08/2020

## Contexte et objet

LowCal est un bâtiment livré en 2016, et qui est depuis le siège de notre SCOP Enertech. Nous avons conçu ce bâtiment avec l'architecte Pierre Traversier et notre équipe de maîtrise d'œuvre afin d'en faire un bâtiment exemplaire tant sur le plan énergétique qu'environnemental, tout en se fixant un budget très contraint de 1200 €/m<sup>2</sup> SHON hors VRD.



Aujourd'hui ce bâtiment nous donne pleinement satisfaction, tant pour le confort d'usage que pour ses performances mesurées. C'est aussi un bâtiment pionnier, le premier (et encore aujourd'hui le seul) à avoir été labellisé au niveau E4C2 du label E+C-, soit le plus haut niveau sur le plan de l'énergie et du bilan carbone. Et ceci pour un coût de construction qui s'est même avéré inférieur à notre objectif.



Souhaitant reproduire le concept « LowCal », résumé par le schéma ci-contre, nous avons sollicité le soutien de l'ADEME pour une étude mêlant campagne de mesure et modélisation de différents aspects du bâtiment.

Aussi nous remercions grandement l'ADEME pour son soutien dans le cadre de son appel à projet recherche « vers les bâtiments responsables à l'horizon 2020 », qui a rendu possible ce vaste retour d'expérience.

La série de rapports issue de cette étude est structurée en tâches et sous-tâches selon l'articulation suivante :

- Tâche 1 Low Tech
  - Sous-tâche 1.1 Description du bâtiment et de ses équipements
  - Sous-tâche 1.2 Vérification par campagne de mesures des performances réelles
  - Sous-tâche 1.3 Retour d'expérience par STD en vue de la généralisation
- Tâche 2 High confort
  - Sous-tâche 2.1 Confort thermique d'été et d'hiver
  - Sous-tâche 2.2 La qualité de l'air
  - Sous-tâche 2.3 Confort visuel
- Tâche 3 Low cost
  - Sous-tâche 3.1 Calcul du coût global du bâtiment
  - Sous-tâche 3.2 définition puis comparaison avec une construction équivalente RT2012, en coût global et en retombées économiques locales
- Tâche 4 Low Impacts
  - Bilan carbone selon méthodologie E+C- et avec outil basé sur ecoinvent
  - Energie grise, et bilan « énergie grise positive »
- Tâche 5 High expérience
  - Sous-tâche 5.1 Etude des contraintes techniques propres à ces bâtiments innovants
  - Sous-tâche 5.2 Adaptation de la conception à tous les climats de France et à la transformation en logements
- Synthèse

En raison de la taille des différents rapports, ces sous-tâches font l'objet de documents ou regroupés par ensembles cohérents.

## Sous-tâche 1.1 : Description du bâtiment et de ses équipements

Pour cette première partie de l'étude, nous avons compilé des documents réalisés à l'occasion de l'inauguration de nos bureaux, puis affinés au fil des différentes présentations que nous en avons fait au fur et à mesure où les retours d'expérience étaient renforcés.

En complément, nous avons annexé le rapport de test d'infiltrométrie, qui atteste du niveau atteint de  $n_{50}=0,53$  vol/h sous 50 Pa, soit  $Q_4=0,19$  m<sup>3</sup>/h par m<sup>2</sup> de surface déperditive hors plancher bas sous 4 Pa.

Le rapport de cette première sous-tâche est ainsi constituée des annexes suivantes :

- Annexe 1.1 A : Plaquette de présentation du LowCal (version de mai 2018, 20p)
- Annexe 1.1 B : Posters de présentation (version d'octobre 2017, 20p)
- Annexe 1.1 C : Rapport de test d'infiltrométrie final (juillet 2017, 36p)

# Low Cal

Bureaux bois-paille, sans chauffage,  
à énergie positive, bas carbone  
et coûts maîtrisés

**Premier bâtiment tertiaire labellisé E4 C2**



CERTIFIÉ PAR  
CERTIVEA E4 C2



BBCA  
Excellence



BEPOS+  
Effinergie





LowCal est un bâtiment démonstrateur de notre savoir-faire, qui se veut innovant sur le plan énergétique et environnemental. Tout le travail investi dans ce bâtiment a été récompensé par plusieurs labels à leurs niveaux les plus performants : labels Énergie et Carbone (E4 C2), BBCA niveau Excellence et BEPOS+ Effinergie 2017.

**LowCal est le premier bâtiment tertiaire à être labellisé au niveau E4 C2.**

## ► Contexte et genèse

### Pourquoi construire LowCal ?

La Scop ENERTECH, maître d'ouvrage et BE de l'opération, est un BET spécialisé dans la conception et l'accompagnement de bâtiments à très basse consommation d'énergie, neufs ou rénovés. Elle est également spécialiste des campagnes de mesure des usages énergétiques dans les bâtiments.

Basée initialement à Félines-sur-Rimandoule (26), la structure avait besoin de plus d'espace de travail, pour accompagner son développement.

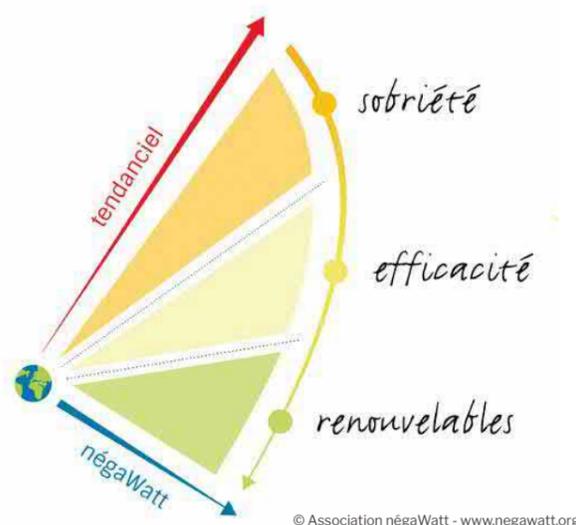
Le programme du bâtiment répond à un besoin de créer des **bureaux pour 35 salariés à terme**, avec de grandes salles de réunion, soit un total de 600 m<sup>2</sup> environ, **convertible en 6 logements**. Des plans ont donc été établis avec cette variante pour positionner des réservations dans les dalles, sans intervention sur la structure.

Fidèle à l'esprit fondateur d'Enertech, la localisation des bureaux maintient **un ancrage en territoire rural** car il est vital d'en maintenir le dynamisme économique. L'absence de bâtiment à rénover dans le secteur de Félines-sur-Rimandoule, a orienté Enertech vers l'acquisition d'un terrain pour y implanter ses bureaux. Le choix de Pont-de-Barret (Drôme, 660 habitants), à 6 kilomètres de l'ancien siège, permet de maintenir la proximité avec les logements des salariés, tout en se rapprochant de commerces (restaurants notamment). L'arrivée du bureau d'études à Pont-de-Barret permet de renforcer l'activité des commerces et également d'accélérer l'arrivée de la fibre optique dans ce village rural.

### Orientations programmatiques

En tant qu'acteur de la construction performante, il était évident pour Enertech que ce bâtiment devait être démonstrateur de leur savoir-faire.

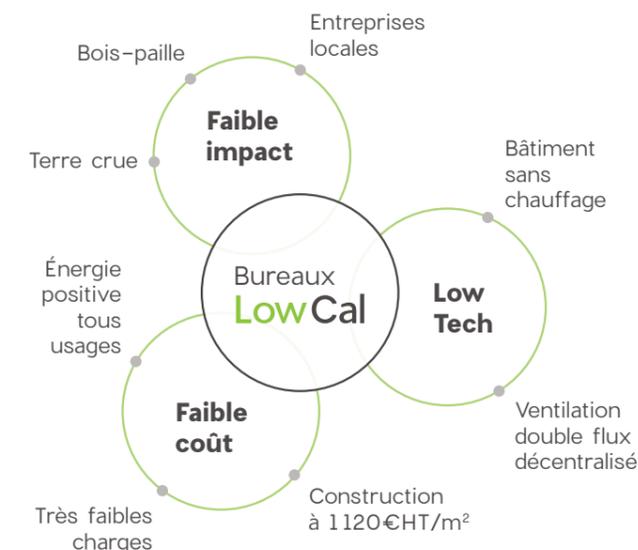
La construction bois-paille s'est rapidement imposée. Plus encore, le projet teste des **concepts innovants qu'ENERTECH n'ose pas encore proposer à ses maîtres d'ouvrage**, faute de pouvoir s'appuyer sur un solide retour d'expérience : l'équipe a ainsi décidé de réaliser un bâtiment sans chauffage et dont l'inertie ne sera pas apportée par du béton mais par de la **terre crue**.



Ce bâtiment fait la synthèse des principes fondateurs de la démarche négaWatt.

C'est ainsi que le **concept LowCal est né** :

- **Low Calories**  
Forte isolation, maîtrise de la consommation d'électricité (éclairage à 2 W/m<sup>2</sup>, informatique basse consommation...) et bien entendu énergie positive tous usages confondus<sup>1</sup> (le photovoltaïque produit 7 fois la consommation totale).
- **Low Impact**  
Construction bois-paille, inertie apportée par la terre crue, qualité de l'air intérieur (matériaux sains,...).
- **Low Tech**  
Bâtiment sans installation de chauffage fixe, ventilation double-flux décentralisée (limitation des réseaux), ECS uniquement pour les douches (usage occasionnel).
- **Local**  
Matériaux et entreprises locales, en complément d'une dynamique d'implantation rurale.
- **Low cost**  
Coût constaté de 1120 € HT/m<sup>2</sup> SHON (hors VRD).



### Chiffres clés

**1 380 m<sup>2</sup>**  
Surface de terrain

**35**  
Postes de travail

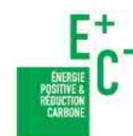
**730 m<sup>2</sup>**  
SHON

**626 m<sup>2</sup>**  
Surface de plancher (SDP)

**620 m<sup>2</sup>**  
Surface Utile (SU)

**817 600€HT**  
Prix de la construction (hors VRD)

soit **1120€HT/m<sup>2</sup>**  
SHON



#### Label Energie+ Carbone- E4C2

4 niveaux Energie : du niveau 1 RT 2012 -5% au niveau 4 bilan à énergie positive (plus de production que de consommation tous usages).  
2 niveaux Carbone calculés sur le cycle de vie du projet et sur la phase construction.



#### Label Effinergie 2017 BEPOS+

Niveau E+ C- : Énergie 4 et Carbone 1 a minima  
Exigences complémentaires : sorties des calculs RT2012, l'étanchéité à l'air du bâtiment, étanchéité à l'air des réseaux de ventilation, démarche de commissionnement.



#### Label BBCA excellence

La performance est évaluée sur 4 thèmes : Construction raisonnée, Exploitation maîtrisée, Stockage carbone, Économie circulaire.  
**BBCA excellence** : niveau Carbone 2 renforcé et score BBCA supérieur ou égal à 25 points.

<sup>1</sup> C'est-à-dire : consommations de chauffage, ventilation, éclairage, bureautique, informatique, coin cuisine, production d'ECS de la douche et usages divers de l'électricité.

# ► Conception, performance

## L'équipe de conception

Architecte	Cabinet Traversier	Charmes-sur-Rhône
BE fluides	Enertech	Pont-de-Barret
BE structure béton	Bureau MATHIEU	Valence
BE structure bois	SIB Solutions	Alixan - Valence
BE VRD	CERTIB	Valence
Bureau de contrôle / SPS	SOCOTEC	Valence

## Les solutions LowCal

### Architecture

D'une architecture volontairement sobre pour s'intégrer au village, le bâtiment comporte deux niveaux (à R0 et R+1) et un demi-niveau en rez-de-jardin.



Perspective de l'architecte au stade  
Permis de Construire (pignon ouest et façade sud)

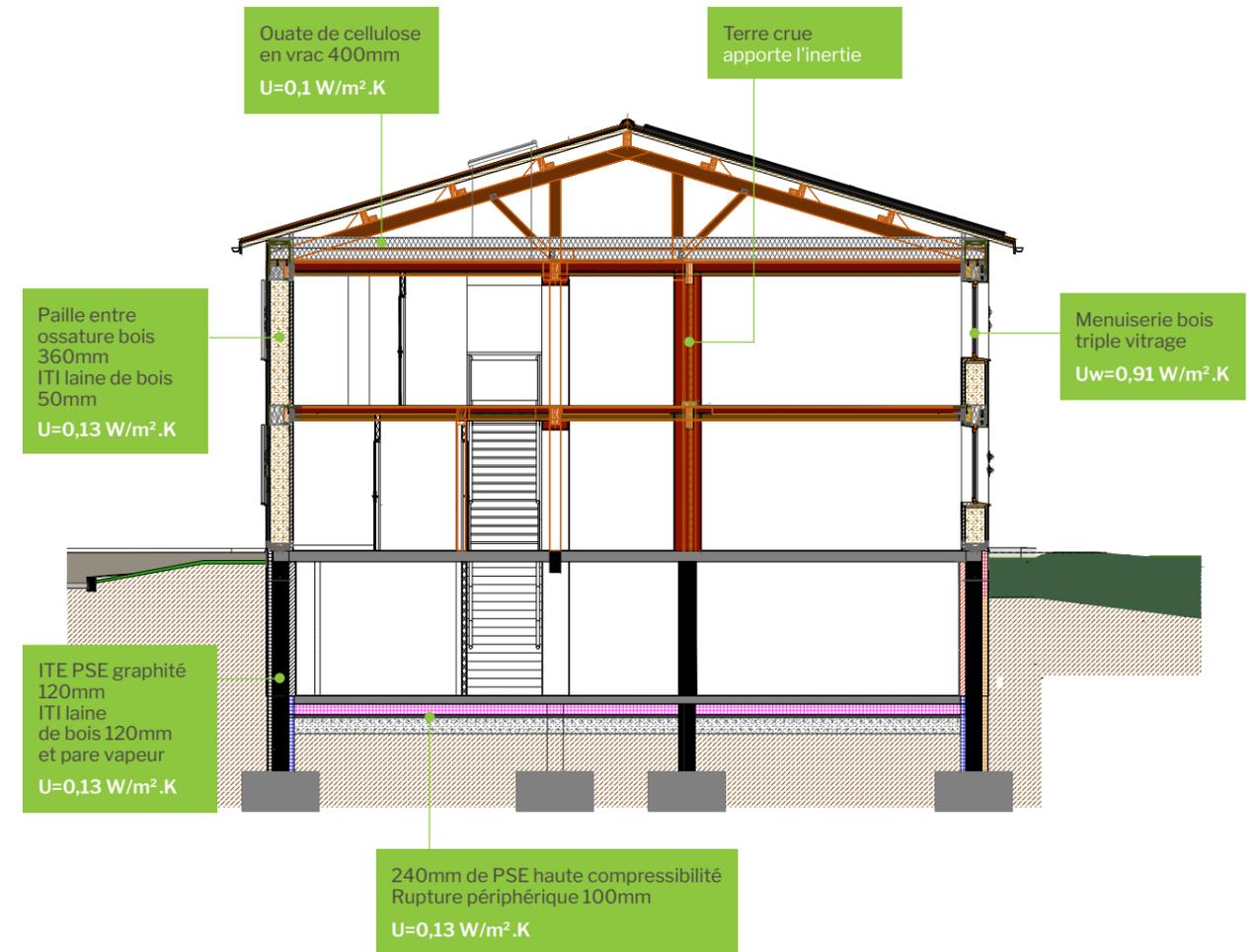


Bâtiment livré (pignon ouest et façade sud)

Le bâtiment est résolument compact et de conception bioclimatique : la façade principale est orientée plein sud et est fortement vitrée, au contraire des façades est, ouest et nord dont les taux de vitrages sont maîtrisés. Le taux de surface de menuiseries extérieures est de 17% de la surface utile, dont 44% sont orientées au Sud.

## Procédé constructif

Fondée sur un demi-niveau semi-enterré ainsi qu'un plancher en béton sur terre-plein, toute l'élévation du bâtiment est en structure à ossature bois y compris les planchers. Des croix de Saint-André assurent la résistance aux séismes (refend central du bâtiment).



Préfabrication en atelier  
des caissons bois- paille



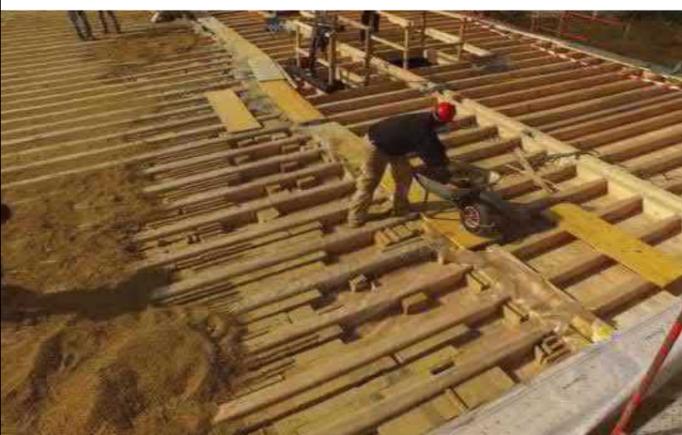
Chantier : grutage d'un panneau préfabriqué



Croix de Saint-André

Les murs extérieurs sont en caissons bois préfabriqués, comportant une isolation en bottes de paille (origine nord-Drôme). **L'étanchéité à l'air** visée est le niveau passif, soit  $n_{50} = 0,6 \text{ vol/h}$ . Actuellement cette valeur est légèrement dépassée (mesurée à  $n_{50} = 0,65 \text{ vol/h}$ ) en raison notamment des fuites des clapets d'obturation des caissons de ventilation.

À partir du rez-de-chaussée, toute l'inertie est apportée par une centaine de tonnes de terre crue sous deux formes différentes : 70 tonnes de briques d'argile crue dans les planchers, récupérées car considérées comme déchets, 35 tonnes de briques fabriquées localement avec la terre excavée du terrain pour l'habillage des murs intérieurs.



Chantier : remplissage en brique d'argile du plancher bois



Chantier : réalisation du mur en briques de terre crue issue du terrain, monté autour des croix de Saint-André

Les menuiseries extérieures sont en bois (fabriquées en Allemagne) et disposent de triple vitrage à haut facteur solaire. Au sud, elles sont équipées de brises-soleils orientables (BSO) et sur les autres façades de volets en bois, coulissants ou battants traditionnels.



Moulage par Mathias Vernet à Bonlieu-sur-Roubion (à 12 km)



## Second œuvre

Une attention particulière a été apportée à la qualité environnementale des matériaux :

- complément d'isolation intérieure en laine de bois,
- isolation phonique en laine de bois,
- sol souple en linoléum naturel,
- peintures certifiées à faibles COV,
- menuiseries intérieures en bois local (frêne, cèdre et peuplier),
- plafonds bois laissés bruts, sauf dans les circulations où un faux-plafond intègre les chemins de câbles électriques,
- ameublement réalisé en bois, traité simplement à l'huile dure.



Murs en terre crue



Circulation centrale



Aménagement d'un bureau

## Ventilation

Pour atteindre le niveau de performance thermique visé et assurer une bonne qualité de l'air, la ventilation double-flux, avec récupération des calories sur l'air extrait, était impérative.

Mais comment éviter les réseaux souvent compliqués à mettre en œuvre et coûteux ? Comment réguler la ventilation en fonction du besoin, bureau par bureau, sans un système complexe de clapets, de régulation sur la pression, etc. ? Enfin, comment limiter la consommation électrique de la ventilation ?

La réponse trouvée est **la ventilation décentralisée**. Chaque bureau dispose d'un ou plusieurs caissons de ventilation indépendants, prenant et rejetant l'air à travers la façade, pilotés par un simple interrupteur et modulables sur 4 débits. Simple et facile d'usage.

Sans réseau collectif, les pertes de charges sont très réduites et ainsi chaque caisson ne consomme que 5 W pour un débit de 25 m<sup>3</sup>/h, soit 0,2 W/(m<sup>3</sup>/h), soit deux fois moins que la meilleure des centrales double-flux sur le marché.



Caisson de ventilation décentralisée avant pose

Caisson mis en œuvre. En pointillés, le conduit double-flux traversant le mur.

La ventilation double-flux décentralisée, après études de marché, a fait l'objet d'un partenariat industriel avec la Société ZEHNDER, qui se poursuit actuellement en phase d'instrumentation.

## Chauffage

Le bâtiment est **sans installation de chauffage fixe**. Il a été optimisé par simulation thermique dynamique pour que le besoin de chauffage soit proche de zéro, sans dégrader une autre exigence majeure qu'est le confort d'été. Le besoin de chauffage<sup>2</sup> calculé est de 4 kWh/m<sup>2</sup>SU.an, qui est assuré actuellement par des radiateurs électriques mobiles d'une puissance totale de 4 kW et ce, pendant une période très courte de l'année (moins de 2 mois, période

la plus froide). La puissance installée est alors de 7 W/m<sup>2</sup> pour assurer des besoins 4 fois plus faibles que pour un bâtiment passif (très très faible).

Les premières années d'utilisation et les retours sur le confort en hiver par toute l'équipe, détermineront le besoin ou non du passage à un poêle à granulés central (une réservation a été prévue pour le conduit de fumées).

## Usages électriques

**L'éclairage**, à très basse consommation, a été conçu à l'aide du logiciel Dialux pour assurer 200 lux en base plus appoint par des lampes de bureaux, conformément au Code du Travail<sup>3</sup>. Les luminaires sont équipés de LED, ce qui a permis de réduire la puissance installée à 2 W/m<sup>2</sup> !



Luminaires d'un bureau

Enertech a travaillé avec l'usine de Saint-Etienne du fabricant Sylvania pour réduire la puissance des luminaires (modification de la tension d'alimentation des LED). La majorité des luminaires est fabriquée en France.

L'éclairage naturel est également favorisé par les surfaces vitrées assez généreuses : 17% surface vitrée par mètre carré de surface utile. Ce ratio est suffisant pour un usage de bureau et largement inférieur aux 40 à 45 % fréquemment rencontré dans des bâtiments récents.

Pour la gestion de l'éclairage des circulations, une simple temporisation (assez courte) a été retenue plutôt que des détecteurs afin de laisser le choix à l'utilisateur d'allumer ou non selon ses besoins.

**L'informatique** est également optimisée : utilisation d'ordinateurs portables qui consomment moins de 25 W par poste et paramétrage des imprimantes pour se mettre en veille automatiquement.

Les nouveaux serveurs informatiques<sup>4</sup> consomment moins de 50 W, soit 3 fois moins que le précédent (qui était déjà un serveur basse consommation à l'époque) et ils sont éteints en dehors de heures d'occupation (c'est possible).

Les commutateurs réseaux utilisés sur l'ancien site de Félines-sur-Rimandoule ont été récupérés pour limiter l'impact d'énergie grise des équipements informatiques. Ainsi, ces équipements consomment plus d'électricité que des commutateurs basse consommation neufs, mais l'impact global (ACV) est réduit par rapport à leur remplacement. Ils sont éteints en dehors des heures d'occupation.

Enfin, pour limiter les consommations en inoccupation, un **interrupteur manuel de coupure générale** permet d'éteindre tout le réseau électrique (sauf réseau spécialisé dédié à l'alarme et aux calculs nocturnes éventuels). Mission du dernier usager quittant les bureaux.

## Photovoltaïque

La toiture sud est couverte de 153 m<sup>2</sup> de capteurs photovoltaïques. Avec une puissance crête de 24 kWc, LowCal produit **7 fois sa consommation tous usages confondus**.

Les panneaux photovoltaïques sélectionnés, de marque PhotoWatt, sont fabriqués en Auvergne-Rhône-Alpes.



Toiture photovoltaïque au sud

## Le confort d'été sans climatisation

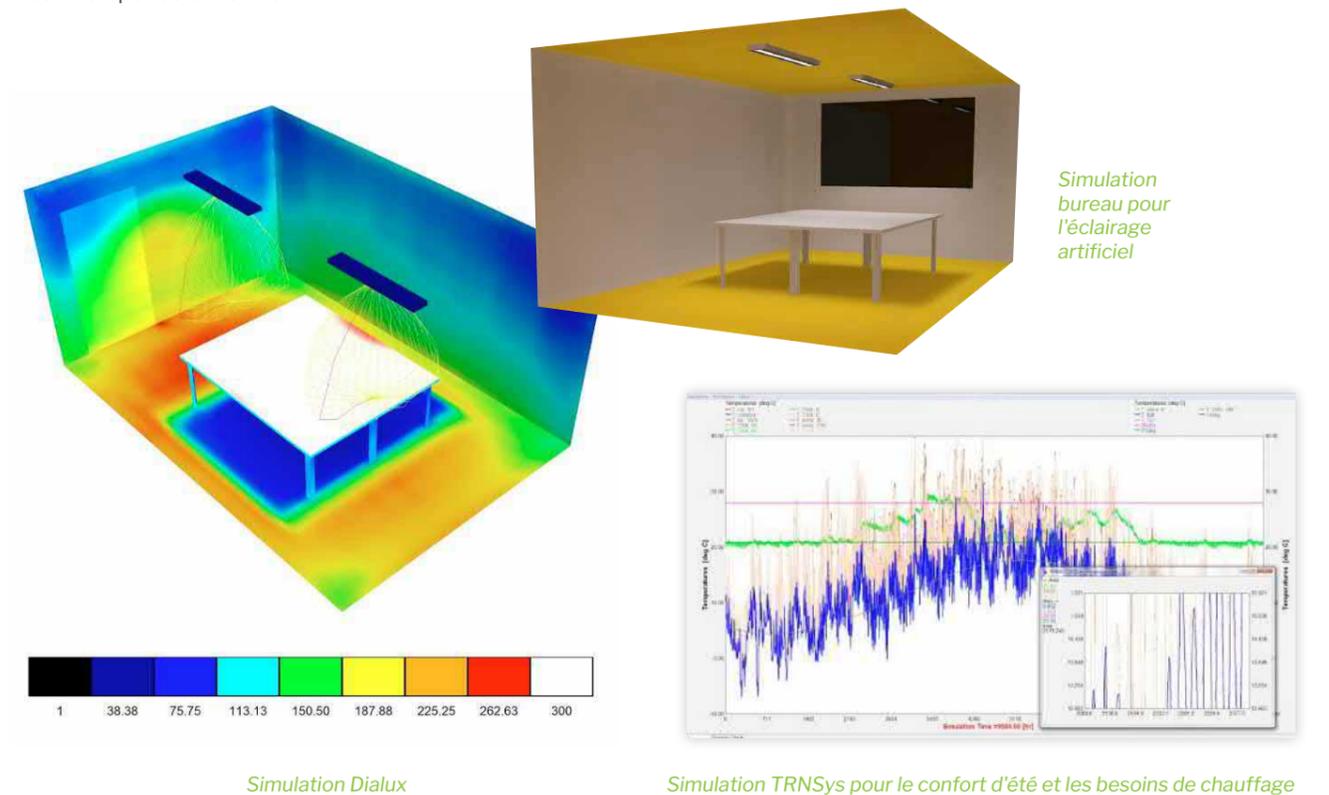
En été (ou dès que les températures extérieures montent), les protections solaires sont abaissées afin de limiter au maximum les apports de chaleur. Les équipements de bureau, consomment peu et par conséquent dégagent peu de chaleur également. Ces faibles apports, associés à la forte inertie du bâtiment (100 tonnes de terre crue) et à la ventilation double-flux, permettent de limiter l'augmentation de température dans les bureaux en journée.

Le rafraîchissement nocturne des bureaux est assuré par l'ouverture manuelle des menuiseries au départ des occupants, les volets bois et les BSO assurant protection contre les intempéries et contre l'intrusion.

## Les outils de conception

**5 semaines de simulations thermiques dynamiques (STD) : ce bâtiment sans chauffage est résolument un bâtiment avec bureau d'études fluides !**

Tout le dimensionnement repose sur cette STD : épaisseurs d'isolants, surfaces de fenêtres, masse pour l'inertie,... Le confort visuel a également été étudié à l'aide d'outils de simulation, tant pour la lumière naturelle qu'artificielle.



<sup>2</sup> À comparer avec l'exigence Passivhaus : besoins de 15kWh/m<sup>2</sup>.an

<sup>3</sup> Surpuissances des éclairages souvent constatées au niveau des luminaires en plafond.

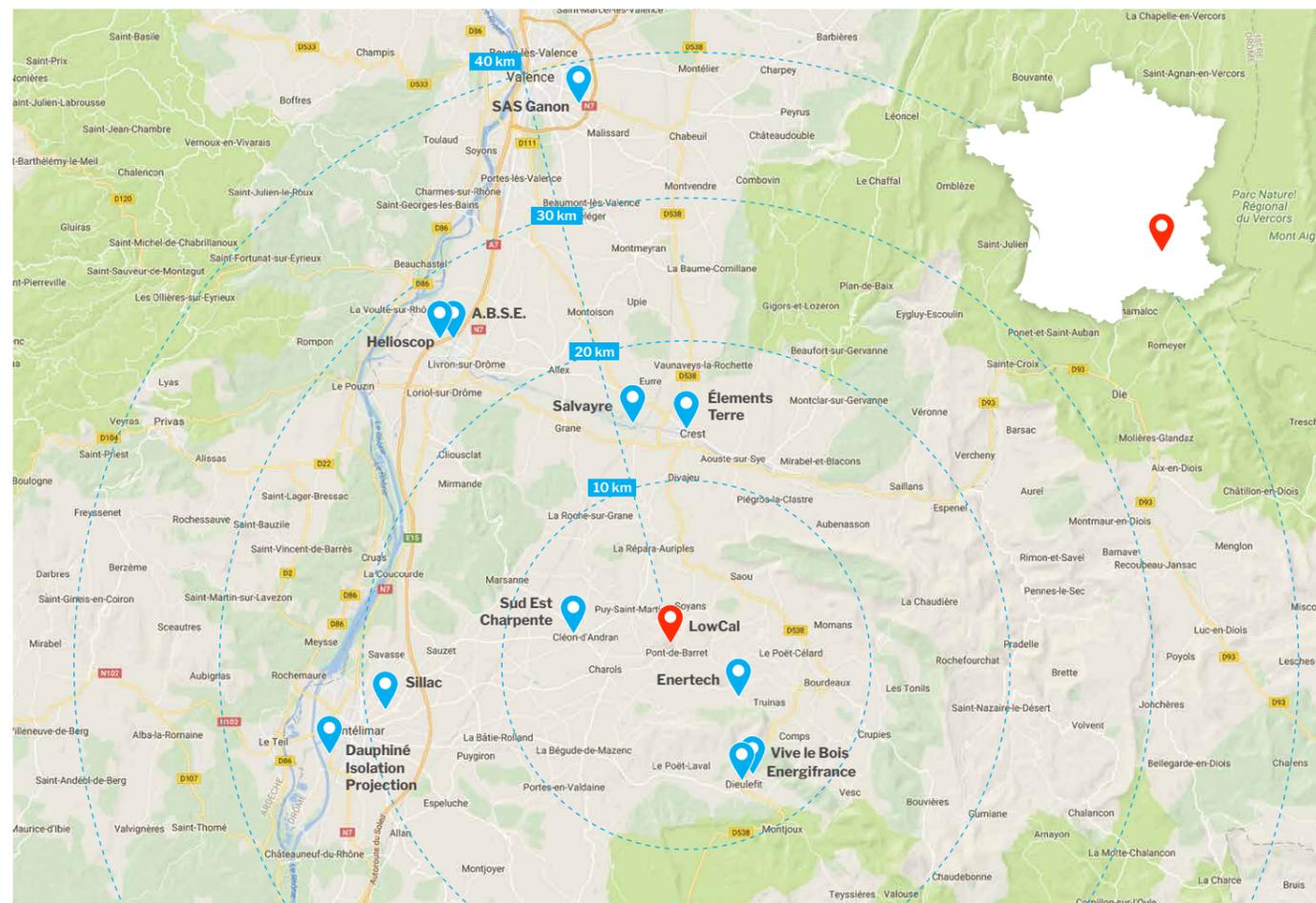
<sup>4</sup> Ces équipements sont remplacés uniquement lorsqu'ils sont vétustes et les serveurs actuels sont antérieurs au déménagement.

## ► Le chantier, les coûts

### Les entreprises

Enertech a privilégié des entreprises locales pour réaliser ce chantier. Par chance, une PME expérimentée en construction ossature bois-paille est installée dans un village proche.

Toutes les entreprises du chantier sont établies dans un rayon de moins de 40 km du chantier. Les entreprises principales (ossature bois et gros oeuvre-VRD) sont respectivement à moins de 10 et 20 km.



Situation des entreprises par rapport au chantier

### Période de chantier

La durée de chantier a été de 11 mois (de début septembre 2015 à fin juillet 2016), pour un **emménagement en août 2016**.

Après 3 mois de terrassement et de gros œuvre, la principale difficulté rencontrée a été de réaliser la superstructure bois-paille en filière sèche pendant les mois d'hiver, pluvieux et soumis au gel. L'entreprise de charpente bois a constamment veillé à la protection contre la pluie de ses ouvrages (caissons paille), protection qui est le gage essentiel de la pérennité des performances de ce type de matériau.

De la même manière, le remplissage des planchers bois avec la terre crue (aucune intempérie ne pouvait être tolérée à ce moment là), a nécessité une attention particulière de la part du maître d'œuvre en pilotage de chantier et une

réactivité très forte des entreprises.

Fortes épaisseurs d'isolants, traitement poussé des ponts thermiques, forte attente sur l'étanchéité à l'air, briques de terre crue, remplissage des planchers terre crue, etc. Les procédés et matériaux inusuels de ce projet ont ajouté une difficulté technique pour les entreprises. Là aussi le travail et la présence continue de la maîtrise d'œuvre et l'implication des entreprises a permis de relever ces challenges.

Toutefois, la majorité des acteurs du chantier sont apparus fortement intéressés par ce projet « expérimental » et désireux de faire évoluer leurs métiers vers les idées structurantes de la démarche d'Enertech, basse consommation et basse énergie grise.



Septembre 2015 : excavations



Octobre 2016 : inauguration de LowCal



## Les coûts de construction

L'objectif de 1200 € HT/m<sup>2</sup>SHON a été atteint avec une valeur finale à **1 120 €HT/m<sup>2</sup>SHON hors VRD**.

Coût des travaux : 817 600 €HT plus 114 400 €HT de VRD.

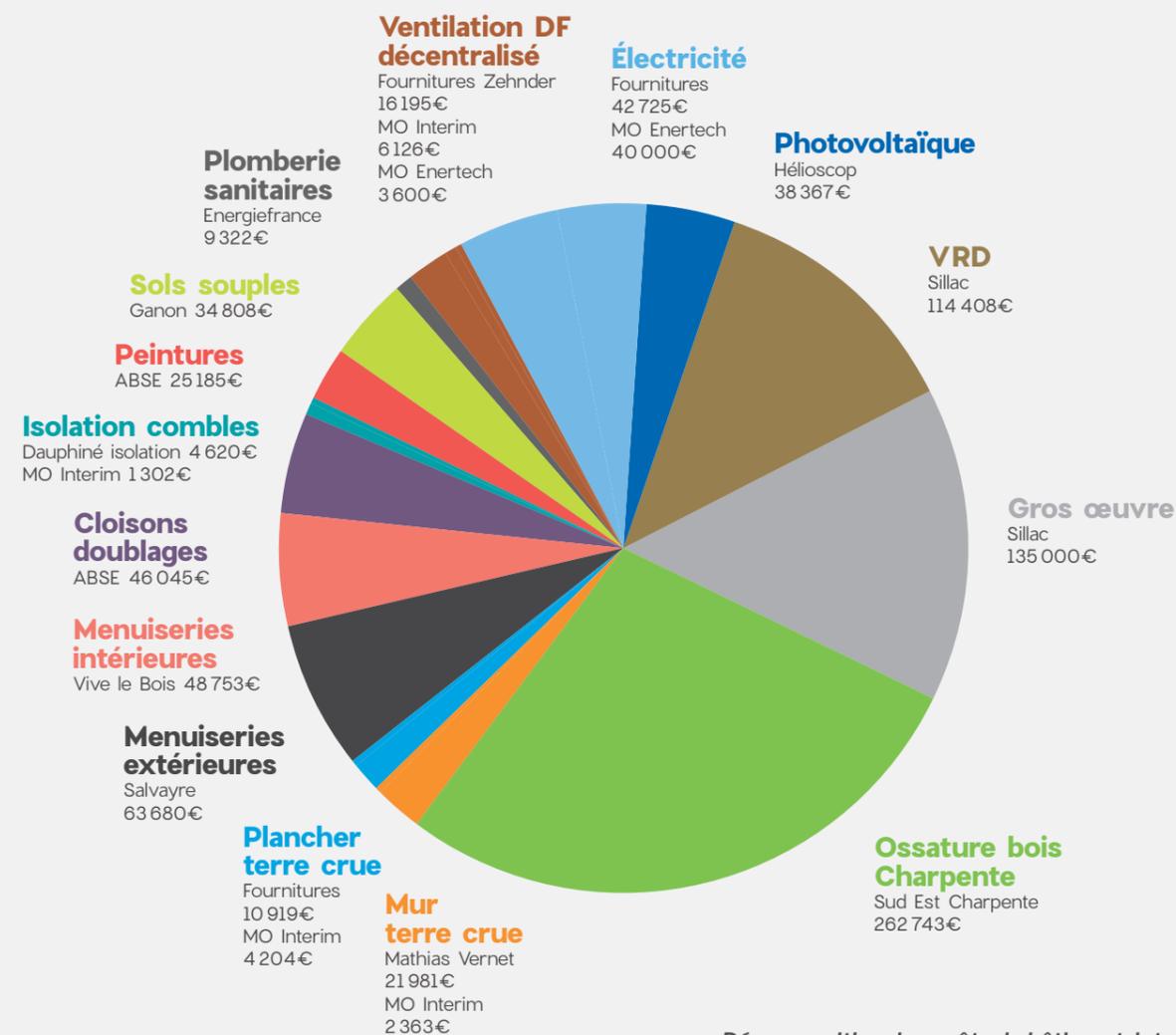
### FINANCEMENTS



Fonds-propres et emprunts

Subvention du département de la Drôme (construction Lowcal et embauche sur 3 ans) : 6,8% du coût total soit 63 000 €.

Subvention régionale pour le photovoltaïque : 15 000 €.



Décomposition des coûts du bâtiment, lot par lot.

Enertech démontre ainsi toute la pertinence de l'approche LowCal, à la fois sobre et low tech, sans concession sur la qualité des matériaux et pourtant à un coût inférieur à la production classique<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> 1 375 €HT/m<sup>2</sup>SHON - 1800 €HT/m<sup>2</sup>SHON à l'échelle nationale pour des bâtiments performants et avec valeur ajoutée environnementale.

## La performance du bâtiment

### Instrumentation lourde de LowCal

Dès la réception du bâtiment, Enertech a souhaité démontrer que LowCal n'a pas vocation à être un bâtiment unique mais le fer de lance prototype d'une nouvelle génération de bâtiment durable sur tous ses aspects. C'est ainsi qu'Enertech a remporté un appel à projet de recherche de l'ADEME visant à démontrer de façon objective que LowCal est confortable, économique et durable.

Pour cela l'étude sur 3 ans réalisée par Enertech et ses partenaires comporte :

- une instrumentation lourde du confort thermique, visuel et de qualité d'air ;

- une instrumentation détaillée de la totalité des consommations d'énergie du bâtiment ;
- une dizaine de simulations thermiques dynamiques pour adapter LowCal à l'usage de logement et aux différents climats français ;
- une étude économique de calcul en cout global permettant de comparer les coûts de LowCal avec un bâtiment tertiaire dans les standards RT2012 ;
- une Analyse du Cycle de Vie réalisée par Enertech dans un premier temps puis par un autre bureau d'étude indépendant (expérimentation E+C- de l'ADEME).



Station météo sur la toiture de LowCal



Instrumentalisation d'un bureau

## Bilan énergétique après un an de mesure

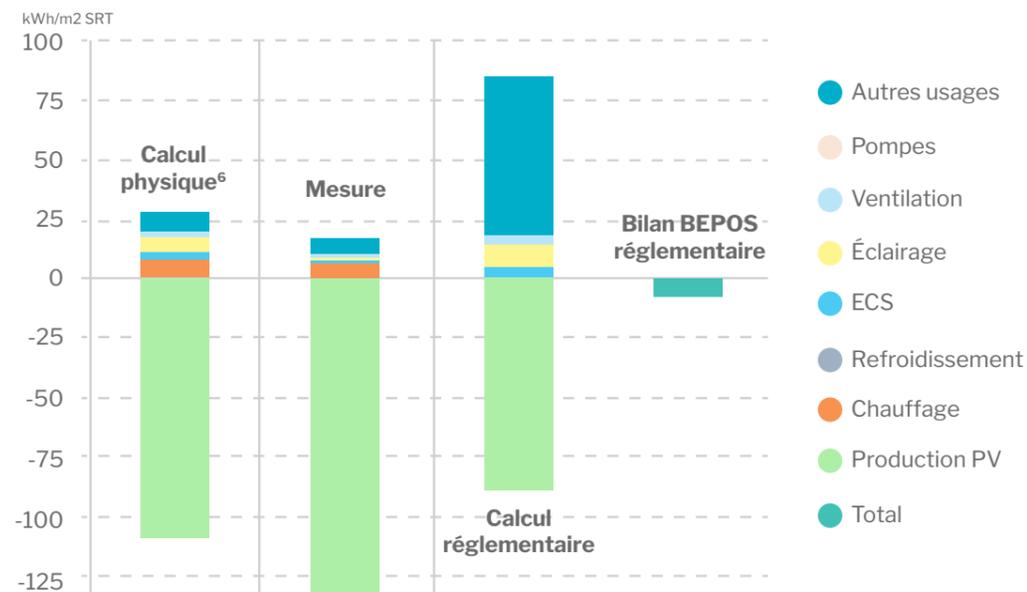
Occupé depuis août 2016 et **instrumenté dès septembre 2016**, Enertech a tiré un premier bilan des consommations de Lowcal sur les 11 premiers mois (extrapolé à un an pour l'analyse).

Le graphique ci-dessous présente les résultats des calculs physiques et réglementaires ainsi que les consommations réelles mesurées par Enertech. Il illustre très bien la différence entre les hypothèses propres au projet (calcul physique<sup>6</sup>) et les valeurs par défaut du calcul réglementaire : les consommations des « autres usages » sont prédominantes dans le calcul réglementaire (valeurs forfaitaires)

alors qu'elles sont très faibles pour LowCal, ce qui illustre la performance de la conception ainsi que la sobriété d'usage. L'éclairage et la ventilation ont également été surestimés (calcul physique ou réglementaire). A l'inverse, le chauffage prend une part minime réglementairement.

En tout état de cause, le bilan BEPOS permet à LowCal d'atteindre le niveau Energie 4 du label E+C-, niveau le plus performant.

**Le bâtiment a produit environ 7 fois plus d'énergie que sa consommation sur l'année complète !**



Bilan des consommations tous usages et de la production photovoltaïque du bâtiment LowCal, année 2016-2017

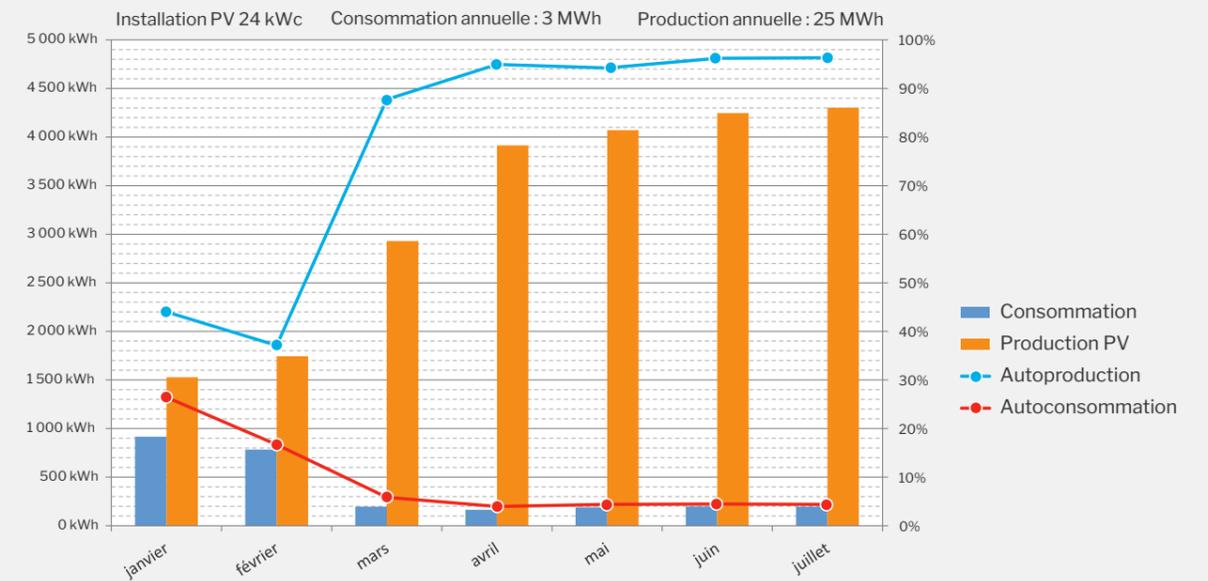
NB : la consommation de chauffage mesurée a été augmentée de 50% pour tenir compte de la mise en œuvre tardive des 4 radiateurs électriques. Les résultats des calculs présentés sont exprimés en énergie primaire (coefficient 2,58 pour l'électricité) et en surface réglementaire (SRT).

Par ailleurs, l'année 2016-2017 a été très favorable en terme de production photovoltaïque. L'autoproduction est également très élevée : d'avril à août, elle atteint 95% (les 5% restant étant des consommations nocturnes ou par ciel couvert).

<sup>6</sup> Calculs physiques : estimation des consommations à partir d'outils développés par Enertech et à l'aide de d'outils de simulation (STD, calculs d'éclairage, ponts thermiques 3D, etc.).

## LowCal : consommation électrique et production photovoltaïque

Mesures 2017



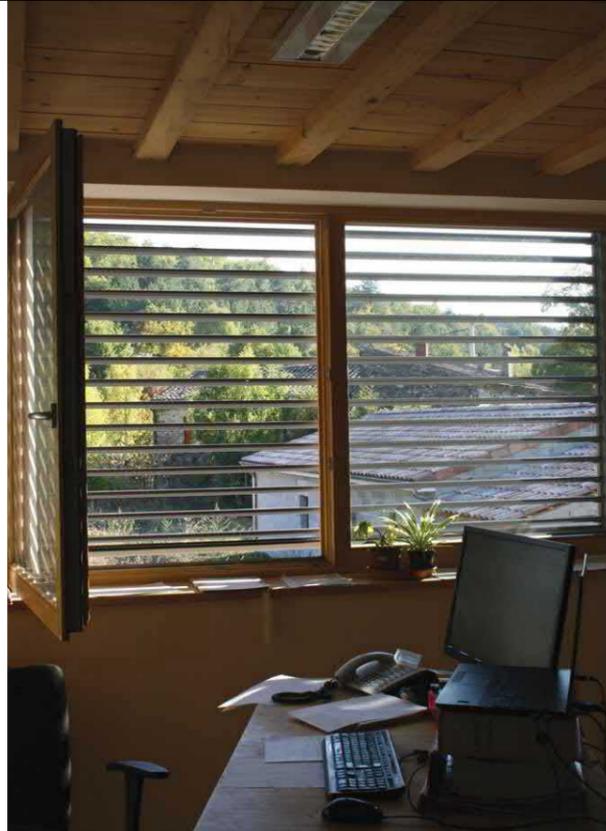
Onduleur photovoltaïque



LowCal après un an d'utilisation

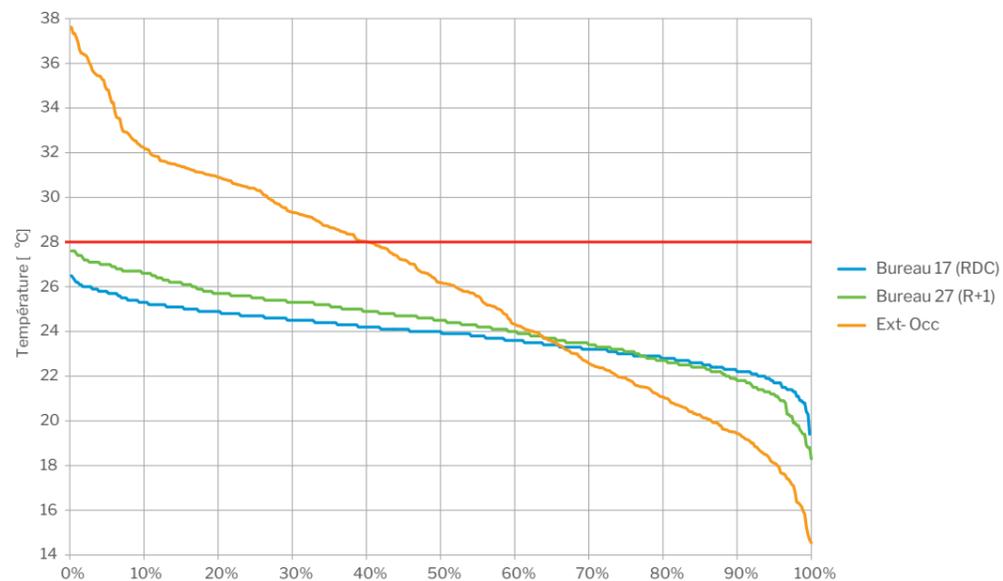
## Confort d'été

En termes de confort d'été, le projet est une réussite ! Le graphique ci-dessous présente les relevés de mesure sur les 2 mois les plus chauds. Alors que la température extérieure franchissait régulièrement 36°C, que les bureaux présentés sont les plus défavorables du fait de leur orientation sud et ouest, les températures intérieures restent toujours inférieures à 28°C. Les températures de l'étage sont plus élevées d'un à deux degrés en été par rapport à celles du rez-de-chaussée.



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

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



Idem au R+1

Le confort a été assuré grâce à l'inertie de la terre crue, au bon usage des occultations et à la stratégie d'aération naturelle nocturne et matinale (voir graphique ci-dessous).

### Confort estival - Zoom sur la période la plus chaude

31/07/2017 - 08/08/2017

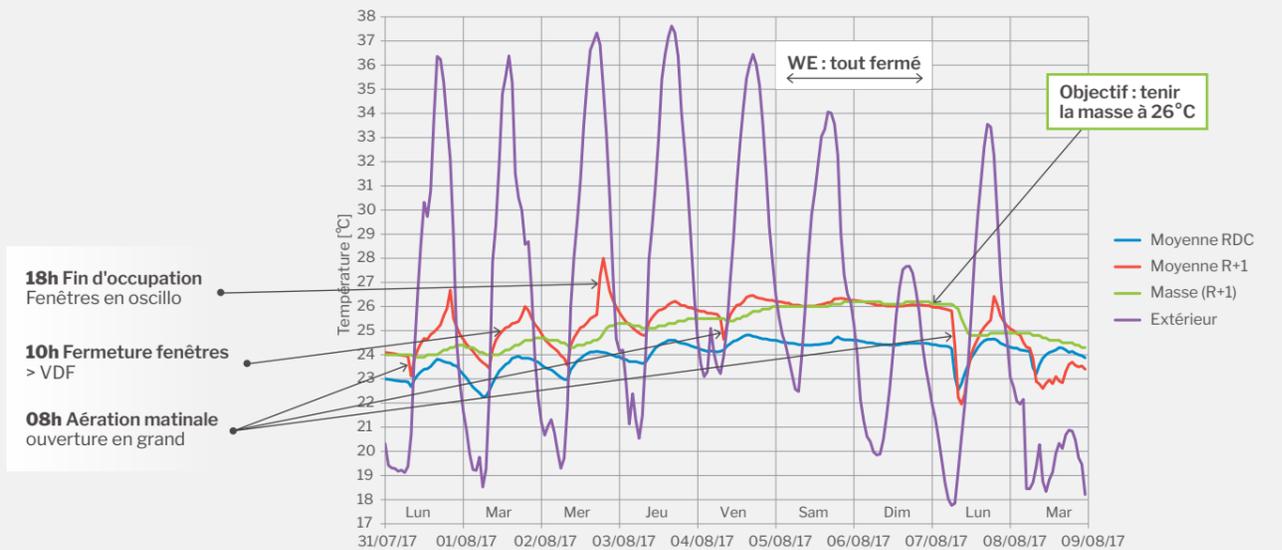


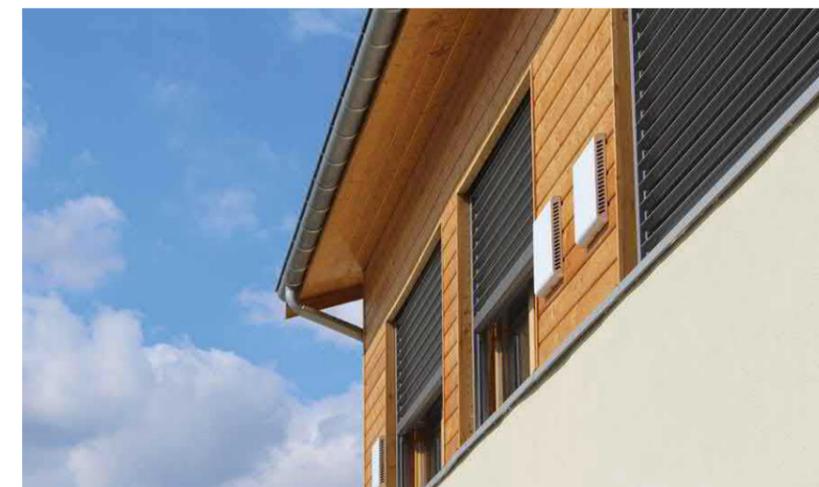
Illustration de la stratégie d'aération nocturne et matinale : températures intérieures, extérieures et massique (au cœur d'un mur du R+1) sur la semaine la plus chaude

Le graphique précédent montre l'effet de l'aération nocturne (fenêtres ouvertes en position oscillo) et matinale (fenêtres ouvertes au maximum) sur la température intérieure et sur la température de la masse.

En journée, le renouvellement d'air est assuré soit par ouverture des fenêtres, soit par la ventilation double-flux. La bascule de l'un à l'autre est conditionné par plusieurs indicateurs : les températures intérieures et extérieures (station météo sur le toit du bâtiment consultable en temps

réel) ainsi que la **température de la masse** (capteur incorporé dans un mur du R+1). L'objectif étant de maintenir la masse sous la barre des 26°C. Le chant des cigales rappelle également les usagers à l'ordre : elles se mettent à chanter quand il commence à faire chaud dehors, rappel auditif si les fenêtres sont encore ouvertes à ce moment là !

**Le confort passif est ainsi obtenu grâce à des usagers actifs et impliqués !**

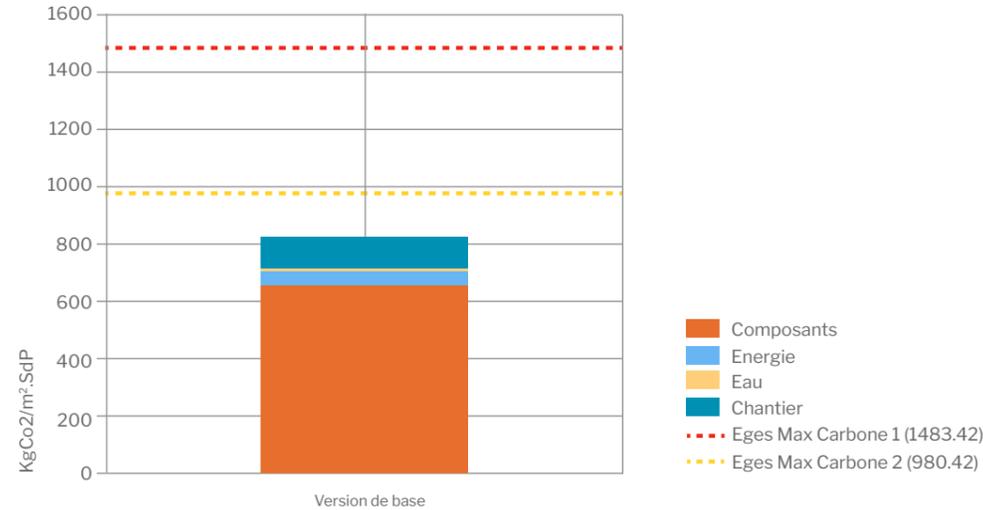


BSO en façade sud et ventilation double-flux décentralisée

## Bilan carbone du bâtiment

Les graphiques suivants présentent les résultats du bilan carbone effectué avec la méthodologie du label Energie - Carbone.

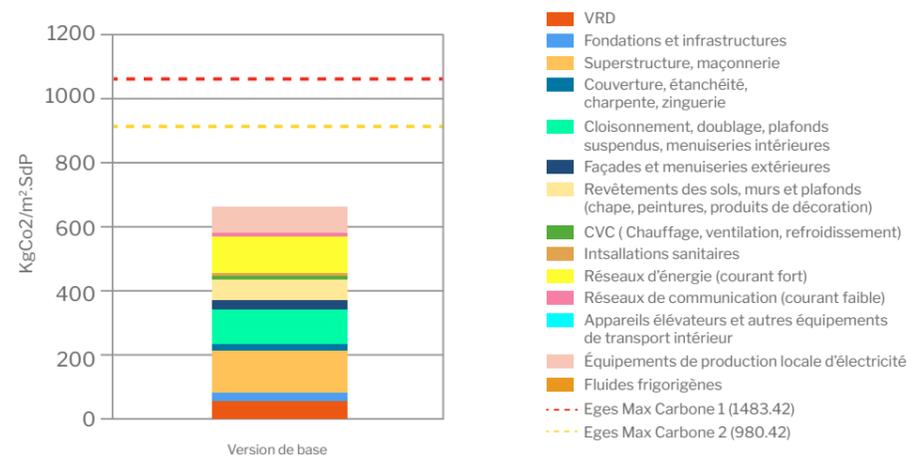
La valeur d'impact sur toute la durée de vie du bâtiment (Eges) est de 823 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>SDP, ce qui est inférieur au niveau Carbone 1 (< 1483) et au niveau Carbone 2 (< 980). **L'impact prépondérant est celui de la construction et du chantier, par rapport à l'impact de l'énergie consommée pendant la durée de vie.** Ce type de répartition est propre à un bâtiment à énergie positive (voir graphique ci-dessous).



Impact carbone sur tout le cycle de vie (Eges)

La valeur d'impact initial (phase de construction) du bâtiment (Eges pce, graphique suivant) est de 657 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>SDP, ce qui est inférieur au niveau Carbone 1 (< 1063) et au niveau Carbone 2 (< 913). Les impacts principaux sont ceux de la superstructure, du second œuvre intérieur (cloisonnement, doublages, plafonds suspendus, menuiseries intérieures), de l'installation électrique (lot forfaitaire) et de l'installation photovoltaïque.

Ces résultats permettent d'atteindre le niveau Carbone 2 du label.



Impact carbone sur la phase de construction (Eges pce)

## Retours des utilisateurs

Les bons résultats mesurés sont-ils accompagnés de bons retours par les utilisateurs eux-mêmes ? La réponse est « Oui », trois fois oui :

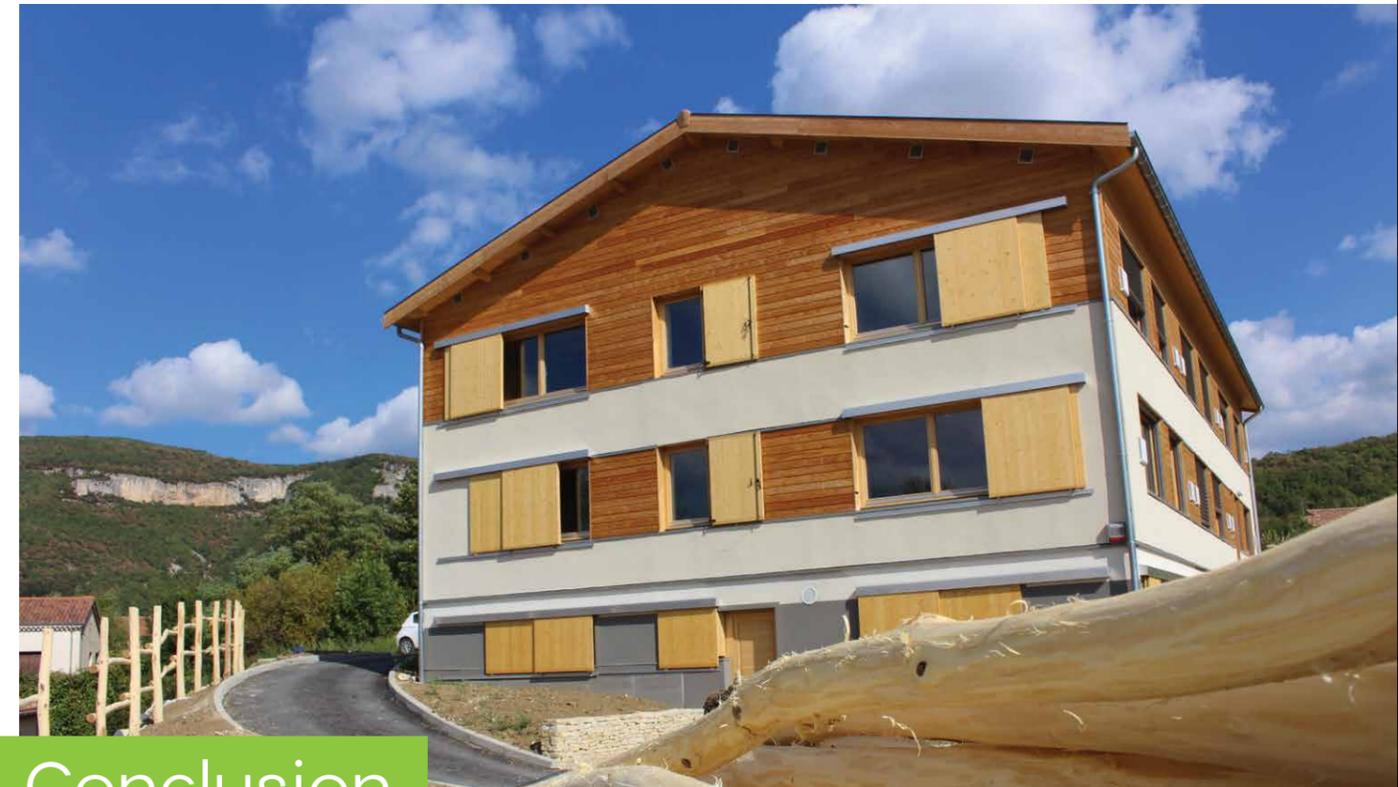
Oui pour le confort d'hiver, avec une nouvelle procédure à tester sur 2018 pour la gestion des radiateurs d'appoint.

Un grand oui pour le confort d'été, avec des bureaux toujours au-dessous de 28°C !

Un très grand oui pour la fonctionnalité du bâtiment, la qualité des matériaux et le confort visuel.

## Et si c'était à refaire ?

Après une année dans les bureaux et des bons retours, Enertech se dit prêt à travailler sur le concept LowCal à plus grande échelle et à adapter à d'autres usages (logement par exemple). Quelques points pourraient être retravaillés comme l'amélioration des volets bois (difficilement manipulables), l'amélioration de l'acoustique entre niveaux, l'intégration des réseaux électriques dans un plancher (complexe avec le plancher en terre crue) ou encore un travail sur la consommation d'eau des sanitaires (réduction des temporisations des robinets).



## ► Conclusion

La réalisation de LowCal a permis de concrétiser le rêve de la Scop Enertech : concevoir, construire et utiliser un bâtiment confortable, sans système intégré de chauffage ni de climatisation, à bas carbone et à budget maîtrisé. Toute l'énergie fournie par l'équipe a été récompensée par l'obtention de trois labels énergie et carbone à leurs niveaux les plus élevés. LowCal, dans le cadre de l'expérimentation E+/C-, démontre qu'il est possible d'être ambitieux pour la prochaine réglementation sans engendrer de surcoût.

Aujourd'hui, la Scop est déjà tournée vers l'avenir : les premiers retours, l'analyse des difficultés rencontrées et les bons résultats de cette première année de mesure enrichissent un projet de recherche ADEME qui permettra de reproduire et promouvoir le concept LowCal.

# ► Enertech SCOP

Enertech est un bureau d'études fluides engagé plus de 35 ans dans la transition énergétique. Leur expertise : les campagnes de mesure, l'innovation, l'approche « low-tech » et une forte pratique de terrain. Enertech conçoit, rénove et met au point des bâtiments collectifs et tertiaires à faibles charges d'exploitation et faible impact environnemental.



Issue du **Cabinet Olivier Sidler fondé en 1979**, la SARL Enertech a été créée en 1998 pour adopter en juin 2015 le statut de **SCOP** dont la grande majorité des employés sont devenus actionnaires-coopérateurs.

## Les Activités

- **La Maîtrise d'œuvre** en construction de bâtiments neufs Passifs ou à Energie Positive et en réhabilitation à très basse consommation. Ce savoir-faire historique en performance énergétique est aujourd'hui complété par des compétences environnementales, notamment l'analyse de cycle de vie.
- **L'Assistance à Maîtres d'Ouvrage (AMO)** pour la mise au point de programmes de constructions performantes, l'accompagnement en phase conception, leur suivi en phase chantier, leur Mise au Point (MAP) et leur évaluation.
- **Les campagnes de mesures** de toute nature (consommation d'énergie, confort, qualité de l'air, etc.).
- À la confluence de ces trois savoir-faire, **le Commissionnement** est devenu un métier à part entière. Enertech propose un *Commissionnement intégré* aux missions de Maîtrise d'œuvre et d'AMO. Ils interviennent également en *Post-Commissionnement* d'installations existante et présentant un dysfonctionnement.
- **Les Études et travaux de recherche** permettent de rester à la pointe de l'innovation. Enertech travaille ainsi sur des sujets aussi variés que l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) des bâtiments et l'Analyse en coût global en neuf et en rénovation, la migration de vapeur dans les parois anciennes, les énergies renouvelables et l'autoconsommation mais aussi la stratégie patrimoniale (comment traduire un objectif énergétique à l'échelle d'un parc de bâtiments en plan d'action concret) et les études de stratégie territoriales (type TEPOS).
- **La Formation** s'adresse particulièrement aux professionnels du bâtiment : maîtres d'ouvrages, architectes, bureaux d'études mais aussi aux artisans, notamment à travers le dispositif DORéMI, visant à la rénovation complète et performante des maisons individuelles par des groupements d'artisans.



### CONTACT

Enertech SCOP  
65, les Balcons de l'Amourier  
26160 Pont-de-Barret  
[contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

*La Scop Enertech tient à remercier l'ensemble de l'équipe de maîtrise d'œuvre et les entreprises car les innovations portées par ce projet ont nécessité un travail collaboratif dès les premiers stades de la conception jusqu'à la mise en chantier et, parfois même, pendant la construction !*

Bâtiment soutenu par



# ENERTECH SCOP



## ► Qui sommes-nous ?

Enertech est un **bureau d'études fluides** engagé plus de 35 ans dans la transition énergétique. Expertise : les **campagnes de mesure, l'innovation, l'approche « low-tech »** et la **pratique de terrain**. Enertech conçoit, rénove et met au point des bâtiments collectifs et tertiaires à faibles charges d'exploitation et faible impact environnemental.

L'escalier, ZAC de la Confluence - Lyon (69)  
84 logements passifs



### Maîtrise d'œuvre :

Bureau d'études fluides / Conception de bâtiments performants neufs et en rénovation / Compétences environnementales / Commissionnement intégré



**Campagnes de mesure** : de toutes natures (consommation d'énergies, qualité d'air, confort, ...) / Mise Au Point / Post Commissionnement et optimisations énergétiques.



### AMO

Rédaction de programmes de constructions performantes / Accompagnement à la conception et au suivi de chantier / Mise Au Point (MAP) et évaluation des systèmes / Commissionnement intégré.

### Enrichissements transversaux

**Recherche et formations** : diffuser notre savoir-faire en utilisant les retours de terrain.



### Chiffres clés

**1979** : création du cabinet **Olivier Sidler**

**1998** : création de la SARL **Enertech**

**2015** : Enertech devient une **SCOP** dont la majorité des employés sont devenus actionnaires-coopérateurs et **Thierry Rieser** le gérant.

### CONTACT

Enertech SCOP  
65, les Balcons de l'Amourier  
26160 Pont-de-Barret  
[contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)



Low Cal



# LE CONCEPT LOWCAL

## ► De l'idée à la concrétisation

Programme : créer des bureaux pour **35 salariés** à terme, avec de grandes salles de réunion, soit un total de **600 m<sup>2</sup>**.

Objectif : tester des concepts innovants → réaliser un **bâtiment sans chauffage** dont **l'inertie** sera apportée par de la **terre crue**.

### Low Calories

Forte isolation, maîtrise de la consommation d'électricité et énergie positive tous usages confondus.

### Low Impact

Construction bois-paille, inertie apportée par la terre crue, qualité de l'air intérieur (matériaux sains,... ).

### Low Tech

Bâtiment sans installation de chauffage fixe, ventilation double-flux décentralisée (limitation des réseaux), ECS uniquement pour les douches (usage occasionnel).

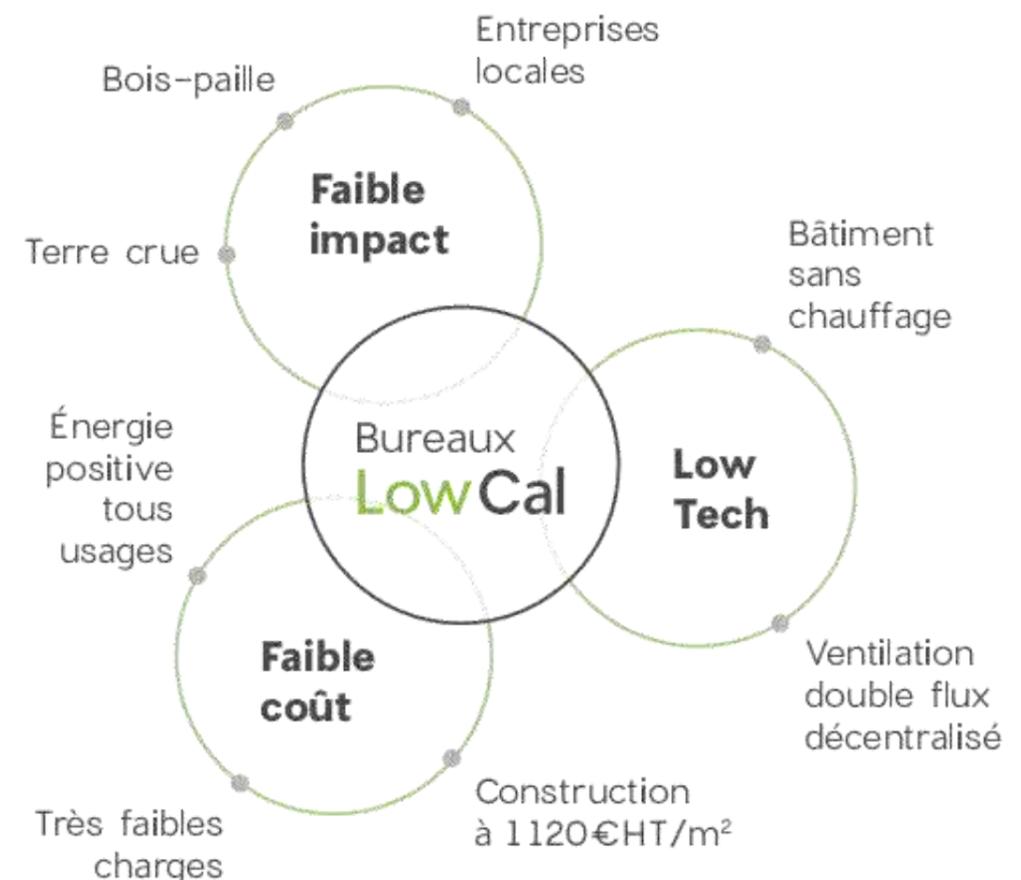
### Local

Matériaux et entreprises locales, en complément

d'une dynamique d'implantation rurale.

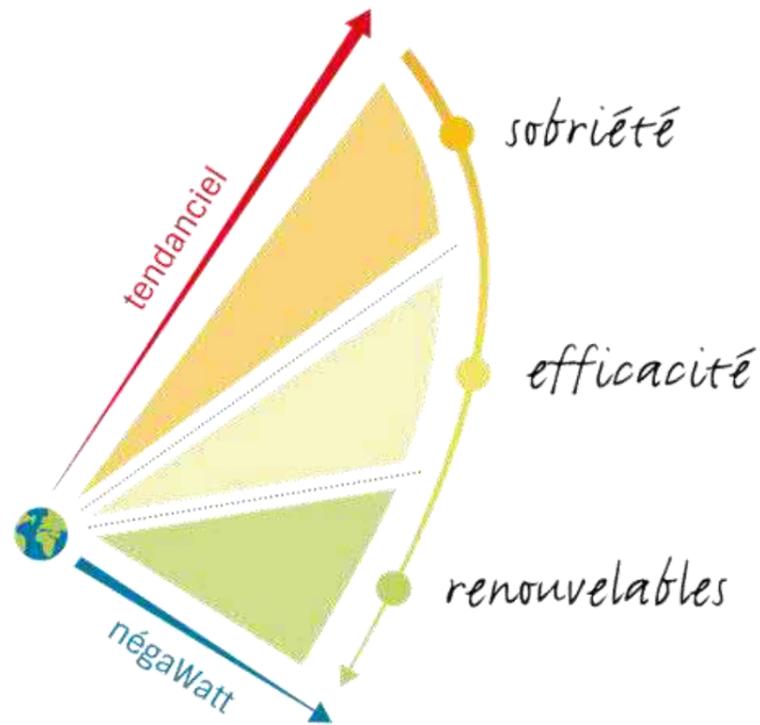
### Low cost

Coût constaté de 1 120 € HT/m<sup>2</sup> SHON (hors VRD).



# MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

► Objectif : produire plus que ce que LowCal consomme



© Association négaWatt - www.negawatt.org

**Bilan sur une année :  
LowCal produit 7 fois plus  
qu'il ne consomme !**

## LowCal fait la synthèse des principes fondateurs de la démarche négaWatt :

-LowCal est conçu pour n'avoir besoin **ni de chauffage ni de climatisation**.

-L'**éclairage** est à très basse consommation : LED et dimensionné au plus juste (puissance installée de 2 W/m<sup>2</sup>).

-**Informatique** : ordinateurs portables (<25 W par poste), serveur informatique qui consomme moins de 50 W, soit 3 fois moins que le précédent !

-**Coupure du réseau électrique** la nuit afin d'éviter toute consommation électrique inutile.

- LowCal produit sa propre énergie d'origine renouvelable : autonomie assurée grâce aux 153 m<sup>2</sup> de **capteurs photovoltaïques** d'une puissance de 24 kWc installée sur la toiture sud.



# OBJECTIFS : ZERO CHAUFFAGE ET ZERO CLIMATISATION

► Comment assurer le confort d'été et d'hiver sans installation de chauffage ni de climatisation ?



En hiver

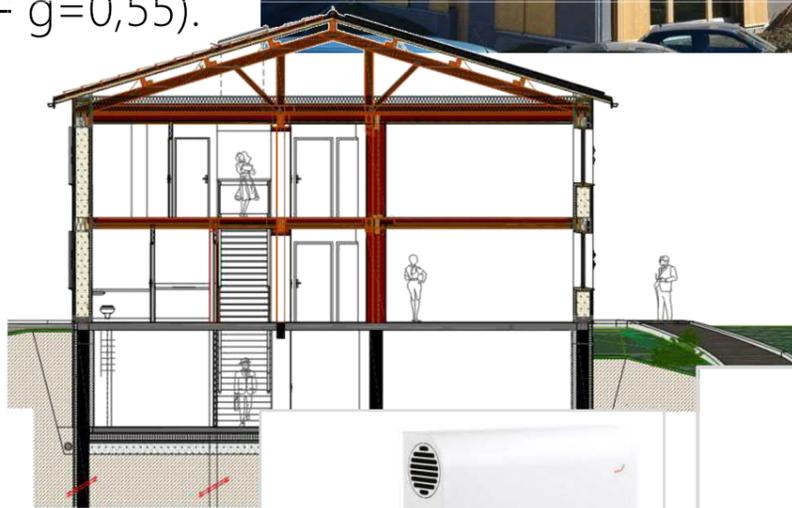
La surface totale de menuiseries reste maîtrisée : elle représente 17% de la surface utile.

Les surfaces vitrées généreuses au sud laissent entrer la chaleur du soleil (triple vitrage à haut facteur solaire -  $g=0,55$ ).



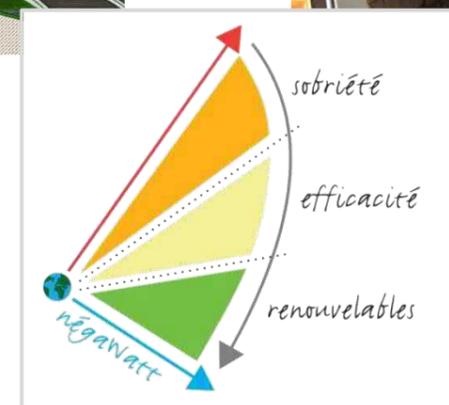
Occultations : les Brises-Soleil Orientables (BSO) au sud permettent de se protéger du soleil direct tout en profitant la lumière naturelle.

L'isolation du bâtiment, le traitement des ponts thermiques et son étanchéité à l'air ( $n50 = 0,64 \text{ vol/h}$ ) limitent au maximum les déperditions de chaleur.



Aération nocturne : nous laissons entrer la fraîcheur la nuit avec les fenêtres oscillo-battantes. Les BSO assurent la protection contre la pluie et l'intrusion.

Les occupants apportent entre 75 et 95 W de chaleur par personne !



Inertie : les 105 tonnes de terre crue (35 en mur intérieur et 70 en plancher) emmagasinent la fraîcheur la nuit et la restituent durant la journée.



La sobriété et l'efficacité de nos usages électriques limitent les apports de chaleur internes.



En été

La ventilation double flux contribue au confort d'été et d'hiver : son échangeur récupère aussi bien la chaleur en hiver que la fraîcheur en été.

# ENVELOPPE TRÈS PEU DÉPERDITIVE DÉFINIE PAR SIMULATIONS

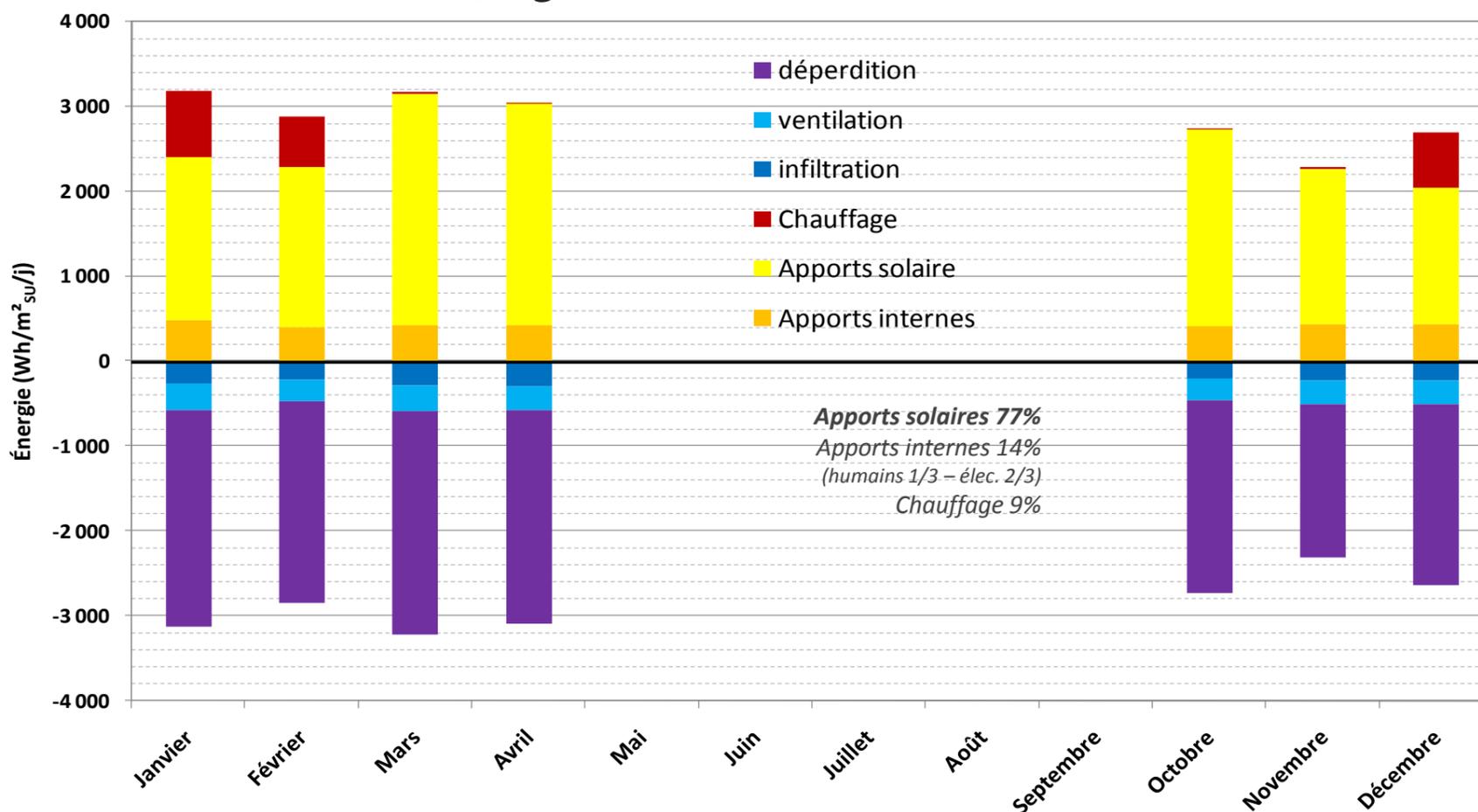
► Un bâtiment chauffé par le soleil

**5 semaines de simulations thermiques dynamiques (STD)** : ce bâtiment sans chauffage est résolument un bâtiment avec bureau d'études fluides ! Tout le dimensionnement repose sur cette STD : épaisseurs d'isolants, surfaces de fenêtres, masse pour l'inertie,...

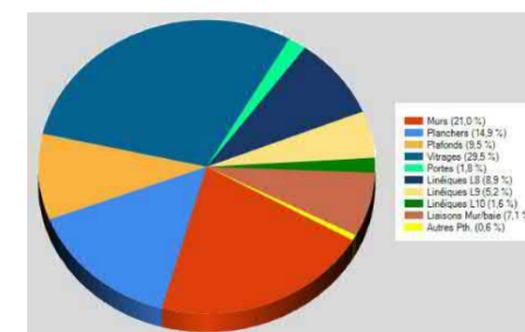
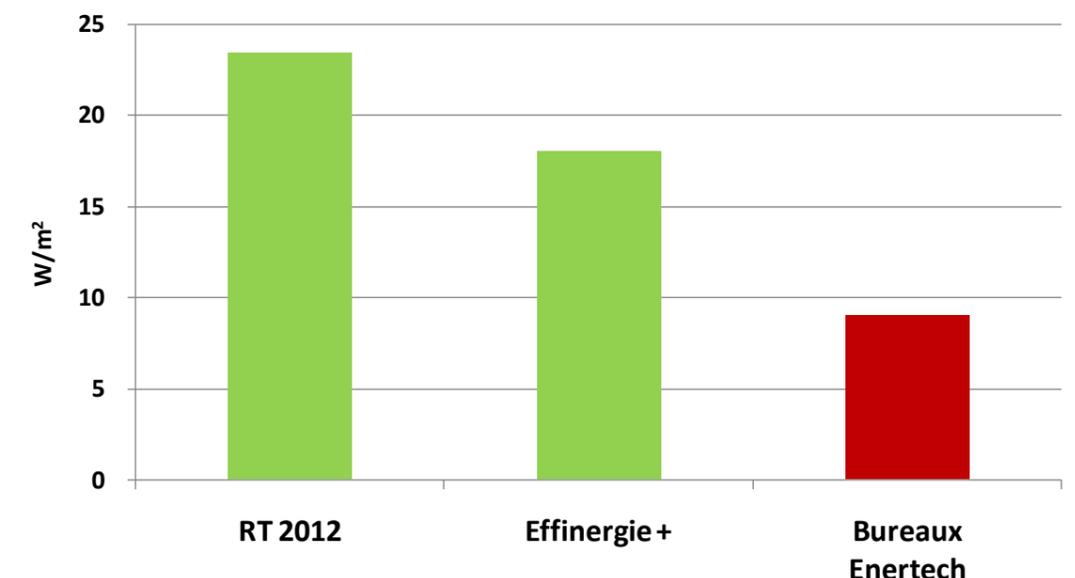
⇒ Déperditions : **6kW** par -7°C extérieur, soit **9W/m<sup>2</sup><sub>SDO</sub>**

⇒ Besoin de chauffage du bâtiment (par STD) : 2000 kWh/an soit **3 kWh/m<sup>2</sup>/an !**

**Besoins de chauffage**



**Performance de l'enveloppe**



Parois opaques 45%  
 Menuiseries 31%  
 Ponts thermiques 24%



LowCal



# DÉTAILS CONSTRUCTIFS

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

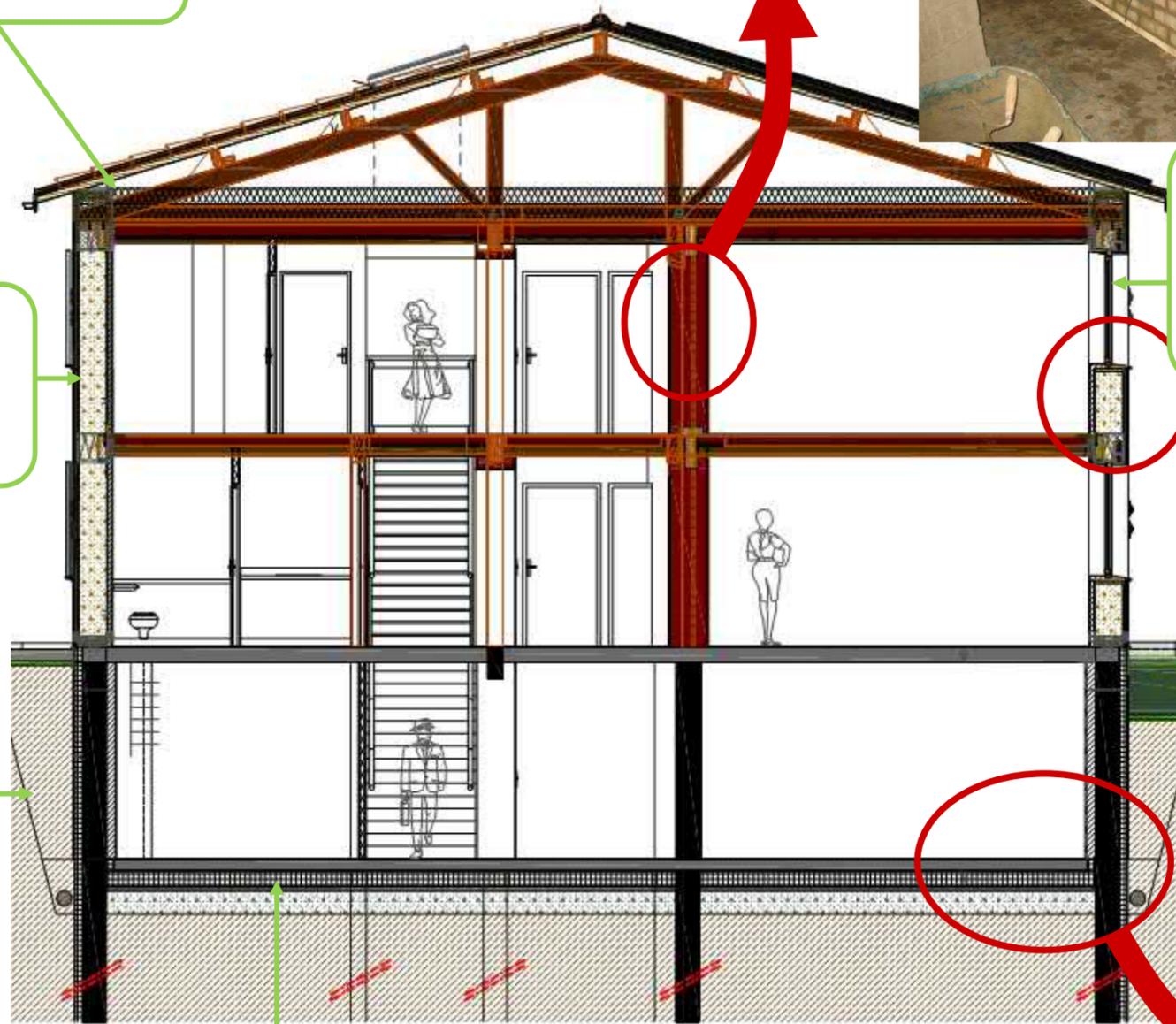
**Croix de Saint-André et briques de terre crue** : l'ossature bois assure la résistance aux séismes et la terre crue apporte l'inertie.



**Détail d'étanchéité à l'air** : frein vapeur en réservation en nez de plancher intermédiaire  
n50 mesuré : 0.64 vol/h

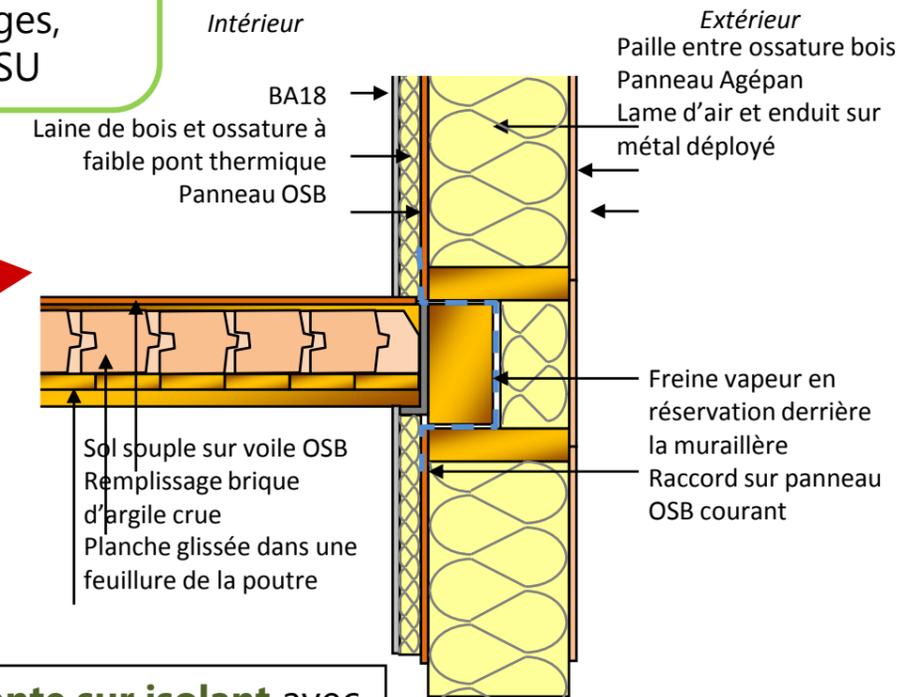
Menuiseries bois triple vitrage  
 $U_w=0,91 \text{ W/m}^2.K$   
102 m<sup>2</sup> de vitrages, soit 17 % de la SU

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

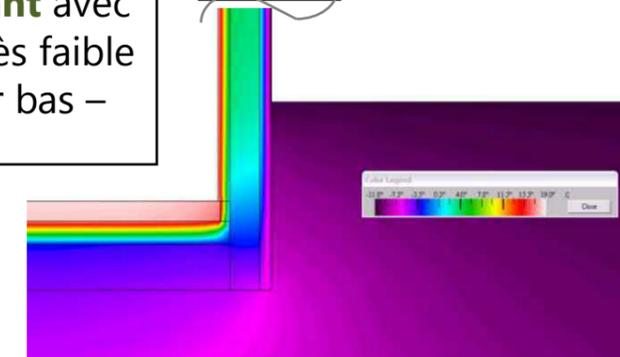


ITE PSE graphité  
120 mm  
ITI laine de bois  
120 mm et pare-vapeur  
 $U=0,13 \text{ W/m}^2.K$

240 mm de PSE haute compressibilité  
Rupture périphérique 100mm  
 $U=0,13 \text{ W/m}^2.K$



**Dalle flottante sur isolant** avec rupture périphérique : très faible pont thermique plancher bas – mur.



# OSSATURE BOIS/PAILLE

► Une isolation performante à partir de **matériaux locaux** et à **faible impact**



Paille du nord Drôme...



... mise en caisson par Sud-Est Charpentes à 7 km du chantier...



... les murs préfabriqués apportés par camion et assemblés à la grue par panneaux de 4 à 5 m de long et de hauteur d'étage.



Low Cal

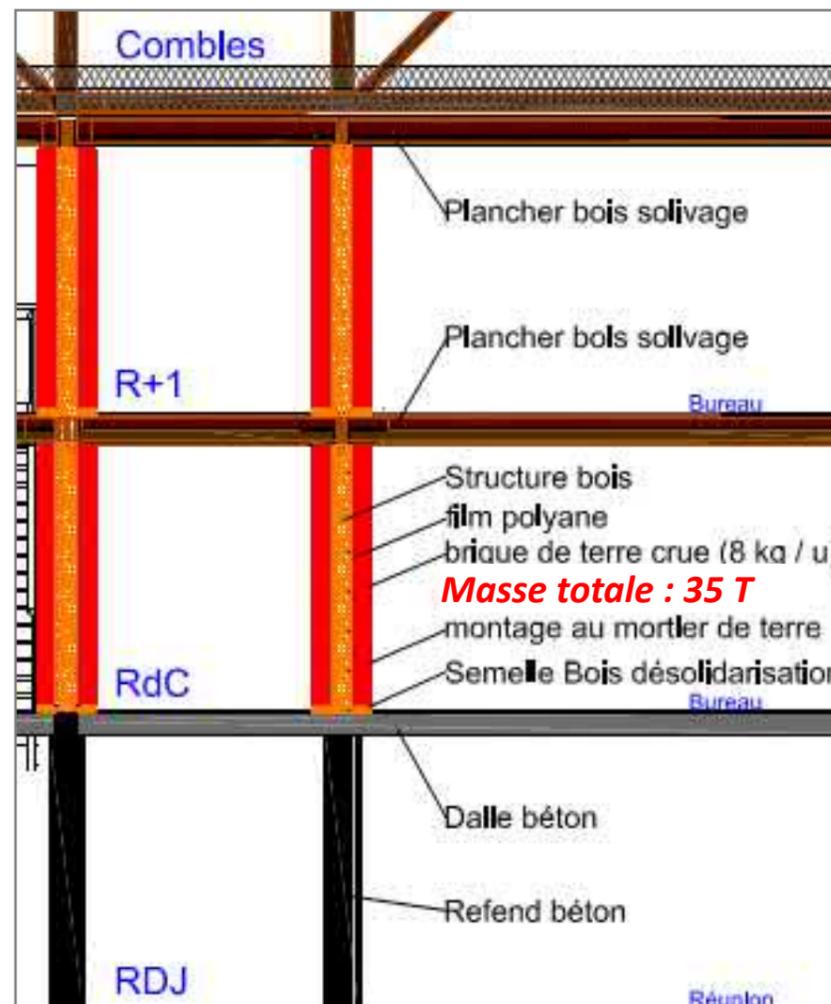


# MURS ET PLANCHER EN TERRE CRUE

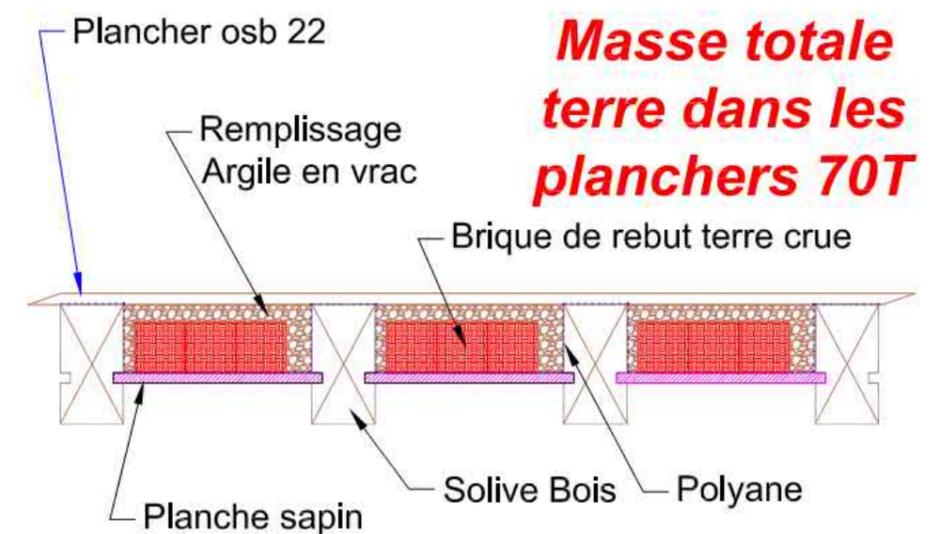
► Apporter de **l'inertie** avec une minimum **d'énergie grise**

**35 tonnes** de briques fabriquées localement avec la terre excavée du terrain pour l'habillage des murs intérieurs.

La terre a été prélevée lors du décaissage des fondations de LowCal, puis pétrie et moulée par Mathias Vernet à Bonlieu-sur-Roubion (à 12 km) pour un retour à Pont-de-Barret !



+ **70 tonnes** de briques d'argile crue dans les planchers, récupérées car considérées comme déchets.



Remplissage des planchers en briques d'argile crue (rebut).

# VENTILATION DOUBLE-FLUX DÉCENTRALISÉE

► Un système de ventilation **performant, simple** à installer et à utiliser.

Chaque bureau dispose de son propre **système indépendant** de VMC Double-Flux. Pas besoin d'un réseau compliqué, de volets motorisés, ni de régulation complexe !



Le caisson et le conduit permettent d'aspirer l'air neuf et rejeter l'air extrait **à travers le mur**.



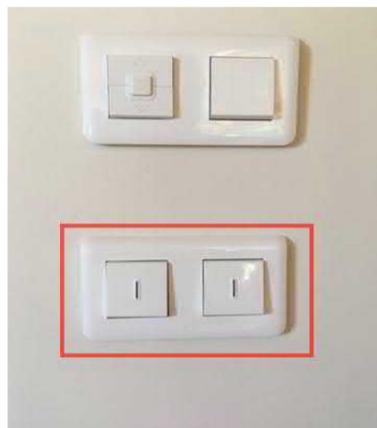
**L'échangeur de chaleur** permet de récupérer plus de 70% de la chaleur en hiver et la fraîcheur en été.



Le remplacement des filtres et le réglage du débit sont d'une **grande simplicité**.



Les caissons sont **gainables** : on peut ainsi souffler dans un bureau et reprendre dans un WC.



Un **simple interrupteur** permet d'allumer et éteindre la VMC bureau par bureau.



Voici le caisson mis en œuvre avec son habillage. Chacun **consomme 5W** pour 25 m<sup>3</sup>/h !



Les **grilles extérieures** servent à la fois à extraire l'air vicié et à introduire l'air neuf.

Installation instrumentée dans le cadre d'un **partenariat** avec le fabricant Zehnder.



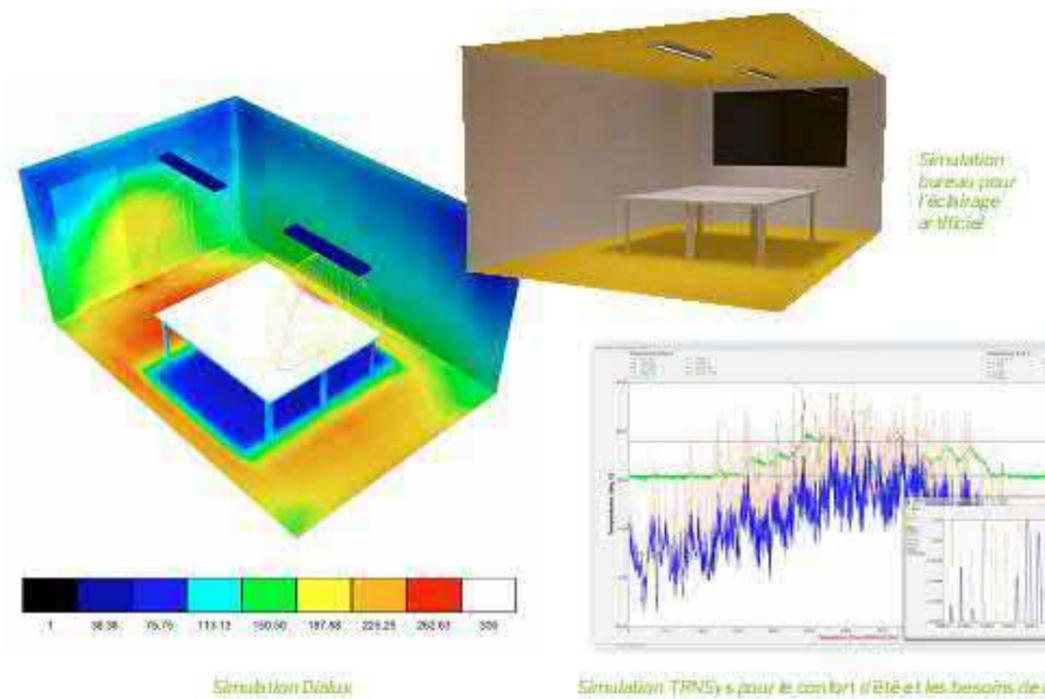
Low Cal



# ÉCLAIRAGE MAÎTRISÉ

## ► Application du concept LowCal à l'éclairage

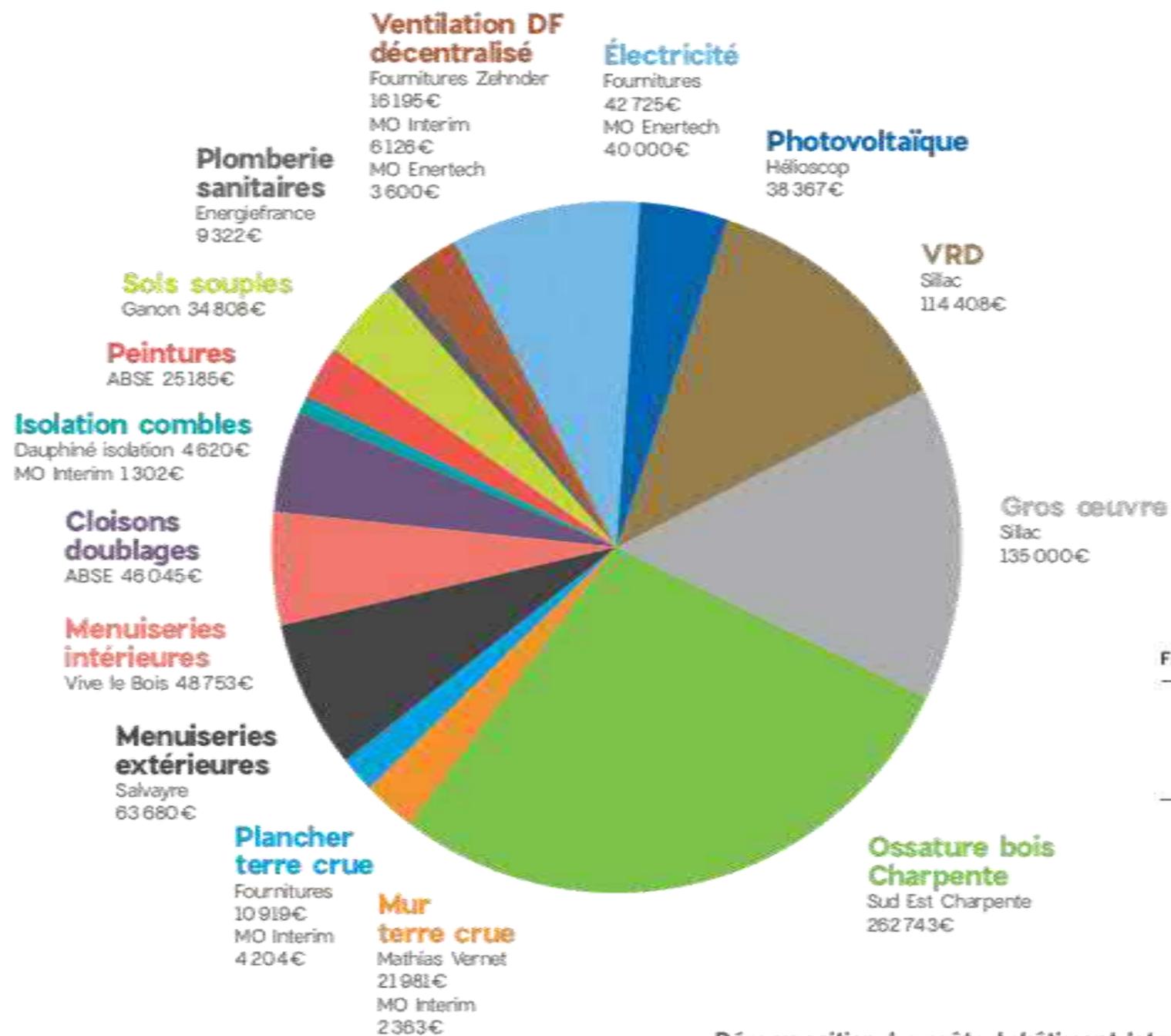
- Favoriser **l'éclairage naturel** : 17% de la SU vitrée (contre 40% dans les bâtiments récents) tout en préservant le confort d'été → simulations.
- Luminaires **LED** principalement **fabriqués en France** (RanaLed assemblés à Saint-Etienne (42) et SFEL Tumo assemblés à Saulgé (86)).
- **Allumage et extinction manuelle** en bureaux, temporisation courte dans les circulations.
- Dimensionnement pour un éclairement de 200 lux à 300 lux sur le plan de travail (éclairage d'appoint par bureau si nécessaire).



**Puissance d'éclairage installée très faible :  $2\text{W}/\text{m}^2 \Rightarrow$  2-3 fois moins que sur les projets actuels performants.**

# COÛTS DE CONSTRUCTION

► Un bâtiment à coût maîtrisé



Chiffres clés	730 m <sup>2</sup> SHON	817 600€ HT Prix de la construction (hors VRD)
1 380 m <sup>2</sup> Surface de terrain	626 m <sup>2</sup> Surface de plancher (SDP)	soit
35 Postes de travail	620 m <sup>2</sup> Surface Utile (SU)	1120€ HT/m <sup>2</sup> SHON

## FINANCEMENTS



+



+

Fonds-propres et emprunts

Subvention du département de la Drôme (construction Lowcal et embauche sur 3 ans) : 6,8% du coût total soit 63 000 €.

Subvention régionale pour le photovoltaïque : 15 000 €.

Décomposition des coûts du bâtiment, lot par lot.



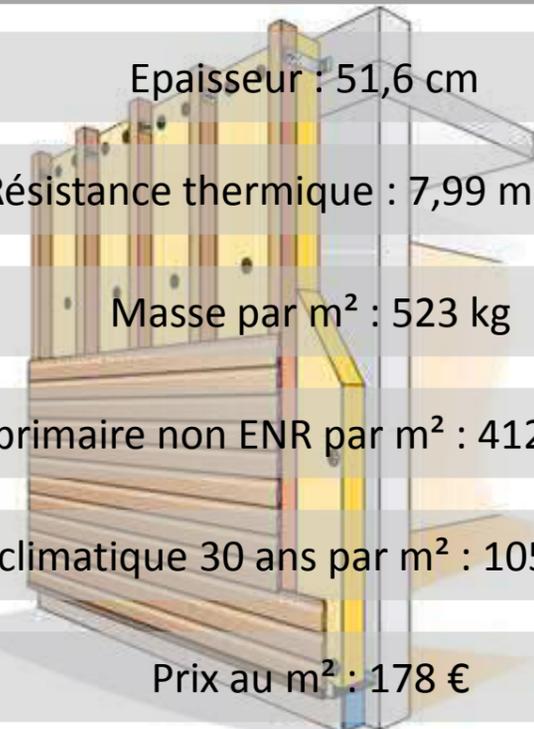
LowCal



# ANALYSE DE CYCLE DE VIE

## LowCal, bâtiment bas carbone

**Mur béton :** Béton 20 cm + Isolation 20cm Laine de Verre + Bardage bois



Épaisseur : 51,6 cm

Résistance thermique : 7,99 m<sup>2</sup>.K/W

Masse par m<sup>2</sup> : 523 kg

Energie primaire non ENR par m<sup>2</sup> : 412.9 kW.h epnr

Charge climatique 30 ans par m<sup>2</sup> : 105.7 kg CO<sub>2</sub>eq

Prix au m<sup>2</sup> : 178 €

-0.4%

+4%

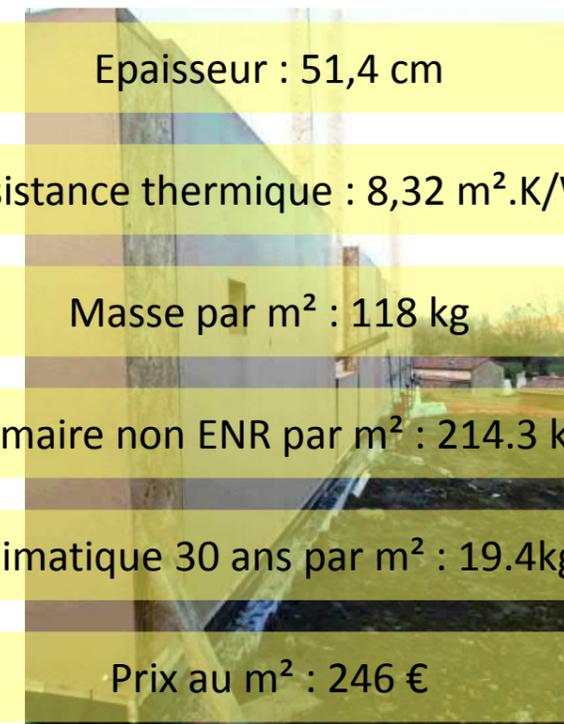
-77%

-48%

-82%

+38%

**Mur paille :** BA18 + 5cm Laine de Bois + Mur bois paille + bardage bois



Épaisseur : 51,4 cm

Résistance thermique : 8,32 m<sup>2</sup>.K/W

Masse par m<sup>2</sup> : 118 kg

Energie primaire non ENR par m<sup>2</sup> : 214.3 kW.h epnr

Charge climatique 30 ans par m<sup>2</sup> : 19.4kg CO<sub>2</sub>eq

Prix au m<sup>2</sup> : 246 €

**Plancher béton** préfabriqué + Ragréage



Épaisseur : 25 cm

Masse par m<sup>2</sup> : 334 kg

Energie primaire non ENR par m<sup>2</sup> : 320 kW.h epnr

Charge climatique 30 ans par m<sup>2</sup> : 105.6 kg CO<sub>2</sub>eq

Prix au m<sup>2</sup> : 130 €

+8.8%

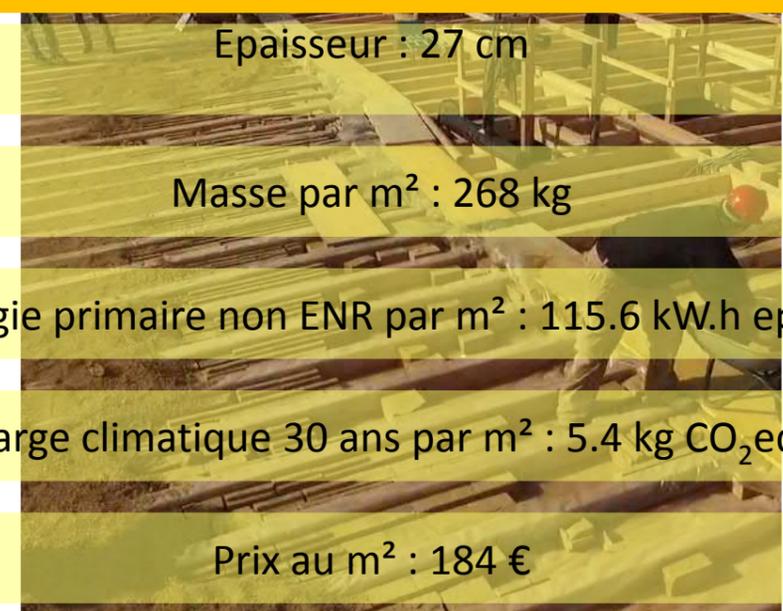
-20%

-64%

-95%

+41%

**Plancher bois + remplissage terre crue**



Épaisseur : 27 cm

Masse par m<sup>2</sup> : 268 kg

Energie primaire non ENR par m<sup>2</sup> : 115.6 kW.h epnr

Charge climatique 30 ans par m<sup>2</sup> : 5.4 kg CO<sub>2</sub>eq

Prix au m<sup>2</sup> : 184 €

# ENERGIE GRISE

## ► Low Impact



Une attention particulière a été apportée à la **qualité environnementale** des matériaux :

- ✓ complément d'isolation intérieure en **laine de bois**,
- ✓ isolation phonique en **laine de bois**,
- ✓ sol souple en **linoléum naturel**,
- ✓ **peintures** certifiées à faibles COV,
- ✓ menuiseries intérieures en **bois local** (frêne, cèdre et peuplier),
- ✓ **plafonds bois** laissés bruts, sauf dans les circulations où un faux-plafond intègre les chemins de câbles électriques,
- ✓ ameublement réalisé en bois, traité à **l'huile dure**,
- ✓ paille des murs provenant du nord Drôme,
- ✓ luminaires fabriqués en France.



# INSTRUMENTATION DE LOWCAL

► Quels équipements ne sont pas instrumentés ?

## Instrumentation de LowCal

-Tableau électrique : prises de courant, éclairage par zone, cuisine, BSO, onduleur, caissons DF, alarmes, réseaux de prises, ...

-Equipements sur prises (wattmètres série) : imprimantes, cafetière, mesureurs CO<sub>2</sub>, traceur, serveurs, routeurs, switches, radiateurs d'appoint, ...

-Index compteurs consommation et production d'électricité.

-Station météo en toiture de LowCal.

- ... (non exhaustif)



## Mesureurs dans un bureau

Luxmètre

Capteur COV

Wattmètre  
série

Thermomètre

Hygromètre

Luxmètre



+ Caisson de ventilation : consommation électrique, températures, hygrométries, pression.

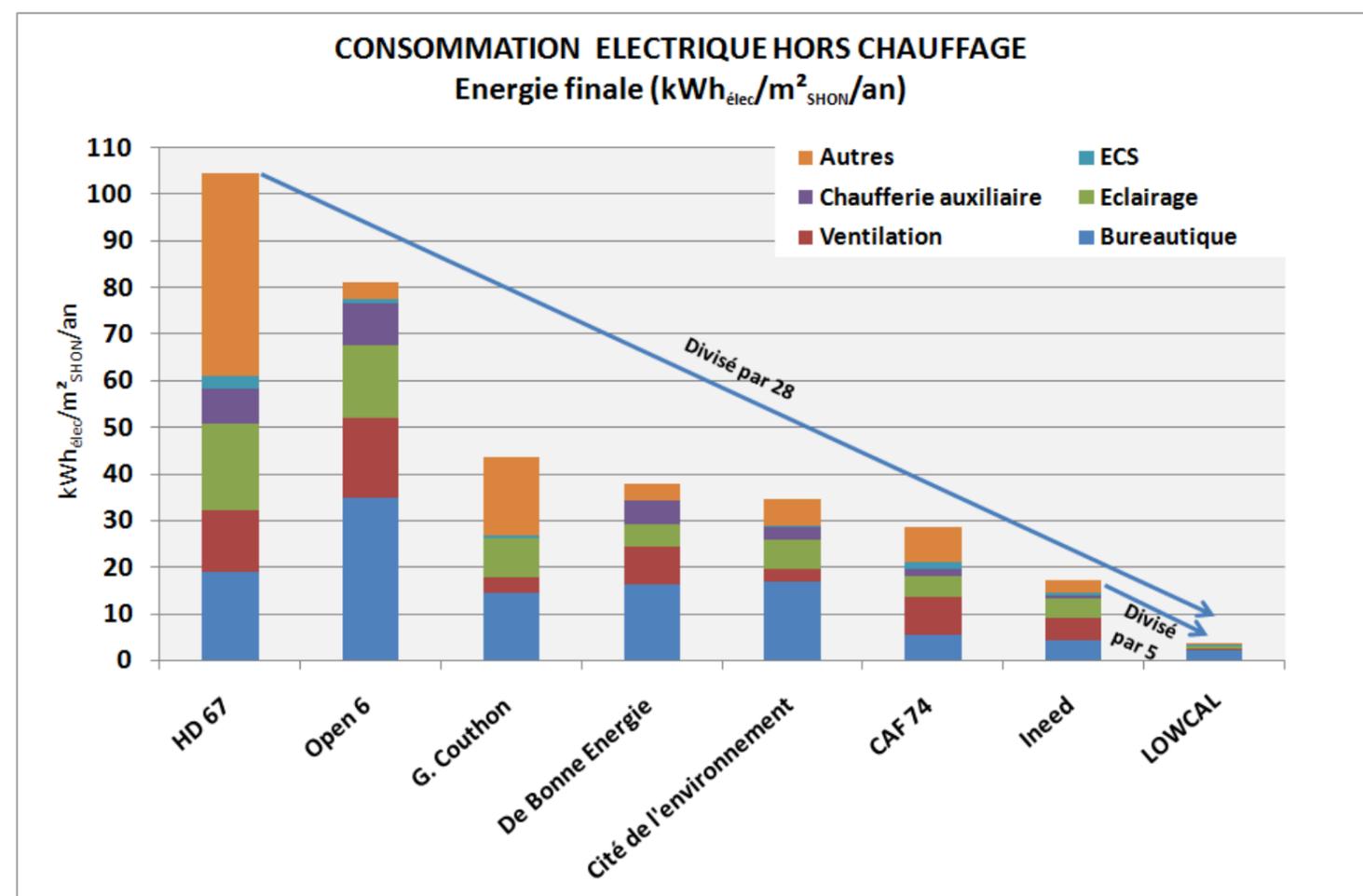
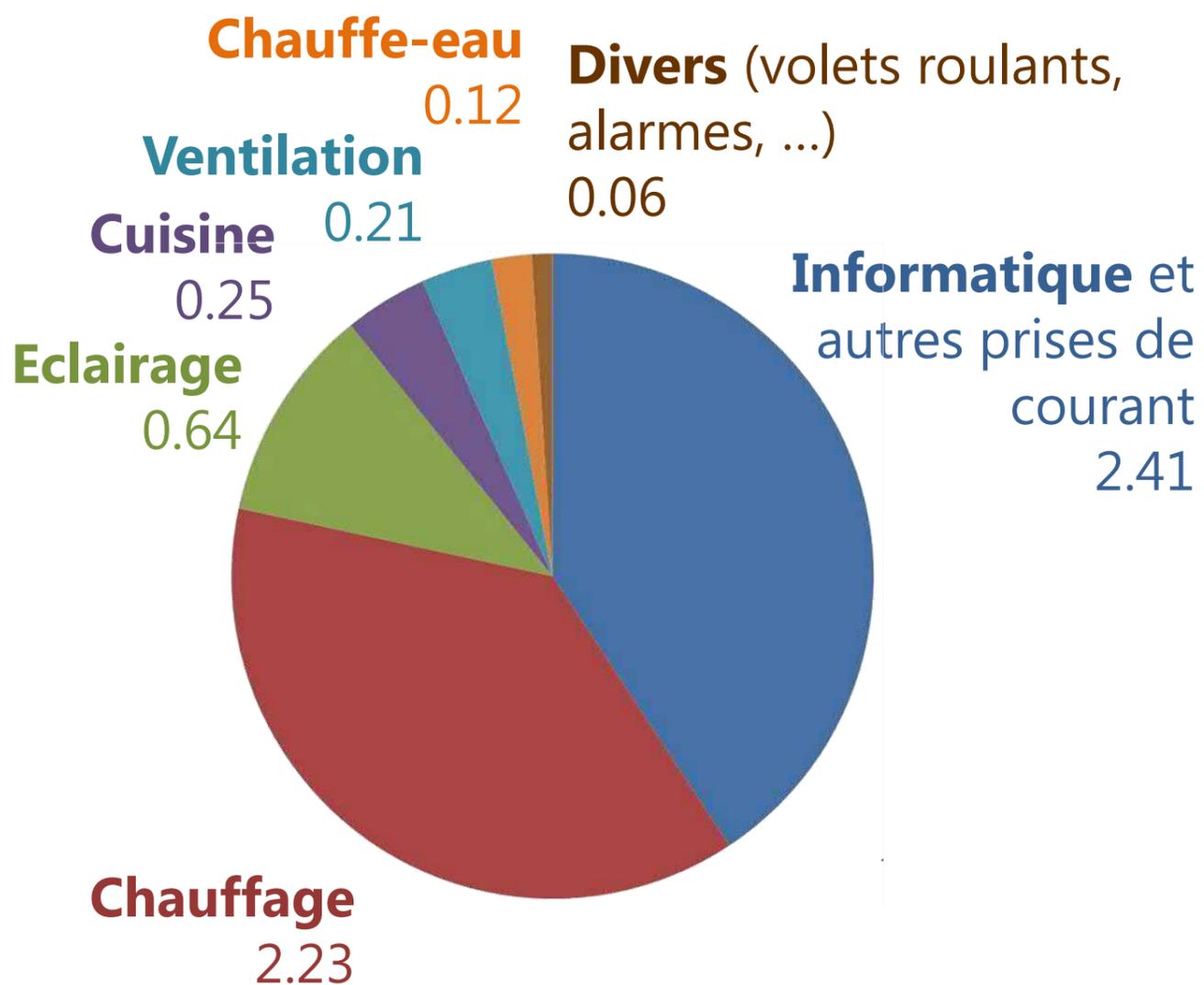
Confort  
Hygrothermique.



# UN AN DE MESURE : CONSOMMATIONS

► Des consommations très faibles

**Consommations tous usages sur une année complète = 5,91 kWh<sub>élec</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>/an**



Low Cal



# CONFORT D'ÉTÉ PAR SOLUTIONS PASSIVES

## ► Le rôle de l'utilisateur

- ✓ Température intérieure **toujours** < **28°C** (extérieur > 36°C, été chaud) !
- ✓ Actions (en occupation) : **aération nocturne** et **matinale**, renouvellement d'air en journée assuré par la **ventilation double-flux**, utilisation des **protection solaires** (BSO ou volets pleins).
- ✓ Indicateurs : températures **intérieures**, **extérieures** (station météo) et de **la masse** (sonde dans un mur de terre crue) + chant des cigales (quand il commence à faire chaud dehors !).
- ✓ Objectif : maintenir la **masse en dessous de 26°C**.
- ✓ Le confort passif est ainsi obtenu grâce à des **usagers actifs et impliqués** !

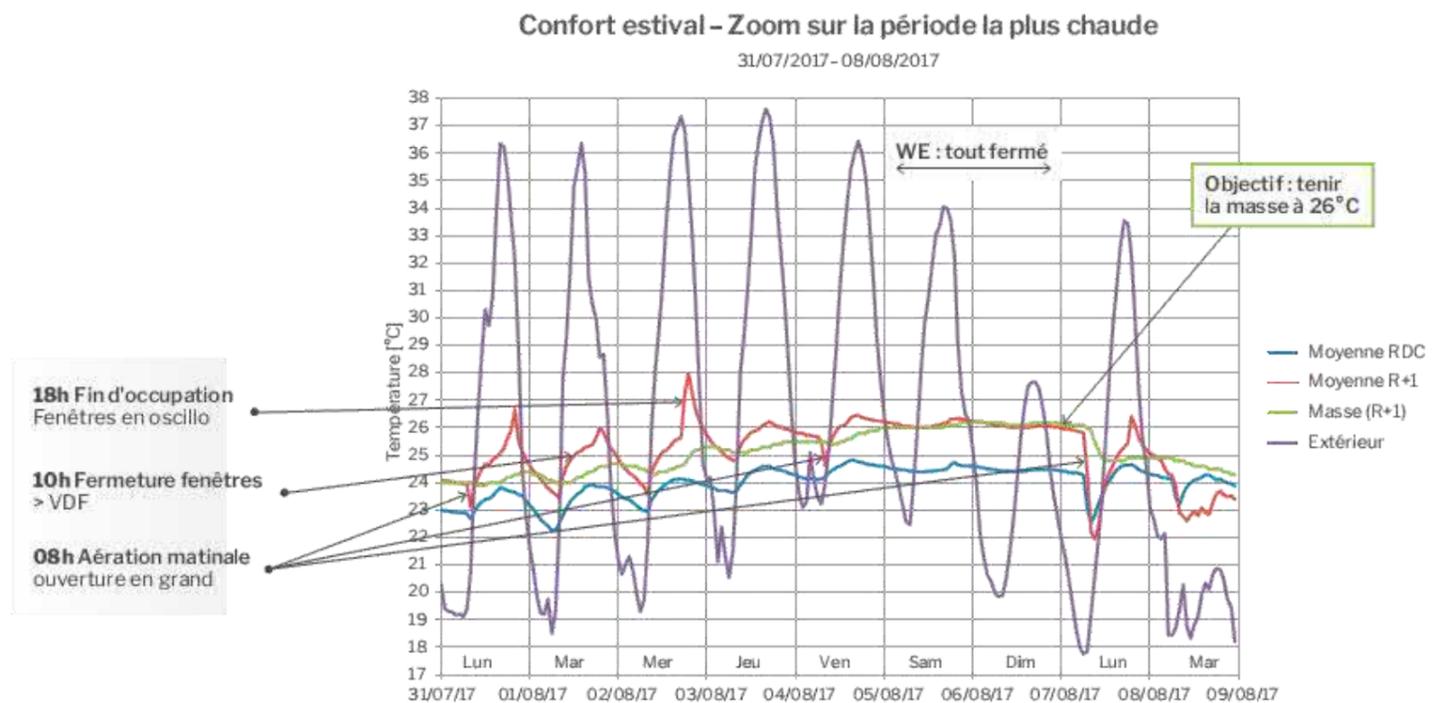
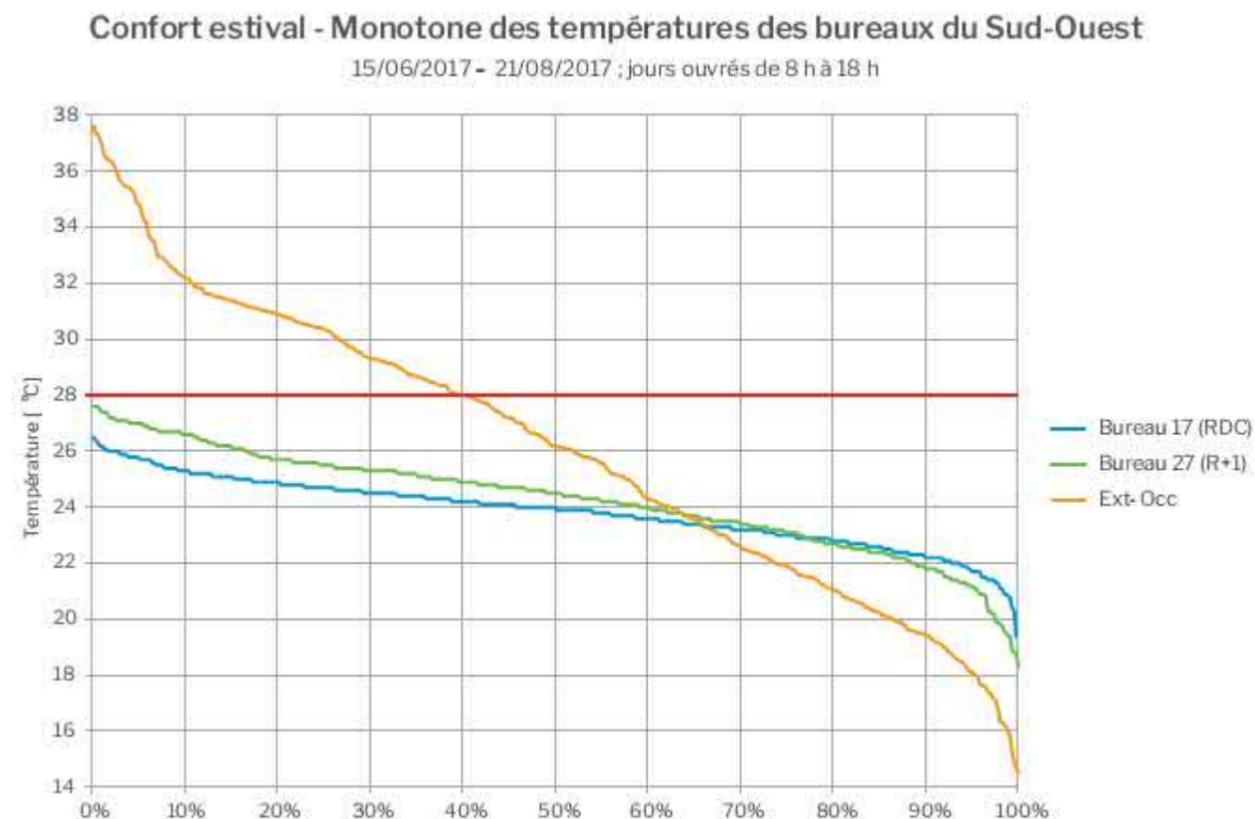


Illustration de la stratégie d'aération nocturne et matinale : températures intérieures, extérieures et massique (au cœur d'un mur du R+1) sur la semaine la plus chaude

# QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

► Rédaction d'un rapport de mesure par MEDIECO (accompagné par Suzanne Déoux)

Mesures en **bureau inutilisé et fermé** (dès la réception du bâtiment), en **bureau occupé** (ouvrants fermés majoritairement) et en **extérieur**.

## Mesures passives

Du 15 au 19 mai 2017

⇒ Valider la **conformité** avec la réglementation pour les ERP.

⇒ Faible de taux de **Formaldéhyde** en occupation.

⇒ Une part importante des COV sont des **COV liés au bois**.

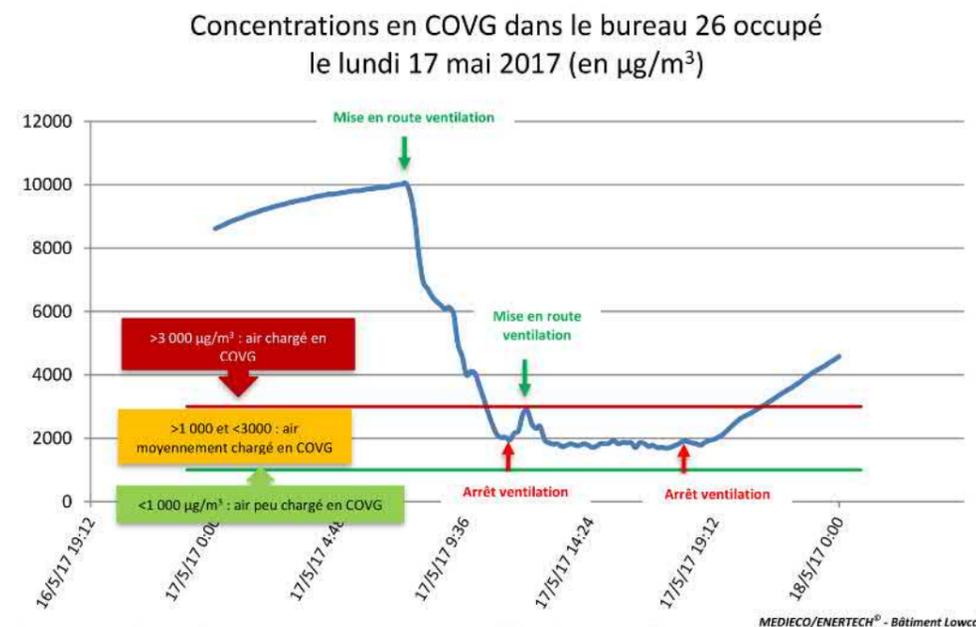
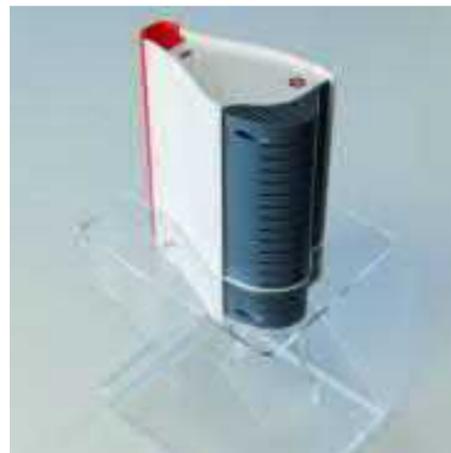


## Monitoring

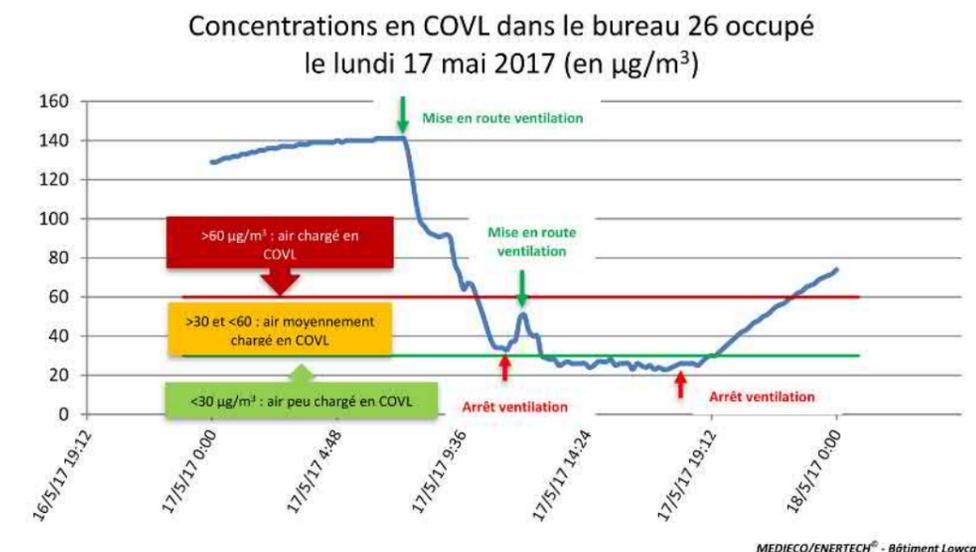
Du 11 mai au 6 juillet 2017

⇒ La ventilation évacue correctement le **CO<sub>2</sub>**.

⇒ La ventilation permet de réduire les **COV légers** (dont le formaldéhyde) et les **COV Globaux** (dont les COV du bois).



## COV légers dont formaldéhyde



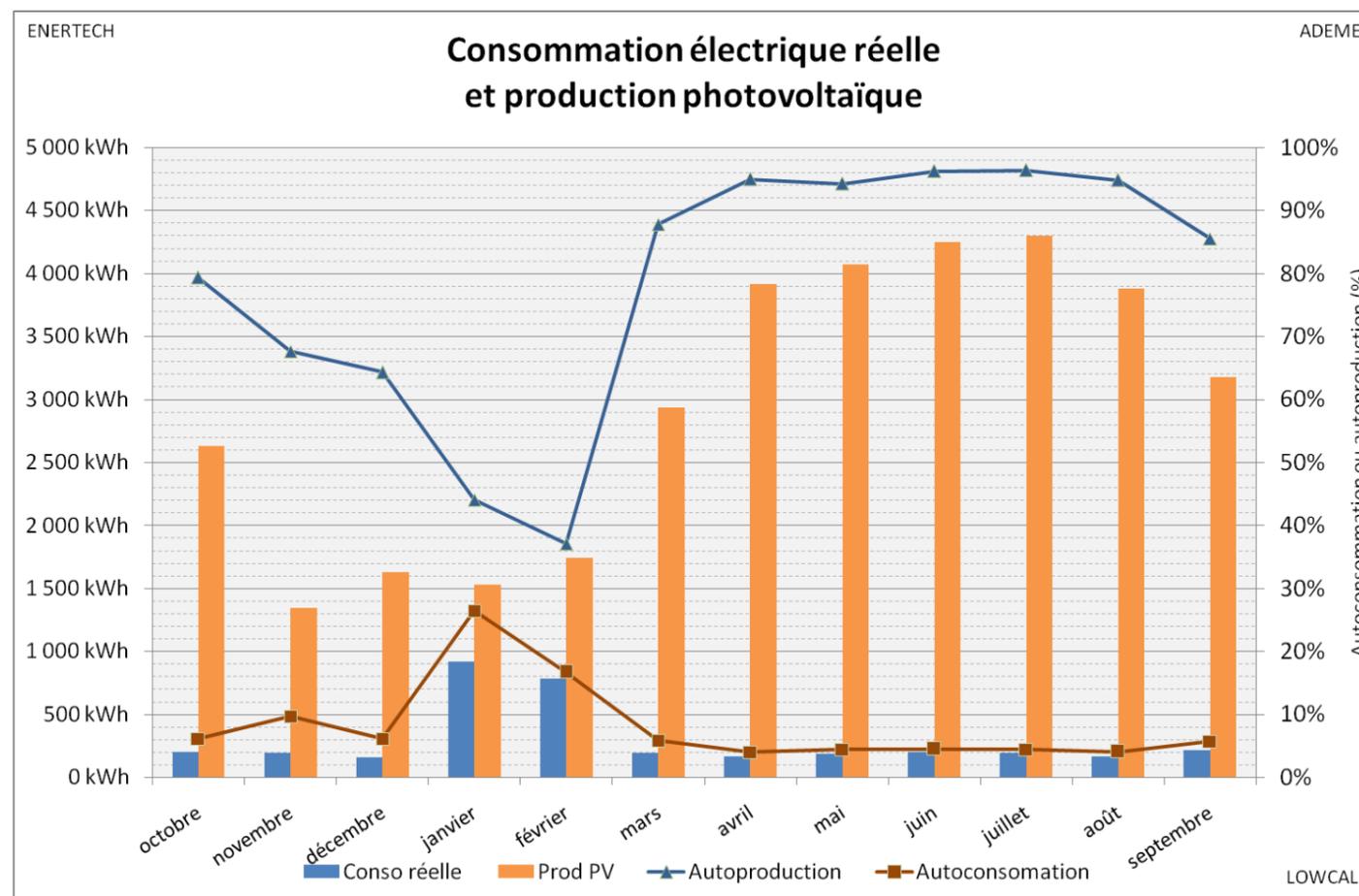
## COV globaux dont COV liés au bois

# INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE ET PRODUCTION ANNÉE 1

► Un bilan très positif !

- ✓ **153 m<sup>2</sup>** de capteurs photovoltaïques orientés sud.
- ✓ Puissance crête : **24 kWc**.
- ✓ Les panneaux photovoltaïques PhotoWatt **fabriqués en Auvergne-Rhône-Alpes**.
- ✓ Vente totale de la production à EDF-Obligation d'Achat.
- ✓ Soutirage de l'électricité auprès d'Enercoop.
- ✓ Autoproduction « physique » de 65 %. Autoconsommation « physique » de 7 %.

⇒ **Lowcal produit 7 fois la consommation tous usages** confondus.



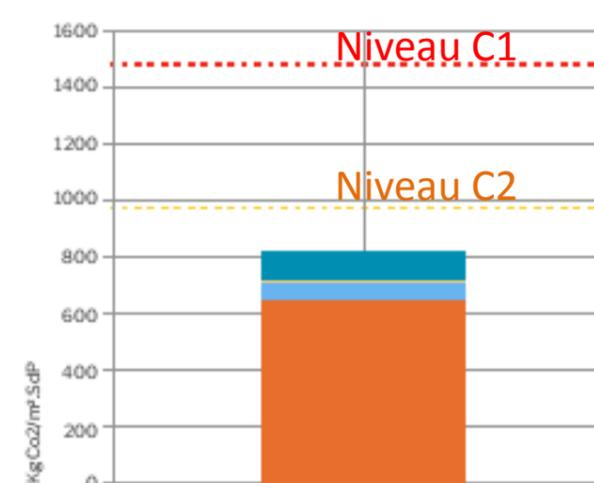
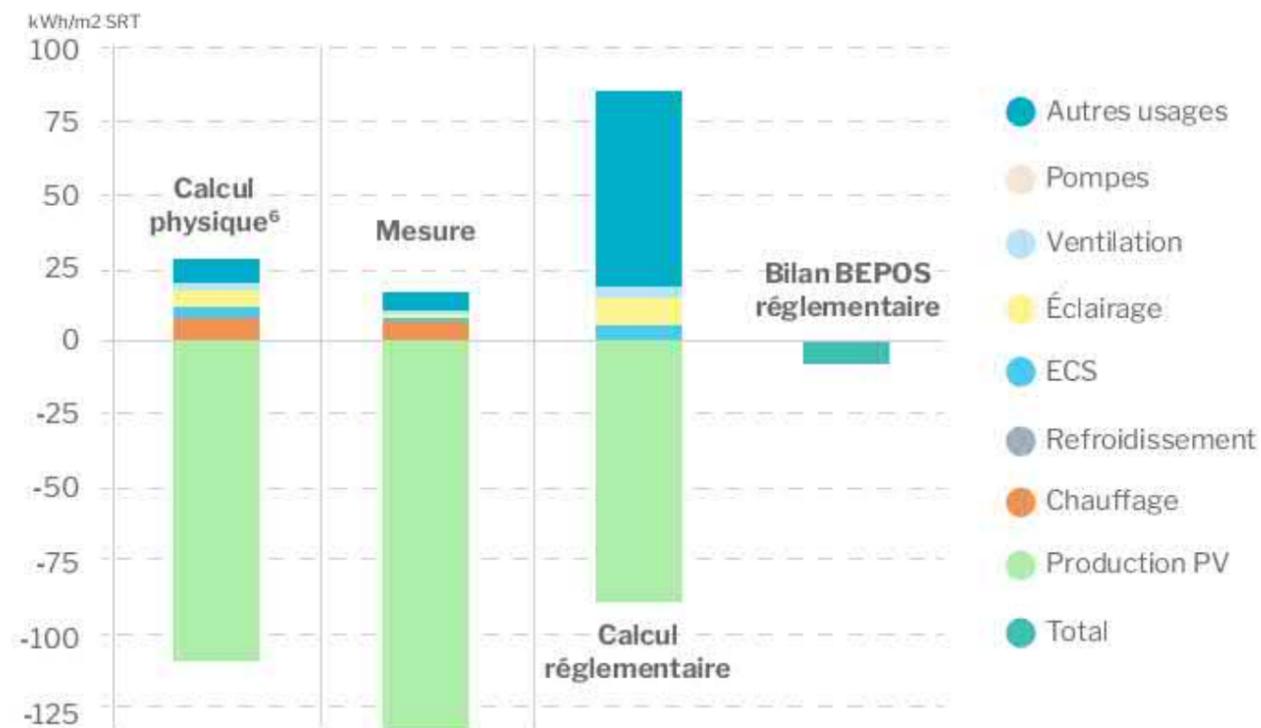
LowCal



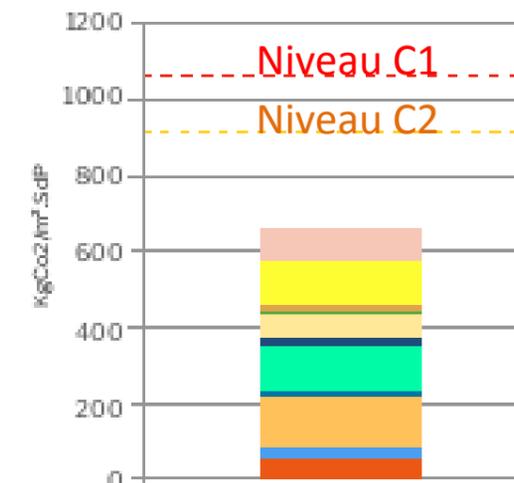
# LOWCAL : UN BÂTIMENT - 3 LABELS

## ► Simulations thermiques dynamiques VERSUS calculs réglementaires

- ✓ Les consommations des « **autres usages** » sont prédominantes dans le calcul réglementaire (valeurs forfaitaires) alors que la campagne de mesure montre qu'elles sont très faibles.
- ✓ **L'éclairage et la ventilation** ont également été surestimés (calcul physique ou réglementaire).
- ✓ A l'inverse, le **chauffage** prend une part minime réglementairement.
- ✓ Les bilans carbone (phase construction + ensemble du cycle de vie du bâtiment) sont inférieurs aux exigences Carbone 2 !



Impact Carbone sur tout le cycle de vie



Impact Carbone sur la phase de construction



LowCal a atteint **les niveaux les plus performants de 3 labels :**

- ✓ Energie Carbone niveau **E4C2**,
- ✓ Effinergie 2017 **BEPOS+**,
- ✓ **BBCA Excellence**.



LowCal



# ACTEURS DU PROJET

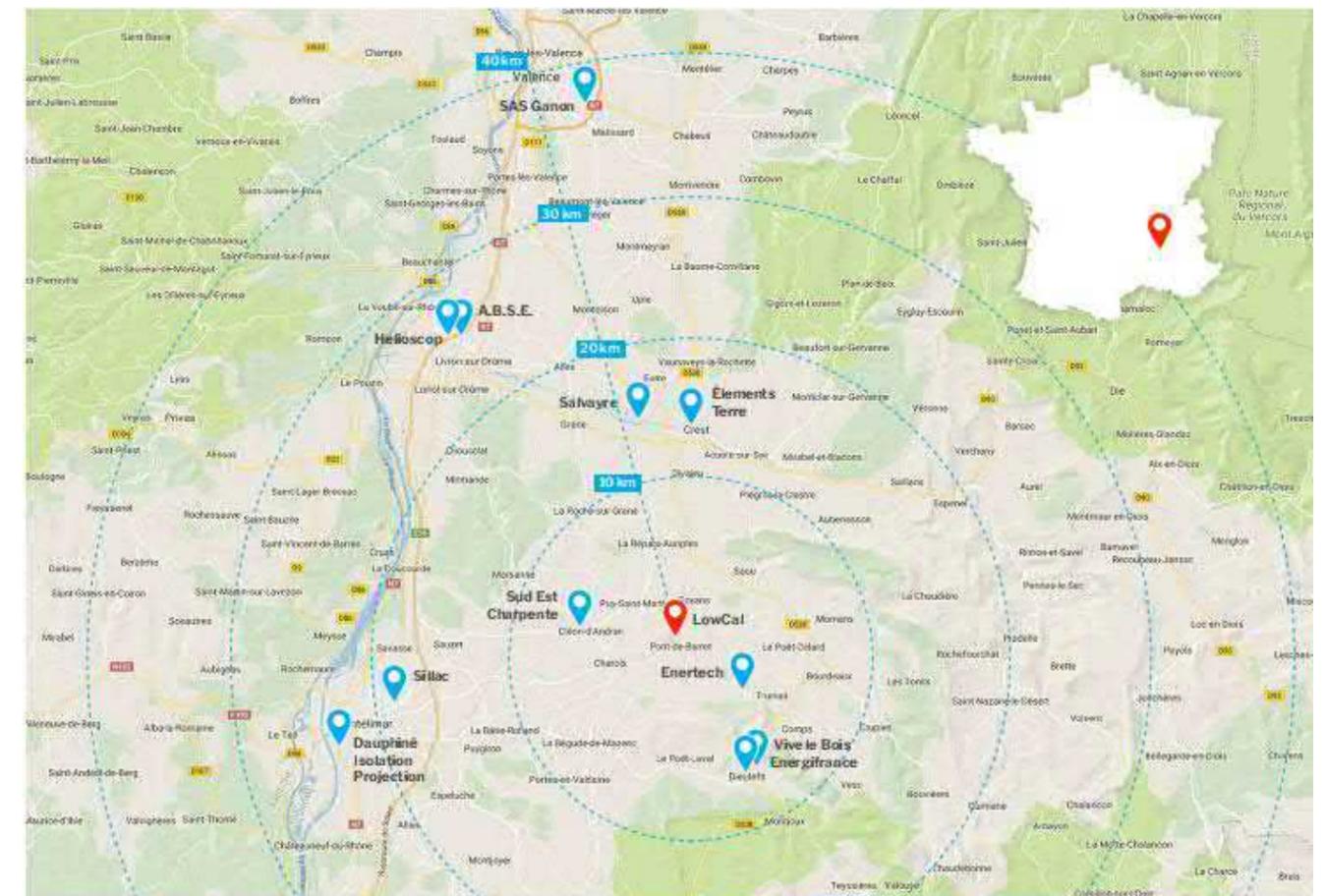
## ► Des équipes locales

*La Scop Enertech tient à remercier l'ensemble de l'équipe de maîtrise d'œuvre et les entreprises car les innovations portées par ce projet ont nécessité un travail collaboratif dès les premiers stades de la conception jusqu'à la mise en chantier et parfois même, pendant la construction !*

## Equipe de conception

Architecte	Cabinet Traversier	Charmes-sur-Rhône
BE fluides	Enertech	Pont-de-Barret
BE structure béton	Bureau MATHIEU	Valence
BE structure bois	SIB Solutions	Alixan - Valence
BE VRD	CERTIB	Valence
Bureau de contrôle / SPS	SOCOTEC	Valence

## Entreprises



Situation des entreprises par rapport au chantier





**RAPPORT D'ESSAI**  
**MESURE DE LA PERMEABILITE A L'AIR**  
**ET LOCALISATION DES INFILTRATIONS D'AIR PARASITES**

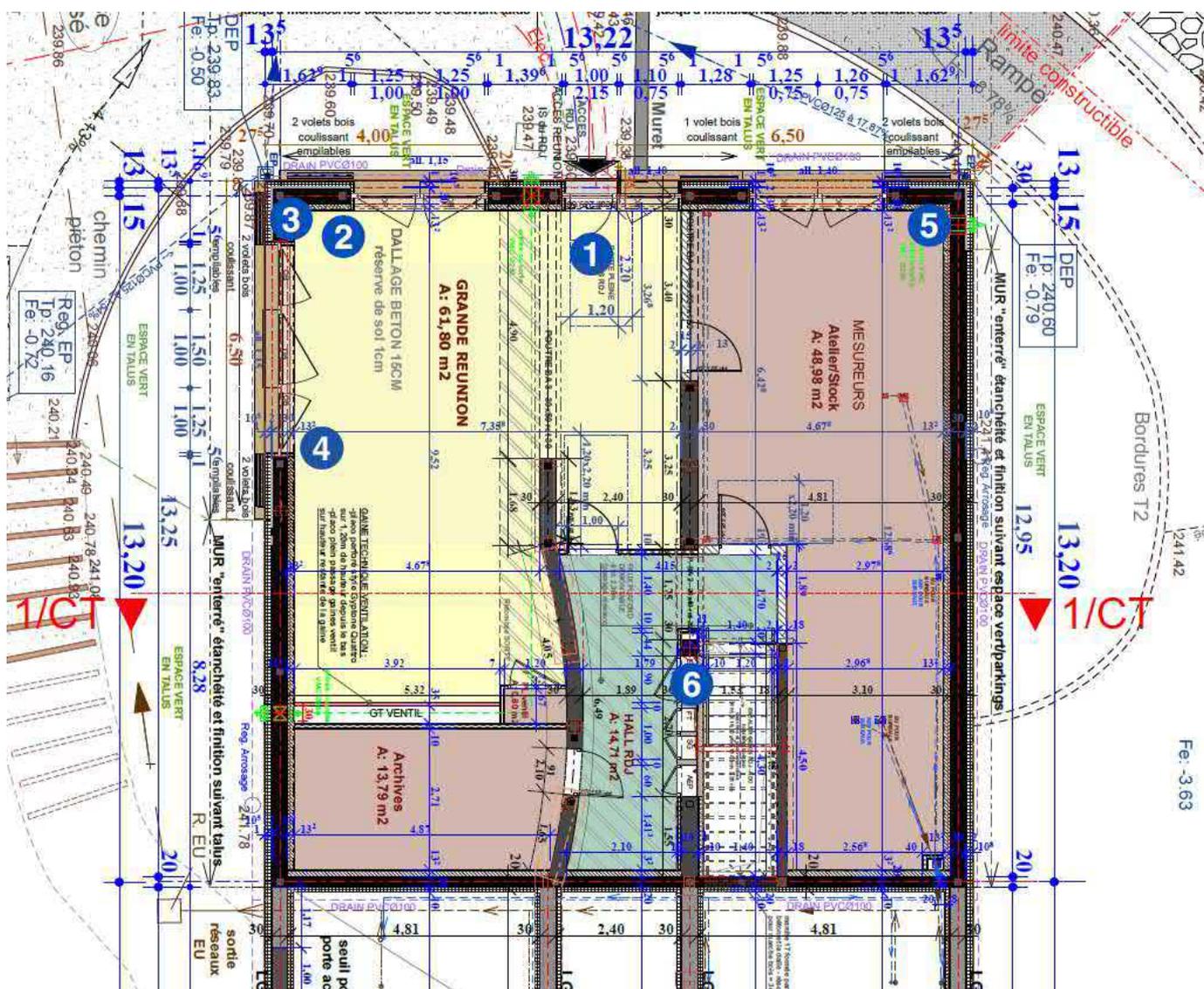


DONNEUR D'ORDRE ET ADRESSE	ENERTECH Lieu dit "L'Amourier" 26160 PONT DE BARRET
ADRESSE DU BIEN	Lieu dit "L'Amourier" 26160 PONT DE BARRET
MOMENT DE LA MESURE	En cours d'utilisation
METHODE DE MESURE	Méthode 3 – mesure du Q4 <sub>pa-surf</sub>
DATE DE LA MESURE	10 juillet 2017
REFERENCE DU RAPPORT	PONT DE BARRET TEST FINAL
<b>OBJECTIF FINAL</b>	Q4 <sub>pa-surf</sub> < 0.26 m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )
<b>RESULTAT</b>	<b>Q4<sub>pa-surf</sub> = 0.19 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>)</b> n50 = 0.53 Vol./h

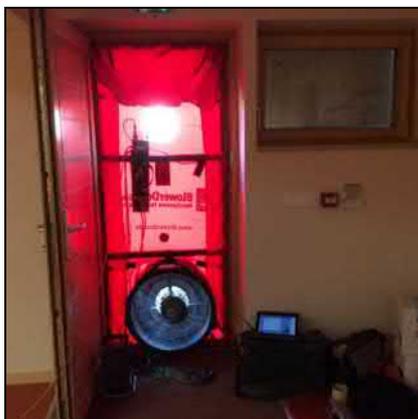
# **SOMMAIRE**

<b>A. LISTE DES FUITES PRINCIPALES .....</b>	<b>3</b>
<b>B. INFORMATIONS SUR L'ESSAI ET LE MATERIEL .....</b>	<b>12</b>
B1. OBJET DE L'ESSAI .....	12
B2. INFORMATIONS SUR LE BATIMENT .....	12
B3. COORDONNEES DU CLIENT .....	13
B4. COORDONNEES DE LA SOCIETE REALISANT LES MESURES .....	13
B5. MÉTHODE D'ESSAI .....	13
B6. MATERIEL UTILISE .....	14
B7. JUSTIFICATION DU NOMBRE DE VENTILATEURS .....	14
<b>C. ESSAI SELON LA NORME NF EN ISO 9972 ET LE FD P50-784.....</b>	<b>15</b>
C1. TEMPERATURE ET CONDITIONS CLIMATIQUES .....	15
C2. HOMOGENEITE DE LA PRESSION DANS LE BATIMENT .....	15
C3. SYNTHESE DES PRESSIONS A DEBIT NUL .....	16
C4. RESULTATS DU TEST EN DEPRESSURISATION ET/OU PRESSURISATION .....	17
C5. EXPLOITATION DES DONNEES MEASUREES .....	18
C6. COURBES DES DEBITS DE FUITES .....	19
C7. ENREGISTREMENT DES CRITERES DE LA NORME NF EN ISO 9972 .....	20
<b>D. COMMENTAIRES GENERAUX.....</b>	<b>20</b>
<b>E. ETATS DES OUVERTURES DE L'ENVELOPPE PENDANT L'ESSAI.....</b>	<b>21</b>
<b>F. ANALYSE DES RESULTATS ET CONCLUSION .....</b>	<b>22</b>
F1. PERMEABILITE A L' AIR SOUS 4 PA .....	22
F2. CONCLUSION .....	22
<b>G. TERMES, SYMBOLES ET UNITES, DEFINITIONS.....</b>	<b>23</b>
<b>H. LEXIQUE - LISTE DES FUITES.....</b>	<b>25</b>
<b>I. DOCUMENTS ANNEXES .....</b>	<b>26</b>
I1. PROTOCOLE DE VERIFICATION DU MATERIEL .....	26
I2. CERTIFICAT D'ETALONNAGE .....	27
I3. ETUDE THERMIQUE .....	30
I4. PLANS DU BATIMENT.....	35
<b>J. OPERATEUR ET DATE DU RAPPORT .....</b>	<b>36</b>

# A. LISTE DES FUITES PRINCIPALES



Plan : RDJ



Repère sur le plan	Vignette 1 : Plan - RDJ
Localisation	Porte soufflante



Repère sur le plan	Vignette 2 : Plan - RDJ
Localisation	Salle de réunion
Description	Passage d'air par le boîtier électrique (F3)
Intensité de la fuite	Faible



Repère sur le plan	Vignette 3 : Plan - RDJ
Localisation	Salle de réunion
Description	Passage d'air entre dalle et placo (B3)
Intensité de la fuite	Faible



Repère sur le plan	Vignette 4 : Plan - RDJ
Localisation	Salle de réunion
Description	Passage d'air entre ouvrant et dormant (C2)
Intensité de la fuite	Faible



Repère sur le plan	Vignette 5 : Plan - RDJ
Localisation	Atelier
Description	Passage d'air par le boîtier électrique (F4)
Intensité de la fuite	Faible



Repère sur le plan	Vignette 6 : Plan - RDJ
Localisation	Couloir
Description	Passage d'air par la gaine électrique (F1)
Intensité de la fuite	Faible





Repère sur le plan	Vignette 1 : Plan - RDC
Localisation	SAS Femme
Description	Passage d'air entre plafond et placo (B4)
Intensité de la fuite	Moyenne



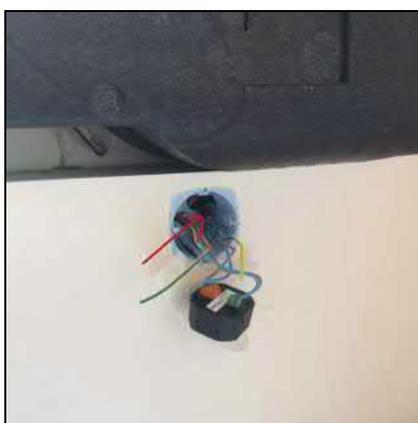
Repère sur le plan	Vignette 2 : Plan - RDC
Localisation	Sas Femme
Description	Passage d'air derrière et par le caisson de ventilation (D3)
Intensité de la fuite	Elevée



Repère sur le plan	Vignette 3 : Plan - RDC
Localisation	Bureau 2
Description	Passage d'air entre tablette de fenêtre et placo (B1)
Intensité de la fuite	Moyenne



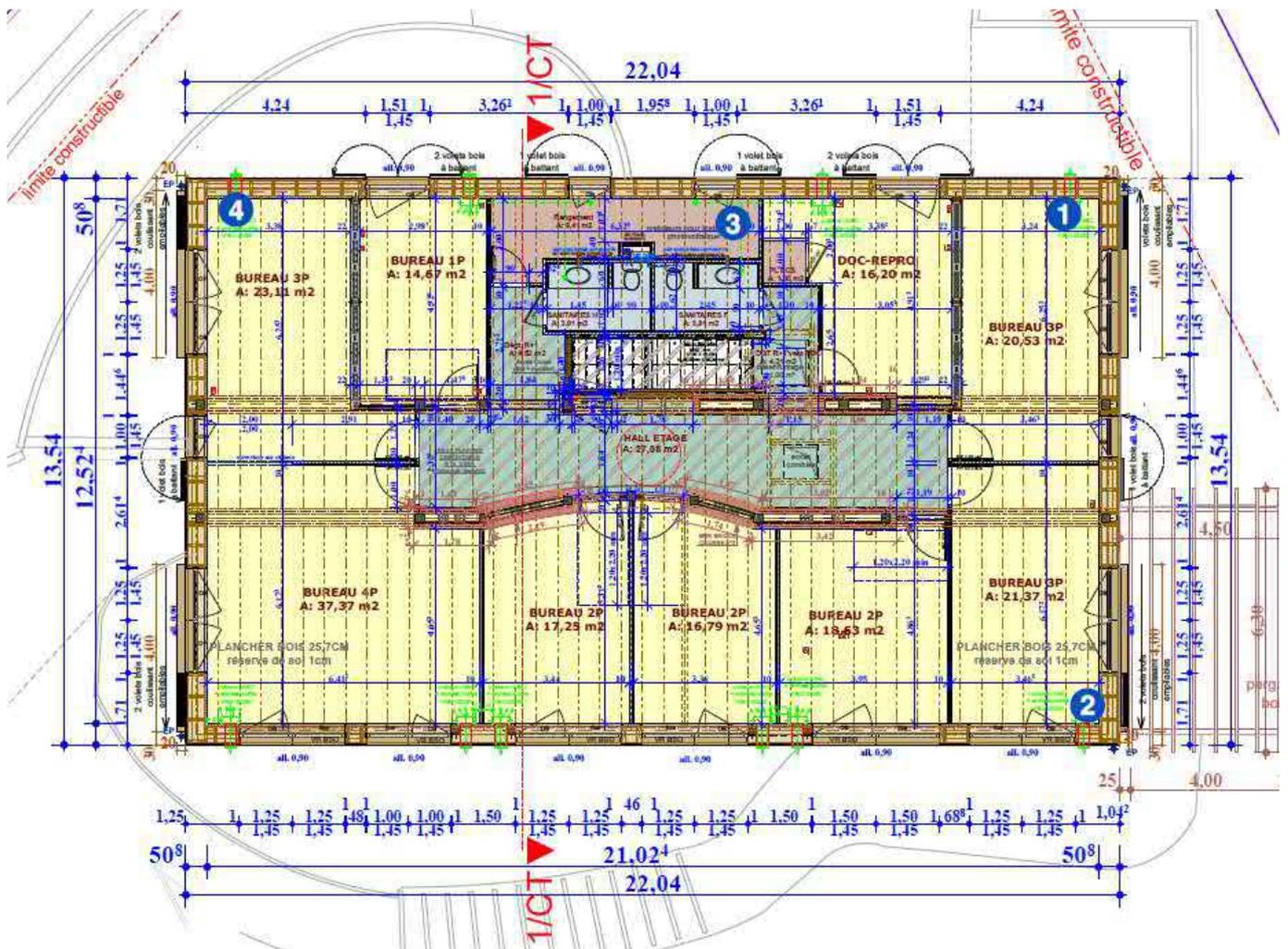
Repère sur le plan	Vignette 4 : Plan - RDC
Localisation	Bureau 4
Description	Passage d'air par le caisson de ventilation (D3)
Intensité de la fuite	Elevée



Repère sur le plan	Vignette 5 : Plan - RDC
Localisation	Bureau 4
Description	Passage d'air les boîtiers électriques (F3)
Intensité de la fuite	Elevée



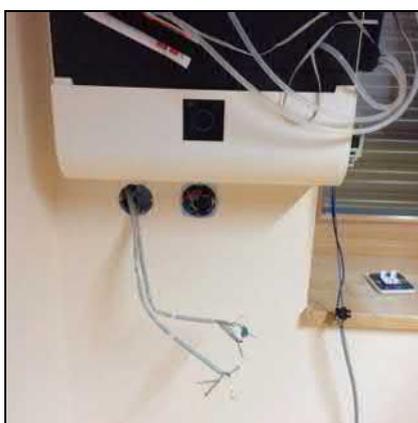
Repère sur le plan	Vignette 6 : Plan - RDC
Localisation	Bureau 3
Description	Passage d'air entre dalle et placo (B3)
Intensité de la fuite	Moyenne



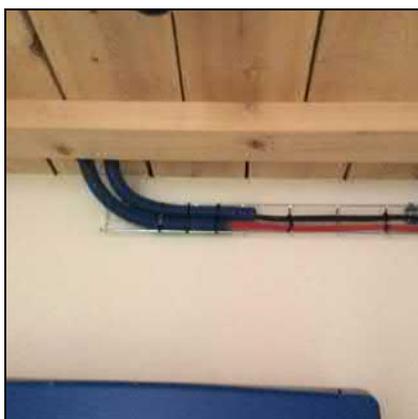
**Plan : R+1**



Repère sur le plan	Vignette 1 : Plan - R+1
Localisation	Bureau 3p
Description	Passage d'air les boîtiers électriques (F3)
Intensité de la fuite	Elevée



Repère sur le plan	Vignette 2 : Plan - R+1
Localisation	Bureau 3p
Description	Passage d'air les boîtiers électriques (F3)
Intensité de la fuite	Elevée



Repère sur le plan	Vignette 3 : Plan - R+1
Localisation	Local serveur
Description	Passage d'air par la gaine électrique (D3)
Intensité de la fuite	Moyenne



Repère sur le plan	Vignette 4 : Plan - R+1
Localisation	Bureau
Description	Passage d'air les boîtiers électriques (F3)
Intensité de la fuite	Elevée

## **B. INFORMATIONS SUR L'ESSAI ET LE MATERIEL**

### **B1. OBJET DE L'ESSAI**

ETAT DU BATIMENT	Bâtiment neuf
TYPE DE PERMIS DE CONSTRUIRE	Bureaux
N° DE PERMIS DE CONSTRUIRE	Non communiqué
DATE D'ACHEVEMENT DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION OU DE REHABILITATION	2017
TYPE DE BATIMENT	Bureaux
A USAGE MIXTE	NON
VALEUR DE PERMEABILITE RECHERCHEE	<b>Q4<sub>Pa-surf</sub> &lt; 0.26 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>)</b>
LABEL OU CERTIFICATION RECHERCHE	BEPOS EFFINERGIE 2013
REGLEMENTATION THERMIQUE	RT2012

### **B2. INFORMATIONS SUR LE BATIMENT**

PARTIE SOUMISE A L'ESSAI	Bâtiment entier
SURFACE DEPERDITIVE (At-Bat) (incertitude de 0%)	673.59 m <sup>2</sup>
VOLUME INTERIEUR (incertitude de 0%)	1579 m <sup>3</sup>
SURFACE S <sub>RT</sub>	665.467 m <sup>2</sup>
SURFACE SHAB (	Sans objet
SURFACE SU <sub>RT</sub>	Sans objet
HAUTEUR DU VOLUME MESURE	8.1 m
NOMBRE DE NIVEAU DU BATIMENT	3
NOMBRE DE LOGEMENTS DANS LE BATIMENT	Sans objet
SOURCE DE L'ATBAT	étude thermique
REGLE D'ECHANTILLONNAGE	NON
TYPE DE VENTILATION	Ventilation double flux
TYPE DE CHAUFFAGE	Aucun
SYSTEME NECESSITANT UNE AMENEE D'AIR SPECIFIQUE (intérieur ou extérieur)	Sans objet
TYPE DE CLIMATISATION	Aucune

### B3. COORDONNEES DU CLIENT

ROLE ET FONCTION DANS L'OPERATION	Maître d'ouvrage
NOM ET ADRESSE	ENERTECH Lieu dit "L'Amourier" 26160 PONT DE BARRET

### B4. COORDONNEES DE LA SOCIETE REALISANT LES MESURES

NOM DE LA SOCIETE	D.T.M	
ADRESSE	67, Lieu dit La Ruine 39150 FORT DU PLASNE	16, rue de la Grenouillère 01000 BOURG EN BRESSE
TELEPHONE	04 74 42 83 17	
ADRESSE ELECTRONIQUE	dt.m@orange.fr	
OPERATEUR	Stéphane DHUYGELAERE	
NUMERO D'AUTORISATION QUALIBAT	MB - 0029	

### B5. MÉTHODE D'ESSAI

Notre intervention a pour mission de mesurer le coefficient de perméabilité à l'air de l'immeuble précité au moyen d'un dispositif approprié (porte ventilateur, Blower door). Ce test consiste à mettre un volume en dépression et/ou surpression à différents paliers afin d'obtenir un résultat (coefficient de perméabilité à l'air) retranscrit suivant deux références :

- La valeur Q4 pa-surf sous une pression de 4 pascals conformément à la RT 2005 et RT2012, exprimée en  $m^3/(h.m^2)$  de paroi froide hors planchers bas
- La valeur n50 sous une pression de 50 pascals conformément à la norme NF EN ISO 9972, exprimée en  $h^{-1}$

L'ensemble des mesures seront réalisées en conformité avec la norme NF EN ISO 9972 et son Fascicule Documentaire P50-784.

MOMENT DU MESURAGE	En cours d'utilisation
ETAT D'AVANCEMENT	Le bâtiment est en condition normale d'utilisation. Tous les travaux, pouvant affecter l'étanchéité à l'air sont terminés
METHODE RETENUE POUR CET ESSAI	Méthode 3 – mesure du Q4 Pa-surf
ADAPTATION PAR RAPPORT A LA NORME	Sans objet
EMPLACEMENT DU DISPOSITIF DE MESURE	Sur la porte d'entrée du RDJ
PRISE DE PRESSION EXTERIEURE	Tube de pression extérieur à environ 6 m de la porte soufflante, il n'est pas exposé au soleil et il est muni d'un « H ».
CONDITIONS DE REALISATION DU TEST	Mesure réalisée en dépression et surpression par palier Décroissants et Croissants, 10 points de mesures de 73Pa à 10Pa
	Le temps des débits nuls est de 30 s avec 30 points

## B6. MATERIEL UTILISE

MANOMETRE	Fabricant	Blower Door
	N° de série	590
	Modèle	APT6
	Date d'étalonnage	13/04/2017
	Vérification conforme	OUI (voir annexe)

Ventilateur	Fabricant	Blower Door
	Model	4
	N° de série	CE 3992
	Date d'étalonnage	23/01/2017
	Vérification conforme	OUI (voir annexe)
Configuration du ventilateur	Cl	n
0	745.3	0.4848
A	273.2	0.4952
B	81.68	0.4968
C	19.30	0.5157
D	12.31	0.5032
E	4.760	0.5166

Thermomètre DIGITAL	Fabriquant	KIMO
	Modèle	POCKET
	Date d'étalonnage	26/02/2015
	Vérification conforme	OUI (voir annexe)

## B7. JUSTIFICATION DU NOMBRE DE VENTILATEURS

Si le bâtiment mesuré a une  $S_{RT} > 3\,000\text{ m}^2$  ci-dessous le calcul justifiant du nombre de ventilateurs utilisés pour cette mesure.

Sans objet.

## **C. ESSAI SELON LA NORME NF EN ISO 9972 et le FD P50-784**

### **C1. TEMPERATURE ET CONDITIONS CLIMATIQUES**

TEMPERATURE EXT (en C°)	24.6	TEMPERATURE INT (en C°)	23
FORCE DU VENT-MESURE	Sans objet	ESTIMATION ECHELLE DE BEAUFORT	1
PRESSION BAROMETRIQUE (en Pa) corrigée par l'altitude du lieu de mesure, valeur par défaut 101325 Pa	98522	ALTITUDE (en mètre) Source Géoportail	240

### **C2. HOMOGENEITE DE LA PRESSION DANS LE BATIMENT**

Pour les bâtiments tertiaires ou les communs des bâtiments collectifs.

Sans objet

### C3. SYNTHÈSE DES PRESSIONS A DÉBIT NUL

#### Dépressurisation

Valeur mesurée	Différence de pression du flux zéro	
	Au début	A la fin
1	0.1	-0.7
2	0.2	-0.5
3	0.3	-0.4
4	0.3	-0.5
5	0.3	-0.4
6	0.4	-0.5
7	0.4	-0.5
8	0.3	-0.6
9	0.3	-0.6
10	0.2	-0.6
11	0.2	-0.3
12	0.1	0.0
13	0.1	-0.1
14	0.0	-0.8
15	0.0	-1.0
16	0.0	-1.1
17	0.0	-0.9
18	-0.1	-0.4
19	-0.1	-0.4
20	-0.2	-0.1
21	-0.2	0.3
22	-0.3	0.5
23	-0.4	0.0
24	-0.3	-0.7
25	-0.3	-0.7
26	-0.1	-0.6
27	-0.1	-0.5
28	-0.3	-0.3
29	-0.3	-0.3
30	-0.4	-0.4

#### Pressurisation

Valeur mesurée	Différence de pression du flux zéro	
	Au début	A la fin
1	-0.4	-1.5
2	-0.2	-3.2
3	0.2	-2.8
4	0.5	-2.4
5	0.5	-2.5
6	0.2	-2.5
7	-0.1	-2.7
8	0.0	-2.5
9	0.5	-1.6
10	0.5	-1.0
11	0.5	-0.8
12	0.0	-0.6
13	0.3	-0.3
14	0.3	0.1
15	0.1	0.4
16	-0.2	0.6
17	-0.5	0.6
18	0.1	0.6
19	0.3	0.4
20	0.2	0.2
21	0.2	-0.2
22	0.4	-0.5
23	0.4	-0.8
24	0.2	-1.1
25	0.3	-1.1
26	0.4	-1.2
27	0.2	-1.5
28	0.4	-1.5
29	0.5	-1.3
30	0.5	-1.2

Moyenne des valeurs positives et négatives relativement à la pression du flux zéro

	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$
Moyenne	0.2	-0.2	0.4	-0.5

	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$
Moyenne	0.3	-0.2	0.4	-1.5

Moyenne de toutes les valeurs de la différence de pression du flux zéro

Flux zéro	$\Delta p_{01}$ [Pa]	$\Delta p_{02}$ [Pa]
Valeur de référence	0.0	-0.4

Flux zéro	$\Delta p_{01}$ [Pa]	$\Delta p_{02}$ [Pa]
Valeur de référence	0.2	-1.1

#### C4. RESULTATS DU TEST EN DEPRESSURISATION ET/OU PRESSURISATION

##### Dépressurisation: Points de Mesures

Configuration ventilateur (Anneau)	Pression Cible	Pression mesurée	Pression induite dans le bâtiment	Pression dans le ventilateur	Flux du ventilateur Q <sub>r</sub>	Débit d'air mesuré Q <sub>m</sub>	Débit au travers du bâtiment Q <sub>env</sub>	Tolérance
O ABCDE	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[m³/h]	[m³/h]	[m³/h]	[%]
Fermé	$\Delta p_{01}$	0.0	—	—	—	—	—	—
B	73	-73	-73	183	1087	1108	1114	-0.30
B	66	-64	-64	154	998	1017	1023	0.85
B	59	-61	-61	140	953	971	976	0.14
B	52	-53	-53	113	856	873	877	0.41
B	45	-48	-48	95	783	798	802	-1.91
B	38	-39	-39	70	672	685	689	-1.39
B	31	-31	-30	49	565	576	579	-0.44
B	24	-23	-23	35	475	485	487	3.13
C	17	-18	-18	327	382	389	391	1.47
C	10	-10	-9	125	233	237	239	-1.86
Fermé	$\Delta p_{02}$	-0.4	—	—	—	—	—	—

##### Pressurisation: Points de Mesures

Configuration ventilateur (Anneau)	Pression Cible	Pression mesurée	Pression induite dans le bâtiment	Pression dans le ventilateur	Flux du ventilateur Q <sub>r</sub>	Débit d'air mesuré Q <sub>m</sub>	Débit au travers du bâtiment Q <sub>env</sub>	Tolérance
O ABCDE	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[m³/h]	[m³/h]	[m³/h]	[%]
Fermé	$\Delta p_{01}$	0.2	—	—	—	—	—	—
B	73	73	74	194	1118	1143	1136	-0.42
B	66	67	67	167	1039	1062	1056	-1.02
B	59	59	60	141	955	976	970	-0.45
B	52	53	53	121	886	906	901	0.66
B	45	46	46	93	775	792	788	-1.65
B	38	39	39	77	705	721	717	0.79
B	31	30	31	52	582	595	592	0.31
B	24	23	24	38	496	507	504	4.05
B	17	17	18	23	384	392	390	0.28
C	10	9	10	134	241	246	245	-2.42
Fermé	$\Delta p_{02}$	-1.1	—	—	—	—	—	—

## C5. EXPLOITATION DES DONNEES MESUREES

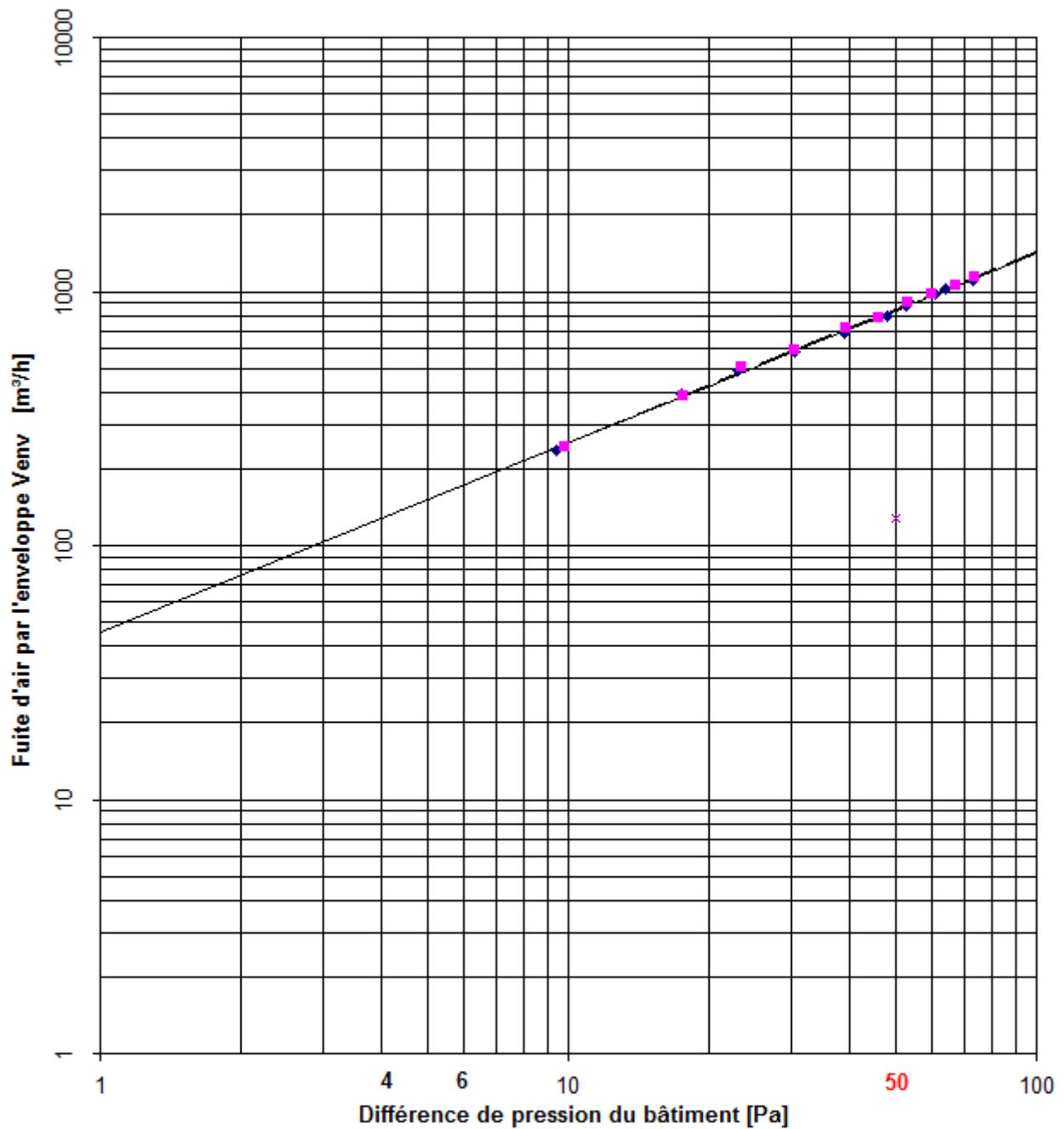
### Dépression

Coeff	Valeur	Unité	Interval à 95%		Vérification de la norme	
$C_{env} =$	45.8	$m^3/(h Pa^n)$	42.69	49.14	$\Delta p_{01+}; \Delta p_{01-}; \Delta p_{02+}; \Delta p_{02-} \leq 5 Pa$	OUI
$C_L =$	45.3	$m^3/(h Pa^n)$	42.22	48.60	Un palier de pression $\geq 50 Pa$	OUI
$n =$	0.744	-	0.725	0.764	Comprend au moins 5 paliers	OUI
Coeff $r^2 =$	0.999	-				
$q_{50} =$	833	$m^3/h$	844	844	$\Delta p$ Min égale à 10 Pa ou $5x \Delta p_{0,1}$	OUI
$n_{50} =$	<b>0.53</b>	1/h	<b>0.52</b>	<b>0.53</b>	$\Delta p$ Min Mesuré à +ou- 3 Pa de la pression cible	OUI
Incertitude $n_{50}$ en %			+/- 1			
$q_4 =$	127	$m^3/h$	122	133	Ecart entre palier de pression $\leq 10 Pa$	OUI
Incertitude de $q_4$ en %			+/- 4		Essai par paliers	Croissants
$Q_{4Pa\_surf} =$	<b>0.189</b>	$m^3/(m^2h)$	<b>0.18</b>	<b>0.20</b>	Incertitude sur le $q_4 \leq 15\%$	OUI
Incertitude de $Q_{4Pa\_surf}$ en %			+/- 4		Coefficient $r^2 \geq 0.98$	OUI
$AL(cd=0,6) =$	<b>227.9</b>	$cm^2$			Coefficient n compris en 0.5 et 1	OUI

### Surpression

Coeff	Valeur	Unité	Interval à 95%		Vérification de la norme	
$C_{env} =$	45.3	$m^3/(h Pa^n)$	41.90	49.10	$\Delta p_{01+}; \Delta p_{01-}; \Delta p_{02+}; \Delta p_{02-} \leq 5 Pa$	OUI
$C_L =$	44.9	$m^3/(h Pa^n)$	41.50	48.60	Un palier de pression $\geq 50 Pa$	OUI
$n =$	0.750	-	0.729	0.772	Comprend au moins 5 paliers	OUI
Coeff $r^2 =$	0.999	-				
$q_{50} =$	846	$m^3/h$	833	859	$\Delta p$ Min égale à 10 Pa ou $5x \Delta p_{0,1}$	OUI
$n_{50} =$	<b>0.54</b>	1/h	<b>0.53</b>	<b>0.54</b>	$\Delta p$ Min Mesuré à +ou- 3 Pa de la pression cible	OUI
Incertitude $n_{50}$ en %			+/- 2			
$q_4 =$	127	$m^3/h$	121	134	Ecart entre palier de pression $\leq 10 Pa$	OUI
Incertitude de $q_4$ en %			+/- 5		Essai par paliers	Décroissants
$Q_{4Pa\_surf} =$	<b>0.189</b>	$m^3/(m^2h)$	<b>0.18</b>	<b>0.20</b>	Incertitude sur le $q_4 \leq 15\%$	OUI
Incertitude de $Q_{4Pa\_surf}$ en %			+/- 5		Coefficient $r^2 \geq 0.98$	OUI
$AL(cd=0,6) =$	<b>227.8</b>	$cm^2$			Coefficient n compris en 0.5 et 1	OUI

Graphe des fuites d'air



- ◆ (Flux d'air) Dépressurisation [m³/h]
- (Flux d'air) Pressurisation [m³/h]
- Droite de régression Dépressurisation [m³/h]
- Droite de régression Pressurisation [m³/h]
- \* Débit d'air à 50 Pa [m³/h]

## C7. ENREGISTREMENT DES CRITERES DE LA NORME NF EN ISO 9972

VÉRIFICATION DES CRITERES	CONFORME
Le rapport précise si les critères suivants d'application de la norme NF EN ISO 9972 sont vérifiés	OUI
La vitesse du vent est inférieure à 6m/s ou inférieure à 3 sur l'échelle de beaufort	OUI
$\Delta p_{0,1+}$ , $\Delta p_{0,1-}$ , $\Delta p_{0,2+}$ , $\Delta p_{0,2-}$ sont inférieurs ou égales à 5 Pa	OUI
L'essai comprend au moins 5 paliers de pressions à peu près équidistants strictement croissants ou strictement décroissants et l'écart entre deux paliers contigus mesurés ne dépasse pas 10Pa.	OUI
Un des paliers de pression est supérieur ou égal à 50 Pa Ou un des paliers de pression est supérieur ou égal à 25 Pa pour un bâtiment de plus de $S_{RT} 3\ 000\ m^3$	OUI
La différence de pression minimale est égale à 10 Pa ou à 5 fois $\Delta p_{0,1}$ . à $\pm 3Pa$	OUI
l'incertitude de $q_4$ est inférieure à 15%	OUI
Le coefficient « n » se situe entre 0,5 et 1	OUI
Le coefficient $r^2$ est supérieur ou égal à 0.98	OUI

## D. COMMENTAIRES GENERAUX

**Justificatif du non-respect des critères de la norme, en cas de non-respect de l'un d'entre eux :**

Ce test réunit l'ensemble des critères nécessaires pour garantir sa conformité vis-à-vis de la norme.

**Justificatif du calcul des surfaces de parois froides hors planchers bas réalisé pour le calcul de Q4 Pa-surf :**

Surface prise sur l'étude thermique, l'incertitude des surfaces de parois froides est égale à 0 % extrait de l'étude thermique est joint en annexe

**Justification du choix des logements ou de la partie de bâtiment testé dans le cas où un échantillonnage est réalisé :**

Sans objet

**Justification du conditionnement du bâtiment**

Voir chapitre E de ce rapport

## E. ETATS DES OUVERTURES DE L'ENVELOPPE PENDANT L'ESSAI

ELEMENTS			ETAT	Commentaire *
Hotte de cuisine à évacuation sur l'extérieur			Sans objet	Sans objet
Conduit de fumée			Sans objet	Sans objet
Arrivée d'air pour la VMC	Pièce	Nombre	Obturée	Comme noté dans le tableau 2, de FD P 50-784
	Par bureau	1		
Extraction d'air pour la VMC	Pièce	Nombre	Obturée	Comme noté dans le tableau 2, de FD P 50-784
	Par bureau	1		
Ouverture pour la ventilation naturelle			Sans objet	Sans objet
Appareil à combustion			Sans objet	Sans objet
Evacuation de sèche-linge			Sans objet	Sans objet
Spots encastrés			Sans objet	Sans objet
Trappe de désenfumage			Sans objet	Sans objet
Bouches de désenfumage non munies de clapet			Sans objet	Sans objet
Sols (préciser l'état de finition : plinthes, revêtement de sols, etc.)			Sol souple	Sans objet
Interrupteurs			Laissés en l'état	Sans objet
Prises électriques			Laissées en l'état	Certain boîtier électrique n'ont pas les cache définit car le bâtiment est instrumenté
Système de ventilations lié à un process			Sans objet	Sans objet
Ventilation de la cage d'ascenseur			Sans objet	Sans objet
Autres			Sans objet	Sans objet

\* Voir la FD P 50-784 §5.2.2 et 5.2.3

## **F. ANALYSE DES RESULTATS ET CONCLUSION**

### **F1. PERMEABILITE A L'AIR SOUS 4 Pa**

Cette rubrique situe l'indicateur Q4 Pa-surf par rapport à des valeurs cibles pertinentes

<b>Objectif :</b> Q4 < 0.26 m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )	<b>Test final</b> Réalisé le : 10 juillet 2017
<b>Q4</b> Pa-surf	<b>0.19 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>)</b>
<b>n50</b>	<b>0.53 h<sup>-1</sup></b>
<b>AL</b> (surface équivalente de fuites sous 4 Pa de pression)	<b>228cm<sup>2</sup>/4pa</b>

### **F2. CONCLUSION**

**Le niveau de perméabilité de la zone testée répond à l'objectif.**

La reprise des fuites notées comme « importante », permettrait d'améliorer le confort des occupants. Je constate que l'implication de toutes les entreprises, de la Maîtrise d'Œuvre et de la Maîtrise d'Ouvrage a permis de mener à bien ce projet avec un très bon résultat.

## G. Termes, symboles et unités, définitions.

### 1) Enveloppe du bâtiment : AT-Bât (m<sup>2</sup>)

Surfaces déperditives hors planchers bas au sens de la RT, correspondant à l'ensemble des parois donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé, hors planchers bas.

En l'absence de justification basée sur le fascicule 1 des règles Th-U, §2.2.2, les parois donnant sur des circulations communes ne sont pas prises en compte.

### 2) Débit de fuite d'air : $q_{pr}$ (m<sup>3</sup>/h)

Débit d'air traversant l'enveloppe du bâtiment à une différence de pression de référence ;

$q_{50}$  : débit d'air sous 50 Pa de gradient de pression (norme NF EN ISO 9972)

$q_4$  : débit d'air sous 4Pa de gradient de pression (Réglementation Thermique)

### 3) Volume intérieur : V (m<sup>3</sup>)

Calculer avec les dimensions intérieures du bâtiment. Il comprend le volume des murs, des planchers intérieurs, des creux dans les parois de l'enveloppe et le volume des meubles.

### 4) Taux de renouvellement d'air à la pression de référence : $n_{50}$ (h<sup>-1</sup>) ou (Vol./h)

Débit de fuite rapporté au volume intérieur RT pour un gradient de pression d'essai de référence (50 Pa)

Valeurs cibles $n_{50}$ Selon norme NF EN ISO 9972		
Label Passiv'Haus	Logement	$n_{50} < 0.6 \text{ h}^{-1}$
Objectif souhaitable	Logement et tertiaire	$n_{50} < 1 \text{ h}^{-1}$

### 5) Perméabilité à l'air : $Q_{4 \text{ pa-surf}}$ (m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>))

Débit de fuite rapporté à l'aire de l'enveloppe du bâtiment au gradient de pression d'essai

RT 2005 et RT2012: symbole  $Q_{4 \text{ pa-surf}}$  (ou ancienne dénomination  $I_4$ ), gradient de pression à 4 Pascals, unités m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) de surface froide, calculé sans plancher bas ni murs mitoyens (AT-Bât de la synthèse de l'étude thermique)

Usages	Valeurs RT2012 ou BBC-RT2005 (neuf)	Valeurs label BBC-effinergie (rénovation)	Valeurs label effinergie +
Indice	$Q_{4 \text{ Pa-surf}}$	$Q_{4 \text{ Pa-surf}}$	$Q_{4 \text{ Pa-surf}}$
Maison individuelle	$\leq 0.6$	$\leq$ à la valeur utilisée dans le calcul de la consommation	$\leq 0.4$
Logement collectif	$\leq 1$		$\leq 0.8$
Logement collectif Test sur tout le bâtiment	-		$\leq 1.0$
Bureaux, hôtels, restauration, petits commerces, établissements sanitaires	$\leq 1.7$		$\leq 1.2$ si moins de 3000m <sup>2</sup>
Autres tertiaire	$\leq 2.5$		

## **6) Surface équivalente de fuite : $A_L$ (cm<sup>2</sup>)**

Surface d'un orifice permettant le passage (à la pression différentielle de 4 Pa) d'un débit d'air identique à la somme des débits d'air des fuites du bâtiment. La totalité des fuites du bâtiment correspond aux fissures, trous, défauts de jonction, porosité de l'enveloppe... Lors de la détermination de la surface équivalente de fuite, il faut caractériser la nature des bords de l'orifice : bords vifs ou moulés. Dans le calcul ci-dessous, la surface équivalente de fuite est donnée pour une différence de pression de 4 Pa, à 20°C et avec une ouverture de référence à bords vifs (Coefficient de décharge 0,6).

## **7) Coefficient de débit d'air $C_{env}$ , coefficient de fuite d'air $CL$ , exposant du débit d'air $n$ :**

Données de la loi puissance (ou loi d'écoulement) calculées à partir des grandeurs mesurées et des conditions d'ambiance.

symbole  $C_{env}$  [ m<sup>3</sup>/(h\*Pa<sup>n</sup>) ]

symbole  $CL$  [ m<sup>3</sup>/(h\*Pa<sup>n</sup>) ]

exposant  $n$  (sans unité) ; compris usuellement 0,5 et 1

## **8) Coefficient de corrélation**

Valeur définissant le degré de précision et de confiance de la mesure ; compris entre 0,9800 et 1,0000

## **H. Lexique - liste des fuites**

### **A – Infiltration en partie courante**

- A1: autre infiltration en partie courante
- A2: Membrane pare-vapeur: jonction adhésive entre lés, percement ou déchirement
- A3: Liaisons mortier/colle entre blocs élémentaires de maçonnerie, entre panneaux de doublages
- A4: Percement non rebouché en paroi courante (cheville, autre)
- A5: Dalles faux plafond: dalles sur ossatures non étanche

### **B – Liaisons périphériques (parois, plancher, plafond)**

- B1: Autre liaison
- B2: Liaison entre deux parois verticales
- B3: Liaison pied de mur / plancher (plinthes, ...)
- B4: Liaison mur / plancher haut ou toiture inclinée (cueillie de plafond)/pied de cloison, mure
- B5: Membrane pare-vapeur: Fixation défectueuse avec lisse basse, plancher intermédiaire et plancher haut

### **C – Menuiseries**

- C1: Autre défaut de menuiserie
- C2: Fenêtre et porte fenêtre: Jonction cadres Ouvrant/Dormant (absence ou défaut de compression des joints)
- C3: Fenêtre et porte fenêtre: Jonction vitrage / montant de menuiserie (joint défectueux)
- C4: Porte palière ou porte coupe-feu: Mauvaise compression des joints de portes (hors barre de seuil)
- C5: Porte palière ou porte coupe-feu: Barre de seuil absente ou inefficace (sur ext ou LNC, y compris porte-fenêtre)
- C6: Baie coulissante: Jeu excessif entre parties vitrées d'un châssis coulissant, et/ou en partie haute et basse de châssis
- C7: Baie coulissante: Évacuation des condensas
- C8: Coffre de volet roulant: joues latérales, fixation sur cadre,...

### **D – Éléments traversant les parois et/ou les sols**

- D1: Autre élément traversant une paroi
- D2: Membrane pare-vapeur: traversée par gaine, tuyauterie, poutre, trappes
- D3: Traversée de plancher et de murs et/ou cloisons (tout type de plomberie, conduits et gaines électriques...)
- D4: Bouches VMC: fuite au pourtour de bouches d'extraction/soufflage
- D5: Poutres: Liaison poutres ou solive avec murs
- D6: Poutres: Liaison poutres ou solive avec plafond ou plancher
- D7: Escalier: Jonction plancher/escalier ou parois verticale/escalier

### **E – Trappes d'accès / de visites**

- E1: autre trappe d'accès
- E2: Trappe d'accès aux combles (joint absent ou inefficace)
- E3: Trappe de gaine technique verticale (joint absent ou inefficace)

### **F – Appareillages électriques (prises, tableau, etc.)**

- F1: Autres équipements
- F2: Tableau électrique
- F3: Réseaux encastrés sur paroi / extérieure ou LNC: BT courant faible, téléphone, fibre optique, interrupteurs
- F4: Réseaux encastrés sur cloison intérieure: BT courant faible, téléphone, fibre optique, interrupteurs
- F5: Luminaires: encastrés en plafond, en applique plafond et murales

### **G – Liaisons parois/ouvrants**

- G1: autre liaisons parois/ouvrant
- G2: fenêtre et porte-fenêtre y-c coffre VR: Liaison menuiserie avec maçonnerie appuis/tableau/linteau
- G3: Porte palière ou coupe-feu: Liaison encadrement avec maçonnerie appuis/tableau/linteau
- G4: fenêtre et porte-fenêtre y-c coffre VR: Liaison menuiserie dormant / doublage
- G5: Porte palière ou coupe-feu: Liaison encadrement de porte / doublage
- G6: Membrane pare-vapeur: Fixation défectueuse sur la menuiserie

### **H – Autres**

- H1: Autres
- H2: Poêle, insert ou chaudière étanche ou non étanche à l'air ou arrivée d'air comburant
- H3: Hotte aspirante avec évacuation extérieure
- H4: Trappe/châssis désenfumage
- H5: Lanterneau d'éclairage zénithal
- H6: Porte d'ascenseur (encadrement - jonction porte, ...)
- H7: Arrivée d'air ou extraction non prévue dans l'étude thermique

# I. DOCUMENTS ANNEXES

## I1. Protocole de vérification du matériel

Porte(s) soufflante(s)	Résultat
La bâche ne présente pas de trous parasites	OUI
La fausse porte ne présente pas de jeu avec le bâtiment	OUI
Le raccordement de la fausse porte sur le bâtiment est continu	OUI
L'élastique autour du ventilateur est correctement fixé	OUI
La bâche du ventilateur ne présente pas de trous ou d'élastique détendu	OUI
<b>Manomètre(s)</b>	--
Etalonnages valides	OUI
Visuellement les appareils ne présentent pas de choc, de déformation ou d'encrassement	OUI
Les écrans fonctionnent correctement (s'il y a un écran)	Sans objet
Pressions affichées sans tube raccordé sont égales à 0 Pa	OUI
Les connecteurs de prise de pression sont en bon état	OUI
Les tubes de pression raccordés sur les manomètres ne présentent pas de trou, d'irrégularité sur les tubes	OUI
Les pressions affichées avec les tubes raccordés semblent correctes	OUI
<b>Ventilateur(s)</b>	--
Etalonnages valides	OUI
Les ventilateurs, leurs capteurs de pression et leurs anneaux de mesure ne présentent pas de choc, fente, déformation ou d'empoussièrement	OUI
Les ventilateurs ne présentent pas de bruit ou de vibration anormal en fonctionnement et les débits mesurés semblent correctes	OUI
<b>Thermomètre</b>	--
Etalonnage valide	OUI
Le thermomètre ne présente pas de choc, fente ou de déformation	OUI
La température mesurée semble cohérente	OUI
<b>Laser mètre (si utilisé)</b>	--
Etalonnage valide ou vérification par auto-control	Sans objet
Visuellement l'appareil ne présente pas de choc, fente, de déformation ou d'encrassement	Sans objet
<b>Anémomètre (si utilisé)</b>	--
Etalonnage valide	Sans objet
Visuellement l'appareil ne présente pas de choc, fente, de déformation ou d'encrassement	Sans objet
<b>Observations éventuelles</b>	--
Sans objet	

Je déclare avoir contrôlé le matériel, de façon exhaustive et conformément à la liste ci-dessus. Le matériel est conforme et apte à l'utilisation lors de la mesure.

L'opérateur autorisé

## 12. Certificat d'étalonnage



CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES

Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts  
BP 52042 - 69603 Villeurbanne Cedex  
Tél. +33 (0)4.72.44.49.00 - Fax. +33 (0)4.72.44.49.49

REFERENCE : G170035 / 1662975

CHAÎNE D'ÉTALONNAGE

DEBITMETRIE GAZEUSE



ACCREDITATION COFRAC N° 2.1124

portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)

# CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE

N° G173799AA

DELIVRE A : DTM INFILTROMETRIE

16 RUE DE LA GRENOILLERE  
01000 BOURG EN BRESSE

## INSTRUMENT ETALONNE

Désignation : Infiltromètre

Constructeur : MINNEAPOLIS BLOWERDOOR

Type : Model 4.1

N° série : CE 3992

N° d'identification :

Ce certificat comprend 5 pages et 2 pages annexes

Date d'émission et signature

Fabrice FOURNEAUX  
Réfèrent Technique Suppléant  
2017.01.23 11:49:57 +01'00'

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fabrice FOURNEAUX', is written over a faint blue grid background.

Kalibrierlabor für die Druckmesstechnik  
*Laboratoire d'étalonnage pression*



**BlowerDoor GmbH**  
MessSysteme für Luftdichtheit

akkreditiert durch die | *accrédité par la*

**Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH**



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-19788-01-00

als Kalibrierlaboratorium im  
*en tant que laboratoire d'étalonnage dans le*

**Deutschen Kalibrierdienst** **DKD**

Kalibrierschein  
*Certificat d'étalonnage*

Kalibrierzeichen  
*Marque d'étalonnage*

T-170156
D-K- 19788-01-00
2017-04

Gegenstand  
*Appareil* **Elektrisches Druckmessgerät**  
*Manomètre électrique*

Hersteller  
*Fabricant* **The Energy Conservatory**  
**2801 21st Ave. South**  
**Suite 160**  
**Minneapolis, MN 55407, USA**

Typ  
*Type* **APT**

Fabrikat/Serien-Nr.  
*Numéro de série* **590-6**

Auftraggeber  
*Cient* **DTM - Diagnostics Techniques du Massif**  
**16 rue de la Grenouillère**  
**F 01000 Bourg-en-Bresse**

Auftragsnummer  
*Numéro de commande* **35413 / 2017-04-11-B**

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines  
*Nombre de pages du certificat d'étalonnage* **10**

Datum der Kalibrierung  
*Date de l'étalonnage* **13.04.2017**

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

*Ce certificat ne peut être produit que sous sa forme intégrale et non modifiée. Toute utilisation d'extraits et toute modification doivent être soumis pour autorisation préalable à la Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH et au laboratoire ayant délivré le certificat d'étalonnage. Les certificats sans signature ne sont pas valides.*

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).

Die DAkkS ist Unterzeichner des multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

*Ce certificat d'étalonnage documente la traçabilité aux étalons nationaux pour représenter les unités de mesure en accord avec le système international d'unités (SI).*

*Le DAkkS est le signataire des accords multilatéraux entre la European co-operation for Accreditation (EA) et l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) pour l'homologation mutuelle des certificats d'étalonnage.*

*L'utilisateur est obligé de faire étalonner l'appareil régulièrement.*

Datum  
*Date* **20.04.2017**

Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
*Deputy Head of the calibration laboratory*  
  
S. Rolfsmeier

Bearbeiter  
*Personne en charge*

Sigrid Dorschky

BlowerDoor GmbH  
Zum Energie- und Umweltzentrum 1  
D-31832 Springe-Eldagsen

Téléphone +49 (0) 50 44 / 9 75-40  
Téléfax +49 (0) 50 44 / 9 75-44  
[www.blowerdoor.fr](http://www.blowerdoor.fr)

**CONSTAT DE VERIFICATION**  
*CHECKING REPORT*  
N°PVT1500001

1 / 2

Dé livré à : **D.T.M.**  
*Issued for :*  
16 Place Grenouillère  
01000 BOURG EN BRESSE

**INSTRUMENT VERIFIE**  
*CHECKED INSTRUMENT*

Désignation : **Thermomètre digital POCKET**  
*Designation :* **Digital thermometer POCKET**

Constructeur : **Kimo**  
*Manufacturer :*

Type : **Pocket**  
*Type :*

N° de série : **LN150203982**  
*Serial number*

N° Inventaire :  
*Inventory number :*

Ce certificat comprend 2 page(s)  
*The certificat includes*

Date : **26 Février 2015**

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme de  
Fac Similé Photographique Integral.  
This certificate may not be reproduced other than in full by  
photographic process.

Responsable Métrologie  
Metrology Manager

Ce document est en tout point conforme à la norme X 07-011  
This document is complying standard X 07-011

**Sébastien COUPEAU**  
F.O. Stéphanie THEVENOT  
Service Laboratoire



## 160701\_BUREAUX\_ENERTECH\_PDB\_RT2012

Enertech

ENERTECH - Cabinet SIDLER

26160 Félines sur Rimandoule

tel : 04 75 90 18 54

fax : 04 75 90 18 54

---

**Référence :** Etude U02Win

**Objet :** Construction des bureaux de la société Enertech

**Permis de construire :** 0

**Du** 01/03/2013

---

**Maitre d'œuvre :**

Enertech

ENERTECH - Cabinet SIDLER

26160 Félines sur Rimandoule

tel : 04 75 90 18 54

fax :04 75 90 18 54

**Architecte :**

Pierre Traversier Cabinet d'Architectes

Usine Bellevue - Chemin de Presles - 07800

Charmes-sur-Rhône

tel : 04 75 40 19 01

fax :04 75 41 08 08

**Concepteur :**

tel :

fax :

**Bureau de contrôle :**

tel :

fax :

## DONNEES TECHNIQUES

### 1. Implantation

Département sélectionné	: DROME	Numéro	: 26
Zone climatique	: H2d	Altitude	: 260 m
Exposition aux bruits générale	: BR1		
Avancement du PC	: Stade Permis Construire		

### 2. Architecture de l'étude

Calculs réalisés avec le logiciel U22Win 2012 (Evaluation EL-004 du 29/01/2016) : V.5.1.9

Calculs réalisés avec le moteur ThBCE2012 conçu par le CSTB : V.7.4.0.0 du 14/06/2016

#### Bâtiment n° 01 : BÂTIMENT N°1

SHON RT	: 665,467 m <sup>2</sup>
Type de travaux	: Bâtiment neuf

Zone		Type		Surface m <sup>2</sup>	
BUREAUX_ENERTECH		Bureaux		604,97	
Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic	Tic Réf.	
Groupe non clim	Groupe non refroidi	CE1	33,90	37,70	
		Bbio	Bbio Max	Gain en %	
		Bbio	35,900	56,000	35,89
		Cep	Cep Max	Gain en %	
		Cep	-98,700	56,000	276,25
Un des garde-fous n'a pas été vérifié.					
Le bâtiment est conforme à la RT2012 au sens ThBCE, sous réserves de contrôle des garde-fous.					

## DEPERDITIONS du BATI

### 1. Saisie du mètre

Désignation	Code	Nb	U W/m2.°C	b	Surf.en m <sup>2</sup> ou Long.en m	Or.	Déperd. W/°C	Réf.
Mur extérieur	01		0,157	1,000	236,15	Ext.	37,064	
Mur extérieur	02		0,153	1,000	41,33	Ext.	6,321	
Mur extérieur	03		0,134	1,000	54,31	Ext.	7,277	
Plafond	05		0,097	1,000	235,74	Hori.	22,866	
Plancher	04		0,135	1,000	131,66		17,774	
Plancher	06		0,152	1,000	119,38		18,144	
Vitrage 1	04	18	0,686	1,000	65,34	Ext.	54,45	
Vitrage 1	06	5	0,686	1,000	10,9	Ext.	9,655	
Vitrage 2	01	8	0,686	1,000	11,6	Ext.	9,912	
Vitrage 1	02	2	0,686	1,000	5,8	Ext.	4,956	
Vitrage 1	07	1	0,686	1,000	4,35	Ext.	3,572	
Vitrage 1	03	1	0,686	1,000	1,81	Ext.	1,513	
Vitrage 2	05	2	0,686	1,000	4,3	Ext.	4,008	
Porte 2	08	1	2,000	1,000	2,15		4,615	
P th. Mur ext./ Pcher int.	06		0,050	1,000	131,6		6,589	L9
P th. Mur ext./ Plfd int.	07		0,060	1,000	65,8		3,948	
P th. Angle de 2 murs	01		0,070	1,000	20,8		1,456	
P th. Mur ext./ Pcher int.	12		0,090	1,000	65,37		5,886	L9
P th. Terre-plein (L8)	11		0,020	0,800	4,8		0,076	
P th. Terre-plein (L8)	08		0,098	0,800	23,28		1,826	
P th. Mur ext./Plancher	05		0,030	1,000	12,25		0,368	
P th. Mur ext./Plancher	04		0,098	1,000	21,99		2,155	
P th. Terre-plein (L8)	09		0,400	0,800	10,5		3,36	
P th. Mur ext./Plancher	03		0,318	1,000	33,45		10,638	
P th. Terre-plein (L8)	10		0,200	0,800	19,9		3,184	
						<b>HT =</b>	<b>241,61</b>	

Déperditions Parois Extérieures	HD : 205,69 W/°C
Déperditions Parois Intérieures	HU : 0,00 W/°C
Déperditions par le sol	HS : 35,92 W/°C
Surface Totale des parois déperditives	AT : 924,63 m <sup>2</sup>
Surface des parois ext. hors plancher	: 673,59 m <sup>2</sup>
Surface du bâtiment	: 665,5 m <sup>2</sup>

**DEPERDITIONS MOYENNES = 0,261 W/m<sup>2</sup>.°C**

## SAISIE du COEFFICIENT Cep

### 1. BATIMENT : Bâtiment n°1

#### 1.1. BATIMENT

Désignation	Valeur
Référence	Bâtiment n°1
Surface SHON RT	665,47 m <sup>2</sup>

#### 1.2. ZONE : Bureaux\_Enertech

##### 1.2.1. Généralités

Désignation	Valeur
Référence	Bureaux_Enertech
SHON RT de la zone	665,47 m <sup>2</sup>
Surface habitable de la zone	604,97 m <sup>2</sup>
Type de zone	Bureaux
Différence hauteur zone	8,50 m
Hauteur entre le sol et le bas de la zone	0,00 m
Perméabilité de la zone	0,26 m <sup>3</sup> /(h.m2) sous 4 Pa

##### 1.2.2. Chauffage

Désignation	Valeur
Mode de production de chauffage	Chauffage individuel
Programmation chauffage	Horl. à H fixe avec ctre d'ambiance

##### 1.2.3. Refroidissement

Désignation	Valeur
Refroidissement	Zone non refroidie

##### 1.2.4. Informations complémentaires

#### 1.3. SAISIE des GROUPES

##### 1.3.1. Groupe : Groupe non clim

###### 1.3.1.1. Généralités

Désignation	Valeur
Référence	Groupe non clim
Groupe de transfert	Non
Surface de groupe	604,97 m <sup>2</sup>
Volume du groupe	1546,59 m <sup>3</sup>
Inertie quotidienne	Lourde
Inertie séquentielle	Légère
Système de refroidissement	Sans système de refroidissement
Catégorie du groupe	CE1
Hauteur de tirage de baie	1,50 m

###### 1.3.1.2. Emission : Convecteur Electrique

Désignation	Valeur
Référence	Convecteur Electrique
Type d'émetteur	Chauffage seul
Surface des pièces concernées	604,97 m <sup>2</sup>
Ventilateurs liés aux émetteurs	Pas de ventilateur

## Etude U02Win

Désignation	Valeur
Perte au dos	0,00 %
Hauteur sous plafond	Locaux de moins de 4m sous plafond

### Emetteur chaud

Désignation	Valeur
Type de Chauffage	Electrique direct
Type d'émetteur chaud	Convecteur électrique
Lié à la génération	Generation_elec
Part surface du groupe assurée par cette émission	Valeur par défaut
Part de besoins assurée par ce système d'émission	Valeur par défaut
Classe de variation spatiale	Classe B2
Variation temporelle	Régulation terminale certifiée (EUBAC, ...): 0,00

### 1.3.1.3. SAISIE de l'ECS

#### 1.3.1.3.1. ECS : Sanitaires

Désignation	Valeur
Référence	Sanitaires
Type d'ECS	Electrique
Surface de groupe concernée	Surface totale
Liée à la génération	ECS Elec. Individuelle
Lié par réseau collectif	Pas de réseau collectif
Diamètre intérieur distribution	12,00 mm
Température du réseau ECS	40,00 °C
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison (b=1)
Part des besoins d'ECS passant par des mélangeurs	0,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des mitigeurs	100,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des robinets électro.	0,00 %
Type d'appareils sanitaires ECS lié	Douche(s) seule(s) ou autre (hors baignoire)
Nombre de distribution identique	2
Coefficient correctif besoins connu	non
Longueur en volume chauffé	3,00 m
Longueur hors volume chauffé	0,00 m

### 1.3.1.4. SAISIE de VENTILATION

#### 1.3.1.4.1. Ventilation : CTA DbF

Désignation	Valeur
Référence	CTA DbF
Type de ventilation	Ventilation mécanique double flux
Liens vers la CTA	CTA bureau
Composant de ventilation	Autoréglables certifié
Etanchéité du réseau	Classe C

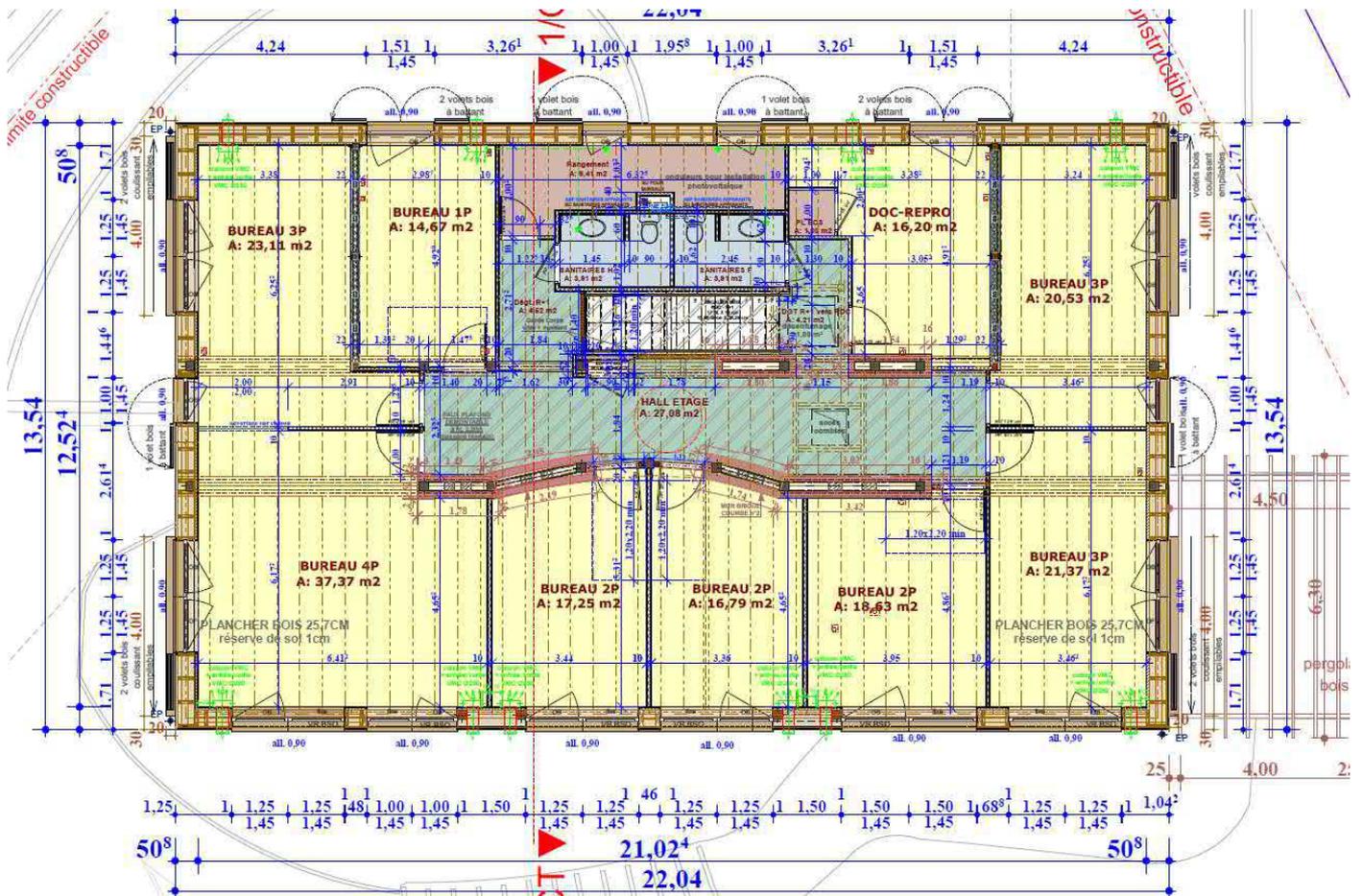
#### En reprise

Désignation	Valeur
Résistance thermique des réseaux situés hors vol.	1,40 m <sup>2</sup> /(K.W)
Ratio de conduit en volume chauffé	100,00 %

#### En soufflage

Désignation	Valeur
-------------	--------





Plan R+1

**J. OPERATEUR ET DATE DU RAPPORT**

Fait à BOURG EN BRESSE le 12 juillet 2017

L'opérateur autorisé

**Stéphane DHUYGELAERE**

**DTM**

16 rue de la Grenouillère  
01000 BOURG EN BRESSE

Tél. 04 74 42 83 17 - [contact@dtm-infiltrometrie.fr](mailto:contact@dtm-infiltrometrie.fr)

Siret 498 527 647 00018 - APE 7120 B