



*Principales références en  
Maîtrise d'Œuvre :  
Logement Neuf*



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

**31 Maisons Passives de la ZAC des Hauts de Feuilley - Saint Priest (69)**

### MAITRE D'OUVRAGE

Groupe MCP Promotion  
Europarc - Parc du Chêne, 7 rue Pascal - 69500 Bron - 04 72 37 38 13

### Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : Atelier Thierry Roche  
Bet Fluides : Cabinet O. Sidler/Enertech  
Bet HQE: TRIBU , Medieco

### Nature de l'ouvrage descriptif

Construction de 31 maisons **passives** à ossature bois.

SHON RT - SHAB	Coût prévisionnels des travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
5 700 m <sup>2</sup> - 4 340 m <sup>2</sup>	8 025 600 €	De 2008 à 2011	Mission Base Fluides + Suivi

### Problématiques et spécificités environnementales

Premier lotissement de maisons Passives de France en conception architecturale bioclimatique. Approche par modélisation thermique dynamique. Haute qualité environnementale et travail sur qualité de l'air.

### Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Optimisation des surfaces vitrées par simulation thermique dynamique.  
Mise en oeuvre de systèmes de protections solaires performant de type brise soleil orientables.  
Maisons en ossature bois préfabriquées avec menuiseries triple vitrage intégrées d'usine. Umur=0,19W/m<sup>2</sup>.K.  
Combles isolés: U=0,11 W/m<sup>2</sup>.K.  
Plancher bas surisolé: 28cm de THERM TH30 sous plancher béton (Upb=0,10 W/m<sup>2</sup>.K)  
Etanchéité à l'air contrôlée ne dépassant pas une valeur limite I4 = 0,16 m3/h/m2 sous 4 Pa. (Conforme aux exigences du label Passivhaus allemand)  
Planchers bas et intermédiaire en béton.  
Traitement exhaustif des ponts thermiques.

### Solutions mises en œuvre sur les systèmes

Chauffage/rafraîchissement par PAC s/air extrait (prototype avec un système de ventilation nouvelle génération). Ecs solaire. Les maisons sont équipées de 12 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité et 6 m<sup>2</sup> de panneaux thermiques pour l'eau chaude sanitaire.  
Système de ventilation de type double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait en amont de la PAC.  
Mise en œuvre d'éclairage performant de type LED.  
Matériel hydro-économiques.

### Performance énergétique visée

Besoins Chauffage < 13 kWh/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an (calcul par simulation dynamique)  
Consommations chauffage < 30 kWh.EP/m<sup>2</sup>SHAB.an  
ECS < 10 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an (calcul prévisionnel)  
Consommations tous usages confondus < 120 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>SHAB.an

### Performance énergie mesurée

En cours d'analyse.



INGENIEURS CONSEILS

26160 Pont de Barret

04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

**Cœur de Village**  
**Place de la Poste - Sauzet (26)**

## MAITRE D'OUVRAGE

**Drôme Aménagement Habitat - Mme Gassion**  
**11 Avenue de la Gare, BP 10250 Alixan - 26958 Valence Cedex 9 - 04 75 81 78 00**

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : Espace 26  
Bet Fluides : Cabinet O. Sidler (Enertech)  
BET Economie, VRD, Structure : Certib

## Nature de l'ouvrage descriptif

**Construction d'un immeuble de 20 logements locatifs - BBC Effinergie**

SHON - SHAB	Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
1 408 m <sup>2</sup> - 1 242 m <sup>2</sup>	1 600 000 €	Avril 2012	Mission Base + Exe Fluides + Suivi

## Problématiques et spécificités environnementales

Certification qualitel BBC effinergie.

Référentiel QEB de la Région Rhone Alpes.

Conception bioclimatique. Solaire passif : apports solaires par séjours et chambres plein sud (80% de la surface vitrée). Entrées au nord par coursives extérieures. Bâtiment conçu en béton avec isolation par l'extérieur. Dalle haute, sous combles, en béton pour apporter un maximum d'inertie et assurer le confort d'été.

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Isolation par l'extérieur (ITE) de 15 cm sous enduit. Plancher haut : ouate de cellulose soufflée, épaisseur 30cm. Isolation sous dallage RdC sur terre plein: 12 cm de XPE.

Menuiseries PVC Double Vitrage peu émissif Argon. Protection solaires par casquettes horizontales.

Ponts thermiques: coursives en structure métallique désolidarisée, balcons sud portés par bandes noyées ponctuelles, longrines isolées jusqu'à la fondation, remontée d'isolant sur les refends en combles.

Traitement de l'étanchéité à l'air.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

Chaufferie bois automatique à plaquettes forestières.

ECS par 19 m<sup>2</sup> de capteurs solaires intégrés en toiture.

Ventilation double flux avec échangeur rotatif, débit variable (gestion du grd débit de cuisine). Moteurs ECM à entraînement direct.

Pompes à débit variable, y compris la pompe des capteurs solaires.

Distribution sur-isolée avec calorifuges et par le cheminement en combles dans un caisson spécifique rempli d'isolant.

Radiateurs basse température, régulation par loi d'eau sur la température extérieure et régulation terminale local par local par thermostat et moteurs électrothermiques.

Eclairage performant des parties communes.

## Performance énergétique visée

**Consommation de chauffage : 21 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an** (calcul par STD, coefficient 0,6 pour le bois)

**ECS : 13 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an** (calcul physique),

**Tous usages 115 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an** (calcul physique, y consommations privatives des logements)

## Calcul RT 2005

Cep = 58,4 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>.an sur 5 usages - Niveau BBC Effinergie



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

ZAC de la Confluence - Ilot E4  
Lyon (69)

## MAITRE D'OUVRAGE

Rhône Saône Habitat - M. Benoit Tracol  
26 bis rue Camille Roy - 69362 Lyon cedex 07 - 04 26 59 05 05

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : Hermann Kaufman - Hervé Vincent  
Bet fluides HQE: Sarl Enertech  
BET Economie, VRD, Structure : Betrec

## Nature de l'ouvrage descriptif

Construction d'un immeuble de 84 logements **Passifs**.

SHON - SHAB	Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
5870 m <sup>2</sup> - 5 800 m <sup>2</sup>	11 000 000 €	juil-14	Mission Base + Exe Fluides

## Problématiques et spécificités environnementales

Construire un bâtiment de **logements collectifs passifs en R+8** avec coursives extérieures.

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Murs : panneaux de bois + 2 couches d'isolation par l'extérieur en laine de verre R> 6,2 m<sup>2</sup>.K/W

Toiture : isolation sous rampant R> 7,8 m<sup>2</sup>.K/W

Menuiseries : bois - double vitrage à faible émissivité Uw < 1,5 W/m<sup>2</sup>.K

Balcons : les ponts thermiques des balcons sont fortement réduits grâce à la mise en oeuvre d'une structure porteuse des balcons désolidarisée de la structure du bâtiment.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

VMC : les logements sont ventilés par 2 centrales double flux. L'efficacité de récupération de l'échangeur sur l'air extrait est supérieure à 80% et les moteurs des ventilateurs sont à courant continu à très faibles consommations électriques. Les réseaux de soufflage sont encastrés en dalle pour améliorer la diffusion de l'air à l'intérieur des logements.

Eau chaude sanitaire : l'ECS est produite par 130 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques en toiture.

L'appoint ECS et le chauffage sont assurés par 3 chaudières granulés modulantes haut rendement.

Le réseau de distribution de chauffage et surtout le réseau de bouclage ont été surisolés pour limiter les pertes thermiques de distribution, ainsi que la mutualisation des retours de bouclage.

L'éclairage naturel des parties communes est favorisée par la présence de douves et de grilles en sous-sol et par les coursives extérieures aux étages.

Les points lumineux des logements ont été pré-équipés d'ampoules à basse consommation.

Une prise commandée permet de couper les veilles du poste audio-visuel.

La double alimentation eau chaude/eau froide mise à disposition pour les lave-vaisselle permettra d'économiser l'électricité consommée par ces appareils.

## Certifications et labels

BBC au sens de la RT 2005, certification BBC-Promotelec  
Cahier des charges de la ZAC Confluence pour l'ilôt E4, notamment niveau **PassivHaus** allemand.

## Performance énergétique visée

Besoins de chauffage < 13 kW.h/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an selon simulation thermique dynamique

Consommations tous usages < 131 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an selon calcul physique

## Calcul réglementaire RT 2005

Cep = 55,6 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.an (**niveau BBC**) selon calcul RT 2005



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

## Opération SYMPHONIE La Ravoire (74)

### MAITRE D'OUVRAGE

**Bouygues Immobilier - M.Giraud & SAS Aménagement - M.Richard**  
55, Bd des Alpes - 38240 MEYLAN - 04 38 02 32 02

### Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : Atelier Thierry Roche & associés  
Bet fluides : Sarl Enertech  
Bet HQE : SE&ME  
BET Economie : SERC  
BET Structure : BET Plantier

### Nature de l'ouvrage descriptif

Construction d'un immeuble de 132 logements **passifs** et commerces.

SHON - SHAB	Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
10 937 m <sup>2</sup> - 8 105 m <sup>2</sup> (hors commerces)	11 000 000 €	févr-15	Mission Base + Exe Fluides

### Problématiques et spécificités environnementales

Construire un bâtiment de logements collectifs passifs en R+8 en structure **mixte bois/béton** + approche tous usages (y compris électricité spécifique) + problématique d'épannelage important.

### Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Murs : ossature bois, structure planchers/poteaux béton R> 5,1 m<sup>2</sup>.K/W  
Toiture : isolation en toiture terrasse R> 6,5 m<sup>2</sup>.K/W  
Menuiseries : bois - double vitrage à faible émissivité Uw < 1,4 W/m<sup>2</sup>.K  
Traitement exhaustif des ponts thermiques.

### Solutions mises en œuvre sur les systèmes

VMC : les logements sont ventilés des systèmes de type double flux, collective ou individuelle selon les configurations architecturales. Majoration des débits de renouvellement selon recommandations de l'université de Berkeley. L'efficacité de récupération de l'échangeur sur l'air extrait est supérieure à 80% et les moteurs des ventilateurs sont à courant continu à très faibles consommations électriques. Les réseaux feront l'objet d'un test d'étanchéité à l'air.

CHAUFFAGE: Chauffage 100% bois granulé - modulation de puissance via 3 chaudières en cascade - Emission par radiateurs basse température.

ECS: Solaire avec appoint bois granulés.

L'éclairage naturel des parties communes est favorisée par la présence de coursives et surfaces vitrées.

Les points lumineux des logements ont été pré-équipés d'ampoules à basse consommation.

Une prise commandée dans le séjour permet d'éteindre les veilles du poste télévisuel.

Bouygues Immobilier propose une option "cuisine équipée" (avec électroménager performant).

### Performance énergétique visée

Besoins de chauffage < 21 kW.h/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an selon simulation thermique dynamique  
Consommations tous usages < 120,5 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHAB</sub>.an selon calcul physique avec pré-équipement des cuisines

### Calcul réglementaire RT 2005

Cep BBC EFFINERGIE = 40,01 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.an (**niveau BBC**) selon calcul RT 2005



INGENIEURS CONSEILS

26160 Pont de Barret

04 75 90 18 54 – contact@enertech.fr

**NOM OPERATION**

**ZAC Maisons Neuves - Ilot E1 - Villeurbanne (69)**

**MAITRE D'OUVRAGE**

**Les Nouveaux Constructeurs - Mme Sylvie Collier**  
**Agence de Lyon - Tour Crédit Lyonnais, 129 rue Servient - 69326 Lyon Cedex 03 - 04 72 91 80 84**

**Equipe de maîtrise d'œuvre**

Architectes : Atelier Hervé Vincent  
 Bet Fluides : Sarl Enertech  
 BE Structure : Slétec, BE Structure bois : Arborescence, Economiste : Exéco

**Nature de l'ouvrage descriptif**

**Construction d'un immeuble de 55 logements Passifs.**

**SHON RT - SHAB**

3 791 m<sup>2</sup> - 3 296,30 m<sup>2</sup>

**Coût prévisionnels des travaux (€ HT)**

5 101 321 €

**Date de livraison**

Projet en cours

**Nature et contenu de la mission réalisée**

Mission Base + Exe Fluides

**Problématiques et spécificités environnementales**

La parcelle impose une orientation principale Est-Ouest, ce qui implique de faibles apports solaires en hiver, la façade sud étant très courte, et une difficulté particulière en été puisque le soleil d'Est et Ouest est rasant et rentre facilement dans les logements malgré les casquettes.  
 Au niveau Qualité Environnementale, l'aménageur a établi un cahier des charges spécifique à la ZAC, en cohérence avec le référentiel du Grand Lyon, niveau Basse Consommation.

**Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe**

Le procédé constructif retenu initialement était l'ossature bois porteuse, qui a été étudié jusqu'à l'APD. Finalement le projet sera réalisé en structure béton isolé par l'extérieur et par l'intérieur (U=0,14 W/m<sup>2</sup>.K). Une attention toute particulière a été portée aux ponts thermiques et ponts thermiques structurels.  
 Les surfaces de menuiseries sont optimisées à 1/6 de la Shab. Les menuiseries seront en double vitrage très performant. La toiture et le plancher bas sont très fortement isolés (respectivement U=0,11 et U=0,11 W/m<sup>2</sup>.K).  
 L'objectif d'étanchéité à l'air visé est n50 = 0,6 vol/h sous 50 Pa selon l'objectif du label PassivHaus.

**Solutions mises en œuvre sur les systèmes**

Pour atteindre le niveau de performance Passif dans la région de Lyon, la ventilation double flux est incontournable.  
 La génération de chaleur et d'eau chaude sanitaire sera assurée par une chaudière à granulés de bois. Des limiteurs de débit autorégulés et des douchettes économes permettront de limiter les puisages ECS sans réduire le confort. Le bouclage est isolé de façon très performante.  
 L'émission de chaleur sera assurée par des batteries sur le soufflage de la ventilation double flux. Ces même batteries permettront également de contribuer au confort d'été par un système de puits canadien hydraulique.

L'éclairage des parties communes sera réalisé avec des luminaires à haut rendement équipés de tubes T5 à ballast électronique ou de LED. Les ascenseurs seront performants.  
 Concernant l'électricité spécifique, les logements seront équipés de prises commandées facilitant l'extinction des veilles du poste audio-visuel. Les logements seront prééquipés en ampoules basse consommation. Pour le lave vaisselle on prévoira une double attente eau chaude / eau froide, en effet la grande majorité des appareils actuels peuvent bénéficier de l'eau chaude produite efficacement par l'installation collective, plutôt que de solliciter une résistance électrique.

**Performance énergétique visée**

**Besoins de chauffage < 15 kW.h/m<sup>2</sup>SHAB.an** (calcul par simulation dynamique)  
**Consommations tous usages confondus < 120 kW.hEP/m<sup>2</sup>SHAB.an**  
 (calcul physique, y compris électricité spécifique)

**Calcul réglementaire RT 2012**

Non finalisé à ce stade. Bbio = 25 (pour un Bbio max de 72, soit -65%)



INGENIEURS CONSEILS

26160 Pont de Barret

04 75 90 18 54 – contact@enertech.fr

**NOM OPERATION**

**Les Moulins - Bourg-de-Péage (26)**

**MAITRE D'OUVRAGE**

**Drôme Aménagement Habitat - Mme Agnès Coubard**  
**11 Avenue de la gare - Alixan – BP 10250 - 26958 VALENCE - Cedex 9 - 04 75 81 78 00**

**Equipe de maîtrise d'œuvre**

Architectes : Architectures Marc Dauber (AMD) - Architect Associé : Atelier d'Architectes Chèze  
 Bet Fluides : Sarl Enertech  
 BE Economie Structure Vrd : Bétrec IG

**Nature de l'ouvrage descriptif**

**Construction de 77 logements et aménagement paysager.**

**SHON RT - SHAB**

7 054,40 m<sup>2</sup> - 5 712,50 m<sup>2</sup>

**Coût prévisionnels des travaux (€ HT)**

7 763 000 €

**Date de livraison**

oct-16

**Nature et contenu de la mission réalisée**

Mission Base + Exe Fluides

**Problématiques et spécificités environnementales**

Objectif du programme : **Effinergie Plus** pour les logements collectifs et effinergie pour les logements individuels. Fort taux d'énergie renouvelable.

Mur : Uparoi = 0.202 W/m<sup>2</sup>K.

Toiture : Uparoi=0.15 W/m<sup>2</sup>K.

Plancher bas : Terre plein. Ue = 0.17 W/m<sup>2</sup>K. Plancher haut des sous sols, flocage U=0,255 W/m<sup>2</sup>K.

Menuiseries bois : Uw<1,4W/m<sup>2</sup>K. Ug<= 1,1W/m<sup>2</sup>K, Facteur Solaire > 0,61. Classement d'étanchéité à l'air A4.

Portes palières : Up<=1.4W/m<sup>2</sup>K. Classement d'étanchéité à l'air A4

Une attention particulière sera apportée à l'étanchéité à l'air. L'objectif que nous nous fixons est de 0.6 vol/h sous 50 Pa (valeur n50).

Logements collectifs : chaufferie bois granulés. ECS Solaire (env 1 m<sup>2</sup>/lgt), appoint bois. Radiateurs basse température. Calorifuge des réseaux classe 5 ou 6.

Les centrales de ventilation seront à double flux et récupération de chaleur. L'efficacité de récupération de chaleur sera supérieure à 80%.

Moteurs à faible consommation d'énergie. Caissons isolés double peau

Les autres points importants concernant la ventilation sont les suivants : qualité de la diffusion de l'air dans les logements.

étanchéité à l'air des réseaux VMC = classe B et C, limitation des pertes de charge afin de réduire les consommations électriques des ventilateur; Double débit en cuisine par registre motorisé sur bouche de soufflage spécifique et bouche extraction bi-débit.

**Solutions mises en œuvre sur les systèmes**

Logements individuels : Chaudière gaz à ventouse et condensation très basse puissance modulant de 1 à 10 kW. Emission par radiateur basse température. Régulation en fonction de l'extérieur et robinets thermostatiques.

ECS Solaire 3 m<sup>2</sup>/logement, ballon double énergie (solaire + gaz 200 litres).

Grâce à ce choix, le gaz est totalement évité sur l'opération ce qui présente un avantage certain en termes de réseau, coûts, abonnements etc.

Enfin, ce système répond parfaitement aux objectifs du programme en particulier en terme de couverture (mini 40%) des énergies renouvelables (référentiel Rhône Alpes 2011).

· La surface de capteurs sera d'environ 80 m<sup>2</sup> (1,5m<sup>2</sup> par logement pour 53 logements). Les capteurs seront situés sur la structure protégeant les conduits de ventilation du bâtiment C, décrite au § 2.1.1.1.

· Le volume de stockage d'ECS sera de 4000 L et sera assuré par 2 ou 3 ballons (2x2000L ou 2x1500+1x1000L) Les ballons seront isolés par jaquette de 10 cm d'épaisseur.

Le dispositif de commande d'éclairage sera situé à l'entrée à l'intérieur de chaque pièce. Dans les SdB et SDE, le dispositif de commande peut, pour respecter les règles liées aux volumes, être disposé à l'extérieur.

**Performance énergétique visée**

**Logements collectifs Besoins de chauffage < 17 kW.h/m<sup>2</sup>Sdo.an (calcul par STD)**

**Consommations tous usages < 139 kW.hEP/m<sup>2</sup>SHab.an (calcul physique, y c électricité spécifique)**

**Logements Individuels. Besoins de chauffage < 17 kW.h/m<sup>2</sup>Sdo.an (calcul par STD)**

**Consommations tous usages = 136 kW.hEP/m<sup>2</sup>shab.an (calcul physique, y c électricité spécifique)**

**Calcul réglementaire RT 2012**

Collectifs Bbio = 31 (pour un Bbio max de 38,4); Cep = 48 kwhep/m<sup>2</sup>shonrt = Effinergie +  
 Individuels Bbio = 43,8 (pour un Bbio max de 52,1); Cep = 39,7 kwhep/m<sup>2</sup>shonrt = Effinergie



INGENIEURS CONSEILS

26160 Pont de Barret

04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

**NOM OPERATION**

**Cité Herriot (69)**

**MAITRE D'OUVRAGE**

**Lyon Métropole Habitat - M.Giraud - Mme Dulin**  
**194 rue Duguesclin 69433 LYON CEDEX 03 - 04 78 95 68 75**

**Equipe de maîtrise d'œuvre**

Architectes : Atelier d'Architecture Hervé Vincent  
Bet fluides & HQE : Enertech  
BET Economie : Cabinet Denizou  
BET Structure : DPI Structure  
BET Paysagiste : BDP Concept

**Nature de l'ouvrage descriptif**

**Construction de 44 logements.**

**SHON - SHAB**

**Coût travaux (€ HT)**

**Date de livraison**

**Nature et contenu de la mission réalisée**

3593,10 m<sup>2</sup> - 2682,13 m<sup>2</sup>

4 351 000 €

févr-18

Mission Base + Exe  
Fluides + Suivi

**Problématiques et spécificités environnementales**

Construire 1 bâtiment RT2012 (19 logements) et un bâtiment Effinergie+ (25 logements). Suivi énergétique des 2 bâtiments pendant 5 ans pour comparaison.  
Refus de la ventilation double flux de la part du MOA.

**Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe**

Murs : béton, ITE+ITI R= 6,3 m<sup>2</sup>.K/W (bat A) ; R = 3,3 m<sup>2</sup>.K/W (bat B)  
Toiture : isolation en toiture terrasse R = 10 m<sup>2</sup>.K/W (bat A) ; R = 6,5 m<sup>2</sup>.K/W (bat B).  
Menuiseries : bois - double vitrage à faible émissivité Uw < 1,3 W/m<sup>2</sup>.K (bat A) ; PVC Uw < 1,5 W/m<sup>2</sup>.K (bat B).  
Traitement exhaustif des ponts thermiques sur le bâtiment A.

VMC : simple flux hygro-réglable de type B.

**Solutions mises en œuvre sur les systèmes**

L'éclairage naturel des parties communes est favorisé grâce aux coursives extérieures (bat A).  
Dans le bâtiment A, production ECS semi-collective décentralisée dans 3 locaux techniques au R+2, ce qui permet de supprimer le bouclage.  
ECS : gaz + solaire dans le bâtiment B.  
Chauffage gaz centralisé dans le bâtiment B pour les 2 bâtiments.

**Performance énergétique visée**

**Besoins de chauffage bat A < 33 kW.h/m<sup>2</sup>SHAB.an selon simulation thermique dynamique**  
**Consommations tous usages bat A < 100 kW.h EP/m<sup>2</sup>SHAB.an selon calcul physique**  
**Consommations tous usages bat B < 122 kW.h EP/m<sup>2</sup>SHAB.an selon calcul physique**

**Calcul réglementaire RT 2005**

Cep Bat A = 45,9 kW.hEP /m<sup>2</sup>SHON.an (**niveau Effinergie+**) selon calcul RT 2012  
Cep Bat B = 59,4 kW.hEP /m<sup>2</sup>SHON.an selon calcul RT 2012



*Principales références en  
Maîtrise d'Œuvre :  
Tertiaire Neuf*



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – contact@enertech.fr

## NOM OPERATION

**Enertech Nouveaux Bureaux - Pont de Barret (26)**

## MAITRE D'OUVRAGE

**Enertech SCOP**

**65 Les Balcons de l'Amourier – 26160 Pont de Barret - 04 75 90 18 54**

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes et Economiste : Cabinet Pierre Traversier

Bet Fluides : Enertech Scop Arl

Structure Bois : SIB Solutions - BE Béton : Bureau Mathieu - BE Contrôle : SOCOTEC

## Nature de l'ouvrage descriptif

**Construction de bureaux à Energie positive, Low tech et à faible énergie grise.**

SHON - SU	Coût prévisionnels des travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
757 m <sup>2</sup> - 614 m <sup>2</sup>	890 000 € HT soit 1175 €/m <sup>2</sup> SHON	juil-16	Mission Base + Exe Fluides

## Problématiques et spécificités environnementales

Objectif du programme : construction d'un bâtiment de bureaux R+1 avec rez-de-jardin.

Bâtiment à **Energie Positive** sur la totalité des usages, y compris le "remboursement" de l'énergie grise. Conception Low tech : **bâtiment sans installation de chauffage** fixe (passif au sens strict) et avec **Ventilation décentralisée** bureau par bureau. Conception d'ensemble de type bioclimatique, les matériaux ont été choisis pour leur très faible énergie grise et sont de type **biosourcés**. L'utilisation de matériaux dégageant des COV (notamment formaldéhyde), hormis le bois, a été proscrite. Les abords seront végétalisés avec des essences régionales ayant besoin de peu d'eau.

Bâtiment conçu de manière à faciliter la conversion éventuelle en usage d'habitation pour 6 à 8 logements collectifs.

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Ossature bois, **isolation paille**, planchers bois avec **remplissage de terre crue** (pour l'inertie, tout en limitant l'usage du béton). L'ensemble de l'ossature bois reposant sur un demi-niveau et vide sanitaire en béton armé.

- Mur en caisson bois préfabriqués intégrant 36 cm de paille et complément d'isolation intérieure de 5 cm de laine de bois. Murs semi-enterrés en béton avec ITE et ITI. **U = 0,13 W/m<sup>2</sup>.K sur l'ensemble des murs.**

- Menuiseries bois triple vitrage à haut facteur solaire : **Uw=0,91 W/m<sup>2</sup>.K**, g=0,62. Classement d'étanchéité à l'air A4. Brise soleil orientables au Sud, volet coulissants sur les autres façades.

- Toiture en charpente traditionnelle isolée en comble perdu par 40 cm de ouate (U<0,1 W/m<sup>2</sup>.K).

- Plancher bas réalisée par une dalle flottante sur isolant pour réduire le pont thermique (rez-de-jardin) et en vide sanitaire (U=0,13 W/m<sup>2</sup>.K).

L'étanchéité à l'air a été anticipée dès la conception. Objectif n50=0,6 vol/h sous 50 Pa.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

**La très forte isolation de l'enveloppe permet de s'affranchir d'une installation de chauffage fixe.** La chaleur est apportée par le soleil, l'usage des équipements électriques incontournables (éclairage, bureautique, ..) et la présence des occupants. Possibilité d'utilisation d'appoint (électrique ou autre) de façon ponctuelle en cas d'occupation partielle des locaux, lors des relances après période de vacance ou dépassement des seuils de température de base.

**Ventilation décentralisée** par caissons individuels intégrés en façade, local par local. On a donc une prise d'air neuf et un rejet d'air vicié par local (ou groupe de locaux lorsque le principe du balayage est mis en œuvre).

Confort d'été obtenu par une inertie forte, la gestion optimale des protections solaires et la réduction des apports internes (bureautique etc.) assurée par Enertech. Objectif : température > 28°C moins de 40 heures ouvrables.

Toiture photovoltaïque sur rampant Sud : 95 m<sup>2</sup> en surface rectangulaire et sans ombrage.

L'ensemble des besoins énergétiques du bâtiment est minimisé : éclairage à très basse consommation, bureautique très performante (portables sur station d'accueil), serveur à faible consommation (40 W) etc.

## Performance énergétique visée

**Besoins de chauffage 1 à 5 kW.h/m<sup>2</sup>sub.an** (calcul par STD).

**Consommations tous usages <50 kW.hEP/m<sup>2</sup>sub.an** (calcul physique, y compris électricité spécifique).

**Production photovoltaïque** : plus de deux fois supérieure à la consommation tous usages.



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

**CORIOLIS - ENPC « Bâtiment Descartes »**  
**6-8 Av Blaise Pascal Cité Descartes, 77455 Marne-la-Vallée**

## MAITRE D'OUVRAGE

**Ecole Nationale des Ponts et Chaussées - M. Claude Kremer**  
6 et 8 av. Blaise Pascal Cité DESCARTES, Champs s/ Marne - 77455 Marne-la-Vallée cedex 2 - 01 64 15 30 30

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : Atelier Thierry Roche - Atelier LD  
Bet fluides : Cabinet O. Sidler (Enertech)  
BET HQE : Terre Eco, BET Structure : BE CABUT, BET Economie : Trompille BET Acoustique : Génie Acoustique  
Qualité Santé Bâtiment : Médiéco, CSSI : P2C Ingénierie,

## Nature de l'ouvrage descriptif

**Construction d'un Bâtiment à énergie positive. Optimisation par modélisation dynamique. Certification HQE.**  
**1er prix de l'ingénierie performante délivré par le CFP et ICO dans le cadre de Batimat 2015.**

### SHON - SU

SHON = 5170 m<sup>2</sup> - SDO  
chauffée = 4 487 m<sup>2</sup>

### Coût travaux (€ HT)

13 483 966 €

### Date de livraison

avr-13

### Nature et contenu de la mission réalisée

Mission Base + DET + suivi  
Fluides

## Problématiques et spécificités environnementales

L'objectif de l'Ecole Nationale des ponts et chaussée était de réaliser un bâtiment ambitieux sur le plan environnemental et plus particulièrement sur le plan de la performance énergétique, avec un caractère expérimental. Les objectifs principaux sont : 1/ un bâtiment à énergie positive TOUS usages confondus, et 2/ Un bâtiment certifié HQE. Le thème de l'énergie grise a guidé notre choix de conception. Principales problématiques : mixité des solutions constructives, respect de la réglementation incendie. Un suivi énergétique en cours permettra la mise au point et l'optimisation des équipements.

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Murs extérieurs: ossature bois préfabriquée avec remplissage de ouate de cellulose, menuiseries triple vitrage sur les façades EST/SOUEST et NORD. Isolation des planchers bas en sous face de dalle. Isolation des plafonds par 2 épaisseurs de laine minérale de conductivité 0,032 W/m.K. Protections solaires de type persiennes mobiles, stores et brise-soleil orientables. Traitement complexe de l'étanchéité à l'air. Une procédure de contrôle de l'étanchéité à l'air a été mise en oeuvre.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

La production énergétique pour l'ensemble du bâtiment est assurée par des photopiles installées en toiture. Production de chaleur et de froid par PAC sur sondes géothermiques verticales (28 sondes de 78m de profondeur). Distribution à basse température (35-30°C) par conduits surisolés. Emission par plancher chauffant rafraichissant. Ventilation de type double flux sur l'ensemble de l'opération avec récupération de chaleur sur air extrait (rendement compris entre 70 et 80% selon les centrales). Les centrales de traitement d'air desservant les salles d'enseignement présentent de plus une fonction de rafraichissement adiabatique permettant un abaissement substantiel de la température d'air soufflé. Seule la salle des machines (salle serveurs) est climatisée via une groupe froid double condensation: celui-ci permet de récupérer la chaleur issue de cette climatisation pour le chauffage du bâtiment

Minimisation des consommations d'eau potable et mise en oeuvre d'un système de récupération des eaux pluviales. Mise en oeuvre d'une supervision (Gestion Technique du Bâtiment) visant entre autre à optimiser les consommations des auxiliaires de chauffage et ventilation et à assurer le suivi des postes consommation/production de l'opération. Un travail est en cours auprès des responsables des services informatiques ayant pour objectif la réduction des consommations des postes informatiques. Les principales mesures concernant l'électricité spécifique sont :  
- mise en place d'un réseau "vert" (en remplacement du réseau "onduleur") dont l'alimentation est coupée en dehors des heures d'occupation,  
- déportation des unités centrales de calcul dans la salle des machines (seule salle climatisée).

## Performance énergétique visée

**Consommation chauffage : 5 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon simulation thermique dynamique  
**Consommation tous usages: 97 kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon calcul physique

## Calcul réglementaire RT 2005

Cep = - 28,22 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.an selon calcul RT 2012



INGENIEURS CONSEILS

26160 Pont de Barret

04 75 90 18 54 – contact@enertech.fr

**NOM OPERATION**

**Construction des nouveaux bureaux de la CRIIRAD  
(Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité) - Valence**

**MAITRE D'OUVRAGE**

**CRIIRAD - M. Roland DESBORDES  
29, Cours Manuel de Falla - 26000 Valence - 04 75 41 82 50**

**Equipe de maîtrise  
d'œuvre**

Architecte : AGC Concept  
Bet fluides et Conception énergétique : Enertech

**Nature de l'ouvrage  
descriptif**

**Construction d'un Bâtiment de Bureaux Passifs en ossature bois porteuse et remplissage paille.**

<b>SU - SHON_RT</b>	<b>Coût travaux (€ HT)</b>	<b>Date de livraison</b>	<b>Nature et contenu de la mission réalisée</b>
Su= 667 m <sup>2</sup> dont 450 m <sup>2</sup> chauffé Shon_Rt = 521,9 m <sup>2</sup>	701 722 €	août-13	Mission Base + Exe Fluides

**Problématiques et  
spécificités  
environnementales**

Bâtiment passif présentant des besoins de chauffage <10 kWh/m<sup>2</sup>.an. Murs extérieurs en caissons préfabriqués bois/paille. Recours à des isolants biosourcés (paille, ouate de cellulose) à l'exception de l'isolation sous dalle. Puits canadien hydraulique pour assurer un confort d'été acceptable, lié à la difficulté de ventiler naturellement un bâtiment de plain-pied sans risque d'intrusion.

**Solutions mises en  
œuvre sur l'enveloppe**

Optimisation par simulation thermique dynamique.  
Caisson bois/paille (36 cm épaisseur) ( U =0,15 W/m<sup>2</sup>.K) pour murs extérieurs  
Sol sur TP 20 cm PSE Th29 ( U =0,14 W/m<sup>2</sup>.K)  
Toiture: Isolation en combles par 50cm de ouate de cellulose ( U =0,13 W/m<sup>2</sup>.K)  
Menuiseries bois double vitrage ( Uw = 1,40 W/m<sup>2</sup>.K)  
Etanchéité à l'air: Test final d'infiltrométrie n50 = 0,69 vol/h

**Solutions mises en  
œuvre sur les  
systèmes**

Chauffage par chaudière gaz à condensation, avec modulation de puissance de 10 à 100%, distribution surisolée, radiateurs avec un régime de température de 50/40°C pour maximiser la condensation, régulation terminale avec thermostat + moteur électrothermique par bureau.  
VMC double flux avec récupération de chaleur par échangeur rotatif.  
Puits canadien hydraulique: rafraîchissement de l'air soufflé en été, par batterie froide alimentée par une circulation bouclée d'eau glycolée enterrée.  
Optimisation des consommations électriques des auxiliaires de chauffage et de ventilation (réseaux à faibles pertes de charge, détection de présence dans les locaux peu occupés).  
Eclairage : sources lumineuses efficaces (Led et tubes fluo), détection de présence et de luminosité. Puissance installée de l'éclairage dans les bureaux < 5 W/m<sup>2</sup>.  
Bureautique : mise en œuvre d'un réseau de prises électriques spécifique avec coupure automatique des veilles en dehors des horaires d'occupation des locaux.

**Performance  
énergétique visée**

**Consommation chauffage : 13,0 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon simulation thermique dynamique.

**Performance  
énergétique mesurée**

**Consommation chauffage : 13,0 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon simulation thermique dynamique.

**Calcul réglementaire**

Bbio = 50,40 (bbio max -10%), Cep = 44,8 kW.h<sub>EP</sub>/ m<sup>2</sup><sub>SHONit</sub>.an (Cep max - 20 %) selon calcul RT 2012



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

**NOM OPERATION**

**Cité Scolaire de Saint-Cirgues-en-Montagne  
07510 Saint-Cirgues-en-Montagne**

**MAITRE D'OUVRAGE**

**Conseil Général de l'Ardèche - M. Champanhet**  
Hôtel du Département, Direction Adjointe de l'Investissement en Bâtiments - 07007 Privas cedex - 04 75 66 71 17

**Equipe de maîtrise  
d'œuvre**

Architectes et HQE : Charnay / Fabre & Doisnel ,  
Bet fluides : Sarl Enertech  
BET Structure bois : Gaujard, BET Structure bois : Betebat, BET Economie : Betrec,  
BET Acoustique : Echologos, BET cuisine : MD Resthau, OPC : ATEC bvf.

**Nature de l'ouvrage  
descriptif**

**Construction d'un Bâtiment scolaire de 200 élèves à énergie positive.**  
(Ecole maternelle + Primaire + Collège+ Internat 30 places + CDI, BCD, bibliothèque municipale, et bureaux administration)

SHON - SU	Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
4 641 m <sup>2</sup> - 4 161 m <sup>2</sup>	6 500 000 €	août-14	Mission Base + DET + suivi Fluides

**Problématiques et  
spécificités  
environnementales**

Bâtiment à énergie positive (Production = 1,1 \* Besoins) sur tous les usages sauf la cuisine. Façades et toitures en Caissons préfabriqués bois/paille. Utilisation massive du bois en Structure, y compris planchers intermédiaires.  
Bâtiment situé à 1100 m d'altitude.

**Solutions mises en  
œuvre sur l'enveloppe**

Optimisation par simulation thermique dynamique.  
Caisson bois/paille (36 cm épaisseur) ( U =0,15 W/m<sup>2</sup>.K) pour murs et toiture.  
Murs enterrés 20 cm ITE ( U =0,125 W/m<sup>2</sup>.K)  
Sol sur TP 15 cm PSE Th30 ( U =0,21 W/m<sup>2</sup>.K)  
Menuiseries bois triple vitrage ( Uw = 1,10 W/m<sup>2</sup>.K) sur façades Nord, Est, Ouest  
double vitrage ( Uw = 1,50 W/m<sup>2</sup>.K) sur façade Sud  
Etanchéité à l'air: objectif n50 <= 0,6 vol/h

**Solutions mises en  
œuvre sur les  
systèmes**

Chauffage au bois (plaquettes forestières), distribution surisolée, émetteurs radiateurs Plancher chauffant dans le hall.  
VMC double flux avec récupération de chaleur. PV : 84 kWc, ecs solaire : 20 m<sup>2</sup>, Appoint ECS : bois plaquettes forestières.  
Forte démarche sur les consommations électriques des auxiliaires de chauffage et de ventilation (Réseaux à faibles pertes de charge, dessin optimisé, regroupement par zones d'utilisation des locaux, large dimensionnement des CTA, détection de présence et qualité d'air dans les classes, programmation horaire et hebdomadaire...), d'éclairage (sources lumineuses efficaces, leds et fluos à haute efficacité, zonage, études d'éclairage précises, scénarios d'éclairage), de bureautique.  
Réseaux ECS surisolés, limités aux seules zones avec nombreux points de puisage (cuisine et internat). Les autres locaux sont desservis par ballon électrique de petit volume, sursisolés (jaquette complémentaire) et pilotés par horloge.  
Robinetterie économe, avec limiteurs de débits, et temporisation. Douches internat interrompables.  
Hottes cuisine triple flux à jets de captation (haute efficacité de captage, minimisation des débits à extraire).  
Laverie à condensation, chambres froides surisolées.

**Performance  
énergétique visée**

**Consommation chauffage : 18,0 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon simulation thermique dynamique  
**ECS : 8,2 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon calcul physique (Coef EP du Bois = 1,0)

**Calcul réglementaire  
RT 2012**

Bbio = 42,70 (bbio max -31%), Cep = - 34,10 kW.h<sub>EP</sub>/ m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.an (Cep max - 141 %) selon calcul RT 2012



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)



## NOM OPERATION

**INEED**  
**Valence (26)**

## MAITRE D'OUVRAGE

**CCI de la Drôme - Mme Der Katchadourian**  
**26000 Valence - 04 75 78 67 25**

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : D.Dessus - Sorha  
Bet fluides HQE: Cabinet O. Sidler (Enertech)  
BET Economie, VRD, Structure, Béton: BETREC  
Bet Structure Bois: CBS

## Nature de l'ouvrage descriptif

**Construction d'un immeuble de bureaux basse consommation.**

### SHON - SHAB

3 989 m<sup>2</sup> - 2 818 m<sup>2</sup> + atelier

### Coût travaux (€ HT)

3 635 744 €

### Date de livraison

juil-06

### Nature et contenu de la mission réalisée

Mission Base + Exe + Hqe Fluides

## Problématiques et spécificités environnementales

Forte démarche sur l'énergie et les matériaux :

- bâtiment de niveau **Passiv Haus** tous usages confondus ( Consommation inférieure à 120 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>)
- importante quantité de bois en structure 350m<sup>3</sup> ( plancher collaborant bois béton procédé Sandoz EPFL et D'Dalle de CBS), murs en brique, enduit en terre crue, linoléum toute surface.

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Monomur de 50 cm, 20 cm de polyuréthane en toiture, Isolant sous dalle (terre plein) 10 cm toute surface.  
Menuiseries bois DV PE Argon, classe d'étanchéité à l'air A3.  
Protections solaires fixes en façade Sud + structure métallique extérieure végétalisée.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

Génération chaleur par chaudière gaz condensation à haut rendement brûleur à géométrie variable puissance variable de 10 à 100%, sans circuit primaire (procédé Varino de Guillot)

Pompes et ventilateurs à débit variable optimisé, forte isolation de l'ensemble des réseaux hydrauliques (déperdition inférieure à 7 W/ml). Radiateurs basse température, et équilibrage soigné.

VMC double flux avec récupérateur rotatif haut rendement, couplé avec puits canadien ( 480 m canalisations de 200 mm à 1,5 et 2,5 m de profondeur). Ventilateurs à basse consommation pilotés à débit variable, pression constante. Asservissement des registres des salles de réunion ( 50 % des débits environ) à la détection de présence. Optimisation des pertes de charge des réseaux (< 0,7 Pa/m) par surdimensionnement des diamètres.

ECS électrique produit localement au poste de puisage.

Eclairage par luminaires à haut rendement tube T5, choix des réflecteurs (généralisation des études d'éclairage, niveau d'éclairement, contrastes, homogénéité d'éclairement). Limitation à 200 lux en éclairage d'ambiance. 350 lux sur postes de travail par lampes LFC. Commande séparée en 2 zones mini par bureau. Asservissement par détection de présence dans les circulations et les espaces sanitaires.

Généralisation des postes informatiques de type portable avec station d'accueil, pas de réseau ondulé centralisé. Extinction des photocopieurs et imprimantes hors heures de bureau. BAES basse consommation < 2,3 W. Eclairage extérieur autonome sur PV.

## Performance énergétique mesurée

**Chauffage : 26 et 33 kW.h/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** (1ère et 2ème année de mesure)

**Electricité : 21 et 26 kW.h<sub>ELEC</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an tous usages**

## Calcul réglementaire RT 2000

Cep de 47,60 kW.h<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>.an. ( Cepref - 47%) selon calcul RT 2000



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

**Parc Technologique - « Cité de l'Environnement »  
Saint-Priest (69)**

## MAITRE D'OUVRAGE

**FOR HOME - M. Gilbert GOUTHERAUD**  
5 chemin des Tilleuls - 69 130 Ecully - 04 72 37 38 13

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : Atelier Thierry Roche  
Bet fluides : Cabinet O. Sidler (Enertech)  
BET HQE : Tribu  
BET Economie, Structure: BETREC

## Nature de l'ouvrage descriptif

**Construction d'un bâtiment de bureaux à énergie positive.**

SHON - SU	Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
4 495 m <sup>2</sup> - 3 711 m <sup>2</sup>	9 915 000 €	sept-09	Mission Base + Exe Fluides

## Problématiques et spécificités environnementales

### Un des premiers bâtiments de bureaux à énergie positive de France.

Le niveau énergie positive (BEPOS) est particulièrement difficile à atteindre sur un bâtiment de bureau, en raison de l'importance des consommations d'électricité spécifique, notamment l'éclairage et la bureautique. La conception du bâtiment a donc nécessité de réfléchir à ces usages et à les réduire, en travaillant à la fois sur l'éclairage très performant et sur les usages de bureautique (gestion des veilles, usage des ordinateurs portables encouragé...).

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

L'enveloppe bénéficie d'un niveau d'isolation extrêmement performant. Les murs sont isolés par l'extérieur avec 20cm de polystyrène (R=5 m<sup>2</sup>.K/W) et le bardage en bois est supporté avec des cales assurant la rupture du pont thermique. Le plancher bas a été isolé en sous face par 14 cm de laine de roche, et 24 cm de polyuréthane sous étanchéité isolent la toiture terrasse.

Les menuiseries extérieures sont en bois-aluminium équipés de triple vitrages, de performance Uw=0,9 W/m<sup>2</sup>.K, occultés par des brise soleil orientables. Les surfaces vitrées ont été optimisées pour favoriser à la fois la performance thermique en hiver, le confort d'été en été, et le confort visuel des usagers.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

La ventilation est de type VMC double flux avec échangeur rotatif à haut rendement et faible consommation électrique. Un préchauffage par batterie à eau a été mis en place, ainsi qu'un asservissement du fonctionnement de ces équipements sur les horaires d'utilisation, et une détection de présence pour les salles de réunions.

Le chauffage est assuré par une PAC géothermique de 87 kW alimentée par un réseau de capteurs horizontaux (en 2 nappes sur 1700 m<sup>2</sup> de terrain). Le rafraîchissement est réalisé par géocooling (rafraîchissement gratuit avec les capteurs géothermiques sans passer par la PAC), et émis par le plancher chauffant réversible. La distribution est fortement calorifugée, les pompes sont à débit variable et une régulation précise par zone a été mise en place.

La gestion de l'eau a été travaillée avec la mise en place de limiteurs de débits autorégulés, l'alimentation en eau froide uniquement de certains points de puisage. Des urinoirs sans eau ont été mis en place, ainsi qu'un système de récupération des eaux pluviales pour l'arrosage et les WC.

Les usages électriques spécifiques représentent 90% des consommations d'énergie. Une attention particulière a donc été apportée à chacun de ces usages. L'éclairage est à très faible consommation (puissance installée de 6 W/m<sup>2</sup>), avec différenciation entre le niveau d'éclairage de base des bureaux (tubes T5 et luminaires à haut rendement) et la tâche de travail (appoint par lampe à LBC). L'éclairage naturel a été favorisé (FLJ de 2% sur les plans de travail). La détection de présence a été mise en oeuvre dans tous les locaux communs. Les BAES sont à basse consommation.

En ce qui concerne l'informatique : l'usage généralisé des ordinateurs portables a été encouragé. Les réseaux ondulés centralisés ont été supprimés. Les mises en veille automatique ont été programmées, et les équipements de reprographie ont été mutualisés. Les équipements type machine à café, micro-onde et frigo ont été placés dans des espaces collectifs.

L'installation photovoltaïque comporte 1300 m<sup>2</sup> de capteurs, totalisant 160 kWc, pour une productivité de 146 000 kW.h par an.

## Performance énergétique visée

Chauffage : 3 à 4 kW.h<sub>ELEC</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an selon STD - Electricité : 22 à 30 kW.h<sub>ELEC</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an  
BEPOS : consommation tous usages (yc bureautique) couverte par la production photovoltaïque

## Calcul réglementaire RT 2005

Cep de -52.1 kW.hep/m<sup>2</sup>shon.an selon calcul RT 2005 (46.1 sans production Photovoltaïque)



*Principales références en :  
rénovation*



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

**Cité des Aubépins - Chalon sur Saône (71)**

## MAITRE D'OUVRAGE

**OPAC Saône et Loire - M. Eric Philippart**  
800 Av. Mal de Lattre de Tassigny - 71009 Mâcon Cedex - 03 85 32 60 00

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architecte : Chambaud Architectes Mâcon  
Cabinet O. Sidler (Sarl Enertech)  
Etamine/Socotec/Sybois

## Nature de l'ouvrage descriptif

**Réhabilitation en site occupé de 649 logements de la Cité des Aubépins.**

	SHON - SHAB	Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
1ere tranche 197 logements	12 443 m <sup>2</sup> - 9 821 m <sup>2</sup>	7 000 000 €	mai-13	Tous lots fluides Mission Base + Exe
2nde tranche 452 logements	24 058 m <sup>2</sup> - 18 924 m <sup>2</sup>	13 800 000 €	décembre-15	Tous lots fluides Mission Base + Exe

## Problématiques et spécificités environnementales

Première opération de rénovation massive à très basse consommation (classe A) < 50 kW.h<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>shab.an, en site occupé de 649 logements, répartis sur 9 bâtiments construits dans les années 1950. La cité des Aubépins comporte 3 typologies de bâtiments allant du R+4 au R+11.

Outre les aspects énergétiques, le budget de rénovation comporte une part importante affectée au réaménagement de logements (abattage de cloisons, fusions de logements entre eux,...). Ces travaux sont réalisés en fonction des disponibilités de logements vacants.

Par ailleurs de l'amiante est présente dans les bâtiments, ce qui complexifie les travaux.

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

L'isolation des murs est réalisée par l'extérieur en laine minérale (260 mm au total) reprenant des différences de nu importantes (entre allèges, about de dalles et abouts de refends), portée par une structure bois et protégée par un bardage. Les menuiseries sont remplacées par des blocs baie PVC performants.

L'étanchéité en toiture terrasse des R+11 est rénovée avec 18cm de polyuréthane, tandis que pour les R+4 de la ouate de cellulose (40 cm) est insufflée en combles perdus. Le plancher bas est isolé sous dalle par flocage de 12cm sur isolant existant ou de 20cm sous dalle nue.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

Sur ce projet la VMC double flux décentralisée a été étudiée mais finalement non retenue sur l'ensemble de l'opération. Réalisation d'une ventilation simple flux hygro-réglable basse pression ou naturelle assistée.

Le principe actuel de production ECS par préparateurs individuels est conservé. Les équipements vétustes sont remplacés par des préparateurs gaz à ventouse. L'installation de chauffage par le réseau de chaleur est rénovée et calorifugée. L'émission de chaleur est assurée par un réseau de radiateurs réutilisés ou créés. Des vannes électrothermiques pilotées par thermostats sont mises en place et permettent une régulation terminale très performante.

Les installations électriques sont rénovées et un éclairage performant des parties communes est mise en place.

## Autres travaux

Parties communes : remplacement des portes palières, peinture des communs, réfection des halls d'entrée. Reconfiguration voire fusion de certains logements.

## Certifications et labels

Démarche de **qualité environnementale** pilotée par Etamine.  
Projet bénéficiant d'une subvention FEDER.

## Performance énergie visée

**Chauffage : < 40 kW.h<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>shab.an** selon simulation thermique dynamique  
**ECS : 25 kW.h<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>shab.an** selon calcul physique

## Calcul réglementaire RT 2005 réno.

Objectif de réduction du Cep de 100 kW.h<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>shon.an par rapport au Cep initial.  
Cep d'environ 60 kW.h<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>shon.an sur chacun des 9 bâtiments



**NOM OPERATION**

**Salle des Fêtes Fernand Léger**

**MAITRE D'OUVRAGE**

Mairie de Portes-lès-Valence - M. Julien Vye  
Place de la République - 26800 Portes-lès-Valence - 04 75 57 95 20

**Equipe de maîtrise  
d'œuvre**

Architectes : Caroline Maréchal  
Cabinet O. Sidler (Enertech)  
Dicobat Sarl ICS

**Nature de l'ouvrage  
descriptif**

Rénovation d'une salle Polyvalente à **Energie Positive** - Lauréat Prébat

SHON - SHAB	Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
500 m <sup>2</sup> SHON 478 m <sup>2</sup> SUB	503 500 €	octobre-10	Tous lots fluides Mission Diag + Base+Exé

**Problématiques et  
spécificités  
environnementales**

Restructuration lourde et transformation en bâtiment à énergie positive. Réutilisation d'un maximum d'éléments : structure lourde, dalle active. Utilisation de matériaux bio-sourcés (bois, ouate de cellulose).

**Solutions mises en  
œuvre sur l'enveloppe**

Une conception bioclimatique de l'enveloppe se concentrant sur :  
- une isolation performante de l'enveloppe (ITE par 20cm de laine de verre sous structure bois, triple vitrage et double menuiseries double vitrage aluminium à rupteur de pont thermique, isolation de la toiture avec 25 cm de ouate),  
- l'apport d'un puit de lumière zénithal orienté au nord généreux en éclairage naturel pour la salle principale,  
- la pose de protections solaires sur les vitrages des salles annexes.  
Pour le gros oeuvre : par souci d'économie des matériaux, l'ossature en béton banchée du bâtiment a été conservée, ainsi que la dalle de structure (dalle active). Des reprises de maçonnerie ont été réalisées au niveau de la charpente bois pour permettre l'aménagement d'un plénum technique, pour modifier l'inclinaison d'une partie de la toiture et pour murer certaines ouvertures. Il a également fallu reprendre les encadrements de fenêtres.

**Solutions mises en  
œuvre sur les  
systèmes**

La production de chaleur est assurée par la Pompe à chaleur géothermique eau/eau non réversible associée à une dalle active et à une batterie réversible sur le soufflage. La PAC assure également la production d'une partie de l'ECS. La haute performance de cette PAC est rendue possible grâce à une température de l'évaporateur élevée (température de l'eau de forage à 15.7°C selon le sondage réalisé en amont des travaux) et une température du condenseur faible pour le chauffage (régime d'eau dalle active 31/26°C et batterie 40/35°C). Le compresseur à débit variable type Scroll Inverter, permet de moduler la puissance consommée du compresseur en fonction des besoins, sans nécessiter de ballon tampon.

En été, la dalle active est rafraîchie par l'eau des forages via un échangeur à plaques plutôt surdimensionné ce qui permet d'avoir une faible perte de charge et un faible pincement de température.

CTA double-flux à récupération de chaleur par échangeur à plaque haut efficacité 90%. Système de ventilation à déplacement d'air avec une plage de variation de débit très importante pour s'ajuster aux charges internes. La régulation du débit de la ventilation est indépendante pour chacune des 3 salles principales selon des sondes de CO<sub>2</sub>, d'hygrométrie et de température. Un automate avec accès Web permettant de connaître le comportement du bâtiment et des systèmes en direct.

Eclairage performant avec détection de présence et gradation. Installation photovoltaïque intégrée dans la toiture zinc. 209 m<sup>2</sup> en amorphe développant 11,5 kWc.

**Certifications et labels**

Projet Lauréat Prébat 2009

**Performance énergie  
visée**

Consommation de Chauffage : 18 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SUB</sub>/an selon simulation thermique dynamique  
Consommations tous usages 70 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SUB</sub>/an selon calcul physique  
Consommations tous usages couvertes par la production Photovoltaïque.

**Calcul réglementaire  
RT 2005 réno.**

Cep = 6,1 kW.h<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>.an selon calcul Th-CE-Ex



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

**Siège de la Fédération du Bâtiment  
Valence (26)**

## MAITRE D'OUVRAGE

**Sci Espace BTP - M. Frédéric Reynier  
57 Av. de Lautagne - 26904 Valence Cedex 9 - 04 75 75 91 91**

## Equipe de maîtrise d'œuvre

Architecte : Sorha  
Cabinet O. Sidler (Enertech)  
Bet Structure : Betebat Economiste : STI Btp

## Nature de l'ouvrage descriptif

**Rénovation thermique et transformation en bâtiment à énergie positive d'un immeuble de bureaux  
(siège de la Fédération du Bâtiment) sur la commune de Valence (Drôme) - Lauréat Prébat**

### SHON - SU

1 741 m<sup>2</sup> - 1 152 m<sup>2</sup>

### Coût travaux (€ HT)

1 500 000 €

### Date de livraison

Nov. 2011  
**suivi jusqu'en Nov 2013**

### Nature et contenu de la mission réalisée

Diagnostic + Fluides  
Mission Base + Exe + Suivi

## Problématiques et spécificités environnementales

Transformation rénovation de l' « espace BTP Drôme Ardèche » datant de 1995 en bâtiment à énergie positive sur tous les usages (BEPOS) ce qui est une première pour un bâtiment de bureaux en rénovation. Cette opération a également fait l'objet d'un suivi énergétique pour mise au point et optimisation des équipements.

## Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Le projet se veut une vitrine de la profession. C'est pourquoi plusieurs techniques ont été utilisées pour chaque thème. Ainsi les murs ont été isolés par l'extérieur, en partie avec de la laine minérale sous bardage pierre pour la partie bureaux et en partie avec du polystyrène sous enduit pour la partie salles de réunions. Cette isolation vient en renfort de celle existante côté intérieur. En toiture terrasse l'étanchéité a été refaite sur 13 cm de polyuréthane, tandis que le flocage du plancher bas a été remplacé en 17cm d'épaisseur.

## Solutions mises en œuvre sur les systèmes

Les menuiseries existantes des bureaux ont été conservées et renforcées par l'ajout de menuiseries aluminium double vitrage au nu extérieur. Les menuiseries des salles de réunion ont été remplacées par des menuiseries bois aluminium double ou triple vitrage selon l'orientation.

Deux centrales de traitement d'air double flux à récupération de chaleur centralisée ont été mises en place. La CTA des salles de réunion est régulée par sondes CO2 et détecteurs de présence afin d'ajuster au plus près des besoins les débits de ventilation. Programmation horaire pour les deux CTA afin de ne ventiler le bâtiment qu'aux heures d'occupation.

Le chauffage et le rafraîchissement sont désormais assurés par une pompe à chaleur géothermique alimentée par des forages sur nappe. Une des particularités de l'opération est la réutilisation des ventilo-convecteurs existants, ce qui a nécessité un relevé précis et le re-calcul complet de la puissance des émetteurs pour optimiser la loi d'eau et donc le COP de la pompe à chaleur. La baisse importante des besoins de chauffage a permis d'abaisser sensiblement le régime de température de l'installation et donc de fonctionner avec un COP élevé. Remplacement des pompes par des modèles à vitesse variable et basse consommation.

Les luminaires ont été remplacés par des modèles performants (tubes T5 à ballast électronique et excellent rendement optique). Tous les luminaires des circulations sont asservis à de la détection de présence. Au niveau informatique, le passage aux ordinateurs portables est fortement encouragé.

Une importante installation photovoltaïque de 360 m<sup>2</sup> a été mise en place sur la toiture. Elle permettra de couvrir annuellement tous les besoins énergétiques du bâtiment, y compris l'électricité spécifique.

## Calcul réglementaire

Cep de 24 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>.an selon calcul Th-CE-Ex (RT 2005 réno).

## Performance énergie visée

**BEPOS, une première pour un bâtiment de bureaux en rénovation.**  
**Chauffage 32 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon simulation thermique dynamique  
**Electricité spécifique 140 kW.h<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup><sub>SU</sub>.an** selon calcul physique

## Performance énergie mesurée

**Niveau Energie positive atteint**, mesures à l'appui, sur l'année de mesure 2013-2014 : le bâtiment produit plus d'énergie qu'il n'en consomme sur tous les usages confondus.



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

## NOM OPERATION

## Rénovation Résidence du Clos Jouve - Lyon (69)

### MAITRE D'OUVRAGE

Grand Lyon Habitat - Mme Céline Dumoulin  
Immeuble Terra Mundi, 2 Place de Francfort - 69444 Lyon Cedex 03 - 04 72 74 68 00

### Equipe de conception

Architecte : Atelier Hervé Vincent  
Sarl Enertech - Economie Egis Batiment

### Nature de l'ouvrage descriptif

Rénovation de 297 logements sociaux en site occupé répartis dans 5 bâtiments R+5.

SHAB	Estimation Coût travaux (€ HT)	Date de livraison	Nature et contenu de la mission réalisée
14 285 m <sup>2</sup>	14 110 000 €	Phase APD en cours	Tous lots fluides, mission Base + Exe + coordination QEB

### Problématiques et spécificités environnementales

Rénovation massive à basse consommation (BBC Reno), de 297 logements en **site occupé**.

Respect du **référentiel QEB** de la Région Rhône Alpes.

Importante problématique patrimoniale : bâtiments en **zone protégée** au titre des Bâtiments de France. Echanges avec les ABF en cours.

### Solutions mises en œuvre sur l'enveloppe

Phase APS : le choix de la stratégie d'isolation n'est pas encore arrêté. Une isolation par l'extérieur reste la plus avantageuse car elle assurera la sauvegarde du bâti en évitant les ponts thermiques. Nous nous proposons de recréer l'architecture existante riche en détails. Echanges en cours avec l'ABF. Le scénario d'isolation par l'intérieur semble très difficile à réaliser, compte tenu de la forte appropriation des logements par les locataires.

Divers scénarii sont en cours d'étude. Ces scénarii portent sur le type d'isolation des parois verticales (avec diverses variantes par façade et/ou par étage), le remplacement des menuiseries existantes et le traitement de l'étanchéité à l'air, le remplacement de l'isolation en combles et la mise en oeuvre d'une isolation par flocage du plancher haut du sous-sol.

### Solutions mises en œuvre sur les systèmes

Ventilation envisagée : ventilation simple flux autoréglable à 0,5 vol/h avec récupération de chaleur par Pompe à chaleur (PAC sur air extrait) pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Mise en oeuvre de une ou plusieurs chaufferies collectives, selon optimisation technico-économique en cours. Génération de chaleur par PAC sur air extrait avec appoint gaz. Mise en oeuvre d'une distribution de chauffage et d'ECS collective fortement calorifugée. Mise en place de radiateurs à eau (ou leur réutilisation dans certains logements) et régulation par un thermostat par logement.

### Autres travaux

Parties communes : Mise aux normes des ascenseurs, interventions concernant la sécurité incendie, remplacement des portes palières, peinture des communs,...

Reconfiguration de logements (notamment les salles d'eau), fusion de logements

### Certifications et labels

Référentiel QEB de la Région Rhône Alpes.

BBC effinergie rénovation.

Certification Cerqual : Patrimoine Habitat profil Rénovation énergétique.

### Performance énergie visée

Besoin de chauffage : en cours

ECS : en cours

### Calcul réglementaire RT 2005 réno.

Calcul du Cep en cours. **Niveau BBC rénovation.**



*Principales références en :  
AMO, campagnes de mesure,  
études, formation.*



**NOM OPERATION**

**Appel à projet de la Région Bourgogne  
Rénovations à très basse consommation**

**MAITRE  
D'OUVRAGE**

**Conseil Régional de Bourgogne  
Dominique Marie - 03 80 44 33 75**

**Nature de la mission**

Mission d'Assistance à Maître d'Ouvrage  
Aide à la conception, relecture des DCE et visites de chantier  
pour 118 opérations très performantes, dont 32 rénovations à très basse consommation.

**Exemples d'opérations**

**Description, spécificités**



Autun (71) - Saint Pantaléon  
104 logements à R+7

MOA : OPAC Saône et Loire  
Architecte : Lacagne & Stafie  
BET : BEM Ingénierie  
AMO : Enertech

Opération de l'appel à projet 2006, c'est une des premières rénovations à très basse consommation réalisée sur un bâtiment de logement collectif de cette taille. Rénovation en site occupé, comprenant ITE sur ossature bois, remplacement des menuiseries (double vitrage PVC), isolation du plancher bas et de la toiture, ventilation naturelle assistée, calorifuge des réseaux et rénovation de la sous station de chauffage urbain.  
Coût de la partie rénovation thermique STU uniquement : 220 €/m<sup>2</sup> SHAB.



Nuits St Georges (21)  
20 logements à R+4

MOA : SCIC Habitat Bourgogne  
Architecte : BEC Carminati  
BET : BEAT JP Penchenat  
AMO : Enertech

Rénovation en site occupé de 20 logements : isolation extérieure par 15cm de PSE graphité sous enduit, menuiseries double vitrage PVC, isolation du plancher bas et de la toiture (18 cm de polyuréthane).  
Un système de ventilation double flux centralisée a été mis en place par carottage de dalles. Chauffage au gaz avec radiateurs, régulation terminale par vannes pilotées par un thermostat par pièce. ECS solaire appoint gaz.  
Coût de la partie rénovation thermique STU uniquement : 258 €/m<sup>2</sup> SHAB (hors solaire - total travaux d'économie d'énergie : 320 €/m<sup>2</sup> SHAB).



Chenôve (21)  
54 logements à R+4

MOA : Orvitis  
Architecte : Chaudonneret et Danon  
BET : Elithis  
AMO : Enertech

Rénovation en site occupé de 54 logements. l'isolation extérieure a été réalisée en complément sur une ITE existante. Menuiseries bois en triple et double vitrage selon orientation. Isolation du plancher bas et de la toiture.  
Création d'une ventilation double flux par carottage de dalle. Chauffage par réseau de chaleur. Emission de base par la dalle active. Une batterie sur le soufflage pilotée par un thermostat par logement permet l'appoint de chaleur et la régulation de la température des logements.  
Coût de la partie rénovation thermique STU uniquement : 261 €/m<sup>2</sup> SHAB.



Chauffailles (71)  
Maison individuelle

MOA : SCI Chevadat  
Architecte : JM Deverchere  
AMO : Enertech

Réhabilitation d'une maison en pierre. isolation par l'intérieur en laine de verre de 14 cm avec freine vapeur. Menuiseries en bois équipées de triple vitrage. Isolation du plancher bas sous dalle. Isolation de la toiture avec 28cm de laine de verre et complément en laine de bois.  
Une ventilation double flux a été mise en place, ainsi qu'une production ECS solaire. Le poêle bouilleur à granulés de bois assure le chauffage par rayonnement et l'appoint ECS en hiver.  
Coût de la partie rénovation thermique STU uniquement : 227 €/m<sup>2</sup> SHAB.

Au total **32 opérations de rénovation** mettant en œuvre la **Solution Technique Universelle (STU)** créée par Enertech :  
Isolation d'une résistance de 4,3 m<sup>2</sup>.K/W dans les murs et le plancher bas, 7,5 m<sup>2</sup>.K/W en toiture, remplacement des menuiseries (double vitrage si ITE, triple vitrage si ITI), ventilation double flux et régulation terminale performante.

**NOM OPERATION**

**AMO lycées à basse consommation  
Région Languedoc Roussillon**

**MAITRE  
D'OUVRAGE**

Conseil Régional de Languedoc Roussillon  
Joelle Efforsat - 04 67 22 93 24

**Nature de la mission**

Mission d'Assistance à Maître d'Ouvrage  
Analyse Concours, aide à la conception, relecture des APS, APD et DCE, assistance en phase EXE, visites de chantier, assistance en phase Mise au Point, et Campagnes de Mesures.  
Mission en cours. Concerne actuellement 36 lycées neufs et rénovés.

**Exemples d'opérations**

**Description, spécificités**



Lycée Marc Bloch à Sérignan  
Construction neuve  
18 400 m<sup>2</sup> utiles  
  
MOA : Région LR  
Architecte : Fontès Architecture  
BET : Patrick DURAND  
AMO : Enertech

**Mission réalisée : suivi AMO énergie complet en phase conception et chantier, assistance en phase EXE et sur la GTC.**  
Performance visée : 10 kW.h/m<sup>2</sup> de besoin de chauffage, 10 kW.h/m<sup>2</sup> tous usages confondus d'électricité en énergie finale.  
Description sommaire : isolation intérieure 16 cm de laine GR32, rupteurs de ponts thermiques, double vitrage alu, ventilation double flux, pompe à chaleur géothermique, émission de chaleur sur l'air.  
Avancement : Livré septembre 2013



Lycée Honoré de Balzac à  
Castelnau-le-lez  
Restructuration-Extension  
8 539 m<sup>2</sup> utiles  
  
MOA : Région LR  
Architecte : N+B Architectures  
BET : Arcoba  
AMO : Enertech

**Mission réalisée : suivi AMO énergie complet en phase conception et chantier, assistance en phase EXE et sur la GTC.**  
Performance visée : Chauffage, ECS et rafraîchissement : 50 kW.h EF/m<sup>2</sup> SHON.an ; Electricité : 15 kW.h EF/m<sup>2</sup> SHON.an ; réduction de 50% des coûts d'exploitation liés au chauffage.  
Description sommaire : isolation extérieure 15 cm de laine minérale Th35, double vitrage bois, ventilation double flux, chaufferie bois, émission par radiateurs.  
Avancement : Chantier en cours



Lycée Prévert à St Christol-lès-  
Alès - Construction neuve  
16 740 m<sup>2</sup> SHON  
  
MOA : Région LR  
Architecte : Berardi-Piro-  
Chabanne  
BET : Vtb & Associés  
AMO : Enertech

**Mission réalisée : suivi AMO énergie en phase conception (analyse APD et DCE), suivi de chantier, assistance sur la GTC.**  
Performance visée : Chauffage, ECS et rafraîchissement : 50 kW.h EF/m<sup>2</sup> SHON.an ; Electricité : 15 kW.h EF/m<sup>2</sup> SHON.an.  
Description sommaire : isolation intérieure 10 cm et rupteurs de ponts thermiques, double vitrage alu, ventilation simple flux, chaudière bois.  
**Campagne de mesure portant sur les installations d'éclairage.**  
**Etude d'optimisation de la puissance installée** : grâce à cette étude, le lycée a pu rester en Tarif jaune (< 250 kVA). Puissance maximale atteinte à ce jour depuis réalisation : 167 kVA (mesurée).  
Avancement : bâtiment occupé depuis septembre 2009.



Lycée Jean Mermoz à  
Montpellier  
53 500 m<sup>2</sup> SHON  
  
MOA : Région LR  
Campagne de Mesure :  
Enertech

**Mission réalisée : suivi AMO énergie en phase conception (analyse APD et DCE), suivi de chantier, assistance sur la GTC.**  
Performance visée : Chauffage, ECS et rafraîchissement : 50 kW.h EF/m<sup>2</sup> SHON.an ; Electricité : 15 kW.h EF/m<sup>2</sup> SHON.an.  
Description sommaire : isolation intérieure 10 cm et rupteurs de ponts thermiques, double vitrage alu, ventilation simple flux, réseau de chauffage urbain.  
**Campagne de mesure portant sur les installations d'éclairage.**  
**Etude d'optimisation de la puissance installée** : grâce à cette étude, le lycée a pu rester en Tarif jaune (< 250 kVA). Puissance maximale atteinte à ce jour depuis réalisation : 167 kVA (mesurée).  
Avancement : bâtiment occupé depuis septembre 2009.



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)

**NOM OPERATION**

**ZAC Presqu'île Grenoble (38)**

**AMENAGEUR**

**SEM Innovia - M.Pierre KERMEN**  
38027 Grenoble Cedex 1 - 04 76 48 48 09

**Nature de la Mission**

**Mission d'accompagnement pour la réalisation d'une ZAC à très faible consommation d'énergie**

**SHON - SHAB - SU**

350.000 m<sup>2</sup>

**Date de livraison**

Début en 2011- Fin prévue en 2017

**Présentation du projet**

La mission a consisté à concrétiser les objectifs généraux définis par l'aménageur dans le cadre d'un programme Investissement d'Avenir : rédaction d'un cahier des charges énergétique destiné aux constructeurs (avec définition des moyens à mettre en oeuvre et des méthodes de travail souhaités).

En parallèle elle a consisté à faire évoluer, à optimiser puis à dimensionner en vue de sa réalisation, la boucle d'eau mutualisée à basse température qui devra concerner tous les bâtiments sans exception (350.000 m<sup>2</sup>). Une étude économique comparative a été faite avec les autres solutions disponibles.

Elle inclut également l'accompagnement de tous les maîtres d'ouvrage au cours de la conception, notamment autour de la partie concernant la mise en oeuvre systématique de pompes à chaleur pour les besoins thermiques de chaque immeuble :

- suivi des étapes de la conception,
- examen des rapports de simulation dynamique,
- relecture des CCTP,
- contrôle de chantier, etc.

**Performances attendues**

L'objectif réglementaire a été fixé à RT 2012 - 30 %.

Cet objectif a été assorti d'une seconde contrainte sur la performance réelle des installations de chauffage : 25 kWh/m<sup>2</sup>Shab/an.

Des objectifs en énergie grise ont également été mis en place avec le souhait de ne pas dépasser 1.400 kWh/m<sup>2</sup>.

**Campagnes de mesure**

Conformément aux exigences de la Caisse des Dépôts, d'importantes campagnes de mesure seront conduites par Enertech sur 4 bâtiments.

L'objectif est de :

- contrôler les performances réellement obtenues,
- voir ce qui a fonctionné comme il était prévu, et ce qui n'a pas fonctionné dans le but de comprendre pourquoi dans chaque cas .

Les opérations financées à partir de fonds publics doivent légitimement faire systématiquement l'objet d'une évaluation de leurs performances afin de valoriser ce qui a été acquis par cette expérimentation.

**NOM OPERATION**

**Stratégie Energétique  
Conseil Général Val de Marne**

**MAITRE  
D'OUVRAGE**  
Partenaire

**Conseil Général du Val de Marne**  
**Alexandre LASPRESSES - Service Energie, Prospective, et Faisabilité - 01 43 99 83 01**  
**Institut négaWatt**

**Nature de la mission**

Accompagnement pour le développement d'une **stratégie énergétique sur l'ensemble du parc immobilier** du département.  
Développement d'un outil de pilotage des actions énergétiques à mener à l'horizon 2050.  
Accompagnement dans la définition de la trajectoire à suivre et pour la mise en place des actions.

**Objectifs**

Scnario négaWatt 2050 : réduction de 38% des consommations d'énergie et 50% des émissions de gaz à effet de serre de leur parc immobilier à l'horizon 2050, y compris avec les nouveaux bâtiments (construction ou acquisition).

Bâtiments

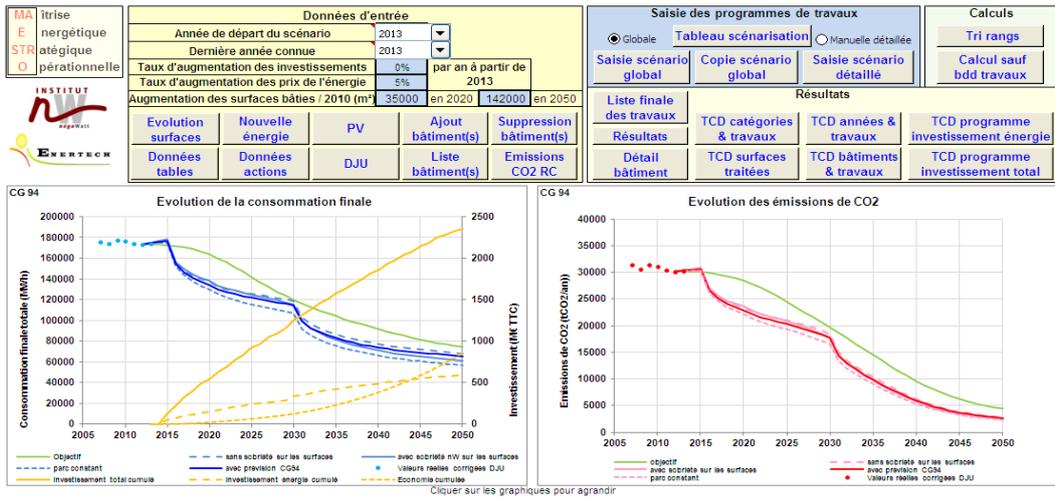
**300 bâtiments** répartis sur l'ensemble du département (40% de collèges, 30% de crèches et des CIO, EDS ou social, bâtiments administratifs, foyers, bâtiments de parcs et de centres de loisirs, divers). **Surface totale étudiée : 930 000 m<sup>2</sup>**.

Etat initial du parc

Génération d'un **tableau de bord** pour la centralisation des factures énergétiques et le suivi des consommations (économies réalisées ou dérivées).  
Désagrégation des factures énergétiques (chaleur et électricité) par poste (chauffage, ECS, éclairage, ventilation, bureautique, ...) selon les retours d'expérience d'Enertech (résultats de campagnes de mesure réalisées sur de nombreux projets)

Développement de l'outil MAESTRO

Maîtrise Energétique et Stratégie Organisationnelle. **Outil de scénarisation** du patrimoine du CG94 :  
- saisie des actions d'économie d'énergie sur les bâtiments du parc (neuf + rénovation) avec date de mise en œuvre.  
- calcul des trajectoires de consommation d'énergie finale et d'émissions de CO<sup>2</sup> sur l'ensemble du parc.  
- comparaison des résultats aux trajectoires objectifs, élaborées par le département.



Interface de l'outil MAESTRO

Définition de la stratégie patrimoniale

Accompagnement pour établir la **stratégie patrimoniale** à suivre à moyen et long termes (2025 et 2050) et priorisation des actions par bâtiment (construction, rénovation globale, rénovation par élément, ...) pour atteindre les objectifs à l'échelle du parc total.

Mise en place des actions

Rédaction d'un **guide de bonne pratique** à destination du département (chefs de projets, équipes techniques interne, ...) pour accompagner la mise en place des actions énergétiques (points de vigilance, conseils, objectifs, ...).  
Développement d'une trame de **passport énergétique** pour suivre la progression énergétique de chaque bâtiment.



INGENIEURS CONSEILS  
26160 Pont de Barret  
04 75 90 18 54 – contact@enertech.fr

**NOM OPERATION**

**ZAC des Portes du Vercors  
Sassenage et Fontaine (38)**

**MAITRE  
D'OUVRAGE**

**Isère Aménagement - M. Cédric TEL-BOIMA  
Adresse - 34 rue Gustave Eiffel 38028 GRENOBLE Cedex 1 - 04 76 48 07 03**

**Nature de la Mission**

**Etude de planification énergétique de la ZAC Portes du Vercors à Fontaine (38). Analyse des potentialités permettant un fonctionnement sur les ressources énergétiques locales.**

**SHON - SHAB - SU**

190 000 m<sup>2</sup> SHON

**Date de livraison**

août-12

**Présentation du  
projet**

La ZAC des Portes du Vercors est une des dernières réserves foncières de l'agglomération grenobloise. La volonté des aménageurs est d'en faire une ZAC modèle sur le plan environnemental et énergétique, en mettant en oeuvre des solutions innovantes. L'aménageur nous a missionné pour l'accompagner dans l'évaluation des potentiels énergétiques de la ZAC et dans l'élaboration d'une stratégie énergétique. Nous avons proposé plusieurs scénarii en fonction de la performance énergétique des bâtiments, ainsi que du type d'énergie choisi (bois, géothermie, gaz). Chaque scénario a été analysé sous les angles techniques, économiques et environnementaux. Nous avons distingué 3 zones sur la ZAC, en fonction de leur densité de construction. Les stratégies proposées en été adaptées en fonction des zones.

**Scénario 1**

- Construction d'un réseau de chauffage à très basse température desservant l'ensemble des 2 zones denses. Ce réseau sera alimenté via des pompes à chaleur fonctionnant sur un champ de sondes géothermiques verticales. La production ECS sera effectuée de manière décentralisée à partir de ballons électriques fonctionnant au solaire photovoltaïque. Des pompes à chaleur permettront aux bâtiments ayant des besoins de froid de produire ce dernier à partir du réseau de chauffage, ce qui permettra une mutualisation des besoins de chaleur et de refroidissement.

- Pour la zone moins dense, construction de chaufferie par bâtiment fonctionnant sur des champs de sondes géothermiques verticales localisées sous les bâtiments. Ce système permettra un confort accru des occupants en été, grâce à un plancher chauffant rafraîchissant, et ce à moindre coût énergétique (free-cooling). Les pompes à chaleur seront double service afin de produire de l'eau chaude sanitaire en parallèle du chauffage. Des panneaux solaires photovoltaïques en toiture permettront de se rapprocher d'une ZAC à énergie positive.

**Scénario 2**

- Pour les zones denses, des chaufferies bois d'ilôt assureront la production de chauffage et d'ECS. La taille intermédiaire de ces chaufferies bois permettra d'obtenir de très bons rendements tout en limitant les pertes de distribution puisque ces chaufferies fonctionneront à l'échelle de l'ilôt. Des panneaux solaires photovoltaïques en toiture compenseront une partie des consommations d'électricité des bâtiments.

- Pour la zone moins dense, construction de chaufferies bois par bâtiment. Ceci nécessitera une stratégie de livraison de combustible adaptée à l'échelle de la ZAC afin de minimiser les nuisances pour les occupants. Des panneaux solaires photovoltaïques en toiture viendront également compenser une partie des consommations d'électricité des bâtiments.

**Scénario 3**

Pour l'ensemble des bâtiments, le chauffage et l'ECS sont assurés par des chaudières gaz à condensation, tandis que des groupes froid fonctionnant sur l'air extérieur permettent la satisfaction des besoins de refroidissement. Les bâtiments sont par ailleurs uniquement conformes à la réglementation thermique en vigueur.

## NOM OPERATION

**DOREMI : Dispositif Opérationnel de Rénovation Energétique des Maisons Individuelles sur le territoire de la Biovallée (Drôme)**

## MAITRE D'OUVRAGE

Biovallée  
CCVD Rue Henri Barbusse  
26400 Crest - 04 75 25 43 82

## Partenaires

CAPEB et FFB / Institut négaWatt / Néopolis

## Nature de la mission

Formation des artisans - Accompagnement technique, sur la base des STR (Solutions Techniques de Référence) - Optimisation des devis - Suivi du chantier.

### Présentation



**Un porteur de projet, un territoire**

### Description, spécificités

Le projet Biovallée est porté par les 4 Communautés de Communes du Val de Drôme, du Diois, du Pays de Saillans et du Crestois (102 communes, 54 000 habitants). Ses domaines d'intervention vont de l'agriculture à l'énergie, en passant par les déchets, l'économie ou encore la formation.



### Le concept

Afin d'expérimenter une dynamique de rénovation massive dans le secteur de la maison individuelle, la Biovallée propose :

- aux entreprises de former des **groupements** représentant tous les corps d'état concernés, de **se former** à la rénovation basse consommation, et de réaliser des **chantier pilotes**.

- Aux particuliers de bénéficier d'une **offre globale de travaux** avec un interlocuteur unique, une **aide au montage** des dossiers de financement, et l'**expertise** de l'équipe d'accompagnement technique.

### La performance

Dans un souci de simplification, l'approche énergétique est basée sur des bouquets de travaux développés par Enertech, nommés **Solutions Techniques de Référence**, visant 50 kW.h/m<sup>2</sup>.an de consommation de chauffage en moyenne sur tout le territoire Français (**facteur 4**).



### La formation des entreprises

Formation réalisée conjointement par Enertech, l'Institut négaWatt et Néopolis. Cette formation allie théorie (en salle) sur les rénovations performantes et les problématiques nouvelles qui sont impliquées (**étanchéité à l'air, migration de vapeur d'eau** dans les murs anciens, **redimensionnement** des équipements techniques...), et pratique sur des ateliers démonstrateurs (ITE, mise en pratique de l'étanchéité à l'air...).



### L'accompagnement technique

Suite à la formation, Enertech réalise avec les groupements les **état des lieux architecturaux et techniques**, visant à déterminer le bouquet de travaux le plus adapté, et les matériaux à utiliser. Puis nous participons à l'**optimisation des devis**, jusqu'à la présentation au particulier d'un argumentaire technico-économique.

En parallèle, la Biovallée accompagne le particulier dans le montage du dossier de financement (ANAH, PTZ, CEE, appel à projet régional...).

En phase de réalisation, Enertech réalise des **visites de chantier**. Des tests d'étanchéité à l'air sont effectués sur chaque projet.

38 entreprises ont constitué **7 groupements** qui ont été formés, et qui réaliseront chacun 2 opérations pilotes.

A ce jour **4 chantiers sont en cours**. Plus d'informations sur <http://www.biovallee.fr/doremi-basse-energie-biovallee.html>

Des répliques du concept DORéMi sont actuellement à l'étude sur d'autres territoires.



**NOM OPERATION**

**Audit énergétique de l'Hôtel du Département du Bas-Rhin**

**MAITRE  
D'OUVRAGE**

**Conseil Général du Bas-Rhin  
Projet co-financé par l'ADEME**

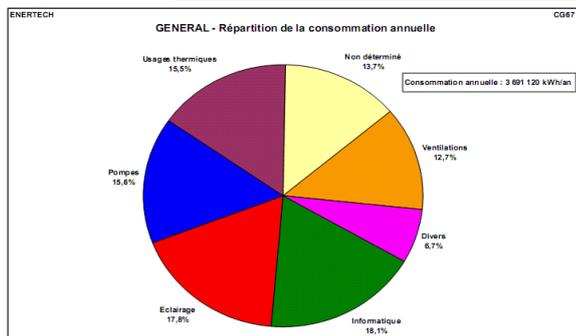
**Nature de la mission**

**Campagne de Mesure de l'état initial, amélioration énergétique et Maîtrise de la demande d'Electricité  
Campagne de Mesure après amélioration**

Surface	Année de construction	Mission d'Enertech	Remise du rapport final
35 310 m <sup>2</sup>	1989	Campagne de Mesure et Audit énergétique	Octobre 2005 Mars 2009

**Consommations initiales**

	Electricité	Gaz	Total
Energie primaire (coefficient 2,58 pour l'électricité)	408 kW.h <sub>EP</sub> / m <sup>2</sup> .an	144 kW.h <sub>EP</sub> / m <sup>2</sup> .an	552 kW.h <sub>EP</sub> / m <sup>2</sup> .an



Analyse des consommations initiales :

=> L'éclairage et l'informatique représentent 36% des consommations électriques.

Pompes et ventilateurs pèsent plus de 28%.

=> **Plus de la moitié des consommations ont lieu en période de non occupation** (nuit, WE, jours fériés).

=> Le surdimensionnement des onduleurs a pour conséquence un rendement dégradé.

=> La Pompe à Chaleur n'est pas régulée de façon nominale, d'où une surconsommation de la relève Gaz.

**Préconisations formulées**

Re-paramétrage de la GTC et équipements techniques : adaptation des horaires d'éclairage, prise en compte de l'éclairage naturel, commande du groupe froid, asservissement des pompes, arrêt des ventilateurs hors occupation, asservissement de l'éclairage des ascenseurs (non réalisé au final)... Réduction de la température de soufflage en hiver (chauffage de base) pour une meilleure récupération des apports gratuits.

Gestionnaire d'énergie du matériel informatique : (Energy Star), fonctionnement des équipements de bureautique et de l'onduleur seulement lorsque cela est nécessaire, mise sur horloge des distributeurs de boisson, réfrigérateurs, climatiseurs indépendants...

Équipements performants : éclairage (sources T5, ampoules fluocompactes, détection de présence), isolation des chauffe-eau (non réalisé au final), pompes de classe A<sub>1</sub>...

**Economies réalisées (travaux effectués)**

	Economies	Coût des travaux
Eclairage	Calcul : -68% / <b>Réel : -66%</b>	150 400 €
Informatique	Calcul : -35% / Réel : -4,4% (onduleur non supprimé + dépendant de l'implication des utilisateurs)	8 300 €
Pompes	Calcul : -44% / <b>Réel : -36%</b>	95 000 €
Ventilation	Calcul : -38% / <b>Réel : -36%</b>	46 400 €
Usages thermiques	Calcul : -45% / Réel : +136% (recours accru à la PAC : substitution de gaz par l'électricité)	2 500 €
Total tous usages	Elec : Calcul : -39% Réel : -19% Gaz : Calcul : -34% <b>Réel : -67%</b>	332 000 € HT soit moins de 10 € / m <sup>2</sup>

**Les économies réalisées en énergie primaire sont conformes à la prévision à 10% près.**

**Le budget énergie du bâtiment a été réduit de 29%.**

Pour en savoir plus : Rapport de campagne de mesure téléchargeable sur [www.enertech.fr](http://www.enertech.fr)

# Campagnes de Mesure

## Quelques opérations réalisées à l'étranger

Bâtiments basse consommation, rénovation et maîtrise de l'énergie



<b>Ile de la Réunion</b> 2015	Réalisation d'audits instrumentés des consommations d'énergie dans <b>5 bâtiments tertiaires</b> , en vue de créer un module de formation technique appliqué au tertiaire existant à l'île de la Réunion. ADEME
<b>Nigéria</b> 2011-2012	Campagne de mesure sur les usages de l'électricité dans <b>200 logements au Nigeria</b> . Programme des Nations Unies (UNDP GEF).
<b>Nouvelle Calédonie</b> 2012-2013	Campagne de mesure sur les usages de l'électricité dans <b>50 logements</b> en Nouvelle-Calédonie.
<b>Australie</b> 2012	Mission de conseil auprès du gouvernement australien pour la mise en place de campagnes de mesures sur les usages électroménagers.
<b>Grande Bretagne</b> 2012	Campagne de mesure sur les usages de l'électricité dans <b>250 logements en Grande Bretagne</b> (lauréat d'un appel d'offres international).
<b>Suède</b> 2005-2009	Campagne de mesure sur les usages de l'électricité dans <b>400 logements en Suède</b> (lauréat d'un appel d'offre international). La plus importante campagne de mesure au monde à ce jour.
<b>Guyane Française</b> 1998	Campagne de mesure sur les usages électriques dans le secteur résidentiels en Guyane
<b>EUROPE</b> 1998-2001	« Maîtrise de la Demande d'Electricité : étude expérimentale pour évaluer les gisements d'économie d'électricité du secteur domestique dans <b>400 logements de la Communauté Européenne</b> (Danemark, Grèce, Portugal, Italie) - Projet européen <i>Euréco</i> .
<b>Algérie - Tunisie</b>	Mission de conseil auprès des Agences de la Maîtrise de l'Energie nationales et des compagnies de production d'électricité pour la mise en place de campagnes de mesures en Tunisie (en projet) et en Algérie.





# Campagnes de mesure et d'évaluation (électricité, usages thermiques)

## A - Mise au point et optimisation énergétique

### A1 Bâtiments résidentiels

- Audit de fonctionnement, mise en œuvre d'actions correctives et tests des résultats du bâtiment La Petite Chartreuse à la Terrasse (38). Pluralis. 2014.
- Suivi des performances, optimisation énergétique et création d'un outil de suivi d'un immeuble collectif d'habitation réhabilité BBC+ à Allevard (38). OPAC 38. 2016.
- Suivi des performances et optimisation énergétique de l'immeuble collectif d'habitation passif l'Escale à Lyon (69). Rhône Saône Habitat. 2016.
- Suivi des performances et optimisation énergétique de l'immeuble collectif d'habitation passif Utopia à Bourg les Valence (26). Drôme Aménagement Habitat. 2016.

### A2 Bâtiments tertiaires

- Visite Evaluation des performances énergétiques - Lycée Frêche. Région Languedoc Roussillon. 2013.
- Mission de mise au point et d'optimisation des équipements de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussée à Marne La Vallée (77) « bâtiment à énergie positive ». Coriolis. 2015.
- Mission de mise au point et d'optimisation des équipements du lycée Marc Bloch à Sérignan (34) - bâtiment à énergie positive -. Région Occitanie. 2016.
- Suivi des performances et optimisation énergétique de la Cité Scolaire de Saint Cirgues en Montagne (07). CD 07. 2016.
- Suivi des performances et optimisation énergétique du Collège Marguerite Duras de Montélimar (26). CD 26. 2016.
- Suivi des performances et optimisation énergétique de l'immeuble certifié BBC Rénovation de la CAF à Annecy (74). CAF 74. 2016.
- Mission de post-commissionnement, Maison du Conseil Départemental à Villard de Lans (38). CD38. En cours
- Mission de post-commissionnement, Cité Scolaire à Villard de Lans (38). CD38. En cours
- Suivi des performances et optimisation énergétique du groupe scolaire Hector Berlioz à Lyon (69). Fondation OVE. En cours.
- Mission de post-commissionnement, Maison de l'autonomie de Grenoble (38). CD38. En cours
- Mission globale de commissionnement (diagnostic à GPA) pour la rénovation des installations de chauffage du Collège de la Chapelle en Vercors (26). CD26. En cours.

## B - Audits de bâtiments résidentiels

- Campagne d'évaluation lourde multi énergie de 10 des 31 **villas « passives » de la ZAC des Hauts de Feuilly à Saint-Priest** (69). For Home. 2011.
- Campagne d'évaluation lourde multi-énergie de **8 bâtiments performants de la ZAC de Bonne à Grenoble** (38) -31 500 m<sup>2</sup>SHAB-. Ville de Grenoble/SEM SAGES. 2011.
- Campagne d'évaluation lourde multi-énergie de **27 bâtiments de la ZAC de la Confluence à Lyon** (69) -47 100 m<sup>2</sup>SHAB-. Commission Européenne, ADEME, Région Rhône-Alpes. 2012.
- Campagne d'évaluation lourde multi-énergie d'un bâtiment de 30 logements sociaux (basse consommation) à Vénissieux (69). SACOVIV. 2013.
- Campagne d'évaluation lourde multi-énergie sur un bâtiment de 40 logements (basse consommation) ZAC Bon Lait à Lyon (69). Grand Lyon Habitat. 2013.

- Campagne d'évaluation lourde multi-énergie d'un bâtiment de 20 logements sociaux (basse consommation) à Sauzet (26). Drôme Aménagement Habitat. 2013.
- Campagne d'évaluation lourde multi-énergie de 7 **bâtiments d'habitation à très faible consommation d'énergie en Région Rhône Alpes**. ADEME Rhône Alpes. 2014.
- Campagne de mesure « Vivre dans un logement BBC rénovation ». Campagne d'évaluation des consommations de chauffage, d'eau chaude et de l'électricité de **3 opérations de logements certifiées « BBC Rénovation »**. CERQUAL. 2015.
- Campagne d'évaluation des consommations de chauffage, d'eau chaude et de l'électricité des services généraux de 5 bâtiments de logements sociaux avant/après rénovation. Fondation Bâtiment Energie. 2015.
- Campagne d'évaluation lourde multi énergie de 4 **rénovations performantes (3 bâtiments d'habitation et une école) en Région Rhône Alpes**. ADEME Rhône Alpes. 2015.
- Campagne d'évaluation lourde multi-énergie sur un bâtiment de 40 logements (énergie positive) à Brétigny sur Orge (91). I3F. 2016.