

# Guide Technique de l'Habitat

Les solutions gaz naturel et  
énergies renouvelables en résidentiel neuf



Edition 2013



# **GUIDE TECHNIQUE DE L'HABITAT**

Directeur de la publication : Brice Febvre - Rédaction : Frédéric Ravat

Crédit photo : Aldes, Aauris, Armorique Habitat, Atlantic, AW<sup>2</sup>, Bouygues Immobilier, Cardonnel Ingénierie, Chaffoteaux, Clipsol, Cogengreen, CRIGEN, Duret Promoteur, France Air, Immobilière 3F, Inovalia, Maine Construction, Maisons de Qualité, Maisons Elan, MM. Cohen & Bégard architectes, Noaho, Nouvel Habitat, Office 64 de l'Habitat, Perspective Habitat, Poujoulat, Robur, Uniclina, Urbis Réalisations, Vergne Innovation, Viessmann, Villa Tradition, Vilogia.



Xpair Editions® 2013

1, avenue de la Costa - 98000 Monaco

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

*En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de GrDF ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, Xpair Editions® 2013*

# SOMMAIRE

## Partie 1.

### Les enjeux de la performance énergétique

1.1 Du Grenelle de l'Environnement à la RT 2012.....8

1.2 GrDF, conseiller énergétique et partenaire  
des acteurs de la filière de construction .....9

## Partie 2.

### La Réglementation Thermique 2012

2.1 Les fondamentaux de la RT 2012..... 10

2.2 Les labels de performance énergétique ..... 16

## Partie 3.

### La Maison Individuelle Neuve

3.1 Le recours à une source d'EnR.....18

3.2 Les réponses apportées par les solutions  
gaz naturel et les EnR .....18

3.3 Le positionnement RT 2012 en Maison Individuelle .....20

3.4 Les fiches Solutions en Maison Individuelle.....38

CESI Optimisé ..... 39

Chaudière hybride..... 44

Chaudière à condensation & Kit Photovoltaïque ..... 49

CESI Classique..... 54

Ecogénérateur ..... 58

<b>3.5 Les opérations références en Maison Individuelle .....</b>	<b>62</b>
MAISON CESI OPTIMISE RT 2012 – Mozac (63).....	63
LES ALLEES BELLECHASSE – Chasse/Rhône (38).....	65
MAISON DOMOTIQUE RT 2012 - Niort (79) .....	67
LE HAMEAU DES PINS – Saint-Yrieix-sur-Charente (16).....	69
LOTISSEMENT DES CHÊNES – Pruillé-le-Chétif (72).....	71
RESIDENCE LES BRIGANTINES – Le-Grau-du-Roi (30).....	73
MAISONS PASSIVES INNOVANTES – Chanteloup-en-Brie (77)....	75

## **Partie 4.**

### **Les Logements Collectifs neufs**

<b>4.1 L'exigence Cep en immeuble collectif .....</b>	<b>79</b>
<b>4.2 Les réponses apportées par les solutions gaz naturel et les EnR .....</b>	<b>79</b>
<b>4.3 Le positionnement RT 2012 en Immeuble Collectif .....</b>	<b>81</b>
<b>4.4 Les Fiches Solutions en Immeuble Collectif .....</b>	<b>99</b>
Chaudière individuelle à condensation .....	100
Conduit Collectif pour Chaudière Etanche pression (3CEp).....	108
Chaudière individuelle à condensation à fort taux de modulation .....	112
Solution de chauffage et d'ECS par chaudière à condensation & vecteur air .....	116
Solution de chauffage terminal par vecteur air associé à une VMC double flux .....	121
Chaudière collective à condensation .....	125
Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) .....	130
PAC aérothermique à absorption gaz .....	136
PAC géothermique à absorption gaz.....	142
Module de micro/minicogénération.....	149

#### **4.5 Les opérations références en Immeuble Collectif ..... 154**

RESIDENCE IRATZEA – Mouguerre (64) .....	155
RESIDENCE Là Ô – Albigny/Saône (69) .....	157
RESIDENCE DU REGARD – Mennecy (91) .....	159
LES TERRASSES DE FLORANGE – Florange (57) .....	161
LE PRIMYON – La Roche-sur-Yon (85) .....	163
LE MOULIN DE GOAREM VORS – Guipavas (29) .....	165
RESIDENCE L’HEMERA – Toulouse (31) .....	167
L’AVANCE – Montreuil (93) .....	171

## Les solutions gaz naturel et énergies renouvelables en résidentiel neuf

L'entrée en vigueur de la RT 2012 dans la construction neuve et les objectifs de performance énergétique associés amènent aujourd'hui les acteurs de la construction à s'interroger sur les bonnes pratiques et les solutions énergétiques les plus pertinentes.

Pour y répondre, GrDF vous présente le **Guide Technique de l'Habitat** ; ouvrage de référence qui apporte l'information précise et complète sur les solutions gaz naturel et énergies renouvelables pour le résidentiel neuf performant (respectant la RT 2012, bâtiment passif, et à énergie positive).

Cet ouvrage décliné en version papier et électronique, se veut être pratique et pragmatique au travers de fiches thématiques, de fiches de solutions techniques, de fiches références et de témoignages actuels.

Brice FEBVRE  
Responsable du Pôle Efficacité Énergétique de GrDF

# I. LES ENJEUX DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE

## 1.1 Du Grenelle de l'Environnement à la RT 2012

Les pouvoirs publics ont adopté, ces dernières années, des mesures afin d'accélérer la transition énergétique.

- Le **Paquet Energie-Climat**, adopté en janvier 2008 par la Commission Européenne, a pour ambition de permettre la réalisation de l'objectif 3x20 à horizon 2020 :
  - Atteindre une part des énergies renouvelables de 20% dans le mix énergétique européen.
  - Réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 20%.
  - Augmenter l'efficacité énergétique de 20%.
- Les **lois Grenelle I et II**, issues du Grenelle de l'Environnement, ont notamment prévues la mise place de la RT 2012.

Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle I, la **RT 2012** limite la consommation d'énergie primaire des nouveaux bâtiments à 50 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an en moyenne. Cela marque une rupture par rapport aux réglementations thermiques précédentes, puisqu'elle représente un saut énergétique plus important que celui réalisé ces 30 dernières années.

Fin 2012, les pouvoirs publics ont annoncé la publication prochaine des labels de performance HPE et THPE de la RT 2012.

La prochaine réglementation thermique est prévue pour 2020. Elle aura pour objectif de généraliser les bâtiments à énergie positive.



## 1.2 GrDF, conseiller énergétique et partenaire des acteurs de la filière de construction

Principal distributeur de gaz naturel en France, GrDF a notamment pour mission d'assurer le développement durable du réseau de gaz naturel. Pour ce faire, GrDF met son expertise au service des acteurs du bâtiment pour les accompagner dans leurs projets de construction :

### 1) Une offre de solutions techniques diversifiée

GrDF développe, en partenariat avec les industriels, les solutions techniques permettant de répondre aux besoins de performance énergétique d'aujourd'hui et de demain.

### 2) L'accompagnement de la filière professionnelle

GrDF met toute son expertise pour accompagner les professionnels du bâtiment (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, installateurs, exploitants) sur les solutions EnR-gaz naturel et les réglementations associées. Dans un contexte énergétique en pleine évolution, l'objectif est de répondre à leurs besoins en terme de montée en compétence sur le gaz naturel et ses nouvelles applications :

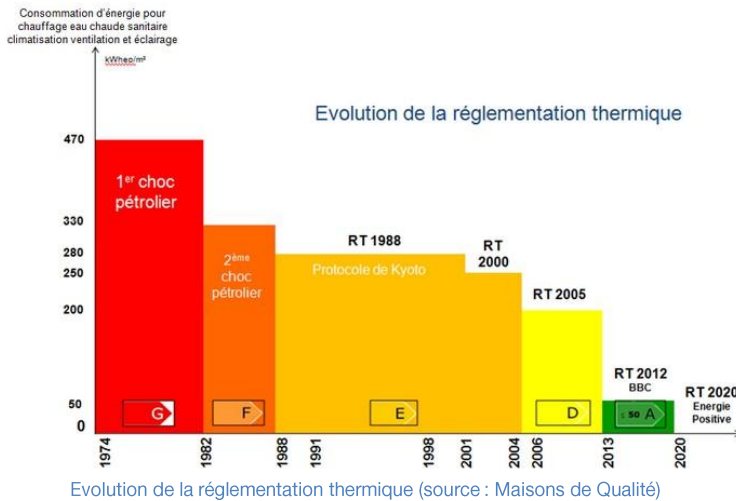
- Information et conseil sur la réglementation gaz naturel.
- Information et conseil sur les réglementations liées à la performance énergétique.
- Conseil technique sur les solutions EnR-gaz à haute performance énergétique adaptées aux spécificités des opérations.
- Mise en place d'un réseau d'excellence sur les innovations produits.
- Raccordement au réseau de gaz naturel.

## 2. LA REGLEMENTATION THERMIQUE 2012

### 2.1 Les fondamentaux de la RT 2012

Pour les bâtiments résidentiels neufs, la réglementation thermique 2012 s'applique à tous les projets dont le permis de construire a été déposé à partir du **1<sup>er</sup> janvier 2013**.

La RT 2012 a pour objectif de limiter la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs à un maximum de 50 kWhep/(m<sup>2</sup>.an) en moyenne.



Cette nouvelle réglementation marque une rupture par rapport à la réglementation précédente (RT 2005). Elle est avant tout une réglementation d'objectifs et exige une **performance globale du bâtiment**. Cette performance est mesurée à l'aide de 3 coefficients réglementaires : le Bbio, le Cep et la Tic. Les garde-fous présents en RT 2005 n'existent plus.

Trois indicateurs clés permettent de définir les exigences de résultats de la RT 2012 : le besoin bioclimatique **Bbio**, la consommation d'énergie primaire **Cep** et la température intérieure conventionnelle **Tic**.

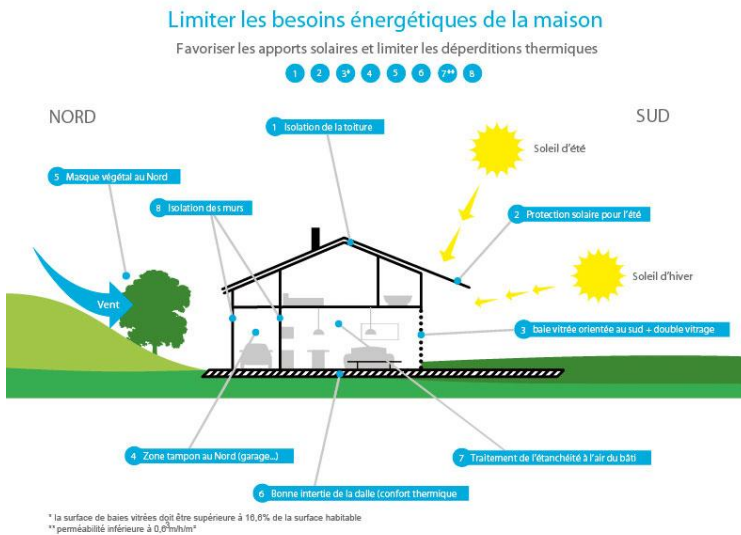
## Besoin bioclimatique Bbio

Le besoin bioclimatique Bbio est exprimé en points. Il représente les besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage artificiel du bâtiment.

Il traduit la **qualité de conception et d'isolation** du bâti, indépendamment du système de chauffage.

Il encourage à réaliser des bâtiments bioclimatiques en valorisant :

- Une bonne conception architecturale du bâti : l'orientation du bâtiment et sa forme, l'accès à l'éclairage naturel des locaux ;
- Une enveloppe performante : l'isolation du bâti, la perméabilité à l'air.



### Conception bioclimatique d'un bâtiment

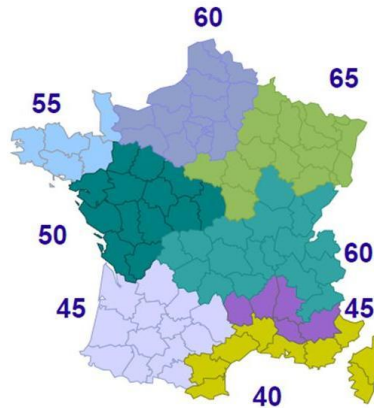
Le Bbio du projet doit être inférieur à Bbiomax, défini par le type de bâtiment, la zone climatique, l'altitude et la surface du projet.

$$\text{Bbio} \leq \text{Bbiomax}$$

## Consommation d'énergie primaire Cep

Le Cep exprime, en kWhep/m<sup>2</sup>/an, la **consommation d'énergie primaire** liée aux 5 usages réglementaires : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage et auxiliaires.

Ce coefficient est directement lié à la performance des équipements énergétiques du bâtiment.



Cepmax (en kWhep/m<sup>2</sup>/an) d'une maison individuelle en fonction de la zone climatique (hors modulations liées à l'altitude et à la SHONRT)

Il doit être inférieur au coefficient Cepmax, défini par le type de bâtiment, la zone climatique, l'altitude, la surface du projet et l'énergie utilisée.

$$\text{Cep} \leq \text{Cepmax}$$

## Température intérieure conventionnelle Tic

La Température Intérieure Conventionnelle (Tic) permet de qualifier le **confort d'été** du bâtiment.

Elle mesure la capacité du bâtiment à garder, en été, une température intérieure correspondant à un niveau de confort prédéfini, sans avoir recours à un système de refroidissement.

Elle doit être inférieure à la Ticref du projet calculée par le moteur de calcul.

$$\text{Tic} \leq \text{Ticref}$$

## Accès à l'éclairage naturel

Afin de garantir un maximum d'**apports gratuits** de lumière naturelle et d'énergie solaire, les maisons individuelles ou accolées ainsi que les bâtiments collectifs doivent disposer d'une surface totale des baies supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable.

On considère ici la surface de baies mesurée en tableau. En maison individuelle, la porte d'entrée est incluse.

$$S_{\text{baies}} \geq 1/6 \text{ SHAB}$$

## Etanchéité à l'air

Dans la continuité du label BBC, une exigence portant sur la perméabilité à l'air du bâti est prévue par la RT 2012. Ainsi, la perméabilité des bâtiments résidentiels neufs ne doit pas dépasser :

- **0,6 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> en maison individuelle ;**
- **1 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> en logement collectif.**

Un test d'étanchéité peut être réalisé de manière systématique, ou bien par échantillonnage dans le cas où le maître d'ouvrage dispose d'un agrément de démarche de qualité.

## Indicateur de consommation

L'article 23 de l'arrêté du 26 octobre 2010 prévoit la mise en place de systèmes de mesure ou d'estimation des consommations dans les logements neufs RT 2012.

La **fiche d'application du 30 mai 2013** apporte des précisions sur cet article et présente des exemples de solutions de mesure ou d'estimation permettant de respecter cette exigence.

Elle précise notamment qu'une **solution estimative basée sur une relève mensuelle des compteurs par l'occupant** est acceptée.

Voici un tableau récapitulatif des solutions possibles :

Maison Individuelle	Immeuble Collectif		
Chauffage & ECS individuels	Chauffage & ECS collectifs		
<b>Solution estimative</b> basée sur une relève manuelle et mensuelle des compteurs par l'occupant			
<b>Solutions fabricants avec mesures de tous les usages</b>	<b>Solution mixte</b>  (consommations chauffage/ECS fournies par la chaudière + sous-comptage élec.)	<b>Solutions pour individualisation des charges par un opérateur</b>	<b>Solution packagée</b>  (mesure en chaufferie puis répartition par logement + sous-comptage électrique)

## Recours à une source d'énergie renouvelable

En maison individuelle, la RT 2012 impose le recours à une source d'énergie renouvelable (EnR).

Il existe **5 manières de répondre à cette exigence** :

- Justifier d'une contribution des énergies renouvelables au Cep supérieure ou égale à 5 kWhep/m<sup>2</sup>/an ;
- Produire l'eau chaude sanitaire (ECS) à partir d'un chauffe-eau solaire thermique équipé de capteurs d'une surface minimale de 2m<sup>2</sup>, orientés entre le Sud-Est et le Sud-Ouest et incliné entre 20° et 60° ;
- Produire l'ECS à partir d'un chauffe-eau thermodynamique dont le COP est supérieur ou égal à 2 (au sens de la norme EN16147) ;
- Produire le chauffage et/ou l'ECS avec une chaudière à micro-cogénération (ou écogénérateur) ;
- Etre raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable ou de récupération.

## Attestations obligatoires

L'arrêté du 11 octobre 2011 impose la réalisation de **deux attestations administratives** lors d'un projet de construction RT 2012 : une attestation au dépôt du permis de construire et une attestation à l'achèvement des travaux.

La première attestation est à joindre au dossier de dépôt du permis de **construire**. Elle peut être générée à partir du site **rt-batiment.fr** et permet de vérifier le respect de certaines exigences :

- Besoin bioclimatique Bbio inférieur au Bbiomax du projet ;
- Surface de baies supérieure à 1/6 de la SHAB ;
- Recours aux EnR prévu à ce stade du projet en maison individuelle.



Procédure de réalisation de l'attestation Bbio au dépôt du PC

Pour obtenir cette attestation, il est nécessaire d'importer sur le site rt-batiment.fr le **fichier xml de l'étude thermique** du projet. Cette opération peut être réalisée par le maître d'ouvrage ou directement par le bureau d'études thermiques pour le compte de celui-ci.

Une seconde attestation doit être établie à l'achèvement des travaux et a pour objectif de vérifier la conformité du projet réalisé à la RT 2012.



Procédure de réalisation de l'attestation à l'achèvement des travaux

Elle peut être réalisée par **4 types d'acteurs** : contrôleur technique, diagnostiqueur, organisme certificateur ou architecte. Après une visite de contrôle sur site, l'attestation peut être générée à partir du site rt-batiment.fr. Il est nécessaire d'y importer le **fichier xml de l'étude thermique finale** du projet.

## 2.2 Les labels de performance énergétique

Délivré par un organisme certificateur, un label de performance énergétique valorise la qualité de réalisation du bâtiment.

### Labels HPE et THPE RT 2012

Lors de la conférence consultative du 21 novembre 2012, la DHUP a annoncé les niveaux de Bbio et Cep des futurs labels HPE et THPE de la RT 2012 :

Label HPE		
Maison Individuelle	Immeuble Collectif après le 1/1/2015	Immeuble Collectif avant le 1/1/2015
	Bbiomax : -10% Cepmax : - 10%	Bbiomax : -10% Cepmax moyen : 50 kWhep/m <sup>2</sup> /an

Label THPE		
Maison Individuelle	Immeuble Collectif après le 1/1/2015	Immeuble Collectif avant le 1/1/2015
	Bbiomax : -20% Cepmax : - 20%	Bbiomax : -20% Cepmax moyen : 45 kWhep/m <sup>2</sup> /an

D'autres exigences ont été annoncées pour ces futurs labels :

- Perméabilité à l'air :
  - Maison Individuelle : 0,6 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>).
  - Immeuble Collectif : 1 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) dans le cas d'une mesure globale du bâtiment, 0,8 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) dans le cas d'une mesure échantillonnée.
- Ventilation :
  - Obligation de contrôle visuel sur la bonne mise en œuvre.
  - Obligation de traitement de la perméabilité à l'air des réseaux aérauliques.
- Information des occupants : remise d'un guide d'usage des bâtiments très performants aux futurs occupants.
- Compétences des bureaux d'études : obligation d'être titulaire d'une reconnaissance de compétence pour la réalisation d'études thermiques.



## Label Effinergie+

L'association Effinergie a également proposé un label de performance énergétique de la RT 2012, dont voici les exigences principales :

- Bbiomax – 20%, Cepmax – 20% en moyenne.
- Perméabilité à l'air :
  - Maison Individuelle : 0,4 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>).
  - Immeuble Collectif : 0,8 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>).
- Etanchéité des réseaux aérauliques : classe B a minima.
- Suivi des consommations :
  - Evaluation des consommations mobilières.
  - Compteurs de consommations pour chaque prise de courant et affiche des consommations pour chaque usage.
- Affichage du Bbio, de la part d'EnR et des émissions de CO<sub>2</sub>.
- Mise à disposition des occupants d'un guide d'utilisation (utilisation, entretien et maintenance des équipements).

L'association Effinergie a également mis en place un label BEPOS.

## Label PassivHaus

Le label PassivHaus est un label allemand qui repose sur les 3 principales exigences suivantes :

- Besoins de chauffage (énergie finale) inférieurs à 15 kWh/m<sup>2</sup>/an.
- Consommation totale tous usages inférieure à 120 kWh/m<sup>2</sup>/an.
- Perméabilité à l'air inférieure à 0,6 vol/h selon norme n50 (environ équivalent à 0,13 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) sous 4 Pa).

## 3. LA MAISON INDIVIDUELLE NEUVE

### 3.1 Le recours à une source d'EnR

Outre le respect des exigences du Bbio, du Cep et de la Tic, la RT 2012 impose aux maisons individuelles neuves le recours à une source d'énergie renouvelable.

La RT 2012 définit 5 façons de répondre à cette exigence :

- Justifier d'une contribution des EnR supérieure ou égale à 5 kWhep/m<sup>2</sup>/an (coefficient Aep) ;
- Produire l'ECS à partir d'au moins 2 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques, orientés entre le Sud-est et le Sud-ouest, et inclinés entre 20° et 60° ;
- Produire l'ECS à partir d'un chauffe-eau thermodynamique dont le COP est supérieur à 2 (selon la norme EN16147) ;
- Produire l'ECS à partir d'une chaudière à micro-cogénération (ou écogénérateur) ;
- Etre raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une EnR.

### 3.2 Les réponses apportées par les solutions gaz naturel et les EnR

Plusieurs solutions associant gaz naturel et énergies renouvelables sont aujourd'hui disponibles pour construire une maison individuelle RT 2012 performante :

- **Le Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI) Optimisé**, associant une chaudière à condensation micro-accumulée, un ballon solaire monovalent inférieur à 200 L et un unique capteur solaire thermique (environ 2 m<sup>2</sup>) ;
- La **chaudière hybride**, association intelligente d'une chaudière à condensation et d'une PAC électrique de faible puissance (inférieure à 5 kW) ;
- La **chaudière à condensation** associé à un **kit photovoltaïque** d'une surface de 2 à 5 m<sup>2</sup> environ (autoconsommation de l'électricité produite) ;
- Le **CESI classique**, associant une chaudière à condensation, un ballon solaire bivalent de 200 L à 300 L et deux capteurs solaires thermiques (environ 4 m<sup>2</sup>) ;

- L'**écogénérateur**, ou chaudière à micro-cogénération, assurant la production combinée de chaleur (chauffage et ECS) et d'électricité grâce au couplage d'un moteur Stirling (1kW électrique, 5 KW chaud) et d'un brûleur condensation (28 kW).

Le tableau ci-dessous présente les principaux atouts de ces solutions. Ces critères peuvent varier selon la zone climatique et la configuration de la maison.

Pour plus d'informations sur ces solutions, se référer au paragraphe **3.4 Fiches Solutions en Maison Individuelle**.

SPECIFICITES DU PROJET	CESI Optimisé	Chaudière hybride	Chaudière cond. + kit PV	CESI classique	Eco-générateur
Performance énergétique	● ● ●	● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Investissement compétitif (*)	● ● ●	● ●	● ● ●	● ●	●
Adapté à toute région	● ● ●	● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Contrainte d'orientation (**)	● ●	● ● ●	● ●	● ●	● ● ●
Matériel hors vol. chauffé	● ● ●	● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Pas de garage ni de cellier	● ●	● ● ●	● ● ●	● ●	●
Pas d'unité extérieure (***)	● ● ●	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Simplicité de l'installation	● ●	● ● ●	● ● ●	● ●	● ● ●

- : peu adapté / peu pertinent
- ● : adapté / pertinent
- ● ● : très adapté / très pertinent

(\*) Coût d'investissement global (bâti et systèmes) de la maison

(\*\*) Configuration où l'orientation solaire n'est pas optimale

(\*\*\*) Choix de ne pas mettre en œuvre d'unité extérieure pour des raisons d'esthétique ou de gêne occasionnée pour le voisinage

### 3.3 Le positionnement RT 2012 en Maison Individuelle

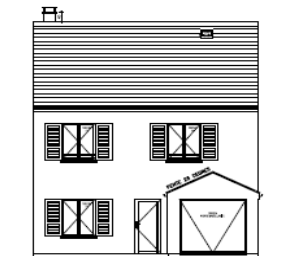
Ce chapitre présente le positionnement RT 2012 sur une maison individuelle classique pour les 8 zones climatiques des différentes solutions techniques suivantes :

- CESI Optimisé,
- Chaudière hybride,
- Chaudière individuelle condensation et kit photovoltaïque,
- PAC électrique double service,
- Poêle à granulés et chauffe-eau thermodynamique électrique,
- Panneaux rayonnants et chauffe-eau thermodynamique.

**Les présentes simulations ont été réalisées dans un objectif d'optimum technico-économique** : afin de limiter le coût du bâti (et donc le coût global du projet), le Bbio est optimisé de manière à respecter l'exigence Bbio de la façon la plus économique possible (valeur proche du Bbiomax lorsque le critère sur le Cep est respecté).

#### Hypothèses de calculs

- Moteur de calcul Th-BCE de la RT 2012.
- Maison R+1 - SHAB : 104 m<sup>2</sup> - SHONRT : 132,8 m<sup>2</sup>.
- Orientation intermédiaire : Nord-est – Sud-ouest.
- VMC simple flux hygro B basse consommation.
- Système constructif : parpaings ou briques + ITI.



Maison R+1 étudiée (source : Bouygues Immobilier)

#### Solutions techniques

- CESI Optimisé : capteur solaire thermique de 2 m<sup>2</sup>, ballon monovalent de 150 L, chaudière à condensation micro-accumulée, émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41.
- Chaudière hybride : PAC électrique 3 kW, chaudière à condensation micro-accumulée, émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41.

Chaudière & kit PV : chaudière micro-accumulée, émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41, 1 à 2 panneau(x) PV de 250 Wc.

- PAC électrique : PAC double service, émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41.
- Poêle & CET : poêle à granulés de 6,1 kW, chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur de 270 L.
- Effet Joule & CET : panneaux rayonnants électriques CA = 0,14, chauffe-eau thermodynamique CO<sub>2</sub>.

## Résultats RT 2012 par zone climatique

Pour visualiser les résultats RT 2012 par zone climatique, **cliquez sur le lien correspondant** à droite de la carte des zones climatiques.

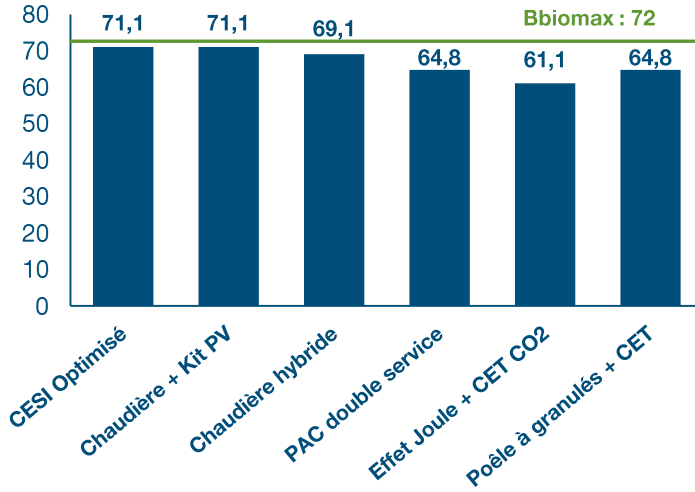


Pour chaque zone climatique, les résultats Bbio ainsi que les résultats Cep associés de chaque solution sont présentés.

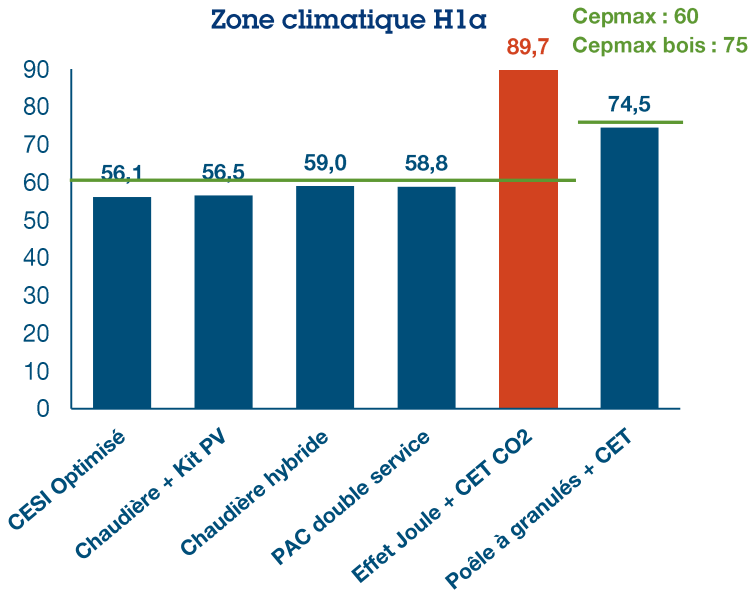
Bien évidemment, ces résultats sont spécifiques au projet et aux hypothèses de calcul présentées précédemment, et ne sauraient en aucun cas remplacer l'étude thermique réelle d'un projet donné.

# ZONE CLIMATIQUE H1a

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H1a



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H1a



# ZONE CLIMATIQUE H1a

## Analyse des résultats

**En zone H1a, les solutions **CESI Optimisé** et **chaudière à condensation + kit PV** se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

Le CESI Optimisé et la solution chaudière à condensation + kit PV, avec des gains respectifs de 6,5 % et 5,9 % par rapport à Cepmax, permettent de se rapprocher du niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics. Un bâti renforcé permettra donc d'atteindre aisément les niveaux de labels HPE et THPE.

La **chaudière hybride**, avec un léger renforcement du bâti (4%), permet d'obtenir un Cep conforme : elle constitue également une solution très intéressante dans cette zone climatique.

Les autres solutions nécessitent un renforcement plus ou moins important du bâti, afin d'obtenir un Cep inférieur à Cepmax : c'est le cas de la PAC double service et du poêle à granulés associé au CET.

La solution Effet Joule + CET CO<sub>2</sub>, malgré un bâti renforcé de plus de 15% par rapport à Bbiomax, ne permet pas dans ce cas de respecter la RT 2012, avec un Cep de 89,7 pour un maximum de 60 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

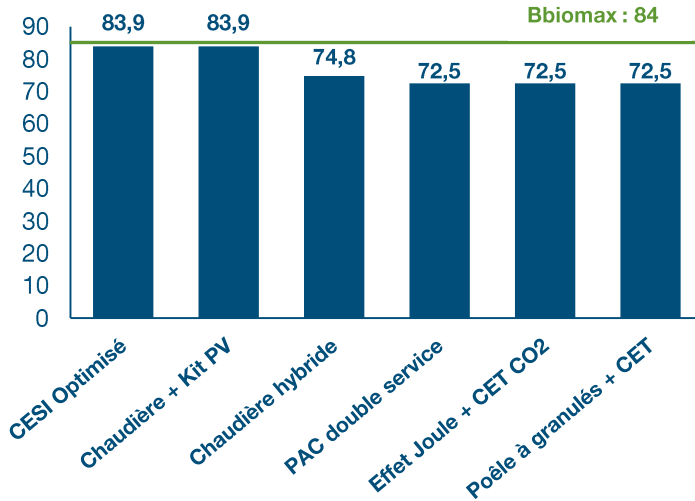
## Le conseil

Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H1a l'une des 3 solutions suivantes : CESI Optimisé, chaudière à condensation + kit PV, chaudière hybride.

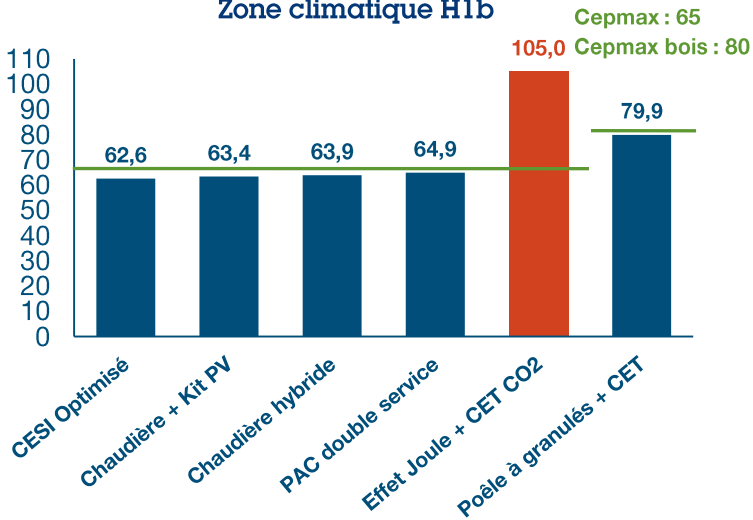
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# ZONE CLIMATIQUE H1b

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H1b



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H1b





# ZONE CLIMATIQUE H1b

## Analyse des résultats

**En zone H1b, les solutions [CESI Optimisé](#) et [chaudière à condensation + kit PV](#) se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

La [chaudière hybride](#), avec un renforcement du bâti d'environ 10%, est également intéressante, notamment dans le cas d'une orientation très défavorable ou de fortes contraintes imposés par les Architectes des Bâtiments de France (ABF).

Les autres solutions nécessitent un renforcement important du bâti, afin d'obtenir un Cep inférieur à Cepmax : c'est le cas de la PAC double service et du poêle à granulés associé au CET, dont le bâti est renforcé de 14%.

La solution Effet Joule + CET CO<sub>2</sub>, malgré un bâti renforcé de plus de 15% par rapport à Bbiomax, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 105 pour un maximum de 65 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an.

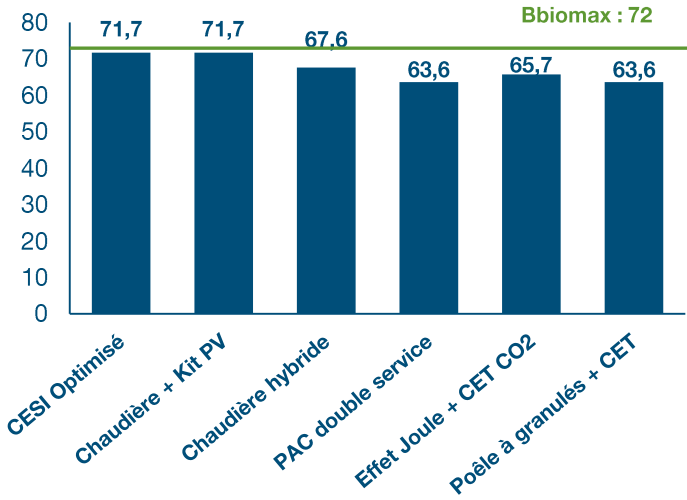
## Le conseil

Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H1b l'une des 2 solutions suivantes : [CESI Optimisé](#), [chaudière à condensation + kit PV](#).

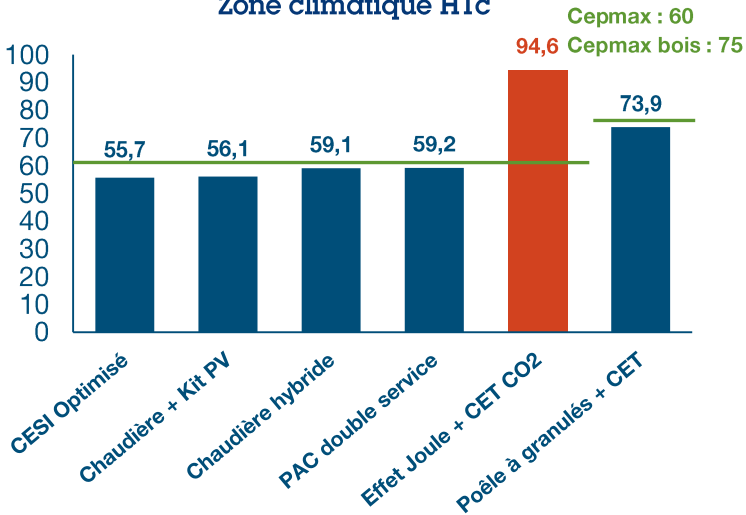
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# ZONE CLIMATIQUE H1c

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H1c



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H1c



# ZONE CLIMATIQUE H1c

## Analyse des résultats

**En zone H1c, les solutions [CESI Optimisé](#) et [chaudière à condensation + kit PV](#) se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

Le CESI Optimisé et la solution chaudière à condensation + kit PV, avec des gains respectifs de 7,2 % et 6,5 % par rapport à Cepmax, permettent de se rapprocher du niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics. Un bâti renforcé permettra donc d'atteindre aisément les niveaux de labels HPE et THPE.

La [chaudière hybride](#), avec un léger renforcement du bâti (environ 6%), est également une solution intéressante dans cette zone climatique, notamment dans le cas d'une orientation très défavorable ou de fortes contraintes imposés par les Architectes des Bâtiments de France (ABF).

Les autres solutions nécessitent un renforcement plus important du bâti, afin d'obtenir un Cep inférieur à Cepmax : c'est le cas de la PAC double service et du poêle à granulés associé au CET, dont le bâti est renforcé de 12%. La solution Effet Joule + CET CO<sub>2</sub>, malgré un bâti renforcé, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 94,6 pour un maximum de 60 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an.

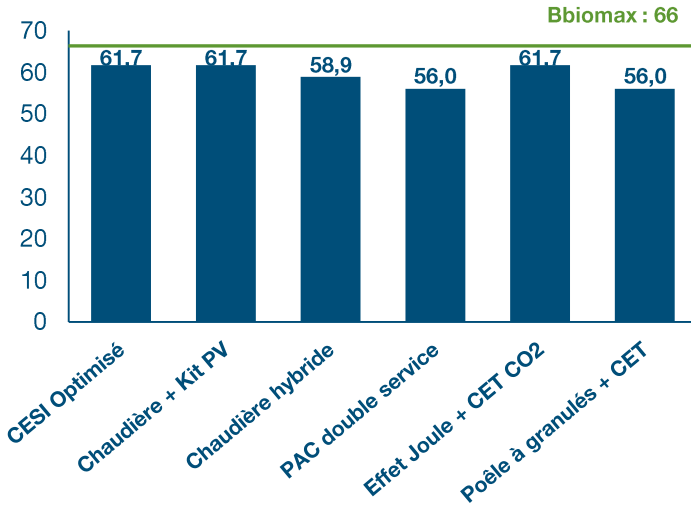
## Le conseil

Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H1c l'une des 3 solutions suivantes : CESI Optimisé, chaudière à condensation + kit PV, chaudière hybride.

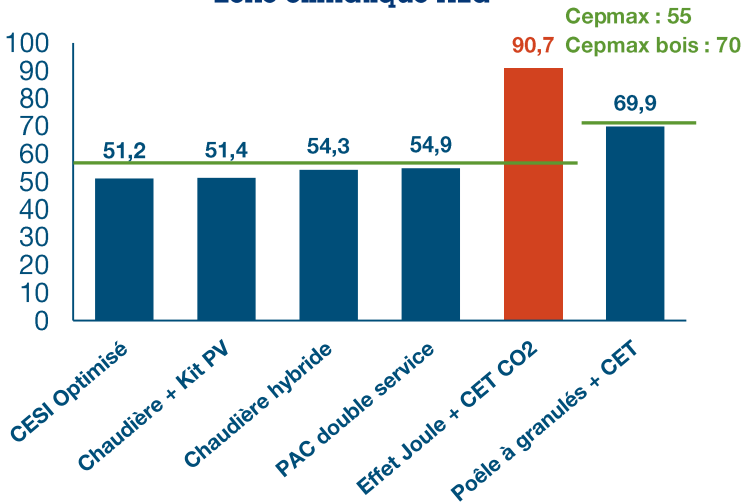
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# ZONE CLIMATIQUE H2a

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H2a



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H2a



# ZONE CLIMATIQUE H2a

## Analyse des résultats

**En zone H2a, les solutions [CESI Optimisé](#) et [chaudière à condensation + kit PV](#) se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

La chaudière hybride, avec un léger renforcement du bâti, est également une solution intéressante dans cette zone climatique, notamment dans le cas d'une orientation très défavorable ou de fortes contraintes imposés par les Architectes des Bâtiments de France (ABF).

Les autres solutions nécessitent un renforcement plus important du bâti, afin d'obtenir un Cep inférieur à Cepmax : c'est le cas de la PAC double service et du poêle à granulés associé au CET, dont le bâti est renforcé de 15% par rapport à Bbiomax.

La solution Effet Joule + CET CO<sub>2</sub> ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 90,7 pour un maximum de 55 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an.

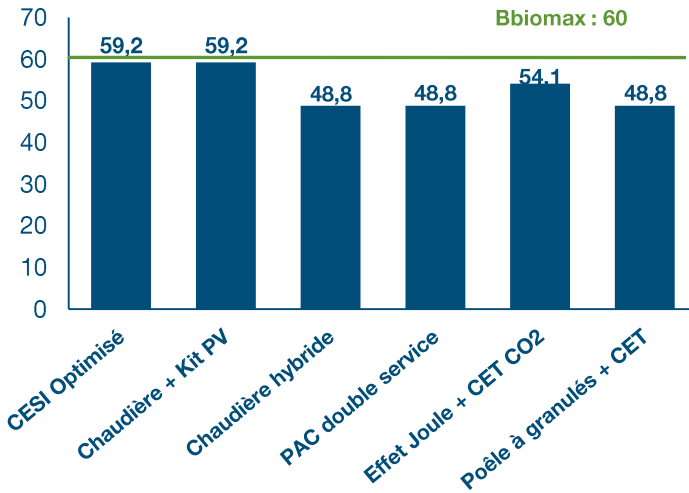
## Le conseil

Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H2a l'une des 2 solutions suivantes : [CESI Optimisé](#), [chaudière à condensation + kit PV](#).

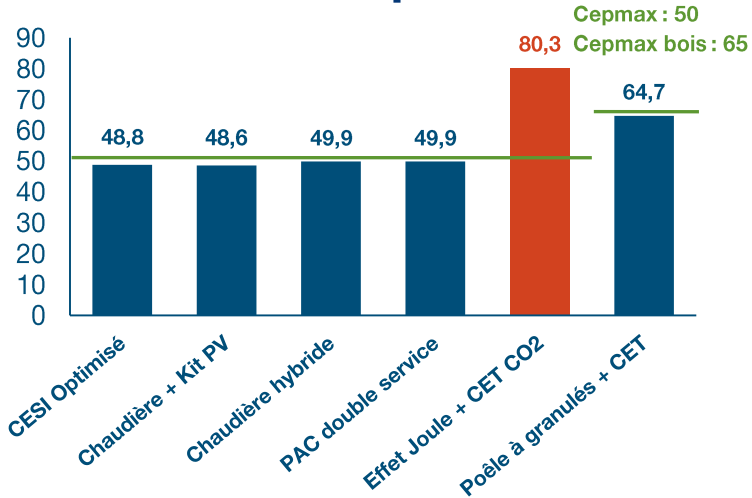
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# ZONE CLIMATIQUE H2b

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H2b



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H2b



# ZONE CLIMATIQUE H2b

## Analyse des résultats

**En zone H2b, les solutions [chaudière à condensation + kit PV](#) et [CESI Optimisé](#) se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

Les autres solutions nécessitent un renforcement important du bâti, afin d'obtenir un Cep inférieur à Cepmax : c'est le cas de la chaudière hybride, de la PAC double service et du poêle à granulés associé au GET, dont le bâti est renforcé de 19% par rapport à Bbiomax.

La solution Effet Joule + GET CO<sub>2</sub>, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 90,7 pour un maximum de 55 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an.

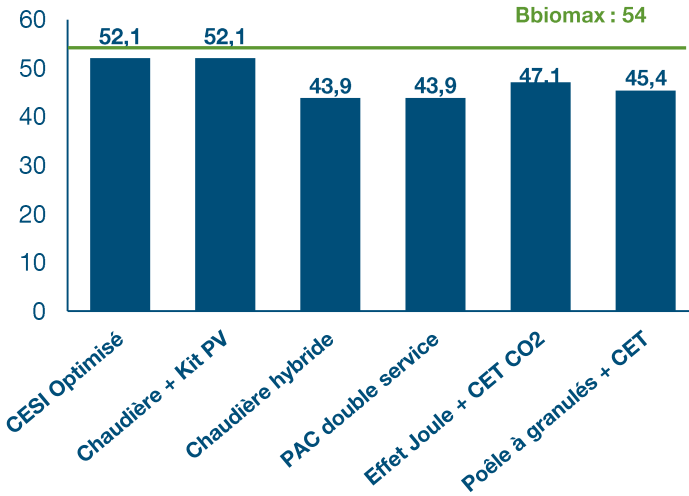
## Le conseil

Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H2b l'une des 2 solutions suivantes : [CESI Optimisé](#), [chaudière à condensation + kit PV](#).

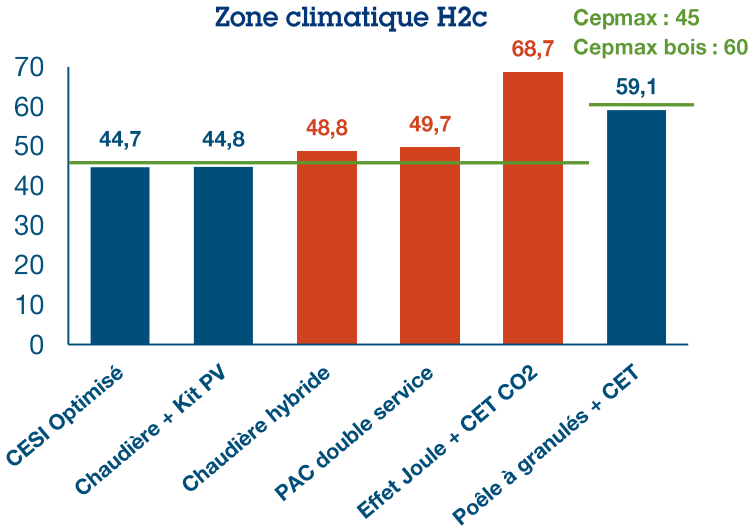
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# ZONE CLIMATIQUE H2c

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H2c



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H2c





# ZONE CLIMATIQUE H2c

## Analyse des résultats

**En zone H2c, les solutions [CESI Optimisé](#) et [chaudière à condensation + kit PV](#) se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

La solution poêle à granulés + CET nécessite un renforcement du bâti de 16% par rapport à Bbiomax pour obtenir un Cep conforme.

Les autres solutions, malgré un bâti renforcé, ne permettent pas ici de respecter l'exigence de Cep. C'est le cas, d'une part, de la chaudière hybride et de la PAC double service, dont le Cep est légèrement supérieur à Cepmax, et d'autre part, de la solution Effet Joule + CET CO<sub>2</sub>, qui a ici un Cep de 68,7 pour un maximum de 45 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an.

## Le conseil

Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H2c l'une des 2 solutions suivantes : [CESI Optimisé](#), [chaudière à condensation + kit PV](#).

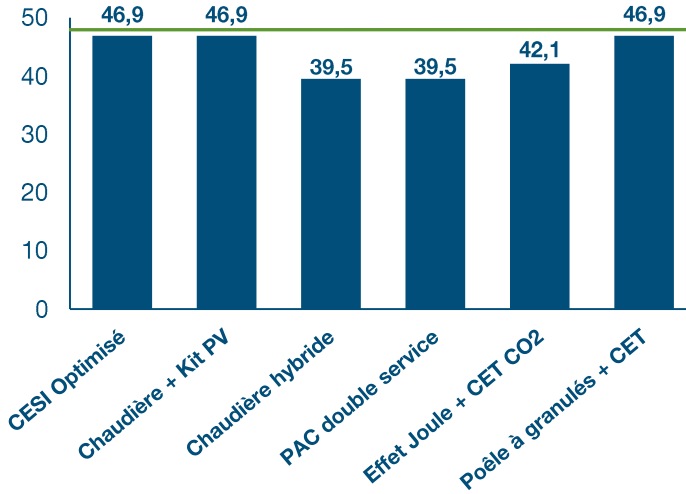
Si le client souhaite une solution intégrant un chauffage thermodynamique (chaudière hybride ou pompe à chaleur), il faut privilégier un plancher chauffant pour améliorer le Cep.

[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# ZONE CLIMATIQUE H2d

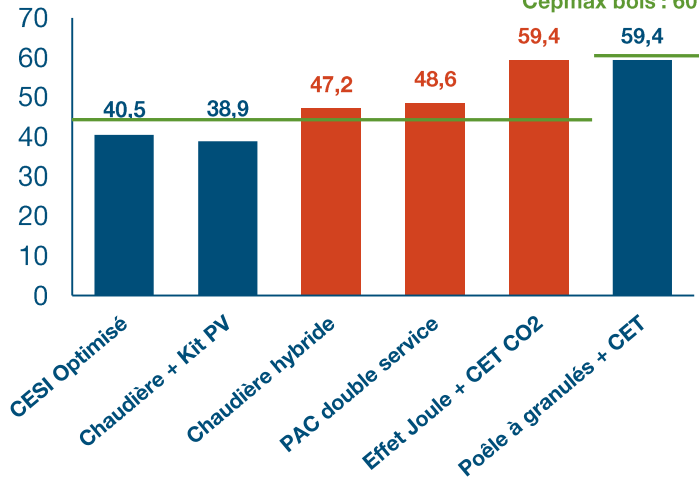
## Besoin bioclimatique Bbio

Zone climatique H2d **Bbiomax : 48**



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an)

Zone climatique H2d **Cepmax : 45**  
**Cepmax bois : 60**



# ZONE CLIMATIQUE H2d

## Analyse des résultats

**En zone H2d, les solutions chaudière à condensation + kit PV et CESI Optimisé se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

Le CESI Optimisé et la solution chaudière à condensation + kit PV, avec des gains respectifs de 10 % et 13,6 % par rapport à Cepmax, permettent d'atteindre le niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics. Un bâti renforcé permettra donc d'atteindre aisément les niveaux de labels HPE et THPE.

La solution poêle à granulés + CET permet également de respecter l'exigence de Cep sans renforcement du bâti.

Les autres solutions, malgré un bâti renforcé, ne permettent pas ici de respecter l'exigence de Cep. C'est le cas, d'une part, de la chaudière hybride et de la PAC double service, dont le Cep est légèrement supérieur à Cepmax, et d'autre part, de la solution Effet Joule + CET CO<sub>2</sub>, qui a ici un Cep de 59,4 pour un maximum de 45 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an.

## Le conseil

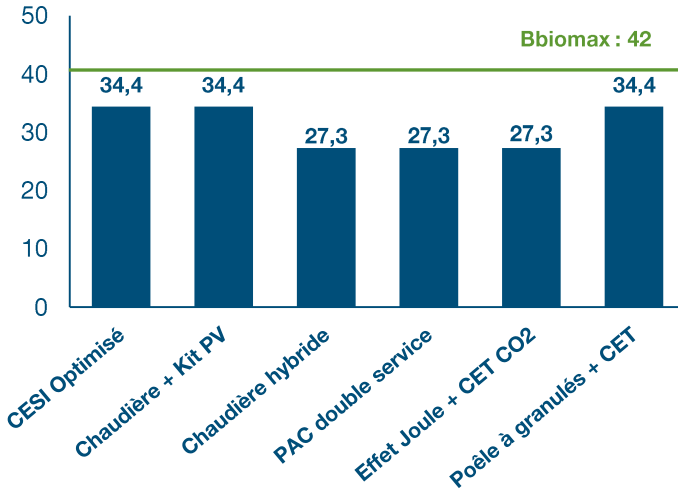
Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H2c l'une des 2 solutions suivantes : CESI Optimisé, chaudière à condensation + kit PV.

Si le client souhaite une solution intégrant un chauffage thermodynamique (chaudière hybride ou pompe à chaleur), il faut privilégier un plancher chauffant pour améliorer le Cep.

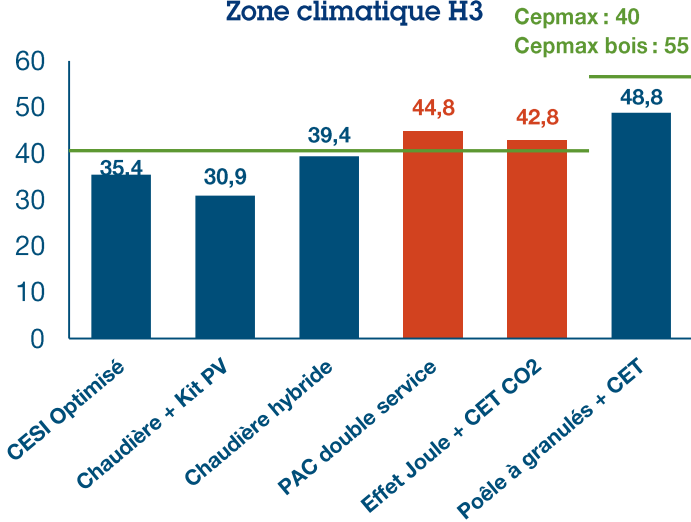
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# ZONE CLIMATIQUE H3

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H3



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H3



# ZONE CLIMATIQUE H3

## Analyse des résultats

**En zone H3, les solutions **CESI Optimisé** et **chaudière à condensation + kit PV** se positionnent comme les solutions les plus attractives :**

- ces solutions présentent les niveaux de Cep les plus faibles sans pour autant nécessiter un renforcement thermique du bâti ;
- avec un niveau de Bbio renforcé, les prochains niveaux de labels HPE (Cepmax-10%) et THPE (Cepmax-20%) annoncés par les pouvoirs publics seront facilement atteints.

Afin d'être en cohérence avec les pratiques constructives usuelles, le bâti n'a ici pas été optimisé afin d'être très proche de Bbiomax. Ainsi, le bâti le moins renforcé a ici un Bbio de 34,4, pour un Bbiomax égal à 42.

Le CESI Optimisé et la solution chaudière à condensation + kit PV, avec des gains respectifs de 11,5 % et 22,8 % par rapport à Cepmax, permettent d'atteindre les niveaux de Cep des labels HPE et THPE annoncés par les pouvoirs publics. Un bâti renforcé permettra donc d'atteindre aisément les niveaux de labels de la RT 2012.

La chaudière hybride nécessite un renforcement du bâti afin d'obtenir un Cep inférieur à Cepmax.

La solution poêle à granulés + CET permet également de respecter l'exigence de Cep sans renforcement du bâti. La PAC double service et la solution Effet Joule + CET CO<sub>2</sub> ne permettent pas ici de respecter l'exigence de Cep, malgré un bâti renforcé.

## Le conseil

Si l'objectif est d'atteindre la meilleure performance, privilégier en zone H2c l'une des 2 solutions suivantes : CESI Optimisé, chaudière à condensation + kit PV.

Si le client souhaite une solution intégrant un chauffage thermodynamique (chaudière hybride ou pompe à chaleur), il faut privilégier un plancher chauffant pour améliorer le Cep.

[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

### 3.4 Les Fiches Solutions en Maison Individuelle

Cette partie présente de manière plus détaillée les solutions gaz naturel / EnR adaptées à la maison individuelle neuve RT 2012, dont le **positionnement réglementaire** dans chaque zone climatique a été exposé dans la partie 3.3.

Chaque solution fait l'objet d'une Fiche Solution, qui comprend les items suivants :

- Description de la solution
- Principe de fonctionnement
- Atouts majeurs
- Saisie dans le moteur de calcul RT 2012
- Mise en œuvre
- Maintenance
- Positionnement prix
- Offre fabricants
- Opérations références (*le cas échéant*)
- Pour en savoir plus (*le cas échéant*)

Ces fiches contiennent notamment, pour chaque solution, la liste des fabricants commercialisant la solution, ainsi que des fiches d'aide à la saisie en RT 2012.

Les Fiches Solutions suivantes sont disponibles :

- **CESI Optimisé**
- **Chaudière hybride**
- **Chaudière à condensation + kit photovoltaïque**
- **CESI Classique**
- **Ecogénérateur**

# CESI Optimisé

Ce couplage gaz naturel/solaire thermique est aujourd'hui l'**une des solutions les plus pertinentes** de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire pour répondre aux exigences de la RT 2012 pour des maisons de petite et moyenne surface. Le Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI) Optimisé permet d'atteindre une haute performance énergétique tout en maîtrisant le coût de construction (**Bbio proche de Bbiomax**).

## Description de la solution

Le CESI Optimisé se compose :

- D'un unique capteur solaire thermique (environ 2 m<sup>2</sup>) ;
- D'un ballon solaire monovalent de volume réduit (inférieur à 200 L) ;
- D'une chaudière à condensation micro-accumulée.

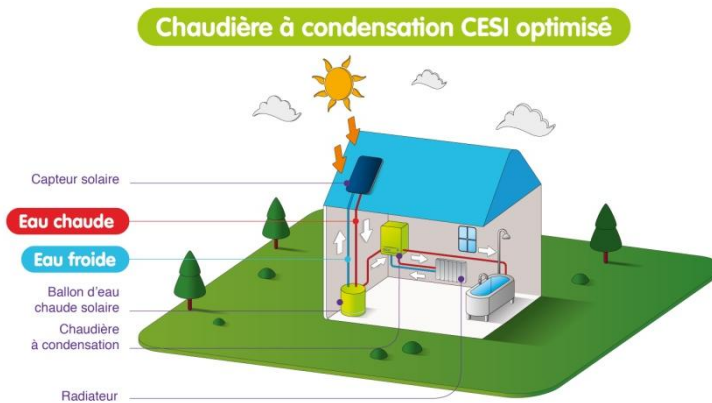


Schéma de principe d'un CESI Optimisé

La chaudière à condensation et le ballon solaire peuvent être séparés ou rassemblés sous forme d'une « colonne solaire ».

Tous les types d'émetteurs peuvent donc être associés au CESI Optimisé : radiateurs, PCBT (plancher chauffant basse température), vecteur air, etc.

## Principe de fonctionnement

Le CESI Optimisé **préchauffe l'eau avec l'énergie solaire** puis la porte à sa température de consigne grâce à la **chaudière d'appoint**.

Après s'être réchauffé par son passage dans le capteur solaire, le fluide caloporteur transmet son énergie à l'eau contenue dans le ballon solaire monovalent via un échangeur noyé situé en partie basse du ballon.

La chaudière à condensation, montée en série avec le ballon de stockage solaire, apporte si besoin, le complément d'énergie nécessaire pour porter l'ECS à sa température de consigne.

La chaudière module sa puissance en fonction du débit et de la température d'eau qui la traverse.

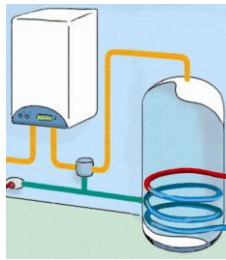


Schéma d'un ballon monovalent (source : CRIGEN)

L'échangeur permet de récupérer l'énergie solaire sous forme de stockage d'eau chaude sanitaire, sans maintenir l'ECS en température, contrairement à un ballon bivalent, équipé d'un second échangeur entre la chaudière et le ballon. Ce système permet ainsi de diviser par 5 les pertes de stockage par rapport à un CESI classique.

Le couplage du ballon solaire à une chaudière à condensation permet d'avoir de l'eau chaude sanitaire à tout instant.

En fonction du débit spécifique d'ECS souhaité, la chaudière à condensation peut aller de 24 kW (~14 L/min) jusqu'à 35 kW (~16,5 L/min).

La chaudière à condensation assure également la **production de chauffage** du logement.



## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Maîtrise du coût de construction** (Bbio proche de Bbiomax)
- **Prix compétitif** : coûts d'achat et de pose maîtrisés
- **Performance énergétique** (exigence Cep facilement respectée) > Possibilité éventuelle de placer les équipements hors volume chauffé > Atteinte facilitée des niveaux de performance les plus élevés (niveaux HPE, THPE, passif)
- **Pas d'unité extérieure** (projets situés en milieu dense nécessitant de limiter la présence d'équipements à l'extérieur du logement)
- **Adaptée à toutes les régions** (maître d'ouvrage recherchant une solution standardisée sur l'ensemble du territoire)

### Pour l'utilisateur final :

- **Economie sur la facture d'énergie** grâce à l'apport solaire (40% à 60% de couverture des besoins d'ECS)
- **Faible encombrement** dans le logement grâce au volume réduit du ballon
- Possibilité éventuelle de placer les **équipements hors volume chauffé (garage...)**

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

Le CESI Optimisé est intégré dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012.

Pour connaître le positionnement RT 2012 du CESI Optimisé, se reporter au paragraphe [3.3 Positionnement RT 2012 en Maison Individuelle](#).

Des **fiches d'aide à la saisie** pas à pas du CESI Optimisé sont disponibles en téléchargement :

- [CESI Optimisé – Perrenoud](#)
- [CESI Optimisé – BBS Slama](#)

## Mise en œuvre

Voici les principales étapes de mise en œuvre du CESI Optimisé :

1. Pose du capteur solaire et de la liaison capteur/ballon. Le capteur peut être posé en terrasse, sur toiture ou en intégration de toiture. La pose sur toiture ou en intégration de toiture peut être sous-traitée au couvreur.
2. Pré-installation du ballon solaire : il se pose comme un chauffe-eau électrique. Il faut également réaliser le raccordement départ / arrivée vers le capteur.
3. Pose de la chaudière à condensation : son installation est classique.



1 journée de pose (2 personnes)

## Maintenance

La maintenance annuelle d'un CESI Optimisé consiste à :

- Réaliser l'entretien classique de la chaudière à condensation ;
- Vérifier le bon fonctionnement du circuit solaire principal : niveau de pression, niveau de glycol, etc.

Il est préconisé d'inclure ces éléments dans un unique contrat de maintenance.

## Positionnement prix

Grâce à son bon positionnement RT (Bbio proche de Bbiomax), le CESI Optimisé est une solution compétitive en RT 2012 : coût maîtrisé d'environ 3500-4500 € HT fourni-posé pour le maître d'ouvrage.

## Offre fabricants

Le CESI Optimisé est commercialisé par de nombreux fabricants :



## Opérations références

Depuis 2013, le CESI Optimisé s'est imposé comme une solution de référence auprès des maitres d'ouvrage et des bureaux d'études pour la construction de maisons RT 2012 performantes. Consulter des projets références :

- [Maison CESI Optimisé RT 2012](#)
- [Les Allées Bellechasse](#)

## Pour en savoir plus

Pour plus d'informations sur le CESI Optimisé, [consulter le dossier](#) qui y est consacré sur Xpair.

# Chaudière hybride

Association intelligente d'une chaudière à condensation et d'une pompe à chaleur de faible puissance, la chaudière hybride permet d'utiliser l'**énergie la plus avantageuse** à tout instant et ainsi d'optimiser la performance énergétique. **Compétitive et performante**, elle peut être valorisée dans le moteur de calculs Th-BCE de la RT 2012 grâce au titre V paru le 22 novembre 2012.

## Description de la solution

La chaudière hybride se compose :

- D'une **pompe à chaleur** aérothermique de **puissance calorifique inférieure ou égale à 5 kW** ;
- D'une **chaudière à condensation** (24 à 30 kW selon les modèles) ;
- D'une **régulation intelligente** permettant d'optimiser la consommation d'énergie primaire.

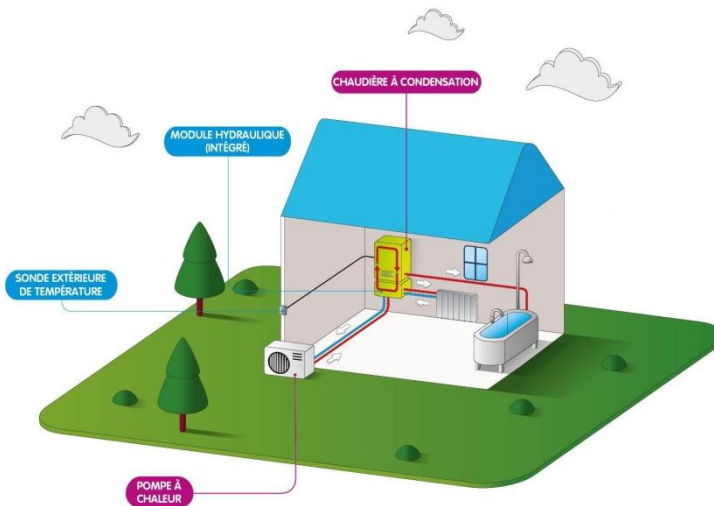


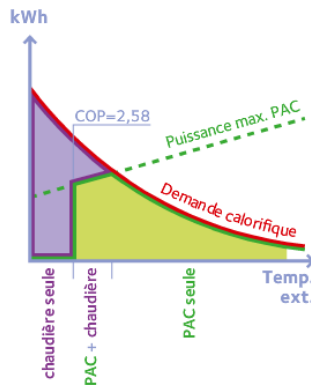
Schéma de principe d'une chaudière hybride

Les produits actuellement disponibles sont bi-blocs (PAC électrique située à l'extérieur du logement, chaudière à condensation à l'intérieur). Des solutions monoblocs (chaudière à condensation et PAC packagées sous une seule jaquette) entièrement situées à l'intérieur sont en cours de développement.

## Principe de fonctionnement

La PAC aérothermique assure le chauffage lorsque la température extérieure est douce et la chaudière à condensation prend le relais dès lors que la température extérieure est faible.

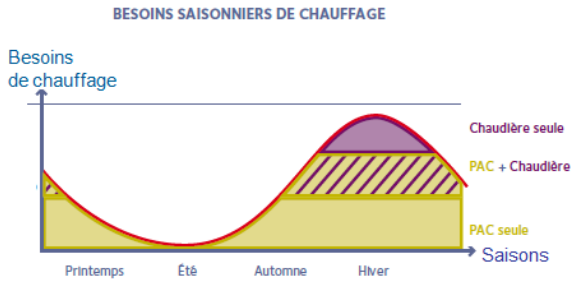
C'est la **régulation intelligente** qui permet, à tout instant, d'utiliser le système le plus performant en **énergie primaire**. Celle-ci évalue en temps réel le COP instantané de la PAC et le compare à 2,58. Cette évaluation se fait via une table de COP intégrée à la régulation en fonction de la température extérieure et de la température de consigne d'ambiance.



Fonctionnement de la chaudière hybride en fonction de  $T_{ext}$

Ainsi, pour répondre au **besoin de chauffage**, la chaudière hybride peut fonctionner de trois façons différentes :

- Lorsque le COP de la PAC est supérieur à 2,58 et que sa puissance est supérieure à la charge de chauffage, c'est la **PAC** qui assure **seule** la production de chauffage du logement ;
- Lorsque le COP de la PAC est supérieur à 2,58 mais que la charge de chauffage dépasse sa puissance, la **chaudière à condensation** et la **PAC** fonctionnent **simultanément** pour répondre à la demande de chauffage ;
- Lorsque le COP instantané de la PAC devient inférieur à 2,58, la **chaudière à condensation** assure **seule** la production de chauffage.
- La chaudière hybride adapte donc son fonctionnement à la saison, afin d'optimiser sa performance énergétique, comme l'illustre le graphique ci-après.



Fonctionnement de la chaudière hybride selon les saisons

L'**eau chaude sanitaire** peut être produite intégralement par la chaudière à condensation de façon instantanée ou semi-accumulée avec un ballon de stockage, ou bien préchauffée par la PAC avant que la chaudière à condensation assure la relève (production semi-accumulée avec un ballon).

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- Maîtrise du coût de construction (**Bbio proche de Bbiomax** dans la plupart des zones climatiques)
- Prix **compétitif** : coûts d'achat et de pose maîtrisés
- Solution **adaptée quelque soit l'orientation** de la maison
- Un **unique intervenant** pour la mise en œuvre : le plombier chauffagiste
- Solution adaptée aux maisons de faible surface **sans garage ni cellier** grâce à son faible encombrement (notamment en cas de production d'ECS instantanée)

### Pour l'utilisateur final :

- **Faible encombrement** dans le logement (notamment dans le cas d'une production d'ECS instantanée)
- **Pas de modification de l'abonnement électrique** (faible puissance de la PAC)
- **Facture d'énergie optimisée** grâce à la régulation intelligente (mode de régulation sur le prix des énergies selon modèles)

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La chaudière hybride peut être valorisée dans le moteur de calculs de la RT 2012 depuis la parution de son titre V le 22 novembre 2012.

Il concerne :

- Les solutions hybrides comprenant :
  - Une PAC d'une puissance inférieure ou égale à 5kW chaud (non réversible) ;
  - Une chaudière à condensation assurant l'appoint de chauffage et tout ou partie de l'ECS ;
  - Une régulation sur énergie primaire permettant de piloter les 2 systèmes.
- Les émetteurs plancher chauffant ou radiateur.

Pour connaître le positionnement RT 2012 de la chaudière hybride, se reporter au paragraphe **3.3 Positionnement RT 2012 en Maison Individuelle**.

Des **fiches d'aide à la saisie** pas à pas de la chaudière hybride sont disponibles en téléchargement :

- [Chaudière hybride – Perrenoud](#)
- [Chaudière hybride – BBS Slama](#)

## Mise en œuvre

Une chaudière hybride peut être installée par un plombier-chauffagiste. Voici les principales étapes de mise en œuvre :

1. **Pose de la chaudière à condensation** : son installation est classique.
2. **Pose de la pompe à chaleur** et raccordement des 2 systèmes : la pompe à chaleur se positionne à l'extérieur de la maison. Lors de l'implantation, il est nécessaire de respecter des distances minimales autour de la PAC pour les travaux de maintenance.
3. **Paramétrage de la régulation** intelligente.

Selon les produits, la liaison entre les 2 systèmes peut être hydraulique ou frigorifique. Dans le 1<sup>er</sup> cas, il n'est pas nécessaire pour l'installateur de disposer d'une attestation de capacité pour la manipulation des fluides.



1 journée de pose (1 personne)

## Maintenance

L'entretien d'une chaudière hybride peut est réalisé dans le cadre d'**un unique contrat** :

- La maintenance de la chaudière à condensation est classique ;
- La maintenance de la PAC comprend : vérification du bon fonctionnement, nettoyage de l'évaporateur et du filtre.

## Positionnement prix

Grâce à son bon positionnement RT (Bbio proche de Bbio max dans la plupart des zones climatiques), la chaudière hybride est une solution compétitive en RT 2012.

Son prix est également compétitif : ~3500-4500 € HT fourni/posé pour le maître d'ouvrage.

## Offre fabricants

La chaudière hybride est commercialisée par les fabricants suivants :



## Opérations références

Certains maîtres d'ouvrage et bureaux d'études sont d'ores-et-déjà convaincus par la chaudière hybride. Consulter des projets références :

- [Maison Domotique RT 2012](#)
- [Le Hameau Des Pins](#)

## Pour en savoir plus

Pour plus d'informations sur la chaudière hybride, [consulter le dossier](#) qui y est consacré sur Xpair.



# Chaudière à condensation & Kit Photovoltaïque

Associer une chaudière à condensation et un kit photovoltaïque en autoconsommation permet de respecter la RT 2012 tout en **maîtrisant le coût de construction** (Bbio proche de Bbiomax) et en limitant fortement l'encombrement dans le logement (**aucun encombrement au sol**).

## Description de la solution

Cette solution se compose :

- D'une **chaudière à condensation** ;
- D'un **kit photovoltaïque de 2 à 6 m<sup>2</sup>** environ (250 Wc à 750 Wc) en autoconsommation permettant d'assurer une production minimale de 5 kWhep/m<sup>2</sup> SHONRT/an d'énergie renouvelable.

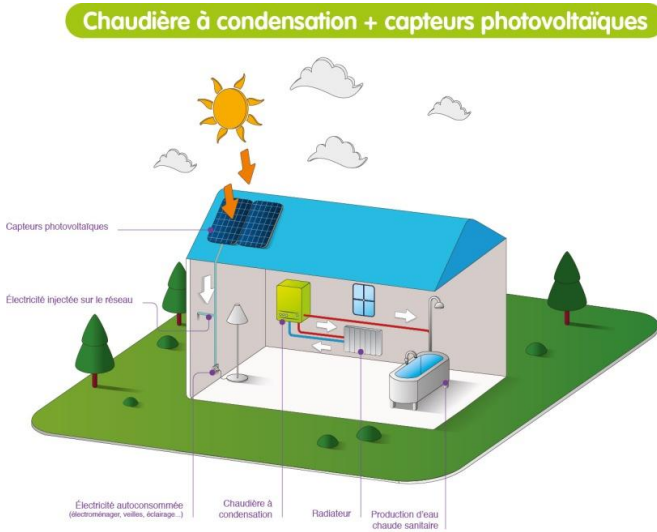


Schéma de principe de la chaudière à condensation + kit PV

## Principe de fonctionnement

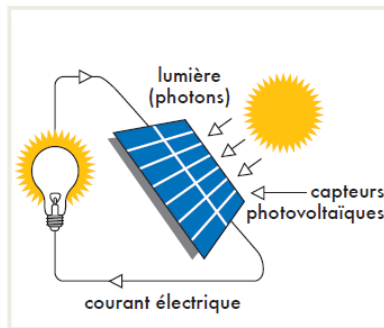
La chaudière à condensation et le kit photovoltaïque fonctionnent de manière totalement indépendante.

La chaudière à condensation, généralement micro-accumulée, assure les besoins de chauffage et d'eau chaude du logement. Tous les types d'émetteurs peuvent donc y être associés : radiateurs, PCBT, vecteur air, etc.

Le kit photovoltaïque permet, par sa production d'électricité, de répondre à l'exigence de recours à une EnR en RT 2012. L'électricité produite est en priorité autoconsommée dans le logement (électroménager, éclairage, informatique, etc.).

Etant donné la faible puissance installée (250 Wc à 750 Wc environ), l'électricité photovoltaïque sera le plus généralement entièrement autoconsommée : en effet, la production PV sera le plus souvent inférieure au talon de consommation d'électricité domestique du logement.

Toutefois, lorsqu'il n'y a pas de demande, l'électricité produite est réinjectée gratuitement sur le réseau.



Transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique

Ce kit peut être composé de panneaux ou de tuiles photovoltaïques.

Dans le cas de panneaux, l'électricité continue est transformée en courant alternatif par des micro-onduleurs directement intégrés aux panneaux.

Dans le cas de tuiles PV, un unique onduleur central permet de transformer l'électricité.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Maîtrise du coût de construction** (Bbio proche de Bbiomax)
- **Prix compétitif** : coûts d'achat et de pose maîtrisés
- **Performance énergétique** : exigence Cep facilement respectée
  - > Possibilité éventuelle de placer les équipements hors volume chauffé
  - > Atteinte facilitée des niveaux de labels HPE et THPE annoncés par les pouvoirs publics
- **Intervenants indépendants** pour la mise en œuvre (plombier chauffagiste pour la chaudière, couvreur pour les tuiles ou panneaux PV, électricien pour le raccordement au tableau électrique)
- **Pas d'unité extérieure** (projets situés en milieu dense nécessitant de limiter la présence d'équipements à l'extérieur du logement)
- **Adaptée à toutes les régions** (maître d'ouvrage recherchant une solution standardisée sur l'ensemble du territoire)
- Solution adaptée aux maisons de faible surface **sans garage ni cellier** grâce à son faible encombrement (notamment en cas de production d'ECS instantanée)

### Pour l'utilisateur final :

- **Très faible encombrement** dans le logement (aucun encombrement au sol)
- Possibilité éventuelle de placer les **équipements hors volume chauffé (garage...)**
- **Economie sur la facture d'énergie** grâce à l'autoconsommation de l'électricité photovoltaïque (30 € à 100 € environ)
- **Coût d'entretien réduit** (chaudière à condensation)

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La chaudière à condensation et les modules PV sont intégrés dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012.

Pour connaître le positionnement RT 2012 de cette solution, se reporter au paragraphe [3.3 Positionnement RT 2012 en Maison Individuelle](#).

75B Des fiches d'aide à la saisie pas à pas de cette solution sont disponibles en téléchargement :

- [Chaudière à condensation + kit PV – Perrenoud](#)
- [Chaudière à condensation + kit PV – BBS Slama](#)

## Mise en œuvre

La mise en œuvre de la chaudière à condensation et du kit PV sont totalement indépendantes.

L'installation de la chaudière à condensation est classique.

Voici les principales étapes de mise en œuvre du kit PV:

1. **Pose des tuiles PV ou des panneaux PV** par le couvreur ou un installateur dédié.
2. **Pose des accessoires électriques** et raccordement au tableau électrique par l'électricien.



< 1 journée de pose (1 personne)

Le raccordement de l'installation en autoconsommation au réseau public d'électricité nécessite de transmettre à ErDF un formulaire spécifique (ERDF-FOR-RAC\_22E : « demande de raccordement d'une installation de production injectant sans onduleur et de puissance de raccordement inférieure ou égale à 36kVA »). Il n'est pas nécessaire d'installer un compteur d'injection.

## Maintenance

La maintenance annuelle de la chaudière à condensation est classique. Un nettoyage régulier des modules PV est préconisé, bien qu'aucune opération de maintenance ne soit obligatoire.

## Positionnement prix

Grâce à son bon positionnement RT (Bbio proche de Bbio max dans la plupart des zones climatiques), l'association d'une chaudière à condensation et d'un kit PV est une solution compétitive en RT 2012.

Prix indicatif d'une chaudière à condensation : ~1000-1500 € HT fourni-posé pour le maître d'ouvrage.

Le prix d'un kit PV est également compétitif : ~2000-2500 € HT fourni-posé pour le maître d'ouvrage.

Le coût global de la solution est d'environ 3000-4000 € HT fourni-posé.

## Offre fabricants

La chaudière à condensation peut être de la marque habituelle ou de toute autre marque.

Des kits PV sont proposés par de nombreux fabricants :



## Opérations références

Cette solution s'impose comme une solution pertinente auprès des maitres d'ouvrage et des bureaux d'études pour la construction de maisons RT 2012 performantes. Consulter des projets références :

- [Lotissement des chênes](#)
- [Résidence Les Brigantines](#)

# CESI Classique

Cette solution, couramment utilisée en BBC, permet d'atteindre des **très hauts niveaux de performance** grâce à l'association du gaz naturel et de l'énergie solaire thermique. Le Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI) Classique a un bon positionnement réglementaire, ce qui permet de maîtriser le coût de construction (**Bbio proche de Bbiomax**).

## Description de la solution

Le CESI Classique se compose :

- De deux capteurs solaires thermiques (environ 4 m<sup>2</sup>) ;
- D'un ballon solaire bivalent d'un volume de 200 L à 300 L ;
- D'une chaudière à condensation reliée au ballon solaire.

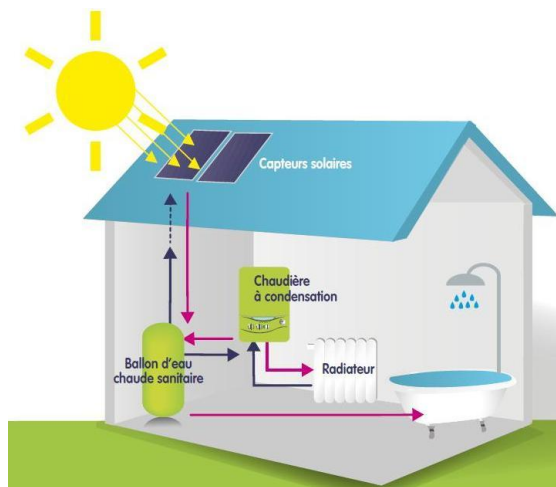


Schéma de principe d'un CESI Classique

La chaudière à condensation et le ballon solaire peuvent être séparés ou rassemblés sous forme d'une « colonne solaire ».

## Principe de fonctionnement

Le CESI Classique permet de produire l'eau chaude sanitaire à partir de **l'énergie solaire** et de la **chaudière à condensation**.

Après s'être réchauffé par son passage dans le capteur solaire, le fluide caloporteur transmet son énergie à l'eau contenue dans le ballon solaire via un échangeur noyé.

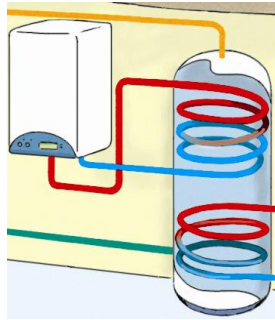


Schéma d'un ballon bivalent (source : CRIGEN)

Le ballon solaire est **bivalent** : l'échangeur situé à la base du ballon permet de récupérer l'énergie solaire sous forme de stockage d'eau chaude sanitaire ; le second échangeur relié à la chaudière permet de **maintenir l'ECS** en haut du ballon **à la température de consigne**.

Ainsi, le CESI Classique assure une grande disponibilité d'eau chaude sanitaire à tout instant : le débit spécifique d'ECS peut aller jusqu'à 20 à 25 L/min.

La chaudière à condensation assure également la **production de chauffage** du logement.

Tous les types d'émetteurs peuvent donc être associés au CESI Classique : radiateurs, PCBT, vecteur air, etc.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Maîtrise du coût de construction** (Bbio proche de Bbiomax)
- **Performance énergétique** : exigence Cep facilement respectée
  - > Possibilité éventuelle de placer les équipements hors volume chauffé
  - > Atteinte facilitée des niveaux de performance les plus élevés (niveaux HPE, THPE, passif)
- **Pas d'unité extérieure** (projets situés en milieu dense nécessitant de limiter la présence d'équipements à l'extérieur du logement)
- **Adaptée à toutes les régions** (maître d'ouvrage recherchant une solution standardisée sur l'ensemble du territoire)

### Pour l'utilisateur final :

- **Economie sur la facture d'énergie** grâce à l'apport solaire (jusqu'à 70% de couverture des besoins d'ECS)
- **Compacité** de la solution dans le cas d'une colonne solaire
- Possibilité éventuelle de placer les **équipements hors volume chauffé (garage...)**
- **Grand confort en eau chaude sanitaire** (jusqu'à 20 à 25 L/min) grâce au stockage important (200 L à 300 L)

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

Le CESI Classique est intégré dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012.

Des **fiches d'aide à la saisie** pas à pas du CESI Classique sont disponibles en téléchargement :

- [CESI Classique – Perrenoud](#)
- [CESI Classique – BBS Slama](#)



## Mise en œuvre

Voici les principales étapes de mise en œuvre du CESI Classique :

1. **Pose des capteurs solaires** et de la liaison capteur/ballon. Les capteurs peuvent être posés en terrasse, sur toiture ou en intégration de toiture. La pose sur toiture ou en intégration de toiture peut être sous-traitée au couvreur.
2. **Pré-installation du ballon solaire** : il se pose comme un chauffe-eau électrique. Il faut également réaliser le raccordement départ / arrivée vers le capteur.
3. **Pose de la chaudière à condensation** : son installation est classique.



1,5 jours de pose (2 personnes)

## Maintenance

La maintenance annuelle d'un CESI Classique consiste à :

- Réaliser l'entretien classique de la chaudière à condensation ;
- Vérifier le bon fonctionnement du circuit solaire principal : niveau de pression, niveau de glycol, etc.

Il est préconisé d'inclure ces éléments dans un **unique contrat** de maintenance.

## Positionnement prix

Grâce à son bon positionnement RT (**Bbio proche de Bbio max**), le CESI Classique est une solution compétitive en RT 2012 pour les maisons de grande surface ou disposant de plusieurs salles de bain.

Son prix est d'environ 4500-6000 € HT fourni-posé pour le maître d'ouvrage.

## Offre fabricants

Le CESI Classique et la colonne solaire sont commercialisés par les principaux fabricants de chaudière.

# Ecogénérateur

Solution **innovante** permettant d'atteindre de très hauts niveaux de performance, l'écogénérateur (ou chaudière à micro-cogénération) assure une production combinée de chaleur et d'électricité. **Compact** et **peu encombrant**, il couvre tous les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire du logement, ainsi qu'une partie des besoins électriques annuels.

## Description de la solution

L'écogénérateur se compose d'une unique chaudière à condensation dans laquelle une micro-cogénération (moteur Stirling) d'une puissance électrique de 1 kW est intégrée.

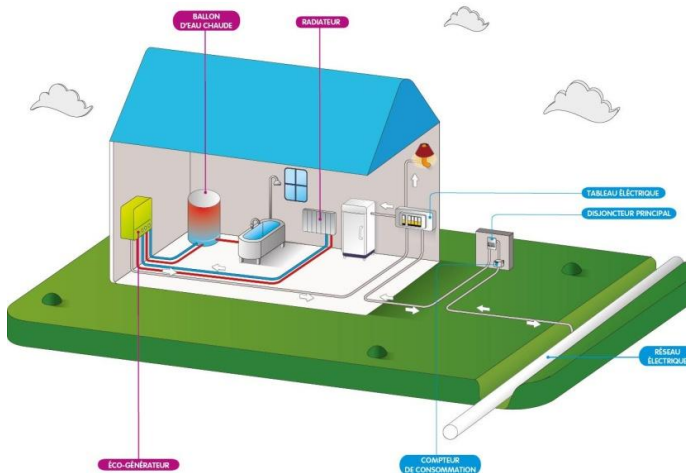


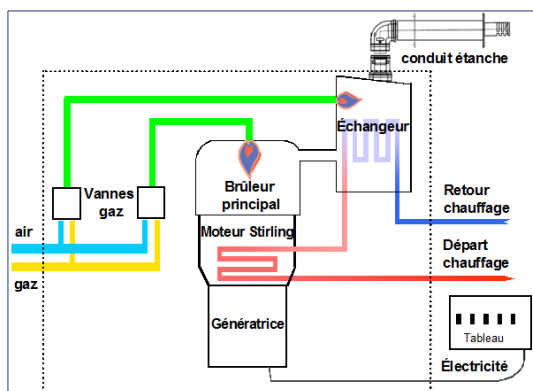
Schéma de principe d'un écogénérateur (cas de l'autoconsommation)

Il est préconisé de privilégier la production d'ECS accumulée, afin d'optimiser la production d'électricité.

## Principe de fonctionnement

L'écogénérateur permet de répondre aux besoins de chauffage et d'ECS du logement tout en produisant de l'électricité.

L'électricité produite peut être directement autoconsommée ou revendue. Il est préconisé de privilégier l'autoconsommation au sein du logement : en effet, la quantité d'électricité produite ne permet pas toujours d'amortir le coût d'un compteur d'injection.



Principe de fonctionnement de l'écogénérateur

Le gaz de travail (Hélium) contenu dans le moteur Stirling entraîne un piston lors de chaque cycle de combustion et permet la production d'électricité via un alternateur. La puissance électrique est de 1 kW.

Le moteur Stirling contribue également à la production de chaleur grâce à un échangeur. Il a une puissance thermique comprise entre 4,8 kW et 8 kW. Ce brûleur auxiliaire contribue notamment à couvrir la pointe d'ECS.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Performance énergétique** : exigence Cep facilement respectée
  - > Possibilité éventuelle de placer les équipements hors volume chauffé
  - > Atteinte facilitée des niveaux de labels HPE et THPE annoncés par les pouvoirs publics
- **Installation simplifiée** (un seul système situé à l'intérieur du logement)

**Pour l'utilisateur final :**

- **Economie sur la facture d'énergie** grâce à la production électrique (jusqu'à 70% de couverture des besoins électriques annuels)
- **Faible encombrement** dans le logement grâce à la compacité de l'écogénérateur
- Possibilité éventuelle de placer les **équipements hors volume chauffé (garage...)**

**Saisie dans le moteur de calcul RT 2012**

L'écogénérateur (ou chaudière à micro-cogénération) est intégré dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012. C'est l'une des solutions permettant de répondre à l'exigence de recours à une EnR.

Des fiches d'aide à la saisie pas à pas de l'écogénérateur sont disponibles en téléchargement :

- [Ecogénérateur – Perrenoud](#)
- [Ecogénérateur – BBS Slama](#)

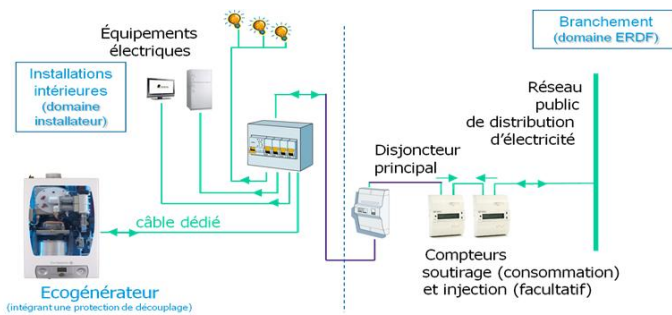
**Mise en œuvre**

Un écogénérateur peut être installé par un plombier-chauffagiste. Son installation est quasi identique à celle d'une chaudière à condensation :

1. **Pose de l'écogénérateur** : il s'installe de la même manière qu'une chaudière à condensation. La manutention nécessite 2 intervenants.
2. Pose d'un éventuel **ballon de stockage**
3. **Raccordement au tableau électrique**

Le raccordement de l'installation en autoconsommation au réseau public d'électricité nécessite de transmettre à ErDF un formulaire spécifique (« demande de raccordement d'une installation de production injectant sans onduleur et de puissance de raccordement inférieure ou égale à 36kVA »). Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'installer un compteur d'injection. En revanche, si l'on souhaite revendre l'électricité produite (non préconisé), un compteur d'injection est obligatoire.

Le schéma électrique est alors le suivant :



Raccordement électrique d'un écogénérateur



1/2 journée de pose (2 personnes)

## Maintenance

L'entretien annuel d'un écogénérateur consiste à :

- Effectuer 2 mesures de combustion sur le brûleur Stirling ( $P_{min}$  et  $P_{max}$ )
- Effectuer 2 mesures de combustion sur le brûleur secondaire
- Nettoyer l'échangeur et le brûleur secondaire

Le brûleur Stirling ne génère pas de maintenance supplémentaire.

## Positionnement prix

Grâce à son bon positionnement RT (**Bbio proche de Bbio max**), l'écogénérateur permet de maîtriser le coût de construction.

Voici son prix indicatif : ~15000-18000 € HT fourni-posé pour le maître d'ouvrage.

## Offre fabricants

L'écogénérateur est commercialisé par :



### 3.5 Les opérations références en Maison Individuelle

Ce chapitre présente **7 opérations références** en maison individuelle neuve.

Les solutions suivantes y sont représentées : CESI Optimisé, Chaudière hybride, Chaudière individuelle condensation et kit photovoltaïque, CESI Classique. Pour plus d'informations sur ces solutions, se reporter au paragraphe **3.4 Fiches Solutions en Maison Individuelle**.

Chaque opération fait l'objet d'une Fiche Référence, qui comprend les items suivants :

- Carte d'identité du projet
- Solution technique mise en place
- Résultats de l'étude thermique
- Témoignage du bureau d'études thermiques

Les fiches références suivantes sont disponibles :

- **Maison CESI Optimisé RT 2012**
- **Les Allées Bellechasse**
- **Maison Domotique RT 2012**
- **Le Hameau des Pins**
- **Lotissement des Chênes**
- **Résidence Les Brigantines**
- **Maisons Passives Innovantes**

# MAISON CESI OPTIMISE RT 2012

Maison Elan – Mozac (63)

## Carte d'identité du projet

Cette maison RT 2012 de 76 m<sup>2</sup> située au cœur d'un lotissement à Mozac, en périphérie de Clermont-Ferrand, est équipée d'un CESI Optimisé pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.



### Maîtrise d'ouvrage :

Maisons Elan

### Bureau d'études :

NRGYS DOMOTIC

**Localisation :** Mozac (63)

**Livraison :** juin 2013

**Zone climatique :** H1c

**SHAB :** 75,56 m<sup>2</sup>

**SHONRT :** 90,55 m<sup>2</sup>

Murs extérieurs	Parpaings + isolant 100 mm (R=3,4)
Toiture	Isolation soufflée (R=9)
Plancher bas	Hourdis polystyrène Up=0,19
Portes	Ud=1,1
Menuiseries	Double vitrage aluminium 4/18/4 argon
Ventilation	VMC simple flux hygro B basse consommation
Perméabilité à l'air	0,55 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Chauffage, ECS & EnR	CESI Optimisé

## La solution technique : CESI Optimisé

Le CESI Optimisé installé dans cette maison est de marque Saunier Duval. Le capteur solaire, intégré en toiture, préchauffe l'ECS grâce au ballon monovalent Helioset de 150 L installé dans un cellier en volume chauffé. La chaudière à condensation ThemaPlus Condens F30 assure l'appoint instantané d'ECS et le chauffage du logement. L'émission de chauffage est réalisée par des radiateurs moyenne température (régime 70-50°C) équipés de robinets thermostatiques de variation temporelle inférieure à 0,42.



CESI Optimisé  
SAUNIER DUVAL

## Résultats de l'étude thermique

Besoin bioclimatique	B <sub>bio</sub>	B <sub>biomax</sub>	Gain (%)
B <sub>bio</sub>	79,4	79,4	0

Confort d'été	Projet	Réf.
Tic (°C)	30,4	34,3

Prod. EnR	Projet	Exigé
Aepnr (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	21,8	5

Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epmax</sub>	Gain (%)
C <sub>ep</sub> (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	66,6	67,4	1,19

## « Coût inférieur d'au moins 15% à un système classique »



Patrice Normand  
Gérant de NRGYS  
DOMOTIC

«La conception de ce nouveau type de chauffe-eau solaire individuel rend l'équipement beaucoup plus fiable et incontestablement plus efficace que les systèmes classiques avec stockage, notamment dans les zones où le soleil est moins présent.

Avec ce nouveau système, aucun maintien en température du stockage n'est nécessaire : l'eau chaude sanitaire est préchauffée par le soleil avant d'être envoyée vers la chaudière. Relativement simple à maîtriser, l'équipement proposé aujourd'hui résout en grande partie les problématiques de prix, de complexité... auxquelles sont confrontés les appareils

classiques.

Par ailleurs, la maîtrise de l'installation autorise son implantation dans tous types de constructions, à la seule exception de celles soumises à la réglementation en matière d'implantation de capteurs en toiture.

Cette solution de bons sens devrait se développer grâce à ses performances et à son coût peu élevé – inférieur d'au moins 15 % à un système classique.»



# LES ALLEES BELLECHASSE

Perspective Habitat – Chasse/Rhône (38)

## Carte d'identité du projet

Ce programme situé sur les hauteurs de Chasse/Rhône, dans l'Isère, contient 20 maisons individuelles BBC de 3 et 4 chambres avec garages et jardins privés. 3 d'entre elles sont équipées d'un CESI Optimisé pour la production de l'eau chaude sanitaire et du chauffage.



### Maîtrise d'ouvrage :

Perspective Habitat

### Bureau d'études :

Pouget Consultants

**Architecte :** Gilles Dauchez,  
architecte DPLG

### Localisation :

Chasse/Rhône (38)

**Zone climatique :** H1c

**Logements :** 3 maisons  
individuelles

**SHAB :** 108,5 m<sup>2</sup> à 121,3 m<sup>2</sup>

**SHONRT :** 117 m<sup>2</sup> à 139,1 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Brique (R=1,15) + doublage TH32 120+13 (R=3,80)
<b>Toiture</b>	Laine de verre 480 mm (R=9)
<b>Plancher bas</b>	Dalle béton + PU 56 mm (R=2,6)
<b>Portes</b>	Ud=1,5
<b>Menuiseries</b>	PVC 4/16/4 argon Uw=1,4
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Perméabilité à l'air</b>	0,6 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
<b>Chauffage, ECS &amp; EnR</b>	CESI Optimisé

## La solution technique : CESI Optimisé

Ces 3 maisons sont équipées de CESI Optimisés Chaffoteaux. Les panneaux solaires, d'une surface totale de 6 m<sup>2</sup> pour les 3 logements, sont installés en toiture. Chaque logement contient un ballon monovalent de 150 L ainsi qu'une chaudière à condensation micro-accumulée, qui assure le chauffage individuel et l'appoint d'ECS. L'émission de chauffage est réalisée par des radiateurs moyenne température équipées de robinets thermostatiques de variation temporelle VT=0,42.



CESI Optimisé  
CHAFFOTEAUX

## Résultats de l'étude thermique

Bâti	Projet	Réf.	Gain (%)	Confort d'été	Projet	Réf.
U <sub>bat</sub> moy. (W/m <sup>2</sup> /K)	0,33	0,49	32,7	Tic moy. (°C)	30,1	31,4

Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epref</sub>	Gain (%)
C <sub>ep</sub> moy. (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	53,8	125,1	57,0

## « Une des solutions énergétiques les plus performantes »



Vincent Braire  
Resp. d'agence chez  
POUGET CONSULTANTS

«Le Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI) Optimisé constitue indubitablement une des solutions énergétiques les plus performantes du marché. L'optimisation du ratio volume de stockage/surface de capteurs conduit à un meilleur rendement et donc un taux de couverture solaire optimisé. Offrant un bon compromis entre l'isolation du bâti et l'intégration d'énergie renouvelable, le système dégage de réelles économies d'énergie pour l'utilisateur.»

D'un encombrement minimum, facile à implanter, l'équipement s'intègre parfaitement dans l'architecture des maisons individuelles, en particulier celles du cœur de marché, de 90 à 110 m<sup>2</sup>. Sa simplicité de mise en œuvre et un investissement maîtrisé positionnent à l'heure actuelle cette solution comme un optimum technico-économique sur le marché pour répondre à l'obligation d'énergie renouvelable. Avec un bâti standard, le CESI Optimisé s'inscrit déjà facilement dans la RT 2012. Un léger renforcement de l'isolation permettra d'atteindre rapidement le niveau de performance des futurs labels HPE et même THPE. »

# MAISON DOMOTIQUE RT 2012

Villa Tradition - Niort (79)

## Carte d'identité du projet

Située à Niort, cette maison moderne est entièrement domotisée : les consommations d'énergie, mais aussi les volets, la lumière ou encore la sécurité peuvent être gérées grâce à un écran tactile de contrôle. Equipée d'une chaudière hybride, cette maison respecte la RT 2012.



### Maîtrise d'ouvrage :

Villa Tradition

Bureau d'études : Effilios

Localisation : Niort (79)

Livraison : novembre 2012

Zone climatique : H2b

SHAB : 156,6 m<sup>2</sup>

SHONRT : 171,4 m<sup>2</sup>

Murs extérieurs	Briques BGV thermo 2 + GR32 Optima 120 mm
Toiture	Laine de verre déroulée IBR R = 7,5
Plancher bas	Hourdis polystyrène Up 0,27 + TMS SI 56 mm
Portes	Ud=1,1
Menuiseries	Double vitrage aluminium 4/18/4 argon
Ventilation	VMC simple flux hygro B basse consommation
Perméabilité à l'air mesurée	0,39 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Chauffage, ECS & EnR	Chaudière hybride

## La solution technique : chaudière hybride

Cette maison est équipée d'une chaudière hybride Chaffoteaux. La PAC de 3 kW, installée à l'extérieur, assure le chauffage lorsque  $T_{ext}$  est clémente; la chaudière à condensation micro-accumulée de 29,5 kW, installée dans un cellier en volume chauffé, assure le complément de chauffage ainsi que l'intégralité des besoins d'ECS (débit spécifique : 15 L/min). La régulation assure un arbitrage en temps réel afin d'optimiser, au choix, la consommation d'énergie primaire ou les factures d'énergie. L'émission de chauffage est assurée par un plancher chauffant basse température dans l'ensemble de la maison (départ 35°C).



Chaudière hybride CHAFFOTEAUX

## Résultats de l'étude thermique

Besoin bioclimatique	$B_{bio}$	$B_{biomax}$	Gain (%)
$B_{bio}$	53,2	54,8	2,92

Confort d'été	Projet	Réf.
Tic (°C)	28,1	32,2

Prod. EnR	Projet	Exigé	Consommation d'énergie primaire	$C_{ep}$	$C_{epmax}$	Gain (%)
Aepenr (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	6,8	5	$C_{ep}$ (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	44,7	44,8	0,22

## « Rendement de la machine toujours optimal »



Franck Jusiak  
Gérant d'EFFILIOS

«Le point fort de cette technologie émergente, la chaudière hybride, est qu'elle permet de gérer la consommation des énergies gaz naturel et électricité thermodynamique en fonction de leur performance thermique selon les périodes. L'équipement fonctionne en mode PAC lorsque le COP de celle-ci est avantageux (supérieur à celui de la chaudière en énergie primaire) et bascule sur la chaudière gaz naturel dès que le COP se dégrade par baisse de la température extérieure. La température extérieure de bascule se situe aux environs de 5 °C en fonction du projet. Ainsi le

rendement de la machine est toujours optimal, quelle que soit la température extérieure.

Le système présente 3 ou 4 points de performance de plus que la chaudière gaz à condensation couplée à un chauffe-eau thermodynamique et 4 ou 5 points de plus que la PAC double service.

Parmi les autres avantages du produit : la suppression de la résistance d'appoint et le bas niveau acoustique de l'appareil, proche de celui d'une PAC classique et nettement inférieur à celui d'un chauffe-eau thermodynamique indépendant. L'avenir de cette technologie se joue sur le neuf, mais aussi, selon moi, sur la grosse rénovation. Le système peut ainsi, par exemple, remplacer une chaudière fioul pour un coût modéré.»

# LE HAMEAU DES PINS

Vilogia – Saint-Yrieix-sur-Charente (16)

## Carte d'identité du projet

Ce programme, située à Saint-Yrieix-sur-Charente en périphérie d'Angoulême, comprend 13 maisons individuelles et 12 logements collectifs. Les 13 maisons, respectant la RT 2012, sont équipées d'une chaudière hybride.



**Maîtrise d'ouvrage :** Vilogia

**Bureau d'études :** TH2i

**Architecte :** M. Cohen et M.

Béjard, architectes DPLG

**Localisation :**

St-Yrieix-sur-Charente (16)

**Zone climatique :** H2b

**Logements :** 7 maisons de plain-pied, 6 maisons accolées R+1

**SHAB :** 72 m<sup>2</sup> à 82 m<sup>2</sup>

**SHONRT :** 89 m<sup>2</sup> à 115,1 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Béton creux + GR32 120 mm (R=3,75)
<b>Toiture</b>	Toit terrasse Knauf Thane Multi TTI 2*100 mm + hourdis béton
<b>Plancher bas</b>	Dalle béton + TMS SI 100mm
<b>Portes</b>	Entrée : Ud=1,1 Sur garage : Ud=1,4
<b>Menuiseries</b>	4/16/4 Argon Warm Edge
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Perméabilité à l'air</b>	0,6 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
<b>Chauffage, ECS &amp; EnR</b>	Chaudière hybride

## La solution technique : chaudière hybride

Les 13 maisons individuelles sont équipées de la chaudière hybride Hynéa Hybrid d'Atlantic : celle-ci comprend une PAC de 3 kW, installée à l'extérieur, ainsi qu'une chaudière à condensation et un ballon d'ECS de 120 L assemblés en une colonne compacte, installés en cellier dans le volume chauffé. Les 2 équipements assurent à la fois la production de chauffage et d'ECS, en fonction de leur performance, évalué en temps réel par la régulation sur énergie primaire. L'émission de chauffage est assurée par des radiateurs basse température équipés de robinets thermostatiques de variation spatiale inférieure à 0,42 K.



Chaudière hybride ATLANTIC

## Résultats de l'étude thermique

Besoin bioclimatique	B <sub>bio</sub>	B <sub>biomax</sub>	Gain (%)
B <sub>bio</sub> moy.	61,2	64,7	5,4

Confort d'été	Projet	Réf.
Tic moy. (°C)	31,6	33,9

Prod. EnR	Projet	Exigé	Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epmax</sub>	Gain (%)
Aepnr moy. (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	8,5	5	C <sub>ep</sub> moy. (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	50,8	54,7	7,1

## « Idéale pour les habitations neuves »



Alexandre Bigot  
Ingénieur d'études  
chez TH2i

« Outre ses performances énergétiques, la chaudière hybride cumule de nombreux atouts. Sa compacité évite l'implantation d'un ballon à côté de la chaudière, disposition qui satisfait à la fois les BET, toujours à la recherche d'espace pour les locaux techniques, et les constructeurs, pour le gain de place au sol qu'elle autorise (environ un m<sup>2</sup>). La chaudière hybride, de par sa conception "tout en un", facilite la maintenance.

En termes d'investissement, l'équipement se positionne plutôt bien : son coût est identique à celui de la PAC double service, et moins cher que les solutions gaz plus solaire thermique et PAC plus chauffe-eau thermodynamique indépendant.

Idéale pour les habitations neuves, facile à mettre en œuvre, cette solution se voit bien acceptée tant par les constructeurs que par les maîtres d'œuvre.

Par ailleurs, cette technologie innovante élargit, avec d'autres, le panel de solutions techniques que les BET peuvent désormais proposer dans le cadre de la RT 2012.»

# LOTISSEMENT DES CHÊNES

Maine Construction – Pruillé-le-Chétif (72)

## Carte d'identité du projet

Cette maison RT 2012 de 98 m<sup>2</sup> située à Pruillé-le-Chétif, en périphérie du Mans, est équipée d'une chaudière à condensation pour le chauffage et l'ECS, ainsi que d'un kit photovoltaïque produisant de l'électricité consommée à demeure.



### Maîtrise d'ouvrage :

Maine Construction

Bureau d'études : ETC

### Localisation :

Pruillé-le-Chétif (72)

Livraison : septembre 2013

Zone climatique : H2b

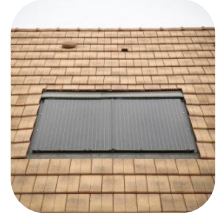
SHAB : 97,64 m<sup>2</sup>

SHONRT : 115,2 m<sup>2</sup>

Murs extérieurs	Brique (R=1,15) + doublage 100 mm (R=3,15)
Toiture	Rampants : laine de verre 300 mm (R=8,6) Combles : laine de verre 400 mm (R=11,4)
Plancher bas	Dalle béton + TMS SI 100 mm (R=4,65)
Portes	Ud=1,2
Menuiseries	PVC 4/16/4 argon
Ventilation	VMC simple flux hygro B basse consommation
Perméabilité à l'air mesurée	0,31 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Chauffage, ECS & EnR	Chaudière à condensation + Kit photovoltaïque

## La solution technique : Chaudière à condensation + Kit photovoltaïque

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire de cette maison sont produits par une chaudière à condensation micro-accumulée Atlantic de 24 kW. L'émission de chauffage est assurée par un plancher chauffant basse température (départ 35°C) dans la partie jour située au RDC, et par des radiateurs équipés de robinets thermostatiques de variation temporelle 0,50 à l'étage. 2 panneaux PV Clipsol (puissance totale : 500 Wc) produisent de l'électricité qui est en priorité autoconsommée dans le logement (électroménager, consommations de veille...). Lorsqu'il n'y a pas de demande, elle est réinjectée gratuitement sur le réseau électrique.



Kit photovoltaïque CLIPSOL

## Résultats de l'étude thermique

Besoin bioclimatique	B <sub>bio</sub>	B <sub>biomax</sub>	Gain (%)	Confort d'été	Projet	Réf.
B <sub>bio</sub>	61,1	61,2	0,16	Tic (°C)	26,9	30,8

Prod. EnR	Projet	Exigé	Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epmax</sub>	Gain (%)
Aepnr (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	11,0	5	C <sub>ep</sub> (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	47,5	51,2	7,23

## « Coût de fonctionnement et d'entretien moindre »



Gérard Babin  
Responsable pôle MI  
chez ETC

«Le premier atout de la chaudière gaz naturel à condensation associée à un kit photovoltaïque réside dans sa simplicité de mise en œuvre, avec trois intervenants bien identifiés : le chauffagiste pour l'implantation de la chaudière gaz naturel à condensation (pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire) ; le couvreur pour la pose du kit photovoltaïque ; et l'électricien pour le branchement de celui-ci au tableau électrique. Autre avantage : un coût de fonctionnement et d'entretien moindre comparé à d'autres solutions RT 2012 puisque limité à la seule chaudière à condensation (un simple nettoyage des modules photovoltaïques est nécessaire).

Soulignons l'absence de nuisance sonore souvent reprochée au ballon thermodynamique, en particulier au ballon thermodynamique autonome. Et enfin, la possibilité d'intégrer la chaudière à condensation dans un placard technique dans la cuisine, disposition qui économise les mètres carrés du cellier qui abrite habituellement les équipements de chauffage et d'ECS. La production d'électricité par le kit photovoltaïque permet pour sa part de réduire la facture énergétique du logement sans modifier les habitudes de ses occupants.»



# RESIDENCE LES BRIGANTINES

Arauris – Le-Grau-du-Roi (30)

## Carte d'identité du projet

Ce programme de 20 maisons individuelles, situé dans le quartier de Port-Camargue au Grau-du-Roi dans le Gard, comprend 16 villas T3 et 4 villas T4. Ces maisons, respectant la RT 2012, sont équipées d'une chaudière à condensation pour le chauffage et l'ECS, ainsi que d'un kit photovoltaïque.



### Maîtrise d'ouvrage :

Arauris

**Bureau d'études :** BG Ingénieurs

Conseils

**Architecte :** Cabinet Serrado

### Localisation :

Le-Grau-du-Roi (30)

**Zone climatique :** H3

**Logements :** 16 maisons T3,

4 maisons T4

**SHAB :** 51 m<sup>2</sup> à 90,1 m<sup>2</sup>

**SHONRT :** 68,36 m<sup>2</sup> à 113,95 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Parpaings + doublage 120 mm (R=3,75)
<b>Toiture</b>	Laine de verre soufflée 250 mm (R=5,5)
<b>Plancher bas</b>	Entrevous isolant Up=0,23 + Ecorupteurs T et L
<b>Porte d'entrée</b>	Ud=1,1
<b>Menuiseries</b>	PVC 4/16/4 argon Uw=1,5
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Perméabilité à l'air</b>	0,6 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
<b>Chauffage, ECS &amp; EnR</b>	Chaudière à condensation + Kit photovoltaïque

## La solution technique : Chaudière à condensation + Kit photovoltaïque

Les villas sont équipées d'une chaudière à condensation micro-accumulée de 28 kW, produisant le chauffage et l'eau chaude sanitaire. L'émission de chauffage est assurée par des radiateurs équipées de robinets thermostatiques de variation temporelle 0,5. Par logement, 1 unique panneau PV Clipsol (250 Wc) d'une surface de 1,59 m<sup>2</sup> permet de répondre à l'exigence EnR de la RT 2012. L'électricité photovoltaïque est transformée en courant alternatif grâce au micro-onduleur directement intégré sous le panneau.



Panneau PV CLIPSOL

### Résultats de l'étude thermique

Besoin bioclimatique	B <sub>bio</sub>	B <sub>biomax</sub>	Gain (%)
B <sub>bio</sub> moy.	36,6	52,1	29,7

Confort d'été	Projet	Réf.
Tic moy. (°C)	31,8	39,6

Prod. EnR	Projet	Exigé	Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epmax</sub>	Gain (%)
Aepenr moy. (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	10,2	5	C <sub>ep</sub> moy. (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	34,6	50,1	31,1

### « Economiquement mieux placée que les solutions thermodynamiques »



Laetitia Dinard  
Ingénieur Projets chez  
BG Ingénieurs Conseils

«L'énergie gaz naturel associée à l'énergie photovoltaïque répond parfaitement à l'exigence de la RT 2012 de produire au minimum 5 kWh d'énergie renouvelable. Cette production est atteinte avec seulement un ou deux panneaux photovoltaïques. L'électricité produite est autoconsommée. Elle permet d'alimenter les veilles d'appareils électroniques : télévision, informatique... ainsi qu'une partie de l'éclairage, ce qui concourt à abaisser encore la consommation énergétique du logement, déjà limitée grâce aux excellentes performances de la chaudière gaz naturel à condensation.

Au plan économique, cette technologie se révèle mieux placée que les solutions thermodynamiques et, du point de vue de l'entretien, plus avantageuse que le solaire thermique.

Les limites du système sont relatives au respect de l'orientation des panneaux, à l'absence d'ombres portées et aux contraintes des zones ABF. L'implantation des panneaux doit aussi être réalisée par un installateur qualifié et labellisé Quali PV. Il est important de préciser que, indépendamment de l'énergie renouvelable, le bâti et les équipements techniques se doivent d'être performants.»

# MAISONS PASSIVES INNOVANTES

Bouygues Immobilier – Chanteloup-en-Brie (77)

## Carte d'identité du projet

Ce programme exemplaire de 35 maisons individuelles, situé à Chanteloup-en-Brie en Seine-et-Marne, a été conçu en intégrant les 3 composantes majeures suivantes : évolutivité (extension possible), mixité des structures (bois, béton, etc.) et performance énergétique, puisque ces maisons respecteront les exigences du label PassivHaus.



### Maîtrise d'ouvrage :

Bouygues Immobilier

### Bureau d'études :

Pouget Consultants

### Architecte : Cabinet AW<sup>2</sup>

### Localisation :

Chanteloup-en-Brie (77)

### Zone climatique : H1a

### Logements : 3 maisons

T3, 17 maisons T4, 12

maisons T5, 3 maisons T6

### SHAB : 79,6 m<sup>2</sup> à 121,5 m<sup>2</sup>

Murs extérieurs	Isolation par l'extérieur : briques + 240 mm isolant (U=0,11 W/m <sup>2</sup> /K)
Murs ossature bois	Laine minérale 120 mm (int.) + laine de chanvre 140 mm entre montants + laine minérale 100 mm (ext.)
Combles	450 mm de laine de chanvre (U=0,09)
Plancher bas sur terre-plein	Isolation sous chape flottante : 120 mm PU Th23 + 160 mm PSE Th30 (U=0,10 W/m <sup>2</sup> /K)
Porte d'entrée	Ud=1,1 W/m <sup>2</sup> /K
Menuiseries	Triple vitrage remplissage argon peu émissif
Ventilation	VMC double flux avec échangeur thermique certifié 98%
Perméabilité à l'air	≤ 0,13 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Chauffage, ECS & EnR	Chaudière à fort taux de modulation, VMC double flux, chauffe-eau solaire thermique

## Des maisons Effinergie+ et PassivHaus

Le projet respecte à la fois les conditions d'obtention du label **Effinergie+** et du label **PassivHaus** :

### Effinergie+ :

	Besoin Bbio	Consommations (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SRE)				
		Chauffage	ECS	Eclairage	Auxiliaires	Total
Projet	<b>39,1</b>	11,0	16,4	3,7	10,9	<b>42</b>
Exigence	<b>61,4</b>	-				<b>45,1</b>
Gain (%)	36,3	-				6,9

### PassivHaus :

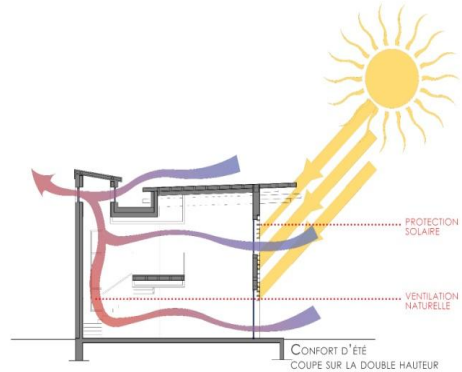
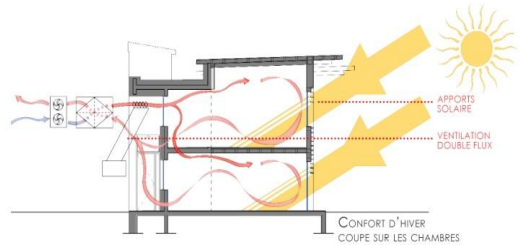
	Besoin (kWh/m <sup>2</sup> SRE)	Consommations (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SRE)				Total
		Chauffage	ECS	Electrique auxiliaire	Electrique électroménager	
Projet	<b>14,6</b>	15,5	22,0	21,2	54,4	<b>113</b>
Exigence	<b>15</b>	-				<b>120</b>

## Conception : une approche bioclimatique

Les maisons ont été conçues de façon à bénéficier d'un maximum d'apports solaires gratuits l'hiver, tout en optimisant le confort d'été, comme le montre les schémas ci-contre.

En hiver, les apports solaires seront récupérés via les surfaces vitrées, dont quasiment 70% disposent d'une orientation ensoleillée libre de masque (de Sud-est à Sud-ouest). La ventilation double flux permettra la diffusion de chaleur dans l'ensemble du logement.

En été, le double flux sera by-passé et les pavillons fonctionneront en ventilation naturelle. Le confort sera assuré par des protections solaires extérieures ainsi que par une **sur-ventilation nocturne**.



## Solution technique

### Chauffage et eau chaude sanitaire :

Le chauffage sera assuré par l'air diffusé via la ventilation double flux. Un premier échangeur permettra de récupérer les calories de l'air extrait avec un **rendement supérieur à 95% certifié PassivHaus**. Des batteries à eau chaude, alimentée par une chaudière à condensation, chaufferont ensuite l'air soufflé dans le logements. La régulation thermique sera réalisée pièce par pièce.



Chaudière à condensation  
à fort taux de modulation VERGNE

Compte tenu des faibles besoins de chauffage des maisons, c'est la chaudière à condensation à fort taux de modulation Vergne qui produira le chauffage. Elle possède en effet une variation de puissance de 0,8 kW à 12 kW, soit une **modulation de 1 à 15**.

L'eau chaude sanitaire sera assurée par des chauffe-eau solaires thermiques, composés de capteurs solaires (2 m<sup>2</sup> pour les T3, 4m<sup>2</sup> pour les T4 et +) et de ballons bivalents. La chaudière à condensation assurera l'appoint d'ECS.

Le CESI permettra ainsi de respecter l'exigence d'énergie renouvelable de la RT 2012.

### Eclairage :

Afin de limiter les consommations d'électricité spécifique dues à l'éclairage des parties communes et des extérieurs, des lampes basse consommation seront systématiquement installées, et les circuits d'asservissements seront équipées (horloge et cellule photosensible à l'extérieur, cellule photosensible en parties communes).

Pilotage des installations :

Afin d'apporter une réponse simple et performante aux besoins de confort, de sécurité, d'économie d'énergie et de communication des futurs occupants, le **système domotique** « My Home » équipera chaque maison et permettra de suivre mensuellement les consommations liées au chauffage, à la production d'ECS et aux réseaux électriques.

Ce système sera évolutif avec la possibilité d'ajouter d'autres fonctionnalités comme par exemple une alarme anti-intrusion.

## « A la fois inertie et performance thermique »



Rodrigue Leclech  
Responsable de pôle chez  
POUGET CONSULTANTS

«Atteindre un niveau de performance Passivhaus sur des maisons d'architecte isolées et aux volumes éparses était un vrai challenge. Ces maisons, constituées d'une ossature bois et d'une structure maçonnée, apportent à la fois inertie et performance thermique. La structure bois est constituée d'un complexe d'isolants de 360 mm, dont 100 mm côté extérieur et 120 mm côté intérieur, avec notamment l'intégration de chanvre produit localement. La structure béton est revêtue d'un isolant extérieur de 240 mm.

L'ensemble des parois présente ainsi un excellent niveau de performance. Les apports solaires ont été maximisés : la façade principale de toutes les maisons est orientée selon un écart angulaire maximum de 25 ° par rapport au sud. Elle présente une grande surface de baie en triple vitrage. Une réflexion importante a été menée sur le niveau d'étanchéité à l'air, qui devrait être trois fois inférieur à celui d'une maison BBC ou RT 2012 classique.

Côté systèmes, nous avons opté pour une solution vecteur air au gaz naturel, avec de l'air soufflé à 35 °C. Une ventilation double flux permettra de récupérer les calories sur l'air vicié, et une chaudière à condensation à forte modulation assurera le complément d'énergie nécessaire aux besoins de chauffage. Pour la production d'ECS, notre choix s'est porté vers une solution solaire. Un chauffe-eau solaire individuel et la chaudière à condensation couvriront l'ensemble des besoins et permettront de répondre à l'exigence réglementaire de la RT 2012 en matière d'EnR.

Le très faible niveau de déperditions – de l'ordre de 20 W/m<sup>2</sup> pour une maison de 100 m<sup>2</sup> – permet de limiter la puissance appelée de la chaudière à 2,5 kW ou 3 kW.

Les besoins en chauffage seront ainsi inférieurs à 15 kWh/m<sup>2</sup><sub>SRE</sub> et la consommation totale d'énergie (y compris électroménager) se situera en dessous de 120 kWh/m<sup>2</sup>/an.»

## 4. LES LOGEMENTS COLLECTIFS NEUFS

### 4.1 L'exigence Cep en immeuble collectif

Jusqu'au 31 décembre 2014, le Cep maximum moyen (hors modulations) imposé par la RT 2012 est de 57,5 kWhep/m<sup>2</sup>/an. A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2015, le Cep maximum moyen (hors modulations) sera de 50 kWhep/m<sup>2</sup>/an. Ce renforcement de seuil ne concerne que le Cep : l'exigence actuelle sur le Bio reste inchangée après 2015.

### 4.2 Les réponses apportées par les solutions gaz naturel et les EnR

Plusieurs solutions gaz naturel sont aujourd'hui disponibles pour construire des logements collectifs RT 2012 :

- La **chaudière individuelle à condensation**, assurant la production de chauffage et d'ECS dans chaque logement. Elle peut être classique ou à fort taux de modulation (de 0,8 kW à 28 kW) ;
- La **chaudière collective à condensation**. Une ou plusieurs chaudières installées en chaufferie desservent les circuits de chauffage et d'ECS ;
- La **chaudière collective à condensation associée à un Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)**, composés de panneaux solaires thermiques, d'une installation solaire (circuits, échangeurs, ballons) et d'une production de chauffage et d'ECS d'appoint (chaudière à condensation collective, ballons) installés en chaufferie ;
- La **PAC aérothermique à absorption gaz naturel**, d'un rendement pouvant atteindre 165% / PCI, associée à une chaudière collective à condensation (dimensionnement base + appoint) ;
- La **PAC géothermique à absorption gaz naturel**, d'un rendement pouvant atteindre 170% / PCI, et permettant de réduire d'environ 50% la dimension des sondes nécessaires.
- Le **module de cogénération**, répondant aux besoins thermiques des logements tout en assurant une production locale d'électricité.

Toutes ces solutions de production de chaleur peuvent être associées à **différents systèmes d'émission de chauffage** : radiateurs à eau chaude, plancher chauffant, **diffusion terminale par vecteur air** (indépendante de la ventilation ou associée à une **VMC double flux**).

Le tableau ci-dessous présente les principaux atouts de ces solutions. Ces critères peuvent varier selon la zone climatique et la configuration de l'immeuble.

Pour plus d'informations sur ces solutions, se référer au paragraphe **4.4** **Fiches Solutions en Immeuble Collectif**.

SPECIFICITES DU PROJET	Chaudière cond. individuelle	Chaudière cond. collective	CESC	PAC absorption aéro. + chaud.	PAC absorption géo. + chaud.	Micro/Mini cogénération
Investissement compétitif (*)	●●●	●●●	●●	●●	●●	●
Simplicité de l'installation	●●●	●●●	●●	●●	●●	●●
Individualisation des charges	●●●	●●	●●	●●	●●	●●
Performance énergétique	●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Atteinte de labels (**)	●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Part Energies Renouvelables	—	—	●●●	●●	●●●	—
Absence de local chaufferie	●●●	●	●	●	●	●

- : peu adapté / peu pertinent
- : adapté / pertinent
- : très adapté / très pertinent

(\*) Coût d'investissement global (bâti et systèmes) de l'immeuble

(\*\*) Recherche de labels de performance énergétique (futurs labels HPE/THPE, Effinergie+, PassivHaus...)



### 4.3 Le positionnement RT 2012 en Immeuble Collectif

Ce chapitre présente le positionnement RT 2012 sur un immeuble classique pour les 8 zones climatiques des différentes solutions techniques suivantes : chaudière à condensation individuelle, chaudière à condensation collective, Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC), PAC aérothermique à absorption gaz naturel, effet Joule & Heliopac, PAC électrique collective double service, chaudière bois collective.

**Les présentes simulations ont été réalisées dans un objectif de cohérence avec les pratiques constructives actuelles des maîtres d'ouvrage :** ainsi, le Bbio ne se rapproche pas toujours au plus près de Bbiomax, mais correspond aux technologies usuelles de construction.

#### Hypothèses de calculs

- Moteur de calcul Th-BCE de la RT 2012.
- Immeuble R+2 – 27 logements (11 T2, 13 T3, 3 T4).
- SHAB : 1636 m<sup>2</sup> - SHONRT : 2071 m<sup>2</sup>.
- Orientation intermédiaire : Nord-est – Sud-ouest.
- VMC simple flux hygro B basse consommation.
- Système constructif : parpaings ou briques + ITI



Immeuble R+2 étudié (source : Bouygues Immobilier)

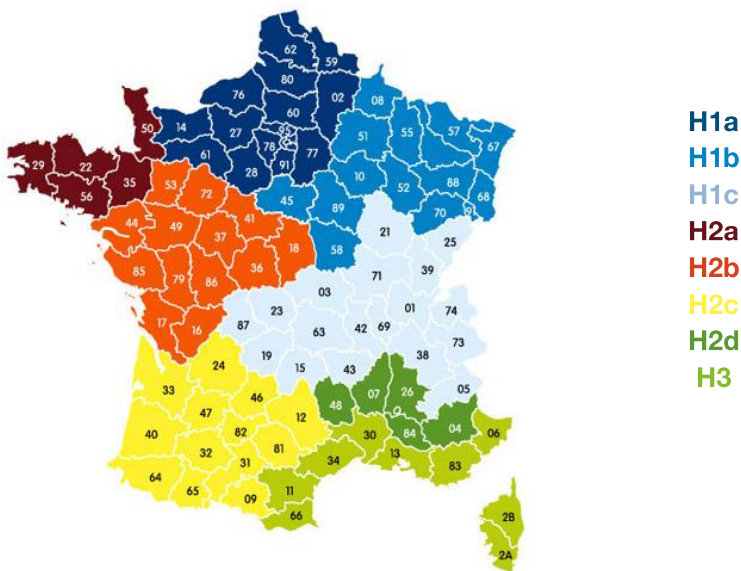
#### Solutions techniques

- Chaudière individuelle à condensation : chaudière micro-accumulée 21,5 kW (T2, T3), 30,3 kW (T4), émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41
- Chaudière collective à condensation : 97 kW, émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41.
- CESC : chaudière collective à condensation 97 kW, panneaux solaires 24 m<sup>2</sup>, stockage solaire 2000 L, ballon d'appoint 1000 L.
- PAC aérothermique à absorption, chaudière collective à condensation, ballon ECS 2000 L, émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41.

- PAC électrique collective, ballon ECS 2000 L + appoint électrique thermoplongeur, émission radiateurs, robinets thermostatiques CA = 0,41.
- Chaudière collective bois 85 kW, chaudière à condensation (appoint/secours), émission radiateurs, robinets thermostatiques.
- Effet Joule + Heliopac : panneaux rayonnants CA = 0,14, moquette solaire 100 m<sup>2</sup>, stockage ECS 2000 L, appoint PAC électrique.

## Résultats RT 2012 par zone climatique

Pour visualiser les résultats RT 2012 par zone climatique, **cliquez sur le lien correspondant** à droite de la carte des zones climatiques.

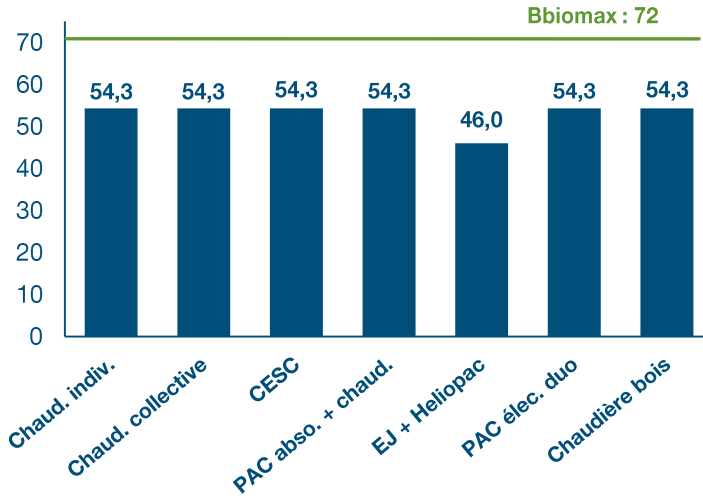


Pour chaque zone climatique, les résultats Bbio ainsi que les résultats Cep associés de chaque solution sont présentés.

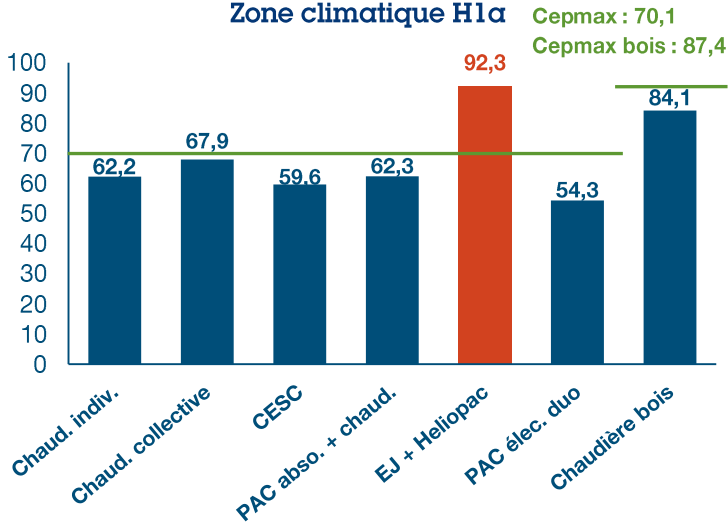
Bien évidemment, ces résultats sont spécifiques au projet et aux hypothèses de calcul présentées précédemment, et ne sauraient en aucun cas remplacer l'étude thermique réelle d'un projet donné.

# Zone climatique H1a

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H1a



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H1a



# Zone climatique H1a

## Analyse des résultats

**En zone H1a, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :**

- **La chaudière individuelle à condensation et la chaudière collective à condensation, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;**
- **Le Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) et la PAC aérothermique à absorption gaz naturel, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.**

La chaudière individuelle à condensation, le CESC et la PAC aérothermique à absorption permettent d'atteindre le niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics (Cep < Cepmax-10%).

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 54,3 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 84,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 70,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 87,4 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012.

La solution Effet Joule + Heliopac, malgré un bâti renforcé de plus de 35% par rapport à Bbiomax, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 92,3 pour un maximum de 70,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

## Le conseil en chauffage individuel

Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution de chauffage individuelle (afin notamment de maîtriser l'investissement et responsabiliser les occupants en terme d'économies d'énergie), penser à étudier la mise en œuvre d'une solution de **chauffage par vecteur air** qui permet de gagner de l'espace dans les pièces de vie ainsi que d'un **3CEp** qui s'intègre parfaitement aux dimensions des gaines techniques standard.

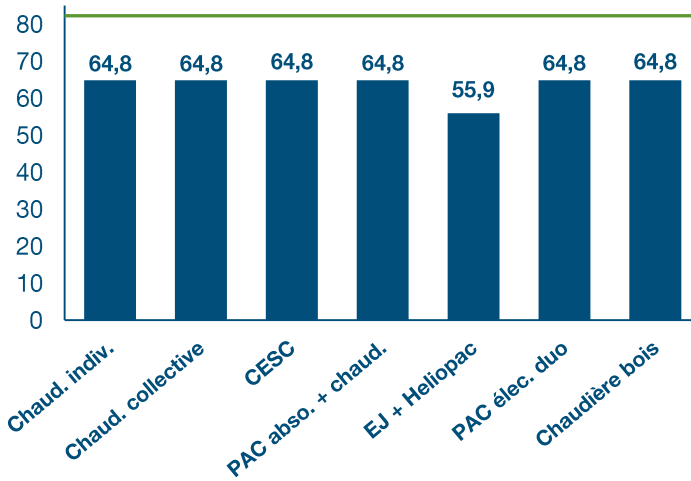
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# Zone climatique H1b

## Besoin bioclimatique Bbio

Zone climatique H1b

Bbiomax : 84

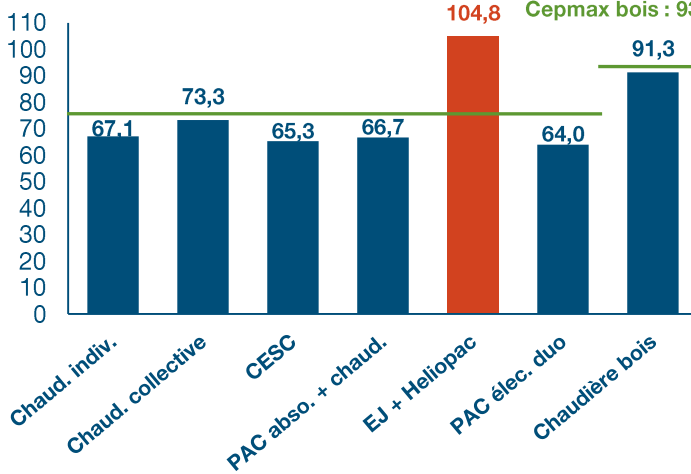


## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an)

Zone climatique H1b

Cepmax : 75,9

Cepmax bois : 93,1



# Zone climatique H1b

## Analyse des résultats

**En zone H1b, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :**

- **La chaudière individuelle à condensation et la chaudière collective à condensation, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;**
- **Le Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) et la PAC aérothermique à absorption gaz naturel, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.**

La chaudière individuelle à condensation, le CESC et la PAC aérothermique à absorption permettent d'atteindre le niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics (Cep < Cepmax-10%).

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 64,0 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 91,3 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 75,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 93,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012.

La solution Effet Joule + Heliopac, malgré un bâti renforcé de 33% par rapport à Bbiomax, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 104,8 pour un maximum de 75,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

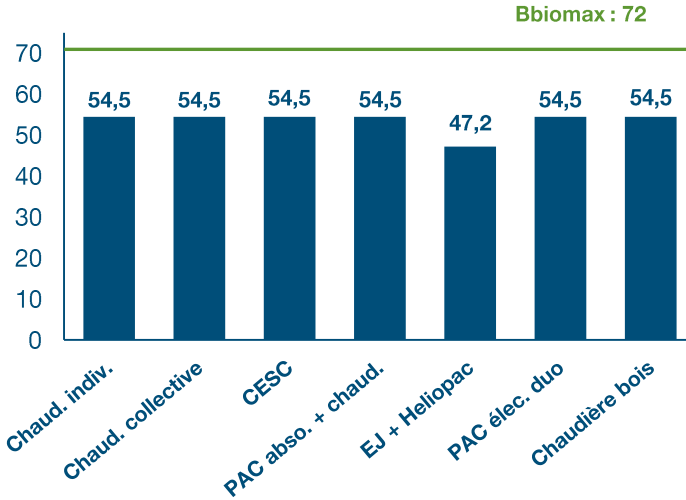
## Le conseil en chauffage individuel

Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution de chauffage individuelle (afin notamment de maîtriser l'investissement et responsabiliser les occupants en terme d'économies d'énergie), penser à étudier la mise en œuvre d'une solution de **chauffage par vecteur air** qui permet de gagner de l'espace dans les pièces de vie ainsi que d'un **3CEp** qui s'intègre parfaitement aux dimensions des gaines techniques standard.

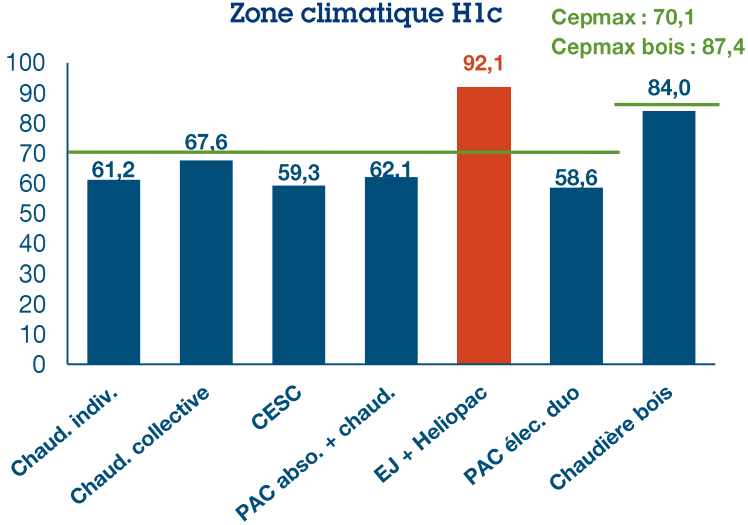
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# Zone climatique H1c

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H1c



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H1c



# Zone climatique H1c

## Analyse des résultats

**En zone H1c, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :**

- La **chaudière individuelle à condensation** et la **chaudière collective à condensation**, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;
- Le **Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)** et la **PAC aérothermique à absorption gaz naturel**, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.

La chaudière individuelle à condensation, le CESC et la PAC aérothermique à absorption permettent d'atteindre le niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics ( $Cep < Cep_{max} - 10\%$ ).

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 58,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 84 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 70,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 87,4 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012.

La solution Effet Joule + Héliopac, malgré un bâti renforcé de 34% par rapport à Bbiomax, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 92,1 pour un maximum de 70,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

## Le conseil pour les projets performants avec EnR

Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution à haute performance énergétique avec EnR, il est pertinent d'étudier en phase d'avant projet les deux solutions : Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) et PAC à absorption gaz.

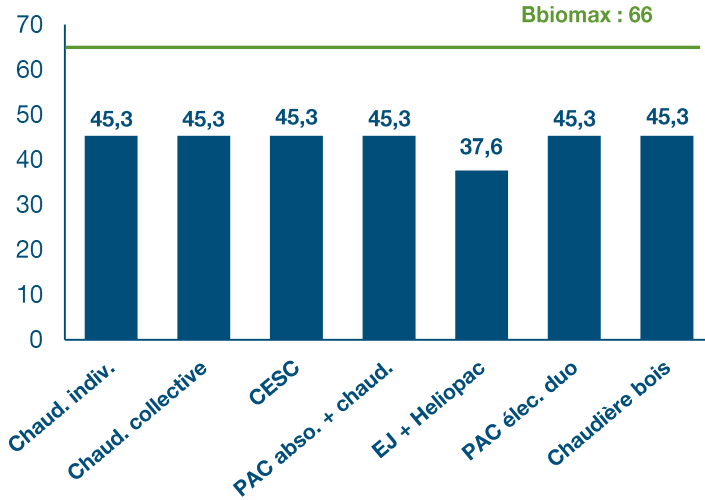
Dans les deux cas, une attention particulière sera portée au juste dimensionnement de l'installation (configuration base/appoint, volume de stockage), afin de garantir performance et maîtrise des coûts pour le maître d'ouvrage.

[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

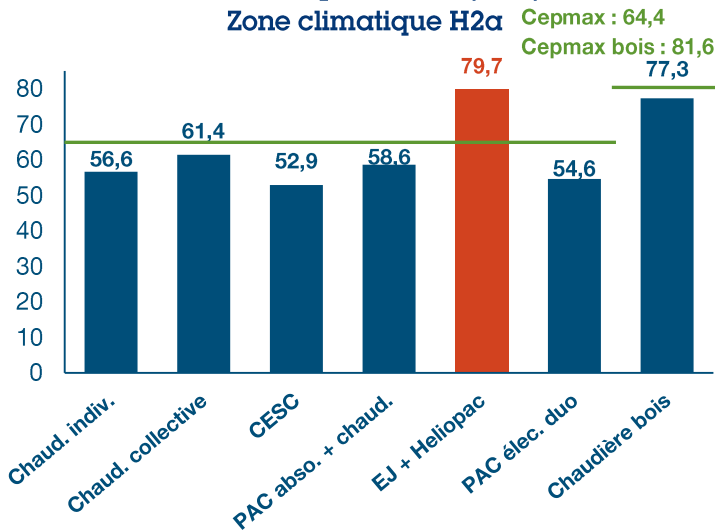


# Zone climatique H2a

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H2a



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H2a



# Zone climatique H2a

## Analyse des résultats

En zone H2a, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :

- La **chaudière individuelle à condensation** et la **chaudière collective à condensation**, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;
- Le **Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)** et la **PAC aérothermique à absorption gaz naturel**, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.

La chaudière individuelle à condensation et le CESC permettent d'atteindre le niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics (Cep < Cepmax-10%).

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 54,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 77,3 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 64,4 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 81,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012.

La solution Effet Joule + Heliopac, malgré un bâti renforcé de 43% par rapport à Bbiomax, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 79,7 pour un maximum de 64,4 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

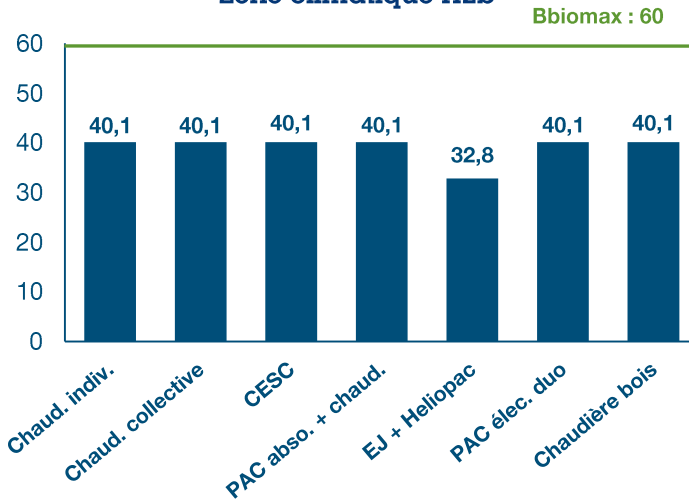
## Le conseil en chauffage individuel

Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution de chauffage individuelle (afin notamment de maîtriser l'investissement et responsabiliser les occupants en terme d'économies d'énergie), penser à étudier la mise en œuvre d'une solution de **chauffage par vecteur air** qui permet de gagner de l'espace dans les pièces de vie ainsi que d'un **3CEp** qui s'intègre parfaitement aux dimensions des gaines techniques standard.

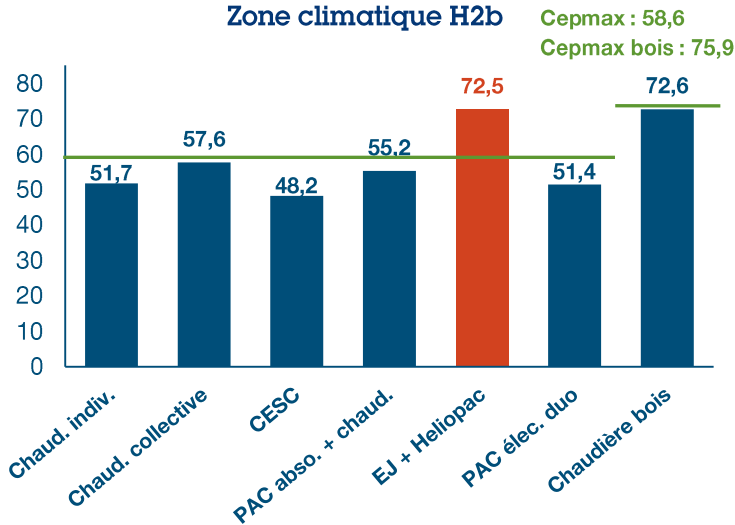
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# Zone climatique H2b

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H2b



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H2b



# Zone climatique H2b

## Analyse des résultats

En zone H2b, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :

- La **chaudière individuelle à condensation** et la **chaudière collective à condensation**, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;
- Le **Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)** et la **PAC aérothermique à absorption gaz naturel**, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.

La chaudière individuelle à condensation et le CESC permettent d'atteindre le niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics (Cep < Cepmax-10%).

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 51,4 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 72,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 58,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 75,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012.

La solution Effet Joule + Heliopac, malgré un bâti renforcé de 45% par rapport à Bbiomax, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 72,5 pour un maximum de 58,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

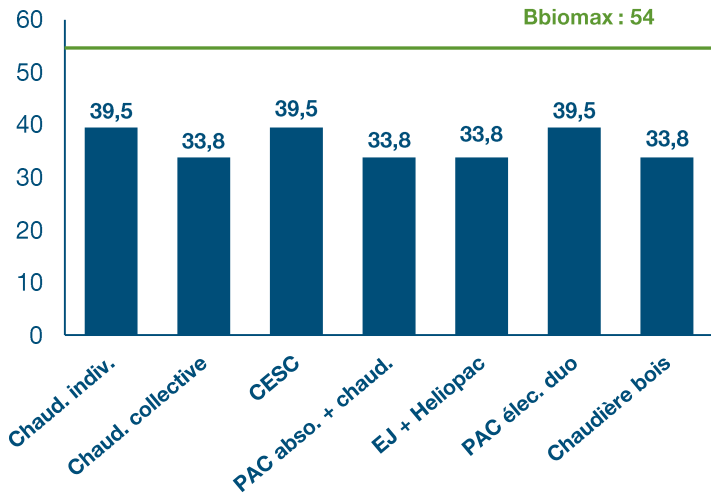
## Le conseil pour les projets performants

Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution à haute performance énergétique, il est pertinent d'étudier en phase d'avant-projet différentes solutions énergétiques couplées à un traitement thermique performant du bâti : **chaudière individuelle à fort taux de modulation**, **Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)** et **PAC aérothermique à absorption gaz**.

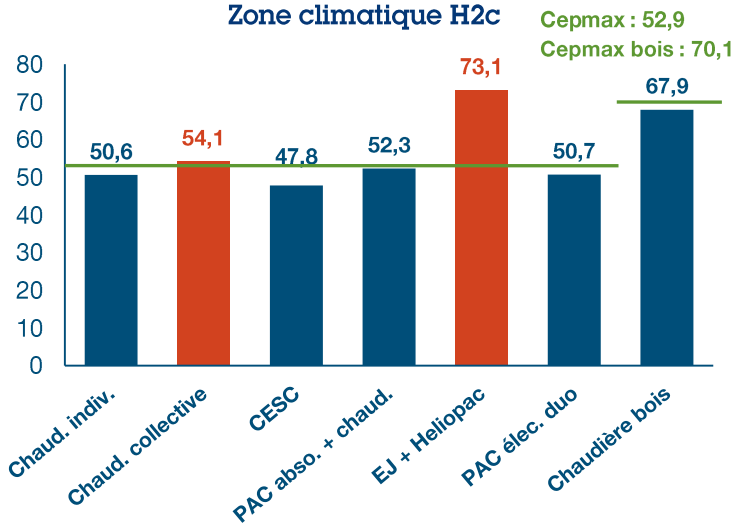
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# Zone climatique H2c

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H2c



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H2c



# Zone climatique H2c

## Analyse des résultats

**En zone H2c, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :**

- La **chaudière individuelle à condensation**, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;
- Le **Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)** et la **PAC aérothermique à absorption gaz naturel**, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 50,7 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 67,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 52,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 70,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012.

La chaudière collective à condensation présente ici un Cep légèrement supérieur au Cepmax de 52,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

La solution Effet Joule + Heliopac, malgré un bâti renforcé, ne permet pas de respecter la RT 2012, avec un Cep de 73,1 pour un maximum de 52,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

## Le conseil en chauffage individuel

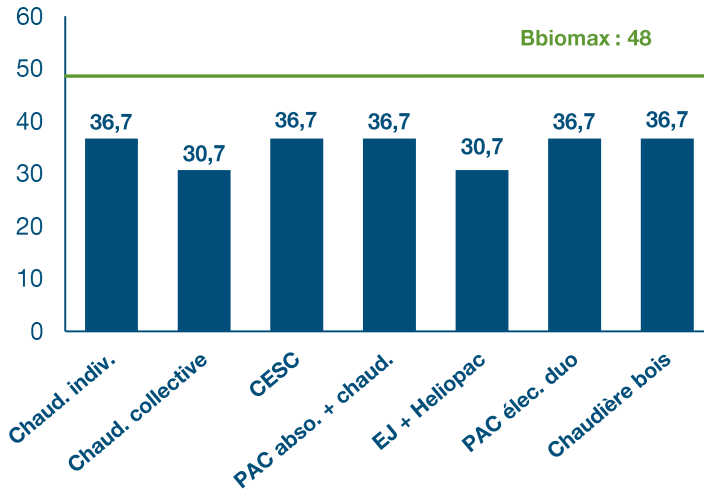
Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution de chauffage individuelle (afin notamment de maîtriser l'investissement et responsabiliser les occupants en terme d'économies d'énergie), penser à étudier la mise en œuvre d'une solution de **chauffage par vecteur air** qui permet de gagner de l'espace dans les pièces de vie ainsi que d'un **3CEp** qui s'intègre parfaitement aux dimensions des gaines techniques standard.

Par ailleurs, la **chaudière à fort de taux de modulation** est particulièrement adaptée aux bâtiments dont les besoins de chauffage sont très faibles.

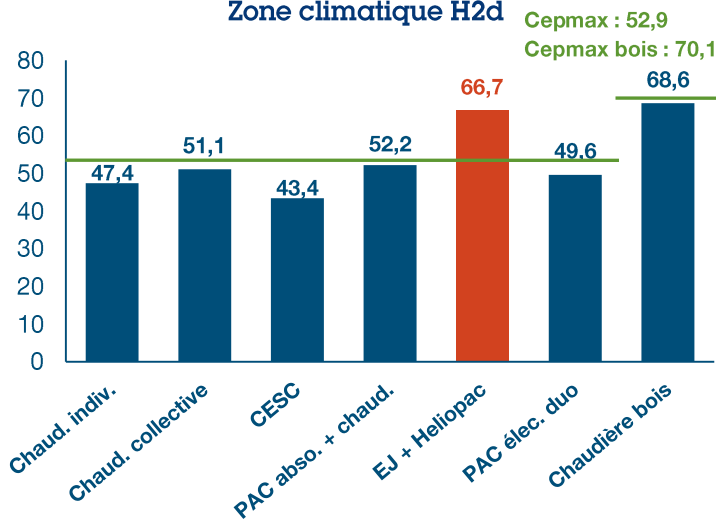
[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

# Zone climatique H2d

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H2d



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H2d



# Zone climatique H2d

## Analyse des résultats

**En zone H2d, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :**

- La **chaudière individuelle à condensation** et la **chaudière collective à condensation**, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;
- Le **Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)** et la **PAC aérothermique à absorption gaz naturel**, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.

La chaudière individuelle à condensation et le CESC permettent d'atteindre le niveau de Cep du label HPE annoncé par les pouvoirs publics (Cep < Cepmax-10%).

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 49,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 68,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 52,9 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 70,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012.

La solution Effet Joule + Heliopac, malgré un bâti renforcé de 36% par rapport à Bbiomax, ne permet pas ici de respecter la RT 2012, avec un Cep de 72,5 pour un maximum de 58,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

## Le conseil en chauffage individuel

Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution de chauffage individuelle (afin notamment de maîtriser l'investissement et responsabiliser les occupants en terme d'économies d'énergie), penser à étudier la mise en œuvre d'une solution de **chauffage par vecteur air** qui permet de gagner de l'espace dans les pièces de vie ainsi que d'un **3CEp** qui s'intègre parfaitement aux dimensions des gaines techniques standard.

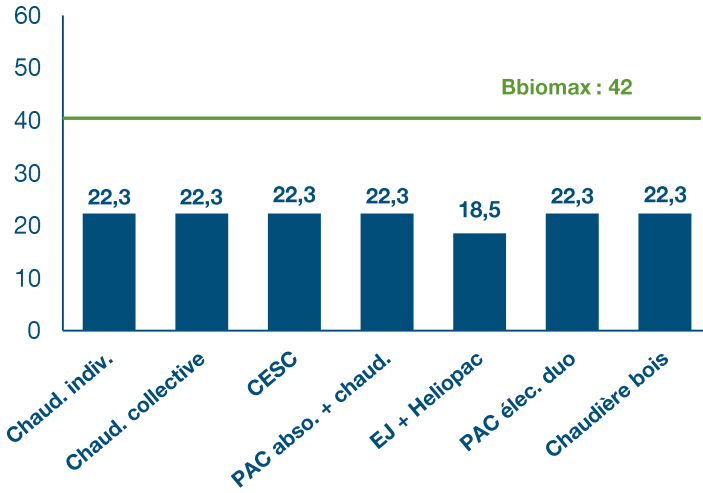
Par ailleurs, la **chaudière à fort de taux de modulation** est particulièrement adaptée aux bâtiments dont les besoins de chauffage sont très faibles.

[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

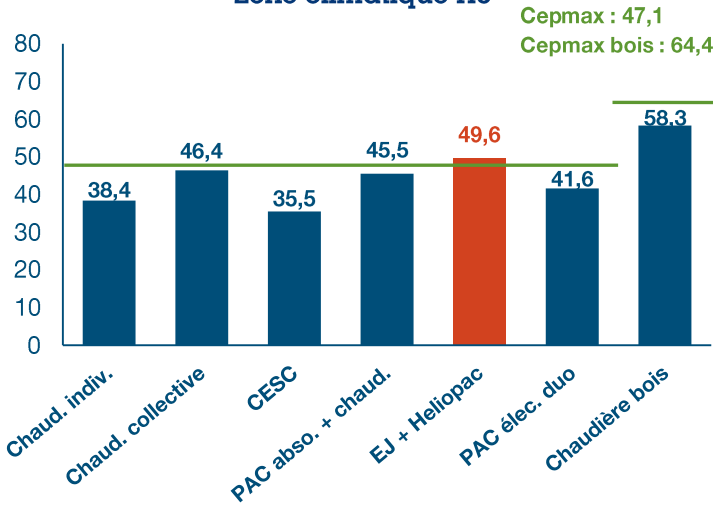


# Zone climatique H3

## Besoin bioclimatique Bbio Zone climatique H3



## Résultats Cep (kWhEP/m<sup>2</sup>/an) Zone climatique H3



# Zone climatique H3

## Analyse des résultats

**En zone H3, en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécificités du projet, plusieurs solutions apparaissent comme attractives :**

- **La chaudière individuelle à condensation et la chaudière collective à condensation, dans un objectif d'optimisation de l'investissement ;**
- **Le Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) et la PAC aérothermique à absorption gaz naturel, dans une optique de valorisation des énergies renouvelables.**

La chaudière individuelle à condensation et le CESC permettent d'atteindre respectivement le niveau de Cep des labels HPE et THPE annoncés par les pouvoirs publics (Cep < Cepmax-10% et Cep < Cepmax-20%).

La PAC électrique et la chaudière bois, avec des Cep respectifs de 41,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 58,3 kWhep/m<sup>2</sup>/an (pour un maximum respectif de 47,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an et 64,4 kWhep/m<sup>2</sup>/an), permettent également de respecter la RT 2012. La solution Effet Joule + Heliopac, malgré un bâti renforcé, présente ici un Cep (49,6 kWhep/m<sup>2</sup>/an) légèrement supérieur à Cepmax (47,1 kWhep/m<sup>2</sup>/an).

## Le conseil en chauffage individuel

Si le maître d'ouvrage s'oriente vers une solution de chauffage individuelle (afin notamment de maîtriser l'investissement et responsabiliser les occupants en terme d'économies d'énergie), penser à étudier la mise en œuvre d'une solution de **chauffage par vecteur air** qui permet de gagner de l'espace dans les pièces de vie ainsi que d'un **3CEp** qui s'intègre parfaitement aux dimensions des gaines techniques standard.

Par ailleurs, la **chaudière à fort de taux de modulation** est particulièrement adaptée aux bâtiments dont les besoins de chauffage sont très faibles.

[Retour à la carte de France des zones climatiques](#)

## 4.4 Les fiches Solutions en Immeuble Collectif

Cette partie présente de manière plus détaillée les solutions gaz naturel / EnR adaptées aux logements collectifs neufs RT 2012, dont le **positionnement réglementaire** dans chaque zone climatique a été exposé dans la partie 4.3.

Chaque solution fait l'objet d'une Fiche Solution, qui comprend les items suivants :

- Description de la solution
- Principe de fonctionnement
- Conception / Dimensionnement
- Atouts majeurs
- Saisie dans le moteur de calcul RT 2012
- Mise en œuvre
- Maintenance
- Positionnement prix
- Offre fabricants
- Opérations références (*le cas échéant*)
- Pour en savoir plus (*le cas échéant*)

Ces fiches contiennent notamment la liste des fabricants commercialisant la solution, ainsi que des fiches d'aide à la saisie en RT 2012.

Les Fiches Solutions suivantes sont disponibles :

- **Chaudière individuelle à condensation**
- **Conduit Collectif pour Chaudière Etanche pression (3Cep)**
- **Chaudière individuelle à condensation à fort taux de modulation**
- **Solution de chauffage et d'ECS par chaudière à condensation & vecteur air**
- **Solution de chauffage terminal par vecteur air associé à une VMC double flux**
- **Chaudière collective à condensation**
- **Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)**
- **PAC aérothermique à absorption gaz**
- **PAC géothermique à absorption gaz**
- **Module de micro/mini cogénération**

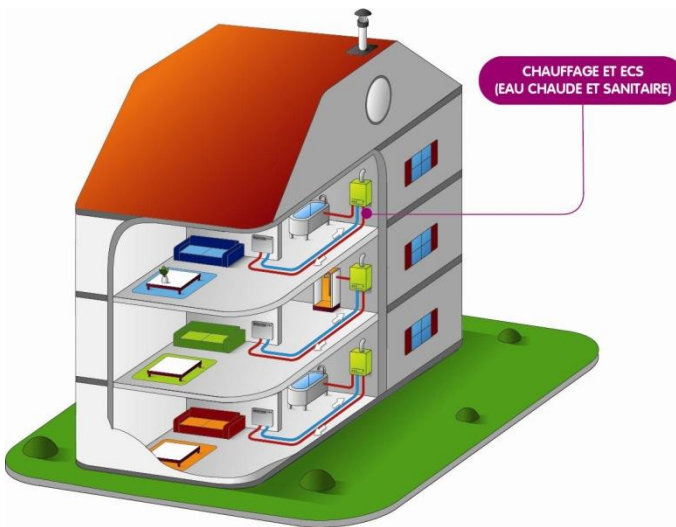
# Chaudière individuelle à condensation

Solution **la plus compétitive** pour respecter la RT 2012, la chaudière individuelle à condensation se positionne comme la solution de référence pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire des logements collectifs neufs.

## Description de la solution

Cette solution se compose :

- D'une chaudière à condensation individuelle par logement ;
- Du système d'évacuation associé.

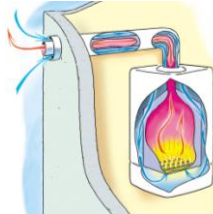


Chaudières individuelles à condensation en logements collectifs

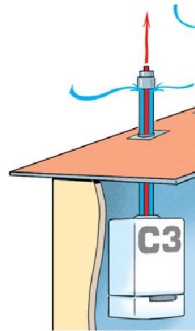
**Précisions sur les systèmes d'évacuation étanches :**

Les systèmes étanches existants en France sont les suivants :

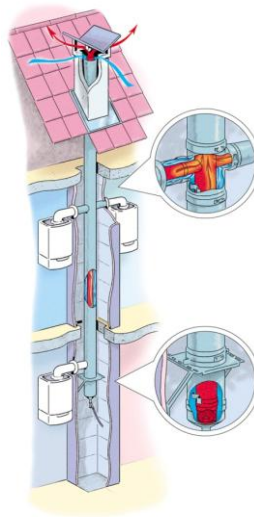
*Ventouse horizontale (C1) :*



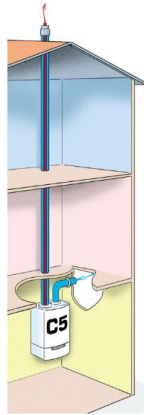
*Ventouse verticale (C3) :*



*Ventouse collective (C4 / C4p) :*



Ventouse séparée (C5) :



## Conception

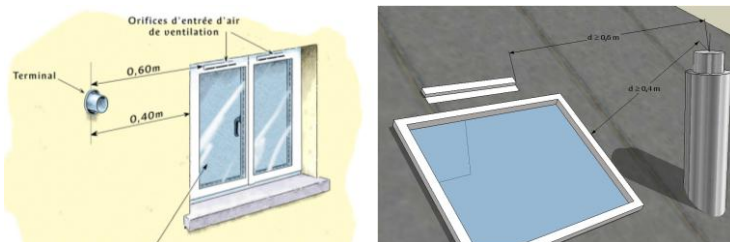
Les débouchés de systèmes étanches doivent respecter les règles du DTU 61.1 P4 ou les avis techniques en vigueur.

### **Règle générale pour le débouché des systèmes étanches desservant un appareil :**

Le débouché du conduit d'évacuation des produits de combustion doit être situé :

- à une distance de 0,40 m au moins de toute baie ouvrante,
- à une distance de 0,60 m au moins de tout orifice d'entrée d'air de ventilation.

Ces deux distances s'entendent de l'axe de l'orifice d'évacuation au point le plus proche de la partie ouvrante (porte, fenêtre, châssis) ou de l'orifice d'entrée d'air de ventilation dans le cas où ceux-ci sont positionnés au dessus du débouché des produits de combustion.



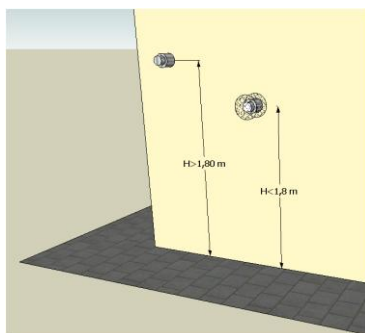
Implantation des débouchés des systèmes étanches desservant un appareil

**Règles particulières pour le débouché des systèmes étanches horizontaux desservant un appareil (C1) :**

*Hauteurs du débouché du terminal*

Les orifices d'évacuation et de prise d'air des appareils à circuit de combustion étanche doivent déboucher à au moins 1,80 m au-dessus du sol.

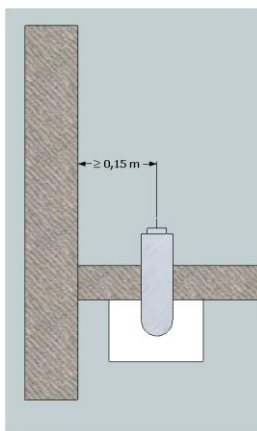
Les débouchés d'évacuation des produits de combustion et de prise d'air comburant des appareils à circuit de combustion étanche débouchant à moins de 1,80 m au-dessus du sol doivent être protégés contre les interventions extérieures susceptibles de nuire à leur fonctionnement normal.



Hauteur du débouché du terminal

*Débouché dans l'angle d'un mur*

La distance entre le centre de l'orifice du terminal et l'angle d'un mur ne peut être inférieure à 0,15 m :

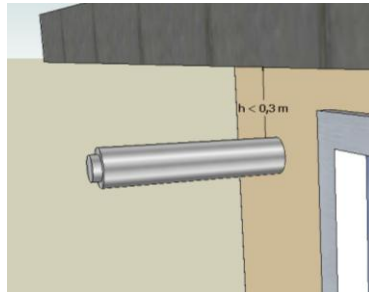


Débouché dans l'angle d'un mur

*Débouché sous une surface horizontale ou sous débords de toiture*

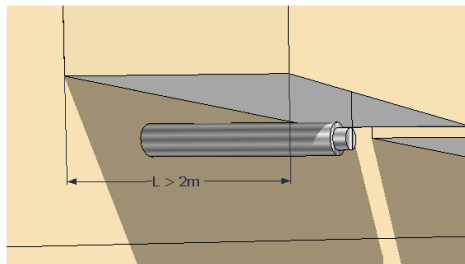
Le débouché du terminal horizontal doit s'effectuer au nez extérieur de ce surplomb si l'une des conditions suivantes est remplie :

- la distance d'un terminal horizontal par rapport à la surface horizontale située au-dessus est inférieure à 0,3 m :



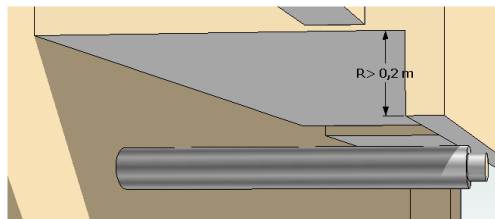
Distance du débouché sous une surface horizontale

- la largeur de la surface horizontale surplombant le débouché est supérieure à 2 m :



Largeur de la surface horizontale surplombant le débouché

- la retombée en sous-face de la surface horizontale est supérieure à 0.2 m :



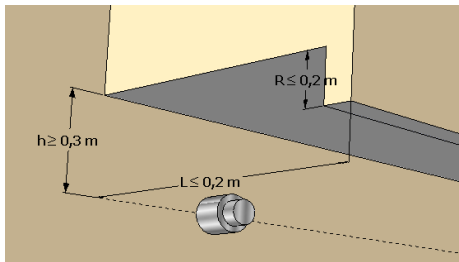
Retombée en sous-face de la surface horizontale

Le débouché peut ne pas s'effectuer au nez extérieur si les trois conditions ci-dessous sont simultanément respectées :

- la distance d'un terminal horizontal par rapport à la surface horizontale située au-dessus est supérieure ou égale à 0,3 m,
- la largeur de la surface horizontale surplombant le débouché est inférieure ou égale à 2 m,

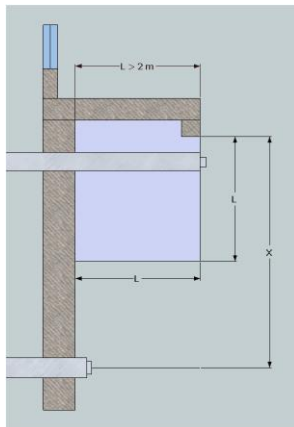


- la retombée en sous-face de la surface horizontale est inférieure ou égale à 0,2 m.



Débouché ne s'effectuant pas au nez extérieur du surplomb

Dans le cas d'un surplomb supérieur à 2 m, la distance verticale entre le débouché du terminal et le surplomb (retombée en sous face du surplomb comprise) doit être supérieure à la largeur de ce surplomb. Sur le schéma ci-dessous, L correspond à la largeur du surplomb et X correspond à la distance entre le terminal et le surplomb (retombée comprise). Ainsi  $X > L$ .



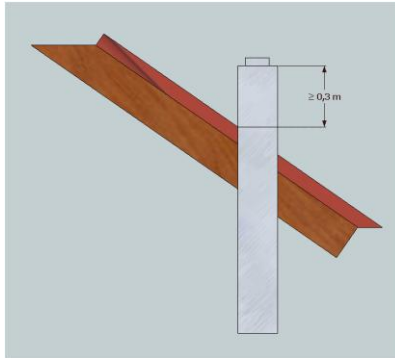
Débouché dans le cas d'un surplomb supérieur à 2m

Débouchés en courette ou architecture en U : se reporter au DTU 61.1.

**Règle particulière pour le débouché des systèmes étanches verticaux desservant un appareil (C3) :**

*Hauteur minimale du terminal vertical par rapport à la toiture*

Le débouché en toiture d'un terminal vertical par rapport à une toiture ou une surface horizontale située en dessous est au moins égal à 0,3 m.



Hauteur du terminal vertical par rapport à la toiture

### **Règle pour le débouché des systèmes étanches desservant plusieurs appareils (C4/C4p) :**

Le débouché du conduit d'évacuation des produits de combustion de n appareils doit être situé :

- à une distance de  $n \times 0,4$  m au moins de toute baie ouvrante,
- à une distance de  $n \times 0,6$  m au moins de tout orifice d'entrée d'air de ventilation.

## Dimensionnement

Dans le cas des systèmes étanches desservant un appareil (C1, C3, C5), la longueur maximale de conduit est indiquée dans la notice du fabricant en cohérence avec le diamètre de conduit choisi (60/100 mm ; 80/125 mm ou 80/80 mm).

Dans le cas des systèmes étanches desservant plusieurs appareils (C4, C4p), le diamètre et la longueur maximale de conduit est calculée au moyen d'outil de simulation utilisant la norme NF EN 13384-2 (Kesa-Aladin) par exemple.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Solution la plus compétitive** pour respecter la RT 2012
- Solution **connue et maîtrisée**
- Simplicité de l'**individualisation des charges**
- Pas de nécessité de prévoir un local chaufferie

### Pour l'utilisateur final :

- **Maîtrise de la facture** d'énergie
- Utilisation de l'installation selon son **propre mode de consommation**

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La solution chaudière à condensation individuelle est intégrée dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012.

Les caractéristiques nécessaires au calcul sont disponibles sur la base ATITA.

## Mise en œuvre

La chaudière individuelle à condensation peut s'installer sur un mur donnant sur l'extérieur dans le cas d'une évacuation par ventouse horizontale, ou être positionné plus facilement dans le logement (en cuisine ou WC), dans le cas d'une évacuation par Conduit Collectif pour Chaudière Etanche pression (3CEp). Pour plus d'informations, se reporter à la fiche [Conduit Collectif pour Chaudière Etanche pression](#).

## Positionnement prix

Le prix fourni/posé d'une chaudière à condensation individuelle est estimé à 1200 € en chantier (3000 € en prix public).

## Offre fabricants

La chaudière à condensation individuelle est commercialisée aujourd'hui par tous les fabricants.

# Conduit Collectif pour Chaudière Étanche pression (3CEp)

Développé en 2008 en partenariat avec les fabricants de conduits, GrDF et le CRIGEN, le 3CEp constitue une solution particulièrement adaptée pour installer des chaudières individuelles gaz naturel à condensation en logements collectifs neufs. Cette solution s'impose aujourd'hui comme la solution de référence en construction neuve, en complément de la ventouse horizontale.

## Description de la solution

Couvert par un avis technique (ou DTA) délivré par le CSTB, le 3CEp est un système d'évacuation des produits de combustion vertical et collectif à circuit de combustion étanche permettant le raccordement des chaudières individuelles à condensation. Le 3CEp est constitué de 2 conduits concentriques assurant pour le conduit central, l'évacuation des produits de combustion des chaudières et pour le conduit extérieur, l'alimentation en air comburant.

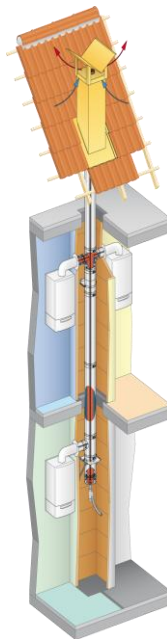


Schéma de principe d'un 3CEp en immeuble collectif (source : Poujoulat)

En pied de colonne du 3CEp, un récupérateur de condensats muni d'un siphon garantit l'étanchéité du système. Le terminal du 3CEp, situé en toiture, permet une discrétion absolue des flux entrant et sortant.

## Principe de fonctionnement

Grâce aux ventilateurs des chaudières individuelles gaz situés en amont de la chambre de combustion, l'air comburant est aspiré et véhiculé du terminal vers les chaudières via le conduit extérieur; les produits de combustion quant à eux sont évacués en légère suppression dans le conduit interne (maximum de 50 Pa quand tous les appareils sont à puissance maximale).

De fait, le diamètre du conduit 3CEp est de faible dimension (inférieur au conduit de la gaine de VMC), ce qui permet son intégration aisée en gaine technique (dont les dimensions standards sont 600 x 600 mm<sup>2</sup>).

Les chaudières individuelles raccordables à un 3CEp doivent disposer du marquage C4p. Ces appareils doivent être notamment équipés d'un clapet anti-retour (interne ou externe à la chaudière). Aujourd'hui la majorité des chaudières individuelles intègre ce dispositif de série.

Les caractéristiques acoustiques du 3CEp lui permettent par ailleurs de raccorder deux chaudières en vis-à-vis. L'isolement acoustique généré par le conduit est en effet supérieur aux exigences imposées par la réglementation en vigueur. Le 3CEp possède de nombreux atouts comme par exemple, la possibilité d'avoir des dévoiements sur le conduit collectif qui facilite l'intégration du système dans le bâtiment ou encore le fait qu'il n'y ait pas de contrainte en termes de positionnement de la chaudière dans le logement. Enfin, le terminal situé en toiture permet de conserver l'esthétisme des façades du bâtiment.

## Conception / Dimensionnement

Le dimensionnement du conduit 3CEp est fonction du nombre d'appareils raccordés, de leur puissance maximale ( $P_{max}$ ) et minimale ( $P_{min}$ ) et de la pression disponible à la buse de la chaudière  $p_{dispo}$ . Ce dernier paramètre  $p_{dispo}$  correspond à la capacité du ventilateur à évacuer les produits de combustion dans le conduit auquel la chaudière est raccordée.

Au regard des dimensions des conduits 3CEp proposés par les différents fabricants et des technologies de chaudières individuelles, le tableau ci-après donne, à titre indicatif, un ordre de grandeur du nombre de chaudières individuelles condensation raccordables.

Pour rappel, chaque chantier doit faire l'objet d'un dimensionnement spécifique selon la norme NF EN 13384-2 (action réalisée par les industriels).

Nombre d'appareils raccordables :

Diamètre 3CEp (mm)	100/150	125/200 ou 130/200	180/250	230/350
<b>Chaudière individuelle standard</b> $p_{\text{dispo}}$ à Pmax (28 kW) : 100 Pa $p_{\text{dispo}}$ à Pmin (6 kW) : 25 Pa	2 à 3	4 à 6	7 à 12	13 à 20

Ces règles de dimensionnement s'appliquent également à la **chaudière à fort taux de modulation** commercialisée par Vergne Innovation, compte-tenu des caractéristiques techniques de la technologie ( $p_{\text{dispo}}$  à Pmax (28 kW) = 160 Pa et  $p_{\text{dispo}}$  à Pmin (0,8 kW) = 60 Pa).

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- Intégration aux **dimensions des gaines techniques traditionnelles** (600\*600 mm<sup>2</sup>) et possibilité de **dévoiements**
- **Faible coût de maintenance**
- **Discretion de la solution technique** (esthétique de la façade préservée)
- **Positionnement facilité de la chaudière** (en cuisine ou WC)

### Pour l'utilisateur final :

- Bénéfices d'une **solution individuelle de chauffage**
- **Haut niveau de sécurité** pour les occupants

## Mise en œuvre

Le conduit 3CEp s'installe par emboiture des éléments concentriques du bas vers le haut. A chaque étage, un élément de reprise de charge est à installer. Le débouché en toiture se fait classiquement au moyen d'un solin d'étanchéité et du terminal fourni par le fabricant. Le débouché devra se situer à  $n \times 0,60$  m de toute entrée d'air et  $n \times 0,40$  m de tout ouvrant, limité à 8 m lorsque ces orifices sont situés au dessus du débouché du terminal. Une distance d'1 m minimum entre 2 débouchés de 3CEp est demandée. Le pied de colonne muni d'un siphon permet l'évacuation des condensats à l'égout. Chaque chaudière est raccordée au 3CEp au moyen du té de liaison fourni par le fabricant.

Les chaudières prévues doivent être compatibles 3CEp (certification C4p) et devront être munie d'un clapet anti-retour installé en interne ou muni d'un accessoire à installer en sortie de chaudière. Pour certains modèles de chaudières, il peut être exigé pour son bon fonctionnement de rehausser la puissance minimale afin de disposer d'une pression disponible suffisante(\*) (dans ce cas, cette préconisation est précisée dans la notice de l'appareil).

(\*) Du fait de la technologie des chaudières condensation actuelles, la pression disponible en sortie de chaudière est proportionnelle à la puissance thermique fournie.

## Maintenance

La maintenance d'un 3CEp consiste à :

1. Nettoyer le bac de récupération des condensats ainsi que le siphon muni du dispositif anti-retour,
2. Nettoyer le terminal,
3. Vérifier la vacuité du conduit collectif au moyen :
  - a. si le conduit ne dévoie pas, d'un contrôle visuel,
  - b. si le conduit dévoie, du passage d'une ogive ou du hérisson de ramonage.

## Positionnement prix

Hors chaudière, le prix fourni/posé d'un conduit 3CEp par chaudière se positionne entre 450 et 650 € HT.

## Offre fabricants

Le 3CEp est commercialisé par :

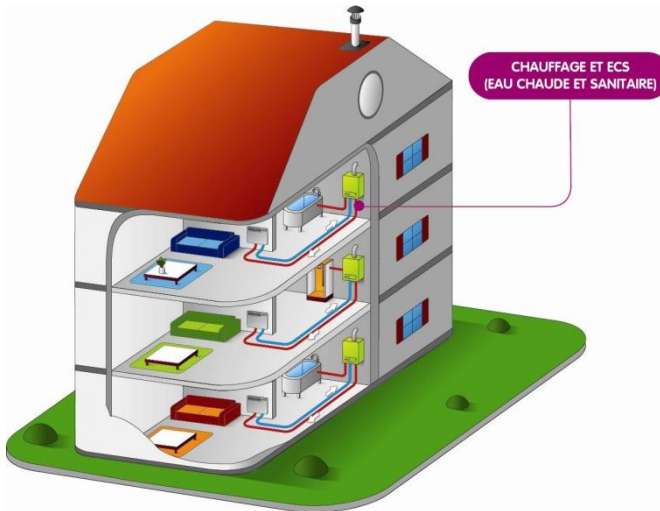


# Chaudière individuelle à condensation à fort taux de modulation

Solution innovante permettant de générer une très faible puissance de chauffage tout en produisant de façon instantanée l'ECS, la chaudière à condensation à fort taux de modulation s'inscrit comme **l'avenir de la chaudière individuelle à condensation**. Elle permet de respecter la RT 2012 pour les logements collectifs neufs à coût maîtrisé et s'adapte aux bâtiments très performants à faible besoin de chauffage.

## Description de la solution

Cette solution se compose de manière très classique d'une simple chaudière à condensation, capable de couvrir une plage de puissance de moins de 1 kW à 28 kW.

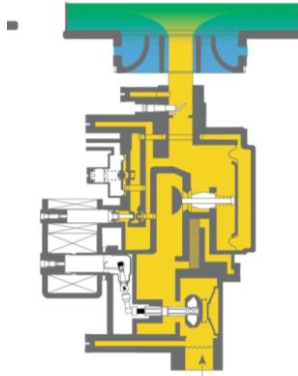


Installation de chaudières individuelles en logements collectifs



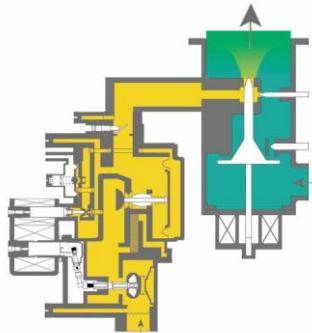
## Principe de fonctionnement

Il est possible de faire fonctionner sans modification majeure une chaudière à condensation sur un taux de modulation élevé (entre 5 et 9 maximum). En effet, c'est la vitesse du ventilateur qui définit la puissance de la chaudière. Le ventilateur crée une dépression au niveau du venturi du bloc gaz qui va aspirer une quantité d'air et de gaz dans le rapport permettant une combustion en excès d'air ( $f=1,2$ ).



Fonctionnement du bloc gaz/venturi d'une chaudière à condensation

Pour un taux de modulation supérieur à 9, la dépression du ventilateur est trop faible pour aspirer du gaz. Il convient donc d'utiliser un bloc gaz différent. La société Vergne Innovation a déposé un brevet sur le bloc gaz permettant d'atteindre un taux de modulation de 1 à 30.



Fonctionnement du bloc gaz développé par Vergne Innovation

La modification du bloc gaz permettant une gestion proportionnelle du gaz et de l'air permet l'atteinte du fort taux de modulation. La vanne gaz sert aussi de clapet anti retour.

## Conception / Dimensionnement

La chaudière à condensation à fort taux de modulation permet de couvrir une plage de puissance de moins de 1 kW à 28 kW.

Elle permet ainsi d'assurer le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire (débit spécifique de 15 L/min). Pour augmenter le confort en eau chaude sanitaire il est possible de coupler la chaudière à un ballon de stockage.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Installation simple et maîtrisée** par la filière
- **Compacité de la solution dans le logement** : une chaudière murale à condensation qui assure le chauffage et l'eau chaude sanitaire
- **Coût maîtrisé**

### Pour l'utilisateur final :

- **Factures énergétiques réduites** grâce à un rendement optimal
- **Allongement de la durée de vie** : nombre de cycles réduit et durée de vie allongée grâce au fort taux de modulation

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La chaudière à fort taux de modulation doit être saisie dans le moteur de calcul Th-BCE de la RT 2012 de la même manière qu'une chaudière à condensation classique.

Les résultats en Cep sont identiques à ceux d'une chaudière à condensation, le fort taux de modulation n'étant pas valorisé dans le calcul. Les caractéristiques nécessaires au calcul sont disponibles sur la base ATITA.

## Mise en œuvre

La chaudière à fort taux de modulation s'installe comme une chaudière à condensation classique.

## Maintenance

La maintenance à réaliser est totalement identique à celle d'une chaudière à condensation classique.

## Positionnement prix

Le prix de cette chaudière est légèrement plus élevé que celui d'une chaudière à condensation classique.

## Offre fabricants

La chaudière à condensation à fort taux de modulation (1 à 28 kW) est commercialisée par :



## Opération référence

La chaudière à condensation individuelle à fort taux de modulation se positionne auprès des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'études comme une solution de référence pour les logements collectifs RT 2012, ainsi que pour les bâtiments aux très faibles besoins de chauffage. Consulter un projet référence :

- [Résidence Iratzea](#)

# Solution de chauffage et d'ECS par chaudière à condensation & vecteur air

Le couplage d'une chaudière à condensation et d'une diffusion terminale par vecteur air permet de produire le chauffage et l'ECS des logements collectifs en limitant l'encombrement des équipements techniques dans le logement.

## Description de la solution

Une solution de chaudière à condensation sur vecteur air se compose :

- D'une chaudière à condensation (individuelle ou collective),
- D'une centrale de traitement d'air équipée d'un moteur à courant continu ;
- D'une régulation pièce par pièce.

Indépendante de la ventilation, cette solution est aujourd'hui disponible sous 2 formes :

- une solution packagée de chauffage individuel par vecteur air intégrant une centrale de traitement d'air verticale le tout intégré sur un bâti support et dans un placard technique à l'arrière d'un WC suspendu.
- une solution de chauffage avec une centrale de traitement d'air horizontale installée en faux plafond.

## Principe de fonctionnement

Solution packagée avec centrale verticale (Modèle YZENTIS – Marque France Air)

La chaudière à condensation produit de l'eau chaude à basse température, qui dessert une batterie à eau chaude située dans la centrale de traitement d'air, installée dans un placard technique à coté de la chaudière à condensation.

L'air repris en vrac (dans le faux plafond) via les bouches de soufflage/reprise, est recyclé et filtré dans la centrale de traitement d'air avant d'être réchauffé grâce à la batterie à eau chaude. Un réseau de gaines permet ensuite d'acheminer l'air réchauffé vers les pièces de vie grâce à un ventilateur à vitesse variable. Il y est ensuite soufflé par les bouches de soufflage/reprise situées en haut des pièces de vie.



Solution YZENTIS verticale

Chaque pièce dispose d'un boîtier de régulation pour régler la température. Celui-ci pilote des volets réglables situés dans les gaines de soufflage. Ils s'ouvrent ou se ferment en fonction des besoins de chauffage de chaque pièce.

#### Solution avec centrale horizontale (Modèle ZAIO – marque France Air)

La solution ZAIO est très proche de la solution YZENTIS, mais elle n'est pas packagée dans un placard technique. La centrale de traitement d'air s'installe en faux plafond.

Son mode de fonctionnement est en tous points similaire à la solution YZENTIS présentée ci-dessus.



Principe de fonctionnement de la centrale horizontale ZAIO

## Conception / Dimensionnement

Il est nécessaire de prévoir, lors de la conception, le passage des gaines de soufflage en faux-plafond ainsi que des trappes de visite pour accéder aux centrales de traitement d'air.

Une prise en compte en amont de la solution par vecteur air (dès la conception) permettra de limiter l'impact du faux-plafond.

Pour la solution YZENTIS, de 0,05 à 0,15 m<sup>2</sup> de place en plus du WC sont à prévoir.

Pour la solution ZAIO, le faux-plafond doit également accueillir la centrale de traitement d'air.

Il est à noter que le chauffage par vecteur air est interdit dans les pièces humides. Il faudra donc installer en salle de bain un sèche-serviettes à eau chaude, qui pourra être alimenté par la chaudière à condensation. De même pour les cuisines fermées où un radiateur est requis.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Encombrement réduit** dans le logement
- **Système différenciant sans radiateurs** avec solution individuelle de chauffage
- **Solution packagée** avec bâti WC suspendu dans le cas de la solution YZENTIS

### Pour l'utilisateur final :

- **Gain de place et facilité d'aménagement** (pas de radiateur dans les pièces)
- **Homogénéité de la température** dans chaque pièce grâce à la diffusion par effet Coenda
- **Souplesse** de fonctionnement grâce à une montée en température rapide et la régulation pièce par pièce
- **Confort** grâce à la faible inertie du système permettant d'éviter toute surchauffe dans les pièces de vie
- **Solution individuelle** de chauffage et d'eau chaude sanitaire

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La chaudière à condensation individuelle sur vecteur air peut être saisie dans le moteur de calcul Th-BCE de la RT 2012 : unité de traitement d'air en tant qu'émetteur raccordé à la génération.

## Mise en œuvre

La chaudière à condensation individuelle s'installe de manière classique dans le logement. Dans le cas de la solution YZENTIS elle sera située dans le placard technique derrière les WC.

L'installation de la solution YZENTIS consiste à effectuer :

- La pose dans le WC du module packagée comprenant la chaudière à condensation et la centrale de traitement d'air ;
- La liaison hydraulique entre la chaudière à condensation et la centrale de traitement d'air ;
- La pose du plénum de répartition en faux plafond ;
- Le passage des gaines de soufflage en faux-plafond ;
- La création du faux plafond ;
- La pose des bouches de soufflage et reprise.

L'installation de la solution ZIAO consiste à effectuer :

- L'intégration en faux-plafond de la centrale de traitement d'air ;
- La pose du plénum de répartition en faux plafond ;
- Le passage des gaines de soufflage en faux-plafond ;
- La création du faux plafond ;
- La pose des bouches de soufflage et reprise ;
- La création de la liaison hydraulique entre la chaudière et la centrale de traitement d'air.

## Maintenance

La maintenance annuelle classique de la chaudière à condensation est à réaliser.

Quelques opérations de maintenance sont à prévoir sur les modules de chauffage par vecteur air :

- YZENTIS : nettoyage du filtre, vérification de l'état de la batterie et de l'étanchéité, contrôle du fonctionnement de la régulation, nettoyage des bouches de soufflage ;
- ZIAO : nettoyage du filtre, vérification de l'état de la batterie et de l'étanchéité, contrôle du fonctionnement de la régulation, nettoyage des bouches de soufflage.

## Positionnement prix

Voici les prix indicatifs de cette solution :

- YZENTIS : entre 4500 et 4800 € HT fourni posé par logement (bâti support WC, placard, 3Cep, chaudière à condensation, plénum, bouches de soufflage, gaines) ;
- ZAIO : entre 2800 et 3300 € HT fourni posé par logement (chaudière à condensation, plénum, bouche de soufflage, gaines) ;

## Offre fabricants

Les solutions YZENTIS et ZAIO sont commercialisées par France Air :



## Opération référence

La chaudière individuelle à condensation sur vecteur air se positionne auprès des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'études comme une solution attractive pour les logements collectifs neufs. Consulter un projet référence :

- [Résidence Là Ô](#)



# Solution de chauffage terminal par vecteur air associé à une VMC double flux

Dans le cadre de projets de construction à faibles besoins de chauffage où le choix d'un système de ventilation double flux est retenu, la mise en place d'une telle solution combinant l'associant d'un générateur à eau chaude performant et d'une unité terminale de chauffage est particulièrement adaptée. Elle apporte une réponse performante énergétiquement, à coût compétitif avec un encombrement réduit.

## Description de la solution

Alimentée par un générateur à eau chaude performant (chaudière individuelle ou collective à condensation, CESI optimisé, chaudière hybride, PAC-Gaz, ...) cette solution de chauffage se compose principalement :

- d'un système de ventilation mécanique double flux statique à haut rendement,
- d'un module de chauffage terminal positionné en aval de l'échangeur statique du double flux,
- d'une régulation pièce par pièce.

## Principe de fonctionnement

Le principe est simple : utiliser la VMC double flux pour chauffer le logement. La mise en place d'un module de chauffage (marque Ubio) en aval de l'échangeur statique du système double flux assure le chauffage des logements grâce aux débits d'air neufs hygiéniques alimentant les différentes pièces principales.

Composé d'une arrivée d'air neuf, de batteries individuelles à eau chaude (chacune étant dédiée à une pièce principale), de 5 bouches de soufflage et d'un ventilateur de reprise, le module de chauffage Ubio assure la distribution des débits d'air hygiéniques en provenance du caisson de ventilation double flux dans chaque pièce de vie.

La régulation thermique du système se fait pièce par pièce. Une batterie à eau chaude se situe au niveau de chaque bouche de soufflage du module. Un thermostat présent dans chaque pièce de vie pilote la batterie à eau chaude. Celle-ci est irriguée seulement lorsque la pièce desservie est en besoin.

Si le débit d'air en provenance du caisson de ventilation n'est pas suffisant au regard des besoins de chauffage, le ventilateur de reprise se met en fonctionnement. Il récupère de l'air dans le logement de façon à augmenter le débit d'air chaud dans chaque pièce afin de répondre au besoin de chauffage.

Plutôt que d'installer des radiateurs de faible puissance dans chaque pièce, cette solution consiste à regrouper ces radiateurs sous forme de batterie dans un caisson centralisé.



Module de chauffage Ubio

Pour chaque pièce du logement, on distingue ainsi 3 modes de fonctionnement :

- Pas de besoin de chauffage : préalablement préchauffé par l'échangeur statique, l'air hygiénique est insufflé au débit nominal de ventilation (environ 20 m<sup>3</sup>/h pour une chambre) ;
- Faibles besoins de chauffage : le thermostat d'ambiance de la pièce commande l'ouverture de la vanne de la batterie qui assure le chauffage de l'air insufflé au débit nominal de ventilation (20 m<sup>3</sup>/h ≈ 150 W) ;
- Besoins de chauffage plus élevés (pointe hivernale) : le ventilateur de reprise assure une fonction « boost » en augmentant temporairement le débit d'air insufflé par pièce (60 m<sup>3</sup>/h).

## Conception / Dimensionnement

Comme pour toute solution de VMC double flux, Il est nécessaire de prévoir, lors de la conception, le passage des gaines de soufflage, d'extraction et de reprise en gaine technique et en faux-plafond, ainsi que des trappes de visite pour accéder à la centrale de traitement d'air et à l'unité terminale de chauffage.

Une prise en compte en amont de la solution par vecteur air permettra de concevoir de façon optimale le faux plafond qui hébergera gaines, échangeur et module de chauffage.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Très bon positionnement RT 2012 facilitant l'atteinte de labels** (passif notamment) grâce à la performance des générateurs gaz naturel et du double flux
- **Système différenciant sans radiateurs** avec solution individuelle de chauffage **permettant de limiter l'encombrement** dans les pièces principales
- **Solution très compétitive à l'investissement** dès lors que le choix d'une solution double flux est privilégié

### Pour l'utilisateur final :

- **Gain de place et facilité d'aménagement** (pas de radiateur dans les pièces)
- Confort thermique et **homogénéité de la température**
- **Souplesse** de fonctionnement grâce à une montée en température rapide et la régulation pièce par pièce

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

Cette solution peut être saisie dans le moteur de calcul Th-BCE de la RT 2012.

## Mise en œuvre

L'installation de la VMC double flux et du module terminal consiste à effectuer principalement :

- La pose des caissons de ventilation en toiture ou combles en maison (air neuf et air vicié) ;
- L'intégration en faux-plafond de l'échangeur individuel (échangeur double flux) et du module de chauffage ;
- Le passage des gaines de ventilation en faux-plafond (soufflage, extraction et reprise) ;
- La création du faux plafond ;
- La pose des bouches de soufflage , de reprise, et d'extraction d'air vicié.

En complément, cette solution nécessite la mise en œuvre d'un générateur gaz naturel performant.

## Maintenance

Quelques opérations spécifiques de maintenance sont à prévoir sur la solution :

- Changement des filtres (2 fois par an) ;
- Nettoyage des bouches d'insufflation et d'extraction ;
- Maintenance de la ventilation double flux.

## Positionnement prix

Le prix net installateur du module Ubio est d'environ 900 € HT pour le module 3 sorties, et d'environ 1300 € HT pour le module 5 sorties.

## Offre fabricants

La solution double flux associée au module terminal Ubio est commercialisée par Aldes :



## Opération référence

Cette solution se positionne comme une solution pertinente pour les projets très performants (passifs, positifs, etc.). Consulter un projet référence :

- [L'Héméra](#)

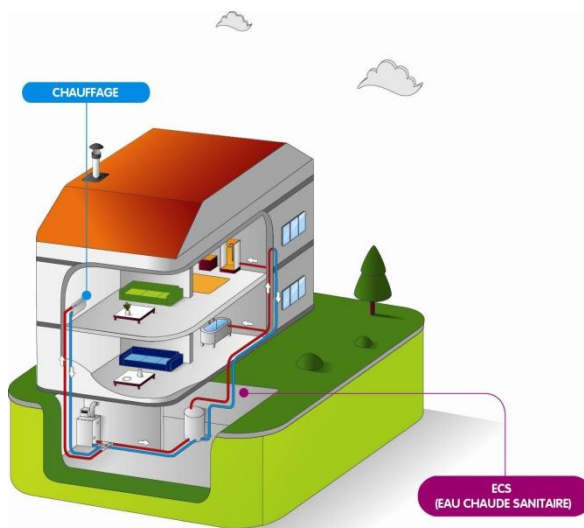
# Chaudière collective à condensation

Solution **compétitive et maîtrisée**, la chaudière à condensation collective permet de produire le chauffage et l'eau chaude sanitaire des logements collectifs neufs RT 2012, tout en maîtrisant le coût global de construction.

## Description de la solution

Cette solution se compose :

- D'une (ou plusieurs) chaudière(s) à condensation collective(s).
- De ballon(s) de stockage d'eau chaude sanitaire ;
- Du (des) circuit(s) de chauffage ;
- Du réseau de distribution d'ECS.



Installation de chaudière à condensation collective

Les chaudières à condensation peuvent être au sol ou murales. En effet, des fabricants ont récemment développés des chaudières collectives murales d'une puissance pouvant aller jusqu'à 100 kW.

Lors du dimensionnement d'une installation de chaudière à condensation collective, quelques règles sont à respecter :

- Limiter la surpuissance des chaudières : 2/3 de surpuissance peuvent entraîner jusqu'à 40% des jours de chauffe sans modulation ;
- Privilégier une régulation des chaudières en cascade parallèle, afin d'avoir un taux de charge chaudière le plus faible possible ;
- Privilégier une faible température moyenne de chaudière ;
- Choisir une chaudière à condensation adaptée :
  - 2 piquages : adaptés en présence d'un seul type d'émetteur ;
  - 3 piquages : adaptés en présence de deux types d'émetteurs (plancher chauffant ; émetteur BT par exemple) ;
  - 4 piquages : formulation dans le cas d'un échangeur complémentaire sur les produits de combustion.

### Environnement réglementaire :

Dans le cas d'appareils à gaz de puissance calorifique supérieure à 70 kW, les textes suivants s'appliquent selon la destination de l'appareil (habitation ou tertiaire) :

	HABITATION	TERTIAIRE	
		Bureaux	ERP
Arrêté du 23 juin 1978			
Arrêté du 02 août 1977 modifié			
Règlements ERP (arrêté du 25 juin 1980 modifié et arrêté du 22 juin 1990)			
Règlement IGH (arrêté du 18 octobre 1977 modifié)	Si immeuble de grande hauteur		
Arrêté PIC du 25 juillet 1997 modifié	Si P > 2000 kW		
Arrêté du 20 juin 1975 (*)			
Décret du 11 septembre 1998			
Code du travail			

Textes réglementaires pour une puissance supérieure à 70 kW

Dans le cas d'appareils à gaz de puissance calorifique inférieure ou égale à 70 kW, l'arrêté du 02/08/1977 modifié s'applique.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- Respect de la RT 2012 à un **coût maîtrisé et compétitif**
- Une **unique installation** de chauffage et d'ECS pour l'immeuble
- Solution **connue et maîtrisée**
- Entretien non géré par les occupants

### Pour l'utilisateur final :

- **Pas d'encombrement dans les logements**
- Pas de contrat d'entretien à souscrire (entretien géré par l'exploitant)

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La solution chaudière à condensation collective est intégrée dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012.

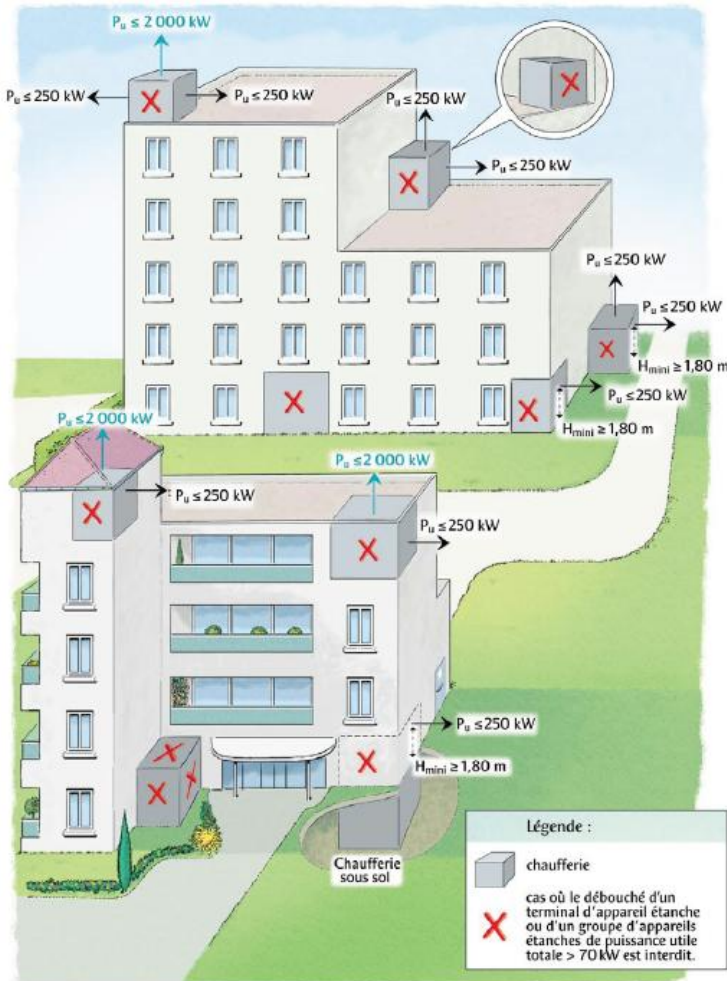
Les caractéristiques nécessaires au calcul sont disponibles sur la base ATITA.

## Mise en œuvre

La chaudière à condensation collective s'installe de manière classique en chaufferie. Pour une simplification de leur mise en œuvre, les kits hydrauliques proposés par les fabricants seront privilégiés. Afin de réaliser des économies d'énergie, des pompes à débit variable seront installées.

Selon si la chaudière est raccordée sur un conduit de fumée ou une ventouse, des règles spécifiques s'appliquent :

- **Cas des terminaux des ventouses horizontales et verticales entre 70 et 2 MW (type C)** (Extrait du guide Uniclimate « Règles d'implantation des terminaux pour les appareils étanches (type C) utilisant les combustibles gazeux en chaufferie »).



Règles d'implantation des terminaux pour les appareils étanches (type C)

- **Cas des débouchés des conduits de fumée de chaufferie (type B) :** les règles d'implantation des débouchés des conduits de fumée sont différents selon si la chaufferie est :
  - en terrasse ou en étage non surmontée d'étage habité ou occupé,
  - implantée en sous sol,
  - implantée au rez-de-chaussée,
  - implantée à l'extérieur du bâtiment.



Dans ces cas, se reporter à la réglementation en vigueur (voir plus haut « environnement réglementaire »). Dans le cas de type B, la chaufferie devra être munie d'entrées d'air dimensionnés selon la règle suivante :

$$S_{vb} (dm^2) > \frac{P (kW)}{23}$$

$$S_{vh} (dm^2) > \frac{A(m^2)}{10}$$

## Positionnement prix

Le prix fourni/posé d'une installation de chaudière(s) à condensation collective(s) est estimé à environ 100 € / kW (hors distribution).

## Offre fabricants

La chaudière à condensation collective est commercialisée par l'ensemble des fabricants.

# Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC)

Solution performante utilisant une **importante part d'énergie renouvelable**, le Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) permet de fournir le chauffage et l'eau chaude sanitaire des **logements collectifs** neufs RT 2012, voire de viser les futurs labels.

## Description de la solution

Cette solution se compose de 4 éléments principaux pour la partie eau chaude sanitaire :

- La partie solaire :
  - Des capteurs solaires thermiques
  - Un circuit primaire contenant de l'eau glycolée
  - Un échangeur à plaque primaire
  - Un circuit secondaire
  - Un ou plusieurs ballon(s) de stockage solaire
- L'appoint :
  - Une ou plusieurs chaudière(s) à condensation
  - Un ou plusieurs ballon(s) d'appoint
- Le réseau de distribution d'ECS ;
- Le retour bouclage.



Schéma de principe d'un Chauffe-Eau Solaire Collectif

La production de chauffage est assurée par la chaudière à condensation.

## Principe de fonctionnement

### Partie solaire :

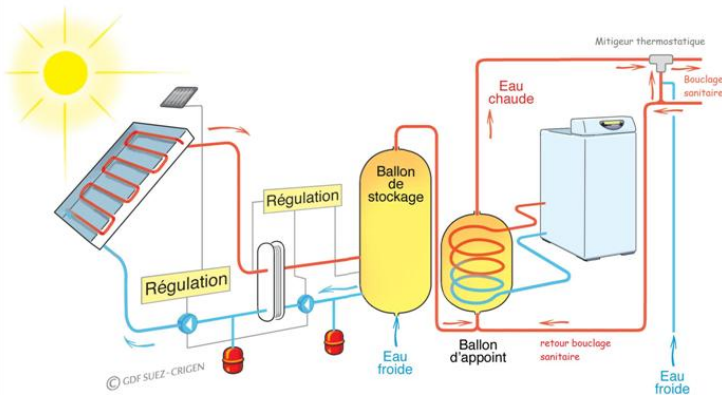
Les capteurs solaires récupèrent l'énergie solaire et la transmettent au **fluide caloporteur** (eau glycolée). Le fluide caloporteur circule dans le **circuit primaire** et transporte l'énergie captée par les capteurs solaires vers **l'échangeur à plaques**.

L'échangeur à plaques permet de transférer l'énergie contenue dans le circuit primaire vers le **circuit secondaire**.

Sur ce circuit, une pompe permet de faire circuler l'eau sanitaire dans l'échangeur à plaques afin de la préchauffer. Un ou plusieurs **ballon(s) de stockage solaire**, permettent ensuite d'emmagasiner l'énergie issue des capteurs. Si l'installation dispose de plusieurs ballons de stockage solaire, ils doivent être installés **en série**.

La **régulation du circuit primaire** permet de faire fonctionner la pompe du circuit primaire. Elle n'est mise en route que lorsque l'irradiation solaire captée par la **sonde d'ensoleillement** est supérieure à  $200 \text{ W/m}^2$ . Cette même pompe est mise à l'arrêt lorsque l'irradiation solaire devient inférieure à  $150 \text{ W/m}^2$ .

La **régulation du circuit secondaire** pilote, elle, la pompe du circuit secondaire. Cette dernière est mise en route lorsque la **différence de température entre l'eau glycolée sortant des capteurs et le bas du ballon solaire le plus froid** est supérieure à  $6^\circ\text{C}$ . La pompe s'arrête lorsque, soit cette différence de température devient inférieure à  $2^\circ\text{C}$ , soit lorsque la pompe du circuit primaire est arrêtée.



Principe de fonctionnement d'un Chauffe-Eau Solaire Collectif

**Appoint :**

L'appoint est une **nécessité** dans un Chauffe-Eau Solaire Collectif. Il permet de réaliser l'appoint sur l'eau chaude sanitaire et également de couvrir les besoins de chauffage. Il doit toujours est installé **en aval de la partie solaire**.

Il existe **3 types d'appoint** : l'appoint semi-instantané, l'appoint instantané et l'appoint accumulé.

L'**appoint semi-instantané** est généralement **le plus approprié** : il est composé d'un ballon d'appoint de volume réduit et d'une chaudière à condensation. Son volume réduit permet de lisser les appels de puissance tout en limitant les pertes thermiques de stockage.

L'**appoint instantané** (sans ballon d'appoint) présente un **rendement de génération dégradé** du fait des récurrences des courts appels de puissances et de la très large plage de puissances à couvrir.

Les **appoints accumulés** présentent trop de pertes de stockage et ne disposent pas de la puissance nécessaire pour couvrir les besoins de chauffage.

## Conception / Dimensionnement

Une installation solaire ne doit jamais être surdimensionnée, de manière à éviter les surchauffes qui peuvent provoquer des dégradations irréversibles et la non rentabilité du solaire.

Voici quelques règles de dimensionnement :

**Les besoins en ECS :**

L'évaluation des besoins en ECS est l'une des principales étapes du bon dimensionnement d'une installation solaire. La surestimation des besoins en ECS est la principale cause de surdimensionnement des installations solaires.

Les besoins de base correspondent aux besoins journaliers réguliers en ECS (= moyenne des consommations). Il s'agit des besoins qui seront traités par le solaire.

Les besoins d'appoint (ou de pointe) sont les besoins d'ECS que l'appoint doit pouvoir couvrir, comprenant notamment les pics de puisage.

Les valeurs ci-dessous sont proposées à titre de conseils pour le résidentiel collectif :

Nombres de pièces		1 (studio)	2	3	4	5
Consommation journalière à 60°C (L/Jour)	Appoint (*)	75	105	150	180	240
	Base	35	55	75	95	125

(\*) Base des calculs techniques, étude sur l'ECS dans les bâtiments, source GDF Suez

### **Surface de capteur et volume de stockage :**

Le volume de stockage solaire est en général proche de la consommation journalière à 60°C du bâtiment étudié.

Pour obtenir une première estimations des surfaces de capteurs, les ratios ci-dessous peuvent être utilisés :

Zone climatique	Nord	Centre	Sud
Ratios (L de stockage solaire)/m <sup>2</sup> de capteurs	50	65	85 (jusqu'à 100)

A partir de cette première estimation, il est nécessaire de réaliser la modélisation de l'installation via un logiciel de calcul (exemple SOLO 2000). Le calcul se fera en plusieurs itérations en modifiant la taille des capteurs et le volume de stockage solaire. Le résultat recherché est un taux de couverture solaire maximal entre 85 et 90% au mois le plus chaud de l'année.

### **Appoint :**

L'appoint doit être dimensionné de façon indépendante (sans tenir compte de la présence de l'installation solaire).

## Atouts majeurs

### **Pour le maître d'ouvrage :**

- **Importante part d'énergie renouvelable** : environ 50% des besoins d'ECS couverts par le solaire
- **Atteinte facilitée des niveaux de labels HPE et THPE** annoncés par les pouvoirs publics
- Eligibilité au **Fonds Chaleur Renouvelable**

**Pour l'utilisateur final :**

- **Factures énergétiques réduites** grâce à la production solaire d'ECS
- **Aucun encombrement dans les logements** (équipements de chauffage et d'ECS installés en chaufferie)
- **Répartition équitable de l'énergie solaire** entre les différents logements

**Saisie dans le moteur de calcul RT 2012**

Le Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) est intégré dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012. Des fiches d'aide à la saisie sont disponibles en téléchargement :

- [CESC – Perrenoud](#)
- [CESC – BBS Slama](#)

**Mise en œuvre**

Les organes utilisés sur la partie primaire de l'installation solaire doivent être adaptés aux régimes de température rencontrés (haute température).

Les schémas hydrauliques les plus simples sont à privilégier.

Les ballons solaires doivent être installés en série et leur installation doit permettre une bonne stratification. Pour cela, l'eau froide doit être injectée en bas du premier ballon (le plus froid) et l'eau réchauffée par les capteurs en haut du dernier ballon (le plus chaud).

**Maintenance**

Un contrat de maintenance pour la partie solaire doit être souscrit. Il est conseillé de souscrire ce contrat auprès de la société qui s'occupe de l'appoint.

Le cout moyen d'un contrat de maintenance pour une installation solaire collective (100 à 200 m<sup>2</sup> de panneaux) est généralement compris entre 300 et 500€(\*) par an.

La prestation doit au moins comprendre une ou deux visites par an, durant lesquelles seront effectués des relevés de bon fonctionnement (mesures de température, relèves de compteurs...) et des vérifications et contrôles de l'installation (champs de capteurs, circuit primaire, régulation, installations électriques...)

(\*) Guide « Optimiser la maintenance solaire des installations collectives », SOCOL

## Positionnement prix

Cout de la partie solaire (source SOCOL) :

- 1500 € HT / m<sup>2</sup> (< 50 m<sup>2</sup>)
- 1000 € HT / m<sup>2</sup> (< 100 m<sup>2</sup>)
- 800 € HT / m<sup>2</sup> (> 100 m<sup>2</sup>)

Ces prix sont une moyenne et comprennent les travaux et l'ingénierie.

Le coût global de cette solution est d'environ 6500 € par logement (partie solaire, appoint et distribution).

## Offre fabricants

La solution Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) est commercialisée par de nombreux fabricants.

Il est préconisé de choisir des matériels référencés (SolarKeymark, CSTBat, Ô Solaire).

## Opération référence

Le Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) se positionne auprès des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'études comme une solution attractive permettant, grâce à la valorisation d'une énergie renouvelable, de construire des bâtiments très performants. Consulter un projet référence :

- [Résidence du Regard](#)
- [L'Héméra](#)

# PAC aérothermique à absorption gaz

Solution innovante et très performante (**rendement jusqu'à 165% / PCI**), la PAC aérothermique à absorption gaz permet de répondre aux besoins thermiques (**chauffage** et **l'eau chaude sanitaire**) des **logements collectifs** neufs RT 2012. Elle peut également permettre de réaliser du **rafraîchissement** grâce à ses **versions réversibles**.

## Description de la solution

La PAC aérothermique à absorption gaz se présente sous la forme d'un module monobloc peu encombrant (environ 1 m<sup>2</sup> au sol).

Les modules actuellement disponibles permettent de fournir **jusqu'à 38,4 kW de puissance de chauffage**. Il existe des versions réversibles permettant de réaliser du **rafraîchissement jusqu'à 17 kW** de puissance.

La PAC à absorption gaz peut produire de **l'eau chaude sanitaire jusqu'à 70°C** grâce aux versions haute température (HT).

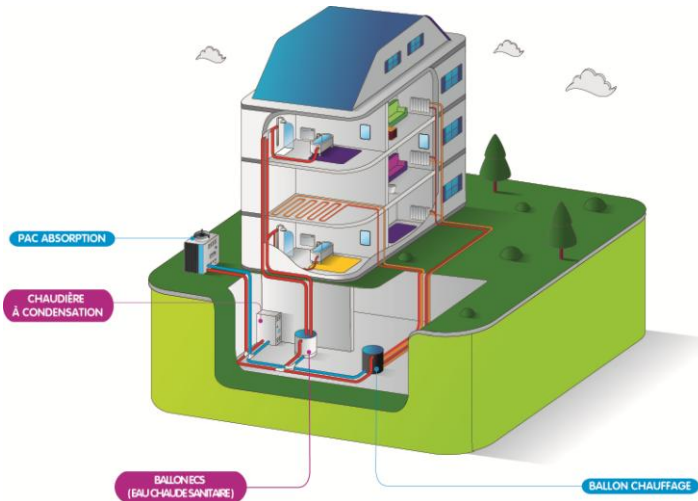


Schéma de principe d'une PAC aérothermique à absorption gaz

L'installation de cette machine est identique à celle d'une chaudière : une arrivée de gaz, une arrivée d'électricité, un départ et un retour chauffage. Les différents modules peuvent être gérés en cascade.



## Principe de fonctionnement

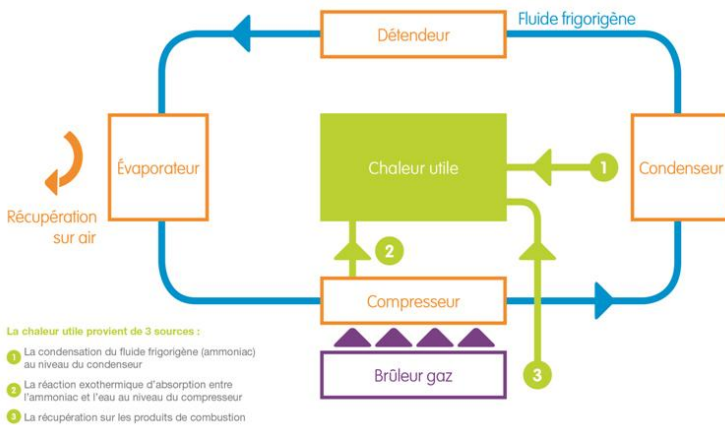
Tous les éléments de la pompe à chaleur sont présents dans une pompe à chaleur à absorption gaz : condenseur, évaporateur, etc. Seul le compresseur est remplacé par une compression thermochimique d'un mélange eau-ammoniac.

Cette solution est enfermée dans un « circuit noir » scellé en usine et sur lequel aucune intervention n'est nécessaire. La réaction démarre en chauffant ce mélange avec un brûleur gaz.

Ce sont les **propriétés thermochimiques** de ce mélange qui vont permettre de dépasser les 100% de rendement en **valorisant trois sources de chaleur** :

- la condensation du fluide frigorigène (ammoniac) ;
- la réaction exothermique d'absorption entre l'ammoniac et l'eau ;
- la récupération sur les produits de combustion.

Au final, les seules pièces en mouvement de cette machine sont le brûleur qui amorce la réaction et une pompe de solution qui met en mouvement les deux fluides dans le circuit noir.



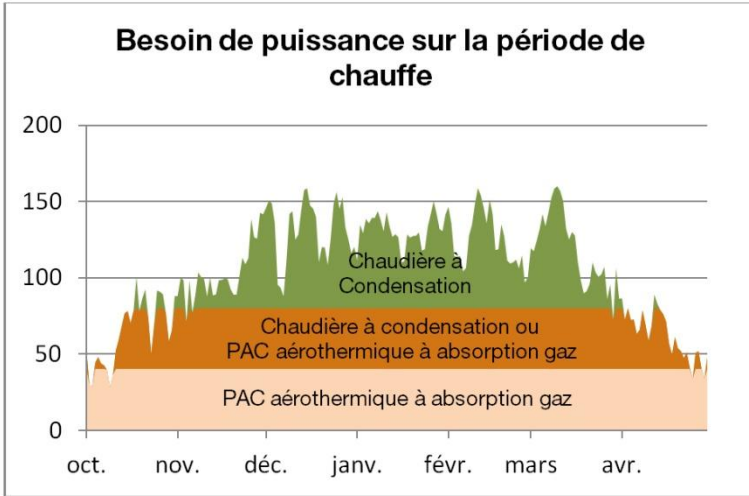
### Principe de fonctionnement de la PAC à absorption gaz

Dans un premier temps, le brûleur gaz chauffe le mélange eau-ammoniac, ce qui va avoir pour effet de séparer les deux éléments. L'ammoniac vapeur vient céder ses calories à la boucle de l'immeuble en se condensant. C'est en captant des calories sur l'air (pompe à chaleur) qu'il se re-vaporise.

Les deux éléments se retrouvent ensuite dans l'absorbeur où l'eau liquide absorbe les vapeurs d'ammoniac. Cette **réaction d'absorption** est **exothermique** et la solution eau-ammoniac nouvellement formée vient elle aussi céder ses calories à la boucle de l'immeuble avant de retourner dans le générateur pour que le cycle recommence.

## Conception / Dimensionnement

On dimensionne généralement une **PAC à absorption gaz** pour couvrir la **base des besoins**, l'appoint étant assuré par une chaudière à condensation, afin d'atteindre un optimum technico-économique.



Dimensionnement d'une PAC aérothermique à absorption gaz

Les **pointes de puissance** sont couvertes par une **chaudière à condensation** : il s'agit en effet des moments où l'air extérieur est le plus froid et où les températures de la boucle d'eau de chauffage sont les plus hautes.

Pour le niveau intermédiaire de puissance, il faut se poser la question et faire éventuellement un calcul de temps de retour du surinvestissement, en tenant compte :

- Du temps de fonctionnement ;
- Des performances aux températures des périodes considérées.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Très bon positionnement RT 2012** (exigence Cep facilement respectée – atteinte des futurs labels)
- **Liberté de choix dans les installations intérieures** (tous les systèmes d'émission distribués en vecteur eau : ventilo-convecteurs, plancher chauffant rafraîchissant, centrale de traitement d'air)
- **Atteinte de la haute température de 70°C** permettant de produire l'ECS
- **Importante stabilité des COP** par rapport à la température extérieure

**Pour l'utilisateur final :**

- **Maintenance réduite** (peu de pièces en mouvement : brûleur et pompe de solution - quasiment identique à celle d'une chaudière à condensation)
- **Température intérieure stable** (pas d'inversion de cycle grâce au dégivrage assurée par l'ammoniac vapeur sans interruption de la fonction chauffage)
- **Factures énergétiques réduites** (grâce au gain de rendement par rapport à d'autres technologies)

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La PAC aérothermique à absorption gaz est intégrée dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012. Il est possible de valoriser la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire depuis la parution du titre V sur les PAC double service le 18 avril 2013.

La performance du système notamment au niveau des économies d'énergie primaire, permet d'éviter un surinvestissement sur le bâti (Bbio proche de Bbiomax).

Des **fiche d'aide à la saisie** de la PAC aérothermique à absorption gaz sont disponibles en téléchargement :

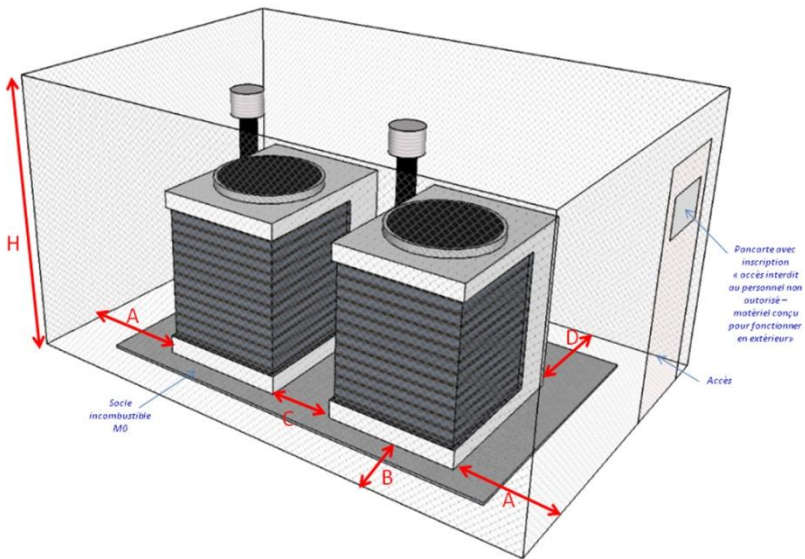
Chauffage seul	Chauffage & ECS
<b>PAC aérothermique à absorption gaz – Chauffage seul – Perrenoud</b>	<b>PAC aérothermique à absorption gaz – Chauffage &amp; ECS – Perrenoud</b>
<b>PAC aérothermique à absorption gaz – Chauffage seul – BBS Slama</b>	<b>PAC aérothermique à absorption gaz – Chauffage &amp; ECS – BBS Slama</b>

## Mise en œuvre

Les pompes à chaleur **aérothermiques** à absorption gaz s'installent à **l'extérieur**.

Elles s'installent toujours dans des **endroits non accessibles au public** ou rendu inaccessibles via une clôture d'une hauteur minimale de 2 mètres.

Elles peuvent s'installer soit **au sol**, soit **en toiture terrasse**, sur un socle incombustible M0.



Installation à l'extérieur d'une PAC aérothermique à absorption gaz

Les exigences en termes de protection contre l'incendie définissent des distances à respecter entre la (ou les) pompe(s) à chaleur et :

- La limite de propriété,
- Toute propriété tiers (les voisins),
- Le bâtiment qu'on dessert (soi même).

## Maintenance

La maintenance d'une PAC aérothermique à absorption gaz consiste simplement à réaliser l'**entretien annuel classique du brûleur** de 25 kW.

Sur l'ensemble de sa durée de vie, les opérations suivantes sont à réaliser :

- Tous les ans : entretien du brûleur de 25 kW ;
- A 5 ans, puis tous les 5 ans : remplacement du thermostat de surchauffe du générateur ;
- A 15 ans, puis tous les 5 ans avec un remplacement de la soupape de sécurité.

La maintenance des pompes à chaleur gaz est une prestation relativement simple pouvant être réalisée par des installateurs **chauffagistes**.

Pour se former, il existe aussi des stages PAC chez les industriels ou au COSTIC.

## Positionnement prix

Le prix net installateur d'une PAC aérothermique à absorption gaz est d'environ **13000 € HT**.

## Offre fabricants

La PAC aérothermique à absorption gaz est commercialisée par :

**De Dietrich** 

**France Air**   
*Les Architectes de l'Air*

## Opération référence

La PAC aérothermique à absorption gaz se positionne auprès des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'études comme une solution attractive permettant, grâce à la valorisation d'une énergie renouvelable, de construire des bâtiments très performants. Consulter un projet référence :

- [Les Terrasses de Florange](#)
- [L'Héméra](#)

## Pour en savoir plus...

Pour plus d'informations sur la PAC aérothermique à absorption gaz, [consulter le dossier](#) qui y est consacré sur Xpair.

# PAC géothermique à absorption gaz

Solution innovante et très performante (**rendement jusqu'à 170% / PCI**), la PAC géothermique à absorption gaz permet de répondre aux besoins thermiques (**chauffage** et l'**eau chaude sanitaire**) des **logements collectifs** neufs RT 2012. La récupération de chaleur sur la réaction d'absorption permet une **réduction d'environ 50% de la dimension des sondes** nécessaires.

## Description de la solution

La PAC géothermique à absorption gaz (sur sondes ou sur nappe) se présente sous la forme d'un module monobloc peu encombrant (environ 1 m<sup>2</sup> au sol) raccordé aux sondes géothermiques ou à une nappe phréatique. Les modules actuellement disponibles permettent de fournir **jusqu'à 42 kW de puissance de chauffage**.



Schéma de principe d'une PAC géothermique à absorption gaz

La PAC à absorption gaz peut produire de l'**eau chaude sanitaire jusqu'à 70°C** grâce aux versions haute température (HT).

L'installation de cette machine est identique à celle d'une chaudière : une arrivée de gaz, une arrivée d'électricité, un départ et un retour chauffage. Les modules peuvent être gérés en cascade.

## Principe de fonctionnement

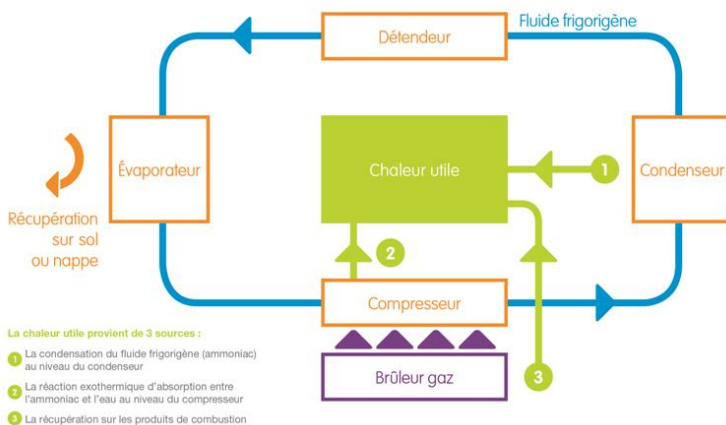
Tous les éléments de la pompe à chaleur sont présents dans une pompe à chaleur à absorption gaz : condenseur, évaporateur, etc. Seul le compresseur est remplacé par une compression thermochimique d'un mélange eau-ammoniac.

Cette solution est enfermée dans un « circuit noir » scellé en usine et sur lequel aucune intervention n'est nécessaire. La réaction démarre en chauffant ce mélange avec un brûleur gaz.

Ce sont les **propriétés thermochimiques** de ce mélange qui vont permettre de dépasser les 100% de rendement en **valorisant trois sources de chaleur** :

- la condensation du fluide frigorigène (ammoniac) ;
- la réaction exothermique d'absorption entre l'ammoniac et l'eau ;
- la récupération sur les produits de combustion.

Au final, les seules pièces en mouvement de cette machine sont le brûleur qui amorce la réaction et une pompe de solution qui met en mouvement les deux fluides dans le circuit noir.



Principe de fonctionnement de la PAC à absorption gaz

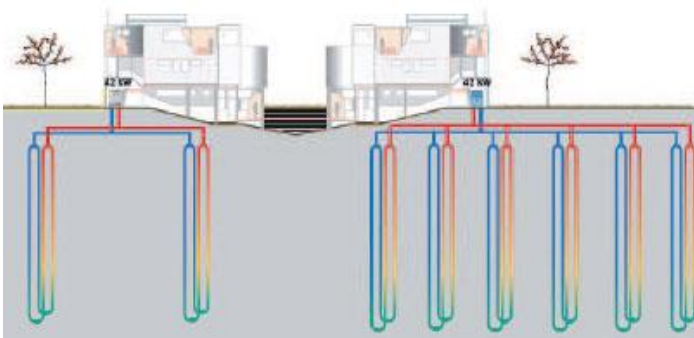
Dans un premier temps, le brûleur gaz chauffe le mélange eau-ammoniac, ce qui va avoir pour effet de séparer les deux éléments. L'ammoniac vapeur vient céder ses calories à la boucle de l'immeuble en se condensant. C'est en captant des calories sur l'eau ou une nappe (pompe à chaleur) qu'il se re-vaporise.

Les deux éléments se retrouvent ensuite dans l'absorbeur où l'eau liquide absorbe les vapeurs d'ammoniac. Cette **réaction d'absorption** est **exothermique** et la solution eau-ammoniac nouvellement formée vient elle aussi céder ses calories à la boucle de l'immeuble avant de retourner dans le générateur pour que le cycle recommence.

## Conception / Dimensionnement

Pour obtenir la même performance en énergie primaire qu'une PAC électrique, la quantité d'énergie à puiser dans le sol est moindre avec une pompe à chaleur gaz.

Ceci se traduit par un nombre de sondes verticales bien inférieur comme l'illustre l'exemple suivant.



Comparaison d'installations de PAC géothermiques gaz et élec.

En présence d'une récupération sur nappe, la PAC géothermique nécessitera moins de débit d'eau.

	PAC gaz	PAC élec.
Puissance restituée (kW)	<b>40</b>	<b>40</b>
COP machine	1,6	3,5
Puissance finale consommée (kW)	25	11,5
Puissance renouvelable puisée localement (kW)	15	28,5
Nombre de sondes	<b>3</b>	<b>~ 6</b>

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Très bon positionnement RT 2012** (exigence Cep facilement respectée – atteinte des niveaux de labels HPE et THPE annoncés par les pouvoirs publics)
- **Liberté de choix dans les installations intérieures** (tous les systèmes d'émission distribués en vecteur eau : ventilo-convecteurs, plancher chauffant rafraîchissant, centrale de traitement d'air)



- **Atteinte de la haute température de 70°C** permettant de produire l'ECS
- **Dimension des sondes nécessaires réduite d'environ 50%**

**Pour l'utilisateur final :**

- **Maintenance réduite** (peu de pièces en mouvement : brûleur et pompe de solution - quasiment identique à celle d'une chaudière à condensation)
- **Factures énergétiques réduites** (grâce au gain de rendement par rapport à d'autres technologies)

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La PAC géothermique à absorption gaz est intégrée dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012. Il est possible de valoriser la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire depuis la parution du titre V sur les PAC double service le 18 avril 2013.

La performance du système notamment au niveau des économies d'énergie primaire, permet d'éviter un surinvestissement sur le bâti (Bbio proche de Bbiomax).

Des fiche d'aide à la saisie de la PAC géothermique à absorption gaz sont disponibles en téléchargement :

Chauffage seul	Chauffage & ECS
PAC géothermique à absorption gaz – Chauffage seul – Perrenoud	PAC géothermique à absorption gaz – Chauffage & ECS – Perrenoud
PAC géothermique à absorption gaz – Chauffage seul – BBS Slama	PAC géothermique à absorption gaz – Chauffage & ECS – BBS Slama

## Mise en œuvre

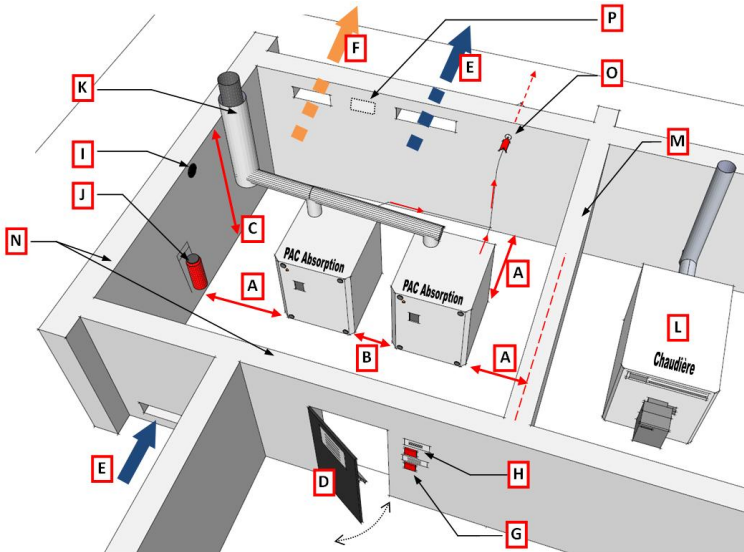
Les pompes à chaleur **géothermiques** à absorption gaz (sur sondes ou sur nappe) doivent s'installer **à l'intérieur**.

A ce jour, le cadre réglementaire et normatif relatif à l'installation d'une pompe à chaleur gaz naturel à absorption à l'intérieur d'un bâtiment n'est pas clairement défini. Pour chaque projet, il convient de se rapprocher d'un bureau de contrôle. Les préconisations ci-après sont fondées sur une interprétation des textes réglementaires existants de référence :

L'installation doit être réalisée dans une **salle des machines distincte de la chaufferie**. Cette salle des machines peut être implantée au sous sol, au rez-de-chaussée ou dans un étage courant du bâtiment.

Il est nécessaire de prévoir pour la salle des machines :

- Un extincteur à poudre polyvalente,
- Une gaine pompier,
- Une ventilation mécanique d'urgence indépendante,
- Un détecteur de NH<sub>3</sub>,
- Un interrupteur de la PAC à distance, à l'extérieur de la salle.



Installation à l'intérieur d'une PAC géothermique à absorption gaz

- A : distance d'entretien, passage du technicien
- B : distance entre générateur
- C : hauteur minimal de 2,20m dès que  $P_n > 70\text{kW}$
- D : Accès restreint , indiquer « accès interdit au personnel non autorisé », porte anti panique (avec ferme porte intégré) devant s'ouvrir sur l'extérieur (sortie de la salle des machines)
- E : ventilation haute et basse
- F : VMC d'urgence en cas de fuite d'ammoniac
- G interrupteur PAC arrêt d'urgence
- H : commande de mise en marche de la VMC d'urgence
- I : détecteur ammoniac, qui déclenche la VMC d'urgence et une alarme sonore
- J : extincteur poudre
- K : évacuation des produit de combustion
- L : chaudière en chaufferie, local distinct de la salle des machines

- M : paroi de séparation chaufferie, salle des machines, accès possible entre les deux locaux = coupe feu 1h
- N : parois de la salle des machines
- O : évacuation soupape ammoniac
- P : gaine pompier

## Maintenance

La maintenance d'une PAC géothermique à absorption gaz consiste simplement à réaliser l'**entretien annuel classique du brûleur** de 25 kW.

Sur l'ensemble de sa durée de vie, les opérations suivantes sont à réaliser :

- Tous les ans : entretien du brûleur de 25 kW ;
- A 5 ans, puis tous les 5 ans : remplacement du thermostat de surchauffe du générateur ;
- A 15 ans, puis tous les 5 ans avec un remplacement de la soupape de sécurité.

La maintenance des pompes à chaleur gaz est une prestation relativement simple pouvant être réalisée par des installateurs **chauffagistes**.

## Positionnement prix

Le prix net installateur d'une PAC géothermique à absorption gaz est d'environ **14000 € HT**.

## Offre fabricants

La PAC géothermique à absorption gaz est commercialisée par :

**France Air**   
*Les Architectes de l'Air*

## Opération référence

Grâce à sa performance, la PAC géothermique à absorption gaz permet aux maîtres d'ouvrage et bureaux d'études de construire des logements collectifs RT 2012 aux niveaux des labels annoncés par les pouvoirs publics, voire à énergie positive. Consulter un projet référence :

- [Le Pymion](#)
- [L'Avance](#)

## Pour en savoir plus...

Pour plus d'informations sur la PAC géothermique à absorption gaz, [consulter le dossier](#) qui y est consacré sur Xpair.

# Module de micro / minicogénération

Solution compacte et performante, le module de micro/mini cogénération gaz naturel permet de répondre aux besoins thermiques (**chauffage et eau chaude sanitaire**) des **logements collectifs** neufs RT 2012, tout en assurant une **production locale d'électricité**.

NB : on parle de micro-cogénération pour des modules dont la puissance est inférieure à 36 kWe et de mini-cogénération pour des modules dont la puissance électrique est comprise entre 36 et 250 kWe.

## Description de la solution

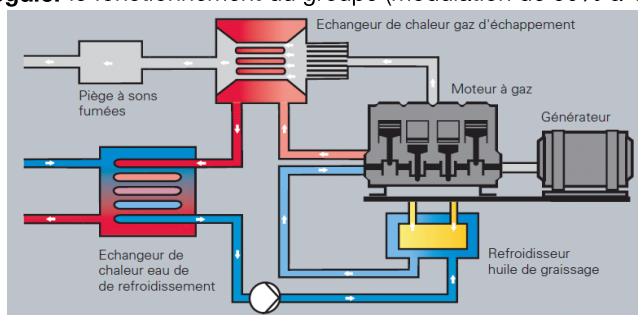
Un module de micro ou mini cogénération gaz naturel est une **solution monobloc pour chaufferie collective** permettant d'assurer les besoins de chauffage et d'ECS et de produire de l'électricité grâce à un générateur. Les modules actuellement disponibles ont une **puissance électrique** comprise **entre 5 kWe et 250 kWe**. Leur **puissance thermique** varie de **10 kW à 370 kW**.

Le module est raccordé au réseau via un départ chaud-froid classique.

## Principe de fonctionnement

Un module de cogénération gaz naturel intègre les éléments nécessaires pour :

- Produire de l'électricité (courant alternatif triphasé BT 400 V - 50 Hz) grâce au **générateur** ;
- Récupérer l'énergie thermique (jusqu'à 90°C) par **2 échangeurs pour le chauffage et/ou l'ECS** ;
- **Réguler** le fonctionnement du groupe (modulation de 50% à 100%)



Principe de fonctionnement d'un module de cogénération (source : Viessmann)

Le moteur thermique chauffe l'eau du circuit primaire. La chaleur excédentaire du moteur (radiateur et échappement) est récupérée via un échangeur et alimente le circuit de chauffage. Le générateur, couplé au moteur thermique, produit de l'électricité qui peut être autoconsommée et/ou revendue au réseau de distribution.

## Conception / Dimensionnement

Le module s'installe dans une chaufferie classique et **s'associe généralement à une chaudière gaz à condensation** dans une logique **base/appoint**.

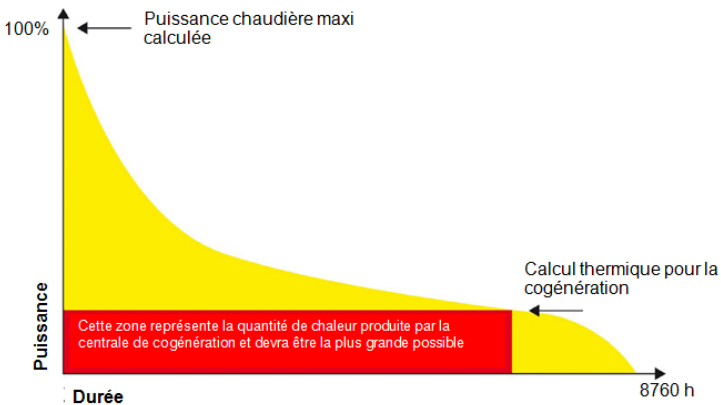
Lors de la conception d'une installation avec un module de micro/mini-cogénération, deux points essentiels sont à prendre en compte :

- La cogénération a besoin de **débits les plus constants possibles**. Il est nécessaire de privilégier des cycles de fonctionnement d'une heure minimum et de prévoir un volume tampon (ballon ou réseau important).
- Les températures de retour ne doivent pas être trop élevées. Il est donc conseillé d'**éviter la préparation d'ECS instantanée**.

Le dimensionnement d'un module de micro/mini-cogénération est réalisé à partir des 3 postulats suivants :

- **Utiliser la cogénération en base** avec une ou plusieurs chaudières à condensation en appoint thermique et le réseau en appoint électrique ;
- Privilégier un **fonctionnement de la cogénération le plus régulier possible** (mise en place d'un ballon tampon) ;
- Valoriser toute la thermique (**éviter le recours à un aérorefrigérant**)

Il dépend également du nombre d'heures prévisionnel de fonctionnement du module sur l'année.



Principe de fonctionnement d'un module de cogénération

Le dimensionnement dépend enfin de la façon dont on souhaite valoriser l'électricité produite :

- *Revente pure – contrat C01* : dimensionner sur la monotone thermique pour un fonctionnement hivernal de 3600 h de novembre à mars.
- *Autoconsommation et revente du surplus – contrat « petites installations » < 36 kVA* : dimensionner sur la monotone thermique pour un fonctionnement hivernal de 3600 h . Il est préconisé d'autoconsommer au maximum.
- *Autoconsommation totale* : dimensionner la puissance nominale de la manière suivante :  $P_{\text{cogé}} = 2 \times P_{\text{mini élec appelée}}$  tout en s'assurant que le module n'est pas en surproduction thermique par rapport aux besoins. Cela nécessite de connaître précisément les appels de puissance.
- *Revente sur le marché* : dimensionner sur les besoins thermiques constants.
- *Secours* : dimensionner sur les besoins à secourir.

## Atouts majeurs

### Pour le maître d'ouvrage :

- **Très bon positionnement RT 2012** (exigence Cep facilement respectée – atteinte des futurs labels)
- **Large gamme de produits** (de 5 kWe à 250 kWe)
- **Installation facilitée en chaufferie** grâce à des modules « plug and heat ».

### Pour l'utilisateur final :

- **Factures énergétiques réduites** grâce à l'auto-consommation ou la revente d'électricité
- **Production d'électricité au moment opportun** (en phase avec les besoins électriques des logements)
- Possibilité d'assurer un **secours électrique** (ascenseurs, éclairages des communs, ...)

## Saisie dans le moteur de calcul RT 2012

La micro/mini-cogénération est intégrée dans la méthode de calcul Th-BCE de la RT 2012.

Des fiches d'aide à la saisie pas à pas sont disponibles en téléchargement :

- [Micro/mini-cogénération gaz – Perrenoud](#)
- [Micro/mini-cogénération gaz – BBS Slama](#)

## Mise en œuvre

Les modules de micro/mini-cogénération s'installent **en chaufferie** répondant aux normes incendie en vigueur (ventilation haute et basse suffisantes, température maximale de 30°C).

Lors de l'implantation, il est nécessaire de prévoir 80 cm autour du module ainsi qu'un espace de 1 m au-dessus, notamment pour effectuer la maintenance.

L'armoire de contrôle est directement intégrée au module si la puissance est supérieure à 50 kWe. Pour les puissances inférieures à 50 kWe, l'armoire est généralement livrée séparément.

## Maintenance

La maintenance d'un module de micro/mini-cogénération consiste à réaliser les opérations suivantes :

- Toutes les 4000 h de fonctionnement :
  - Vidange de l'huile
  - Changement des filtres
  - Réglage des soupapes
  - Changement des bougies
  - Réglage de la combustion
- Toutes les 40 000 h : révision du moteur (coût d'environ 10 à 15% du prix de l'unité).

Il est fortement conseillé de faire réaliser la mise en service et la 1<sup>ère</sup> maintenance par le constructeur.

## Positionnement prix

Le prix d'un module **fourni-posé** est d'environ **50 000 € HT pour une puissance de 7,5 kWe à environ 350 000 € HT pour une puissance de 250 kwe.**



## Offre fabricants

Il existe une trentaine de fabricants européens, essentiellement basés en Allemagne, en Belgique, en Italie et au Royaume Uni. Parmi eux, on recense 5 fabricants distribués en France en 2013 :



## Opération référence

Le module de cogénération au gaz naturel permet aux maîtres d'ouvrage et bureaux d'études de construire des logements collectifs RT 2012, tout en assurant une production locale d'électricité. Consulter un projet référence : [Le Moulin de Goarem Vors](#)

## Pour en savoir plus...

Pour plus d'informations sur la micro/mini-cogénération, [consulter le dossier](#) qui y est consacré sur Xpair.

## 4.5 Les opérations références en Immeuble Collectif

Ce chapitre présente 8 **opérations références** en maison individuelle neuve.

Les solutions suivantes y sont représentées : Chaudière individuelle à fort taux de modulation, Solution de chauffage et d'ECS par chaudière à condensation & vecteur air, CESC, PAC aérothermique à absorption gaz, PAC géothermique à absorption gaz, Module de micro/mini cogénération. Pour plus d'informations sur ces solutions, se reporter au paragraphe **4.4 Fiches Solutions en Immeuble Collectif**.

Chaque opération fait l'objet d'une Fiche Référence, qui comprend les items suivants :

- Carte d'identité du projet
- Solution technique mise en place
- Résultats de l'étude thermique
- Témoignage du bureau d'études thermiques

Les fiches références suivantes sont disponibles :

- **Résidence Iratzea**
- **Résidence Là Ô**
- **Résidence du Regard**
- **Les Terrasses de Florange**
- **Le Prymion**
- **Le Moulin de Goarem Vors**
- **Résidence L'Héméra**
- **L'Avance**

# RESIDENCE IRATZEA

Office 64 de l'Habitat – Mouguerre (64)

## Carte d'identité du projet

Composé de 15 logements répartis dans 2 bâtiments, la résidence Iratzea, située dans les Pyrénées-Atlantiques (64), respecte les niveaux de performance du futur label THPE de la RT 2012. Chaque logement est équipé pour le chauffage et l'ECS d'une chaudière individuelle à fort taux de modulation.



### Maîtrise d'ouvrage :

Office 64 de l'Habitat

### Bureau d'études :

Therm'ECO

### Architecte : A.A.D.I.

Associés, architectes DPLG

**Localisation :** Mouguerre (64)

**Zone climatique :** H2c

**Logements :** 5 T2, 5 T3, 5 T4

**SHAB :** 40,6 m<sup>2</sup> à 78,3 m<sup>2</sup>

**SHONRT :** 1224 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Briques (R=1) + isolant polystyrène 120 mm (R=4)
<b>Combles</b>	Laine de verre 340 mm (R=10,6)
<b>Toiture terrasse</b>	Dalle béton + isolant sur dalle 160 mm (R=6,7) + isolant sous dalle 60 mm (R=1,9)
<b>Plancher bas sur terre plein</b>	Dalle béton + isolant sous dalle 120 mm (R=3,3) + isolant sous chape 120 mm (R=5,5)
<b>Menuiseries</b>	PVC 4/16/4 peu émissif Uw=1,2
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Chauffage &amp; ECS</b>	Chaudière individuelle à fort taux de modulation 0,8 kW / 28 kW ; installation PV 1,2 kWc (9 m <sup>2</sup> ) sur le bâtiment 2.

## Solution technique : chaudière à fort taux de modulation

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont assurées par la chaudière individuelle à condensation à fort taux de modulation MC3 de Vergne. Cette chaudière peut s'adapter à de très faibles besoins de chauffage (modulation basse jusqu'à 0,8 kW), tout en assurant un débit spécifique d'ECS de 17 L/min (modulation haute jusqu'à 28 kW).

L'émission de chauffage est réalisée par des radiateurs moyenne température équipées de robinets thermostatiques certifiés.



Chaudière à fort taux de modulation

## Résultats de l'étude thermique

				Consommation d'énergie primaire	$C_{ep}$	$C_{epmax}$	Gain (%)
				$C_{ep}$ moy. (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	36,7	53,5	31,4

Besoin bioclimatique	$B_{bio}$	$B_{biomax}$	Gain (%)	Confort d'été	Projet	Réf.
$B_{bio}$ moy.	26,9	54,0	50,2	Tic moy. (°C)	29,2	32,1

## « Sans conteste un progrès en matière d'économies d'énergie »

«La chaudière à condensation à fort taux de modulation représente sans conteste un progrès en matière d'économies d'énergie. Sa conception lui confère une grande efficacité énergétique, avec un rendement global annuel dépassant largement 100 %. Sa nouveauté réside dans la plage de modulation de puissances qu'elle offre. Son thermostat permet d'adapter exactement la puissance aux besoins de chauffage réels dans les logements des immeubles et bâtiments similaires.

Le rendement optimum de la chaudière gaz à condensation à fort taux de modulation se révèle beaucoup plus constant que celui des chaudières d'une puissance supérieure dotées d'une plage de modulation de 50 % à 100 %.

Il résulte de ce fonctionnement une réduction des émissions de gaz à effet de serre. Un avantage qui, minime à l'échelon local, trouvera tout son intérêt par la multiplication des installations.

La diffusion de ce matériel d'avenir passe à terme par la baisse de son coût actuel et par une information étendue sur ses performances.»

« Jacques Perez, Dirigeant de THERM'ECO »

# RESIDENCE Là Ô

Noaho – Albigny/Saône (69)

## Carte d'identité du projet

Ce programme situé sur les hauteurs d'Albigny/Saône, dans le Rhône, se compose de 5 bâtiments pour un total de 47 logements. Certifiés BBC, ces logements sont équipés de la solution YZENTIS, qui assure la production de chauffage par vecteur air et d'ECS.



### Maîtrise d'ouvrage :

NOAHO

**Bureau d'études :** ITEE Fluides

**Architecte :** Jean-Louis Morlet,  
architecte DPLG

**Localisation :** Albigny/Saône (69)

**Livraison :** Juillet 2012

**Zone climatique :** H1c

**Logements :** 16 T2, 22 T3, 9 T4

**SHAB :** 43,4 m<sup>2</sup> à 81,8 m<sup>2</sup>

**SHON :** 3425 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Béton cellulaire Siporex + TH32 100 mm (R=3,1)
<b>Toiture</b>	Toit terrasse béton + Efigreen 200 mm (R=8)
<b>Plancher bas sur sous-sol</b>	TMS 60 mm sous chape (R=2,7) + isolant sous dalle (R=2,8)
<b>Plancher bas sur terre plein</b>	Isolant sous chape TMS 80 mm
<b>Portes</b>	Ud=1,4
<b>Menuiseries</b>	PVC 4/16/4 argon Uw=1,5
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Chauffage &amp; ECS</b>	Système individuel de chauffage par vecteur air et chaudière à condensation

## Solution technique : YZENTIS

Chacun des 47 logements est équipé pour la production de chauffage et d'ECS de la solution YZENTIS : entièrement intégrée au sein d'un placard technique derrière les WC, cette solution comprend une chaudière à condensation alimentant la batterie à eau chaude d'une centrale de traitement d'air. Le chauffage est distribué par un réseau de gaines et des bouches de soufflage/reprise situées en haut des pièces de vie. Des volets réglables, piloté par les boîtiers de régulation présents dans chaque pièce, s'ouvrent ou se ferment en fonction des besoins de chauffage. L'ECS est entièrement produite par la chaudière.



Solution YZENTIS  
FRANCE AIR

## Résultats de l'étude thermique

Bâti	Projet	Réf.	Gain (%)	Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epref</sub>	Gain (%)
U <sub>bat</sub> moy. (W/m²/K)	0,45	0,65	31,4	C <sub>ep</sub> moy. (kWhEP/m²/an)	54,9	121,5	54,8

## « Simple à dimensionner et à installer »



Romain Marchesi  
Directeur adjoint associé  
de ITEE FLUIDES

«La chaudière à condensation associée à un système vecteur air présente de nombreux avantages comparée à une solution avec radiateurs. Sur le plan esthétique, l'absence d'encombrement mural permet un aménagement des pièces totalement libre. Aucun élément de l'installation n'est visible : les gaines de ventilation sont intégrées dans un faux plafond dans les circulations, ce qui offre la possibilité d'un éclairage encastré. Les composants techniques, chaudière, unité de traitement d'air... sont, quant à eux, centralisés dans un placard technique positionné derrière le WC suspendu.

Le système procure un réel confort, avec une montée en température rapide. Il est absolument silencieux, même lorsque les besoins de chauffage sont élevés. Une régulation et un thermostat règlent les débits d'air chaud dans chaque pièce.

Simple à dimensionner et à installer, l'équipement s'adapte à tous les types de chaudières à condensation gaz naturel.

A condition d'intervenir dès la conception du projet en collaboration avec l'architecte, c'est la solution idéale pour les bâtiments limités aux T4. D'autant que son prix, pratiquement identique à celui d'une installation avec radiateurs – moins de 5 000 € HT par logement –, est appelé à diminuer.»

# RESIDENCE DU REGARD

Immobilière 3F – Mennecy (91)

## Carte d'identité du projet

Cette résidence de 130 logements labellisés BBC répartis en 18 immeubles, située à Mennecy (91), est équipée d'un Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC).



### Maîtrise d'ouvrage :

Immobilière 3F

### Bureau d'études :

IGREC Ingénierie

**Architecte :** Jean Guervilly

**Localisation :** Mennecy (91)

**Livraison :** septembre 2013

**Zone climatique :** H1a

**Logements :** 32 T2, 46 T3,  
42 T4, 10 T5

<b>Murs extérieurs</b>	Isolation par l'extérieur : béton + isolant 160 mm (R=4,4)
<b>Toiture terrasse</b>	Béton + isolant PUR 160 mm (R=7)
<b>Plancher bas</b>	Sur TP : béton + isolant PSE 120 mm (R=3,75) Sur LNC : béton + isolant 150 mm (R=4,55)
<b>Menuiseries</b>	Bois 4/16/4 argon
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Chauffage &amp; ECS</b>	Chauffe-Eau Solaire Collectif : 2 chaudières condensation 449 kW et 456 kW, 143 m <sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques, 3 ballons solaires de 3000 L chacun, 1 ballon d'appoint ECS de 3000 L

## Solution technique : Chauffe-Eau Solaire Collectif

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont assurés par une installation collective composée de 60 panneaux solaires thermiques de 2,38 m<sup>2</sup> (surface totale : 143 m<sup>2</sup>), de 3 ballons solaires de 3000 L chacun et d'un ballon d'appoint ECS de 3000 L, ainsi que 2 chaudières collectives à condensation de 449 kW et 456 kW. Les panneaux solaires, installés en toiture de 2 des 18 immeubles, permettent de produire 30 % de l'eau chaude sanitaire des 130 logements.

L'émission de chauffage est réalisée par des radiateurs basse température équipés de robinets thermostatiques certifiés.

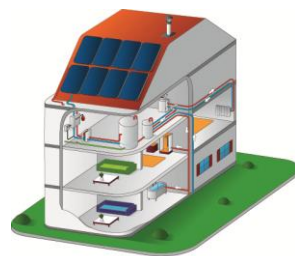


Schéma de principe d'un CESC

## Résultats de l'étude thermique

Bâti	Projet	Réf.	Gain (%)	Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epref</sub>	Gain (%)
U <sub>bat</sub> moy. (W/m <sup>2</sup> /K)	0,444	0,631	29,7	C <sub>ep</sub> moy. (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	58,0	122,7	52,7

## « Une solution pertinente pour la construction de logements »

«La mise en place d'un chauffe-eau solaire collectif permet d'utiliser une part importante d'énergie renouvelable dans la production d'eau chaude sanitaire. A Mennecy, l'installation de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire est commune à l'ensemble du programme : 18 immeubles de logements collectifs intermédiaires totalisant 130 logements. Elle associe deux chaudières à condensation gaz naturel fonctionnant simultanément et un chauffe-eau alimenté par des panneaux solaires implantés sur le toit de deux immeubles. Ces équipements solaires contribuent à hauteur de 30 % à la production d'eau chaude sanitaire. Le système alimente deux réseaux d'eau chaude qui desservent l'ensemble des bâtiments en chauffage et en eau chaude sanitaire.

Simple à installer, les panneaux solaires s'adaptent à tous les types de bâtiments de logements, quelle qu'en soit la taille, la plupart du temps sans nuisance visuelle.

Eprouvée depuis de nombreuses années, cette technologie est aujourd'hui proposée à des coûts maîtrisés. Présentant un très bon rapport performances/prix, elle s'affirme comme une solution pertinente pour la construction de logements neufs.»

« Guillaume Saint-Aubin, Chef de projets chez IGREC INGENIERIE »



# LES TERRASSES DE FLORANGE

Nouvel Habitat – Florange (57)

## Carte d'identité du projet

Les Terrasses de Florange, bâtiment labellisé BBC composé de 28 logements situé en Moselle (57), est équipé de pompes à chaleur à absorption gaz et de chaudières à condensation pour la production de chauffage et d'ECS.



### Maîtrise d'ouvrage :

Nouvel Habitat

### Bureau d'études :

ETF-SNC Lavalin

### Architecte :

Laroche Architecture

**Localisation :** Florange (57)

**Zone climatique :** H1b

**Logements :** 16 T2, 12 T3

**SHAB :** 39,4 m<sup>2</sup> à 72,1 m<sup>2</sup>

**SHON :** 1867 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Briques (R=1,32) + isolant 120 mm (R=3,8)
<b>Toiture rampants</b>	Laine de verre 300 mm (R=8,3)
<b>Toiture terrasse</b>	Dalle béton + isolant Efigreen 120 mm (R=4,1)
<b>Plancher bas sur terre plein</b>	Béton armé + chape béton + isolant 150 mm (R=5)
<b>Menuiseries</b>	PVC 4/16/4 argon Uw=1,4
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Chauffage &amp; ECS</b>	Système collectif : 2 PAC aérothermiques à absorption de 35,4 kW + 2 chaudières à condensation de 35 kW

## Solution technique : PAC aérothermique à absorption

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont assurées par une installation collective composée de 2 PAC aérothermiques à absorption gaz Xinoé de France Air d'une puissance de 35,4 kW chacune, qui couvrent la base des besoins, l'appoint étant assuré par 2 chaudières à condensation de 35 kW chacune. Ainsi, les pointes de puissance sont assurées par les chaudières à condensation. La production d'eau chaude sanitaire est accumulée (ballon de stockage de 750 L). L'émission de chauffage est réalisée par des radiateurs basse température équipées de robinets thermostatiques certifiés.



PAC à absorption  
FRANCE AIR

## Résultats de l'étude thermique

Bâti	Projet	Réf.	Gain (%)	Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epref</sub>	Gain (%)
U <sub>bat</sub> (W/m <sup>2</sup> /K)	0,420	0,775	45,8	C <sub>ep</sub> (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	60,44	115,41	47,6

## « Une baisse significative des factures de chauffage »



Daniel Baldin  
Ingénieur chez  
ETF-SNC Lavalin

« Performante, la pompe à chaleur aérothermique à absorption gaz répond pleinement à la RT 2012. Elle affiche un COP saisonnier de près de 1,42 (en test pratique) qui se traduit par une baisse significative des factures de chauffage.

L'équipement est constitué d'un rack équipé de 2 pompes à chaleur et de 2 chaudières. Il peut être implanté soit au sol, en respectant certaines règles d'implantation, de niveau sonore, etc., soit en toiture. Ce dernier positionnement optimise les surfaces construites et supprime la chaufferie. Le local technique (pour le ballon-tampon, les circuits...) peut être intégré à l'intérieur du bâtiment.

L'installation évite aussi les inconvénients liés à la pompe à chaleur électrique, notamment les chutes du COP en hiver. Le COP de la pompe à chaleur aérothermique à absorption gaz se maintient quasiment stable jusqu'à -15 °C. A mon sens, au vu de ses performances, ce matériel se situe au niveau HPE, voire THPE, de la RT 2012.»

# LE PRIMYON

Duret Promoteur – La Roche-sur-Yon (85)

## Carte d'identité du projet

Le Primyon, programme composé de 37 logements et de 1344 m<sup>2</sup> de bureaux situé à La Roche-sur-Yon, est labellisé BBC. La production de chauffage et d'ECS est assurée par 3 PAC géothermiques à absorption gaz et 2 chaudières collectives à condensation.



### Maitrise d'ouvrage :

Duret Promoteur

Bureau d'études : F.I.B.

### Architecte :

Durant Ménard Thibault

Architectes DPLG

### Localisation :

La Roche-sur-Yon (85)

Livraison : 3<sup>e</sup> trimestre 2012

Zone climatique : H2b

Logements : 13 T2, 18 T3,

5 T4, 1 T5

SHAB : 42,54 m<sup>2</sup> à 154,78 m<sup>2</sup>

SHON : 3715 m<sup>2</sup>

Murs extérieurs	Isolation par l'extérieur : briques (R=1) + isolant 120 mm (R=3,15) / Isolation par l'intérieur : béton armé + laine de verre 150 mm (R=4,7)
Toiture terrasse	Dalle béton + isolant 100 mm (R=2,9)
Plancher bas sur terre plein	Béton armé + isolant Efoisol 60 mm (R=2,6)
Plancher bas sur sous-sol	Béton armé + isolant 150 mm (R=3,3)
Menuiseries	4/16/4 argon Uw=1,4
Ventilation	VMC simple flux hygro B basse consommation
Chauffage & ECS	3 PAC géothermiques à absorption 39 kW + 2 chaudières collectives à condensation

## Solution technique : PAC géothermique à absorption

3 PAC géothermiques à absorption gaz Xinoé de France Air d'une puissance de 39 kW chacune, ainsi que 2 chaudières collectives murales à condensation, assurent la production de chauffage et d'ECS des logements. Chaque PAC est équipée de 12 sondes géothermiques de 85 m. Les logements sont équipés de planchers chauffants basse température, ainsi que de compteurs d'énergie permettant d'individualiser les consommations énergétiques.



PAC à absorption  
FRANCE AIR

## Résultats de l'étude thermique

Bâti	Projet	Réf.	Gain (%)	Consommation d'énergie primaire	$C_{ep}$	$C_{epref}$	Gain (%)
$U_{bat}$ (W/m <sup>2</sup> /K)	0,627	0,825	24,0	$C_{ep}$ (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	41,3	66,8	38,2

## « Très compétitif sur le long terme »



Dominique Soulard  
Dirigeant de F.I.B

« Associer la géothermie et le gaz naturel à une pompe à chaleur se révèle une solution performante et compétitive. Les niveaux de performance énergétique atteints sont nettement supérieurs à ceux obtenus avec d'autres produits.

Bien adaptée pour les sites où l'implantation de capteurs solaires n'est pas possible, la géothermie n'entraîne aucune pollution visuelle. Autre avantage : les sondes géothermiques permettent de procurer, l'été, un rafraîchissement gratuit.

La création d'un champ de sondes est un investissement d'environ 3 500 € la sonde (il faut en compter 3 par pompe à chaleur à absorption). En raisonnant en coût global : investissement + consommation + maintenance, le système devient très compétitif sur le long terme.

La mise en œuvre de la pompe à chaleur géothermique à absorption gaz, principe aujourd'hui connu, ne nécessite que le respect de certaines règles classiques. Il faut, par contre, les prendre en compte dès la construction du bâtiment.»

# LE MOULIN DE GOAREM VORS

Armorique Habitat – Guipavas (29)

## Carte d'identité du projet

Ce programme de 14 logements situé à Guipavas dans le Finistère, est équipé d'un module de micro-cogénération et d'une chaudière à condensation pour le chauffage et l'ECS. Il atteint le niveau de performance du futur label HPE de la RT 2012.



### Maîtrise d'ouvrage :

Armorique Habitat

### Bureau d'études :

IDEA Ingénierie

### Architecte :

Argouarch

Architecture Associés

**Localisation :** Guipavas (29)

**Zone climatique :** H2a

**Logements :** 3 T2, 6 T3, 5 T4

**SHAB :** 53,8 m<sup>2</sup> à 92,1 m<sup>2</sup>

**SHON :** 1200 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Béton creux 20 cm + Isolant 120 mm (R=3,8)
<b>Toiture</b>	Toit terrasse béton + Efigreen 140 mm (R=6,1)
<b>Plafond</b>	Laine de verre 300 mm (R=9,3)
<b>Plancher bas</b>	PSE 50 mm (R=1,4) + dalle béton + isolant 80 mm (R=2,6)
<b>Menuiseries</b>	PVC 4/16/4 argon Uw=1,4
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Chauffage &amp; ECS</b>	Module de micro-cogénération 21 kW et chaudière à condensation 54,4 kW, ballon de stockage ECS.

## Solution technique : Micro-cogénération

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont produits par un module de cogénération gaz Cogengreen à moteur thermique de 21 kW installé en chaufferie, associé à une chaudière à condensation Viessmann de 60 KW, qui assure l'appoint. Un ballon de stockage de 500 L est prévu pour l'ECS. L'émission de chauffage est réalisée par des radiateurs équipés de robinets thermostatiques de variation temporelle 0,4. La micro-cogénération, d'une puissance électrique de 7,5 kW, produit de l'électricité qui est directement autoconsommée dans les parties communes. L'excédent est revendu sur le réseau électrique. A terme, l'installation pourrait alimenter des bornes de recharge de véhicules électriques.



Module de cogénération

## Résultats de l'étude thermique

Besoin bioclimatique	B <sub>bio</sub>	B <sub>biomax</sub>	Gain (%)	Confort d'été Tic (°C)	Projet	Réf.
B <sub>bio</sub>	47,9	66,0	27,4	Tic (°C)	26,4	28,3

Consommation d'énergie primaire	C <sub>ep</sub>	C <sub>epmax</sub>	Gain (%)
C <sub>ep</sub> (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)	56,9	63,3	10,1

## « Une économie d'énergie primaire de 16 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an »



Séverine Provost  
IDEA Ingénierie

«Le grand avantage de la micro-cogénération est de permettre, outre le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, la production d'électricité. Cette dernière est consommée par les parties communes (ascenseur, éclairage...). En cas de production excédentaire, elle est revendue. La micro-cogénération, qui permet d'atteindre le niveau du futur label Haute Performance Energétique (HPE) 2012, soit une consommation C<sub>epmax</sub> -10 %, est entrée en service récemment. L'équipement génère une économie d'énergie primaire de 16 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an, ce qui conduit à des

charges maîtrisées pour les locataires.

Décider d'implanter un tel système ne peut émaner que d'un bailleur social désireux de voir ses locataires payer leur énergie le moins cher possible, et prêt pour cela à y consacrer l'investissement nécessaire.

Le surcoût actuel de l'installation, de l'ordre de 30 % par rapport à une solution classique avec chaudière à condensation, devrait toutefois diminuer du fait de l'augmentation du nombre de projets.»

# RESIDENCE L'HEMERA

Urbis Réalisations – Toulouse (31)

## Carte d'identité du projet

Faisant partie de L'Aurore, programme de 121 logements BBC situé à Toulouse, la résidence L'Héméra comprend 22 logements dont la performance énergétique se rapproche du label PassivHaus.



### Maîtrise d'ouvrage :

Urbis Réalisations

### Bureau d'études :

Occinergy

### Architectes :

ABC Architectures, Arua

**Localisation :** Toulouse (31)

**Livraison :** Novembre 2013

**Zone climatique :** H2c

**Logements :** 6 T2, 12 T3,  
3 T4, 1 T5

**SHON :** 1805 m<sup>2</sup>

Murs extérieurs	Isolation par l'extérieur : béton creux + 110 mm isolant (R=5) ; béton creux + 60 mm d'isolant (R=2,55)
Murs ossature bois	Laine de verre déroulée 400 mm (R=10)
Combles	Laine de verre déroulée 400 mm (R=10)
Plancher bas sur sous-sol	Dalle béton + panneaux isolants 150 mm (R=4,35), isolation sous chape TMS SI 100 mm (R=4,65)
Menuiseries	Alu 4/16/4 argon Warm Edge ; triple vitrage remplissage argon peu émissif au Nord
Ventilation	VMC double flux avec échangeur thermique efficacité 90%
Perméabilité à l'air	≤ 0,13 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Chauffage & ECS	PAC aéro. à absorption 38 kW + chaudière condensation 61 kW, émission vecteur air, CESC (panneaux solaires 31,7 m <sup>2</sup> ), ballons ECS 750 L & 2*1500 L

## Une performance proche du label PassivHaus

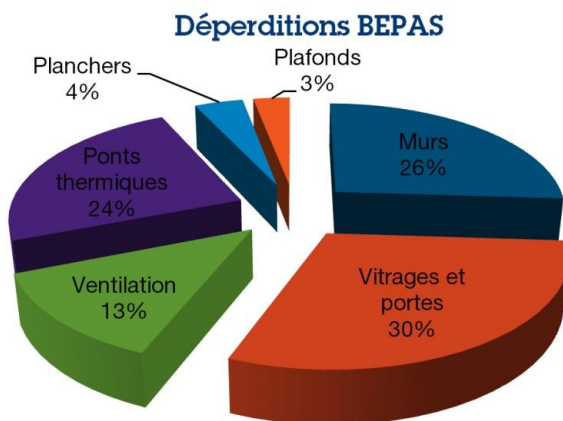
**Respectant 2 des 3 principaux critères du label PassivHaus, le bâtiment présente une performance énergétique très élevée :**

- Etanchéité :  $\leq 0,6$  vol/h sous 50 Pa
  - Consommation de chauffage : **14 kWh/m<sup>2</sup>/an**
  - Consommation totale tous usages : 140 kWh/m<sup>2</sup>/an(\*)
- (\*) 55% des consommations sont dues aux appareils électroménager et hifi

## Conception : une approche bioclimatique

Afin de minimiser les besoins de chauffage tout en assurant un confort optimal été comme hiver, un travail important a été mené sur le bâti, notamment via une simulation thermique dynamique.

En hiver, la bonne **orientation** du bâtiment permet de maximiser les apports solaires gratuits. Les déperditions sont limitées par la mise en place d'une **isolation par l'extérieur**, le traitement détaillé de l'ensemble des ponts thermiques (planchers bas et hauts, liaisons des balcons, acrotères, volets roulants,...) et des menuiseries très performantes (**triple vitrage** sur la façade Nord).



Afin d'assurer un confort d'été optimal, des **masques de structure** ont été prévus : un travail particulier a été réalisé sur la conception des balcons Sud (casquettes et masques latéraux) ainsi que la mise en place de **vérandas mobiles** permettant de maximiser les apports solaires et augmenter la surface de vie en hiver, sans pénaliser l'utilisation estivale grâce à leur mobilité.

Par ailleurs, les logements sont traversant, ce qui améliore leur ventilation. En été, la ventilation double flux sera by-passée une **sur-ventilation nocturne** sera réalisée.



## Solution technique

### Chauffage et eau chaude sanitaire :

Le chauffage est assuré par l'air diffusé via la ventilation double flux équipé d'un échangeur (efficacité 90%) permettant de récupérer les calories de l'air extrait. Les batteries à eau chaude du module Aldes Ubio, alimentées par une PAC aérothermique à absorption De Dietrich de 38 kW et une chaudière collective à condensation de 61 KW, chaufferont ensuite l'air soufflé dans le logements. La régulation thermique sera réalisée pièce par pièce.



Module de chauffage Ubio

La production d'eau chaude sanitaire est assurée par un Chauffe-Eau Solaires Collectif (CESC) : 31,7 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques Viessmann, installés en toiture terrasse et orientés au Sud, sont raccordés par l'intermédiaire d'un échangeur extérieur aux ballons de stockage solaires (2\*1500 L). Le ballon solaire alimente l'arrivée d'eau froide du ballon de production d'ECS de 750L et l'appoint est réalisé par la chaudière à condensation.

### Suivi des consommations :

Afin de visualiser dans le détail l'ensemble des postes de consommation, des compteurs d'énergie ont été installés. Un logement test a entièrement été instrumenté pour évaluer ses performances réelles.

### Guide d'utilisation :

Afin de sensibiliser les occupants de ces logements, un guide de bonne utilisation a été réalisé. Il récapitule de manière pédagogique les gestes « verts » essentiels : utilisation de l'eau froid et chaude, lampes basse consommation pour l'éclairage, veilles d'électroménager, consignes et programmation du chauffage, étiquette énergétique des appareils électriques,...

## « Un bâtiment qui sort de l'ordinaire »



David Haggai  
Dirigeant de OCCINERGY

«La volonté de la société Urbis Réalisations était de réaliser un bâtiment qui sorte de l'ordinaire avec, en premier lieu, une performance énergétique élevée.

L'immeuble compact de 22 logements présente une forte inertie. Il est isolé par l'extérieur, et l'ensemble des ponts thermiques a été traité de façon détaillée. Sur les balcons de la façade sud, une véranda mobile maximise les apports solaires et augmente la surface de vie en hiver.

Concernant les systèmes, une ventilation double flux collective dotée d'un échangeur à haut rendement permet, en hiver, de récupérer l'énergie de l'air chaud extrait par la VMC et de compléter le traitement du confort d'été grâce à une sur-ventilation nocturne et un système de bypass qui abaisse la température dans les logements.

Dans le but d'optimiser au maximum les investissements, nous avons opté pour un système d'émission de chaleur utilisant les installations prévues pour la ventilation. La diffusion de l'air neuf ainsi que le chauffage s'effectuent par le biais d'un module individuel de ventilation installé en faux-plafond dans chaque logement.

Les batteries de ces modules sont alimentées par une pompe à chaleur à absorption gaz naturel, production d'énergie thermodynamique bénéficiant d'un COP intéressant.

L'eau chaude sanitaire est produite par un système de chauffe-eau solaire thermique collectif, dont l'appoint est assuré par une chaudière à condensation.

La consommation d'énergie finale gaz naturel pour le chauffage s'élève à 13 kWh/m<sup>2</sup>.an, soit près de 4 fois moins qu'un bâtiment BBC selon les retours d'expérience de relevés réalisés sur ce type de bâtiment.»

# L'AVANCE

Bouygues Immobilier – Montreuil (93)

## Carte d'identité du projet

L'Avance, projet de 33 logements composé de 2 bâtiments sur 3 niveaux, présente un bilan énergétique global positif, ainsi qu'un coût d'exploitation négatif. Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont notamment assurés par une PAC à absorption gaz.



### Maîtrise d'ouvrage :

Bouygues Immobilier

### Bureau d'études :

Cardonnell Ingénierie

**Architecte :** Muriel Germak,  
architecte DPLG

**Localisation :** Montreuil (93)

**Zone climatique :** H1a

**SHONRT :** 2166 m<sup>2</sup>

<b>Murs extérieurs</b>	Isolation par l'extérieur : voile béton + isolant 160 mm (R=5)
<b>Toiture végétalisée</b>	Dalle béton + Efigreen Duo 120 mm (R=5)
<b>Toiture zinc</b>	Dalle béton + laine de verre 160 mm (R=5) + laine de verre 140 mm (R=4,4)
<b>Plancher bas sur terre-plein</b>	Chape flottante + isolant 60 mm (R=2,6) + dalle béton + isolant 120 mm (R=3,15)
<b>Menuiseries</b>	Bois 4/16/4 argon Uw=1,2
<b>Ventilation</b>	VMC simple flux hygro B basse consommation
<b>Perméabilité à l'air</b>	≤ 0,8 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
<b>Chauffage &amp; ECS</b>	PAC géothermique à absorption 42,6 kW + chaudière condensation 61 kW, émission PCBT

## Des bâtiments à énergie positive

La notion d'énergie positive est conventionnelle : les consommations de référence de chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage et auxiliaires électriques des appartements (pompes chauffage et ECS, ventilation) doivent être compensées par un apport d'énergie primaire équivalent produit par des panneaux photovoltaïques intégrés en toiture du bâtiment.

Les équipements mis en place permettent d'aboutir à un **bilan énergétique global positif** ainsi qu'un coût d'exploitation négatif :

	Bilan énergétique (kWhEP/m <sup>2</sup> /an)
Cep	36,1
Apport solaire PV	- 38,1
<b>Bilan global</b>	<b>- 2,1</b>

	Coût d'exploitation (€ TTC/m <sup>2</sup> /an)
Consommations énergétiques	2,6
Entretien & redevances	4,4
Vente de l'électricité PV	- 11,2
<b>Coût global estimatif</b>	<b>- 4,2</b>

## Conception : une approche bioclimatique

Le programme s'articule autour de deux volumes - côté rue et côté jardin - créant un lien avec les espaces verts avoisinants. Les bâtiments ont été allégés grâce à un jeu complexe de toitures de hauteurs différentes et une grande diversité de matériaux. La façade sur la rue allie panneaux de bois, enduit blanc et bardage de lames de différentes largeurs tandis que les passerelles d'accès, habillées de panneaux de résille dorée, permettent à la majorité des appartements d'être traversants.

L'**isolation thermique par l'extérieur** permet de réduire la perte de chaleur et renforcer l'inertie thermique pour mieux stabiliser la température ambiante et récupérer les **apports gratuits internes et solaires**. Les baies vitrées, plus larges et performantes, permettent en fonction des saisons, des apports optimisés d'énergie solaire et de lumière naturelle. La ventilation hygroréglable et une enveloppe étanche aboutissent à juste équilibre de la qualité d'air intérieur.

## Solution technique

### Chauffage et eau chaude sanitaire :

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont produits par une pompe à chaleur à absorption de 42,6 kW et une chaudière collective à condensation de 61 kW, selon une configuration base + appoint. Afin d'optimiser la performance de la PAC à absorption, les calories de l'air extrait par la VMC simple flux hygro B, ainsi que celles des eaux grises, sont récupérées via une boucle d'inertie passant notamment dans le socle du bâtiment.

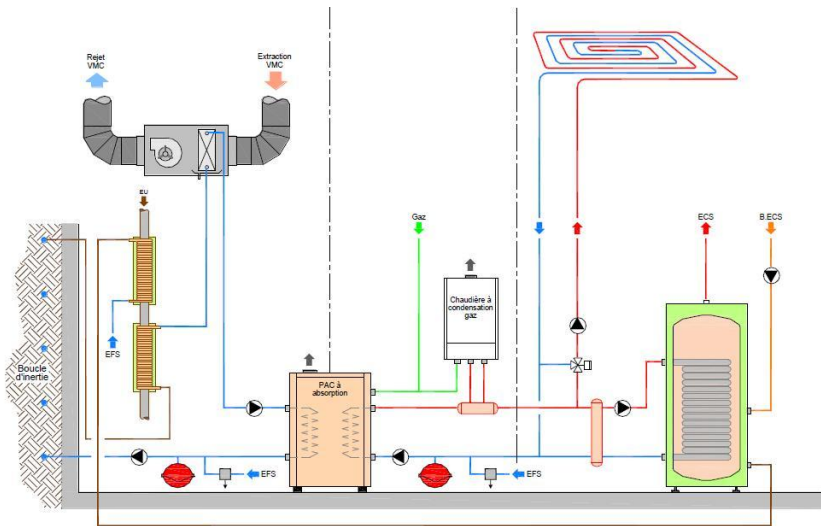


Schéma de principe de l'installation

Le chauffage est diffusé dans les logements grâce à un plancher chauffant chape mince, piloté par logement via un thermostat d'ambiance. La distribution d'eau chaude sanitaire est collective ; chaque logement est équipé de compteurs d'eau froide et d'ECS, permettant un suivi précis des consommations.

### Production PV :

Afin de présenter un bilan global positif, des panneaux photovoltaïques orientés au Sud d'une puissance totale de 27 kWc sont intégrés en toiture. L'électricité produite est revendue sur le réseau électrique.

## « Un coût d'exploitation négatif »



Christian Cardonnel  
Président de  
CARDONNEL ingénierie

«La demande du promoteur était d'aller au-delà de la RT 2012 et d'aboutir à l'énergie positive. Nous avons donc conçu un bâtiment compact, isolé par l'extérieur, étanche et présentant une forte inertie thermique. Au fil des saisons, les apports lumineux et énergétiques des baies d'été sont optimisés pour atteindre une ambiance naturelle confortable. Nous avons choisi une ventilation simple flux hygroréglable type B de qualité avec réseau étanche et ventilateur basse consommation. Ces éléments ont permis d'aboutir à un besoin de chauffage conventionnel de 12 kWh/m<sup>2</sup>.an.

Nous avons ensuite imaginé de récupérer la chaleur fatale de l'air extrait et de l'eau chaude sanitaire usée (eaux grises) avec une boucle d'eau thermogène en liaison avec le socle du bâtiment. A cet effet, nous avons installé une pompe à chaleur à absorption gaz naturel Eau-Eau qui permet de récupérer assez de chaleur pour assurer à la fois le chauffage et la production d'ECS. Avec 1 kWh de gaz, on récupère 0,5 à 0,7 kWh de chaleur fatale et l'on dispose de 1,5 à 1,7 kWh de chaleur.

Pour le chauffage, nous avons opté pour une solution de plancher chauffant basse température piloté par logement, et pour l'eau chaude sanitaire, pour une distribution collective performante avec comptage.

Le bilan énergétique global RT 2012 est inférieur à 36 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an d'énergie primaire. Ces consommations sont compensées par l'apport des capteurs solaires photovoltaïques intégrés en toiture qui produisent de l'électricité au niveau de 40 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an. (m<sup>2</sup> SHON RT).

Le coût d'exploitation confort est négatif, la recette de l'électricité vendue au réseau étant supérieure au prix du gaz naturel et de l'entretien maintenance de l'équipement.»

## Guide Technique de l'Habitat



Quelles sont les solutions techniques pour construire une maison ou un immeuble d'habitation performants ?

Comment comparer et choisir les solutions de chauffage les plus adaptées à chaque projet, à chaque zone climatique ?

S'adressant à tous les acteurs techniques de la filière bâtiment (maîtres d'ouvrage, bureaux d'études, installateurs, ...), le Guide Technique de l'Habitat présente d'une manière claire et pratique les solutions gaz naturel et énergies renouvelables dédiées à la construction résidentielle neuve.

Avec vous,  
en réseau



9€ TTC



92481-358

 Edition  
[www.xpair.com](http://www.xpair.com)