



ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS  
POUR LE CHAUFFAGE DURABLE

# La rénovation énergétique des logements collectifs à chauffage collectif

Performance et potentiel des systèmes  
de chauffage à eau chaude



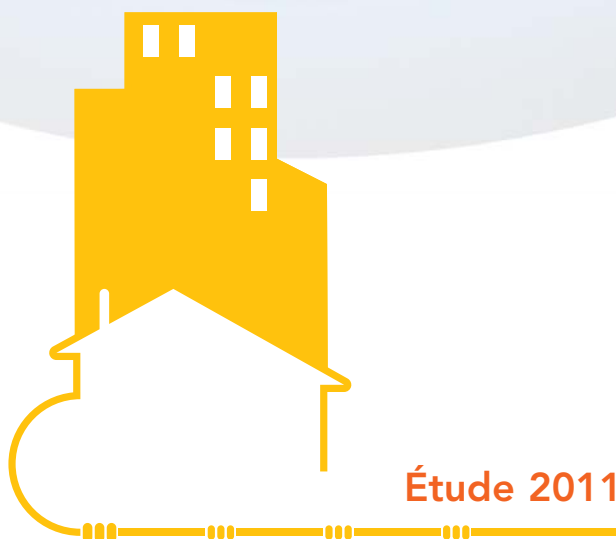
Étude 2011



ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS  
POUR LE CHAUFFAGE DURABLE

# La rénovation énergétique des logements collectifs à chauffage collectif

## Performance et potentiel des systèmes de chauffage à eau chaude



Étude 2011



**Performance énergétique des bâtiments :  
la place privilégiée de la boucle à eau chaude ..... 4**

**Les éco-prêts pour financer une rénovation performante ..... 6**

**La méthodologie de l'étude ..... 8**

- Typologies des bâtiments et caractéristiques initiales 8
- Méthode de calcul et zones climatiques 10
- Calcul des investissements et de la rentabilité 11
- Les travaux de la rénovation financés par l'éco-prêt à taux zéro 12

**1. Les principaux enseignements de l'étude ..... 15**

- 1.1. La rénovation énergétique d'un immeuble collectif  
dans le cas d'une chaufferie gaz ou fioul 17
- 1.2. La rénovation énergétique d'un immeuble collectif  
dans le cas d'une sous-station d'un réseau de chaleur 23
- 1.3. L'impact des zones climatiques sur les solutions techniques  
et l'investissement 25
- 1.4. Récapitulatif des principaux résultats des études relatives  
à la rénovation énergétique en bâtiment collectif  
et en maison individuelle 26

# Sommaire

<b>2. Les enseignements détaillés par type de logements collectifs en zone H1a</b> .....	<b>29</b>
2.1 Immeuble pastiche	31
2.2 Immeuble collectif bourgeois	35
2.3 Immeuble barre	39
2.4 Immeuble habitat intermédiaire	43
<b>3. Les propositions d'Energies et Avenir</b> .....	<b>47</b>
3.1 Permettre une approche globale en donnant une vision à long terme	48
3.2 Rééquilibrer la part des systèmes de chauffage dans les bâtiments neufs	48
3.3 Mettre en place un Observatoire de CO <sub>2</sub> par énergie et par utilisation	49
<b>ANNEXE</b> .....	<b>50</b>
• La polyvalence du système de chauffage à eau chaude	50
• Association des professionnels pour un chauffage durable	51
• Les membres d'Energies et Avenir	51
<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>52</b>



Le Plan Climat Energie, en Europe, et le Grenelle de l'Environnement, en France, ont chacun défini des objectifs ambitieux tant sur la performance énergétique des bâtiments, sur le développement des énergies nouvelles et renouvelables que sur les produits consommateurs d'énergie. Ils s'inscrivent dans une approche ambitieuse et contraignante d'économies d'énergie et de protection de l'environnement. Plus précisément, la France avec le Grenelle de l'Environnement s'est fixée l'objectif de réduire sa consommation d'énergie primaire d'au moins 38% d'ici à 2020.

Dans ce contexte, la rénovation énergétique des bâtiments est naturellement au cœur de la mise en œuvre du Grenelle et des directives européennes. Aujourd'hui, si le niveau moyen de consommation énergétique du parc est de l'ordre de 240 kWhep/m<sup>2</sup>.an, des solutions techniques permettent d'atteindre les niveaux des labels de performance énergétique qui ont été mis en place pour la rénovation : le label "HPE rénovation" à 150 kWhep/m<sup>2</sup>.an ou le label "BBC rénovation" à 80 kWhep/m<sup>2</sup>.an<sup>1</sup> (pour les cinq usages : chauffage, eau chaude sanitaire (ECS), climatisation, éclairage et consommation des auxiliaires). Pour rappel, la réglementation thermique 2012 prévoit dans la construction neuve une exigence de 50 kWhep/m<sup>2</sup>.an.

<sup>1</sup>La consommation énergétique par mètre carré et par an concerne les cinq usages suivants : chauffage, refroidissement, éclairage, eau chaude sanitaire, auxiliaires.

# Performance énergétique des bâtiments : la place privilégiée de la boucle à eau chaude

Une première étude publiée par Energies et Avenir a récemment fait le point sur la rénovation des maisons individuelles et a montré qu'**un logement équipé d'une boucle à eau chaude bénéficie d'un large éventail de solutions permettant d'améliorer son efficacité énergétique**. En effet, l'entretien ou le remplacement du générateur de chaleur, l'intégration des énergies renouvelables, le remplacement des émetteurs et la modernisation de la régulation permettent, associés à une isolation des combles, murs, plancher et vitrages, les réductions de consommation d'énergie les plus significatives.

Avec cette même approche, Energies et Avenir a poursuivi ce travail en ciblant cette fois **les immeubles collectifs équipés d'une boucle à eau chaude pour le chauffage** avec l'appui de plusieurs partenaires : les bureaux d'études Energies Demain pour définir les typologies de bâtiment et SUNSQUARE avec l'appui du CRIGEN (Centre de Recherche et d'Innovation sur le Gaz et les Énergies nouvelles) pour définir et quantifier les solutions de rénovation.

Hervé THELINGE  
Président d'Energies et Avenir



# Les éco-prêts pour financer une rénovation performante



L'étude tient compte des dispositifs de soutien à la rénovation énergétique du parc de bâtiments, notamment les éco-prêts. A ce jour, deux types d'éco-prêts existent : le premier est destiné aux maîtres d'ouvrage particuliers et le second aux bailleurs sociaux.

L'éco-prêt "particuliers" peut en effet s'appliquer aux copropriétés dans les mêmes conditions que pour la maison individuelle, le syndicat de copropriété attribuant la quote-part des travaux à chaque copropriétaire.

Le principe et les conditions du prêt sont ceux décrits dans la première étude d'Energies et Avenir, c'est-à-dire un prêt à taux zéro dont le montant dépend du choix d'un bouquet de travaux : 20 000 € pour un bouquet de 2 travaux ou 30 000 € pour un bouquet de 3 travaux. Les travaux doivent être choisis parmi cinq lots (l'isolation, le vitrage, le chauffage, l'eau chaude sanitaire et les énergies nouvelles et renouvelables). Une alternative aux bouquets de travaux est donnée au maître d'ouvrage pour un engagement de résultat établi sur la base d'une étude thermique (niveau du label "HPE rénovation" si la consommation initiale est supérieure à 180 kWh/m<sup>2</sup>.an ou le niveau du label "BBC rénovation" si elle est inférieure). Le prêt a une durée de 3 à 10 ans, voire 15 ans si la banque prévoit cette option, et doit à terme permettre de rénover 400 000 logements par an jusqu'en 2020.



Pour le logement social, une convention entre l'Etat et la Caisse des Dépôts et Consignations a mis en place un prêt destiné aux bailleurs sociaux qui engagent la rénovation énergétique de leur parc de logements.

Le prêt est d'un montant de 9 000 € à 16 000 € par logement, à un taux de 1,90% sur 15 ans pour des travaux permettant de justifier du niveau du label "HPE rénovation". Ce prêt doit permettre de rénover 800 000 logements du parc social identifiés comme "énergivores" (classes E, F ou G du Diagnostic de Performance Energétique réglementaire) jusqu'en 2020.





# La méthodologie de l'étude

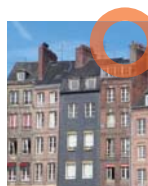
## TYPOLOGIES DES BÂTIMENTS ET CARACTÉRISTIQUES INITIALES

Le parc des logements collectifs équipés d'une boucle à eau chaude est d'environ 5 millions de logements, soit près de 50% de l'ensemble des logements collectifs (environ 11 millions) et près de 20% de l'ensemble des résidences principales (environ 26 millions<sup>2</sup>).

Suite à un travail de segmentation et de description du parc français de logements réalisé par Energies Demain, quatre typologies de logements collectifs ont été sélectionnées pour cette étude. Les bâtiments appartenant à ces quatre types peuvent naturellement être chauffés de manière individuelle ou collective. Cependant les bâtiments chauffés collectivement sont très largement majoritaires (70% à 90% environ) et représentent, pour ces typologies, environ 4 millions de logements ce qui permet d'assurer une bonne représentativité du parc (80%).

### Les 4 typologies de logements collectifs étudiées<sup>3</sup>

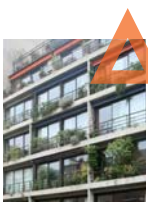
Dates de construction, quantité et % du parc total de résidences principales



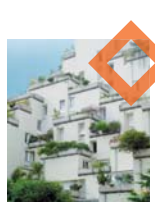
**Immeuble pastiche**  
1949-1974  
2,47 millions (9,9%)



**Immeuble barre**  
1949-1981  
1,89 million (7,6%)



**Immeuble collectif bourgeois**  
1949-1967  
154 000 (<1%)



**Immeuble habitat intermédiaire**  
1968-1974  
244 000 (~1%)

<sup>2</sup>Etat du parc 2005.

<sup>3</sup>Selon le bureau d'études Energies Demain.

Crédits photos : ©Flickr - Jonas Föge (immeuble pastiche) • ©Flickr - Laurent Ruamps (immeuble collectif bourgeois) • ©Flickr - Dukeblues (immeuble barre) • ©Flickr - Lilian Le Guevellou (immeuble d'habitat intermédiaire)

Sur la base des caractéristiques architecturales et techniques des typologies, quatre bâtiments types ont donc été étudiés. Ces caractéristiques principales sont décrites dans le tableau 1.

Tableau 1 : caractéristiques initiales du bâti et de la ventilation.

Typologie	Mitoyenneté	Ubât <sup>4</sup> initial (W/m <sup>2</sup> .K)	Vitrages	Ventilation	SHON (m <sup>2</sup> )	Shab (m <sup>2</sup> )	Nbre moyen de logements
○ Pastiche	Oui	1,8	SV	Défauts d'étanchéité ou grilles haute et basse	342	285	5
△ Bourgeois	Non	2,0	SV		3 240	2 700	36
□ Barre	Non	2,1	SV		8 078	6 732	88
◇ Intermédiaire	Non	1,6	SV		5 222	4 352	56

Les bâtiments étudiés ont des surfaces habitables importantes et sont isolés sur leur parcelle. L'unique exception est le bâtiment "pastiche", à la fois de petite surface habitable et mitoyen. Ceci aura des implications fortes sur les niveaux de performance qui pourront être atteints.

Les caractéristiques étudiées du bâti sont proches des caractéristiques lors de leur construction. Les typologies sont équipées de systèmes anciens peu performants (tableau 2).

Tableau 2 : caractéristiques initiales des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire (ECS).

	Energies traditionnelles (gaz/fioul)	Réseau de chaleur urbain (RCU)
Génération chauffage	chaudière collective standard	sous-station
Génération ECS	semi-accumulée, liée au chauffage	semi-accumulée, liée au chauffage
Distribution	bitube non isolée	bitube non isolée
Emission	radiateurs haute température	radiateurs haute température
Régulation	inefficace si existante	inefficace si existante
Programmation	inefficace si existante	inefficace si existante

L'étude ne traite que de la rénovation dans laquelle on conserve le même système énergétique.

<sup>4</sup>Les termes techniques et acronymes sont expliqués dans le glossaire en fin de la publication.

## MÉTHODE DE CALCUL ET ZONES CLIMATIQUES

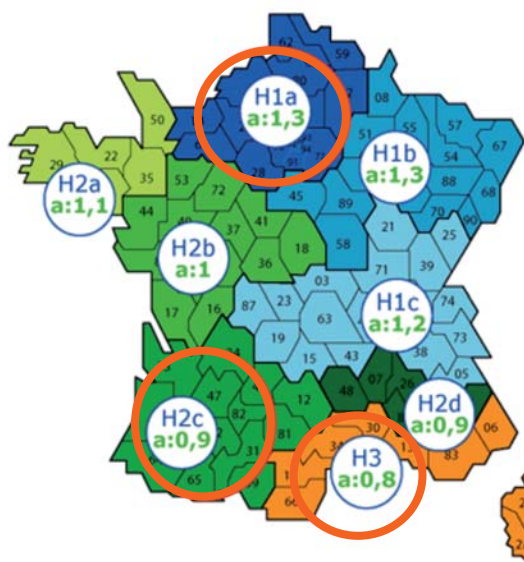
Les estimations de performance énergétique ont été réalisées avec la méthode de calcul Th-C-E ex. de la réglementation thermique applicable aux bâtiments existants. Il s'agit d'un calcul conventionnel qui diffère de la consommation réelle d'un bâtiment en termes d'occupation, du comportement et du climat.

Bien que les consommations absolues ne doivent pas être utilisées telles quelles, les ordres de grandeur de l'ensemble des valeurs présentées dans cette présente étude sont réalistes et le classement entre les différentes solutions est cohérent.

Trois zones climatiques ont été traitées, afin de couvrir un large panel de climats : H1a (ex. Lille), H2c (ex. Pau), H3 (ex. Nice).

$$\begin{aligned} \text{HPE rénovation} &= 150 \times (a+b) \\ \text{BBC rénovation} &= 80 \times (a+b) \end{aligned}$$

*a* : coefficient de rigueur climatique  
*b* : coefficient de l'altitude



Altitude	Coefficient b
≤ 400 m	0
> 400 m et ≤ 800 m	0,1
> 800 m	0,2

Zone climatique	H1a	H2c	H3
HPE rénovation	195*	135*	120*
BBC rénovation	104*	72*	64*

\*en kWhep/m<sup>2</sup>.an

## CALCUL DES INVESTISSEMENTS ET DE LA RENTABILITÉ

Les investissements sont issus de coûts moyens (hors remises dues à la taille de l'opération) venant de l'expérience du bureau d'études et du CRIGEN. Ils incluent les frais de rénovation thermique avec ses coûts annexes. Les finitions ou les autres travaux pouvant être effectués au même moment (rénovation de salle de bain, etc.) ainsi que les aides spécifiques (crédit d'impôt) sont exclus.

Le niveau de rentabilité d'une opération doit être étudié au cas par cas. En effet, il dépend fortement du volume de l'opération et du type d'aides accordées, et donc du type de maître d'ouvrage (propriétaire individuel, taille de la copropriété, bailleur public, etc.). En outre, les conclusions peuvent toujours être hypothéquées par l'évolution du prix des énergies.

L'indicateur "temps de retour", utilisé pour l'étude d'Energies et Avenir sur la rénovation énergétique des maisons individuelles, a été écarté au profit d'un indicateur caractérisant l'investissement nécessaire pour économiser 1 kilowattheure d'énergie primaire.

Lors d'une étude approfondie pour un bâtiment, il sera nécessaire d'aller plus loin et de réaliser plusieurs scénarios d'évolution des prix ou des tarifs des énergies et d'intégrer d'autres postes comme la maintenance des équipements ou le comportement des occupants.

## LES TRAVAUX DE LA RÉNOVATION FINANCÉS PAR L'ÉCO-PRÊT À TAUX ZÉRO

Comme la précédente étude d'Énergies et Avenir sur la rénovation énergétique des maisons individuelles, la présente étude s'appuie sur la mise en œuvre de l'éco-prêt à taux zéro (PTZ) avec deux possibilités :

- rénovation par bouquets de travaux pour atteindre le niveau "HPE rénovation"<sup>5</sup> (si possible, avec un nombre de postes éligibles limité, notamment dans le cas d'une absence des planchers bas),
- rénovation globale optimisée technico-économiquement pour atteindre le niveau "BBC rénovation"<sup>6</sup>.

### Les bouquets

Pour chaque bouquet et chaque solution globale, plusieurs générateurs sont étudiés pour une même énergie ; à savoir :

- Système de chauffage/ECS seul<sup>7</sup>,
- Bouquets de 2 travaux :
  - système de chauffage/ECS + isolation de la toiture,
  - système de chauffage/ECS + remplacement des vitrages.
- Bouquets de 3 travaux :
  - système de chauffage/ECS + isolation des murs + remplacement des vitrages (+ installation de VMC)<sup>8</sup>,
  - isolation de la toiture + isolation des murs + remplacement des vitrages (+ installation de VMC).

### La rénovation globale BBC

Dans le cas de la rénovation BBC, on impose un générateur puis la rénovation est réalisée pour atteindre le niveau "BBC rénovation". Plusieurs générateurs ont été testés :

- système de chauffage/ECS ;
- système de chauffage/ECS + CESC ;
- système de chauffage/ECS + PV ;

<sup>5</sup>150 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an

<sup>6</sup>80 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an

<sup>7</sup>Des travaux de régulation/programmation et calorifugeage des distributions hors volume chauffés sont entrepris lorsqu'il y a une rénovation de chaufferie.

<sup>8</sup>Comme dans l'éco-PTZ à destination des particuliers, la mise en place d'une VMC n'est pas considérée comme une action à part entière car elle se réalise si d'autres types d'actions sont engagés (isolation notamment).

Les données pour le niveau de performance des postes traités sont fondées sur l'expérience du bureau d'études, du CRIGEN et sur les exigences des différents mécanismes incitatifs (éco-PTZ, certificats d'économies d'énergie, etc.). Le niveau de performance par poste traité est détaillé dans le tableau 3.

Tableau 3 : niveau de performance par poste rénové.

Poste		Type de solution technique
Murs		PSE (isolation par l'extérieur) ou LDR (isolation par l'intérieur) → R#5
Toiture		LDR ou PUR → R#4 à 7
Plancher bas		LDR si vide sanitaire/garage/cave → R#3
Vitrages		DV 4/16(argon)/4 peu émissif
Ventilation		VMC hygroréglable B
Chauffage	Gaz / Fioul	Chaudière à condensation
	RCU	Calorifugeage des canalisations
ECS	Gaz / Fioul	Chaudière à condensation
	RCU	Calorifugeage des canalisations
	Option CESC	Panneaux solaires + ballon solaire
PV		Polycristallin
Régulation/programmation		Sonde extérieure + robinets thermostatiques

La mise en place d'un condenseur peut être une solution de rénovation dans le cas d'une chaudière récente et performante.

#### Remarque sur la perméabilité à l'air :

la perméabilité à l'air ne pourra être améliorée que pour les bouquets de travaux concernant la façade. Si les travaux ne concernent que la chaufferie et la toiture, la perméabilité reste à défaut à 1,7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h (méthode Th-C-E ex.).

Dans le cadre du label "BBC Effinergie rénovation", aucun niveau de perméabilité à l'air n'est imposé, contrairement au "BBC Effinergie construction" qui impose 1,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h en logements collectifs.

La perméabilité à l'air doit en revanche être mesurée et conforme à ce qui est renseigné dans le moteur de calcul réglementaire. Dans le cas de cette étude, le niveau de perméabilité qui a été retenu est de 1,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h.



# 1

## Les principaux enseignements de l'étude

- P.17** → 1.1. La rénovation énergétique d'un immeuble collectif dans le cas d'une chaufferie gaz ou fioul
- P.23** → 1.2. La rénovation énergétique d'un immeuble collectif dans le cas d'une sous-station d'un réseau de chaleur
- P.25** → 1.3. L'impact des zones climatiques sur les solutions techniques et l'investissement
- P.26** → 1.4. Récapitulatif des principaux résultats des études relatives à la rénovation énergétique en bâtiment collectif et en maison individuelle



## Rappel de la simulation

Avec l'objectif d'identifier les solutions de rénovation les plus performantes, la présente étude s'est penchée sur la rénovation énergétique des immeubles collectifs à chauffage collectif dans deux cas de figure : dans un premier temps, elle traite de la rénovation d'un immeuble collectif disposant d'une chaufferie à gaz ou fioul, qui est le cas pour 80% à 90% des typologies étudiées. Ensuite, l'étude a également simulé la rénovation énergétique des immeubles disposant d'une sous-station d'un réseau de chaleur, compte tenu que 10% à 20% des types d'immeubles étudiés sont liés à un réseau de chaleur urbaine. Pour les deux cas, l'atteinte des labels "HPE rénovation" et "BBC rénovation" a été simulée.

Les résultats confirment que les **bâtiments chauffés collectivement par une boucle à eau chaude** au gaz ou au fioul peuvent être rénovés à de hauts niveaux de performance ("BBC rénovation") avec des bouquets de travaux portant sur la **rénovation de la chaufferie et le traitement au moins partiel de l'enveloppe**. Dans la plupart des cas, le label "HPE rénovation" peut être atteint par la **rénovation de la chaufferie seule**. Quant à l'investissement pour un logement chauffé initialement au gaz ou au fioul, quelles que soient les zones climatiques et la typologie, il est possible d'atteindre le niveau "HPE rénovation" pour moins de 6 000 € par logement et le "BBC rénovation" pour moins de 18 000 € par logement.

Pour les **bâtiments chauffés par un réseau de chaleur urbain**, les solutions techniques à appliquer et les niveaux d'investissement à consentir pour atteindre les labels "HPE rénovation" ou "BBC rénovation" sont proches de ceux des bâtiments équipés de chaufferies gaz ou fioul, avec ou sans systèmes à énergie renouvelable. Quelles que soient les zones climatiques et la typologie, le "HPE rénovation" peut être atteint pour moins de 3 000 € et le "BBC rénovation" pour moins de 17 000 €.

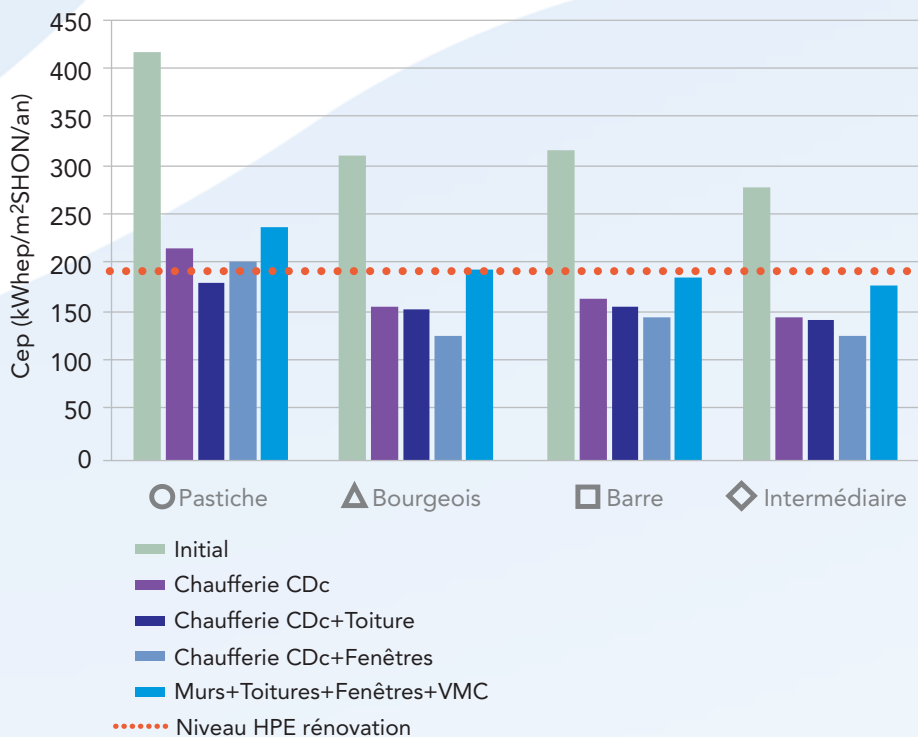
## 1.1. LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE D'UN IMMEUBLE COLLECTIF DANS LE CAS D'UNE CHAUFFERIE GAZ OU FIOUL

### La rénovation de la chaufferie seule permet d'atteindre le label "HPE rénovation" pour presque toutes les typologies étudiées

L'étude relève que pour trois de quatre types de bâtiment, quelle que soit la zone climatique, **la rénovation de la chaufferie seule permet d'atteindre le niveau "HPE rénovation"**. Bien que l'immeuble bourgeois, l'immeuble barre et l'habitat intermédiaire (68-74) arrivent à des niveaux autour de 150 kWh/m<sup>2</sup> SHON/an, l'immeuble pastiche y fait exception en raison de sa faible surface hors œuvre nette (SHON). Dans ce cas, il suffirait de compléter la rénovation de la chaufferie avec l'isolation de la toiture ou le remplacement des fenêtres (figure 1).

La rénovation énergétique de la chaufferie devient une étape incontournable si on souhaite atteindre le niveau "HPE rénovation". Comme le montre la figure 1, **le travail sur l'enveloppe du bâtiment seul** (isolation des murs, de la toiture, remplacement des fenêtres et installation d'une VMC hygroréglable B) **ne permet pas toujours d'atteindre l'exigence du label "HPE rénovation"** en zone H1a.

Figure 1 : performance énergétique des bouquets de travaux en zone H1a (initial et après traitement des postes) par typologie.

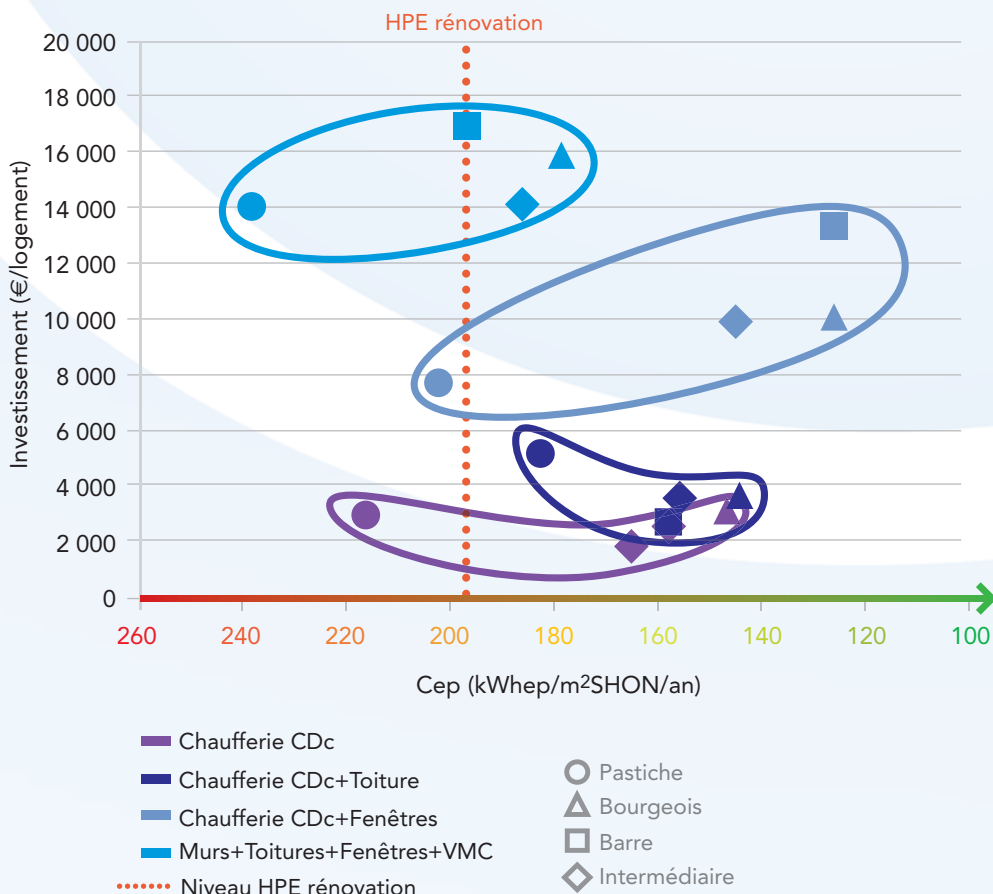


**Le niveau "HPE rénovation" peut être atteint par les bouquets de travaux associant la rénovation de chaufferie avec un investissement inférieur à 6 000 € par logement**

L'étude montre que, **quelle que soit la zone climatique et la typologie, il est possible d'atteindre le niveau "HPE rénovation"** avec des solutions "rénovation de chaufferie" ou des bouquets de deux travaux "chaufferie + fenêtres" ou "chaufferie + toiture" pour moins de **6 000 € par logement**.

La figure 2 illustre la possibilité d'atteindre le "HPE rénovation" avec la rénovation de chaufferie pour les immeubles bourgeois, les immeubles barre et l'habitat intermédiaire (68-74) en zone H1a, induisant un investissement inférieur à 5 000 €. Pour l'immeuble pastiche, il est nécessaire de compléter la rénovation de la chaufferie par l'isolation de la toiture ; l'investissement reste inférieur à 6 000 €. Dans le cas où **seulement l'enveloppe du bâti est traitée** (isolation des murs, de la toiture, remplacement des fenêtres et installation d'une VMC hygroréglable B), **les niveaux d'investissement sont plus élevés** que la rénovation de la chaufferie seule ou les bouquets "chaufferie + toiture" et "chaufferie + fenêtres".

Figure 2 : niveaux de performance énergétique et d'investissement des différents bouquets de travaux autour du HPE rénovation en zone H1a.

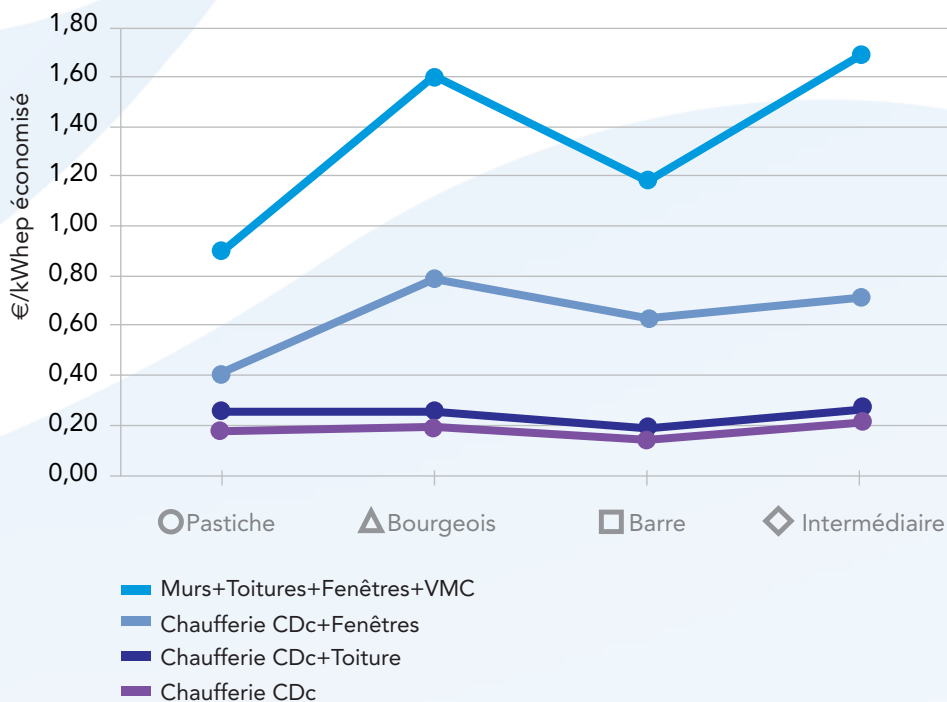


### Les bouquets de travaux "chaufferie" et "chaufferie + toiture" offrent le meilleur rapport entre investissement et performance

L'étude confirme que les solutions de rénovation incluant le traitement de la chaufferie permettent de limiter l'investissement pour une performance énergétique élevée. Dans cas d'une rénovation HPE en zone H1a, **le coût du kWhep est minimal pour les travaux "chaufferie" et le bouquet "chaufferie + toiture"**, alors que le coût du kWhep économisé pour les immeubles bourgeois, barre et les habitats intermédiaires (68-74) se situe entre 0,60 € et 0,80 € (figure 3).

En traitant uniquement l'enveloppe du bâtiment, le coût du kWhep économisé est significativement plus élevé et se situe entre 0,90 € (dans le cas d'un immeuble pastiche) et 1,70 € (pour l'habitat intermédiaire).

Figure 3 : coût du kWhep économisé pour des bouquets de travaux HPE en zone H1a par typologie.



## Le label "BBC rénovation" peut être atteint avec la rénovation de la chaufferie et le traitement initial de l'enveloppe

L'étude montre que la mise en œuvre d'un bouquet "3 travaux" (rénovation de la chaufferie avec une mise en place d'une chaudière à condensation, isolation des murs et remplacement des fenêtres avec ou sans VMC hygroréglable B selon les possibilités techniques) **suffit pour atteindre le label "BBC rénovation" pour la majorité des typologies et des zones climatiques.**

Le tableau 4 recense les solutions BBC "optimisées technico-économiquement" pour les différentes typologies en zone H1a : **les bâtiments bourgeois et les habitats intermédiaires (68-74) peuvent être rénovés au niveau "BBC rénovation" sans isolation des murs et de la toiture** (qui pourra néanmoins intervenir pour augmenter encore plus la performance). Pour atteindre le niveau "BBC rénovation" dans le cas de l'immeuble pastiche, la rénovation de la chaufferie doit être complétée avec **l'isolation du bâtiment** (façade, plancher et toiture).

Tableau 4 : solutions "BBC optimisées" en zone H1a.

En bleu : les postes à traiter pour atteindre le niveau "BBC rénovation".

Mise en place d'une chaufferie à condensation + ...

Postes à traiter	Pastiche	Bourgeois	Barre	Intermédiaire
Façade				
Plancher				
Toiture				
Baies				
VMC				

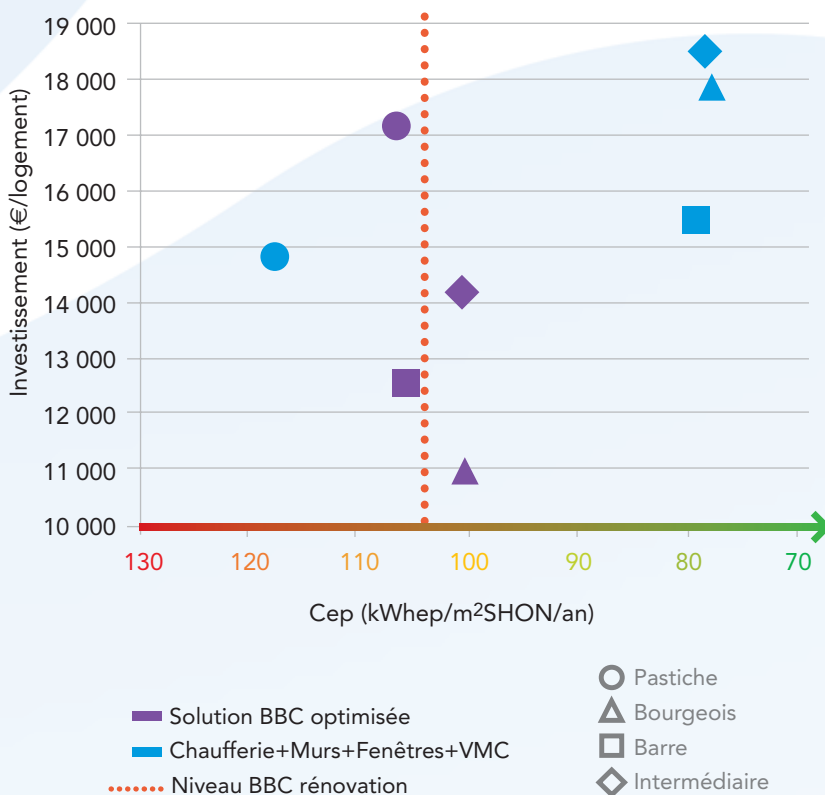
**Remarque sur la VMC :** dans certains cas la VMC hygroréglable n'est pas mise en œuvre, malgré un traitement du bâti qui limite les infiltrations d'air et donc le volume d'air renouvelé par la ventilation naturelle par défaut d'étanchéité. Ceci ne signifie pas qu'il ne faut pas de VMC mais qu'elle pouvait notamment engendrer des contraintes techniques fortes à l'installation. Elle aurait pu être remplacée par une VMR. Pour toute opération de rénovation, il faudra veiller à établir un diagnostic sur l'état de la ventilation et envisager la mise en œuvre d'une VMC ou d'une VMR.

## Les éco-prêts couvrent la totalité de l'investissement

L'étude relève que l'investissement pour une rénovation au niveau "BBC rénovation" peut être couvert par l'éco-prêt logement social (allant de 9 000 à 16 000 € par logement) ou un éco-prêt à taux zéro étendu à une copropriété (20 000 à 30 000 € par logement). En effet, l'investissement pour les solutions étudiées oscille entre 11 000 € et 18 000 € selon la typologie et la zone climatique (voir figure 4).

En zone H1a, le label "BBC rénovation" peut être atteint avec le bouquet "chaufferie+murs+fenêtres+VMC" en installant une chaudière à condensation pour 3 des 4 typologies étudiées, l'immeuble pastiche faisant l'exception. Le niveau de performance obtenu par ce bouquet s'approche aux performances de la solution BBC optimisée, néanmoins l'investissement est généralement un peu plus élevé (entre 14 800 € et 18 500 €). La solution BBC optimisée se révèle alors la moins onéreuse et permet, pour toutes les typologies, d'atteindre le "BBC rénovation" pour moins de 18 000 € par logement, tout en restant dans les paramètres de l'éco-prêt.

Figure 4 : positionnement économique et énergétique des solutions 3 travaux avec chaufferie et BBC optimisée en zone H1a.

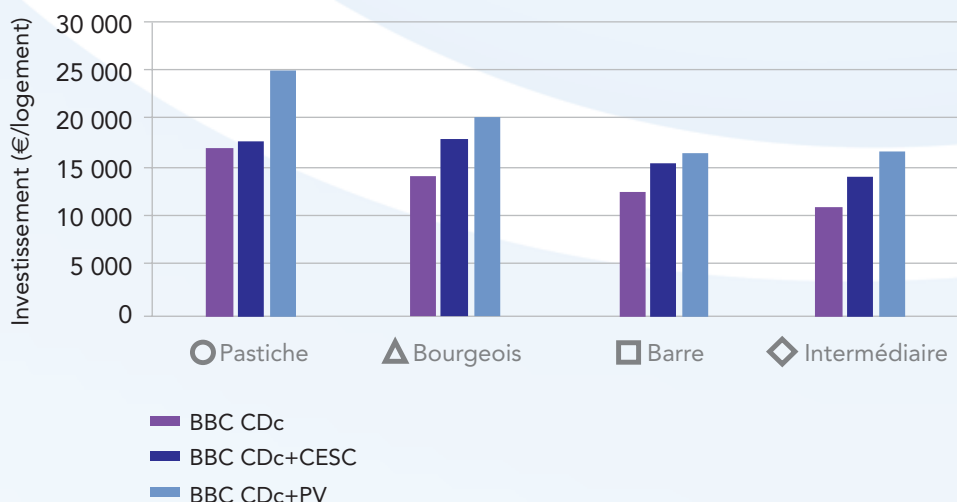


## La polyvalence de la boucle à eau chaude permet de répondre à certaines contraintes architecturales en associant des EnR à la rénovation

Les simulations réalisées mettent en avant que l'association des systèmes ayant une part d'énergies renouvelables à la rénovation de la chaufferie permet d'aller plus loin en termes d'économies d'énergie et d'atteindre des gains entre 64% à 77% par rapport à la consommation initiale. Au-delà d'une simple augmentation de la performance énergétique, la combinaison d'une chaudière à condensation avec un chauffe-eau solaire collectif (CESC) ou la combinaison entre rénovation de chaufferie et le solaire photovoltaïque permet également de faire face à des **contraintes architecturales ou d'urbanisme locales pouvant limiter les possibilités de rénovation de l'enveloppe**. Bien que le traitement du bâti reste indispensable, les solutions de systèmes à énergie renouvelable ouvrent la voie afin d'atteindre le label "BBC rénovation" malgré les contraintes spécifiques du bâtiment.

La figure 5 illustre les niveaux d'investissement pour les quatre typologies en zone H1a pour les solutions BBC optimisées (cf. tableau 4 de la page 20) avec ou sans systèmes à énergie renouvelable. Elle montre que **les solutions avec chaudière à condensation sont les moins onéreuses à l'investissement**, allant de 11 000 € à 17 000 €. Aussi, l'investissement pour l'immeuble barre et l'habitat intermédiaire (68-74) est moins élevé que pour les immeubles pastiche et bourgeois.

Figure 5 : investissement pour des solutions optimisées pour le BBC rénovation en zone H1a par typologie.





## 1.2. LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE D'UN IMMEUBLE COLLECTIF DANS LE CAS D'UNE SOUS-STATION D'UN RÉSEAU DE CHALEUR

**La rénovation de la sous-station et le traitement initial de l'enveloppe permettent d'atteindre les labels "HPE rénovation" et "BBC rénovation" à coûts raisonnables**

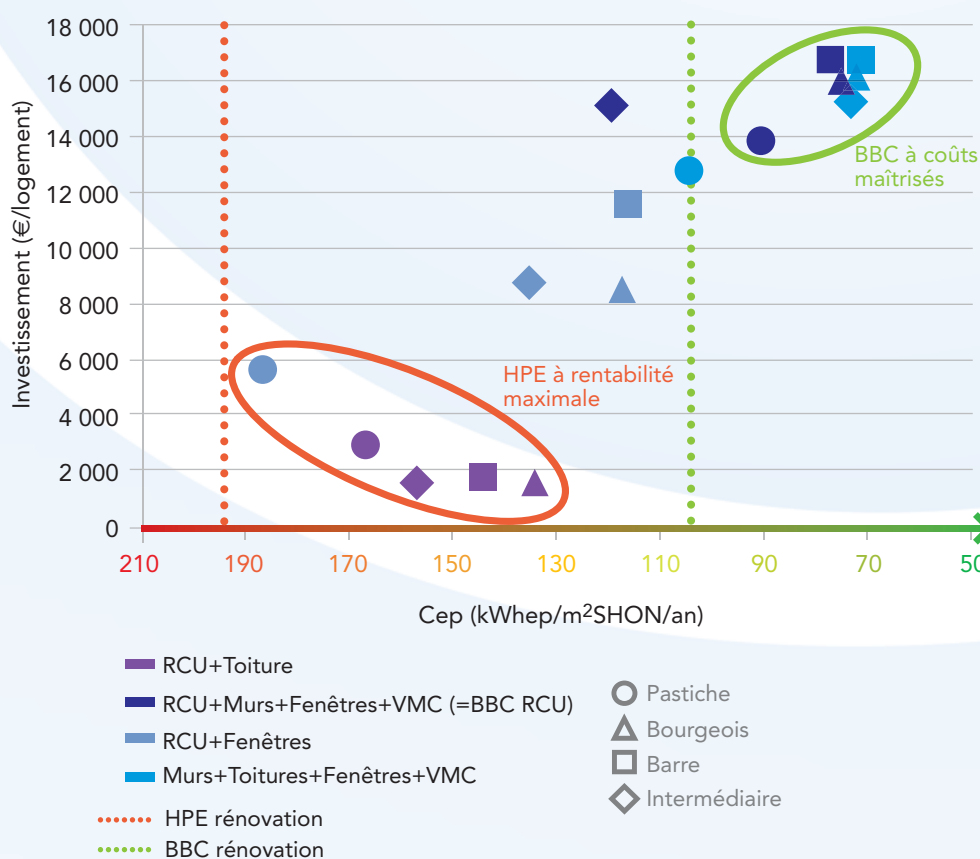
L'étude démontre que de manière générale, les niveaux de performance atteints avec la rénovation du réseau de chaleur et les investissements à consentir sont de l'ordre de ceux des bâtiments rénovés équipés de chaufferies gaz ou fioul. La figure 6 illustre le positionnement en zone H1a des solutions de rénovation des réseaux de chaleur en termes de performance énergétique et d'investissement. La rénovation de la sous-station (calorifugeage + régulation/ programmation) et l'isolation de la toiture permettent d'atteindre le niveau "HPE rénovation". **L'investissement pour l'atteinte du label "HPE rénovation" est inférieur à 3 000 €.**

Par ailleurs quelle que soit la typologie, **le bouquet de 3 travaux "RCU + murs + fenêtres" permet d'atteindre le niveau "BBC rénovation" en zone H1a avec un investissement inférieur à 17 000 €.** L'amélioration seule du bâti à travers le bouquet de 3 travaux "murs + toiture + fenêtres" permet d'atteindre le label "BBC rénovation" dans la plupart des cas.



Traitant des immeubles collectifs chauffés par un réseau de chaleur urbain, il faut tenir compte de leur spécificité en termes de calcul du niveau de performance énergétique réglementaire. En effet, le niveau des réseaux de chaleur est généralement meilleur que celui des chaufferies. Cela s'explique par le fait que les pertes avant la sous-station ne sont pas prises en compte par la méthode de calcul Th-C-E ex. Il en résulte que la génération de chaleur n'entre ni dans le calcul des pertes énergétiques ni dans le calcul des coûts d'investissement. Ceci ne permet pas de distinguer les réseaux de chaleur vertueux des autres.

Figure 6 : investissement et performance énergétique des rénovations de réseau de chaleur en zone H1a.



### 1.3. L'IMPACT DES ZONES CLIMATIQUES SUR LES SOLUTIONS TECHNIQUES ET L'INVESTISSEMENT

Les enseignements de l'étude confirment que l'altitude et la situation géographique des immeubles n'influencent pas seulement les choix des solutions techniques en termes de la rénovation énergétique mais aussi la hauteur de l'investissement.

En effet, l'atteinte des labels "HPE rénovation" et surtout "BBC rénovation" dépend de la zone climatique et n'est pas permise par les mêmes solutions techniques et les mêmes coûts d'investissement. On peut observer qu'il est dans la plupart des cas plus difficile d'atteindre ces labels dans la zone H2c que dans la zone H1a, et souvent plus facile dans la zone H3 que dans la zone H1a (tableau 5). Il en résulte que ces différences d'exigence modifient le niveau d'investissement à consentir. Par exemple, l'investissement pour atteindre le niveau "BBC rénovation" en habitat intermédiaire (68-74) en y associant une chaudière à condensation peut varier de 11 000 € en zone H1a à 17 600 € en zone H2c (figure 7).

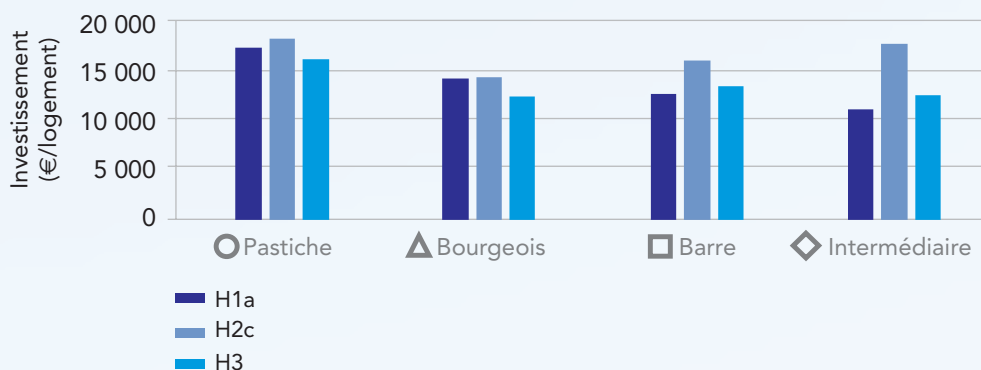
Tableau 5 : postes à traiter pour atteindre le niveau "BBC rénovation" en fonction de la typologie et de la zone climatique (= solution "BBC CDc").

En bleu : les postes à traiter pour atteindre le niveau "BBC rénovation".

Postes à traiter	H1a				H2c				H3			
	Pastiche	Bourgeois	Barre	Intermédiaire	Pastiche	Bourgeois	Barre	Intermédiaire	Pastiche	Bourgeois	Barre	Intermédiaire
Façade	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆
Plancher	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆
Toiture	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆
Baies	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆
VMC	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆	●	▲	■	◆

Mise en place d'une chaudière à condensation + ...

Figure 7 : niveau d'investissement pour atteindre le "BBC rénovation" avec la solution "BBC CDc" selon la zone climatique et la typologie.





## 1.4. RÉCAPITULATIF DES PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ÉTUDES RELATIVES À LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE EN BÂTIMENT COLLECTIF ET EN MAISON INDIVIDUELLE

### La boucle à eau chaude : un atout pour la rénovation performante avec des solutions modulables et à coûts maîtrisés

Les deux études sur la rénovation énergétique d'Énergies et Avenir soulignent, toutes les deux, **le potentiel de la boucle à eau chaude** en termes d'économies d'énergie et coût d'investissement.

Rappelons que dans le cadre de la rénovation d'une maison individuelle, les bouquets de travaux intégrant le poste de chauffage offrent les meilleurs gains énergétiques alors que le bouquet "chauffage + toiture" se rentabilise en seulement 5 ans. Cette combinaison "chauffage + toiture" reste aussi gagnante dans le cas d'une rénovation d'un immeuble en collectif. La rénovation de la chaufferie, complétée par l'isolation de la toiture, offre le meilleur rapport entre investissement et performance énergétique.

Que ce soit dans les maisons individuelles ou les bâtiments collectifs, **la souplesse de la boucle à eau chaude permet d'adapter la solution de rénovation en fonction des caractéristiques du bâtiment et facilite l'atteinte des labels "HPE rénovation" ou "BBC rénovation"**. De façon générale, l'atteinte des labels est plus coûteuse pour les rénovations en maisons individuelles. Selon la zone climatique et le type de bâtiment traité, ces niveaux peuvent être atteints à partir de 11 000 € (HPE) et à partir de 30 000 € (BBC) dans le cas d'une maison individuelle et à partir de 2 000 € (HPE) et 11 000 € (BBC) par logement dans le cas d'un immeuble en collectif.



Tableau 6 : les principaux enseignements des études d'Énergies et Avenir sur la rénovation énergétique.

Rénovation énergétique des logements collectifs à chauffage collectif	Rénovation énergétique des maisons individuelles
Les bouquets "chaufferie" et "chaufferie + toiture" offrent le meilleur rapport entre investissement et performance énergétique.	Les bouquets comprenant le chauffage offrent les meilleurs gains énergétiques.
Le label "HPE rénovation" peut être atteint avec la rénovation de la chaufferie ou des bouquets de 2 travaux pour moins de 6 000 € par logement.	La plupart du temps, les bouquets de 2 ou 3 travaux sont suffisants pour atteindre le niveau "HPE rénovation" avec un investissement entre 11 000 € et 21 000 € par maison.
Le label "BBC rénovation" peut être atteint avec la rénovation de la chaufferie et le traitement partiel de l'enveloppe pour un investissement entre 11 000 € et 18 000 € par logement.	Les coûts pour atteindre le label BBC peut être jusqu'à 30% plus élevé que le plafond de l'éco-PTZ (30 000 €). C'est pourquoi les solutions BBC devraient s'inscrire dans une approche globale de rénovation : programmer les étapes pour atteindre le label "BBC rénovation".
La rénovation de la chaufferie seule permet de réduire la consommation énergétique d'un immeuble en collectif d'environ 50%.	Les meilleurs temps de retour sont atteints avec des bouquets "chauffage + toiture" (autour de 5 ans). La rénovation thermique à travers des bouquets de travaux permet en moyenne d'économiser 40% d'énergie.
Le coût du kWh <sub>ep</sub> économisé est le plus élevé pour les bouquets de travaux traitant uniquement l'isolation des murs, de la toiture, des fenêtres et le poste VMC.	Les bouquets de travaux portant uniquement sur l'isolation des murs et le vitrage ont des temps de retour supérieurs à 15 ans.
Les éco-prêts couvrent la totalité de l'investissement.	L'éco-prêt à taux zéro permet de financer la totalité des travaux dans le cas d'une rénovation énergétique d'une maison à l'exception de la maison éclectique.
La polyvalence de la boucle à eau chaude permet de répondre à certaines contraintes architecturales si des systèmes à énergie renouvelable sont associés à la rénovation.	Les maisons dotées d'une boucle à eau chaude peuvent plus facilement atteindre les niveaux "HPE rénovation" ou "BBC rénovation".
Les zones climatiques ont un impact sur les solutions techniques et la hauteur de l'investissement peut fortement varier.	Il existe une très forte disparité entre les bouquets en termes de performance énergétique atteinte, d'investissement et de temps de retour pour une même typologie de maison, la même énergie et la même zone climatique.



# 2

## Les enseignements détaillés par type de logements collectifs en zone H1a

- P.31 → 2.1 Immeuble pastiche
- P.35 → 2.2 Immeuble collectif bourgeois
- P.39 → 2.3 Immeuble barre
- P.43 → 2.4 Immeuble habitat intermédiaire



## en résumé...

### **Dans le cas d'une chaufferie au gaz ou au fioul**

Le bouquet de travaux traitant uniquement l'enveloppe du bâti est le moins performant et n'atteint ni le niveau "HPE rénovation", ni le niveau "BBC rénovation".

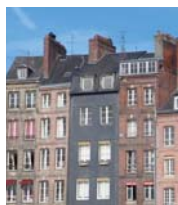
Le bouquet "chaufferie + toiture" permet d'atteindre le niveau "HPE rénovation" avec un investissement de 5 000 €.

### **Dans le cas d'un réseau chaleur urbain**

Le traitement de l'enveloppe (isolation des murs, de la toiture, des fenêtres et VMC) suffit pour atteindre le niveau "BBC rénovation" pour un coût inférieur à 15 000 €.

Le bouquet "RCU + toiture" permet d'atteindre le niveau "HPE rénovation" pour moins de 5 000 €.

# Immeuble pastiche 1949-1974



## Effectif total

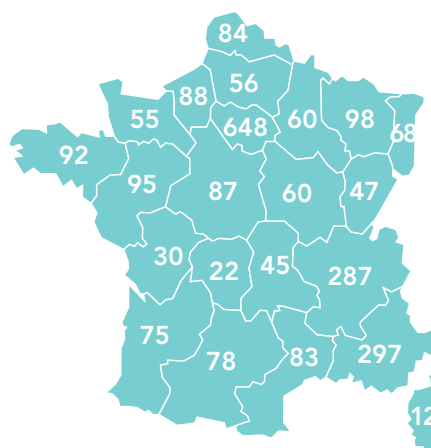
2 466 454

## Part du parc

9,9%

## Répartition géographique

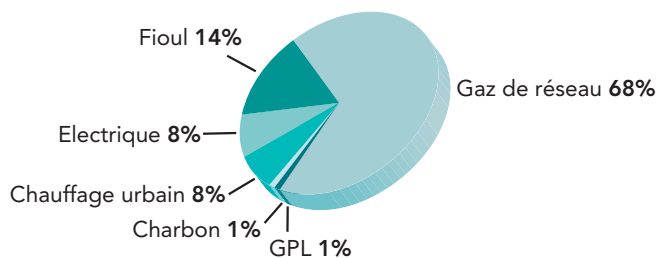
effectif en milliers de logements



## Principales caractéristiques

- Niveaux  
RDC+2+combles
- Taux d'ouvertures  
25% pour la façade rue
- Mitoyenneté  
Aligné et mitoyen
- Matériaux des murs
  - Mur+doublage brique (béton) .....47%
  - Préfa béton .....31%
  - Brique pleine .....6%
  - Mur+doublage brique ..8%
  - Brique creuse .....4%
  - Parpaing .....1%
  - Moellon local .....<1%

## Energies utilisées pour le chauffage





## Rénovation type Gaz/Fioul

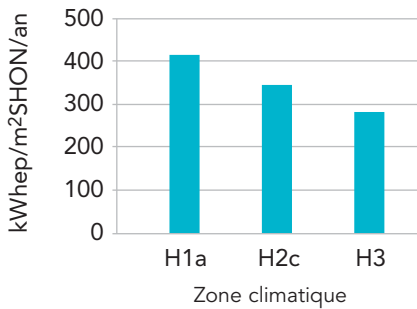
### Géométrie

Configuration : RDC+2+CA+VS  
 Vitrage : 25% - 40/60/0/0  
 SHON : 342  
 Shab : 285

### Thermique

Murs : béton préfabriqué  
 Toiture : combles aménagés non isolés  
 Plancher bas : sur cave non isolée  
 Vitrage : simple vitrage, menuiserie bois  
 Porte : portes opaques pleines en bois non isolées  
 Ventilation : naturelle par défaut d'étanchéité  
 Chauffage : chaudière collective standard  
 ECS : liée à la chaudière  
 Régul./prog : inefficace si existante

### Cep initial



### Solutions techniques par poste en zone H1a

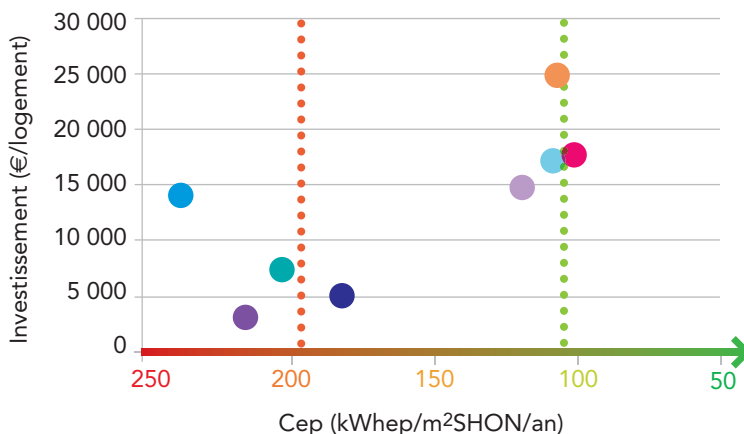
Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5  
 Toiture : LDR → R#4  
 Plancher bas : LDR → R#3  
 Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif  
 Ventilation : VMC hygroréglable B  
 PV : Polycristallin  
 Régul./prog. : SE+RTh

Chauffage : chaudière à condensation  
 ECS : chaudière à condensation  
 ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

### Solutions optimisées BBC rénovation

	CDc	CDc+PV	CDc+CESC
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a



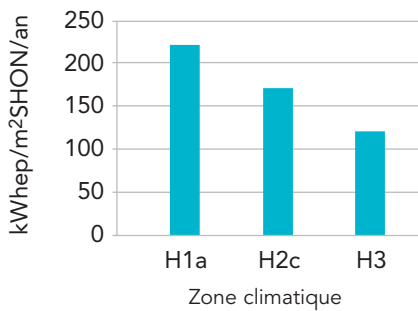
- Chaufferie CDc
- Chaufferie CDc+Toiture
- Chaufferie CDc+Fenêtres
- Chaufferie CDc+Murs+Fenêtres+VMC
- Murs+Toitures+Fenêtres+VMC
- BBC CDc
- BBC CDc+CESC
- BBC CDc+PV
- HPE rénovation
- BBC rénovation

## Rénovation type RCU

### Géométrie

Configuration : RDC+2+CA+VS  
 Vitrage : 25% - 40/60/0/0  
 SHON : 342  
 Shab : 285

### Cep initial



### Thermique

Murs : béton préfabriqué  
 Toiture : combles aménagés non isolés  
 Plancher bas : sur cave non isolée  
 Vitrage : simple vitrage, menuiserie bois  
 Porte : portes opaques pleines en bois non isolées  
 Ventilation : naturelle par défaut d'étanchéité  
 Chauffage : sous-station  
 ECS : liée à la sous-station  
 Régul./prog : inefficace si existante

### Solutions techniques par poste en zone H1a

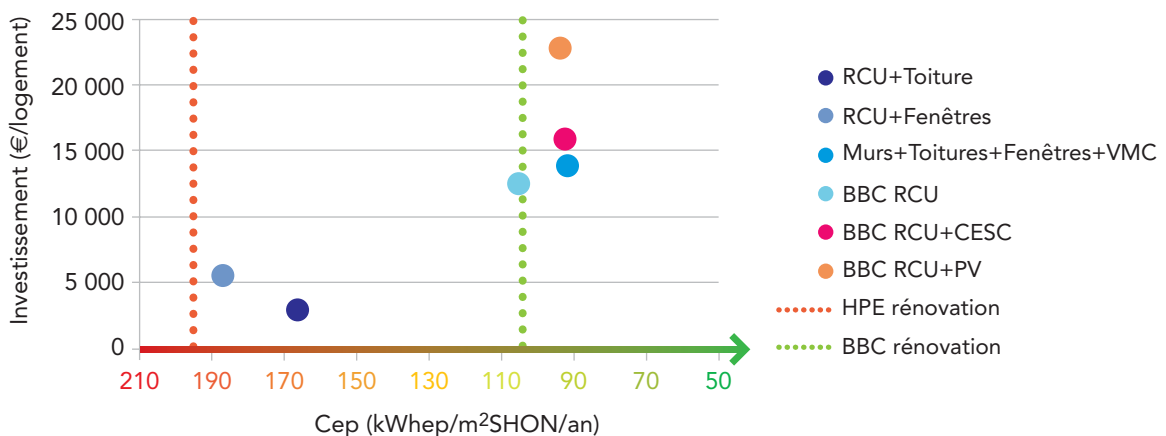
Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5  
 Toiture : LDR → R#4  
 Plancher bas : LDR → R#3  
 Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif  
 Ventilation : VMC hygroréglable B  
 PV : Polycristallin  
 Régul./prog. : RTh

Chauffage : calorifugeage distribution  
 ECS : calorifugeage distribution  
 ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

### Solutions optimisées BBC rénovation

	RCU	RCU+PV	RCU+CESC
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a





## en résumé...

### **Dans le cas d'une chaufferie au gaz ou au fioul**

Tous les bouquets de travaux offrent l'accès au label "HPE rénovation" pour moins de 20 000 €.

La rénovation de la chaufferie seule et le bouquet "chaufferie + toiture" peuvent atteindre une consommation énergétique d'environ 150 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup> SHON par an pour moins de 5 000 €.

### **Dans le cas d'un réseau chaleur urbain**

La rénovation de la sous-station et l'isolation de la toiture permet d'atteindre le label "HPE rénovation" avec un investissement de 2 000 €.

Les bouquets intégrant uniquement 2 travaux n'arrivent pas à atteindre le niveau "BBC rénovation".

# Immeuble collectif bourgeois 1949-1967



## Effectif total

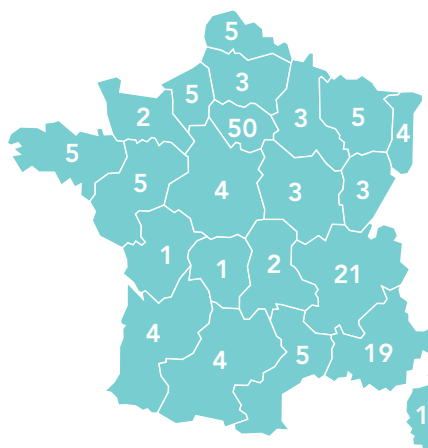
153 885

## Part du parc

<1%

## Répartition géographique

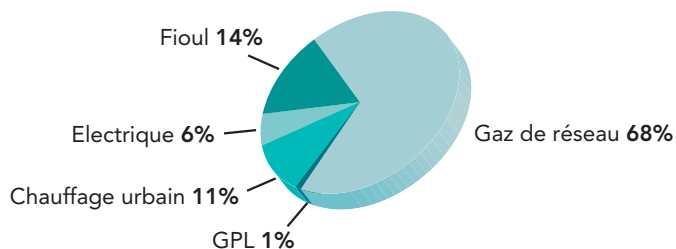
effectif en milliers de logements



## Principales caractéristiques

- Niveaux  
RDC+8 en moyenne
- Taux d'ouvertures  
50% sur les deux façades
- Mitoyenneté  
En retrait de l'alignement
- Matériaux des murs  
Préfa béton+1 à 2 cm ...100%

## Energies utilisées pour le chauffage



Crédit photo : ©Flickr - Laurent Ruamps.

## Rénovation type Gaz/Fioul

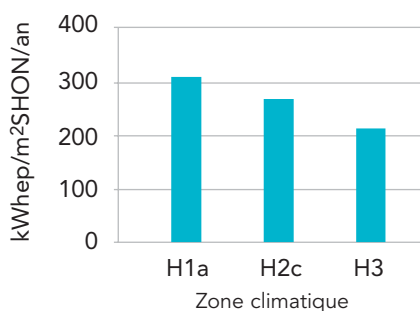
### Géométrie

Configuration : RDC+8 sur VS  
 Vitrage : 50% - 50/50/0/0  
 SHON : 3240  
 Shab : 2700

### Thermique

Murs : béton préfabriqué + 1 à 2 cm d'isolant  
 Toiture : terrasse non isolée  
 Plancher bas : sur cave ou parking non isolé  
 Vitrage : simple vitrage, menuiserie bois  
 Porte : portes opaques pleines en bois non isolées  
 Ventilation : naturelle par défaut d'étanchéité  
 Chauffage : chaudière collective standard  
 ECS : liée à la chaudière  
 Régul./prog. : inefficace si existante

### Cep initial



### Solutions techniques par poste en zone H1a

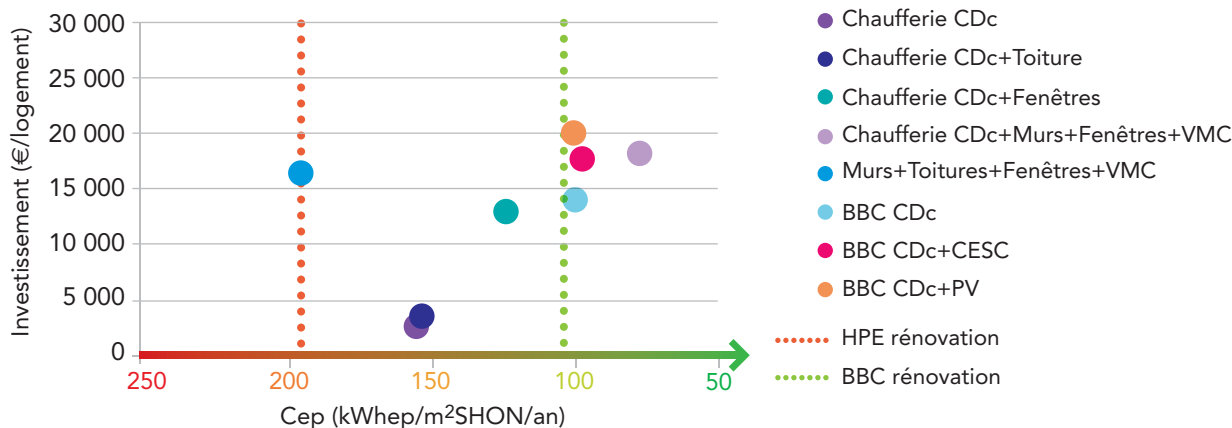
Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5  
 Toiture : LDR → R#4  
 Plancher bas : LDR → R#3  
 Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif  
 Ventilation : VMC hygroréglable B  
 PV : Polycristallin  
 Régul./prog. : SE+RTh

Chauffage : chaudière à condensation  
 ECS : chaudière à condensation  
 ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

### Solutions optimisées BBC rénovation

	CDc	CDc+PV	CDc+CESC
Pignon			
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a



## Rénovation type RCU

### Géométrie

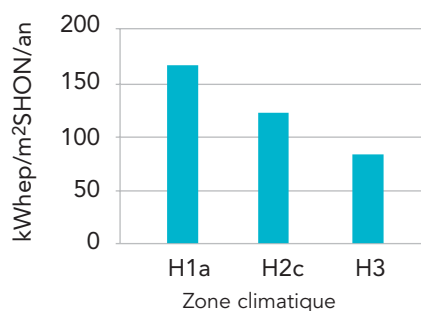
Configuration : RDC+8 sur VS

Vitrage : 50% - 50/50/0/0

SHON : 3240

Shab : 2700

### Cep initial



### Thermique

Murs : béton préfabriqué + 1 à 2 cm d'isolant

Toiture : terrasse non isolée

Plancher bas : sur cave ou parking non isolé

Vitrage : simple vitrage, menuiserie bois

Porte : portes opaques pleines en bois non isolées

Ventilation : naturelle par défaut d'étanchéité

Chauffage : sous-station

ECS : liée à la sous-station

Régul./prog : inefficace si existante

### Solutions techniques par poste en zone H1a

Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5

Toiture : LDR → R#4

Plancher bas : LDR → R#3

Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif

Ventilation : VMC hygroréglable B

PV : Polycristallin

Régul./prog. : RTh

Chauffage : calorifugeage distribution

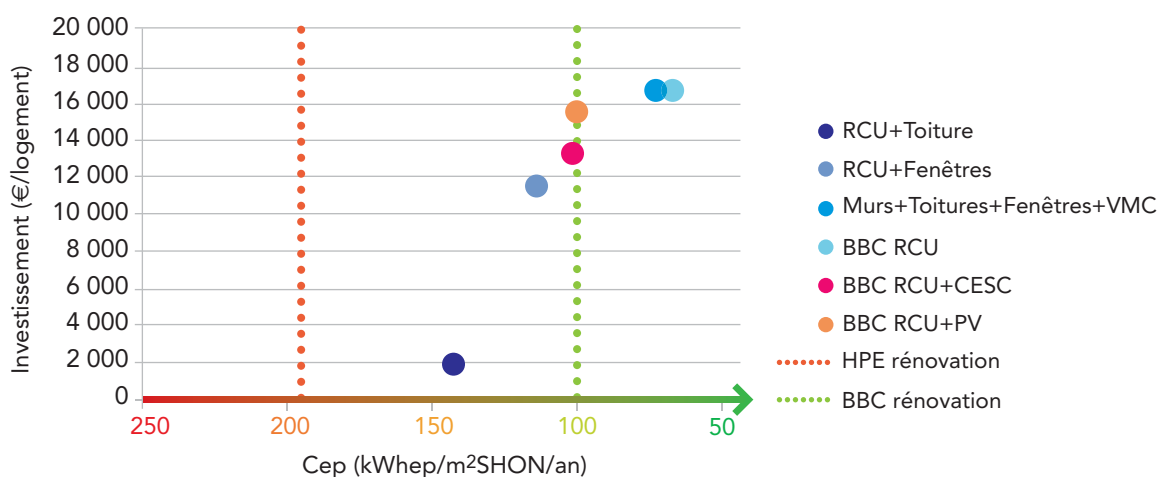
ECS : calorifugeage distribution

ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

### Solutions optimisées BBC rénovation

	RCU	RCU+PV	RCU+CESC
Pignon			
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a





## en résumé...

### **Dans le cas d'une chaufferie au gaz ou au fioul**

Tous les bouquets de travaux offrent l'accès au label "HPE rénovation" pour moins de 20 000 €.

Le bouquet "chaufferie + murs + fenêtres + VMC" offre la meilleure performance énergétique, avec un investissement légèrement plus élevé que pour les solutions BBC optimisées avec photovoltaïque ou chauffe-eau solaire collectif.

### **Dans le cas d'un réseau chaleur urbain**

Le traitement unique de l'enveloppe de l'immeuble ne permet pas d'atteindre le niveau "BBC rénovation".

Avec un investissement inférieur à 2 000 €, la rénovation de la sous-station et l'isolation de la toiture permet facilement d'atteindre le niveau "HPE rénovation".

# Immeuble barre 1949-1981



## Effectif total

1 889 290

## Part du parc

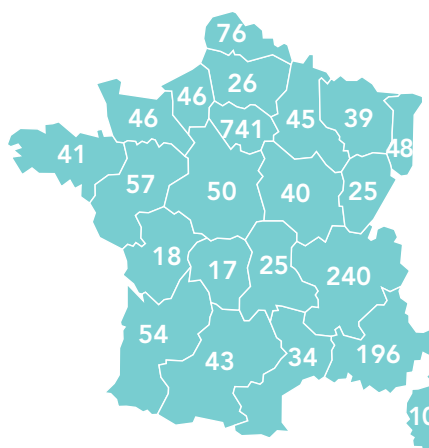
7,6%

## Principales caractéristiques

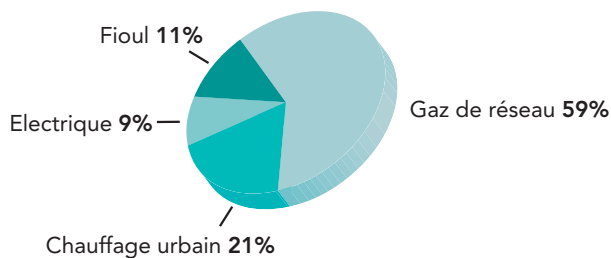
- Niveaux  
RDC+10 voire plus
- Taux d'ouvertures  
33% en façade  
(pignons aveugles)
- Mitoyenneté  
Isolé sur parcelle
- Matériaux des murs  
Préfa béton+1 à 2 cm . . . .39%  
Béton+doublage brique . .20%  
Béton 20 cm+isolant 6 cm .15%  
Préfa béton 6/7/8 . . . . .14%  
Préfa béton+6cm . . . . .12%

## Répartition géographique

effectif en milliers de logements



## Energies utilisées pour le chauffage





## Rénovation type Gaz/Fioul

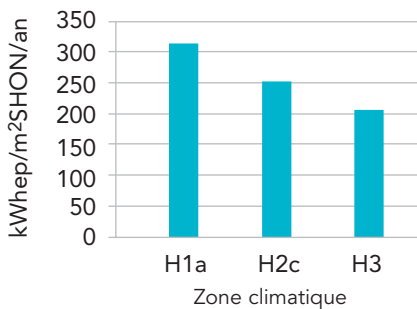
### Géométrie

Configuration : RDC+10 sur VS  
 Vitrage : 33% - 50/50/0/0  
 SHON : 8078  
 Shab : 6732

### Thermique

Murs : béton + doublage brique  
 Toiture : terrasse non isolée  
 Plancher bas : sur cave ou parking non isolé  
 Vitrage : simple vitrage, menuiserie pvc  
 Porte : portes opaques pleines en bois non isolées  
 Ventilation : naturelle avec grilles hautes et basses  
 Chauffage : chaudière collective standard  
 ECS : liée à la chaudière  
 Régul./prog : inefficace si existante

### Cep initial



### Solutions techniques par poste en zone H1a

Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5  
 Toiture : PUR → R#7  
 Plancher bas : LDR → R#3  
 Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif  
 Ventilation : VMC hygroréglable B  
 PV : Polycristallin  
 Régul./prog. : SE+RTh

Chauffage : chaudière à condensation  
 ECS : chaudière à condensation  
 ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

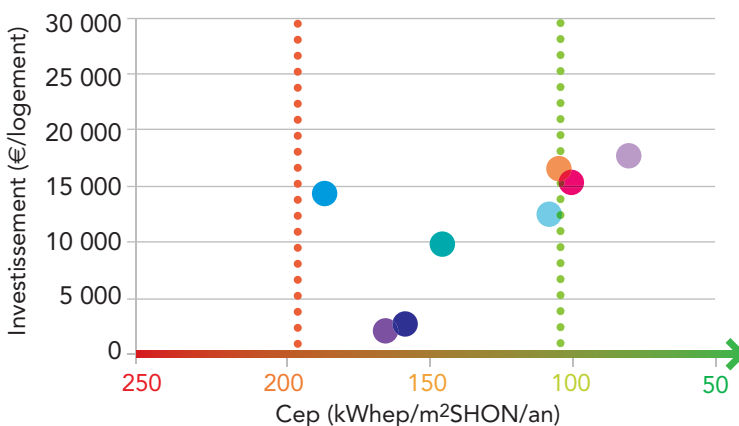
### Solutions optimisées BBC rénovation

#### Remarque pour la rénovation des façades :

le solaire thermique ou le PV permettent de ne pas traiter totalement le bâti en cas de contrainte architecturale.

	CDc	CDc+PV	CDc+CESC
Pignon			
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a



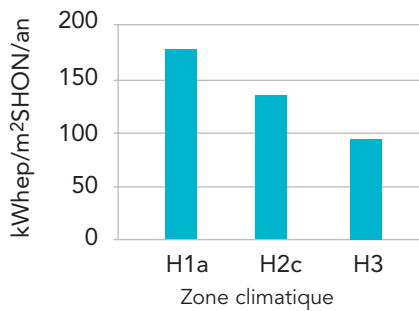
- Chaufferie CDc
- Chaufferie CDc+Toiture
- Chaufferie CDc+Fenêtres
- Chaufferie CDc+Murs+Fenêtres+VMC
- Murs+Toitures+Fenêtres+VMC
- BBC CDc
- BBC CDc+CESC
- BBC CDc+PV
- HPE rénovation
- BBC rénovation

## Rénovation type RCU

### Géométrie

Configuration : RDC+10 sur VS  
 Vitrage : 33% - 50/50/0/0  
 SHON : 8078  
 Shab : 6732

### Cep initial



### Thermique

Murs : béton + doublage brique  
 Toiture : terrasse non isolée  
 Plancher bas : sur cave ou parking non isolé  
 Vitrage : simple vitrage, menuiserie pvc  
 Porte : portes opaques pleines en bois non isolées  
 Ventilation : naturelle avec grilles hautes et basses  
 Chauffage : sous-station  
 ECS : liée à la sous-station  
 Régul./prog : inefficace si existante

### Solutions techniques par poste en zone H1a

Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5  
 Toiture : PUR → R#7  
 Plancher bas : LDR → R#3  
 Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif  
 Ventilation : VMC hygroréglable B  
 PV : Polycristallin  
 Régul./prog. : RTh

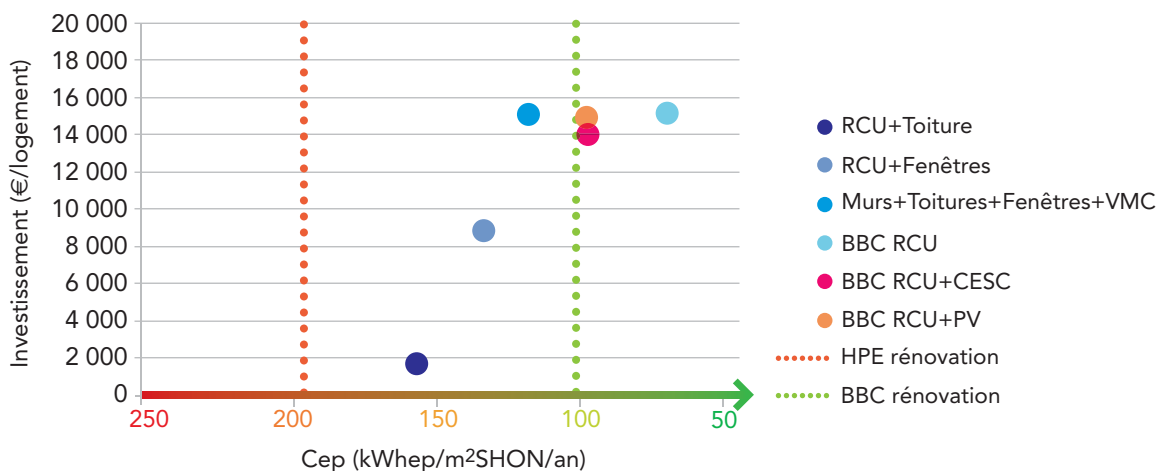
Chauffage : calorifugeage distribution  
 ECS : calorifugeage distribution  
 ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

### Solutions optimisées BBC rénovation

**Remarque pour la rénovation des façades :**  
 le solaire thermique ou le PV permettent de ne pas traiter totalement le bâti en cas de contrainte architecturale.

	RCU	RCU+PV	RCU+CESC
Pignon			
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a





## en résumé...

### **Dans le cas d'une chaufferie au gaz ou au fioul**

Tous les bouquets de travaux offrent l'accès au label "HPE rénovation" mais le bouquet "murs + toiture + fenêtres + VMC" est le moins performant et figure parmi les plus coûteux.

Le niveau "BBC rénovation" peut être atteint avec une solution optimisée BBC, en mettant en place une chaudière à condensation et en traitant les postes baies et VMC.

### **Dans le cas d'un réseau chaleur urbain**

Le bouquet "sous-station + toiture" permet d'atteindre un niveau de performance énergétique inférieur à 150 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup> SHON par an et nécessite un investissement inférieur à 2 000 €.

La rénovation de la sous-station, combinée avec le traitement des baies et un chauffe-eau solaire collectif, donne accès au label "BBC rénovation" pour 10 000 €.



# Immeuble habitat intermédiaire 1968-1974



## Effectif total

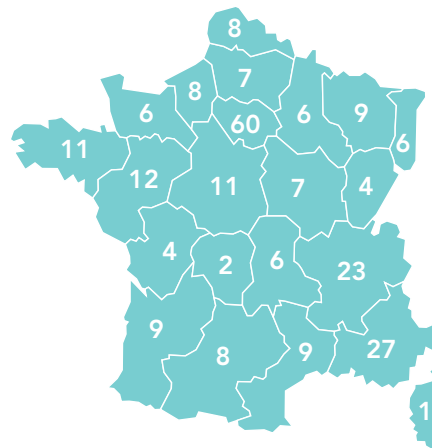
244 357

## Part du parc

~1%

## Répartition géographique

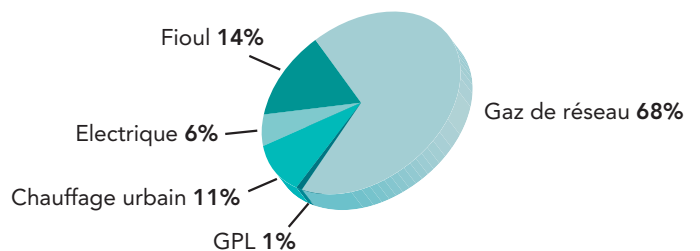
effectif en milliers de logements



## Principales caractéristiques

- Niveaux  
RDC+3 à RDC+6
- Taux d'ouvertures  
~30%
- Mitoyenneté  
Groupés sur parcelles vierges
- Matériaux des murs  
Préfa béton+5 cm .....70%  
Mur + doublage brique .. .30%

## Energies utilisées pour le chauffage



Crédit photo : ©Flickr - Lilian Le Guevellou.

## Rénovation type Gaz/Fioul

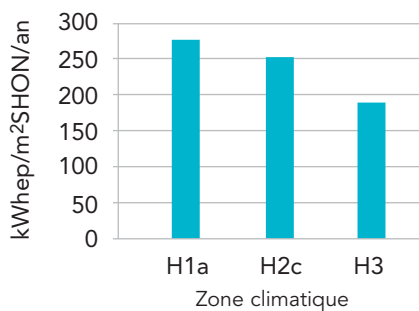
### Géométrie

Configuration : RDC+6+CA sur VS  
 Vitrage : 20/40/20/20  
 SHON : 5222  
 Shab : 4352

### Thermique

Murs : préfa béton + 5 cm d'isolant  
 Toiture : combles aménagés non isolés  
 Plancher bas : sur cave ou parking non isolé  
 Vitrage : simple vitrage, menuiserie pvc  
 Porte : portes opaques pleines en bois non isolées  
 Ventilation : naturelle avec grilles hautes et basses  
 Chauffage : chaudière collective standard  
 ECS : liée à la chaudière  
 Régul./prog : inefficace si existante

### Cep initial



### Solutions techniques par poste en zone H1a

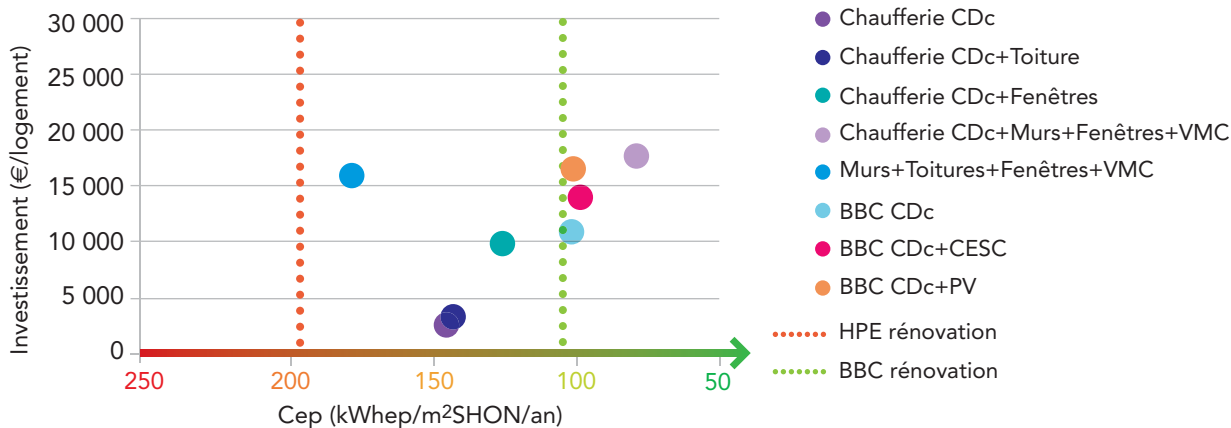
Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5  
 Toiture : PUR → R#7  
 Plancher bas : LDR → R#3  
 Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif  
 Ventilation : VMC hygroréglable B  
 PV : Polycristallin  
 Régul./prog. : RTh

Chauffage : chaudière à condensation  
 ECS : chaudière à condensation  
 ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

### Solutions optimisées BBC rénovation

	CDc	CDc+PV	CDc+CESC
Pignon			
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a

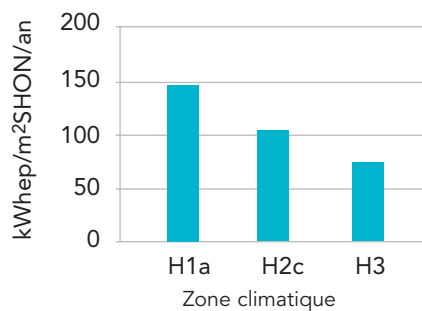


## Rénovation type RCU

### Géométrie

Configuration : RDC+6+CA sur VS  
 Vitrage : 20/40/20/20  
 SHON : 5222  
 Shab : 4352

### Cep initial



### Thermique

Murs : préfa béton + 5 cm d'isolant  
 Toiture : combles aménagés non isolés  
 Plancher bas : sur cave ou parking non isolé  
 Vitrage : simple vitrage, menuiserie pvc  
 Porte : portes opaques pleines en bois non isolées  
 Ventilation : naturelle avec grilles hautes et basses  
 Chauffage : chaudière collective standard  
 ECS : liée à la chaudière  
 Régul./prog : inefficace si existante

### Solutions techniques par poste en zone H1a

Murs : PSE (isolation par l'extérieur) → R#5  
 Toiture : PUR → R#7  
 Plancher bas : LDR → R#3  
 Vitrages : DV 4/16(argon)/4 peu émissif  
 Ventilation : VMC hygroréglable B  
 PV : Polycristallin  
 Régul./prog. : RTh

Chauffage : calorifugeage distribution

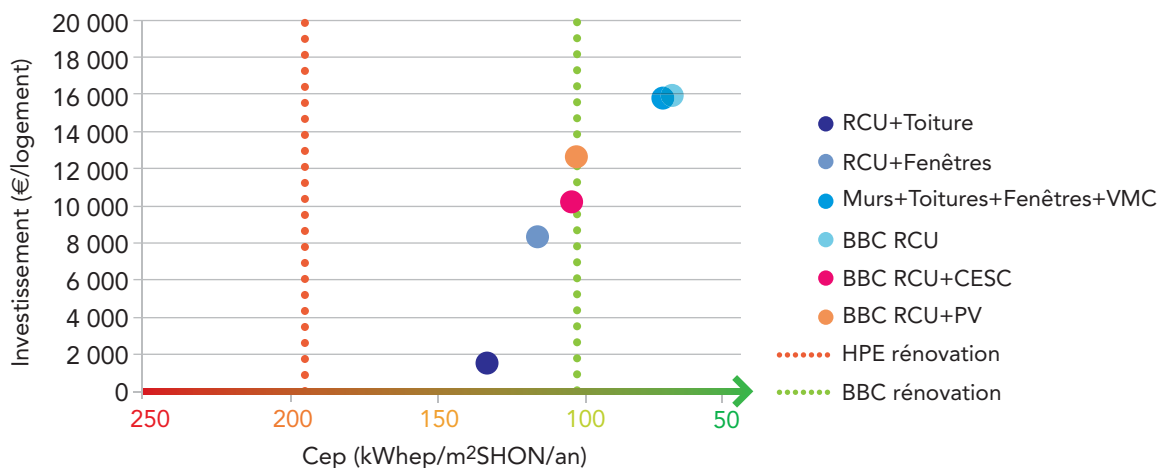
ECS : calorifugeage distribution

ECS via CESC : panneaux solaires + ballon solaire

### Solutions optimisées BBC rénovation

	RCU	RCU+PV	RCU+CESC
Pignon			
Cour			
Rue			
Plancher			
Plafond			
Baies			
VMC			

### Positionnement des solutions techniques en zone H1a





# 3

## Les propositions d'Énergies et Avenir

- P.48 → 3.1 Permettre une approche globale en donnant une vision à long terme
- P.48 → 3.2 Rééquilibrer la part des systèmes de chauffage dans les bâtiments neufs
- P.49 → 3.3 Mettre en place un Observatoire de CO<sub>2</sub> par énergie et par utilisation



### 3.1. PERMETTRE UNE APPROCHE GLOBALE EN DONNANT UNE VISION À LONG TERME

Les études d'Énergies et Avenir relatives à la rénovation énergétiques des maisons individuelles et des bâtiments en collectif mettent, toutes les deux, en évidence que les éco-prêts ne sont qu'une étape de la rénovation énergétique et que le véritable objectif doit plutôt être celui d'une rénovation complète du bâtiment en question, tout en maximisant les économies d'énergie. Pour cela il est important que les travaux à réaliser à court terme n'obèrent pas ceux qui seront à réaliser à moyen ou long terme. Ayant pour but de viser le niveau BBC, les professionnels de la rénovation énergétique devront présenter aux propriétaires ou à la copropriété, les bouquets de travaux comme une part d'une rénovation globale, cohérente et séquencée dans le temps. A cet effet, il sera souhaitable qu'ils leur proposent un calendrier de travaux à partir de bouquets "compatibles BBC" qui leur donnent l'assurance d'atteindre ce niveau de performance à terme, c'est-à-dire un premier bouquet de travaux réalisé grâce aux éco-prêts, suivi de travaux complémentaires qui, à leur tour, pourront bien souvent bénéficier d'autres aides. Ainsi, Energies et Avenir souhaite-t-elle une vision à plus long terme des aides publiques et ce, en fonction de la performance des systèmes de chauffage et avec une équité des incitations fiscales entre les systèmes de même performance.

### 3.2. RÉÉQUILIBRER LA PART DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DANS LES BÂTIMENTS NEUFS

La part de marché du chauffage électrique dans les logements neufs atteint plus de 70% des permis de construire accordés, dont 60% de chauffage électrique direct. Il en résulte une accentuation des pics de consommation électrique faisant appel aux centrales thermiques, fortement émettrices de CO<sub>2</sub>, et une importation d'électricité carbonée des pays voisins. Ce déséquilibre dans la répartition des systèmes de chauffage risque d'entraîner une augmentation globale des émissions de CO<sub>2</sub> produites par le secteur du bâtiment. Ce déséquilibre va aussi à l'encontre des objectifs de Grenelle de l'environnement. Aujourd'hui, le système de chauffage à boucle à eau chaude est la solution la plus porteuse d'amélioration, comme le montre cette étude, et d'utilisation des énergies renouvelables. Energies et Avenir propose donc un rééquilibrage des systèmes des chauffages dans la construction neuve qui permettra non seulement de limiter l'augmentation des consommations d'électricité dans le parc immobilier mais aussi d'éviter une hausse des émissions de CO<sub>2</sub>.



### 3.3. METTRE EN PLACE UN OBSERVATOIRE DE CO<sub>2</sub> PAR ÉNERGIE ET PAR UTILISATION

Dans le secteur du bâtiment, le chauffage est un émetteur conséquent de gaz à effet de serre, dont le CO<sub>2</sub>. A la vue du bilan annuel de la consommation énergétique, il est important de réévaluer régulièrement l'émission CO<sub>2</sub> des différents systèmes de chauffage et le contenu CO<sub>2</sub> de l'énergie utilisée à cette fin. Issues d'un consensus technique et objectif, ces données établies collégialement par les parties prenantes permettront d'identifier les sources d'amélioration, de valoriser les systèmes vertueux et de bâtir une réglementation au regard des performances des systèmes de chauffage et des capacités à s'adapter aux enjeux de demain. Par conséquent, Energies et Avenir propose de mettre en place un Observatoire officiel des émissions de CO<sub>2</sub> et des performances énergétiques, par énergie et par usage (notamment les systèmes de chauffage, les usages spécifiques de l'électricité...) pour assurer le suivi des objectifs de réduction des gaz à effet de serre et orienter les futures réglementations.

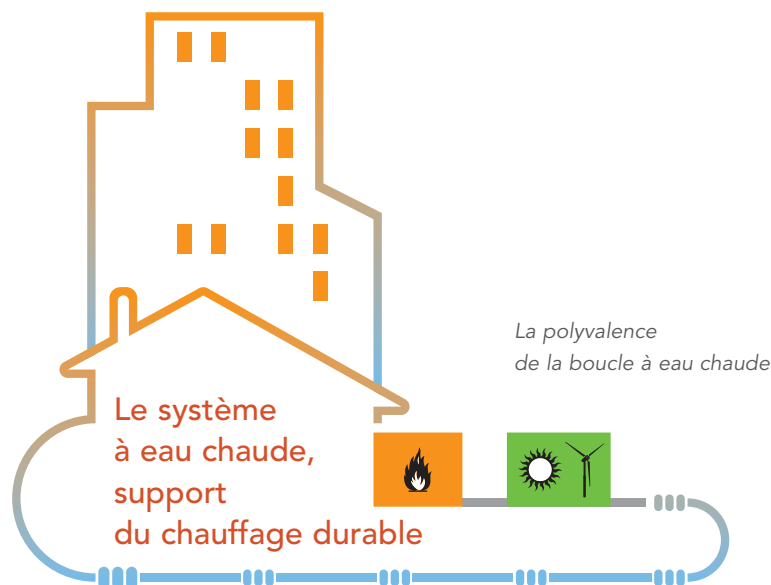
# Annexe

## LA POLYVALENCE DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE À EAU CHAUDE





Le système de chauffage à eau chaude est porteur d'utilisation d'énergies renouvelables : bois, biogaz, géothermie, solaire thermique, agro combustible. En tant que système évolutif, il permet d'intégrer des solutions performantes au fur et à mesure et d'améliorer la performance énergétique.

La boucle à eau chaude est un système performant avec des réductions d'émissions de CO<sub>2</sub> directement proportionnelles aux économies d'énergie. L'intégration d'un capteur solaire dans le système de la boucle à eau chaude permet d'obtenir 30% d'économie de CO<sub>2</sub>, alors que l'utilisation d'une pompe à chaleur réduit de 50% les émissions de CO<sub>2</sub>.







Les réseaux de chauffage urbain à eau chaude constituent un excellent vecteur pour les énergies renouvelables. Ils utilisent déjà plus de 20% d'énergies renouvelables pour chauffer 3 millions d'équivalents habitants et génèrent plus de 32% de la chaleur distribuée à partir de la cogénération.



### Les matériels innovants économes

		Gain CO <sub>2</sub> /énergie
Basse température		25 à 30%
Condensation		30 à 40%
Pompe à chaleur		> à 50%
Cogénération		35 à 40%

### Les énergies renouvelables

Géothermie	
Aérothermie	
Solaire	
Bois - Biomasse	
Agrocombustibles	
Biocombustibles	

### et demain...

Micro-cogénération  
Pile à combustible  
Hydrogène

## ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS POUR UN CHAUFFAGE DURABLE

L'association Energies et Avenir regroupe l'ensemble des professions de la filière du chauffage à eau chaude. Elle réunit les fournisseurs d'énergies, les organisations professionnelles du bâtiment, de l'exploitation maintenance et entretien, ainsi que les fabricants et distributeurs d'équipement.

La mission de l'association est de proposer avec les acteurs concernés des solutions permettant de relever les défis énergétiques et environnementaux qui s'annoncent. Il s'agit aussi, avec tous les acteurs du monde de l'énergie et du logement, de concourir à leur mise en œuvre et à leur suivi.

Energies et Avenir est reconnue pour son expertise technique dans le domaine de la thermique des bâtiments et comme un interlocuteur de référence de l'administration.

La filière chauffage à eau chaude représente aujourd'hui un chiffre d'affaires de 90 milliards d'€ et emploie 300 000 personnes en France. Il s'agit d'un gisement d'emplois de proximité et non délocalisables.

## LES MEMBRES D'ENERGIES ET AVENIR

**ACR** : Syndicat des Automatismes du génie Climatique et de la Régulation

**AFG** : Association Française du Gaz

**CAPEB** : Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment

**CFBP** : Comité Français du Butane et du Propane

**Chauffage Fioul** : Association pour l'Utilisation Performante du Fioul Domestique

**CTCC** : Centre Technique du Cuivre pour les Canalisations

**FF3C** : Fédération Française des Combustibles, Carburants et Chauffages

**Fedene** : Fédération des services Energie Environnement

**FNAS** : Fédération nationale des Négociants en Appareils Sanitaires, chauffage, climatisation et canalisation

**Profluid** : Association Française des pompes, des compresseurs et de la robinetterie

**UECF-FFB** : Union des entreprises de génie Climatique et Energétique de France

**UNCP-FFB** : Union Nationale des Chambres Syndicales de Couverture et de Plomberie

**UNICLIMA** : Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques

# Glossaire

BBC	Bâtiment Basse Consommation
CA	Combles aménagés
CDc	Chaudière à condensation collective
CESSC	Chauffe-eau solaire collectif
CP	Combles perdus
DV	Double-vitrage
ECS	Eau chaude sanitaire
EnR	Energies renouvelables
FI	Fioul
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HPE	Haute Performance Energétique
IC	Immeuble collectif
LDR	Laine de roche
LDV	Laine de verre
PSE	Polystyrène expansé
PSU	Polystyrène extrudé
PUR	Polyuréthane
PV	Photovoltaïque
R	Résistance thermique ( $K.m^2/W$ )
RCU	Réseau de chaleur urbain
RTh	Robinets thermostatiques
SE	Sonde extérieure de température
Shab	Surface habitable
SHON	Surface hors œuvre nette
SV	Simple vitrage
Ubât	Coefficient de transmission thermique surfacique du bâti
VMC	Ventilation mécanique contrôlée
VMR	Ventilation mécanique répartie
VS	Vide sanitaire



ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS  
POUR LE CHAUFFAGE DURABLE

Energies et Avenir

8 terrasse Bellini

92807 Puteaux cedex

E-mail : [contact@energies-avenir.org](mailto:contact@energies-avenir.org)

[www.energies-avenir.fr](http://www.energies-avenir.fr)

