



ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS
POUR LE CHAUFFAGE DURABLE

La rénovation énergétique des bâtiments de bureaux climatisés

Performance et potentiel des systèmes
à eau chaude





ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS
POUR LE CHAUFFAGE DURABLE

La rénovation énergétique des bâtiments de bureaux climatisés

Performance et potentiel des systèmes à eau chaude

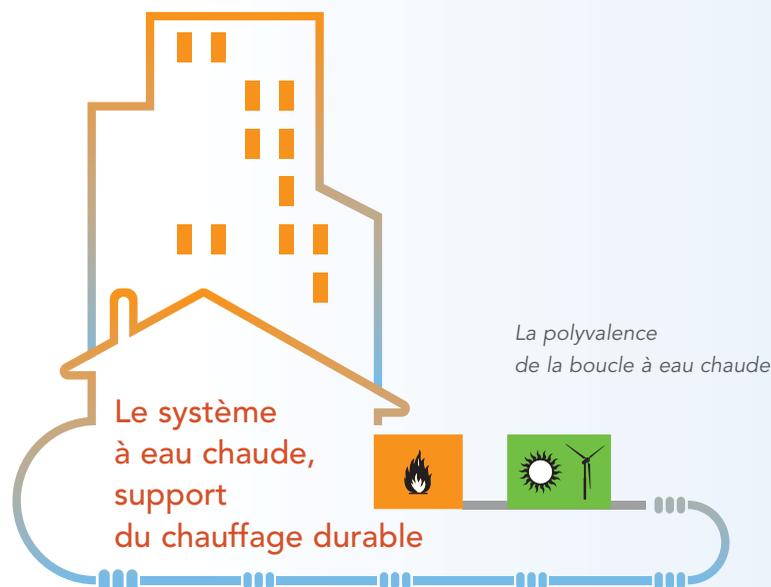


La polyvalence du système de chauffage à eau chaude

Le système de chauffage à eau chaude est porteur d'utilisation d'énergies renouvelables : bois, biogaz, géothermie, solaire thermique, biocombustibles. 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 CO₂ 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 CO₂, alors que l'utilisation d'une pompe à chaleur réduit de 50% les émissions de CO₂.

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 ₂ /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

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Editorial | 4 |
| Contexte de l'étude | 6 |
| Contexte réglementaire | 6 |
| Le secteur tertiaire et celui des bureaux | 8 |
| Typologies et bâtiments types retenus | 9 |
| La méthodologie de l'étude | 10 |
| Caractéristiques techniques initiales | 10 |
| Travaux pris en compte et niveaux de performance visés | 12 |
| Calculs | 15 |
| Zones climatiques | 15 |
| Investissements | 15 |
| Rentabilité | 15 |
| 1. Enseignements de l'étude | 16 |
| 1.1. Les niveaux de performance énergétique qu'il est possible d'atteindre | 16 |
| 1.2. Structure des consommations énergétiques | 17 |
| 1.2.1 Impact des zones climatiques dans les consommations | 17 |
| 1.2.2 Structure des consommations énergétiques | 18 |
| 1.2.3 Structure des investissements | 19 |
| 2. Autres points clés d'une rénovation énergétique | 20 |
| 2.1 Conception, réalisation, mise en service et maintenance | 20 |
| 2.2 Le pilotage et la gestion des installations | 22 |
| 2.3 L'importance de l'occupant | 23 |
| 2.4 Une approche en Analyse du Cycle de Vie des bâtiments | 24 |
| 3. Les propositions d'Energies et Avenir | 26 |
| Annexes | 29 |
| Les membres d'Energies et Avenir | 61 |



Les objectifs posés par le Débat national sur la transition énergétique en matière de sobriété et d'efficacité énergétique ainsi que de développement des énergies renouvelables s'inscrivent dans une démarche ambitieuse et contraignante d'économies d'énergie et de protection de l'environnement. Déjà initiée par le Grenelle de l'environnement et confirmée au niveau européen par le Plan Climat Energie, cette approche nécessite de mobiliser tous les leviers d'action, en particulier dans le bâtiment, secteur le plus énergivore, pour atteindre ces objectifs et tendre vers une réduction de 38% des consommations énergétiques du parc existant (résidentiel et tertiaire) avant 2020.

Le parc du secteur tertiaire public et privé représente 912 millions de m² et doit, de fait, faire l'objet d'une attention toute particulière. Considérant que celui-ci est à l'origine de plus de 30% de la consommation finale d'énergie du parc des bâtiments résidentiels et tertiaires, il constitue un important gisement d'économies d'énergie et un chantier majeur des politiques de rénovation énergétique nationale et européenne.

Alors que le gouvernement s'interroge sur l'opportunité et le bienfondé en termes environnementaux, économiques et sociaux d'une obligation de rénovation énergétique du parc résidentiel, cette obligation est déjà traduite en terme législatif dans le secteur tertiaire. Sur le plan communautaire, la transposition en droit français de la directive européenne 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique impose à la France, à partir du 1^{er} janvier 2014, une obligation de rénovation de 3% par an de la surface des bâtiments détenus et occupés par l'administration centrale. De surcroit, l'entrée en vigueur du "Bail vert" le 1^{er} janvier 2012 participe à cette dynamique de rénovation dans le secteur tertiaire.

Ainsi, eu égard à l'ensemble des exigences réglementaires et des contraintes de performance qui y sont associées, on comprend l'importance de la prise en compte de la rénovation énergétique du parc tertiaire pour réaliser la transition énergétique. Dès lors, pour réaliser ces objectifs et aller au-delà de la règle de droit, il est crucial d'identifier les travaux de rénovation énergétique les plus pertinents et offrant le meilleur compromis entre investissement et gains énergétiques.

Editorial

Dans cette perspective, et dans la suite logique de ses précédentes publications consacrées aux bouquets de travaux les plus performants dans l'habitat, Energies et Avenir a conduit la présente étude sur la rénovation énergétique des bâtiments de bureaux climatisés. Celle-ci a été réalisée en partenariat avec Energies demain, le bureau d'étude technique ADRET et en collaboration avec le CRIGEN (Centre de Recherche et d'Innovation Gaz et Énergies nouvelles).

Identifiant les solutions de travaux les plus performantes du point de vue de la faisabilité technique, économique et de l'excellence environnementale, l'étude démontre le potentiel de la modernisation du système de chauffage/refroidissement pour atteindre des gains énergétiques significatifs d'environ 50%.

Comme cela a pu être constaté dans l'analyse du secteur résidentiel, cette étude souligne la nécessité de favoriser des actions d'amélioration de la performance énergétique du parc tertiaire séquencées et ordonnées. A l'inverse des rénovations lourdes, dont le temps de retour sur investissement est long, Energies et Avenir attire l'attention des décideurs sur la pertinence de privilégier un phasage des travaux "BBC compatibles". Ce phasage permet de réduire le coût des investissements initiaux tout en générant des économies financières et énergétiques importantes et pérennes dès les premières étapes.

En d'autres termes, il s'agit de faire le choix de la complémentarité et de la hiérarchisation des solutions, n'obérant pas la réalisation de travaux futurs sur l'enveloppe, indispensables pour réussir la transition énergétique.

Hervé THELINGE
Président d'Energies et Avenir



Contexte réglementaire

Identifiée comme un levier déterminant de maîtrise des consommations d'énergie, la rénovation énergétique des bâtiments, en particulier du secteur tertiaire, fait l'objet d'importantes dispositions législatives et réglementaires issues du Grenelle de l'environnement, de directives européennes et bientôt de la prochaine loi de programmation énergétique.

Plus précisément, il convient de rappeler que les secteurs résidentiel et tertiaire sont responsables de 44% des consommations d'énergie finale et de plus de 20% des émissions de gaz à effet de serre. Alors que le parc tertiaire est quant à lui comptable d'un tiers de ce bilan, les besoins de chauffage, bien qu'en baisse depuis plusieurs années, y demeurent élevés et ceux en climatisation et en électricité spécifique ne cessent de s'accroître, soulignant la nécessité d'engager rapidement des actions de rénovation énergétique.

Dans ce cadre, la France avec le Grenelle de l'Environnement s'est fixée comme objectif de réduire les consommations d'énergie du parc des bâtiments existants d'au moins 38% d'ici à 2020. Pour y arriver, le secteur tertiaire est au cœur du dispositif avec notamment la mise en place d'une obligation de travaux.

La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite "Grenelle 2", prévoit en effet dans son article 3 que *"des travaux d'amélioration de la performance énergétique seront réalisés dans les bâtiments existants à usage tertiaire ou dans lesquels s'exerce une activité de service public dans un délai de 8 ans à compter du 1^{er} janvier 2012"*. Cette mesure, tout *"en tenant compte de l'état initial et de la destination du bâtiment, de contraintes techniques exceptionnelles, de l'accessibilité des personnes handicapées ou à mobilité réduite ou de nécessités liées à la conservation du patrimoine historique"*, impose des travaux aux performances thermiques et énergétiques accrues, destinées à réduire les consommations énergétiques des bâtiments tertiaires.

De la même manière, le "Bail vert", prévu par l'article 8 du "Grenelle 2", fait également partie des moyens d'action visant à augmenter de 20% l'efficacité énergétique des bâtiments à l'horizon 2020 et à accélérer les actions de rénovation dans le secteur tertiaire.

Selon l'article L.125-9 du Code de l'environnement, les baux conclus ou renouvelés portant sur des locaux de plus de 2 000 mètres carrés à usage de bureaux ou de commerces doivent comporter une annexe environnementale, ou "Bail vert". Aujourd'hui applicable pour les baux nouveaux et renouvelés, puis à partir du 14 juillet 2013 pour les baux en cours, cette

Le contexte de l'étude

mesure introduit un fait inédit – en tout cas par rapport à l'habitat résidentiel – et déclencheur de travaux : l'implication du locataire. Elle oblige ainsi bailleurs et preneurs à détailler, dans une annexe verte, la liste, le descriptif complet et les caractéristiques énergétiques des équipements et systèmes des locaux loués, les consommations annuelles d'eau et d'énergie ainsi que la quantité annuelle de déchets générés. Sur cette base, connue des deux parties, le bailleur et le locataire doivent s'engager ensemble sur un programme d'actions d'amélioration de l'efficacité énergétique des locaux. L'annexe verte détermine également selon quelle périodicité le preneur et le bailleur réaliseront un bilan de l'évolution de la performance énergétique et environnementale des locaux loués.

De surcroît, le parc des bâtiments détenus et occupés par l'Etat est également concerné par ces exigences de maîtrise de l'énergie. Au niveau national d'abord, l'article 5 de la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, dite "Grenelle 1", du 3 août 2009, dispose comme objectif une réduction de 40% des consommations énergétiques et de 50% des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments publics.

Sur le plan communautaire, cette même dynamique de rénovation du parc tertiaire est en marche. A cet égard, la transposition en droit national de la directive 2012/27/UE sur l'efficacité énergétique, publiée au Journal officiel de l'Union européenne le 14 novembre 2012, impose à partir du 1^{er} janvier 2014 un objectif de 3% de rénovation annuelle de la surface des bâtiments détenus et occupés par l'administration centrale. Le texte vise précisément 3% de la surface au sol "*chauffée et/ou refroidie totale des bâtiments appartenant à l'administration centrale et occupés par celle-ci*". Ce critère doit s'appliquer aux bâtiments "*ayant une surface au sol utile totale*" supérieure à 500 m² et, à partir de juillet 2015, à ceux dont cette surface dépasse 250 m².

En outre, ces exigences réglementaires devraient être réaffirmées et complétées par d'autres mesures dans le projet de loi de programmation énergétique, annoncé pour le printemps 2014, afin de persévérer dans la maîtrise des consommations d'énergie, et amorcer la transition énergétique. D'autant plus qu'aujourd'hui, des solutions techniques existent pour atteindre les niveaux des labels de performance énergétique qui ont été mis en place pour la rénovation et, en particulier, le label "Bâtiment Basse Consommation rénovation" (BBC rénovation).



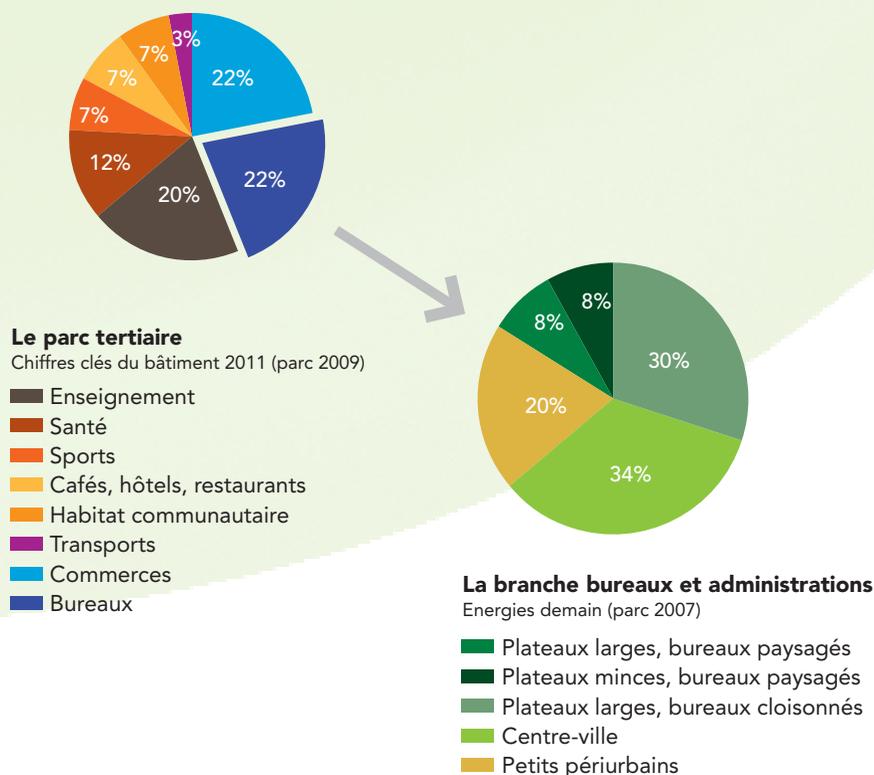
Le secteur tertiaire et celui des bureaux

En France, le parc tertiaire représentait environ 912 millions de m² en 2009, soit environ 30% de la surface du parc résidentiel. Il est constitué de 8 branches, par ordre de surface décroissante (voir Figure 1) :

- Commerces,
- Bureaux,
- Enseignement,
- Santé,
- Sport, Loisirs, Culture,
- Café, Hôtels, restaurants (CaHoRe),
- Habitat communautaire,
- Transports.

Cette étude porte sur le parc de bâtiments de bureaux qui représente 22% du parc tertiaire total soit environ 200 millions de m² ; les constructions neuves représentent plus de 10 millions de m² par an en moyenne ces 10 dernières années.

Figure 1 : Segmentation du parc tertiaire de bureaux





Typologies et bâtiments types retenus

Suite à un travail de segmentation et de description du parc tertiaire, le Bureau d'Etudes Energies Demain a identifié 5 typologies de bâtiments de bureaux (voir Annexe – Typologie des bâtiments du parc tertiaire). Parmi celles-ci, deux typologies de bâtiments de bureaux ont été sélectionnées dans le cadre de cette étude (voir Figure 2) :

- les bureaux de centre-ville,
- les bureaux à plateaux larges et bureaux cloisonnés.

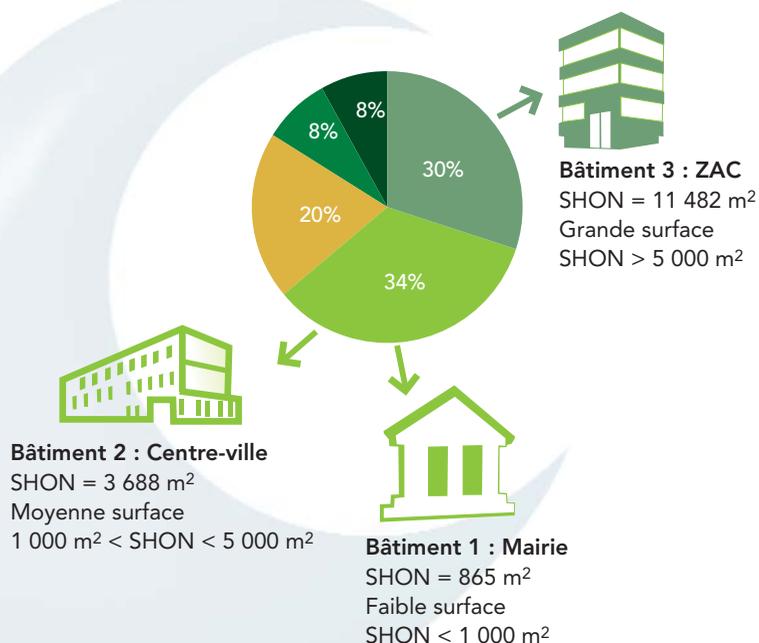
Ces 2 typologies de bâtiment représentent plus de 60% des immeubles de bureaux existants en France.

Sur la base des caractéristiques architecturales et techniques des typologies, trois bâtiments types ont été étudiés :

- deux pour la typologie "immeuble de centre-ville", qui présente la plus grande disparité architecturale,
- un pour la typologie "Plateaux larges, bureaux cloisonnés".

La surface étant un facteur déterminant pour le type de solution à mettre en œuvre, ces trois bâtiments ont été choisis pour représenter une grande diversité de surfaces utiles, allant de moins de 1 000 m² pour la mairie à plus de 11 000 m² pour l'immeuble de ZAC (Zone d'Activités Commerciales).

Figure 2 : Les typologies et les bâtiments types retenus pour l'étude



➔ Caractéristiques techniques initiales

Les trois bâtiments de l'étude ont fait l'objet d'une rénovation partielle, tant sur la partie enveloppe que sur les systèmes climatiques, et sont représentatifs du parc moyen de leur secteur.

Les caractéristiques architecturales principales de ces bâtiments sont décrites en annexe dans le Tableau 1 et les caractéristiques des systèmes sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 1 : Caractéristiques initiales du bâti

Bureaux de faible surface - SHON < 1 000 m²

Bâtiment 1 : Mairie



Descriptif

bureaux type mairie situés en centre-ville, d'une surface SHON d'environ 865 m² et comprenant une zone accueil au RdC, des zones de bureaux cloisonnés sur 2 niveaux et une grande salle du conseil.

- › 1920, centre-ville, isolé sur parcelle, R+2
- › Murs extérieurs : pierres ITI 60 mm PSE + BA10
- › Menuiseries : bois simple vitrage
- › Plancher haut :
Toiture terrasse isolée : 60 mm PSE
Rampants : 150 mm Laine de verre
- › Plancher bas :
Sur terre-plein : 80 mm XPS /s dalle

Bureaux de moyenne surface - 1 000 < SHON < 5 000 m²

Bâtiment 2 : Centre-ville



Descriptif

immeuble de bureaux d'une surface SHON d'environ 3 688 m² comprenant des zones communes à chaque niveau et des zones de bureaux cloisonnés ou ouverts sur 5 niveaux ; situé en centre-ville.

- › Début XX^e, centre-ville, mitoyen, R+4
- › Murs extérieurs : pierres et béton, non isolés
- › Menuiseries : bois simple vitrage
- › Plancher haut :
Toiture terrasse : non isolée
Rampants : 80 mm Laine de verre + BA13
- › Plancher bas :
Sur terre-plein : non isolé

Bureaux de grande surface - 5 000 m² < SHON

Bâtiment 3 : ZAC



Descriptif

immeuble de bureaux d'une surface SHON d'environ 11 482 m² ; il comprend une zone commune (accueil et réunions) au RdC et des zones de bureaux cloisonnés et ouverts sur 13 niveaux ; il est situé dans une ZAC sur un terrain aménagé en parking et espaces verts.

- › 1970, ZAC, isolé sur parcelle, R+13
- › Murs extérieurs : structure béton, non isolés
- › Menuiseries : aluminium double-vitrage 4/6/4 air
- › Plancher haut :
Toiture terrasse : non isolée
Rampants : 150 mm Laine de verre + BA13
- › Plancher bas :
Sur terre-plein : non isolé
Sur parking : non isolé

La méthodologie de l'étude

Tableau 2 : Caractéristiques initiales des systèmes de chauffage et de production d'ECS

Bâtiment 1 : Mairie

| | |
|--------------------|---|
| Gaz/Fioul | Chaudière P _n = 50 kW, rendement = 92% (PCI) Groupe froid de 50 kW avec EER = 2.40 |
| Électricité | PAC électrique air/eau (CHAUD : P _n = 51.9 kW, COP = 2.45 ; FROID : P _n = 51.4 kW, EER = 2.61). Régulation TOR, pas de loi d'eau. |
| RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé en sous-station. Groupe froid local de 50 kW avec EER = 2.40 |

Bâtiment 2 : Centre-ville

| | |
|--------------------|---|
| Gaz/Fioul | Chaudière P _n = 220 kW, rendement = 91.2% (PCI) Groupe froid de 180 kW avec EER = 2.6 |
| Électricité | PAC électrique air/eau (CHAUD : P _{nom} = 200 kW, COP = 2 ; FROID : P _{nom} = 180 kW, EER = 2), Régulation TOR, pas de loi d'eau. |
| RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé en sous-station. Groupe froid local de 180 kW avec EER = 2.6 |

Bâtiment 3 : ZAC

| | |
|--------------------|--|
| Gaz/Fioul | 2 chaudières puissance nominale 450 kW, rendement sur PCI de 91.2% 2 groupes froids de 430 kW avec EER = 2.5 |
| Électricité | 2 PAC électriques air/eau (CHAUD : P _{nom} = 450 kW, COP = 3.4 ; FROID : P _{nom} = 430 kW, EER = 3.1), régulation TOR, pas de loi d'eau. |
| RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé en sous-station. Groupe froid local de 430 kW avec EER = 2.50 |



Travaux pris en compte et niveaux de performance visés

Trois scénarios de rénovation ont été testés pour chaque typologie retenue (voir Figure 3). Ils correspondent à des objectifs croissants de performance énergétique observés dans la pratique.

Figure 3 : Synthèse des travaux effectués dans chaque scénario de rénovation

| SCÉNARIO 1 (SYST) pas de niveau visé | SCÉNARIO 2 (SYST+ENV) Atteinte du niveau RT globale | SCÉNARIO 3 (BBC) Atteinte du niveau BBC rénovation |
|---|---|---|
| Remplacement des systèmes techniques | Remplacement des systèmes techniques | Remplacement des systèmes techniques |
| | Bâti initial rénové (Ubât ≈ Ubât ref) | Bâti initial lourdement rénové (Ubât ≈ Ubât ref - 25%) |
| | | Ajout de panneaux photovoltaïques si nécessaire |

SCÉNARIO 1 : SYSTEMES

Ce premier scénario de rénovation vise à étudier l'impact du changement des systèmes de production de chaud et de froid sur la performance globale du bâtiment. Pour cela, l'énergie de chauffage du bâtiment est conservée et seul le système énergétique initial est remplacé par un ou des équipements performants (plusieurs solutions sont envisagées – elles concernent la génération, la distribution, l'émission et la programmation/régulation); les autres postes sont laissés dans leur état initial. Cette rénovation est simple et compatible avec la continuité de l'activité dans les locaux.

SCÉNARIO 2 : SYSTEMES + ENVELOPPE

L'objectif de ce deuxième scénario de rénovation est d'obtenir des bâtiments respectant les exigences de la RT Existant. Pour atteindre cet objectif :

- les mêmes systèmes énergétiques du scénario 1 sont étudiés,
- le bâti est rénové en partie de manière à ce que l'isolation thermique de l'enveloppe (Ubât¹) soit environ égale à la référence de la RT Existant,
- la rénovation des systèmes de ventilation, d'éclairage et des ouvrants en incluant la programmation /régulation associée est intégrée,
- des travaux annexes sont réalisés.

1. Ubât est la mesure du niveau de performance de l'enveloppe utilisée dans le cadre de la RT Existant et est exprimé en W/m².K. Plus le Ubât est faible, plus l'enveloppe est performante en termes de pertes thermiques.

SCÉNARIO 3 : RÉNOVATION BBC

Les bâtiments sont ici rénovés dans le but d'atteindre le niveau BBC rénovation. Pour atteindre cet objectif :

- les systèmes énergétiques des scénarios 1 et 2 sont testés,
- des améliorations supplémentaires sont apportées par rapport au scénario 2 afin que l'isolation thermique de l'enveloppe (U_{bât}) soit plus performante d'environ 25% par rapport à la référence de la RT Existant. Par expérience, nous estimons que ce niveau de performance permet généralement d'atteindre le niveau BBC rénovation,
- des travaux annexes sont réalisés (optimisation du pilotage de l'éclairage, de la ventilation...).

Ajout de panneaux photovoltaïques pour l'atteinte du niveau BBC rénovation : lorsque, malgré toutes les améliorations présentées précédemment, le niveau BBC rénovation n'est pas atteint, des panneaux photovoltaïques ont été ajoutés. Cet ajout est systématique dès lors que le Cep global n'atteint pas l'exigence du niveau label BBC rénovation.

Travaux sur les systèmes chauffage/refroidissement

Les systèmes de chauffage et de froid considérés en remplacement des systèmes initiaux sont les suivants :

Gaz/Fioul

- › Chaudière à condensation, groupe froid électrique et ventilo-convecteurs (CD+GF),
- › Pompe à chaleur à moteur combustible gazeux ou liquide couplée à des ventilo-convecteurs (PAC moteur combustible),
- › Pompe à chaleur à moteur combustible gazeux ou liquide couplée à un système à détente directe type DRV (PAC moteur combustible+DRV),
- › Pompe à chaleur à absorption combustible gazeux ou liquide couplée à des ventilo-convecteurs (PAC abso).

Électricité

- › Pompe à chaleur électrique air/eau réversible et ventilo-convecteurs (PAC élec),
- › Système à détente directe type DRV.

Réseau de chaleur

- › Raccordement à un réseau de chaleur, groupe froid électrique et ventilo-convecteurs (RCU+GF).

Régulation de l'installation

- › Régulation de température pièce par pièce liée à la régulation de la production d'énergie,
- › Système de supervision et analyse des consommations énergétiques.

À noter que, quel que soit l'état initial, il a été prévu d'équiper les bureaux rénovés avec un système de climatisation, soit via un groupe froid indépendant, soit en optant pour un système réversible. Il s'agit d'une solution standard de type "chaud ou froid", mise en œuvre à l'aide de ventilo-convecteurs (de type 2-tubes) ou de cassettes (DRV).

La méthodologie de l'étude

Détail des travaux annexes : les principaux travaux des scénarios de rénovation concernent le remplacement des systèmes de chauffage/refroidissement et l'amélioration du bâti. Cependant, des travaux dits annexes sont entrepris dans chaque scénario et contribuent (parfois fortement) à l'amélioration de la performance énergétique globale.

Ce qui est remplacé

- › Scénario 1 : remplacement quasi-systématique des ventilo-convecteurs avec un système de régulation certifié eubac.
- › Scénario 2 : mise en place d'une détection de présence pour l'éclairage et modification de la ventilation (hors solution double-flux non prise en compte dans le cadre de cette étude), avec système de régulation adéquat.
- › Scénario 3 : rénovation de l'éclairage consistant à remplacer les luminaires existants par des luminaires plus performants et à installer une gradation de l'éclairage, avec un système de régulation adéquat.

Ce qui est conservé

Dans toute l'étude, la distribution (bitube en cuivre ou acier calorifugé) est conservée.

Les caractéristiques des solutions de rénovation sont données en annexe par bâtiment et par scénario (Annexe – Caractéristiques synthétiques des bâtiments).



Calculs

Les consommations énergétiques ont été calculées avec Th-C-E ex, la méthode de calcul applicable à la RT Existant et demandée par les organismes certificateurs dans le cas d'une demande de labellisation. Cette méthode dite "globale" et le respect des exigences de la RT Existant n'est obligatoire que lorsque le montant des travaux est supérieur à un seuil d'environ 300 € HT/m² pour un bâtiment de plus de 1 000 m² postérieur à 1948. Elle a été utilisée pour les 3 bâtiments étudiés.



Zones climatiques

Deux zones climatiques ont été traitées, afin de couvrir un large panel de climats : H1a (Paris), et H3 (Nice).



Investissements

Les investissements sont issus de coûts moyens venant de l'expérience du bureau d'étude technique ADRET et du CRIGEN (Centre de Recherche et d'Innovation Gaz et Énergies nouvelles). Ils incluent les frais de la rénovation thermique avec ses coûts annexes ; par contre les finitions ou les autres travaux pouvant être effectués au même moment sont exclus.



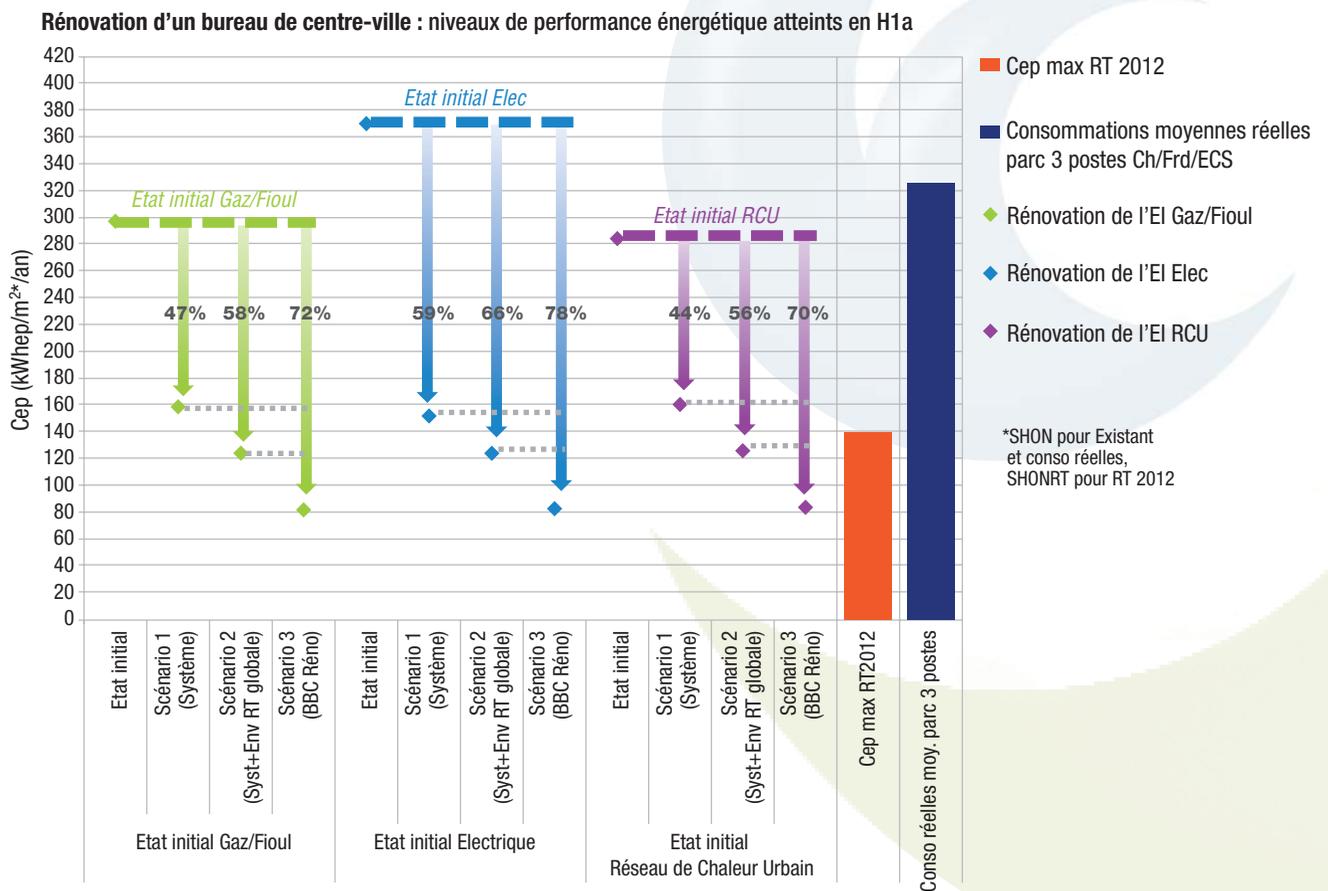
Rentabilité

Le prix des énergies pouvant varier dans le futur, il a été décidé de caractériser l'investissement nécessaire pour économiser 1 kilowattheure d'énergie primaire plutôt que de calculer les temps de retour sur investissement.

Le bâtiment pris en exemple pour commenter les résultats est le bâtiment "bureau de centre-ville" en zone climatique H1a car il est le plus représentatif des grandes tendances observées.

➔ 1.1. Les niveaux de performance énergétique qu'il est possible d'atteindre

Figure 4 : Consommations énergétiques après rénovation



1. Enseignements de l'étude

La Figure 4 montre que :

- les gains énergétiques sont élevés – environ 50% - dès le remplacement du système de chauffage/refroidissement,
- les bâtiments tertiaires de bureaux peuvent être rénovés à de hauts niveaux de performance proches des niveaux de performance de la RT 2012² avec des bouquets de travaux portant sur la rénovation du système thermique et le traitement, au moins partiel, de l'enveloppe.

Pour l'atteinte du niveau BBC rénovation, il est nécessaire de traiter de manière complète le bâti voire, dans certains cas, d'ajouter des panneaux photovoltaïques. Cette rénovation peut se faire de manière globale ou séquentielle. Ainsi un phasage des travaux débutant par une rénovation de la chaufferie suivi de celle de l'enveloppe permet d'étaler les investissements dans le temps et de valoriser immédiatement les économies d'énergie les plus rentables.

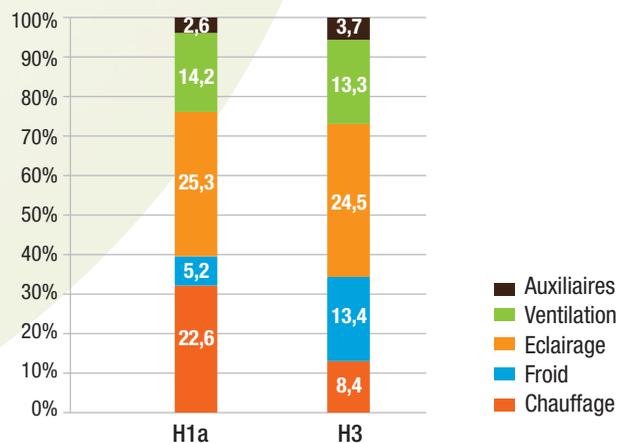


1.2. Structure des consommations énergétiques

1.2.1. Impact des zones climatiques dans les consommations

Les solutions techniques et le niveau d'investissement sont impactés par la typologie mais aussi par la zone climatique. Les tendances en termes de répartition de la consommation par poste sont identiques dans toutes les zones climatiques sauf pour les besoins en chauffage et en climatisation. Les premiers diminuent en allant de la zone H1a à la zone H3 et les seconds suivent une tendance inverse.

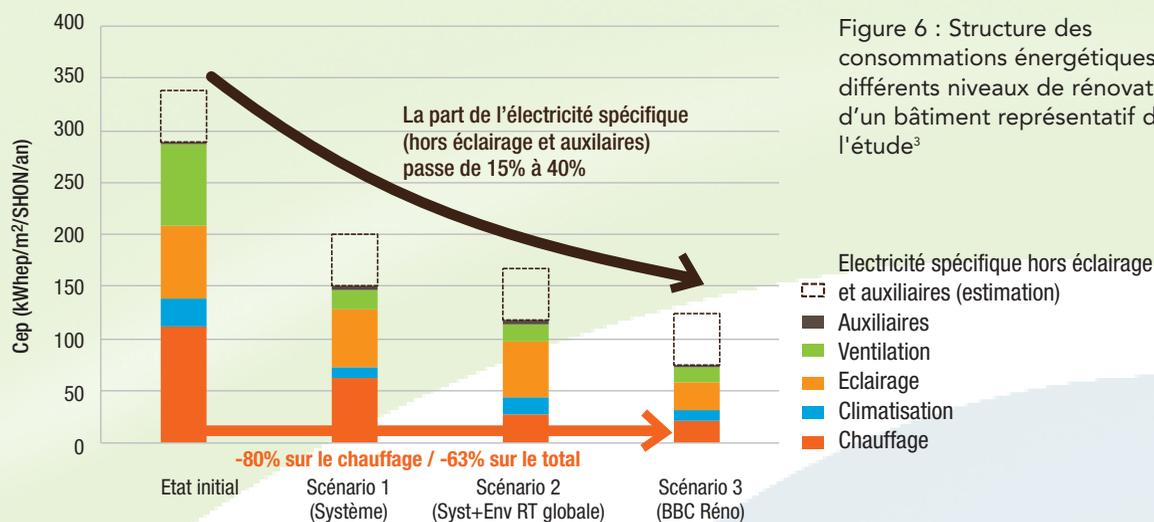
Figure 5 : Répartition des consommations énergétiques pour différentes zones climatiques pour un bâtiment rénové BBC représentatif de l'étude.



2. Le niveau d'exigence retenu pour la RT 2012 est celui du cas CE2 (autorisation de climatisation) puisqu'il faut souligner que la plupart des bureaux sont dans ce cas. Les méthodes de calcul et les surfaces de référence sont différentes, mais les ordres de grandeur sont conservés.

1. Enseignements de l'étude

1.2.2. Structure des consommations énergétiques



Le graphique 6 permet de visualiser la diminution des consommations d'énergie pour les usages réglementés alors que la consommation d'électricité spécifique se maintient. Dans un scénario de rénovation BBC, les usages spécifiques peuvent représenter la moitié des consommations énergétiques du bâtiment.

Ceci apparaît encore plus clairement sur les Diagnostics de Performance Énergétique (DPE – voir Annexe) qui tiennent compte de l'ensemble des usages. La classe de performance énergétique atteinte par un bâtiment BBC sera en classe C (111 – 210 kWhep/m² SU). Cela représente un saut de 1 classe pour un bâtiment utilisant le gaz, le fioul domestique ou la chaleur d'un réseau, et de 2 classes pour un bâtiment chauffé à l'électricité. Notons que le DPE, qui se fonde sur les factures d'énergie pour définir la consommation d'énergie primaire, ne permet pas de donner une consommation normalisée et opposable comme la RT existant. Il peut donc refléter l'impact de variables exogènes au bâtiment (rigueur climatique, variation de l'ensoleillement, taux d'occupation, vacance des locaux, changements d'activités...).

Étant donnée la part croissante de l'électricité spécifique dans les consommations énergétiques des bâtiments, celle-ci deviendra le principal gisement d'économies d'énergie. Les réglementations thermiques ne prenant en compte à ce jour qu'une partie de l'électricité spécifique (éclairage et auxiliaires), ce poste devrait donc être un enjeu majeur des futures réglementations.

3. Attention, en RT Existant, la consommation d'énergie due au fonctionnement du ventilo-convecteur est incluse dans les consommations d'auxiliaires de ventilation (et non des auxiliaires de chauffage). Ainsi, une réduction des consommations d'auxiliaires de ventilation est constatée dès le scénario système alors, qu'à ce stade, le système de ventilation lui-même (caissons et bouches) n'a pas été rénové.

1.2.3. Structure des investissements

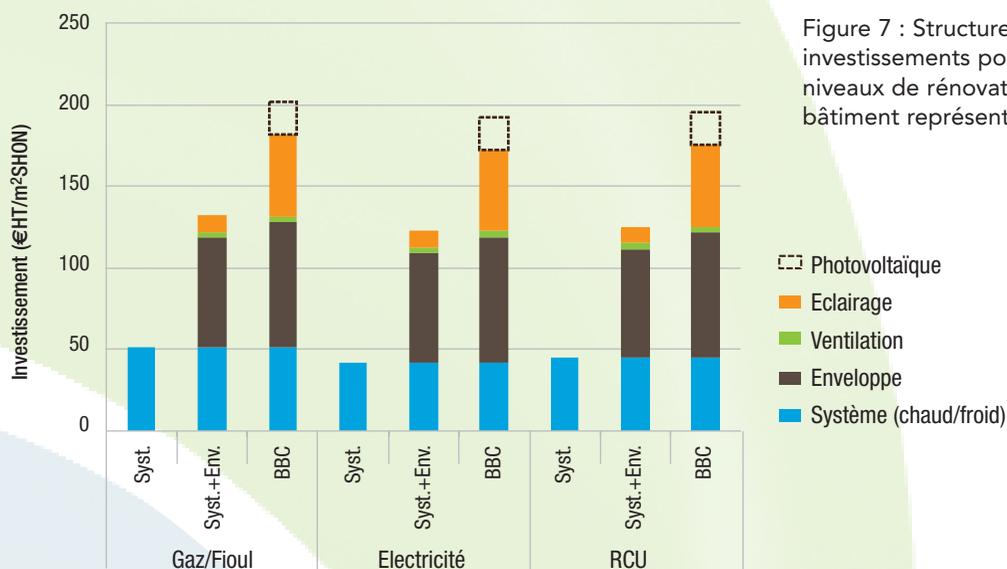


Figure 7 : Structure des investissements pour différents niveaux de rénovation pour un bâtiment représentatif de l'étude

En matière de structure des investissements, quelques points clés apparaissent dans la Figure 7 :

- le traitement de l'enveloppe est un poste important qui pourrait cependant être réduit avec la standardisation du processus de rénovation,
- les systèmes représentent moins de 40% de l'investissement total dès que l'on passe à une rénovation globale,
- l'amélioration de l'éclairage implique des investissements conséquents pour l'atteinte du niveau BBC et proportionnellement plus élevés que ceux nécessaires à la rénovation des systèmes thermiques,
- le photovoltaïque, pour sa part, lorsqu'il est nécessaire pour atteindre le niveau BBC (en pointillés sur la Figure 7), induit un investissement supplémentaire qui reste limité,
- les niveaux d'investissement sont proches quelle que soit l'énergie. Les différences d'investissement se font sur les postes traités.



2.1. Conception, réalisation, mise en service et maintenance

Le maître d'ouvrage a pour objectif de livrer, dans les délais et le budget imparti, un bâtiment dont les performances réelles s'approchent de celles annoncées et des attentes durables de son client (s'il n'est pas le futur occupant). Pour cela, il a la responsabilité de prévoir une mission de maîtrise d'œuvre adaptée. Celle-ci doit permettre à l'architecte d'intégrer les solutions de rénovation dans le bâtiment et au BET de définir précisément les lots en identifiant les tâches liées à la mise en service, au suivi du chantier et à la définition du contrat d'exploitation. La mise en place d'un processus de mesures et de vérifications permet de définir la situation de référence avant travaux (consommations énergétiques, conditions d'usage et de maintenance, état du bâtiment...). Dès lors, il permet de s'assurer dans la durée que la rénovation conduit bien aux performances attendues, et ainsi facilite la prise de décision du client.

Les marchés "travaux" doivent permettre à l'installateur de mettre en œuvre des dispositifs garants de la durabilité des équipements dans le temps (ex. traitements d'eau, prévention de l'embouage, secours), de procéder aux phases de réglages et de documenter la réalisation. Une mise en main à l'exploitant dès le jour de la réception est une garantie supplémentaire de prise en charge efficace. La détection précoce des réglages et finitions permet d'éviter des phases de contentieux longues, coûteuses, et dommageables en termes d'image pour tous les intervenants du chantier.

L'expérience montre, malheureusement, que certaines de ces précautions sont souvent négligées pour des raisons financières et de respect des délais. Les qualités "invisibles" mais fondamentales d'une installation performante sont rappelées ci-dessous :

La mise en service, elle doit inclure :

- des opérations de rinçage, qui visent à nettoyer les réseaux après travaux de soudure,
- des opérations d'équilibrage hydraulique qui sont facilitées à présent par des équipements automatiques sur ces réseaux et qui visent à régler sur le terrain le débit calculé pour chaque branche des réseaux chauffage et eau chaude sanitaire,
- des opérations d'optimisation des réglages des équipements, facilitées à présent par des équipements pouvant s'adapter facilement aux besoins réels de l'installation.

2. Autres points clés d'une rénovation énergétique

La prévention de l'embouage et de l'entartrage, elle consiste à :

- organiser les réseaux chauffage/climatisation et eau chaude sanitaire pour chasser l'air et vidanger si besoin,
- protéger les installations de chauffage, de climatisation ou de refroidissement contre l'embouage par l'élimination en continu des matières en suspension, via des systèmes performants,
- traiter l'eau du réseau de chauffage pour empêcher la corrosion par l'eau, et suivre la qualité de l'eau dans la durée,
- prévoir un traitement sur l'alimentation en eau froide de la production d'eau chaude sanitaire dans les zones à risque (eau à dureté élevée) et selon les matériaux des réseaux,
- prévoir les contrôles de dégazage sur les réseaux notamment lors des bascules chauffage/climatisation, avec vérification du bon écoulement sur les bacs à condensats.

Le contrat d'exploitation, il doit :

- être défini sur la base d'une installation documentée, remise par l'installateur à l'exploitant,
- être souscrit dès la mise en service : seuls certains composants sont garantis contractuellement ; les opérations d'entretien courant sont à réaliser par un professionnel dans le cadre d'un référentiel adapté au site et définissant la périodicité des tâches élémentaires,
- préciser les éléments couverts par les clauses de maintenance préventives (remplacement systématique de petits composants, ex : purgeur) et de maintenance curatives (remplacement sur casse, ex : pompe),
- comporter des éléments de suivi quantitatif par le donneur d'ordre : vérifications périodiques, relevés d'index, mesures sur les équipements, analyses des eaux de chauffage et d'ECS, etc.
- comporter les clauses de contrôle réglementaire périodique des équipements : chaudières, pompes à chaleur, groupes frigorifiques.

2. Autres points clés d'une rénovation énergétique



2.2. Le pilotage et la gestion des installations

Lors de la phase de conception, le maître d'ouvrage devra analyser le mode de pilotage et de gestion souhaité pour les équipements de production et les émetteurs. On rappelle ici la gradation possible dans les systèmes de pilotage :

- Régulation/programmation pièce par pièce (communicante) certifiée eubac,
- Régulation/programmation numérique de la production d'énergie (communicante),
- Gestion Technique de Bâtiment (GTB), avec poste central,
- Intégration d'autres fonctionnalités (ex : sécurité incendie),
- Logiciel d'analyse de la consommation.

Le choix d'un système sera associé à la connaissance du mode de gestion du bâtiment (propriétaire occupant avec services généraux intégrés, syndic avec entretien externalisé, poste de sécurité type E.R.P., etc.) et à la définition du contrat d'exploitation des équipements. Le recours à un système numérique facilite sa programmation, son évolutivité, la centralisation de données de comptages, etc. La mise en œuvre d'une télésurveillance ou d'une GTB permet d'améliorer la qualité de service avec une anticipation possible du ressenti des pannes (l'exploitant a été prévenu à distance). Les systèmes de GTB proposent aujourd'hui des interfaces conviviales et des utilitaires d'affichage et/ou de traitement des indices de performances.

Les consommations énergétiques sont très fortement majorées dans le cas de systèmes encrassés ou pilotés avec des scénarios inadaptés (fonctionnement en continu de la ventilation ou de l'éclairage même hors occupation, etc.). Plusieurs pistes peuvent être exploitées, en fonction de la gestion actuelle du bâtiment, telles que :

- Si le bâtiment a déjà un système de gestion, il faudra travailler sur son optimisation, améliorer les scénarios, proposer des réduits ou des extinctions lorsque le bâtiment n'est pas utilisé,
- Sinon, on s'orientera vers la mise en place d'un système de régulation et de gestion qui gèrera l'ensemble du bâtiment. On veillera alors à définir des consignes adaptées à la vie du bâtiment,
- Vérifier l'équilibrage hydraulique de l'installation, un déséquilibre peut rapidement conduire à des surconsommations de chauffage ou climatisation.

Une formation des personnels assurant l'entretien du bâtiment permettra d'assurer sa performance dans le temps, sans dérive des scénarios ou des consignes, par méconnaissance des systèmes ou perte des informations.



2.3. L'importance de l'occupant

La sensibilisation des utilisateurs aux économies d'énergie et au fonctionnement de leur bâtiment sera aussi une étape indispensable afin d'assurer leur adhésion et leur acceptation des consignes : température plus basse, absence de climatisation, ne pas ouvrir les fenêtres aux heures les plus chaudes...

En effet, les actions qui se concentrent sur la rénovation "technique" du parc ne sauraient, à elles seules, permettre d'atteindre les objectifs de réduction des consommations. Ainsi, les premiers retours d'expériences montrent que le niveau de consommation réel des immeubles performants – neufs ou rénovés – dépasse bien souvent le niveau de consommation escompté. Ceci est souvent dû à l'écart constaté entre le comportement réel des usagers du bâtiment et le comportement théorique renseigné dans les moteurs de calcul qui ont servi à l'évaluation préalable.

Le comportement des occupants constitue donc un rouage majeur des projets d'économie d'énergie.

Or, la mise en œuvre et la mobilisation autour de ces projets visant l'efficacité énergétique se heurte à une méconnaissance des mécanismes comportementaux. Comment les salariés vont-ils se comporter et utiliser ces nouveaux bâtiments, ces nouveaux dispositifs techniques ? Comment améliorer leur acceptabilité et faciliter leur appropriation ? Quels sont les leviers sur lesquels jouer pour initier la conduite du changement auprès des occupants des immeubles ? L'explication des comportements des occupants d'immeubles de bureaux doit rendre compte de la diversité des logiques en jeu (recherche de confort, d'efficacité au travail...) et des interactions sociales qui constituent le cadre d'action des occupants.

Pour se donner les moyens d'atteindre une faible consommation réelle, les questions qui se posent sont donc notamment les suivantes :

- Quelles sont les attentes des occupants de bureaux en matière de confort de l'espace de travail ? Quels sont les postes (confort thermique, espace, mobilier...) où les attentes sont les plus fortes ?
- Quelles sont les conditions d'adhésion à la démarche de développement durable ? A quelles conditions peut-on obtenir une modification des usages ?
- Quels sont les freins à l'appropriation des technologies ? Quels sont les avantages perçus et vécus des différents systèmes, et notamment des systèmes intelligents ? Est-ce vu comme une aide ou une confiscation de prérogatives ?
- Comment les occupants se sont-ils appropriés l'espace ? Quel est l'impact de ce nouvel espace sur les comportements (sociabilités professionnelles...) ?

2. Autres points clés d'une rénovation énergétique

- Comment susciter – grâce à la communication des porteurs de projet – l'adhésion des salariés ? Quels sont les arguments avancés ? Quels sont les plus convaincants ? Quel type de communication faut-il mettre en œuvre pour accompagner le projet ? Quelles sont les questions posées, les réticences des salariés ? Comment les porteurs de projet peuvent y répondre ?
- Quelles sont les interactions entre le pilotage du projet de rénovation et le management des salariés ? Quel est l'impact du climat social et comment faire pour que le projet de rénovation performante participe de l'apaisement des tensions plutôt que de leur exacerbation ?



2.4. Une approche en Analyse du Cycle de Vie des bâtiments

L'impact des consommations liées aux seuls usages réglementaires représente une part de plus en plus faible des impacts globaux, les phases de construction et de consommation d'électricité spécifique augmentant en proportion. En outre, les impacts environnementaux des différents postes ne sont pas les mêmes et il est nécessaire d'adopter une approche multicritère pour évaluer l'impact environnemental global d'un bâtiment. Le recours à l'approche cycle de vie dans les indicateurs permet d'avoir une meilleure représentativité des différentes étapes et des différents postes. En effet, l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) repose sur deux principes fondamentaux :

- l'intégration de toutes les phases du cycle de vie qui permet de prendre en compte l'ensemble de la vie du bâtiment (de la construction à la déconstruction),
- la présentation d'une évaluation multicritère qui permet d'éviter les transferts de pollution d'un impact à un autre.

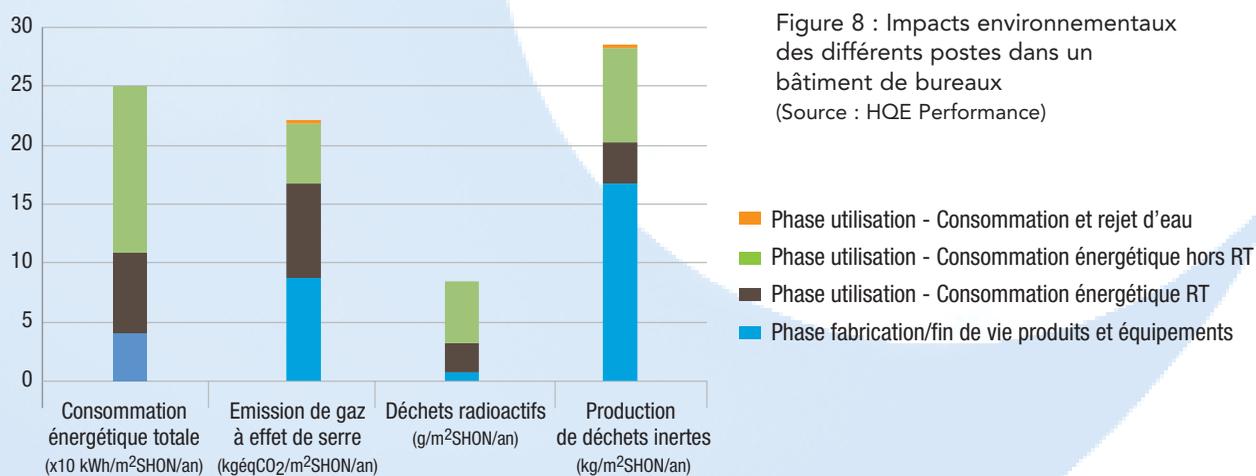
La Figure 8 présente la part relative des différents postes d'une ACV (consommations réglementées, fabrication/transport des matériaux, etc.) pour différents indicateurs environnementaux importants des bâtiments tertiaires de bureaux⁴.

En termes de consommation énergétique, les consommations réglementaires représentent moins d'un tiers des consommations énergétiques globales. Celle-ci est "concurrencée" par la fabrication et le transport des composants ainsi que par les consommations énergétiques dites "non réglementées" (électricité spécifique en majorité).

Le rôle de chaque phase ou de chaque poste consommateur d'énergie est différent selon l'indicateur observé. Ainsi, la part de la fabrication et du transport est très élevée dans la génération des déchets inertes par exemple (quatrième colonne de la figure ci-dessous).

4. Calculs réalisés dans le cadre du programme HQE Performance (immeubles neufs et existants).

La réduction des consommations énergétiques des bâtiments dans les années à venir rend l'approche ACV de plus en plus pertinente. La démarche HQE Performance est ainsi la probable préfiguration des futures réglementations environnementales dans le secteur du bâtiment. Ceci permettra de limiter réellement l'impact environnemental global des bâtiments. L'approche ACV a aussi des conséquences en termes de solutions techniques. Outre l'amélioration de l'isolation et de la performance des systèmes de chaud et de froid, l'ACV montre qu'il est nécessaire de tenter de réduire les consommations d'électricité spécifique et favoriser un approvisionnement en matériaux avec un faible impact en termes de GES, c'est-à-dire notamment des composants produits le plus localement possible.



Remarque sur certains indicateurs :

- Déchets inertes : béton, terre cuite, carrelage, verre et plus généralement les déchets de matériaux minéraux non pollués...
- Gaz à effet de serre (GES) : dioxyde de carbone, méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O), hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre (SF₆).
- Consommation énergétique : consommation d'énergie des 5 usages de la réglementation thermique (chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire, éclairage, auxiliaires de ventilation).
- Consommation énergétique "non réglementée" : la consommation d'électricité spécifique et des process.
- Consommation d'eau et rejets : consommation d'eau et rejets pendant la vie du bâtiment.

La rénovation du parc existant des bâtiments - qui contribue à 43% des consommations énergétiques et à plus de 20% des émissions de gaz à effet de serre - est un enjeu important pour la France dans sa démarche volontariste de mettre en œuvre une politique environnementale efficace et de maîtriser la facture énergétique. Le parc tertiaire qui représente le tiers de ce bilan ne doit donc pas être négligé et fait d'ailleurs l'objet d'une obligation de travaux dans le cadre des lois du Grenelle de l'Environnement.

Le présent guide s'est donné comme objectif d'identifier les travaux d'économie d'énergie optimum du point de vue énergétique et économique pour les bureaux climatisés.

L'efficacité énergétique et économique de la rénovation des systèmes climatiques

En termes d'efficacité énergétique, la rénovation du chauffage et de la climatisation est le premier poste d'économies d'énergie. Elle permet à elle seule de réduire la consommation, et ce quelle que soit l'énergie de chauffage utilisée, de plus de 40% pour des coûts d'investissements de l'ordre de 50 €/HT/m² SHON (en énergie primaire et pour les 5 usages réglementés, à savoir : chauffage, eau chaude sanitaire, climatisation, éclairage, auxiliaires de chauffage et de ventilation). Le système de chauffage, ventilation et climatisation doit impérativement être piloté par un système de régulation adapté (liaison entre le besoin et la génération de chaud ou de froid).

Ainsi, cette économie d'énergie se retrouve immédiatement sur la facture – toutes consommations confondues, soit les 5 usages réglementaires et la consommation d'électricité spécifique – mais permet également d'améliorer la classe de performance énergétique du bâtiment :

- Pour un bâtiment utilisant le gaz, le fioul domestique ou la chaleur d'un réseau, la performance énergétique du bâtiment, qui avant rénovation s'établissait à plus de 300 kWhep/m² SU, se trouvera améliorée pour s'établir autour de 200 kWhep/m² SU. En termes de classe de performance énergétique, le bâtiment passe ainsi d'une classe de performance D (211 – 350 kWhep/m² SU) à une classe de performance C (111 – 210 kWhep/m² SU).
- Pour un bâtiment utilisant l'électricité, la performance énergétique du bâtiment s'élève à plus de 360 kWhep/m² SU avant rénovation et à environ 200 kWhep/m² SU après rénovation. Le bâtiment passe ainsi d'une classe de performance E (351 – 540 kWhep/m² SU) à une classe de performance C (111 – 210 kWhep/m² SU).

3. Les propositions d'Énergies et Avenir

Le poids des consommations d'électricité spécifique

Ce saut d'une à deux classes de performance peut paraître relativement modeste ; il s'explique par le poids de la consommation d'électricité spécifique qui représente un poste important et difficilement compressible. Ainsi, dans un bâtiment BBC, la consommation d'énergie, tous usages confondus, s'établit à un peu plus de 150 kWhep/m² SU dont plus de la moitié concerne la consommation d'électricité des auxiliaires et de l'éclairage. La classe de performance énergétique d'un bâtiment BBC sera au mieux en C (111 – 210 kWhep/m² SU) pour des investissements qui sont considérables, de l'ordre de 200 €/HT/m² SHON.

Cela veut dire également que la part des usages réglementés d'un bâtiment BBC est réduite à environ 80 kWhep/m² SU et que le principal poste de consommations d'énergie, qui était auparavant le chauffage, devient celui de l'éclairage. Cela met en exergue la nécessité à moyen terme, une fois la rénovation du système et du bâti réalisée, de réorienter les priorités en se concentrant sur la réduction de la consommation d'électricité pour l'éclairage et les usages spécifiques.

200 kWhep/m² SU : le meilleur compromis entre gains énergétiques et investissements

Un objectif de rénovation qui permet de faire passer un bâtiment d'une classe de performance D ou E à une consommation de l'ordre de 200 kWhep/m² représente le meilleur compromis entre gains d'efficacité énergétique (40%) et coûts d'investissement (50 €/HT/m²). Aller au-delà exige de mobiliser 4 fois plus d'investissements (200 €/HT/m²) pour un gain énergétique supplémentaire réduit (30%).

Les outils de la rénovation : audit énergétique et simulation thermique dynamique

La classe de performance énergétique est un élément d'appréciation de la performance énergétique d'un bâtiment mais reste imparfaite. Basée sur la consommation ou les factures d'énergie, elle est sensible au climat (pour le chauffage), à l'exposition solaire (pour la climatisation), à la vacance des locaux, à leur niveau d'occupation ou encore aux changements d'activités. Une réelle expertise, c'est-à-dire un audit énergétique, doit donc être réalisé afin d'identifier la performance énergétique intrinsèque du bâtiment en s'abstrayant des paramètres externes au bâtiment qui ne sont pas maîtrisés.

3. Les propositions d'Energies et Avenir

Cet audit, en identifiant la performance réelle du bâtiment, permettra d'évaluer le poids des différents usages énergétiques, de proposer des bouquets de travaux optimums et d'optimiser ainsi les investissements.

Pour les bâtiments d'une taille importante, plus de 10 000 m² par exemple, il pourra être intéressant de recourir à une simulation thermique dynamique afin d'identifier au plus près les phénomènes physiques et d'optimiser thermiquement et économiquement la rénovation énergétique.

La rénovation urbaine : éco-quartier et ACV

Pour aller plus loin, une approche environnementale pourra également être mise en œuvre, notamment lorsque la rénovation du bâtiment s'intègre dans la rénovation d'un quartier ou d'une ville. Elles permettent notamment d'analyser l'impact des choix énergétiques à l'échelle d'un territoire (énergie centralisée ou décentralisée, énergie locale ou de réseau...) et les synergies d'usages ou de production d'énergie qui peuvent être partagées avec les autres bâtiments (boucle locale à eau chaude, production d'électricité photovoltaïque, production d'électricité par micro ou mini-cogénération...).

Maintenance, pilotage, suivi des consommations énergétiques

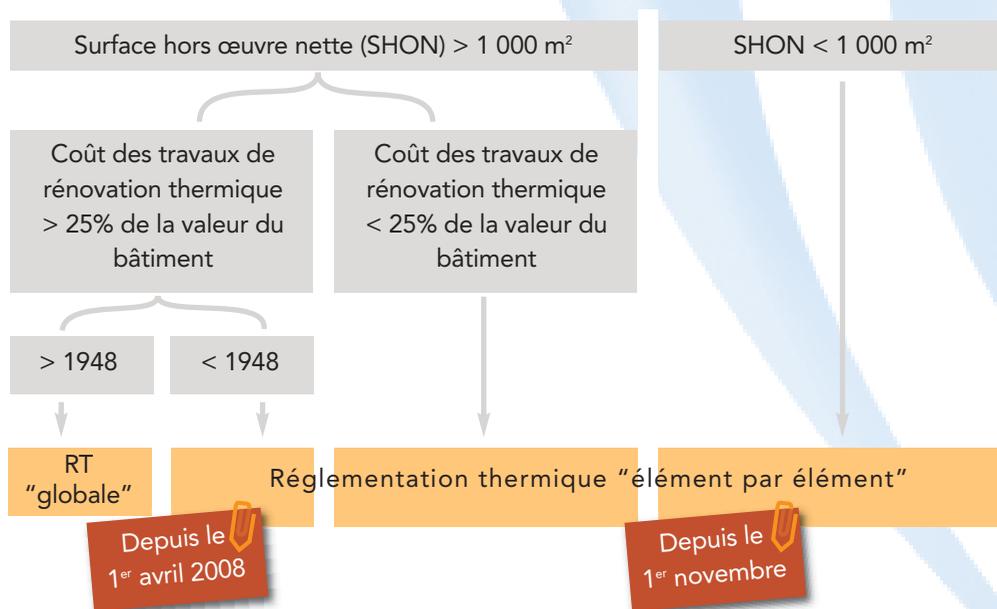
Enfin un paramètre à ne pas négliger est celui de la maintenance, qui assure la durabilité des équipements et leur performance, ainsi que l'optimisation du système de régulation des installations climatiques et permet d'adapter le fonctionnement du bâtiment au mode d'occupation et aux activités. En outre, le suivi des consommations d'énergie donne un retour d'expérience sur la sensibilité de celles-ci aux paramètres externes du bâtiment.

Annexes

| | |
|---|----|
| La réglementation thermique pour les bâtiments existants du secteur tertiaire ... | 30 |
| Typologie du parc des bâtiments tertiaire | 36 |
| Caractéristiques synthétiques des bâtiments | 38 |
| Fiches méthodologiques | 44 |
| 1. Mairie et immeuble de centre-ville | 45 |
| 2. Immeuble de bureaux de centre-ville..... | 50 |
| 3. Immeuble de ZAC de grande surface | 55 |
| Glossaire | 60 |

La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage. L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration.

Elle est complétée par un Diagnostic de Performance Energétique (DPE), obligatoire lors des ventes de locaux ou bâtiments.



Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

→ **RT globale** : pour les rénovations très lourdes de bâtiments de plus de 1 000 m² de Surface Hors Œuvre Nette (SHON), achevés après 1948, dont le coût des travaux de rénovation énergétique dépasse 25% du coût de la construction, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové. Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.

Ce premier volet de la RT est applicable pour les permis de construire déposés après le 31 mars 2008.

La réglementation thermique pour les bâtiments existants du secteur tertiaire

Source : www.rt-batiment.fr

- **RT élément par élément** : pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. Ce second volet de la RT est applicable pour les marchés ou les devis acceptés à partir du 1^{er} novembre 2007.
- **DPE** : pour les ventes de locaux.

La RT globale (ou RT existante)

En raison de l'importance des travaux et de la taille des surfaces traitées, la rénovation des immeubles de bureaux s'inscrit la plupart du temps dans la RT globale.

- **L'évaluation de l'état initial du bâtiment** : la consommation d'énergie initiale du bâtiment est estimée par calcul grâce au moteur de calcul Th-C-E-ex. Celui-ci permet d'évaluer la performance initiale du bâtiment, d'orienter les choix de rénovation et d'estimer l'économie d'énergie réalisée grâce aux travaux par rapport à la situation antérieure.
- **L'économie d'énergie** : après les travaux, la consommation globale d'énergie du bâtiment pour les postes de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, les auxiliaires, ainsi que l'éclairage doit être inférieure à la consommation de référence de ce bâtiment. Le niveau de consommation en énergie primaire de référence (Cep ref) correspond à la consommation en énergie primaire qu'aurait ce même bâtiment pour des performances imposées des ouvrages et des équipements qui le composent.
- **Les bâtiments non résidentiels doivent également vérifier la condition suivante** : les travaux doivent conduire à un gain d'au moins 30 % sur la consommation d'énergie par rapport à l'état antérieur.

Les autres exigences :

- **Le confort d'été** : afin de limiter l'inconfort des occupants et l'utilisation de la climatisation, le bâtiment rénové doit assurer un confort d'été acceptable, dans la mesure de ce qui est possible compte tenu du bâti existant. La température intérieure conventionnelle (Tic) atteinte en été doit donc être inférieure à une température de référence.
- **Les "garde-fous"** : des performances minimales sont requises pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage...), lorsque ceux-ci sont modifiés par les travaux de rénovation.

EN RÉSUMÉ

Dans les bâtiments tertiaires, quatre conditions sont à respecter pour être réglementaire au sens de la RT globale :

- Performance du bâti : $U_{\text{bât projet}} < U_{\text{bât max}}$ (avec $U_{\text{bât max}} = 1,5 \times U_{\text{bât ref}}$)
- Niveaux de consommation énergétique :
- $Cep \text{ projet} \leq Cep \text{ initial} - 30\%$
- $Cep \text{ projet} \leq Cep \text{ référence}$
- Confort d'été : $Tic \text{ projet} \leq Tic \text{ référence}$

La réglementation thermique pour les bâtiments existants du secteur tertiaire

Le label BBC rénovation dans le secteur tertiaire

Pour atteindre le niveau BBC rénovation, un bâtiment tertiaire doit présenter une consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux inférieure de 40% à la consommation conventionnelle de référence définie dans la réglementation thermique.

EN RÉSUMÉ

Pour atteindre le niveau BBC rénovation, un bâtiment du secteur tertiaire doit respecter les conditions suivantes :

Ubât projet < Ubât max

Tic projet ≤ Tic référence

Cep projet ≤ Cep référence - 40%

Le Diagnostic de Performance Energétique Vente pour le secteur Tertiaire

Le champ d'application et les modalités pratiques du DPE vente sont établis dans le décret du 14 septembre 2006 "relatif au diagnostic de performance énergétique et à l'état de l'installation intérieure de gaz dans certains bâtiments", précisé par l'arrêté du 15 septembre 2006 "relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine" et modifié par l'arrêté du 8 février 2012 "modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine".

REMARQUE Les principales modifications dues à l'arrêté du 8 février 2012 figurent au paragraphe 4.2.5.

- **Champ d'application** : Le DPE vente en Tertiaire concerne tous les bâtiments mis en vente en France métropolitaine (arrêté du 15 septembre 2006), qu'ils soient en copropriété ou non, à l'exception des bâtiments exclus par les textes de référence.
- **Principes** : Les informations contenues dans le DPE vente sont recensées par un diagnostiqueur certifié et indépendant qui se déplace sur le terrain. Elles sont réglementées et un modèle de restitution doit être suivi, qui dépend du type de bâtiment (notamment différence entre Résidentiel et Tertiaire). Il est décrit par l'arrêté du 15 septembre 2006. Le DPE Tertiaire contient notamment :
 - les consommations globales en kWh d'énergie finale et en kWh d'énergie primaire par m² de surface utile et un classement de cette consommation d'énergie primaire sur une échelle de 9 classes "énergie",
 - les frais énergétiques annuels globaux en € par m² de surface utile,
 - les émissions équivalentes globales de CO₂ en kgCO₂ par m² de surface utile et un classement de ces émissions en équivalence de CO₂ sur une échelle de 9 "classes climat",
 - la quantité d'énergie primaire d'origine renouvelable produite et consommée à demeure,

- un descriptif du lot proposé à la vente et de ses équipements,

- des recommandations sur l'usage de l'énergie et les travaux d'énergie réalisables (non chiffrés en Tertiaire).

- **Factures** : Dans le cas du DPE vente en Tertiaire, les consommations énergétiques sont relevées (compteurs ou factures) et moyennées sur les trois dernières années, les trois derniers exercices ou sur la durée effective de fourniture de chauffage ou d'eau chaude. Dans la mesure où il s'agit de consommations relevées, il n'est pas possible de distinguer les différentes utilisations de l'énergie. Toutes les utilisations de l'énergie sont donc prises en compte.
- **Validité** : Le DPE est valable 10 ans, il doit être annexé à l'avant-contrat (promesse de vente, compromis de vente) ou, à défaut, à l'acte authentique de vente. Il est établi aux frais du vendeur, qui doit le tenir à la disposition de tout candidat acquéreur dès la mise en vente du bien.
- **Principales modifications du DPE tertiaire (arrêté du 8 février 2012)** : cet arrêté est applicable depuis le 1^{er} janvier 2013 et, pour les bâtiments tertiaires, il introduit plusieurs modifications, à savoir :
 - **Electricité produite à demeure**, désormais valorisée en énergie primaire dans l'étiquette "énergie" pour tous les bâtiments Résidentiel et Tertiaire : la quantité d'énergie électrique primaire produite à demeure peut désormais être déduite de la consommation totale d'énergie primaire dans les bâtiments résidentiel et tertiaire.
 - **Champ d'application et étiquettes pour le tertiaire, plusieurs modifications** : les centres commerciaux sont exclus du DPE, les classes H et I sont supprimées et les limites de classe des étiquettes énergie et climat sont revues dans de nombreux cas (probable lien avec l'obligation de travaux)
 - **Désormais 3 catégories d'étiquettes énergie et climat pour le tertiaire, adaptées aux différentes occupations** : Etiquette "Bureaux, Enseignement, Administration", Etiquette "Bâtiments à occupation continue : Hôpitaux, Hôtels, Internats...", Etiquette "Autres : sport, restauration, commerces individuels" ; les étiquettes Energie & Climat sont supprimées s'il y a une absence justifiée de relevé de consommations.
 - **Fin de la surface utile (SU) dans le tertiaire** : la SU ne sera plus utilisée dans les DPE des immeubles tertiaires. Les diagnostiqueurs devront parler de kWh par m² de surface thermique = surface utile x 1,1. Les consommations rapportées à la surface du nouveau DPE vont donc "baisser" de 10%.
 - **Fiabilisation du DPE** : obligation de visite du bâtiment, d'informations et d'explications personnalisées
 - **Obligation de visite du bâtiment par la personne certifiée qui élabore le DPE.**
 - **Obligation de remplir une fiche technique pour les DPE réalisés** selon la méthode conventionnelle
 - **Obligation de fournir des explications personnalisées sur les écarts entre factures et consommations conventionnelles**, en cas d'estimation des consommations par méthode conventionnelle

La réglementation thermique pour les bâtiments existants du secteur tertiaire

Modèle du DPE Vente "bureaux, services administratifs, enseignement"

(en vigueur jusqu'au 31 décembre 2012)

| Diagnostic de performance énergétique – tertiaire (6.3) | | | | |
|---|---|---|---|--------------------------------|
| N° : Valable jusqu'au : Type de bâtiment : Type d'activités : Année de construction : Surface utile : Adresse : | | Date : Diagnostiqueur : Signature : | | |
| Propriétaire : Nom : Adresse : | | Gestionnaire ou syndic (s'il y a lieu) : Nom : Adresse : | | |
| Consommations annuelles par énergie | | | | |
| obtenues au moyen des factures d'énergie des années, prix des énergies indexés au | | | | |
| | Moyenne annuelle des relevés ou factures | Consommations en énergies finales | Consommations en énergie primaire | Frais annuels d'énergie |
| | par énergie dans l'unité d'origine (s'il est disponible) | par énergie en kWh _{EF} | en kWh _{EP} | |
| CONSUMMATION TOTALE D'ÉNERGIE tous usages | | kWh _{EF} | kWh _{EP} | € TTC |
| Consommations énergétiques (en énergie primaire) pour les consommations totales d'énergie | | Émissions de gaz à effet de serre (GES) pour les consommations totales d'énergie | | |
| Consommation réelle : kWh _{EP} /m ² .an | | Estimation des émissions : kgCO ₂ /m ² .an | | |
| <p>Bâtiment économe</p> <p>≤ 50 A</p> <p>51 à 90 B</p> <p>91 à 150 C</p> <p>151 à 230 D</p> <p>231 à 330 E</p> <p>331 à 450 F</p> <p>451 à 590 G</p> <p>591 à 750 H</p> <p>> 750 I</p> <p>Bâtiment énergivore</p> | <p>Bâtiment</p> <p>kWh_{EP}/m².an</p> | <p>Faible émission de GES</p> <p>≤ 5 A</p> <p>6 à 10 B</p> <p>11 à 20 C</p> <p>21 à 35 D</p> <p>36 à 55 E</p> <p>56 à 80 F</p> <p>81 à 110 G</p> <p>111 à 145 H</p> <p>> 145 I</p> <p>Forte émission de GES</p> | <p>Bâtiment</p> <p>kgCO₂/m².an</p> | |

Modèle du DPE Vente "bureaux, services administratifs, enseignement"
(obligatoire à partir du 1^{er} janvier 2013)

| Diagnostic de performance énergétique <i>Une information au service de la lutte contre l'effet de serre</i> (6.3.a) bureaux, services administratifs, enseignement | | | |
|---|---|---|--------------------------------|
| N° : Valable jusqu'au : Le cas échéant, nature de l'ERP : Année de construction : | Date : Diagnostiqueur : Signature : | | |
| Adresse : <input type="checkbox"/> Bâtiment entier <input type="checkbox"/> Partie de bâtiment (à préciser) : S _{th} : | | | |
| Propriétaire : Nom : Adresse : | | Gestionnaire (s'il y a lieu) : Nom : Adresse : | |
| Consommations annuelles d'énergie <i>Période de relevés de consommations considérée :</i> | | | |
| | <i>Consommations en énergies finales</i> | <i>Consommations en énergie primaire</i> | <i>Frais annuels d'énergie</i> |
| | <i>détail par usage en kWh_{EF}</i> | <i>détail par usage en kWh_{EP}</i> | |
| Eclairage | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Bureautique | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Chauffage | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Eau chaude sanitaire | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Refroidissement | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Ascenseur(s) | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Autres usages | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Production d'électricité à demeure | <i>kWh_{EF}</i> | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Abonnements | | | € TTC |
| TOTAL | | <i>kWh_{EP}</i> | € TTC |
| Consommations énergétiques (en énergie primaire) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement, l'éclairage et les autres usages, déduction faite de la production d'électricité à demeure | | Émissions de gaz à effet de serre (GES) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement, l'éclairage et les autres usages | |
| Consommation estimée : kWh _{EP} /m ² .an | | Estimation des émissions : kgCO ₂ /m ² .an | |
| <p>Bâtiment économe ≤ 50 A 51 à 110 B 111 à 210 C 211 à 350 D 351 à 540 E 541 à 750 F > 750 G Bâtiment énergivore</p> | | <p>Faible émission de GES ≤ 5 A 6 à 15 B 16 à 30 C 31 à 60 D 61 à 100 E 101 à 145 F > 145 G Forte émission de GES</p> | |

Suite à un travail de segmentation et de description du parc tertiaire français réalisé par Energie Demain, cinq typologies de bureaux ont été identifiées. Elles sont présentées dans le Tableau ci-dessous :

| Typologie | Descriptif |
|--|--|
| 1. Immeuble à plateaux larges et bureaux paysagés | <p>Immeubles de bureaux développant de grandes surfaces ($S > 8\,000\text{ m}^2$), avec une profondeur de plateaux de 23 m. On retrouve dans cette catégorie les immeubles de grandes hauteurs (IGH et ITGH) mais également des immeubles moins hauts mais compensant leurs hauteurs par de grandes longueurs. Les propriétaires de ce type d'immeuble sont en grande majorité privés, sauf pour quelques gros bâtiments publics comme les préfectures de Nanterre (92) ou de Cergy (95).</p> <p>Ces immeubles sont occupés par un ou plusieurs utilisateurs qui peuvent être locataires ou propriétaires.</p> |
| 2. Immeuble à plateaux larges et bureaux cloisonnés | <p>Immeubles de bureaux développant des surfaces utiles généralement comprises entre 5 000 m² et 8 000 m² voire au-delà de 10 000 m², avec une profondeur de plateaux de 18 m. On peut, également, trouver dans cette catégorie des immeubles de grandes hauteurs (IGH et ITGH) ainsi que des immeubles de grandes longueurs.</p> <p>La différence majeure avec la typologie précédente, outre la superficie du bâtiment en lui-même, réside dans la flexibilité des plateaux qui peut être diminuée par le cloisonnement des bureaux.</p> <p>Les propriétaires de ce type d'immeuble sont en grande majorité privés, sauf pour quelques gros bâtiments publics comme des préfectures.</p> <p>Ces immeubles sont occupés par un ou plusieurs utilisateurs qui peuvent être locataires ou propriétaires.</p> |
| 3. Immeuble à plateaux minces et bureaux paysagés | <p>Similaire au bâtiment de la typologie 1, cette catégorie d'immeubles de bureaux se différencie uniquement par la profondeur des plateaux. Cette particularité fait que ces bâtiments sont plus "minces", avec une profondeur de plateau de 12 m contre 23 m pour la typologie 1. Cette caractéristique influence principalement l'éclairage, car elle permet d'exploiter au mieux les apports de lumière naturelle.</p> <p>Tout comme pour la première catégorie, ces bâtiments sont en majorité détenus par des propriétaires privés, à l'exception de quelques grands bâtiments publics.</p> |



Typologie du parc des bâtiments tertiaire

| Typologie | Descriptif |
|--|---|
| 4. Immeuble de centre ville | <p>Immeubles de bureaux développant des surfaces utiles comprises entre 1 000 m² et 5 000 m². La hauteur de ces bâtiments varie généralement de R+2 à R+7. On trouve dans cette typologie les immeubles à façade classée comme par exemple les façades haussmanniennes, mais également des bâtiments avec des façades en "voile percé" avec des proportions de vitrage plus ou moins prononcées.</p> <p>Les propriétaires de ce type d'immeuble sont privés ou publics. Les bâtiments publics telles que les mairies présentent souvent ce type de gabarit.</p> <p>Ces immeubles sont occupés par un ou plusieurs utilisateurs qui peuvent être locataires ou propriétaires.</p> |
| 5. Petits immeubles Périurbains | <p>Immeubles de bureaux développant de petites surfaces (S < 1 000 m²). Leur hauteur dépasse rarement le R+3. Ces bâtiments se situent principalement en périphérie urbaine ou dans les zones industrielles et d'activités. Les propriétaires de cette typologie d'immeuble sont en majorité de type privé.</p> <p>Ces immeubles sont occupés par un ou plusieurs utilisateurs qui peuvent être locataires ou propriétaires.</p> |



* Les consommations annoncées dans ce tableau sont issues de simulations thermiques dynamiques, réalisées par le BE Energies Demain. Il a été pris en compte les consommations de chauffage, de climatisation, des auxiliaires, d'éclairage, de ventilation et d'ECS.



Bâtiment 1 : mairie



| | | CVC | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|--|--------------|
| | | Solutions de chauffage | Solutions de climatisation | Emission | Régulation |
| | Etat initial Gaz/Fioul | Chaudière puissance nominale 50 kW, rendement sur PCI de 92% | Groupe froid de 50 kW avec EER = 2.40 | Ventilo-convecteurs 1 485 W | Tout ou rien |
| | Etat initial Electrique | PAC électrique air/eau (CHAUD : Pnom = 51.9 kW, COP = 2.45 ; FROID : Pnom = 51.4 kW, EER = 2.61) Régulation en tout en rien, pas de loi d'eau possible. | | | |
| | Etat initial RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé situé dans une sous-station | Groupe froid local de 50 kW avec EER = 2.40 | | |
| Energie de départ | | | | | |
| Scénario 1 SYSTÈME | Gaz/fioul | Chaudière condensation Pn=56.7 kW, rdt=97% (PCI) à 100% de charge | Groupe froid Pn=51kW, EER=2.82 | Remplacement des ventilo-convecteurs 1 200 W | Loi d'eau |
| | | PAC moteur combustible A/E (EC/EG) Pnchaud=64kW, Pnfroid=53.5kW, COP=1.61, COP(7°C)=1.20, EER=1.35 | | | |
| | | 2 PAC abso Pchaud=35.3kW, Rdt chauff =140% (PCI), Pnfroid=16.9kW, Rdt clim = 67% (PCI) | | | |
| | | 1 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) + DRV Pnchaud=67kW, Pnfroid=56kW, COP=1.68, COP(7°C)=1.25, EER=1.41 | | | |
| | Electricité | PAC électrique A/E Pnfroid=48.7kW, Pchaud=56.1kW, COP=3.56, EER=2.59 | | | |
| | | DRV Pnchaud=56.5kW, Pnfroid=50.4kW, COP=4.15, EER=3.88 | | | |
| RCU | Échangeur Pn=50kW Alimentation RCU : gaz naturel | Groupe froid Pn=51kW, EER=2.82 | | | |
| Scénario 2 SYST+ENV RT GLOBALE | Gaz/fioul | Chaudière condensation Pn=56.7 kW, rdt=97% (PCI) à 100% de charge | Groupe froid Pn=51kW, EER=2.82 | Remplacement des ventilo-convecteurs 1 200 W | Loi d'eau |
| | | PAC moteur combustible A/E (EC/EG) Pnchaud=64kW, Pnfroid=53.5kW, COP=1.61, COP(7°C)=1.20, EER=1.35 | | | |
| | | 2 PAC abso Pchaud=35.3kW, Rdt chauff =140% (PCI), Pnfroid=16.9kW, Rdt clim = 67% (PCI) | | | |
| | | 1 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) + DRV Pnchaud=67kW, Pnfroid=56kW, COP=1.68, COP(7°C)=1.25, EER=1.41 | | | |
| | Electricité | PAC électrique A/E Pnfroid=48.7kW, Pchaud=56.1kW, COP=3.56, EER=2.59 | | | |
| | | DRV Pnchaud=56.5kW, Pnfroid=50.4kW, COP=4.15, EER=3.88 | | | |
| RCU | Échangeur Pn=50kW Alimentation RCU : gaz naturel | Groupe froid Pn=51kW, EER=2.82 | | | |
| Scénario 3 BBC réno | Gaz/fioul | Chaudière condensation Pn=56.7 kW, rdt=97% (PCI) à 100% de charge | Groupe froid Pn=51kW, EER=2.82 | Remplacement des ventilo-convecteurs 1 200 W | Loi d'eau |
| | | PAC moteur combustible A/E (EC/EG) Pnchaud=64kW, Pnfroid=53.5kW, COP=1.61, COP(7°C)=1.20, EER=1.35 | | | |
| | | 2 PAC abso Pchaud=35.3kW, Rdt chauff =140% (PCI), Pnfroid=16.9kW, Rdt clim = 67% (PCI) | | | |
| | | 1 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) + DRV Pnchaud=67kW, Pnfroid=56kW, COP=1.68, COP(7°C)=1.25, EER=1.41 | | | |
| | Electricité | PAC électrique A/E Pnfroid=48.7kW, Pchaud=56.1kW, COP=3.56, EER=2.59 | | | |
| | | DRV Pnchaud=56.5kW, Pnfroid=50.4kW, COP=4.15, EER=3.88 | | | |
| RCU | Échangeur Pn=50kW Alimentation RCU : gaz naturel | Groupe froid Pn=51kW, EER=2.82 | | | |

Caractéristiques synthétiques des bâtiments

| | | | Enveloppe | | | | | Panneaux photovoltaïques | |
|---|--|---|--|--|--|---|-------------------------|--------------------------|--------------------|
| Eclairage : détection de présence | Ventilation | Eclairage | Murs | Plancher haut | Menuiseries extérieures | Plancher bas | Protections solaires | H1 | H3 |
| | VMC simple flux auto réglable | Luminaires plafonniers 10 W/m ² Ni gradation, ni détecteur de présence | Pierres 50cm, ITI 60 cm PSE + BA10 Agglo 20cm, ITI 60 cm PSE + BA10 | Hourdis 20cm, isolation 6cm PSE Couverture tuiles, ITI 15 cm laine de roche | Aluminium, simple vitrage | 5 cm chape béton, ITI styrodur 8cm sous dalle | | | |
| | | | | | | | | | |
| Oui | Remplacement caissons d'extraction et bouches | Remplacement des luminaires 8 W/m ² + gradation | ITI murs extérieurs (100 mm Laine de verre + BA13) | ITI rampants (200 mm Laine de Verre + BA13) | Remplacement des menuiseries existantes par des menuiseries PVC double vitrage 4/16/4 remplissage Argon | | Oui en zone H3 | 12 m ² | |
| | | | Isolation murs extérieurs (conservation ITI initiale 60 mm PSE + ajout ITE 100 mm de PSE) | ITI rampants (200 mm Laine de Verre + BA13) Isolation Toiture- terrasse (100 mm PUR + étanchéité) | | | | 123 m ² | 121 m ² |
| | | | | | | | | 12 m ² | |
| | | | | | | | | 24 m ² | |

Caractéristiques synthétiques des bâtiments



Bâtiment 2 : centre-ville



| | | CVC | | | |
|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|--|--------------|
| | | Solutions de chauffage | Solutions de climatisation | Emission | Régulation |
| | Etat initial Gaz/Fioul | Chaudière puissance nominale 220 kW, rendement sur PCI de 91.2% | Groupe froid de 180 kW avec EER = 2.6 | Ventilo convecteurs 15 300 W | Tout ou rien |
| | Etat initial Electrique | (CHAUD : Pnom = 200 kW, COP = 2 ; FROID : Pnom = 180 kW, EER = 2) Régulation en tout en rien, pas de loi d'eau possible. | | | |
| | Etat initial RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé situé dans une sous-station | Groupe froid de 180 kW avec EER = 2.6 | | |
| Energie de départ | | | | | |
| Scénario 1 SYSTÈME | Gaz/fioul | 2 Chaudières condensation Pn=95.6 kW, rdt=98.6% (PCI) à 100% de charge | 2 Groupes froid Pn=60kW, EER=3,0 | Remplacement des ventilo-convecteurs 5 830 W | Loi d'eau |
| | | 2 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) Pnchaud=80kW, Pnfroid=67.5kW, COP=1.49, COP(7°C)=1.11, EER=1.27 | | | |
| | | 8 PAC abso Pchaud=35.3kW, Rdt chauff =140% (PCI), Pnfroid=16.9kW, Rdt clim=67% (PCI) | | | |
| | Electricité | PAC électrique A/E Pnfroid=254kW, Pchaud=2706kW, COP=2.99, EER=2.88 | | | |
| RCU | DRV Pnchaud=170kW, Pnfroid=147kW, COP=3.7, EER=3.02 | | | | |
| Scénario 2 SYST+ENV RT GLOBALE | Gaz/fioul | 2 Chaudières condensation Pn=95.6 kW, rdt=98.6% (PCI) à 100% de charge | 2 Groupes froid Pn=60kW, EER=3,0 | Remplacement des ventilo-convecteurs 5 830 W | Loi d'eau |
| | | 2 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) Pnchaud=80kW, Pnfroid=67.5kW, COP=1.49, COP(7°C)=1.11, EER=1.27 | | | |
| | | 8 PAC abso Pchaud=35.3kW, Rdt chauff =140% (PCI), Pnfroid=16.9kW, Rdt clim=67% (PCI) | | | |
| | Electricité | PAC électrique A/E Pnfroid=254kW, Pchaud=2706kW, COP=2.99, EER=2.88 | | | |
| RCU | DRV Pnchaud=170kW, Pnfroid=147kW, COP=3.7, EER=3.02 | | | | |
| Scénario 3 BBC réno | Gaz/fioul | 2 Chaudières condensation Pn=95.6 kW, rdt=98.6% (PCI) à 100% de charge | 2 Groupes froid Pn=60kW, EER=3,0 | Remplacement des ventilo-convecteurs 5 830 W | Loi d'eau |
| | | 2 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) Pnchaud=80kW, Pnfroid=67.5kW, COP=1.49, COP(7°C)=1.11, EER=1.27 | | | |
| | | 8 PAC abso Pchaud=35.3kW, Rdt chauff =140% (PCI), Pnfroid=16.9kW, Rdt clim=67% (PCI) | | | |
| | Electricité | PAC électrique A/E Pnfroid=254kW, Pchaud=2706kW, COP=2.99, EER=2.88 | | | |
| RCU | DRV Pnchaud=170kW, Pnfroid=147kW, COP=3.7, EER=3.02 | | | | |
| | RCU | Échangeur Pn=220kW Alimentation RCU : gaz naturel | 2 Groupes froid Pn=60kW, EER=3,0 | | |
| | | Échangeur Pn=220kW Alimentation RCU : gaz naturel | 2 Groupes froid Pn=60kW, EER=3,0 | | |

| | | | Enveloppe | | | | | Panneaux photovoltaïques | |
|---|--|---|--|--|--|---|-------------------------|--------------------------|--------------------|
| Eclairage : détection de présence | Ventilation | Eclairage | Murs | Plancher haut | Menuiseries extérieures | Plancher bas | Protections solaires | H1 | H3 |
| Non | VMC simple flux auto réglable | Luminaires plafonniers Bureaux : 12 W/m ² Galerie : 16 W/m ² Ni gradation, ni détecteur de présence | Pierres 60cm, non isolé Béton 30cm non isolé Béton 25cm, ITI 5cm laine de verre | Béton non isolé Couverture tuiles, ITI 8 cm laine de verre+BA13 | Bois, simple vitrage | Béton 25 cm non isolé | | | |
| Oui | Remplacement caissons d'extraction et bouches | Remplacement des luminaires 6 W/m ² + gradation | ITI murs extérieurs (90 mm PUR + BA10) | Isolation rampants (300 mm Laine de Verre + BA13) | Remplacement des menuiseries existantes par des menuiseries PVC double vitrage 4/16/4 remplissage Argon | Isolation plancher sur TP (90 mm PUR) | Oui | 260 m ² | 560 m ² |

Caractéristiques synthétiques des bâtiments



Bâtiment 3 : ZAC

| | | CVC | | | |
|--------------------------------------|--|--|---|---|--------------|
| | | Solutions de chauffage | Solutions de climatisation | Emission | Régulation |
| | Etat initial Gaz/Fioul | 2 chaudières puissance nominale 450 kW, rendement sur PCI de 91.2% | 2 groupes froids de 430 kW avec EER = 2.5 | Ventilo convecteurs 27 000 W | Tout ou rien |
| | Etat initial Electrique | 2 PAC électriques air/eau (CHAUD : Pnom = 450 kW, COP = 3.4 ; FROID : Pnom = 430 kW, EER = 3.1) Régulation en tout en rien, pas de loi d'eau possible. | | | |
| | Etat initial RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé situé dans une sous-station | 2 groupes froids de 430 kW avec EER = 2.5 | | |
| Energie de départ | | | | | |
| Scénario 1 SYSTÈME | Gaz/fioul | 2 chaudières condensation Pn=370 kW, rdt=97.7% (PCI) à 100% de charge | 2 Groupes froid Pn=429kW, EER=2.95 | Remplacement des ventilo-convecteurs 11 000 W | Loi d'eau |
| | | 10 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) Pnchaud=80kW, Pnfroid=67.5kW, COP=1.49, COP(7°C)=1.11, EER=1.27 | | | |
| | Electricité | 4 PACélectriques A/E Pnfroid=211kW, Pchaud=225kW, COP=2.92, EER=2.80 | | | |
| | RCU | 8 groupes DRV Pnchaud=113kW, Pnfroid=98kW, COP=4.37, EER=3.89 | | | |
| Scénario 2 SYST+ENV RT GLOBALE | Gaz/fioul | Échangeur Pn=800kW Alimentation RCU : gaz naturel | 2 Groupes froid Pn=429kW, EER=2.95 | Remplacement des ventilo-convecteurs 11 000 W | Loi d'eau |
| | | Chaudière condensation Pn=370 kW, rdt=97.7% (PCI) à 100% de charge | 2 Groupes froid Pn=429kW, EER=2.95 | | |
| | 6 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) Pnchaud=80kW, Pnfroid=67.5kW, COP=1.49, COP(7°C)=1.11, EER=1.27 | | | | |
| | Electricité | 2 PAC électriques A/E Pnfroid=211kW, Pchaud=225kW, COP=2.92, EER=2.80 | | | |
| | RCU | 4 groupes DRV Pnchaud=113kW, Pnfroid=98kW, COP=4.37, EER=3.89 | | | |
| Scénario 3 BBC réno | Gaz/fioul | Échangeur Pn=450kW Alimentation RCU : gaz naturel | 2 Groupes froid Pn=429kW, EER=2.95 | Remplacement des ventilo-convecteurs 11 000 W | Loi d'eau |
| | | Chaudière condensation Pn=370 kW, rdt=97.7% (PCI) à 100% de charge | 2 Groupes froid Pn=429kW, EER=2.95 | | |
| | 6 PAC moteur combustible A/E(EC/EG) Pnchaud=80kW, Pnfroid=67.5kW, COP=1.49, COP(7°C)=1.11, EER=1.27 | | | | |
| | Electricité | 2 PACélectriques A/E Pnfroid=211kW, Pchaud=225kW, COP=2.92, EER=2.80 | | | |
| | RCU | 4 groupes DRV Pnchaud=113kW, Pnfroid=98kW, COP=4.37, EER=3.89 | | | |
| | RCU | Échangeur Pn=450kW Alimentation RCU : gaz naturel | 2 Groupes froid Pn=429kW, EER=2.95 | | |

| | | | Enveloppe | | | | | Panneaux photovoltaïques | |
|---|--|---|--|---|--|---|-------------------------|--------------------------|----|
| Eclairage : détection de présence | Ventilation | Eclairage | Murs | Plancher haut | Menuiseries extérieures | Plancher bas | Protections solaires | H1 | H3 |
| Non | VMC simple flux auto réglable | Luminaires plafonniers 10 W/m ² Ni gradation, ni détecteur de présence | Béton 20 cm, Doublage 60+10 Béton 25cm non isolé | Béton 25 cm Couverture tuiles, ITI 15 cm laine de verre + BA13 | Aluminium, double- vitrage 4/6/4 | Sur terre plein : béton 13 cm non isolé Sur parking : béton 30 cm non isolé | | | |
| | | | | | | | | | |
| Oui | Remplacement caissons d'extraction et bouches | Remplacement des luminaires 6 W/m ² + gradation | ITI/sur-isolation murs extérieurs (100 mm PSE + BA10) | ITI rampants (250 mm LdV + BA 13) Isolation toiture- terrasse (100 mm PSE) | Remplacement des menuiseries existantes par des menuiseries PVC double vitrage 4/16/4 remplissage Argon | Isolation plancher sur parking (100 mm fibre bois âme PSE) | Oui en zone H3 | 800 m ² | |
| | | | | | | | | 398 m ² | |
| | | | | | | | | 750 m ² | |

Fiches méthodologiques

Les fiches typologiques ci-dessous présentent les solutions techniques mises en œuvre et leurs niveaux de performance et d'investissement.

Elles ont vocation à informer les acteurs de la filière des différentes solutions techniques envisageables pour réaliser des rénovations de bâtiments de bureaux performantes en les illustrant pour différents types de bâtiments.

Elles ne se substituent en revanche en aucune manière au travail de conception et de conseil des acteurs de la filière, les chiffres sont communiqués à titre purement indicatif et ne doivent pas conduire à des conclusions générales sur les avantages ou les inconvénients de telle ou telle solution.

Signalons enfin, que les chiffrages n'intègrent pas les coûts de maintenance et de durabilité des systèmes.



1. MAIRIE ET IMMEUBLE DE CENTRE-VILLE



Typologie : Immeuble de centre-ville

Part du parc de la branche **31%**

Principales caractéristiques

Nb étages moyen **3**

Taux d'ouvertures **27%**

Mitoyenneté **20%**

Superficie moyenne **1 250 m²** par niveau

Taux de climatisation **19%**

Schéma descriptif



Description et exemples de bâtiments

Immeubles de bureaux développant des surfaces utiles comprises entre **1 000 m² et 5 000 m²**. La hauteur de ces bâtiments varie généralement de R+2 à R+7. On trouve dans cette typologie les immeubles à façade classée comme par exemple les façades haussmanniennes, mais également des bâtiments avec des façades en "voile percé" avec des proportions de vitrage plus ou moins prononcées.

Les propriétaires de ce type d'immeuble sont **privés ou publics**. Les bâtiments publics tels que les mairies présentent souvent ce type de gabarit.

Ces immeubles sont occupés par **un ou plusieurs utilisateurs** qui peuvent être locataires ou propriétaires.

DESCRIPTIF BÂTIMENT 1 : MAIRIE Bureaux de faible surface - SHON < 1 000 m²

Bureaux type mairie d'une surface SHON d'environ 865 m² comprenant une zone accueil au RdC, des zones de bureaux cloisonnés sur 2 niveaux et une grande salle du conseil ; situé en centre ville.

- › **1920, Centre-ville, Isolé sur parcelle, R+2**
- › **Murs extérieurs** : pierres, ITI 60 mm PSE + BA10
- › **Menuiseries** : bois simple vitrage
- › **Plancher haut** :
Toiture terrasse isolée : 60 mm PSE
Rampants : 150 mm Laine de verre
- › **Plancher bas** :
Sur terre-plein : 80 mm XPS /s dalle

| | Composition des parois | U (W/m ² .K) | ψ (W/m.K) |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------|
| Mur extérieur | 1 Pierres 50 cm, ITI 60 mm PSE + BA10 | 0,50 | |
| | 2 Agglo 20 cm, ITI 60 mm PSE + BA10 | 0,51 | |
| Plancher sur TP | 5 cm chape béton, ITI styrodur 8 cm sous dalle | 0,41 | |
| Toiture-terrasse | Hourdis 20 cm, isolation 6 cm PSE | 0,51 | |
| Rampants | Couverture tuiles, ITI 15 cm laine de roche | 0,31 | |
| Ponts thermiques L8 | | | 1,75 |
| Ponts thermiques L9 | | | 0,92 |
| Ponts thermiques L10 | | | 0,80 |

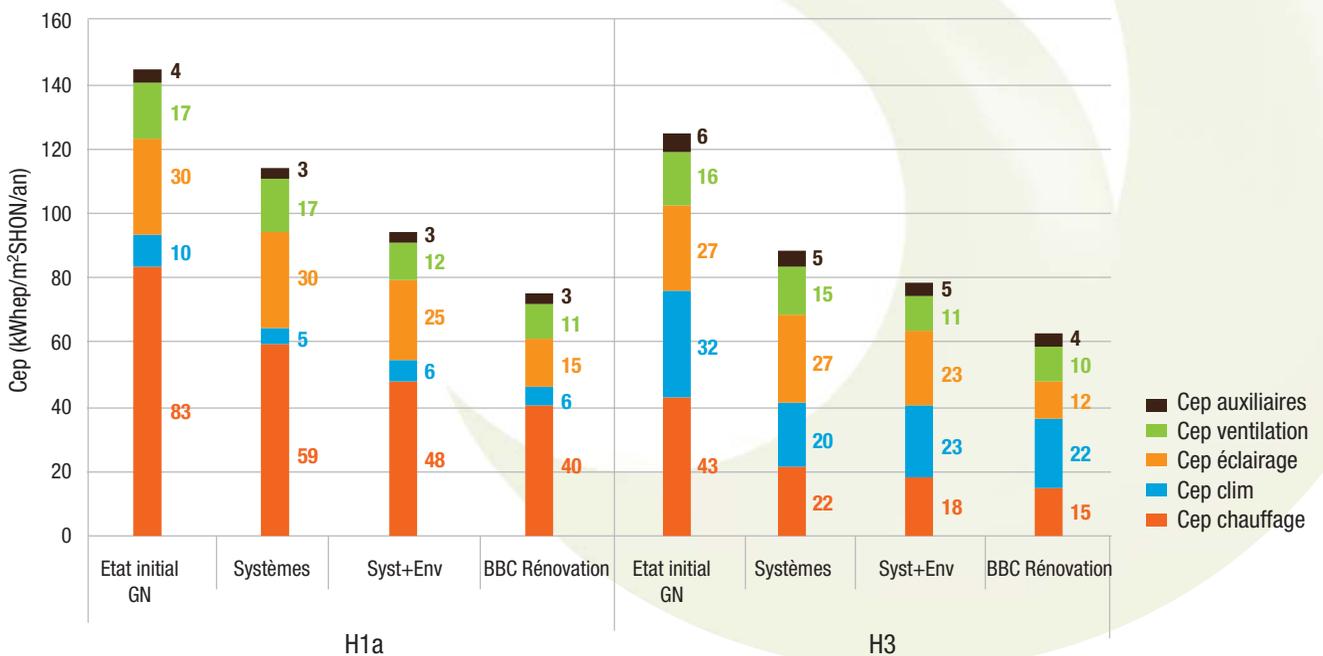
Fiches méthodologiques

| Systèmes initiaux | | Niveau de Cep (kWhep/m ² SHON/an) | | |
|-------------------|---|---|-----|-----|
| | | H1a | H2b | H3 |
| Gaz/Fioul | Chaudière P _n = 50 kW, rendement = 92% (PCI) Groupe froid de 50 kW avec EER = 2.40 | 134 | 119 | 113 |
| Élec | PAC électrique air/eau (CHAUD : P _n = 51.9 kW, COP = 2.45 ; FROID : P _n = 51.4 kW, EER = 2.61). Régulation TOR, pas de loi d'eau. | 174 | 148 | 129 |
| RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé en sous-station. Groupe froid local de 50 kW avec EER = 2.40 | 128 | 115 | 111 |

| H1a | Cep initial | Cep chauffage | Cep climatisation | Cep auxiliaires | Cep ventilation | Cep éclairage |
|-----------|-------------|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Gaz/Fioul | 134 | 74 | 9,1 | 3,7 | 17 | 30 |
| Élec | 174 | 101 | 15 | 11 | 17 | 30 |
| RCU | 128 | 68 | 9,1 | 4,0 | 17 | 30 |

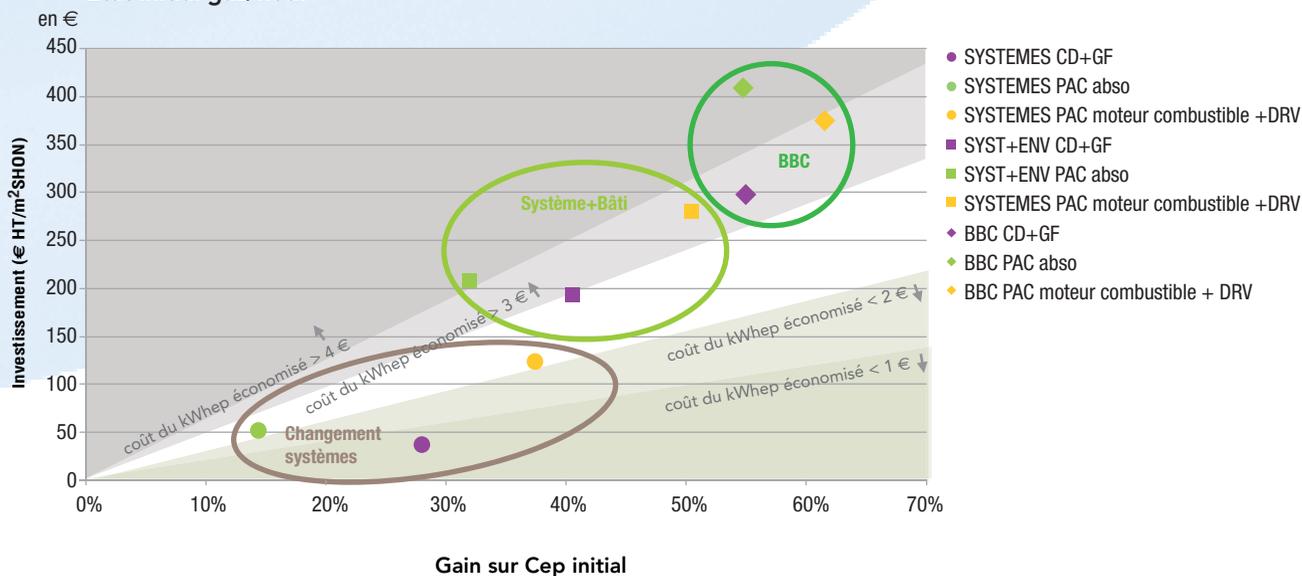
Structure des consommations pour un bâtiment représentatif.

Mairie - Structure des consommations RT avant et après rénovation avec la solution CD+GF



Solutions de rénovation en zone H1a

Etat initial gaz/fioul

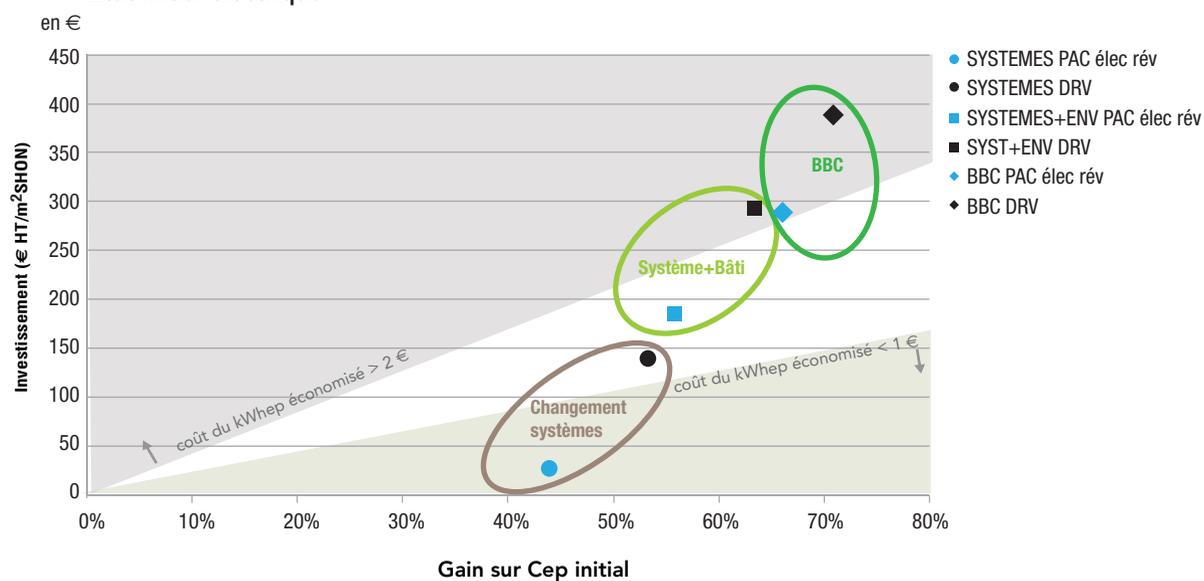


Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation

CD+GF : 12 m²

PAC avsi : 123 m²

Etat initial électrique



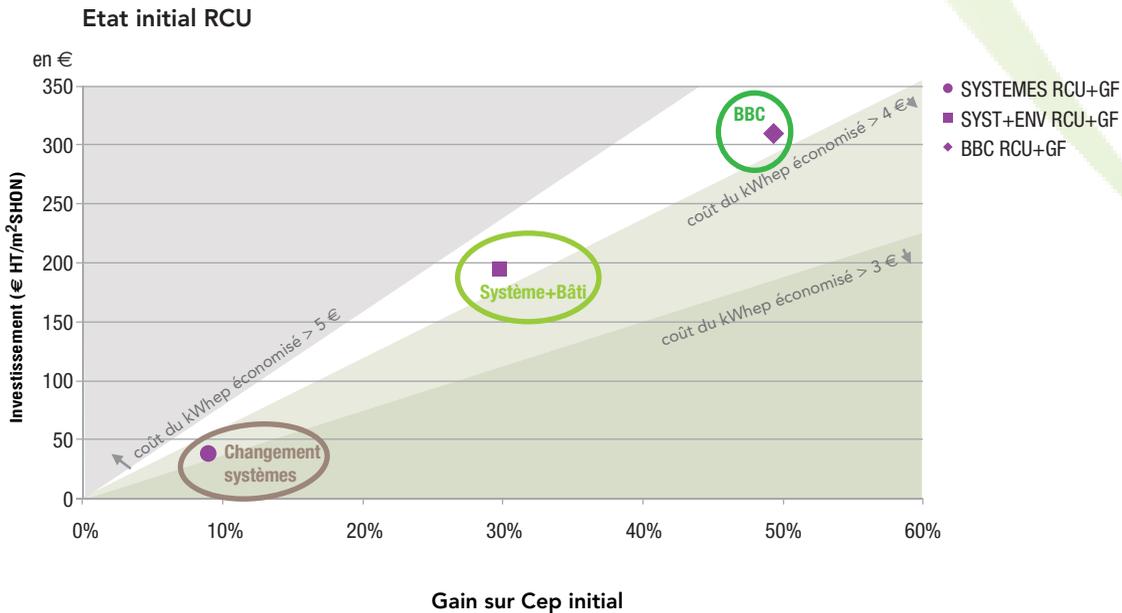
Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation

CD+GF : 12 m²

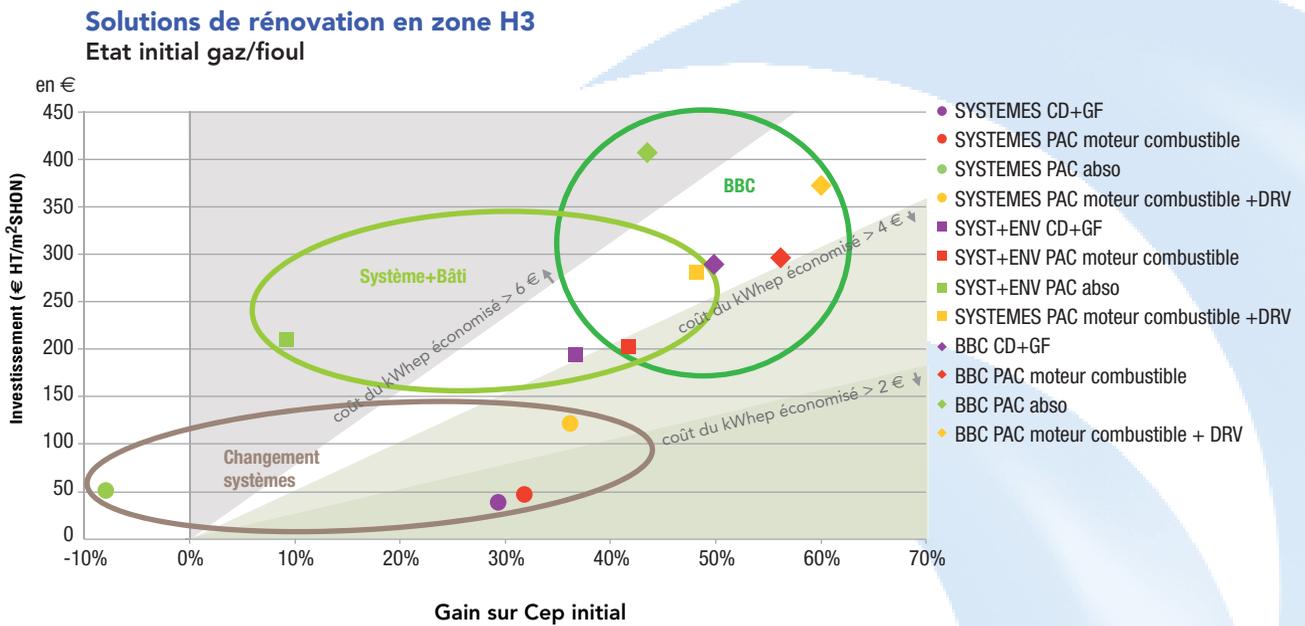
PAC Abso : 123 m²

PAC élec : 12 m²

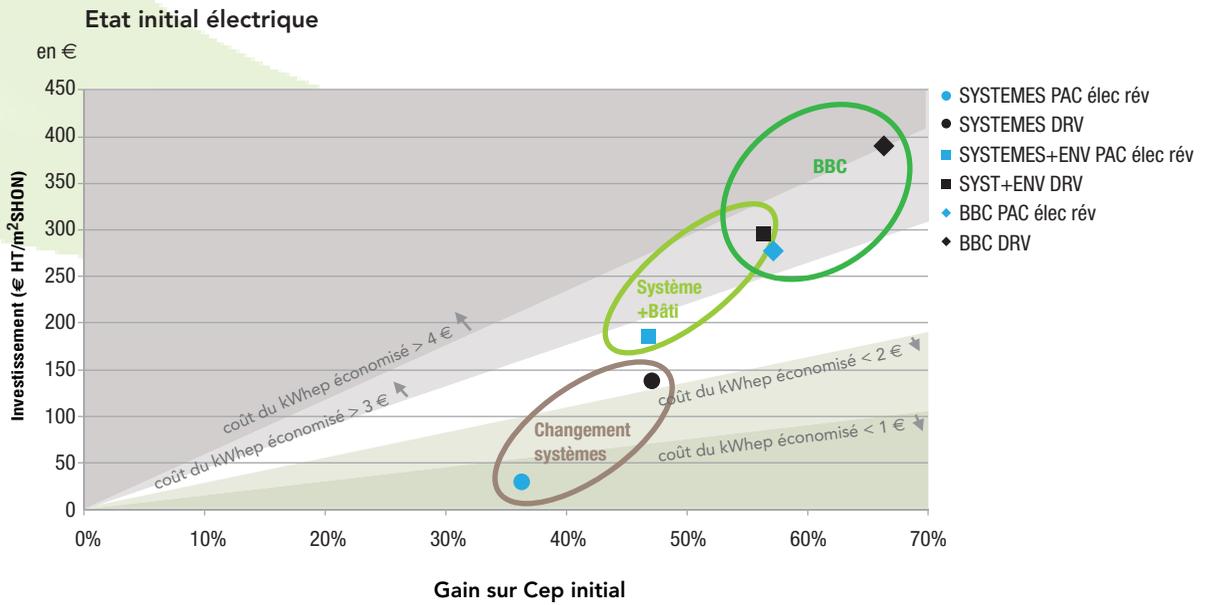
Fiches méthodologiques



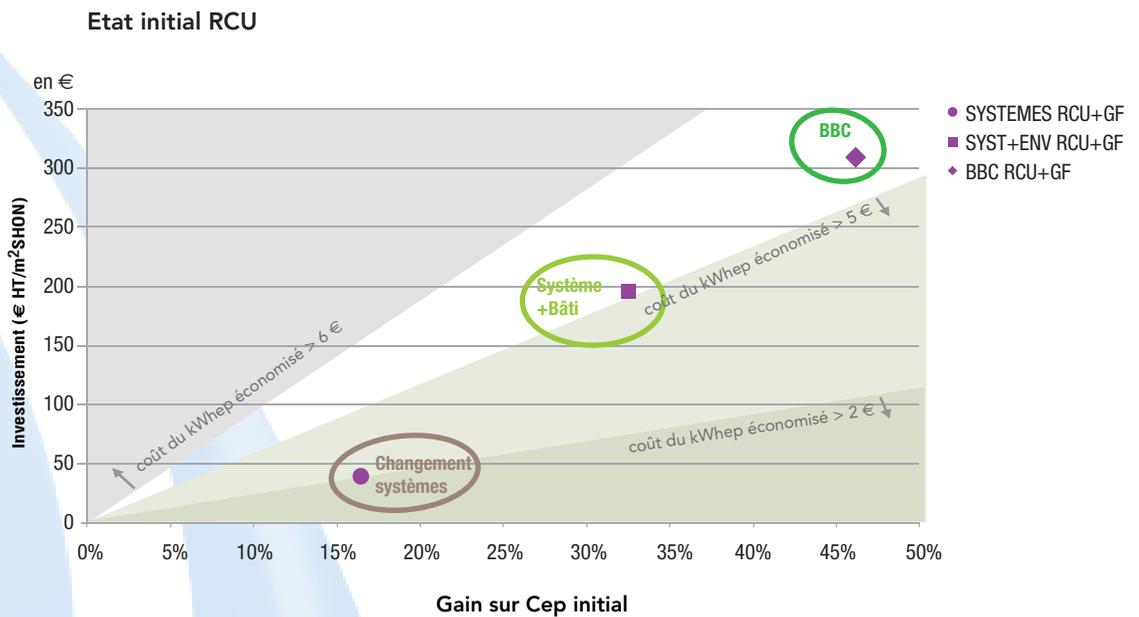
Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation : 24 m²



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
PAC Abso : 121 m²



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
 CD+GF : 12 m²
 PAC Abso : 123 m²
 PAC élec : 12 m²



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation : aucune



2. IMMEUBLE DE BUREAUX DE CENTRE-VILLE



Typologie : Immeuble de centre-ville

Part du parc de la branche **31%**

Principales caractéristiques

Nb étages moyen **3**

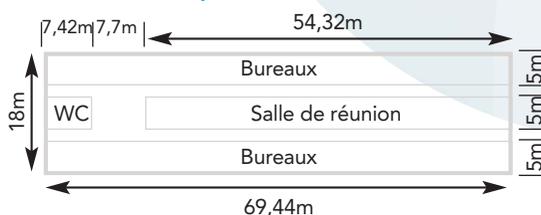
Taux d'ouvertures **27%**

Mitoyenneté **20%**

Superficie moyenne **1 250 m²** par niveau

Taux de climatisation **19%**

Schéma descriptif



Description et exemples de bâtiments

Immeubles de bureaux développant des surfaces utiles comprises entre **1 000 m² et 5 000 m²**. La hauteur de ces bâtiments varie généralement de R+2 à R+7. On trouve dans cette typologie les immeubles à façade classée comme par exemple les façades haussmanniennes, mais également des bâtiments avec des façades en "voile percé" avec des proportions de vitrage plus ou moins prononcées.

Les propriétaires de ce type d'immeuble sont **privés ou publics**. Les bâtiments publics tels que les mairies présentent souvent ce type de gabarit.

Ces immeubles sont occupés par **un ou plusieurs utilisateurs** qui peuvent être locataires ou propriétaires.

DESCRIPTIF BÂTIMENT 2 : CENTRE-VILLE Bureaux de moyenne surface 1 000 < SHON < 5 000 m²

Immeuble de bureaux d'une surface SHON d'environ 3 688 m² comprenant des zones communes à chaque niveau et des zones de bureaux cloisonnés ou ouverts sur 5 niveaux ; situé en centre-ville.

- › Début XX^e, centre-ville, mitoyen, R+4
- › Murs extérieurs : pierres et béton, non isolés
- › Menuiseries : bois simple vitrage
- › Plancher haut :
Toiture terrasse : non isolée
Rampants : 80 mm Laine de verre + BA13
- › Plancher bas :
Sur terre-plein : non isolé

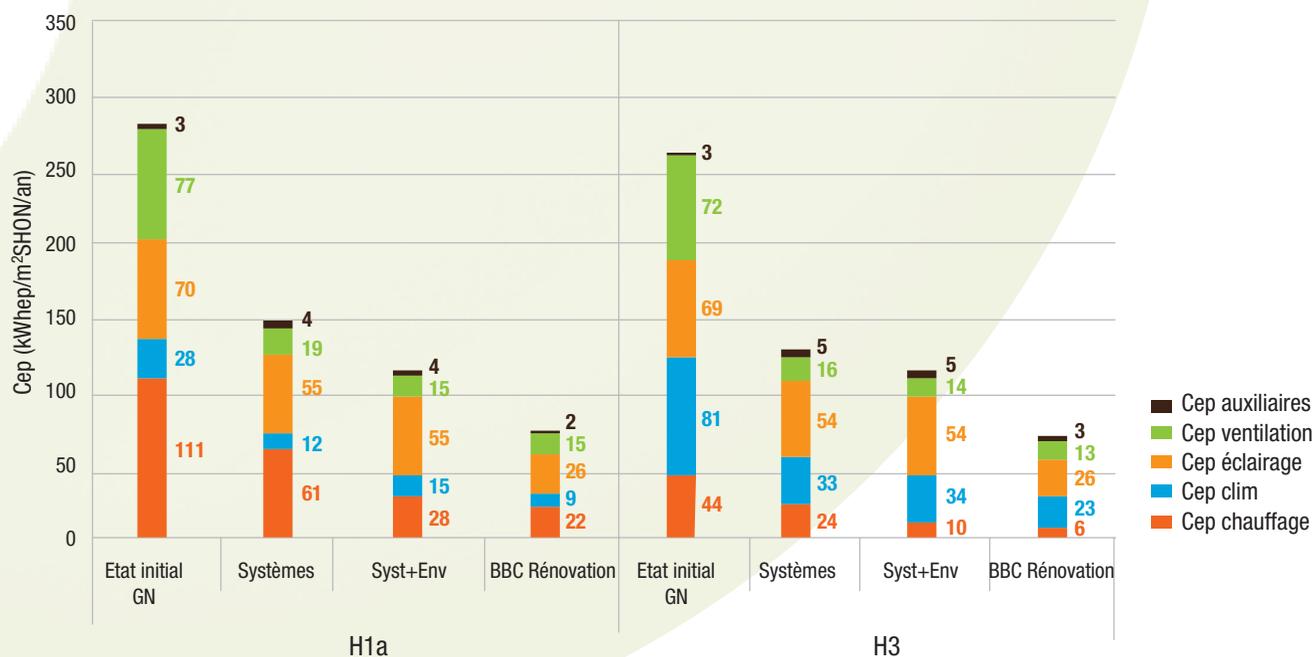
| | Composition des parois | U (W/m ² .K) | ψ (W/m.K) |
|-----------------------------|---|-------------------------|-----------|
| Mur extérieur | 1 Pierres 60 cm, non isolé | 1,67 | |
| | 2 Béton 30 cm, non isolé | 1,93 | |
| | 3 Béton 25 cm, ITI 5 cm laine de verre | 0,60 | |
| Plancher sur TP | Béton 25 cm, non isolé | 1,79 | |
| Toiture-terrasse | Béton non isolé | 1,61 | |
| Rampants | Couverture tuiles, ITI 8 cm laine de verre+BA13 | 0,53 | |
| Ponts thermiques L8 | | | 0,31 |
| Ponts thermiques L9 | | | 0,81 |
| Ponts thermiques L10 | | | 0,10 |

| Systèmes initiaux | | Niveau de Cep (kWh _{ep} /m ² SHON/an) | | |
|-------------------|---|--|-----|-----|
| | | H1a | H2b | H3 |
| Gaz/Fioul | Chaudière P _n =220 kW, rendement = 91.2% (PCI) Groupe froid de 180 kW avec EER = 2.6 | 298 | 278 | 277 |
| Élec | PAC électrique air/eau (CHAUD : P _{nom} = 200 kW, COP = 2 ; FROID : P _{nom} = 180 kW, EER = 2), Régulation TOR, pas de loi d'eau. | 370 | 324 | 309 |
| RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé en sous-station. Groupe froid local de 180 kW avec EER = 2.6 | 285 | 267 | 272 |

| H1a | Cep initial | Cep chauffage | Cep climatisation | Cep auxiliaires | Cep ventilation | Cep éclairage |
|-----------|-------------|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Gaz/Fioul | 298 | 111 | 28 | 3,4 | 77 | 70 |
| Élec | 370 | 184 | 26 | 7 | 75 | 70 |
| RCU | 285 | 98 | 28 | 3,8 | 77 | 70 |

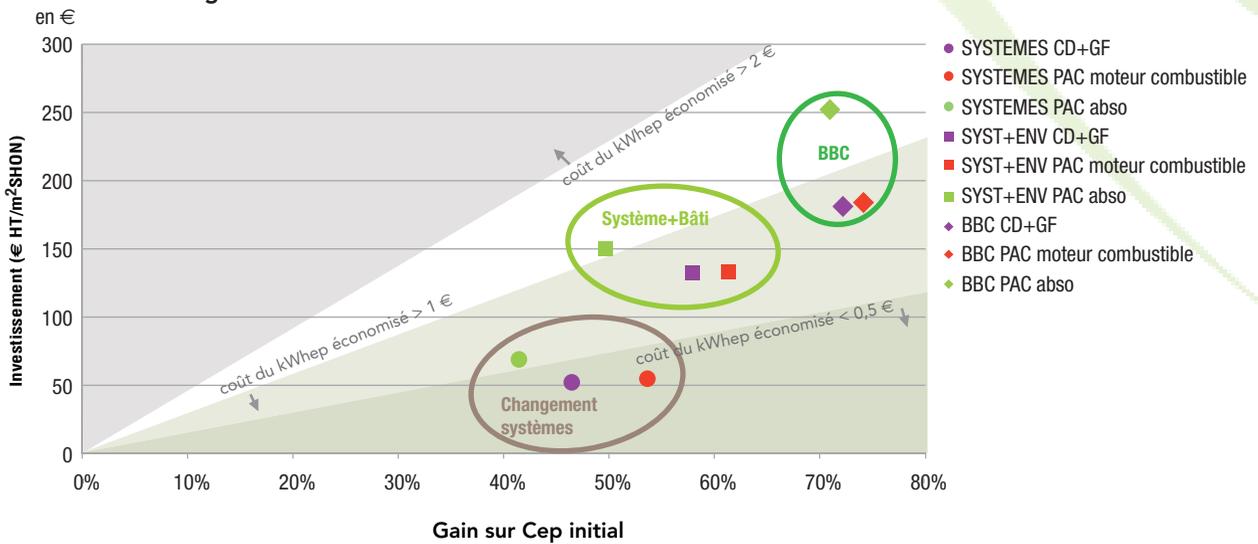
Structure des consommations pour un bâtiment représentatif.

Bureau moyen de centre-ville - Structure des consommations RT avant et après rénovation avec la solution CD+GF



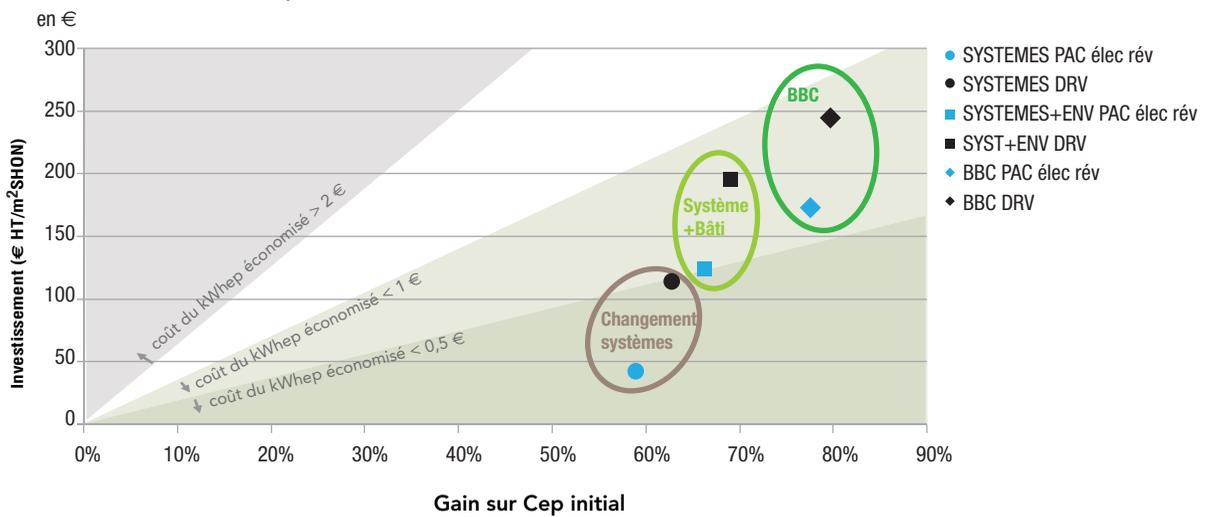
Solutions de rénovation en zone H1a

Etat initial gaz/fioul

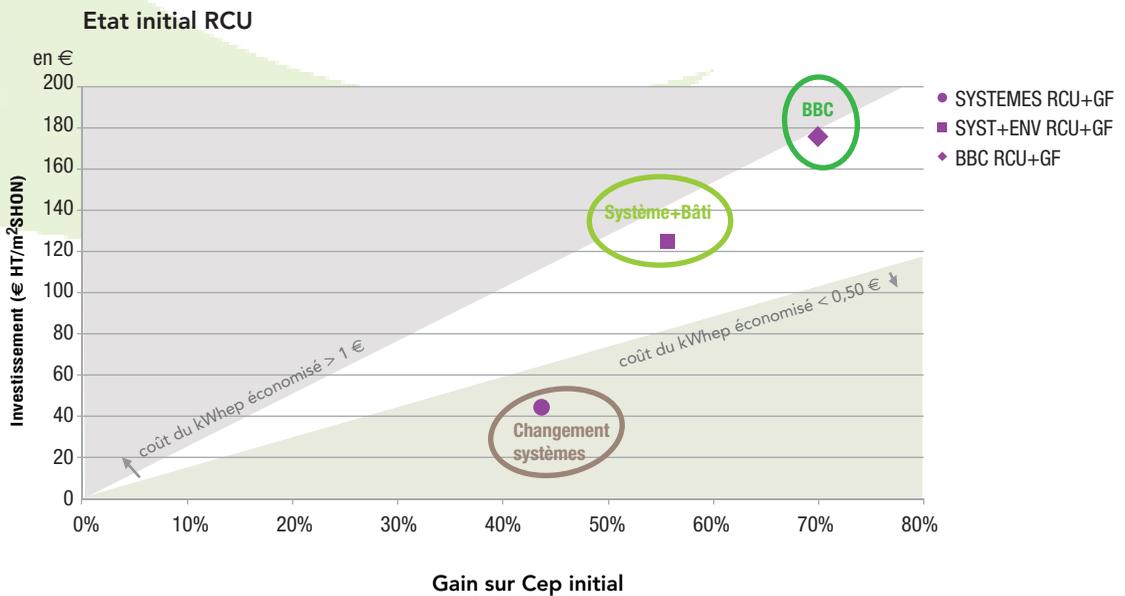


Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
PAC Abso : 260 m²

Etat initial électrique



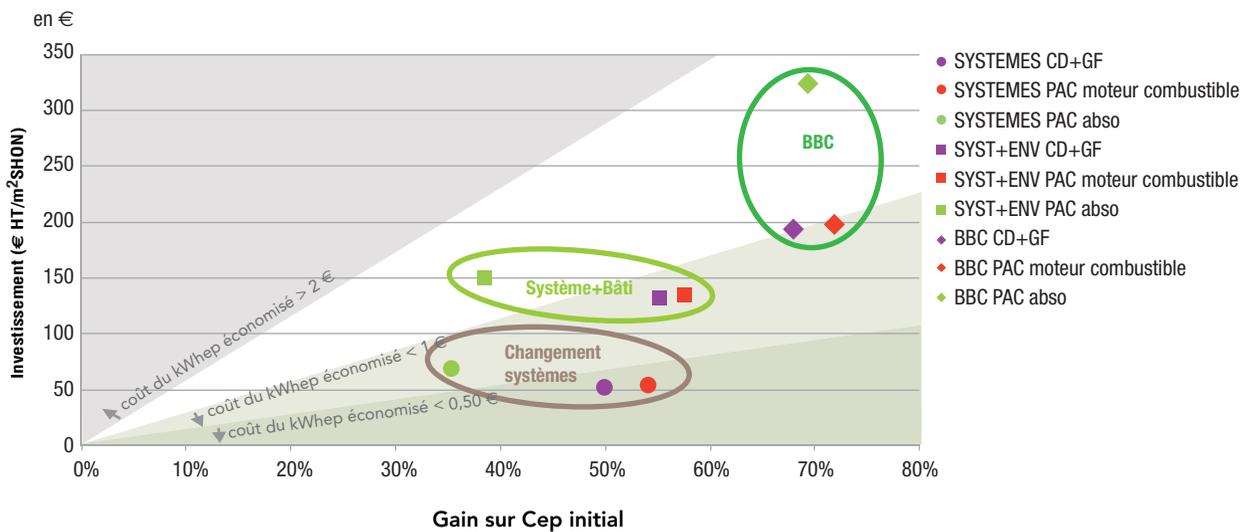
Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
PAC Abso : 260 m²



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation : aucune

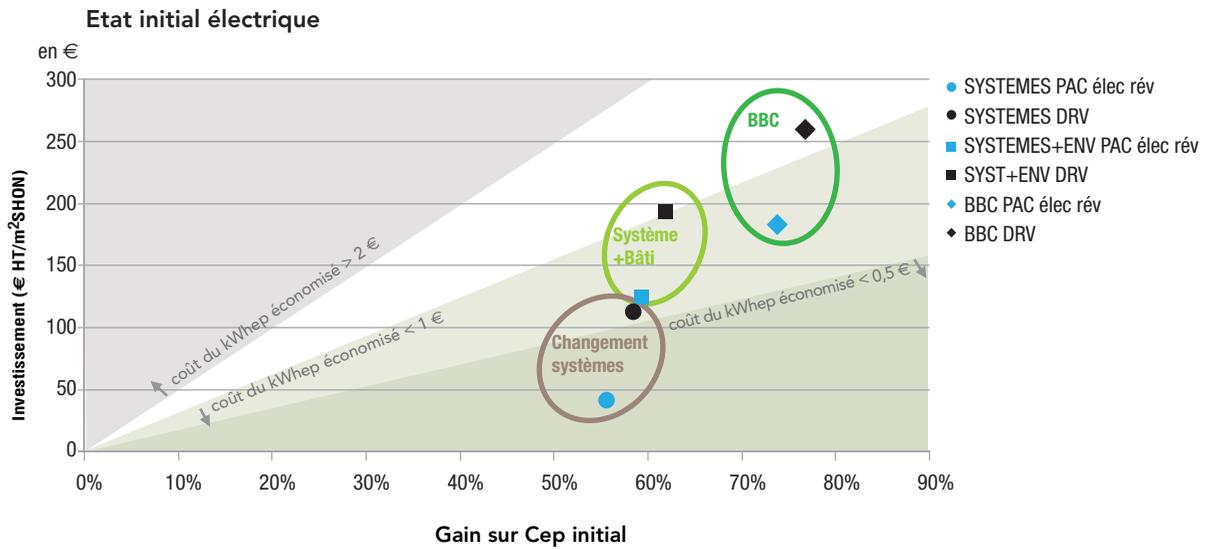
Solutions de rénovation en zone H3

Etat initial gaz/fioul



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
 PAC Abso : 560 m²

Fiches méthodologiques



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
 PAC Abso : 560 m²



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation : aucune



3. IMMEUBLE DE ZAC DE GRANDE SURFACE



Typologie : Immeuble à plateau large, bureaux cloisonnés

Part du parc de la branche **28%**

Principales caractéristiques

Nb étages moyen **10**

Taux d'ouvertures **50%** avant 1980

85% entre 1981 et 2007

Mitoyenneté **isolé**

Superficie moyenne **1 250 m²** par niveau

Taux de climatisation **65%**

Schéma descriptif



Description et exemples de bâtiments

Immeubles de bureaux développant des surfaces utiles en général comprises entre **5 000 m² et 8 000 m² voire au-delà de 10 000 m²**, avec une profondeur de plateaux de 18 m. On peut, également, trouver dans cette catégorie des immeubles de grandes hauteurs (IGH et ITGH) ainsi que des immeubles de grandes longueurs.

La différence majeure avec la typologie précédente, outre la superficie du bâtiment en lui-même, réside dans la flexibilité des plateaux qui peuvent être réduits par le cloisonnement des bureaux.

Les propriétaires de ce type d'immeuble sont en **grande majorité privés**, sauf pour quelques gros bâtiments publics comme des préfectures.

Ces immeubles sont occupés par **un ou plusieurs utilisateurs** qui peuvent être locataires ou propriétaires.

DESCRIPTIF BÂTIMENT 3 : ZAC Bureaux de grande surface 5 000 m² < SHON

Immeuble de bureaux d'une surface SHON d'environ 11 482 m² ; il comprend une zone commune (accueil et réunions) au RdC et des zones de bureaux cloisonnés et ouverts sur 13 niveaux ; il est situé dans une ZAC sur un terrain aménagé en parking et espaces verts.

- › 1970, ZAC, isolé sur parcelle, R+13
- › Murs extérieurs : structure béton, non isolés
- › Menuiseries : aluminium double-vitrage 4/6/4 air
- › Plancher haut :
Toiture terrasse : non isolée
Rampants : 150 mm Laine de verre + BA13
- › Plancher bas :
Sur terre-plein : non isolé
Sur parking : non isolé

| | Composition des parois | U (W/m ² .K) | ψ (W/m.K) |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------|
| Mur extérieur | 1 Béton 20 cm, Doublage 60+10 | 0,56 | |
| | 2 Béton 25 cm, non isolé | 3,39 | |
| Plancher sur TP | Béton 13 cm, non isolé | 3,64 | |
| Plancher sur parking | Béton 30 cm, non isolé | 2,04 | |
| Toiture-terrasse | Béton 25 cm, lame d'air | 1,87 | |
| Rampants | Couverture tuiles, ITI 15 cm laine de verre+BA13 | 0,27 | |
| Ponts thermiques L8 | | | 0,66 |
| Ponts thermiques L9 | | | 0,80 |
| Ponts thermiques L10 | | | 0,13 |

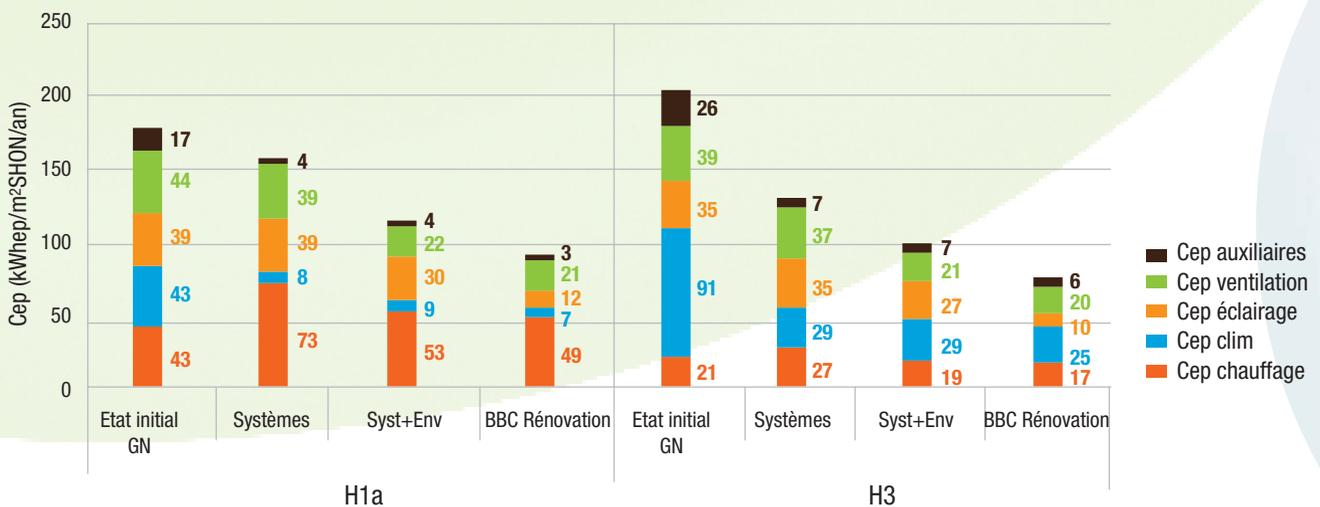
Fiches méthodologiques

| Systèmes initiaux | | Niveau de Cep (kWh _{ep} /m ² SHON/an) | | |
|-------------------|--|--|-----|-----|
| | | H1a | H2b | H3 |
| Gaz/Fioul | 2 chaudières puissance nominale 450 kW, rendement sur PCI de 91.2% 2 groupes froids de 430 kW avec EER = 2.5 | 184 | 184 | 211 |
| Élec | 2 PAC électriques air/eau (CHAUD : P _{nom} = 450 kW, COP = 3.4 ; FROID : P _{nom} = 430 kW, EER = 3.1), Régulation TOR, pas de loi d'eau. | 178 | 177 | 202 |
| RCU | Raccordement au réseau de chaleur via échangeur privé en sous-station. Groupe froid local de 430 kW avec EER = 2.50 | 181 | 182 | 210 |

| H1a | Cep initial | Cep chauffage | Cep climatisation | Cep auxiliaires | Cep ventilation | Cep éclairage |
|-----------|-------------|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Gaz/Fioul | 184 | 42,7 | 42,6 | 16,6 | 43,6 | 38,8 |
| Élec | 178 | 37,7 | 37,8 | 19,7 | 43,6 | 38,8 |
| RCU | 181 | 40,1 | 42,6 | 16,4 | 43,6 | 38,8 |

Structure des consommations pour un bâtiment représentatif.

Grand bureau de ZAC - Structure des consommations RT avant et après rénovation avec la solution CD+GF



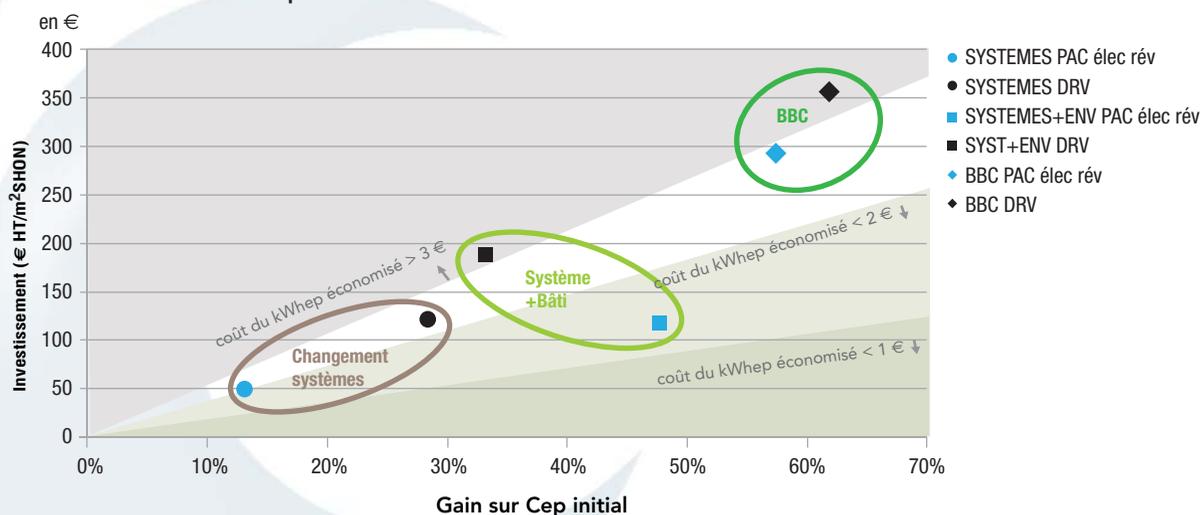
Solutions de rénovation en zone H1a

Etat initial gaz/fioul



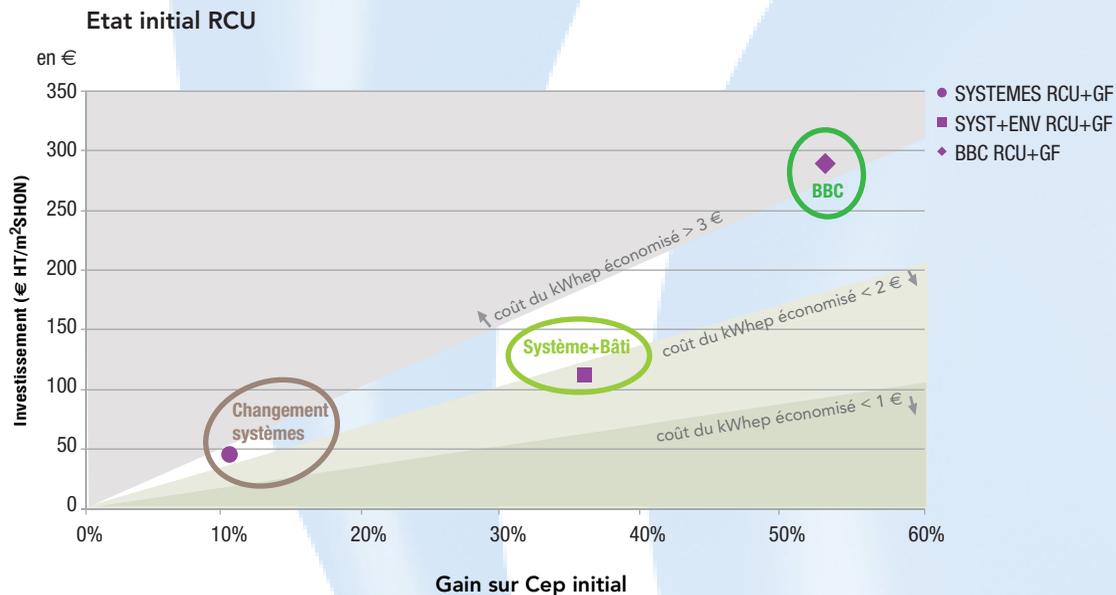
Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
CD+GF : 800 m²

Etat initial électrique



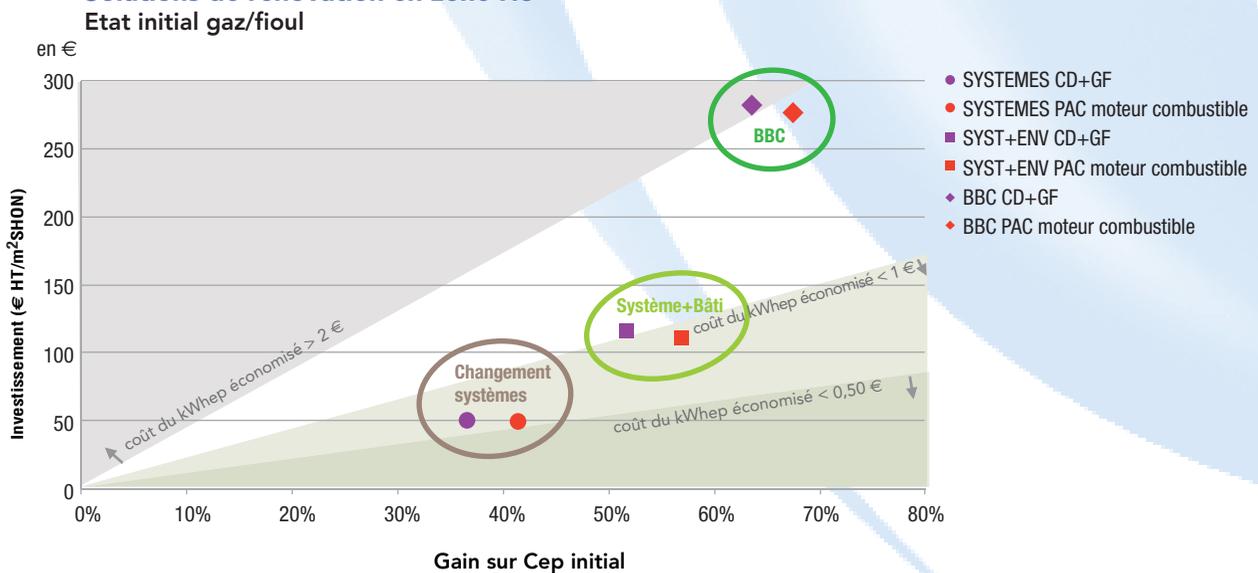
Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation
CD + GF : 800 m²
PAC élec : 398 m²

Fiches méthodologiques

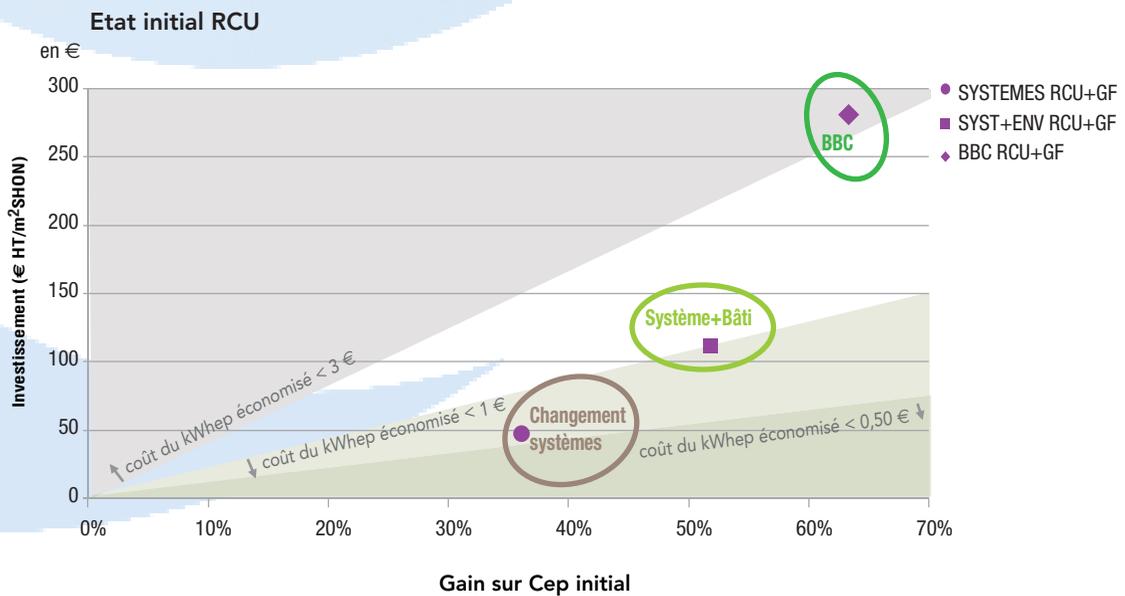
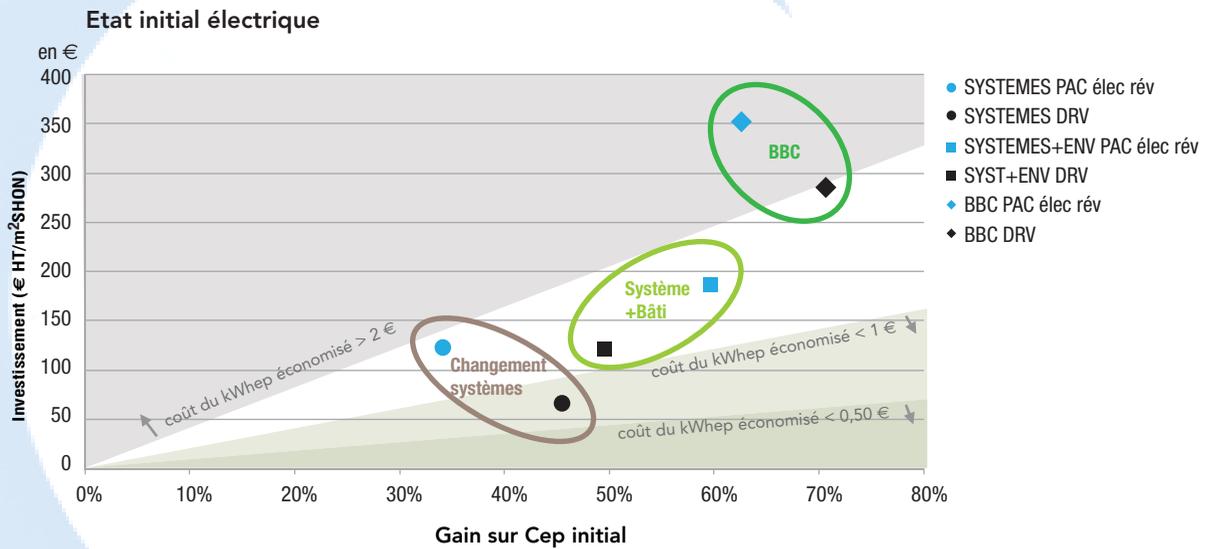


Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation : 750 m²

Solutions de rénovation en zone H3



Surface de PV nécessaire pour atteindre le BBC rénovation : aucune



Glossaire

| | |
|--------|---|
| ACV | Analyse en Cycle de Vie |
| BBC | Bâtiments Basse Consommation |
| BET | Bureau d'études techniques |
| CD | Chaudière à condensation |
| COP | Coefficient de Performance |
| DRV | Débit de Réfrigérant Variable |
| DV | Double-vitrage |
| ECS | Eau chaude sanitaire |
| EER | Energy Efficiency Ratio |
| EnR | Energies renouvelables |
| FI | Fioul |
| GES | Gaz à Effet de Serre |
| GF | Groupe Froid |
| GTB | Gestion Technique du Bâtiment |
| ITE | Isolation Thermique par l'Extérieur |
| ITI | Isolation Thermique par l'Intérieur |
| LDR | Laine de roche |
| LDV | Laine de verre |
| PAC | Pompe à chaleur |
| PCI | Pouvoir Calorifique Inférieur |
| Pn | Puissance nominale |
| 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 |
| RT | Réglementation Thermique |
| SE | Sonde extérieure de température |
| SHON | Surface Hors Œuvre Nette |
| SHONRT | Surface Hors Œuvre Nette au sens de la Réglementation Thermique |
| SV | Simple vitrage |
| VMC | Ventilation Mécanique Contrôlée |
| ZAC | Zone d'Aménagement Concerté |



Membres d'Énergies et Avenir

ACR

Syndicat des Automatismes du génie Climatique et de la Régulation

AFG

Association Française du Gaz

Alliance Solutions Fioul

Association pour l'utilisation performante du fioul domestique

CAPEB

Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment

CFBP

Comité Français du Butane et du Propane

CICLA

Centre d'Informations du Cuivre, Laitons et Alliages

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 de France

UNICLIMA

Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques

Énergies et Avenir représente l'ensemble des professionnels des systèmes à eau chaude pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. L'association rassemble les fournisseurs d'énergies, les organisations professionnelles du bâtiment, de l'exploitation maintenance et entretien, ainsi que les fabricants et distributeurs d'équipements. La filière dispose aujourd'hui d'un chiffre d'affaires de 90 milliards d'Euros et emploie 300 000 personnes en France. Il s'agit d'un gisement d'emplois de proximité et non délocalisables : ce système de chauffage requiert l'intervention de professionnels qualifiés pour en assurer l'installation et la maintenance (en moyenne, un emploi toutes les 200 installations).



ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS
POUR LE CHAUFFAGE DURABLE

Energies et Avenir

8 terrasse Bellini

92807 Puteaux cedex

E-mail : contact@energies-avenir.org

www.energies-avenir.fr

