Publication Octobre 2016

Observatoire
BBC

Retour d'expérience

LA RENOVATION BASSE CONSOMMATION

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DU LOGEMENT ET DE L'HABITAT DURABLE

effinergie
Qualité de vie et économie d'énergie

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Observatoire-BBC
Secrétariat : Collectif Effinergie - 27 Grand Rue Jean Moulin – 34000 MONTPELLIER

Rénovation 24 rue Pony – Paris – Morris & Renaud Architectes

LES ENSEIGNEMENTS

Au niveau national, le secteur des bâtiments représente 24 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) et 44 % de la consommation finale d'énergie. Face à ces enjeux énergétiques, mais aussi économiques et sociaux, l'association Effinergie a créé, en 2009, les labels BBC-Effinergie rénovation et Effinergie rénovation. Au 30 septembre 2016, ces labels concernent près de 100 000 logements et 3 millions de m² de tertiaire.

Cette étude a pour objectif de présenter un retour d'expérience technico-économique regroupant 18 000 logements et 650 000 m² de tertiaire.

Les principaux enseignements de cette étude sont résumés ci-après.

Rénovation Tour Neptune - Mantes la Jolie

La dynamique des labels BBC-Effinergie rénovation et Effinergie rénovation

Le marché de la rénovation basse consommation dans le secteur résidentiel est porté par la réhabilitation des logements collectifs. (98% des logements, 80% des opérations).

En tertiaire, les 341 opérations, regroupant près de 3 millions de m² sont très majoritairement des bureaux (90% de la surface en cours de rénovation basse consommation en France). Elles sont situées principalement en région Ile de France et sous maîtrise d'ouvrage privée.

Les performances énergétiques

Les travaux associés aux labels BBC-Effinergie rénovation et Effinergie rénovation permettent de réduire les consommations énergétiques après travaux d'un facteur 4 (logements collectifs) à 5 (logements individuels et tertiaire). En parallèle, les pertes thermiques par m² sont réduites d'un facteur 3 (tertiaire et logements collectifs) à 4 (logements individuels). Enfin, l'étanchéité de l'enveloppe est aussi améliorée.

Les solutions techniques

Différentes solutions peuvent être mises en œuvre sur l'enveloppe pour atteindre les niveaux exigés par les référentiels d'Effinergie. Elles dépendent de facteurs techniques (matériaux de construction, type de toitures, de plancher…) mais aussi de facteurs incitatifs. Ainsi, les aides financières associées aux appels à projets régionaux, pilotés par l'ADEME et les Régions de France, influencent les solutions retenues.

Côté équipement, la ventilation mécanique simple flux hygroréglable est plébiscitée dans le résidentiel. A contrario, les systèmes double flux sont majoritaires en tertiaire. En moyenne, un projet de rénovation basse consommation sur deux engendre une modification de l'énergie de chauffage. Ce taux varie en fonction de l'énergie initiale utilisée.

Les bouquets de travaux

Afin d'atteindre le niveau BBC-Effinergie rénovation ou Effinergie rénovation, le bouquet de travaux le plus préconisé (46% en logement individuel et 38% en collectif) intègre la rénovation des murs/planchers hauts/planchers bas, des baies et du chauffage/ECS/ventilation.

L’OBSERVATOIRE BBC

Un outil pédagogique 2.0
www.observatoirebbc.org

Un périmètre
Les bâtiments à basse consommation, Effinergie+ et BEPOS-Effinergie

Des objectifs
Identifier, valoriser et diffuser du contenu pédagogique

Des fonctionnalités
Moteur de recherche, géolocalisation, études et statistiques

Rénovation Bouclans – Source : Région Bourgogne Franche Comté

1 700 projets

Etudiés et présentés au travers de fiches opérations

1 400 acteurs

Référencés et valorisés

Des partenaires

Le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
L'ADEME
Le Collectif Isolons la Terre
Les Régions de France, membres de
l'Association Effinergie

Observatoire-BBC
Secrétariat : Collectif Effinergie - 27 Grand Rue Jean Moulin – 34000 MONTPELLIER

1. LE CONTEXE :

« Définir le périmètre et les objectifs de l'étude »

Le périmètre de l'étude

Ce rapport est la deuxième étude publiée par l'Observatoire BBC (www.observatoirebbc.org) sur les bâtiments certifiés BBC-Effinergie rénovation, Effinergie rénovation et les lauréats d'appel à projets exigeant un niveau BBC-Effinergie rénovation.

Il s'adresse à l'ensemble de la filière du bâtiment et au grand public.

Les objectifs

- Caractériser la dynamique de la rénovation à basse consommation en France,
- Identifier les technologies utilisées dans les travaux de rénovation,
- Analyser les évolutions techniques en fonction de l'origine des projets (certification, lauréat d'appel à projet), des années de construction, des zones climatiques, …,
- Etudier les premières tendances technico-économiques.

Par ailleurs, cette étude contribue à préparer les futures évolutions réglementaires et à identifier les axes d'améliorations du référentiel Effinergie.

En parallèle, elle permet d'évaluer l'impact économique de la rénovation basse consommation sur le marché de la rénovation et d'identifier les opportunités pour lever les freins au développement des labels de l'association Effinergie.

Avec quelles données ?

Les données techniques sont communiquées par les organismes certificateurs qui instruisent les dossiers de certification ou par les Régions et Directions Régionales de l'ADEME dans le cadre d'appels à projets régionaux.

Les bureaux d'études, architectes et maîtres d'ouvrages sont contactés afin de s'assurer que les données référencées correspondent à la réalité du projet.

Les résultats présentés dans le cadre de cette étude sont issus d'un échantillon décrit dans le chapitre suivant. Elle propose une photographie des bâtiments BBC-Effinergie rénovation sur un périmètre défini à un instant donné.

nota bene

2.L'ECHANTILLON

« Identifier, quantifier et caractériser les bâtiments étudiés »

Rénovation Opération Grenouillet - Aulnat
Source : Observatoire BBC – Auvergne Habitat

TYPOLOGIE

L'échantillon est composé de différentes familles de bâtiments, à savoir

MAISONS

107 bâtiments

LOGEMENTS COLLECTIFS

247 opérations

soit 17 623 logements

TERTIAIRE

164 opérations

soit plus de 650 000 m²

La maison individuelles – 107 projets

92% des opérations étudiées, soit 80% des logements, sont des maisons individuelles en secteur diffus. Seulement 8 opérations de logements groupés rénovés ont été étudiées.

Par ailleurs, ces opérations sont issues, à part égale, d'une démarche de certification et d'appels à projets. Enfin, près de 80% de ces projets sont situés en zone H1a (27%), H1c (24%), H3 (16%) et H2a (12%).

Les projets certifiés ont été validés principalement par Promotelec Service.

Les logements collectifs – 247 projets

84% des opérations étudiées concernent des projets de rénovation de logements sociaux. Par ailleurs, ces opérations sont principalement engagées dans une démarche de certification (70%). Enfin, 76% des projets sont situés en zone H1a (39%) et H1c (22%) et H1b (15%).

Les projets certifiés ont été validés par Promotelec Service et Cerqual.

Le Tertiaire – 164 projets

L'échantillon étudié est composé de 164 opérations. Ce sont principalement des immeubles de bureaux (65%) et des bâtiments d'enseignements (18%) rénovés. Elles sont majoritairement issues d'appels à projets régionaux (65%).

Enfin, ces opérations étudiées sont situées en zone H1a (31%), H1c (30%) et H3 (17%).

Les projets certifiés ont été validés par Certivéa.

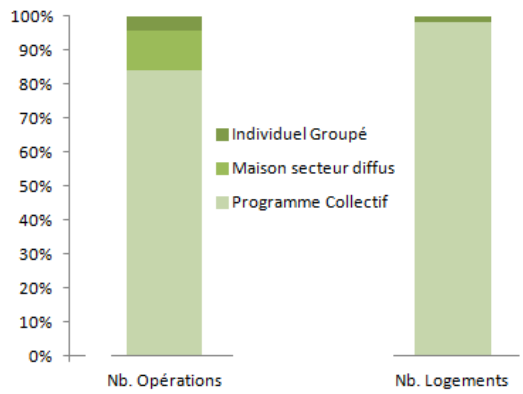
3.LA DYNAMIQUE

« Caractériser le volume d'opérations BBC-Effinergie rénovation»

Rénovation Groupe Scolaire Jean Jaurès - Echirolles – Source : Observatoire BBC – ACOBAT Architecte

Les tendances en résidentiel

Au troisième trimestre 2016, le nombre de demandes de certification BBC-Effinergie rénovation et Effinergie rénovation, dans le secteur résidentiel, atteint 99 284 logements, soit 1 655 opérations.

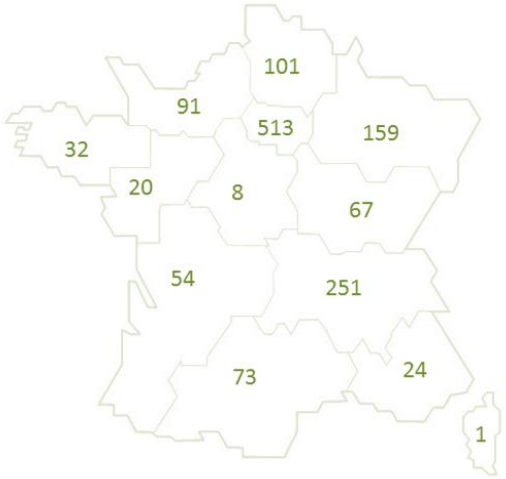


Répartition en résidentiel du BBC-Effinergie rénovation et Effinergie rénovation

Depuis 2011, entre 225 et 275 projets par an s'inscrivent dans une démarche de certification. L'année 2016 sera dans la partie basse de cette fourchette (160 dossiers déposés au 3ième trimestre 2016).

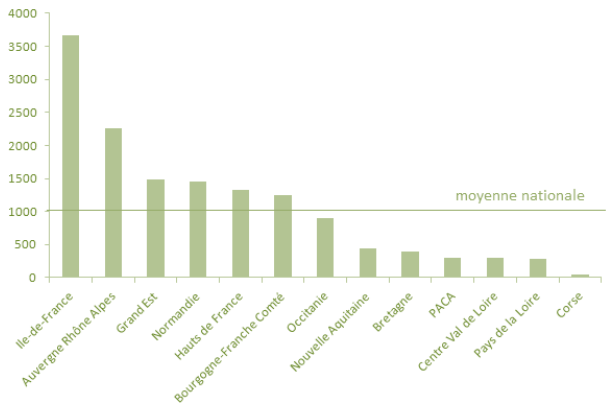
Les logements collectifs représentent plus de 80% des opérations et 98% des logements rénovés. En effet, 97 434 logements, soit 1394 opérations sont en cours de rénovation.

Ces opérations de logements collectifs sont présentes sur l'ensemble du territoire national. Cependant, la région Ile de France concentre 37% des opérations et 45% des logements en cours de rénovation – Cf. Figure 12.



Nombre d'opérations BBC-Effinergie rénovation ou Effinergie rénovation par régions

On observe une dynamique de la rénovation basse consommation hétérogène entre les différentes régions de France. Ainsi, le nombre de logements rénovés à basse consommation par million d'habitants varie de 3670 en région Ile de France à 300 en régions Provence-Alpes-Côte-D'azur, Centre Val de Loire et Pays de la Loire.



Nombre de logements collectifs rénovés à basse consommation par régions

Enfin, à ce jour, 825 opérations, soit près de 55 000 logements collectifs, ont été rénovées et livrées.

En parallèle, les opérations de maisons groupées rénovées regroupent 1660 logements, soit 71 opérations. Ces opérations sont réparties sur 12 régions mais les régions Normandie (20 opérations) et Hauts de France (17 opérations) concentrent 57% des logements rénovés. Au troisième trimestre, 50% des opérations ont été livrées et certifiées.

Enfin, la certification de rénovation à basse consommation de maisons individuelles en secteur diffus ne concerne que 190 logements répartis sur l'ensemble du territoire national.

Le secteur tertiaire

En tertiaire, 341 opérations, représentant plus de 2,97 millions de m², font l'objet d'une demande de certification. Le marché de la rénovation tertiaire se caractérise par les spécificités suivantes :

- Les projets rénovés sont majoritairement des bureaux (80% des opérations, 90% de la surface totale). Les bâtiments d'enseignement représentent 10% des opérations.
- Ils se situent principalement en région Ile de France : 71% des opérations et 86% de la surface nationale rénovée. Les deux autres régions concernées sont la Nouvelle Aquitaine (7% des opérations) et Auvergne-Rhône-Alpes (6%).
- La maîtrise d'ouvrage est privée dans 85% des opérations, soit 94% de la surface rénovée nationale.
- 77% des bâtiments ont été construits après 1948.

Au 3^{ième} trimestre 2016, plus de 1,2 millions de m² de tertiaire, soit 138 opérations ont été rénovées.

4. LES PERFORMANCES

« Déperditions, consommations énergétiques, gain… »

Rénovation Marie Stuart Tour T – Source : Observatoire BBC – Les résidences de l'Orléanais

Les maisons individuelles

Les maisons individuelles étudiées se caractérisent par une compacité de 2,2. Cette compacité[1] est supérieure à celle observée dans les bâtiments collectifs (1,3) et tertiaires (1,6).

Par ailleurs, la surface moyenne (SHON) après rénovation est de 192 m². Cette surface est très nettement supérieure à la surface moyenne des maisons individuelles en France (Source Insee).

Il est intéressant de noter que 34% des opérations de rénovation sont accompagnées d'une extension. En moyenne, la surface augmente de 22%.

Les maisons étudiées sont principalement des R+1 (62%). Plus précisément, 82% des maisons sont de plain-pied ou avec un étage.

Les déperditions du bâtiment (Ubat)

Après travaux, les déperditions du bâtiment (Ubat) sont de l'ordre de 0,45 W/(m².K). Pour mémoire, dans le neuf, le Ubat moyen est de 0,35 W/(m².K).

Par ailleurs, les déperditions après travaux sont réduites d'un facteur 4,2 par rapport à la situation initiale.

[1] Compacité : Ratio surface parois extérieures / SRT

Z.C	Ubat Projet (W/m².K)	Ubat Init (W/m².K)	Facteur
H1a	0,47	1,53	3,7
H1b	0,44	1,32	3,3
H1c	0,40	2,18	5,7
H2a	0,44	1,53	3,8
H2b	0,37	1,76	4,7
H2c	0,34	1,66	4,8
H2d	0,43	0,38	1
H3	0,53	1,92	3,1

Déperditions totales par zone climatique

Comme dans le neuf, la zone H3 demeure la zone climatique avec des bâtiments ayant la plus faible isolation (0,53 W/(m².K)).
Le Ubat varie de 0,47 W/(m².K) pour un chauffage au bois ou au gaz à 0,42W/(m².K) pour un chauffage électrique.
Enfin, les pertes thermiques totales par m² de SHON sont réduites d'un facteur 4 après travaux.

Les ponts thermiques

Le pourcentage moyen des pertes par ponts thermiques par rapport aux déperditions totales est de l'ordre de 17,4%.

La perméabilité à l'air mesurée

Sur 84 bâtiments étudiés, la perméabilité moyenne mesurée est de 0,98 m³/(h.m²) sous 4 Pa.

La consommation énergétique

Le niveau moyen de consommation énergétique en maisons individuelles est de 79 kWhep/m².SHON, soit un écart moyen au label de 20 kWhep/m².SHON, équivalent à un gain de 21% par rapport aux exigences du label.
Par ailleurs, avec une consommation initiale moyenne de 399 kWhep/m².SHON, les bâtiments rénovés BBC-Effinergie permettent d'obtenir un gain énergétique de facteur 5,4.

Le tableau ci-dessous donne le niveau de consommation, le gain en % et le facteur de réduction des consommations énergétiques atteint après travaux, en fonction de la zone climatique.

On constate que l'objectif de réduction de facteur 4 est atteint sur l'ensemble du territoire.

Z.C	Nb	Cep initial	Cep projet	Gain %	Facteur
H1a	20	420,4	84	73	5,7
H1b	5	265,4	74,6	67	3,7
H1c	19	490,3	80,7	78	6,4
H2a	9	342,4	87,9	71	4,0
H2b	4	392	76,7	71	6,0
H2c	3	305,3	61,4	78	5,2
H2d	2	111,5	66,4	36	1,7
H3	2	353,4	46,1	86	7,7

Consommation énergétique par zone climatique

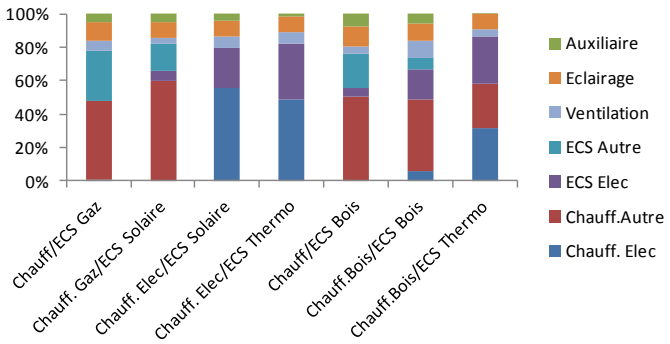
Le tableau ci-dessous présente la consommation des maisons individuelles par énergie de chauffage.
Le niveau de consommation fluctue de 76 kWhep/m².SHON pour un chauffage au bois à 89 kWhep/m².SHON avec une solution électrique.

Energie	Nb	Cep init.	Cep projet	Gain %	Facteur
Bois	18	474	80	76	6,9
Elec.	11	465	89	76	5,6
Fioul	7	255	76	68	3,3
Gaz	26	358	77	73	5,0

Consommation énergétique par énergie de chauffage

Le graphique ci-dessous caractérise la décomposition de la consommation d'énergie en kWhep/m².SHON suivant l'énergie de chauffage et d'ECS.

Le chauffage et l'ECS représentent de 60 à 75% de la consommation d'énergie d'une maison individuelle. Le troisième poste de consommation est l'éclairage (de 10 à 12% des consommations totales).
La ventilation représente 6% de la consommation d'énergie d'un bâtiment. Enfin, les auxiliaires représentent près de 4% des consommations énergétiques.



Répartition de l'énergie de chauffage en individuel par énergie de chauffage et ECS

Les logements collectifs

Les logements collectifs étudiés se caractérisent par une compacité de 1,3. Cette compacité est inférieure à celle observée pour les logements individuels (2,2).
Par ailleurs, la surface moyenne (SHON) après rénovation est de 78 m².
Il est intéressant de noter que 30% des opérations de rénovation génèrent une évolution de la surface. En moyenne, la surface augmente de 6%.

Les déperditions du bâtiment (Ubat)

Après travaux, les déperditions du bâtiment (Ubat) sont de l'ordre de 0,65 W/(m².K). Pour mémoire, dans le neuf, le Ubat moyen est de 0,47 W/(m².K).
Par ailleurs, les déperditions après travaux sont réduites d'un facteur 3,2 par rapport à la situation initiale.

Z.C	Ubat Projet (W/m².K)	Ubat Init (W/m².K)	Facteur
H1a	0,74	2,2	3,1
H1b	0,55	1,9	3,4
H1c	0,55	1,7	3,2
H2a	0,63	1,7	2,9
H2b	0,67	1,6	2,3
H2c	0,55	1,9	3,4
H2d	0,53	1,7	3,6
H3	0,68	2,3	3,4

Déperditions totales par zone climatique

Les travaux de rénovation réalisés dans le cadre des projets BBC-Effinergie rénovation permettent de réduire de manière conséquente les déperditions de l'enveloppe On constate que l'isolation du bâti est plus fortes dans les zones climatiques H1b, H1c et H2c

Le Ubat varie de 0,43 W/(m².K) pour un chauffage électrique à 0,78W/(m².K) pour un bâtiment raccordé à un réseau de chaleur urbain.
Enfin, les pertes thermiques totales par m² de SHON sont réduites d'un facteur 3 après travaux.

Les ponts thermiques

Le pourcentage moyen des pertes par ponts thermiques par rapport aux déperditions totales est de l'ordre de 14%.

La perméabilité à l'air mesurée

Sur 111 bâtiments étudiés, la perméabilité moyenne mesurée est de 0,76 m³/(h.m²) sous 4 Pa.

La consommation énergétique

Le niveau moyen de consommation énergétique en maisons individuelles est de 79 kWhep/m².SHON, soit un écart moyen au label

de 17 kWhep/m².SHON, équivalent à un gain de 18% par rapport aux exigences du label.
Par ailleurs, avec une consommation initiale moyenne de 283 kWhep/m².SHON, les bâtiments rénovés BBC-Effinergie permettent d'obtenir un gain énergétique de facteur 3,7.

Le tableau ci-dessous donne le niveau de consommation, le gain en % et le facteur de réduction des consommations énergétiques atteint après travaux, en fonction de la zone climatique.
On constate que l'objectif de réduction de facteur 4 est atteint sur l'ensemble du territoire, à l'exception de la zone H2b (peu de projets étudiés).

Z.C	Nb	Cep initial*	Cep projet*	Gain %	Facteur
H1a	76	299,5	84,7	63,7	3,6
H1b	26	278,9	77,0	69,8	3,7
H1c	38	295,5	84,1	65,3	3,6
H2a	11	234,5	71,9	66,4	3,4
H2b	3	142,3	67,7	49,7	2,2
H2c	12	259,5	59,6	70,7	4,5
H2d	3	290,3	66,2	77,3	4,4
H3	9	240,2	56,4	71,3	4,4

Consommation énergétique par zone climatique

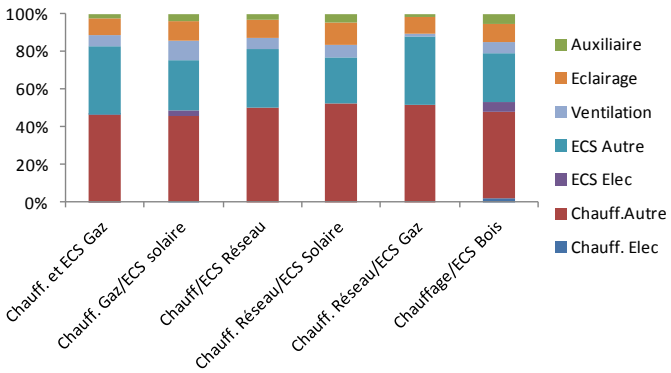
Le tableau ci-dessous présente la consommation des logements collectifs par énergie de chauffage.
Le niveau de consommation fluctue de 65 kWhep/m².SHON pour un chauffage électrique à 91 kWhep/m².SHON avec une solution au fioul.

Energie	Nb	Cep initial	Cep projet	Gain %	Facteur
Bois	10	401	71	79	5,3
Elec.	7	363	65	81	6,0
Fioul	2	251	91	63	2,8
Gaz	116	306	79	68	3,9
Réseau	40	181	80	54	2,4

Consommation énergétique par énergie de chauffage

Le graphique ci-dessous présente la décomposition de la consommation d'énergie en kWhep/m².SHON suivant l'énergie de chauffage et d'ECS.

Le chauffage et l'ECS représentent près de 78% de la consommation d'énergie d'un bâtiment collectif. Dans le cas d'un chauffage au gaz, la part du chauffage (45%) est supérieure à celle de l'ECS (31%). A contrario, pour les bâtiments raccordés à un réseau de chaleur, le chauffage représente plus de 52% de la consommation d'énergie – l'ECS représentant autour de 30% de la consommation.
Quelle que soit l'énergie de chauffage, les consommations d'éclairage concentrent 10% des consommations totales. Enfin, la ventilation (6% de la consommation totale) et les auxiliaires (4% de la consommation totale) ne représentent que 10% des consommations totales.



Répartition de l'énergie de chauffage en collectifs par énergie de chauffage et ECS

Les bâtiments tertiaires

Les bâtiments tertiaires étudiés se caractérisent par une compacité de 1,6. Cette compacité est proche de celle observée pour les logements collectifs (1,3). Les bureaux (1,4) semblent avoir une meilleure compacité que les bâtiments d'enseignements (2,1).
La surface des opérations après rénovation présente une forte dispersion due à la diversité

des opérations étudiées : sièges sociaux, petits bureaux, écoles primaires, lycées, collèges,…
Enfin, les bureaux étudiés possèdent un étage (20 opérations) à 36 étages (1 opération). Plus précisément, 66% des opérations ont moins de 8 étages. En parallèle, les bâtiments d'enseignement ont au maximum 3 étages.

Les déperditions du bâtiment (Ubat)

Après travaux, les déperditions du bâtiment (Ubat) sont de l'ordre de 0,58 W/(m².K). Pour mémoire, dans le neuf, le Ubat moyen est de 0,46 W/(m².K).
Par ailleurs, les déperditions après travaux sont réduites d'un facteur 3,2 par rapport à la situation initiale.
On constate que l'isolation du bâti est la plus forte dans les zones climatiques H2c, H2a, H1c.

Z.C	Ubat Projet (W/m².K)	Ubat Init (W/m².K)	Facteur
H1a	0,76	1,80	2,73
H1b	0,64	2,81	2,94
H1c	0,48	1,71	3,44
H2a	0,48	1,36	3,00
H2b	0,53	1,31	2,04
H2c	0,45	2,01	4,77
H2d	0,49	1,36	2,98
H3	0,52	1,84	3,86

Déperditions totales par zone climatique

Le Ubat varie de 0,49 W/(m².K) pour un chauffage au bois ou à gaz à 0,74W/(m².K) pour un bâtiment raccordé à un réseau de chaleur urbain..
Enfin, les pertes thermiques totales par m² de SHON sont réduites d'un facteur 3,3 après travaux.

Les ponts thermiques

Le pourcentage moyen des pertes par ponts thermiques par rapport aux déperditions totales est de l'ordre de 17%.

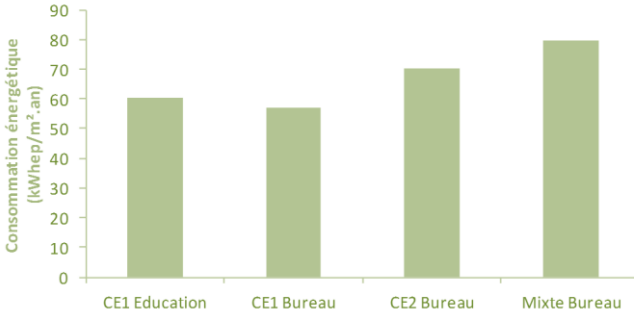
La perméabilité à l'air mesurée

Sur 26 bâtiments étudiés, la perméabilité moyenne mesurée est de 0,98 m³/(h.m²) sous 4 Pa.

La consommation énergétique

Le niveau moyen de consommation énergétique en tertiaire est de 73 kWhep/m².SHON, soit un écart moyen au label de 14 kWhep/m².SHON, équivalent à un gain de 17% par rapport aux exigences du label.
Par ailleurs, avec une consommation initiale moyenne de 282 kWhep/m².SHON, les bâtiments rénovés BBC-Effinergie permettent d'obtenir un gain énergétique de facteur 5,2.

On constate que le niveau de consommation après travaux dépend de la présence d'un système de refroidissement. En effet, la présence d'un système de refroidissement contribue en moyenne à 10 kWhep/m² SHON de consommation supplémentaire.



Consommation d'énergie en tertiaire suivant l'usage du bâtiment et la présence d'un système de refroidissement

Le tableau ci-dessous donne le niveau de consommation, le gain en % et le facteur de réduction des consommations énergétiques atteint après travaux, en fonction de la zone climatique.

Z.C	Nb	Cep initial	Cep projet	Gain %	Facteur
H1a	46	237,2	81,9	59,8	3,0
H1b	1	228,2	78,2	65,7	2,9
H1c	30	328,8	67,7	74,9	5,7
H2a	4	419,4	84,8	79,9	5,6
H2b	2	269,5	94,6	61,7	3,1
H2c	8	261,7	54,0	77,9	6,2
H2d	9	290,6	53,4	76,3	6,5
H3	12	306,3	71,3	75,2	11,2

Consommation énergétique par zone climatique

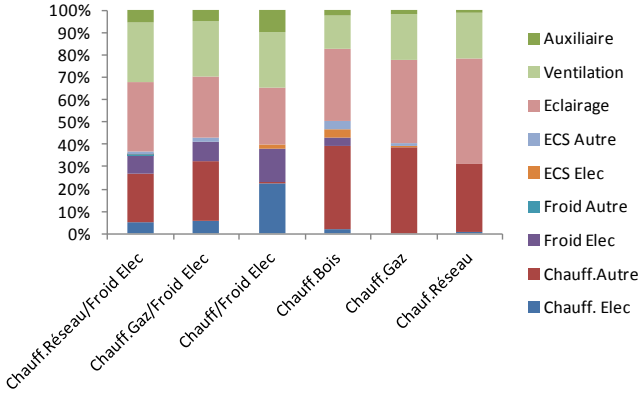
On constate que l'objectif de réduction de facteur 4 est atteint notamment en zone H1a, H3, H2a, H2c et H2d.

Le tableau ci-dessous présente la consommation des logements collectifs par énergie de chauffage et de froid.
Le niveau de consommation fluctue de 53 kWhep/m².SHON pour un chauffage au bois à 78 kWhep/m².SHON avec une solution électrique.

Energie	Nb	Cep initial	Cep projet	Gain	Facteur
Bois	16	367	53	84	11,7
Elec.	47	304	78	69	4,9
Fioul	24	275	76	69	3,8
Gaz	25	194	74	59	2,9
Réseau	16	367	53	84	11,7

Consommation énergétique par énergie de chauffage

Le graphique ci-dessous caractérise la décomposition de la consommation d'énergie en kWhep/m².SHON suivant l'énergie de chauffage et la présence d'un système de refroidissement.



Répartition de l'énergie de chauffage en tertiaire par énergie de chauffage et présence de froid

Les 3 postes principaux sont la ventilation, l'éclairage et le chauffage si le bâtiment est équipé d'un système de froid. En l'absence de refroidissement, le chauffage et l'éclairage représente 72% à 75% des consommations totales.

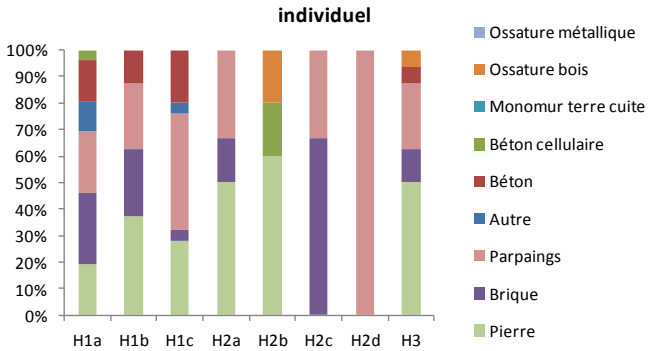
5. LE BATI

« Quels matériaux, isolants ? Quelles résistances de parois ?... »

Rénovation et rehaussement de la cure - Confort - Source : Observatoire BBC - SARL d'architecture HUCHON et associés

La maison individuelle

Les maisons étudiées ont été initialement construites en parpaing (34%), pierres (33%) et en briques (19%). La répartition des matériaux dépend de la zone climatique.



Répartition des matériaux par zone climatique

Près de 92% des projets ont rénové les murs extérieurs. Après rénovation, les murs de ces maisons individuelles sont principalement isolées par l'intérieur (51% - ITI) ou par l'extérieur (39% - ITE). Les solutions d'isolations (ITI, ITE, ITI+ITE,..) dépendent du matériau de construction :

- Briques : 67% ITI, 33% ITE
- Parpaings : 44% d'ITE, 37% ITI, 19% d'ITE + ITI
- Pierre : 85% d'ITI et 15% d'ITE principalement sur des maisons des années 1960.
- Béton : 40% d'ITI ou d'ITE

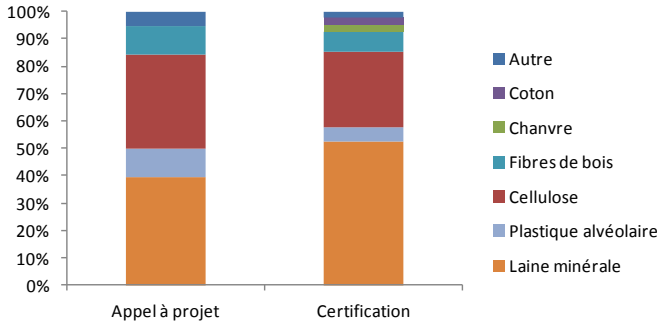
La solution ITE+ITI correspond, dans la plupart des cas, à l'ajout d'une isolation par l'extérieur à une isolation par l'intérieur existante ou rénovée.

Les murs extérieurs des maisons sont isolés principalement avec de la laine minérale (35%) et du plastique alvéolaire (33%). Les

écomatériaux (fibre de bois 17% et ouate de cellulose 5%) sont mis en œuvre dans près de 25% des opérations. On constate que la répartition des isolants dépend du type d'isolation mis en œuvre :

- ITE : 50% plastique alvéolaire
- ITI : 50% laine minérale

Les toitures des maisons étudiées sont des rampants (50%) ou des combles (40%). Près de 90% de ces toitures ont été rénovées. Elles ont été principalement isolées avec de la laine minérale (46%) et en ouate de cellulose (31%). L'origine des projets (certification ou appel à projet) a une forte influence sur l'utilisation d'écomatériaux pour l'isolation de la toiture



Répartition des isolants de toiture suivant l'origine des projets

Ces maisons ont été construites principalement sur terre plein. Près de 80% des dalles des planchers bas ont été rénovées.

En parallèle, près de 80% des fenêtres ont été rénovées. Après travaux, les menuiseries sont principalement en PVC (33%) et en bois (33%). Les fenêtres en aluminium ont été installées dans 23% des projets étudiés. On constate que la répartition des technologies dépend de l'origine des projets :

- Appels à projets : bois (36%), PVC (34%), Aluminium (12%)
- Certification : PVC (43%), bois (21%) Aluminium (18%).

Résistances des parois en maisons individuelles

Au final, l'ensemble des travaux mis en œuvre sur l'enveloppe des maisons individuelles permet de réduire les déperditions et d'améliorer la qualité thermique du bâtiment.

Les planchers bas :

La résistance moyenne des planchers bas est améliorée par un facteur 5,7 après travaux. Elle atteint 2,7 W/m².K.

Les planchers hauts

Les travaux de rénovation des planchers hauts permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 11. La résistance moyenne des planchers hauts après rénovation est de l'ordre de 6 W/m².K.

Les murs extérieurs

Les travaux de rénovation des murs extérieurs permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 7,6. La résistance moyenne des murs rénovés est de l'ordre de 4,2 W/m².K.

Les logements collectifs

Les immeubles étudiés ont été initialement construits en béton (48%), pierres (23%) et en briques (14%). Les constructions en parpaings ne représentent que 6% de notre échantillon. Les constructions en ossature bois rénovées sont sont peu présentes (2%).
Près de 91% des immeubles ont bénéficié d'une isolation des murs extérieurs. Ces opérations ont principalement mis en œuvre une isolation par une ITE (60%) ou une ITI (32%). Comme en maisons individuelles, les solutions d'isolations (ITI, ITE, ITI+ITE,..) dépendent du matériau de construction :

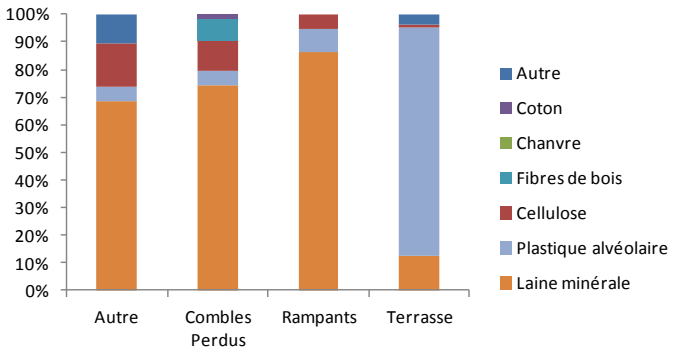
- Béton : 85% ITE, 9% ITI+ITE, 6%ITI
- Pierre : 83% ITI, 15% ITE
- Briques : 55% ITE, 45% ITI

Après travaux, les murs extérieurs des bâtiments collectifs sont isolés principalement avec du plastique alvéolaire (55%) et de la laine

minérale (35%). Les isolations avec des écomatériaux sont minoritaires (<4%) . Comme en logement individuel, on constate que la répartition des isolants dépend du type d'isolation mis en œuvre :

- ITE : 67% plastique alvéolaire, 23% laine minérale
- ITI : 60% laine minérale, 32% plastique alvéolaire

Les toitures des logements collectifs étudiés sont principalement des toitures terrasses (49%). Les rampants (18%) et les combles (24%) représentent 42% des toitures de notre échantillon. Près de 87% de ces toitures ont été rénovées. Elles ont été principalement isolées avec de la laine minérale (46%) et du plastique alvéolaire (43%). Les écomatériaux ne sont mis en œuvre que dans 8% des projets de notre échantillon.
On constate que la répartition des isolants dépend du type de toiture. En effet, les combles et rampants sont principalements isolés avec de la laine minérale alors que les toitures terrasses bénéficient d'une isolation réalisée avec du plastique alvéolaire (polyuréthane, polystyrène expansés,…)



Répartition des isolants en collectif suivant le type de toiture

Alors que les maisons individuelles sont principalement construites sur terre plein, les bâtiments collectifs sont construits sur une grande diversité de plancher bas : sous-sol (26%), extérieur (21%), terre plein (18%), parking et cave (32%). Près de 78% des dalles des planchers bas ont été rénovés.

En parallèle, près de 78% des fenêtres ont été rénovées. Après travaux, les menuiseries installées sont principalement en PVC (61%). Les menuiseries en bois représentent (24%) des menuiseries installées. Les menuiseries en aluminium (avec ou sans rupteurs de pont thermique) sont minoritaires (12%).

Résistances des parois en logements collectifs

focus

Les planchers bas :

La résistance moyenne des planchers bas est améliorée par un facteur 15 après travaux. Elle atteint 2,1 W/m².K.

Les planchers hauts

Les travaux de rénovation permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 6,7 pour les toitures terrasses et d'un facteur 11,6 pour les combles/rampants. La résistance moyenne des planchers hauts après rénovation est de l'ordre de 6 W/m².K pour les combles

Les murs extérieurs

Les travaux de rénovation des murs extérieurs permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 7,6. La résistance moyenne des murs rénovés est de l'ordre de 3,6 W/m².K.

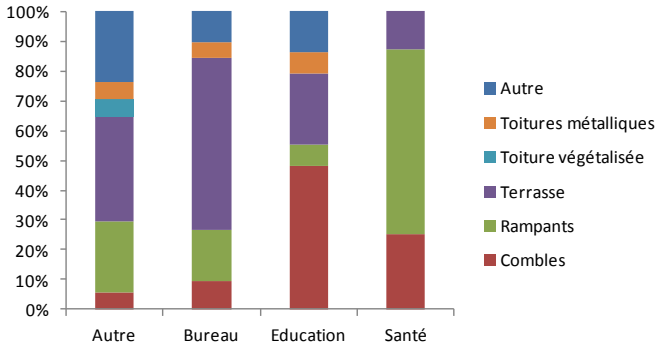
Les bâtiments tertiaires

Les bâtiments tertiaires étudiés ont été construits principalement en béton (51%) et pierres (30%). Les constructions en parpaings (8%) et en briques (6%) sont minoritaires. Près de 82% des projets de notre échantilon ont isolés les murs extérieurs lors des travaux de rénovation. Ces opérations ont principalement mis en œuvre une isolation par une ITI (45%) ou une ITE (37%). Les ITI+ITE sont présentes dans 12% des projets étudiés.
Comme en maisons individuelles et logements collectifs, les solutions d'isolations (ITI, ITE, ITI+ITE,..) dépendent du matériau de construction :

- Béton : 47% ITE, 34% ITI et 19% ITI+ITE
- Briques : 70% ITI et 26% ITE

Les murs extérieurs sont isolés principalement avec de la laine minérale (44%) et du plastique alvéolaire (28%). La fibre de bois a été mise en œuvre dans 13% des projets. On constate que la laine minérale (50%) demeure majoritaire dans le cas d'ITI. Sa part diminue à 35% en ITE en faveur du plastique alvéolaire (20% en ITI, 40% en ITE).

Les toitures des bâtiments tertiaires étudiés sont principalement des toitures terrasses (46%). Les rampants (19%) et les combles (12%) représentent 31% des toitures de notre échantillon. Les toitures métalliques sont présentes à hauteur de 5%. On constate que le type de toiture dépend de l'usage du bâtiment. En effet, les bureaux sont principalement construits avec des toitures terrasses (58%) alors que les bâtiments d'éducation privilégient les combles ou rampants (55%).



Répartition des types de toitures suivant l'usage du bâtiment

Près de 86% de ces toitures ont été rénovées. Elles ont été principalement isolées avec de la laine minérale (46%) et du plastique alvéolaire (38%). Les écomatériaux ne sont mis en œuvre que dans 12% des projets de notre échantillon.
Comme en collectif, on constate que la répartition des isolants dépend du type de toiture. En effet, les combles et rampants sont principalements isolés avec de la laine minérale alors que les toitures terrasses bénéficient d'une isolation réalisée avec du plastique alvéolaire (polyuréthane, polystyrène expansés,…).

Comme en collectif, les bâtiments tertiaires sont construits sur une grande diversité de plancher bas : terre plein (27%), sous-sol (25%), local non chauffé (17%), vide sanitaire (14%),.. Près de 62% des dalles des planchers bas ont été rénovés. Ce taux est inférieur à celui constaté dans le secteur résidentiel (80%)

En parallèle, près de 81% des fenêtres ont été rénovées. Après travaux, les menuiseries installées sont principalement en bois (33%), en aluminium (32%) et en aluminium à rupteurs de ponts thermiques (23%). Les menuiseries en PVC ne représentent que 8% des menuiseries installées.

focus **Résistances des parois en tertiaire**

Les planchers bas :
La résistance moyenne des planchers bas est améliorée par un facteur 4,6 après travaux.

Les planchers hauts
Les travaux de rénovation permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 9,7 pour les toitures terrasses et d'un facteur 12,9 pour les combles/rampants. La résistance moyenne des planchers hauts après rénovation est de l'ordre de 6,5 W/m².K pour les combles

Les murs extérieurs
Les travaux de rénovation des murs extérieurs permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 7,1. La résistance moyenne des murs rénovés est de l'ordre de 2,7 W/m².K.

L'influence de l'origine des projets sur les solutions mises en œuvre

L'origine des projets (certification ou appel à projet régional) a des conséquences sur les clés de répartition des différentes technologies étudiées. Ce constat est valable pour l'ensembe des bâtiments étudiés (résidentiel et tertiaire). En effet, l'étude met en lumière :

- Un taux d'installation des menuiseries bois supérieur dans le cadre des appels à projet,
- Un usage plus important des écomatériaux pour l'isolation des toitures et des murs extérieurs dans le cadre d'opérations lauréates d'appels à projets.

Ces résultats sont le fruit des exigences, et des aides financières associées, intégrées dans les référentiels des appels à projets régionaux.

5.LES EQUIPMENTS

« Identifier les solutions techniques mises en œuvre»

Rénovation groupe scolaire - Dardilly - Source : Observatoire BBC – Tekhnê architecte

La ventilation

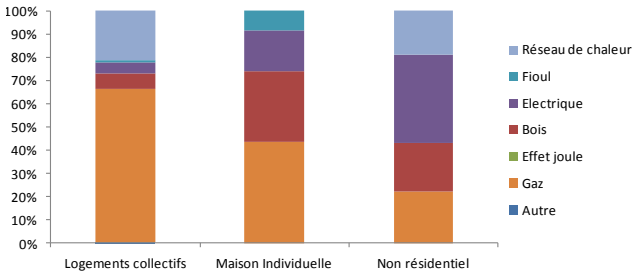
67% des maisons individuelles étudiées dans notre échantillon ont rénové ou remplacé leur système de ventilation. Après les travaux de rénovation, 61% des maisons étudiées sont équipées d'une ventilation mécanique simple flux hygroréglable de type B. Les autres opérations sont équipées de ventilation double flux (37%). L'efficacité moyenne de l'échangeur est de l'ordre de 89%.

On constate, en maisons individuelles, que la répartition des systèmes de ventilation dépend de l'origine des projets :

- Appel à projet : Double flux 44%, Hygro B 56%
- Certification : Double flux 32%, Hygro B 68%

77% des opérations de logements collectifs étudiés dans notre échantillon ont rénové ou remplacé leur système de ventilation. Par ailleurs, 40% des 190 opérations collectives étudiées, ne possédaient pas de systèmes de ventilation et 29% d'entre elles avaient une ventilation simple flux. Quelle que soit la situation initiale, la ventilation mécanique simple flux hygroréglable est plébiscitée. En effet, après les travaux de rénovation, 67% des opérations ont fait le choix d'installer une ventilation mécanique simple flux hygroréglable de type B. Les autres projets sont équipés d'une grande diversité de solutions : ventilation mécanique simple flux hygroréglable de type A (14%), ventilation double flux (6%), simple flux (6%), naturelle par conduit (3%), ...

72% des bâtiments tertiaires issus de notre échantillon ont rénové ou remplacé leur système de ventilation. Après travaux, 75% des opérations ont fait le choix d'installer une ventilation double flux avec une efficacité moyenne de l'échangeur de 78%. Les autres projets sont principalement équipés de ventilation simple flux.

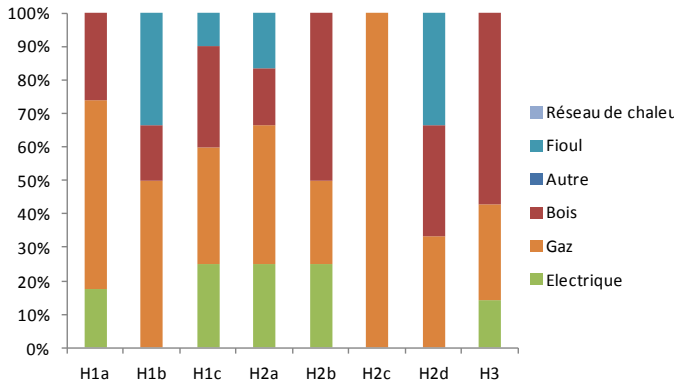


Répartition des énergies de chauffage par type de bâtiments

Le chauffage

Après les travaux de rénovation, les maisons individuelles sont principalement chauffées au gaz (43%) et au bois (31%). Dans une grande majorité des cas, des chaudières gaz à condensation et des poêles à bois ont été installés. Le chauffage électrique, principalement thermodynamique, n'est présent que dans 18% des maisons étudiées.

On constate que la répartition des énergies de chauffage dépend de l'origine du projet. En effet, la part du chauffage au bois est plus importante dans les lauréats des appels à projets (41%) que dans les projets certifiés (20%).



Répartition de l'énergie de chauffage en logement individuel par zones climatiques

De même, on note une répartition de l'énergie de chauffage différente suivant les zones climatiques. En effet, la part du bois est plus importante en zone H3 et H2b. En parallèle, le chauffage au gaz est plus présent en zone H1a, et H1b.

Par ailleurs, 56% des opérations rénovées ont modifié leur énergie de chauffage. Ce taux varie en fonction de l'énergie de chauffage avant travaux

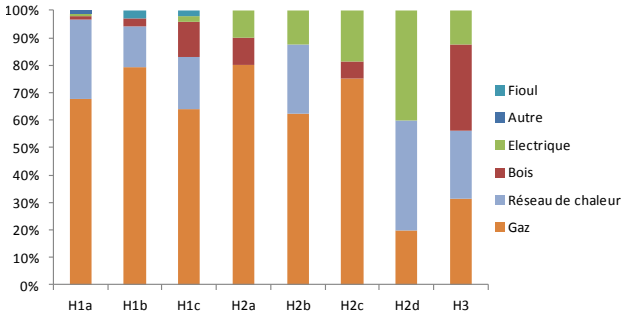
- 80% des projets chauffés au fioul initialement ont changé leur énergie de chauffage en installant principalement un poêle à bois (7/15 projets) ou une chaudière gaz à condensation (3/15 projets)

- 50% des projets chauffés à l'électrique initialement ont changé leur énergie de chauffage en installant principalement un poêle à bois (3/8 projets) ou une chaudière gaz à condensation (1/8 projets)

- 8% des projets chauffés au gaz initialement ont changé leur énergie de chauffage.

Après les travaux de rénovation, 66% des logements collectifs sont chauffés au gaz, plus précisément avec une ou des chaudières gaz à condensation. En parallèle, 22% des bâtiments sont connectés à un réseau de chaleur urbain.

Comme en logement individuel, la répartition de l'énergie de chauffage dépend des zones climatiques et de l'origine des projets.



Répartition de l'énergie de chauffage en collectif par zones climatiques

En effet, le chauffage au gaz demeure très majoritaire (>65%) en zones H1, H2a, H2c, alors qu'il est minoritaire (<25%) en zone H2d et H3. En parallèle, la part du chauffage au bois est multipliée par 7 dans le cadre des appels à projets (15%) par rapport aux projets certifiés (2,5%).

Par ailleurs, 38% des opérations rénovées ont modifié leur énergie de chauffage. Ce taux varie en fonction de l'énergie de chauffage avant travaux

- 93% des projets chauffés au fioul initialement ont changé leur énergie de chauffage en installant principalement une chaudière gaz à condensation (11/14 projets) ou un poêle à bois (1/14 projets)

- 83% des projets chauffés à l'électrique initialement ont changé leur énergie de chauffage en installant chaudière gaz à condensation (17/24 projets) ou un poêle à bois (2/14 projets)

- 10% des projets chauffés au gaz initialement ont changé leur énergie de chauffage en installant un chauffage au bois (4/78) ou en se raccordant à un réseau de chaleur (4/78)

- 4% des projets raccordés à un réseau de chaleur initialement ont changé d'énergie en installant un chauffage au gaz.

En tertiaire, 95% des projets ont rénové ou remplacé leur énergie de chauffage. Après les travaux de rénovation, les bâtiments tertiaires sont chauffés avec différentes énergies : électrique (38%), gaz (22%), réseau de chaleur (20%) et bois (20%).
Les solutions thermodynamiques sont principalement associées à l'énergie électrique. On retrouve des solutions air/eau VCV, air/air, DRV air/air recyclé, eau/eau VCV, air/eau…
On constate que l'énergie de chauffage dépend de l'usage du bâtiment. En effet, les bureaux sont principalement chauffés par des solutions :

- électriques (45%),

- réseau de chaleur (22%)

- gaz (20%)

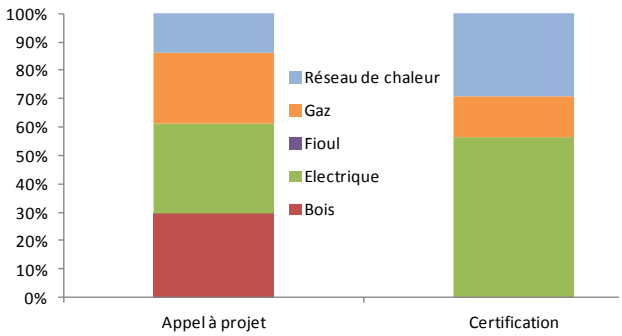
En parallèle, les bâtiments d'enseignements privilégient plutôt des solutions :

- gaz (38%)

- bois (31%)

- électrique (17%)

Comme dans le secteur résidentiel, la répartition de l'énergie de chauffage dépend de la zone climatique. A titre d'exemple, le chauffage au bois est majoritaire en zone H3 et H1b, alors que le chauffage électrique est majoritaire en zone H1a.
Enfin, cette répartition d'énergie de chauffage dépend aussi de l'origine des projets. En effet, près de 60% des bureaux certifiés sont chauffés à l'électricité alors que ce taux chute à 30% pour les bureaux lauréats d'appel à projet.



Répartition de l'énergie de chauffage des bureaux en fonction de l'origine des projets

En tertiaire, 66% des projets ont modifié leur énergie de chauffage.

La production d'ECS

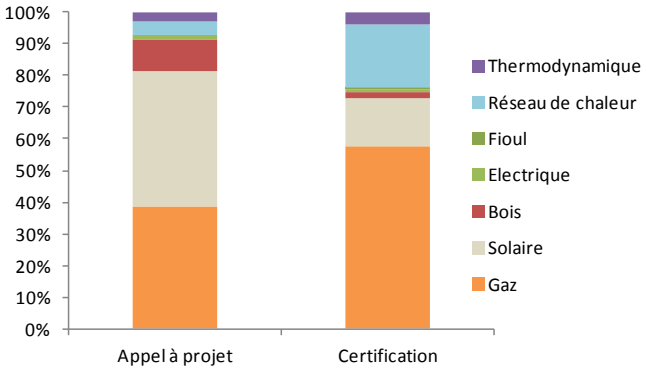
90% des maisons issues de notre échantillon ont rénové leur système de production d'ECS.

La production est assurée principalement par une installation solaire (38%) ou par la chaudière gaz à condensation (35%). Les ballons thermodynamiques représentent 15% des solutions proposées. On constate que la répartition de l'énergie de production ECS dépend de l'origine du projet. En effet, la part du gaz est plus faible dans les bâtiments lauréats des appels à projets que dans les projets certifiés, au détriment du solaire et du ballon thermodynamique.

Les installations solaires se caractérisent par une surface moyenne de 4,6 m².

En collectif, 80% des opérations ont rénové leur système de production d'ECS. 50% des bâtiments sont équipés d'une ou de chaudières gaz à condensation pour la production d'ECS. En parallèle, les installations solaires thermiques sont présentes dans 25% des opérations étudiées dans notre échantillon. Enfin, 15% des bâtiments produisent leur ECS via le réseau de chaleur urbain. Les solutions thermodynamiques et au bois demeurent minoritaires.

On constate que la répartition de l'énergie de production d'ECS dépend de l'origine du projet. En effet, la part du solaire passe de 43% dans les lauréats des appels à projets à 15% pour les projets certifiés en faveur du gaz.



Répartition de l'énergie d'ECS en collectif suivant l'origine du projet

Les installations solaires se caractérisent par une surface moyenne de 1,56 m².

Le refroidissement

Sur notre échantillon, 96% des bâtiments d'enseignements ne possèdent pas de système de refroidissement avant et après travaux. En parallèle, 35% des bureaux possédaient un système de refroidissement avant travaux. Ce taux atteint 59% après les travaux.

Dans 95% des projets, le froid est généré par une solution thermodynamique. Les autres bâtiments sont raccordés à réseau de froid urbain.

Dans 56% des projets, l'émission de froid est assurée par un système de soufflage d'air froid. La diffusion de froid par un réseau aéraulique (15%) et par des plafonds/planchers rafraichissant (10%) représentent un quart des solutions mises en œuvre.

Le photovoltaïque

Dans le secteur résidentiel, le taux d'installation de panneaux photovoltaïques après travaux demeure faible. Il est inférieur à 5% en collectif et de l'ordre de 10% dans le secteur individuel. En tertiaire, ce taux atteint 20% après travaux.

Les installations se caractérisent par

- des rendements moyens de 11% (tertiaire) à 13% (résidentiel)

- Des puissances crêtes de 3 kWc en individuel à 13kWc en tertiaire et collectif.

Pour mémoire, les rendements relevés sur les opérations Effinergie+ et/ou Bepos-Effienrgie sont de l'ordre de 16% à 19%.

6. LES BOUQUETS DE TRAVAUX

« Quels lots de travaux sont associés ensemble dans le cadre du BBC »

Rénovation la petite halle Bouchayer Viallet – Grenoble - Source : Observatoire BBC – SCI la Coop

Logements collectifs

Bouquet de Travaux N°1 : 38% des solutions proposées

- Rénovation de l'ensemble des parois (murs, plancher haut, plancher bas),
- Rénovation des baies,
- Rénovation des systèmes de chauffage, ventilation et production d'ECS.

Bouquet de Travaux N°2 : 17% des solutions proposées

- Rénovation de l'ensemble des parois (murs, plancher haut, plancher bas),
- Rénovation des baies,
- Rénovation de 2 sur 3 systèmes parmi le chauffage, la ventilation et production d'ECS.

Bouquet de Travaux N°3 : 16% des solutions proposées

- Rénovation des systèmes de chauffage, ventilation et production d'ECS.
- Rénovation de l'ensemble des parois (murs, plancher haut, plancher bas),

Logements individuels

Bouquet de Travaux N°1 : 46% des solutions proposées

- Rénovation de l'ensemble des parois (murs, plancher haut, plancher bas),
- Rénovation des baies,
- Rénovation des systèmes de chauffage, ventilation et production d'ECS.

Bouquet de Travaux N°2 : 12% des solutions proposées

- Rénovation de l'ensemble des parois (murs, plancher haut, plancher bas),
- Rénovation des baies,
- Rénovation de 2 sur 3 systèmes parmi le chauffage, la ventilation et production d'ECS.

Bouquet de Travaux N°3 : 10% des solutions proposées

- Rénovation des systèmes de chauffage, ventilation et production d'ECS.
- Rénovation de l'ensemble des parois (murs, plancher haut, plancher bas),

Rénovation Maison Individuelle – Saint Claude – Architecte Alain Brustel

7. ANALYSE ECONOMIQUE

« Evaluer l'impact économique d'un chantier de rénovation BBC »

Rénovation Maison de la vie associative – Roanne – Source : Observatoire BBC – Fabriques Architecture Paysages

Avant propos

Depuis 2015, l'Observatoire BBC a sollicité les maîtres d'ouvrages de chaque opération étudiée afin de collecter les données économiques.

Premier constat : Les professionnels et les particuliers manifestent un intérêt croissant pour la publication de données économiques relatives à la rénovation basse consommation.

Deuxième constat : En regard de cette forte demande, les données mises à dispositions sont limitées (confidentialité) et hétérogènes (absence de modèle de décomposition de coût des travaux).

En conséquence, les chiffres communiqués ont été ventilés dans une décomposition élaborée au fil de l'eau, en concertation avec les membres du comité technique de l'Observatoire.

Ainsi, les résultats présentés ci-après ne permettent pas d'établir des conclusions définitives mais ils ont pour objectif de mettre à disposition des acteurs un premier niveau d'information.

L'analyse économique, réalisée au cas par cas, présente dans de nombreuses fiches de l'Observatoire BBC (www.observatoirebbc.org), permet de compléter les tendances publiées dans cette étude.

Par ailleurs, les travaux de rénovation dépendant de plusieurs facteurs, (état initial du bâtiment, orientation, environnement urbain, architecture,…), les montants présentent des disparités importantes.

La maison individuelle

Sur les projets étudiés, le montant moyen des travaux de rénovation énergétique est de **255 € HT/m²**, soit un **investissement** moyen proche de **42 000 €.**
En parallèle, les consommations énergétiques sont réduites d'un facteur 5 et les déperditions thermiques par un facteur 4.

Ratios en maisons individuelles

Le remplacement des baies extérieures est évalué, en moyenne, à 383 € HT/m² de surface de baies ou 60 € HT/m² Shon RT.
En parallèle, l'isolation de la toiture est estimée à 93 €/m² de surface de la toiture estimée[2] ou 46 € HT/m² de Shon
Pour les équipements, l'installation d'une ventilation simple flux hygroréglable de type B (10 à 15 € HT/m² de Shon) est moins onéreuse qu'une ventilation double flux (20 à 60 € HT/m² shon).
La production d'ECS étant dimensionné en fonction du nombre d'habitants dans le logement, le montant communiqué, exprimé par m²/Shon, ne semble pas le plus pertinent, mais permet de donner un ordre de grandeur.

[2] Surface de toiture estimée = surface shon/nombre de niveaux

Travaux	Surface de référence	Minimum	Moyenne	Maximum
Toiture	Surface toiture estimée	40 €	75 €	135 €
Baies	Surface vitrée	171 €	383 €	768 €
Mur	Shon	49 €	87 €	184 €
Plancher	Shon		38 €	
Chauffage	Shon	21 €	34 €	46 €
Ventilation	Shon	10 €	28 €	69 €
ECS	Shon	15 €	24 €	38 €

Montant des travaux pour les maisons individuelles

Les logements collectifs

Sur les projets étudiés, le montant moyen des travaux de rénovation énergétique est de **289 € HT/m²**.
En parallèle, les consommations énergétiques sont réduites d'un facteur 4 et les déperditions thermiques par un facteur 3.

Ratios en Collectifs

Travaux	Surface de référence	Minimum	Moyenne	Maximum
Toiture	Surface toiture estimée	33 €	66 €	98 €
Baies	Surface vitrée	230 €	356 €	497 €
Mur	Shon	66 €	103 €	132 €
Plancher	Shon		10 €	
Chauffage	Shon	15 €	62 €	107 €
Ventilation	Shon	11€	43 €	130 €

Montant des travaux pour les logements collectifs

Cependant, il est nécessaire d'avoir conscience que ces résultats sont le fruit d'une rénovation globale intégrant un objectif de performance énergétique défini et partagé en amont du projet. Il serait erroné d'estimer le montant total d'une rénovation globale en additionnant de manière indépendante les montants par lots présentés dans les tableaux ci-dessus. En effet, le principe de la rénovation globale étant une optimisation technico-économique, le coût de chaque poste correspond à un minimum.

Rénovation – Résidence le Château

Ce projet concerne la rénovation d'un bâtiment des années 1950 de 32 logements situé à Albertville.
Les travaux de rénovation ont consisté à isoler les façades, non isolées initialement, par l'extérieur avec du polystyrène sous enduit. Les murs pignons ont aussi bénéficié de cette solution après la dépose du polystyrène existant. En parallèle, la fibre de ouate de cellulose, partielle dégradée dans les combles, a été remplacée par 40 cm de laine de verre roulée. Enfin, la dalle du plancher haut du sous-sol a reçu un flocage de 10 à 12 cm d'épaisseur en laine minérale projetée.
Les menuiseries extérieures en PVC à double vitrage ont été conservées en l'état, à l'exception des fenêtres/séchoir qui ont été remplacées par des menuiseries en PVC à faible émissivité avec lame d'argon à double vitrage.
Côté équipement, la ventilation naturelle par conduits a été remplacée par des systèmes de ventilation hygroréglable de type A. Pour le chauffage et l'ECS, les chaudières individuelles à micro-accumulation, présentes dans 30 logements ont été conservées. Les 2 logements chauffés par des convecteurs électriques ont été rénovés et des chaudières identiques à celles présentes

Descriptif

Shon : 151 m²
Logements : 32
Année : 1950

Performances

Cep init : 284 kWhep/m².an
Cep: 93 kWhep/m².an
Gain: 4.1

Ubat: 0.696 W/(m².K)

Données économiques

- Le montant des travaux s'élève à 1 032 132 € HT, soit **395 € HT/m² de SHON**

- Le montant de la rénovation énergétique s'élève à 548 303 € HT, soit **210 € HT/m² de SHON,**
  - **soit, 53% du montant des travaux,**
  - **soit, 44% du montant de l'opération**

Montants des travaux par lots

- Parois, toiture, plancher bas : 213 000 € HT
- Baies : 102 166 € HT
- Système de chauffage, ventilation et ECS: 233 138 € HT

Rénovation – Résidence Marie Stuart

Ce projet de rénovation concerne une résidence de 78 logements datant de la fin des années 1970. Des bureaux, sur 354 m², sont inclus dans le projet de rénovation

Les travaux de rénovation ont consisté à améliorer la qualité de l'enveloppe en isolant par l'extérieur avec 12 cm de laine de verre les façades en béton. En parallèle, les planchers bas et la toiture terrasse ont bénéficié d'une nouvelle isolation. Enfin, les baies en simple vitrage ont été remplacées par des doubles vitrages performants montés sur des menuiseries en aluminium à rupteur de ponts thermiques ou en PVC.

Côté équipement, le bâtiment est toujours raccordé au réseau de chaleur urbain. Cependant, les planchers bas ont été remplacés par des radiateurs munis de robinets thermostatiques. Les ballons électriques ont été déposés et la production d'ECS est désormais assurée par le réseau de

Descriptif

Shon : 5323 m²
Logements : 78
Année : 1970

Performances

Cep init : 220 kWhep/m².an
Cep: 46 kWhep/m².an
Gain: 4.8

Ubat init: 1.517 W/(m².K)
Ubat: 0.766 W/(m².K)
Gain :1.9

Données économiques

- Le montant des travaux s'élève à 3 105 742 € HT, soit **583 € HT/m² de SHON**

- Le montant de la rénovation énergétique s'élève à 1 672 588 € HT**,** soit **314 € HT/m² de SHON,**
  - **soit, 54% du montant des travaux,**
  - **soit, 49% du montant de l'opération**

Rénovation – Maison Rymeyko

Ce projet concerne la rénovation d'une maison en R+1 située sur la commune de Chirens.
Les travaux de rénovation ont consisté à isoler les murs extérieurs en parpaings par l'intérieur avec de la ouate de cellulose. En parallèle, les pertes thermiques par les plafonds ont été réduites avec le remplacement des 10 cm de laine minérale par 35 à 37 cm de ouate de cellulose. Enfin, la dalle du plancher bas donnant sur le terre plein a été isolée.
Les fenêtres existantes en bois à simple vitrage ont été remplacées par des menuiseries en PVC équipées de triple vitrage.
Côté équipement, les convecteurs anciens ont été remplacés par un poêle à bois dans les pièces de vie. Le ballon à accumulation électrique a été déposé et remplacé par une production solaire avec un appoint électrique intégré. Enfin, une ventilation double flux a été installée afin d'assurer le renouvellement de l'air intérieur.
Au final, le bouquet de travaux a permis de réduire les consommations énergétiques réglementaires d'un facteur 7.

Descriptif

Shon : 151 m²
Logement : 1
Année : 1960

Performances

Cep init : 102 kWhep/m².an
Cep: 718 kWhep/m².an
Gain: 7

Ubat init: 0.751 W/(m².K)
Ubat : 0.329 W/(m².K)
Gain :2.3

Données économiques

- Le montant de la rénovation énergétique s'élève à 62 594 € HT, soit **414 € HT/m² de SHON**

Montants des travaux par lots

- Parois : 13 857 € HT
- Plancher bas : 5 936 € HT
- Toiture : 10 238 € HT
- Baies : 11 209 € HT
- Système de chauffage et ECS: 5 261 € HT
- Ventilation hygroréglable de type A: 10 410 € HT
- ECS solaire : 5 684 € HT

Rénovation – Maison Mr Salas

Ce projet de rénovation concerne une maison de 1950. Les travaux ont consisté à isoler les murs en béton par l'intérieur avec du polyuréthane. En parallèle, les murs en briques, initialement isolés par l'extérieur avec du polystyrène, ont été aussi isolés par l'intérieur. La toiture terrasse a été rénovée et isolée avec 18 cm de laine minérale. Enfin, le plancher bas a bénéficié d'une isolation performante.
Les baies existantes ont été remplacées par des menuiseries en PVC ou bois à double vitrage.
Côté équipement, la chaudière initiale a été remplacée par une chaudière gaz à condensation associée à des radiateurs. Le renouvellement de l'air intérieur est assuré par une ventilation mécanique hygroréglable de type B installée lors des travaux de rénovation.
Au final, le bouquet de travaux mis en œuvre a permis de réduire les consommations d'un facteur 3.6

Descriptif

Shon : 117 m²
Logement : 1
Année : 1950

Performances

Cep init: 305 kWhep/m².an
Cep: 84 kWhep/m².an
Gain: 3.6

Ubat init: 0.776W/(m².K)
Ubat : 0.335 W/(m².K)
Gain : 2.3

Données économiques

- Le montant de la rénovation énergétique s'élève à 34 126 € HT, soit **292 € HT/m² de SHON**

Montants des travaux par lots

- Parois : 9 220 € HT
- Plancher bas : 4 400 € HT
- Toiture : 4 696 € HT
- Baies : 9 410 € HT
- Système de chauffage et ECS: 4 600 € HT
- Ventilation hygroréglable de type B: 1 800 € HT

Rénovation – Mairie de Tosse

Ce projet de rénovation de la mairie de la commune de Tosse est lauréat de l'appel à projet "Bâtiments Aquitains Basse Énergie" 2015. Ce bâtiment construit en 1906, de forme compacte sur deux niveaux, ne bénéficie d'aucune isolation. Par ailleurs, il a des caractéristiques patrimoniales qui ont été prises en compte dans le projet en particulier par le choix d'une isolation par l'intérieur.
La structure en pierre hourdée à la chaux a été conservée et mise en valeur. Elle a été isolée par l'intérieur par de la fibre de bois (16 cm) tout comme la toiture (28 cm). Le plancher sur terre plein a été isolé par de la mousse de polyuréthane (8 cm) sur toute sa surface. Les menuiseries initiales ont été remplacées par des fenêtres en aluminium avec du double vitrage (gaz argon). Une attention particulière a été portée sur le traitement des ponts thermiques, notamment au niveau des planchers bas et intermédiaire. En parallèle, l'étanchéité à l'air visé est de 1 m3/h.m² à la réception. En conséquence, l'ensemble des liaisons et/ou pénétrations avec les freins vapeurs ont été traitées avec précaution (plancher/mur, murs/menuiseries, murs/plafonds, etc…).
Côté équipements, une PAC réversible assure le chauffage et le refroidissement. Elle est associée à des ventilo-convecteurs pour l'émission
La lumière naturelle a été complètement analysée et prise en compte avec une verrière centrale au bâtiment pour les apports passifs et la lumière. Les luminaires mis en place sont LED avec gradateurs de lumière et détecteurs de présence.
Un suivi des performances énergétiques et environnementales des installations est réalisé grâce à une GTC.

Descriptif

Shon : 659 m²
Bureaux
Année : 1906

Performances

Cep init: 284 kWhep/m².an
Cep: 32 kWhep/m².an
Gain: 8

Ubat init: 0.921 W/(m².K)
Ubat : 0.416 W/(m².K)
Gain : 2.2

Données économiques

- Le montant des travaux de rénovation s'élève à 918 000 € HT**,** soit **1 393 € HT/m² de SHON**

Montants des travaux par lots

- Parois : 12 500 € HT
- Toiture : 32 500 € HT
- Système de chauffage et ECS: 15 000 € HT
- Eclairage : 17 000 € HT

Rénovation – SCI Meditrag

Ce projet de rénovation d'un bâtiment de bureaux est lauréat de l'appel à projet "Concours Eco-rénovation - Bâtiments Basse Consommation d'énergie" en 2013 et s'est inscrit dans une démarche BDM (Bâtiments Durables Méditerranéens). Les travaux de rénovation se sont échelonnés de Décembre 2013 à Mai 2014.

Les travaux de rénovation ont consisté à isoler par l'extérieur, avec de la laine de bois ou du polystyrène expansé suivant les orientations, les murs existants en parpaings isolés par l'intérieur avec de la laine de verre. En parallèle, la toiture amiantée existante a été détruite et remplacée par une toiture zinc équipée de panneaux photovoltaïques. Les faux-plafond sont désormais isolés avec 25 cm de ouate de cellulose en périphérie et avec 60 cm de ouate de cellulose au centre. Enfin, les menuiseries existantes (à l'exception de 3 fenêtres) ont été remplacées par des menuiseries en PVC double vitrage.

Côté équipement, les panneaux rayonnants ont été remplacés par 2 pompes à chaleurs réversibles (rez de chaussée et étage) qui assurent le chauffage et le refroidissement du bâtiment. Enfin, une ventilation mécanique simple flux hygroréglable de type B a été installée pour maintenir la qualité de l'air intérieur.
Au final, le bouquet de travaux mis en œuvre a permis de réduire les consommations énergétiques réglementaires d'un facteur 6,5.

Descriptif

Shon : 201 m²
Bureaux
Année : 1960

Performances

Cep init: 329 kWhep/m².an
Cep: 46 kWhep/m².an
Gain: 7

Ubat init: 0.827W/(m².K)
Ubat: 0.349 W/(m².K)
Gain : 2.4

Données économiques

- Le montant total des travaux s'élève à 196 604 € HT, soit **651 € HT/m² de SHON**

Rénovation – Le Rossini

Ce projet de rénovation concerne un bâtiment inscrit à l'inventaire Supplémentaires des Monuments Historiques et datant de la période révolutionnaire. Il s'inscrit dans le cadre de la valorisation du patrimoine et notamment en ce qui concerne les gardes corps, les ferronneries et les arcades en pierre à bossage.
Les travaux de rénovation de l'enveloppe ont consisté à isoler par l'intérieur les murs en pierres de différentes épaisseurs. La toiture en zinc a été reconstituée dans sa totalité et isolée avec 24 cm de laine minérale. Les planchers bas n'ont pas été rénovés. Par ailleurs, une grande partie des menuiseries a été rénovée.
Côté équipement, le bâtiment est raccordé aux différents réseaux de chaleur et de froid de la ville. Enfin, une ventilation double flux assure le maintien et le renouvellement de la qualité de l'air intérieur.
Après travaux, les consommations énergétiques réglementaires sont divisées par un facteur 2,8.

Descriptif

Shon : 3195 m²
Bureaux
Année : 1793

Performances

Cep init: 235 kWhep/m².an
Cep: 83 kWhep/m².an
Gain: 3

Ubat init: 1.19 W/(m².K)
Ubat: 0.645 W/(m².K)
Gain : 1.8