Maison Témoin – La Bocaine

Bâtiments BEPOS-Effinergie 2013

Observatoire BBC

Retours d'Expérience

Cette étude a pour objectif de présenter les premiers retours d'expérience sur les bâtiments en cours de certification et BEPOS-Effinergie 2013.

L'Observatoire BBC
www.observatoirebbc.org
lefeuvre@effinergie.org

26/10/2015

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

1. Contexte

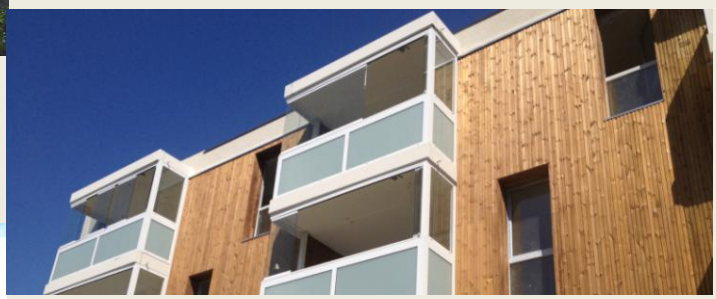
2. Périmètre

3. Dynamique

4. Performance

5. Bâti

6. Equipements



7. Economie

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

1 300 projets

Etudiés et présentés au travers de fiches opérations

1 000 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

1. Le Contexte :

Figure 1 : Ecole Chengdu – Montpellier – Source : Observatoire BBC

Ce rapport est le deuxième retour d'expérience sur les bâtiments en cours de certification BEPOS-Effinergie 2013 ou lauréats d'appel à projets exigeant un niveau BEPOS Effinergie 2013.

Il a pour objectifs :

- D'identifier la dynamique engendrée par ces nouveaux labels en France
- D'identifier les technologies utilisées
- D'analyser les évolutions techniques par rapport aux bâtiments BBC-Effinergie
- D'établir des premières tendances technico-économiques

Il s'adresse à l'ensemble de la filière de la construction.

Ce rapport a été réalisé à partir des données de l'Observatoire BBC (www.observatoirebbc.org).

Cette étude contribue à préparer les futures évolutions réglementaires et à valider les seuils définis dans les labels Effinergie+ et BEPOS-Effinergie. En parallèle, elle permet d'identifier l'impact économique de nos labels sur le marché de la construction et de lever les freins au développement des labels de l'association Effinergie.

Important : Les résultats présentés dans le cadre de cette étude sont issus d'un échantillon décrit dans le chapitre suivant. Elle propose une illustration des bâtiments Bepos-Effinergie 2013 sur un périmètre défini à un instant donné.

2. Le périmètre de l'étude

Figure 2 : Résidence Horizon 180 - Argonay – Source : Observatoire BBC

Quelle typologie de bâtiments ?

L'échantillon de l'étude couvre l'ensemble des typologies de bâtiments, à savoir

- 7 projets de maisons individuelles en secteurs diffus
- 6 opérations de logement collectif soit 95 logements,
- 21 opérations en tertiaire soit près de 76 400 m² de SRT

7 projets **6 projets** **21 projets**

La maison individuelle en secteur diffus – 7 projets

Les 7 projets étudiés sont certifiés BEPOS-Effinergie 2013. Deux d'entre eux sont aussi lauréats de l'appel à projet de la Région Languedoc-Roussillon et de la Direction Régionale de l'ADEME.

Les logements collectifs – 6 projets

Sur les 6 opérations étudiées, 1 opération est lauréate d'un appel à projet. En parallèle, 5 opérations ont été certifiées BEPOS-Effinergie 2013. En parallèle, 4 opérations sont des programmes de logements sociaux et 2 sont issus d'initiatives privées.

Ces 6 opérations représentent 7 271 m² de SRT. Elles se situent en zone H2b (n=2), H2c (n=2), H2d (n=1) et H3 (n=1). Aucun projet n'a été identifié en zone H1.

Le Tertiaire – 21 projets

L'échantillon étudié est composé de 21 opérations dont 14 sont issues d'appels à projets régionaux et 7 sont certifiées.

Les opérations étudiées sont principalement des bureaux (57%) et des bâtiments d'enseignement (38%).

Elles se situent principalement en Région Franche Comté (n=8), Ile de France (n=4), Rhône-Alpes (n=4), et Languedoc-Roussillon (n=2).

Qui communique les 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.

Quel périmètre énergétique ?

L'ensemble des bâtiments étudié a, à minima, un niveau BEPOS-Effinergie. Les études thermiques réglementaires de chaque projet sont analysées. Par ailleurs, en adéquation avec nos référentiels, une analyse sera réalisée, à terme, sur les impacts énergétiques liés à l'écomobilité, aux choix des matériaux, la qualité des réseaux de ventilation…

Note : Le nombre de projets identifiés ne permet pas de faire des analyses par zone climatique.

3. La dynamique

Figure 3 : Logement Effinergie + - Chermignac – Source : Observatoire BBC

Le Label Bepos-Effinergie

Au 30 juin 2015, 8 programmes de logements collectifs (184 logements) ont déposé une demande de certification depuis l'existence du label. Dans le secteur du logement individuel, 67 logements bénéficient d'une demande de certification BEPOS-Effinergie 2013. 7 dossiers de maisons individuelles en secteur diffus sont en cours d'instruction. Parmi eux, 5 opérations ont été réceptionnées. Elles se situent en Languedoc-Roussillon (2 projets), Alsace, Midi-Pyrénées, Pays de la Loire, Picardie et Poitou-Charentes. En parallèle, 5 programmes de logements individuels groupés, soit 60 logements au total, sont en cours de réalisation en Région Basse Normandie (2 projets), Centre-Val de Loire, Ile de France, et Poitou-Charentes. En tertiaire, 21 opérations, soit 216 257 m² sont en cours de certification dont une majorité concerne des bâtiments d'enseignement (56%) et des immeubles de bureaux (39%). Les deux premières opérations certifiées BEPOS-Effinergie 2013 en tertiaire ont été validées en mai 2015. Il s'agit de 2 opérations de bureaux. Elles sont situées en Région Parisienne et à Toulouse. Ces opérations sont décrites sur le site de l'Observatoire BBC :

- Green Office (2 bâtiments) à Rueil Malmaison
- Eurosic La Plaine - Siège du groupe GA à Toulouse.

4. Les performances

Figure 4 : Campus Eiffage – Source : Observatoire BBC

Surface et compacité:

Sur l'échantillon étudié, les bâtiments présentent des surfaces et des compacités moyennes similaires à celles des bâtiments BBC-Effinergie.

[1] Compacité : Ratio surface parois extérieures / SRT.

Bâtiment	SHON RT	Compacité[1]
Maison Individuelle	122 m²	2.16
Logement Collectif	77 m²	1.31
Bureaux	6 825 m²	1.59

Les consommations en BEPOS-Effinergie 2013

Le niveau de consommation

On constate que les consommations, hors production locale d'électricité, des bâtiments BEPOS-Effinergie 2013 sont au-delà des exigences du label. En effet, le label BEPOS-Effinergie 2013 impose comme pré-requis d'avoir le niveau Effinergie+. En conséquence, le niveau de consommation doit être inférieur de 20% par rapport à l'exigence réglementaire. Avec **un gain proche de 40% pour le Cep en résidentiel** (39,8% en maison et 43% en collectif) par rapport à l'exigence réglementaire, les projets BEPOS-Effinergie 2013 en secteur résidentiel dépassent les exigences du label.

Sans production locale	Cep Projet	Cep RT 2012	Gain %	Gain kWhep/m².an
Maison	43.5	73.12	39.8	29.6
Collectif	42.3	74	43	31.77
Tertiaire	62.8	122	49	59.2

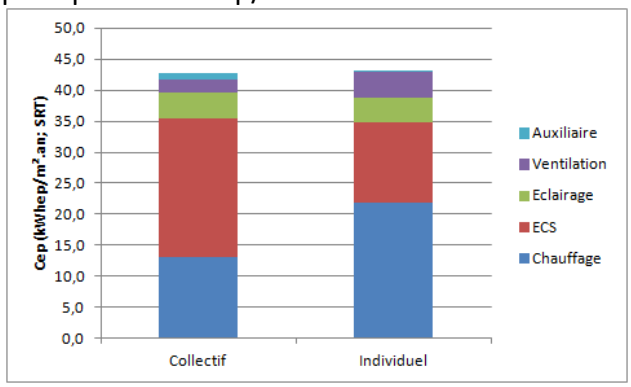
Par ailleurs, en prenant en compte la production locale d'électricité, le niveau moyen de consommation, sur les 5 usages de la RT, des bâtiments BEPOS-Effinergie est de :

- ✓ -30.1 kWhep/m² SRT.an pour les bâtiments tertiaires,
- ✓ -72.4 kWhep/m² SRT.an pour les maisons individuelles et
- ✓ -21.2 kWhep/m² SRT.an pour les logements collectifs.

La répartition par postes

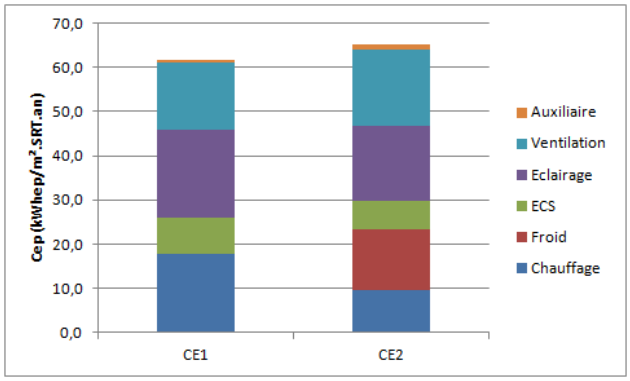
En maisons individuelles le chauffage (45%) et l'ECS (35%) représentent les deux principaux postes de consommation. La consommation de chauffage atteint 22 kWhep/m² SRT.an en maisons individuelles.

En parallèle, en logements collectifs, la consommation d'ECS atteint 53% des consommations totales au détriment du chauffage qui chute à 30%, ne représentant plus que 13 kWhep/m² SRT.an



Enfin, il est intéressant de noter que si l'on intègre les consommations liées aux autres usages, estimées à 70 kWhep/m² SRT.an, la consommation des 5 usages réglementaires ne représente plus que 37% des consommations totales.

En tertiaire, l'éclairage est le poste principale de consommation (36%) pour les bâtiments sans système de refroidissement (CE1). Le chauffage (25%) et la ventilation (25%) sont les deux autres principaux postes de consommation. Dans le cas des bâtiments refroidis (CE2), les trois postes principaux de dépenses énergétiques sont la ventilation (27%), l'éclairage (27%) et le froid (21%).



La conception bioclimatique

Les premiers résultats démontrent que, quel que soit l'usage du bâtiment, le coefficient Bbio des projets BEPOS-Effinergie est de **37% à 45% inférieur à l'exigence réglementaire.**

Bbio	Bbio Projet	Bbio RT2012	Gain %	Gain Points
Maison	39.1	62.2	-37 %	-23 pts
Collectif	28.9	53	-45 %	-24 pts
Tertiaire	68	111.6	-39 %	-43 pts

Le niveau de performance se situe bien au-delà de l'exigence du label Effinergie+ qui impose un gain minimum de 20% par rapport à l'exigence réglementaire.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que les **bâtiments BEPOS-Effinergie 2013 ont un Bbio et un gain du Bbio plus performant que les bâtiments Effinergie+.**

Ce résultat démontre la volonté des Maîtres d'Ouvrage de favoriser une enveloppe et conception bioclimatique plus performante dans le cadre de projets BEPOS-Effinergie 2013.

Bbio	Effinergie+		Bepos Effinergie 2013	
	Bbio	Gain (%)	Bbio	Gain (%)
Diffus	47.1	-26.5%	39.1	-37%
Collectif	43.2	-36.9%	28.9	-45%
Tertiaire	71	-29%	68	-39%

Les pertes thermiques

Plus d'un tiers (35%) des pertes thermiques d'une maison individuelle BEPOS-Effinergie est issu des baies vitrées. Les pertes par les murs représentent 23% des pertes totales. Les pertes par les ponts thermiques (14%) et les planchers bas (14%) sont similaires. Enfin, les pertes par les toitures ne représentent que 13% des pertes totales.

Le pourcentage moyen de pertes par ponts thermiques par rapport aux déperditions totales est de l'ordre de 14%. Pour une maison individuelle en secteur diffus de plain-pied, ce ratio approche les 13% alors qu'il est de 19% à partir d'un R+1.

En logements collectifs, la répartition des pertes thermiques est relativement identique à celle de la maison individuelle. En effet, les baies (37%) sont les principales sources de déperditions avec les murs (24%). Cependant, les pertes par ponts thermiques représentent 22% des pertes totales, soit 8 points de plus qu'en maisons individuelles. Par ailleurs, le poids des pertes par ponts thermiques par rapport aux pertes totales est plus important dans le cas d'une isolation par l'intérieur (26.7%) que lorsqu'une isolation par l'extérieur a été mise en œuvre (14%).

Dans le tertiaire, la répartition des pertes thermiques est différente. En effet, les pertes par les baies représentent 44% de l'ensemble des pertes. Les pertes par ponts thermiques ne représentent que 15%, au même niveau que les autres parois.

5. Le Bâti

Figure 5 : Terralta – Source : Observatoire BBC

La maison individuelle

En maison individuelle, sur les 6 projets BEPOS Effinergie, **5 matériaux différents ont été utilisés** : l'ossature bois (2 projets), la brique, le béton cellulaire, la brique monomur et le béton.
Comme en BBC-Effinergie ou en Effinergie +, **l'isolation par l'intérieur** a été préconisée dans la majoritée des projets (5 projets sur 7). Les enveloppes isolées par l'intérieur ont utilisé de la laine minérale (3 projets sur 5) ou du plastique alvéolaire (2 projets sur 5).

Comme pour les projets BBC-Effinergie et Effinergie+, les **toitures** des maisons individuelles sont principamement des **rampants** ou des **combles** (5 projet sur 7). Par ailleurs, la **laine minérale** demeure l'isolant le plus utilisé (**6 projets sur 7)**, notamment dans le cas de combles ou rampants.
Ces maisons indviduelles sont principalements construites sur **terre plein** (3 projets sur 7) ou un **vide sanitaire** (4 projets sur 7).

Comme en Effinergie+, deux technologies représentent **plus de 80%** des solutions proposées pour les baies vitrées : **PVC** (4 projets sur 7) **et Aluminium à rupteurs de ponts thermiques** (3 projets sur 7).
Sur ces 7 projets, une seule opération a installé des triples vitrages.
Afin de bénéficier d'un maximum d'apport solaire, les baies sont principalement orientées sur la façade Sud (70% de la surface vitrée totale). Les baies exposées à l'Ouest et à l'Est n'ont pas été privilégiées dans ces opérations.

En parallèle, des solutions pour réduire les surchauffes estivales ont été mises en œuvre (brise-soleil, débord de toiture, …)

Le tableau ci-après présente les valeurs moyennes, des résistances thermiques pour les toits, murs extérieurs et planchers bas. Les valeurs de l'échantillon sont comparées avec les données des bâtiments BBC-Effinergie[1].
On constate des **résistances plus importantes** sur les projets BEPOS-Effinergie, Effinergie+ que sur les projets BBC-Effinergie. Le gain le plus important est constaté sur les toitures. Ces tendances devront être confirmées avec un nombre de projets plus important.

[1] Cf. Rapport Observatoire BBC – Janvier 2012

Résistance	Bepos-Effinergie	Effinergie+	BBC-Effinergie (RT2012)	BBC-Effinerge
Baies (Ujn)	1.15			1.56
Murs	5.1	5.1	4.7	4.1
Toiture (A2)	7	8.3	8.2	7
Toiture (A3)	9.2	8.2	8.6	6.7
Plancher bas (A4)	TP : 5.8 VS : 7.8	TP : 5,6 VS : 6.3	TP : 5.5 VS : 5.3	4.6

Les logements collectifs

Les 6 opérations collectives BEPOS-Effinergie 2013 étudiées ont été construites en **briques** (n=3), en **béton** (n=1), en **ossature bois** (n=1) et en parpaings (n=1). Elles ont bénéficié principalement d'une **isolation par l'intérieur** (ITI n=5). L'isolation par l'extérieur (ITE) n'a été mise en œuvre que sur 2 opérations. Il sera intéressant d'évaluer cette tendance sur un plus grand nombre d'opérations car l'Observatoire BBC avait noté un recul de la part de marché de l'isolation par l'extérieur en logements collectifs à compter de 2013 en BBC-Effinergie.
Les bâtiments ont été isolés avec de la **laine minérale** (100%) lors d'une ITI et par du **polystyrène expansé** (100%) lors d'une ITE.

Les bâtiments collectifs étudiés ont principalement des **toitures terrasses** (4 sur 6 opérations). De manière systématique, la **laine minérale** a été utilisée pour l'isolation des toitures sous **combles et rampant**s. En parallèle, le **plastique alvéolaire** (panneau de polyuréthane, polystyrène expansé) est majoritairement utilisé dans le cas des **toitures terrasses**. Ces choix technologiques sont identiques à ceux mis en œuvre dans les logements BBC-Effinergie et Effinergie+

Sur l'échantillon étudié, les logements collectifs ont été construits sur **tous types de plancher bas** : terre plein (n=3%), parking (n=1), sous-sol (n=2).

Les menuiseries en **PVC** (n=4 sur 6) sont majoritaires. Les baies sont principalement des doubles vitrages 4/16/4 avec une lame d'argon et vitrages peu émissifs.
Des menuiseries en bois et en aluminium à rupteurs de ponts thermiques ont été posées sur 2 opérations Le pourcentage de **surface vitrée** est de l'ordre **de 19%.**

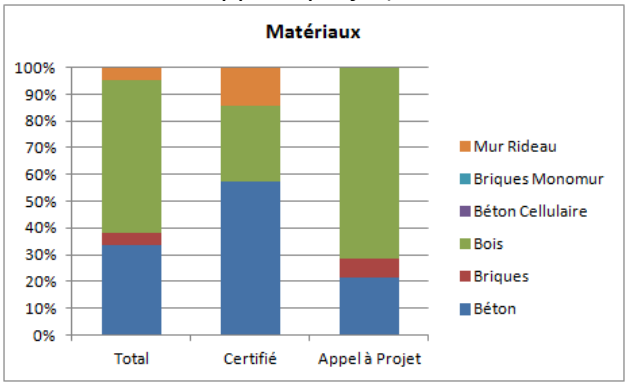
Le tableau ci-dessous illustre l'ordre de grandeur des résistances thermiques globales par parois opaques identifiées sur les logements collectifs étudiés.

Résistance	Bepos-Effinergie	Effinergie+	BBC-Effinergie (RT2012)	BBC-Effinerge
Baies (Ujn)	1.18	1.25	1.3	-
Murs	5.3	5.1	3.7	4
Toiture (A2)	9	8.5	7	7.1
Toiture (A3)	7	7.7	6.4	6.1
Plancher bas (A4)	TP : 6.2	TP : 4.9 VS : 5.3 Pa : 4.4	TP : 5 VS : 4.9 Pa : 4.3	4.2

Comme en maisons individuelles, on constate des **résistances plus importantes** sur les projets BEPOS-Effinergie 2013, Effinergie+ que sur les projets BBC-Effinergie.

Les bâtiments tertiaires

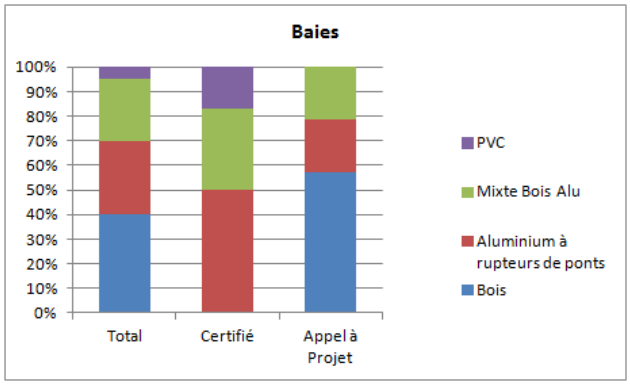
Sur les 21 bâtiments tertiaires étudiés, on constate que **57%** d'entre eux ont été construits en **ossature bois**. Les projets construits en **béton** représentent **33%** des opérations. Cependant, cette clé de répartition varie en fonction de l'origine des projets (certification ou lauréat d'un appel à projet).



Les façades sont principalement isolées avec de la laine minérale dans le cadre des opérations certifiées. En parallèle, les projets lauréats des appels à projets ont principalement utilisé des isolants biosourcés (65%) tels que la ouate de cellulose, la fibre de bois, du chanvre et de la paille.

Les toitures sont principalement des **toitures terrasses (57%)**. Dans le cadre des projets certifiés, l'usage du plastique alvéolaire (75%) est prépondérant pour l'isolation des toitures terrasses. A contrario, on observe une grande diversité d'isolants utilisés dans les projets lauréats d'appel à projet. En effet, le plastique alvéolaire (36%), la fibre de bois (27%), la ouate de cellulose (14%), la paille (14%) et la laine minérale (9%) ont été utilisés dans ces projets.

Les **menuiseries** installées dépendent de **l'origine des projets**. En effet, les projets certifiés ont tendance à privilégier les menuiseries en **Aluminium à rupteurs de ponts thermiques** (50%) ou en mixte bois/aluminium bois (30%). En parallèle, les projets lauréats des appels à projets ont installés principalement des menuiseries en bois.



Le tableau ci-dessous illustre l'ordre de grandeur des résistances thermiques globales par parois opaques identifiées sur les logements collectifs étudiés.

Résistance	Bepos-Effinergie	Effinergie+	BBC-Effinergie (RT2012)	BBC-Effinerge
Baies (Ujn)	1.18	1.46	-	-
Murs	4.6	4.1	-	4
Toiture (A2)	8	-	-	7.1
Toiture (A3)	7	6.4	-	6.1
Plancher bas (A4)	TP : 7.3 Pa : 4.4	TP : 5.7 PA : 4.8	-	4.2

6. Les équipements

La maison individuelle

Sur les 7 maisons individuelles en secteurs diffus, **différentes énergies de chauffage** ont été utilisées :

- 3 opérations sont chauffées avec un poêle à bois
- 2 opérations sont équipées d'une chaudière gaz à condensation
- 1 opération est chauffée avec un système thermodynamique air/eau associée à un plancher chauffant.

La production d'**ECS** est principalement réalisée par une solution **thermodynamique** (n=3) ou **solaire** (n=2). La surface moyenne des capteurs solaires est de l'ordre de 3,8 m² par opération.

Ces maisons individuelles sont principalement équipées de **ventilation mécanique hygroréglable de type B** (4 opérations sur 7).

Au final, une **diversité de systèmes** a été utilisée pour atteindre le niveau BEPOS-Effinergie 2013 :

- 2 opérations chauffage Bois et ECS Thermodynamique
- 2 opérations avec chauffage et ECS thermodynamique
- 1 opération avec chauffage et ECS au gaz
- 1 opération avec chauffage Bois et ECS Solaire
- 1 opération avec chauffage Gaz et ECS Solaire

Sur notre échantillon, la **production locale d'électricité est associée à l'installation de panneaux photovoltaïque**. Les caractéristiques

techniques de ces installations sont définies dans le tableau ci-dessous.

	BEPOS-Effinergie 2013	BBC-Effinergie
Nb. Projets	7	>200
Surface PV	37 m²	25 m²
Puissance crête	6.34 kWc	2.9 kWc
% SHON couverte	29%	16%
% Surf PV/Surf Toiture[2]	42%	-
Rendement	17.8%	11.5%
Types	57% Mono 43% Multi	-

On constate une amélioration des rendements des panneaux photovoltaïques installés sur les projets BEPOS-Effinergie 2013 par rapport à ceux présents sur les projets BBC-Effinergie. **Le gain est de l'ordre de 34%.**
Ce gain technologique associé à la baisse du coût de fabrication du panneau photovoltaïque contribue à limiter le surcoût lié à l'augmentation de la surface de toiture couverte de panneaux.

Les logements collectifs

Sur les opérations de logements collectifs étudiés, **4 énergies de chauffage différentes** ont été utilisées : gaz (n=2), bois (n=2), réseau de chaleur (n=1) et électrique à effet joule (n=1). A l'exception de l'opération chauffée par Effet Joule, l'ensemble des logements ont été équipés de radiateurs munis de robinets thermostatiques.
En parallèle, **aucune** de ces 6 opérations n'a produit son **ECS** à partir d'une **solution solaire**. Elles ont toutes utilisé le générateur de chauffage pour produire l'ECS. Enfin, le projet équipé de panneaux rayonnants possède un ballon thermodynamique pour la production d'ECS.
Comme pour les projets BBC-Effinergie et Effinergie+, ces 6 opérations ont installé un système **ventilation mécanique hygroréglable de type B.**

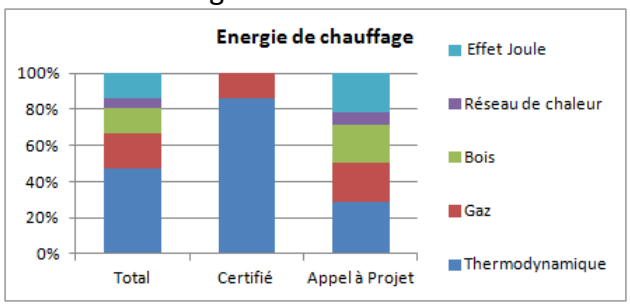
Sur les 6 opérations étudiées en logements collectifs, la **production locale d'électricité** est, comme pour les maisons individuelles, associée à une installation de **panneaux photovoltaïques.** Elles sont caractérisées par

- Une surface moyenne de 157 m²
- Une puissance crête moyenne de 25,5 kWc
- Un % de SHON couverte de 17%
- Un % de surface de toiture couverte de 59%
- Un rendement moyen des panneaux photovoltaïques de l'ordre de 18,3%

L'amélioration des rendements des panneaux constatée en logements individuels est confirmée avec les opérations collectives.

En tertiaire

En tertiaire, sur les 21 opérations étudiées, près de la moitié des bâtiments sont **chauffés** à l'électricité avec **une solution thermodynamique (48%).**
Ce **pourcentage varie en fonction de l'origine du projet et de l'usage du bâtiment**. En effet, alors que les projets certifiés sont principalement chauffés avec une solution thermodynamique (85%), les lauréats des appels à projets sont chauffés avec différentes énergies.



En parallèle, on constate que les immeubles de bureaux sont principalement chauffés avec une solution thermodynamique (75%). A contrario,

[2] Surface toiture estimée par le ratio entre la SHON RT et le nombre de niveaux

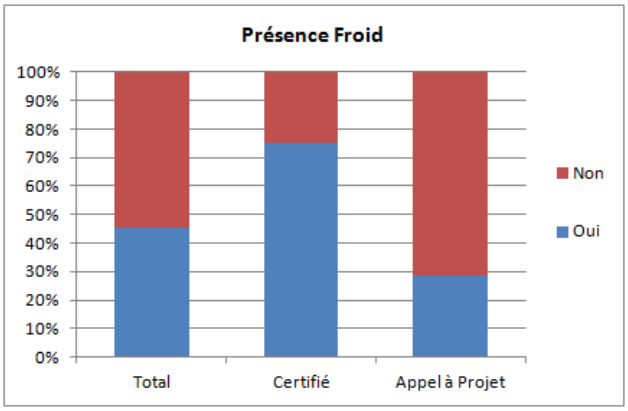
les bâtiments d'enseignements sont chauffés avec différentes solutions énergétiques.

%	Tous projets	Bureaux	Enseignement
Gaz	19%	16%	25%
Bois	14%		37%
Réseau de chaleur	5%		12.5%
Thermodynamique	48%	75%	12.5%
Effet Joule	14%	9%	12.5%

Par ailleurs, les projets équipés de solutions thermodynamiques ont choisi différentes technologies : eau de nappe/eau (40%), eau glycolée/eau (40%), air/eau (10%) et eau de nappe/air (10%). Pour mémoire, en logements individuels, la pompe à chaleur air/eau est principalement mise en œuvre.

Sur l'échantillon étudié, **45%** des opérations ont installé un **système de refroidissement**. Il est systématiquement associé à une solution **thermodynamique**. Comme pour le chauffage, on constate deux enseignements :

- Les projets certifiés BEPOS-Effinergie 2013 sont plus équipés de systèmes de refroidissement que les projets lauréats d'appel à projets régionaux. En effet, le taux d'installation est de 75% pour les projets certifiés pour 40% dans le cas de projets lauréats d'appels à projets régionaux.



- Le taux d'installation est plus faible dans les bâtiments d'enseignements que dans les bureaux. En effet, plus de 60% des bureaux possèdent un système de refroidissement alors que seulement 11% des bâtiments d'enseignement sont équipés de climatisation.

L'émission de froid est assurée principalement par du soufflage d'air froid, des poutres froides et des planchers/plafond rafraichissant.

Sur les 21 opérations étudiées, la production locale d'électricité a été associée principalement à l'installation de panneaux photovoltaïques. Une opération avec de la cogénération a été identifiée. L'ensemble des installations est caractérisé dans le tableau ci-dessous.

	BEPOS-Effinergie 2013
Nb. Projets	19
Surface PV	581 m²
Puissance crête	96 kWc
% SHON couverte	26%
% Surf PV/Surf Toiture[3]	63%
Rendement	15.9%
Types	76% Mono 18% Multi 6% Cuivre Indium

[3] Surface toiture estimée par le ratio entre la SHON RT et le nombre de niveaux

7. Analyse économique

Figure 6 : Angers Loire Habitat – Source : Observatoire BBC

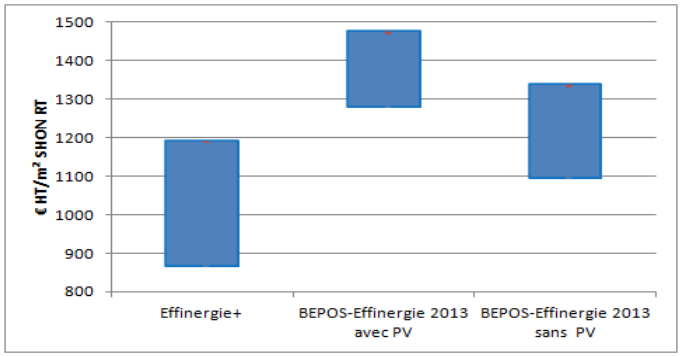
L'ensemble des maîtres d'ouvrages de l'échantillon étudié a été sollicité afin de recevoir une décomposition des montants des travaux. Sur la base des éléments reçus, ce chapitre présente les premiers retours économiques.

La maison individuelle

Sur 3 maisons individuelles étudiées, le prix des travaux hors taxes, hors VRD s'échelonne entre **1 281 € et 1 478 € HT/m²** de SHON RT.

A titre indicatif, les montants des travaux hors taxes, hors VRD, et sans prendre en compte l'installation de production locale d'électricité se situe entre 1 096 € et 1 340 € HT/m² de SHON RT. Ce montant se situe dans la fourchette haute des montants de travaux hors taxes, hors VRD des bâtiments Effinergie+ (868 € à 1 193 € HT/m² de SHON RT).

Un bâtiment BEPOS-Effinergie 2013, ayant comme pré-requis d'être Effinergie+, le surcoût lié la production locale d'électricité par rapport à une maison Effinergie+ peut être estimé entre 81 € et 137 € HT/m² de SHON RT. Cette plage dépend du niveau énergétique final visé et de la qualité de l'enveloppe. Par ailleurs, ces premières maisons intègrent un « coût architectural » (maison témoin, maison vitriine) qui n'est pas représentatif du coût réel lors d'une massification.

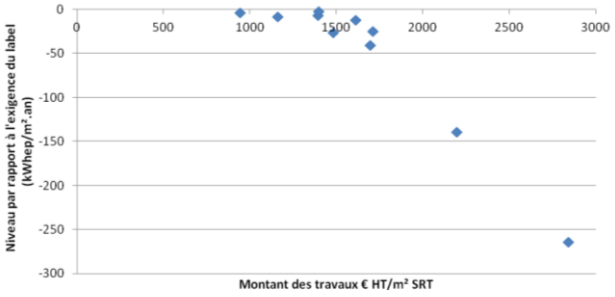


Les logements collectifs

Les quatre opérations collectives analysées ont des montants de travaux hors taxes, hors VRD entre **971 et 1 235 € HT/m² SHON RT et un montant moyen de 1 085 € HT/m² SHON RT**

Le tertiaire

Sur 14 opérations étudiées, on note une plage des montants de travaux plus étendue que dans le secteur résidentiel. En effet, les montants hors taxes, hors VRD s'échelonnent de **942 € à 2 842 € HT/m² SHON RT, pour un montant moyen de 1 643 € HT/m² SHON RT.** Il est intéressant de noter que ces montants intègrent un coût architectural pour certains de ces bâtiments qui ont pour vocation à être des « vitrines ». En parallèle, certains des projets ont atteint un niveau de performance bien au-delà de l'exigence du label BEPOS-Effinergie 2013.



Le graphique illustre l'influence du niveau final atteint par rapport à l'exigence sur les montants des travaux par m². En effet, pour les projets ayant un niveau final proche de l'exigence, les montants des travaux s'échelonnent de **942 à 1 614 € HT/m² SHON RT, pour montant moyen de 1 302 € HT/m² SHON RT.**

Par ailleurs, aucune corrélation n'a été observée, sur cet échantillon entre les montants des travaux et :

- Le gain (en %) du Bbio du projet par rapport à l'exigence réglementaire
- Le gain (en %) du Cep du projet par rapport à l'exigence réglementaire
- Le bilan énergétique du projet dans le cadre du label BEPOS-Effinergie 2013