

LES BATIMENTS EXEMPLAIRES BBC

PREBAT

BILAN 2007- 2012



Cité de l'Environnement (FOR HOME) à Saint Priest (Rhône Alpes)

1. Contexte

Lancé en 2004, le Plan Climat inclut un ambitieux programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le domaine du bâtiment, le PREBAT. Cette initiative doit favoriser la réalisation de constructions ou rénovations « basse consommation » testées notamment au travers de bâtiments exemplaires.

Le secteur du bâtiment, de par ses caractéristiques, offre la possibilité de réductions importantes contribuant à répondre aux défis français de réduction de consommation d'énergie tout en recherchant un optimum de qualité architecturale et de fonctionnalité.

Dans cette optique, les appels à projets (AAP) lancés conjointement par les directions régionales de l'ADEME, les Régions et éventuellement d'autres partenaires institutionnels connaissent depuis leur lancement en 2006 un succès prometteur avec une forte accélération depuis 2008. Ces AAP portent sur **la construction ou la réhabilitation de bâtiments à basse consommation énergétique** et font l'objet d'une coordination au niveau national par le service Bâtiment de l'ADEME

En 2012, au moins un AAP a été lancé dans chaque région métropolitaine. Certaines en sont à leur 6^{ème} édition.

Enjeux secteur bâtiment

70 millions de tonnes équivalent pétrole (tep)
43 % de l'énergie finale consommée en France
25 % des émissions nationales de CO₂.

Objectif facteur 4 d'ici 2050

Réduction par 4 des émissions de GES d'ici 2050

Objectif 3 fois 20 d'ici 2020

20 % d'économie d'énergie
20% de réduction des GES
20% d'énergie renouvelable

2. Un portage régional avec des objectifs de performance énergétique communs

Un partenariat étroit avec les Régions a été établi afin de répondre au mieux aux enjeux locaux. Les différents appels à projets ont donc leur propre cahier des charges et leur propre calendrier. Les objectifs de performance énergétique sont cependant homogènes.

	CONSTRUCTION NEUVE*	REHABILITATION*
Secteur résidentiel	niveau du label BBC Effinergie, soit entre 40 et 75 kWh/m² shon suivant la zone climatique et l'altitude et BEPOS (bâtiments à énergie positive)	Niveau label BBC EFFINERGIE, soit entre 64 et 120 kWh/m² shon
Secteur tertiaire	niveau du label BBC Effinergie, soit Cref – 50% (2 fois moins que le niveau réglementaire), et BEPOS (bâtiments à énergie positive)	Niveau du label BBC Effinergie, soit Cref RT existant - 40%

* pour les cinq usages réglementés : chauffage, refroidissement, ECS, ventilation, auxiliaires et éclairage

Tableau 1 : niveaux d'exigences requis dans les cahiers des charges des AAP en énergie primaire

3. 1 360 opérations représentant plus de 2 600 bâtiments sélectionnés et soutenus

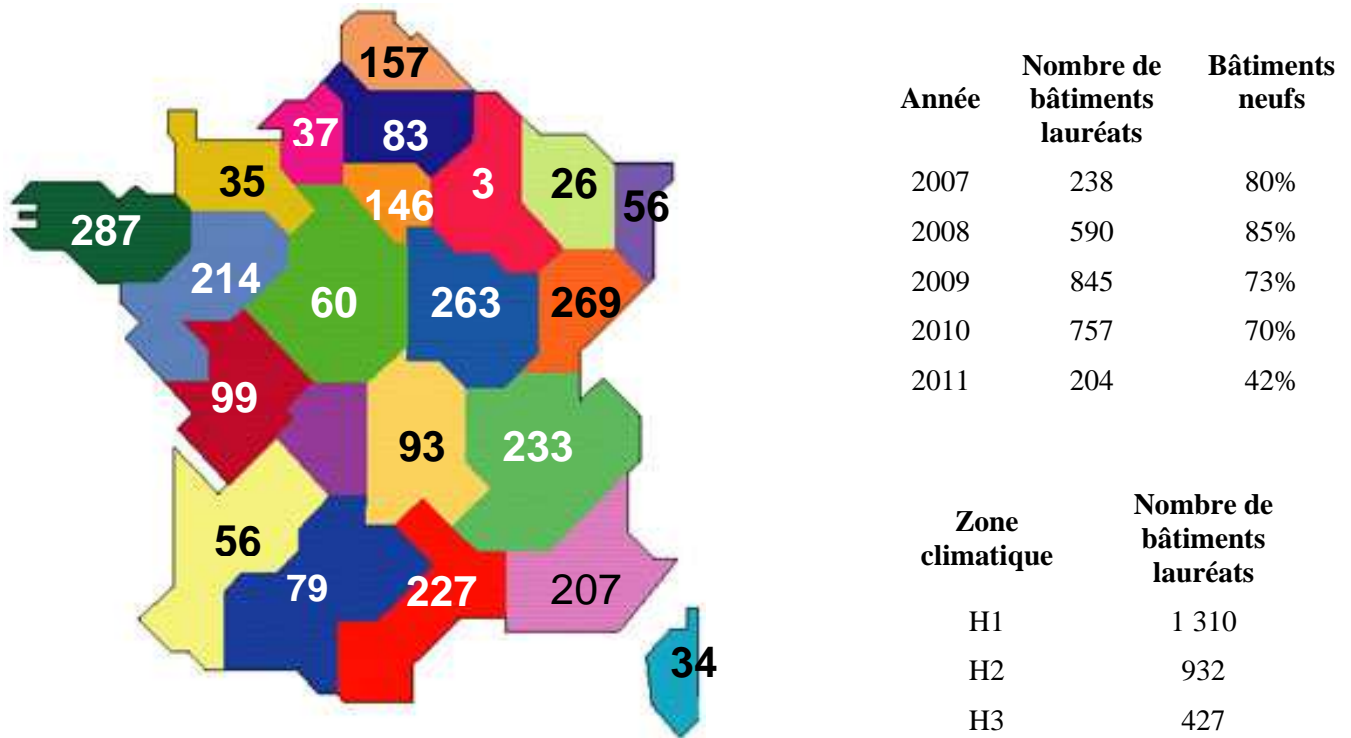


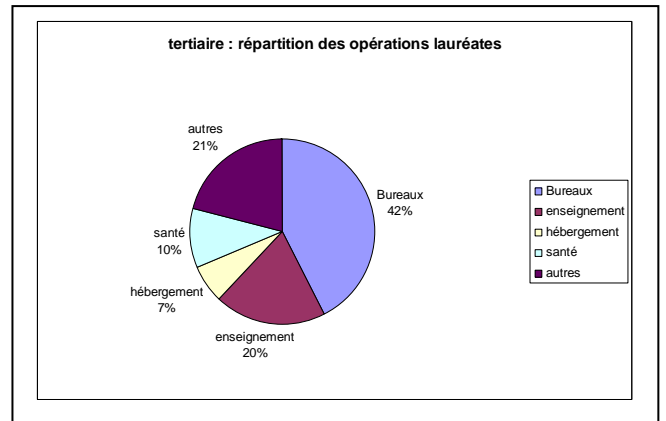
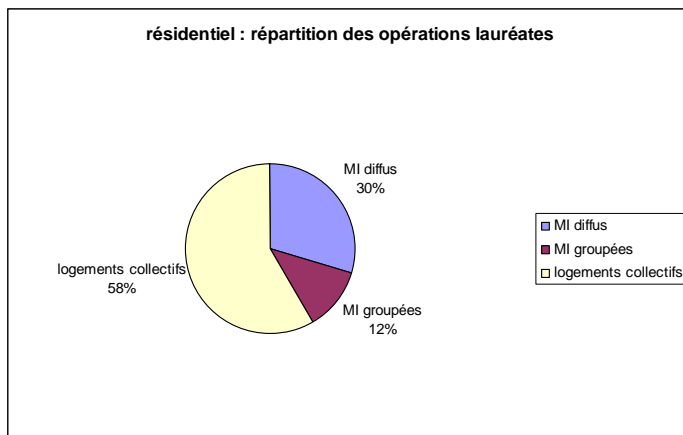
Figure 1 : Répartition régionale des bâtiments à fin 2010

et 5 bâtiments à l'Ile de La Réunion

Chiffres clés

- 65 % des opérations dans le neuf
- 55% des opérations dans le secteur résidentiel (dont 289 opérations de MI et MI groupées pour 130 000 m2 shon)
- 2,4 millions de m2 shon (57% pour le résidentiel et 43% pour le tertiaire)
- au minimum, 850 opérations représentant 1 000 bâtiments livrés à juillet 2012.
- 49 opérations à énergie positive : ces réalisations produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment pour les cinq usages réglementés, grâce à la production photovoltaïque (4 opérations de logements collectifs, 12 opérations de MI et 33 opérations tertiaires)

4. Répartition détaillée des opérations lauréates



Figures 2 et 3 : Résidentiel - Répartition des opérations et des bâtiments lauréats

Une opération peut comporter plusieurs bâtiments : ainsi, pour le secteur résidentiel, la répartition en nombre de bâtiments est sensiblement différente avec 39% de maisons individuelles groupées, 13% de maisons individuelles en secteur diffus et 48% de bâtiments de logements collectifs. Pour le secteur tertiaire, la répartition en bâtiments est identique.

Les bâtiments réhabilités BBC en un coup d'oeil

* une enveloppe très performante

pour environ 300 bât

Un U_{bât} moyen de 0,61 en réhabilitation grâce à une isolation thermique renforcée des toitures et des parois et une isolation par l'extérieur pour 70% des bâtiments

* une forte étanchéité à l'air :

pour 271 bât

la moyenne est de 1,40 m³/h/m²

* un mode de chauffage performant et

adapté aux besoins: pompes à chaleur (30% de l'ensemble des bâtiments tertiaires neufs), chaudières gaz à condensation (60% des bâtiments de logements collectifs), poêle bois (35% des MI en secteur diffus), chaudière bois (25% des bâtiments tertiaires)

* une ventilation améliorée

pour 340 bâtiments

ventilation double flux pour 80% des bâtiments tertiaires ; ventilation Hygro B pour plus de 60% des bâtiments de logements collectifs

* une utilisation importante des énergies renouvelables

plus de 80% des maisons individuelles et plus de 50% des bâtiments de logements collectifs ont recours à l'ECS solaire pour le chauffage, 45% des maisons utilisent le chauffage au bois et 30% des bâtiments de bureaux ont recours aux PAC. le photovoltaïque concerne un tiers des bâtiments de bureaux

* un recours au triple vitrage limité à 8% des 300 bâtiments renseignés

C'est la combinaison de ces technologies qui permet d'obtenir une performance énergétique globale des bâtiments particulièrement élevée.

Des matériaux bio-sourcés pour l'isolation

Au moins 20% des bâtiments ont recours à des matériaux bio-sourcés tels les fibres de bois, la ouate de cellulose, le chanvre pour l'isolation.

Des bâtiments à énergie positive en réhabilitation

3 MI en (Languedoc Roussillon et Poitou Charentes) et une école (Lorraine) en réhabilitation sont à énergie positive.

Les coûts de travaux

En réhabilitation, les travaux réalisés d'une opération à l'autre peuvent être très variables et revêtent une importance très différente suivant le type de bâtiment et suivant la qualité et la performance initiale du bâtiment.

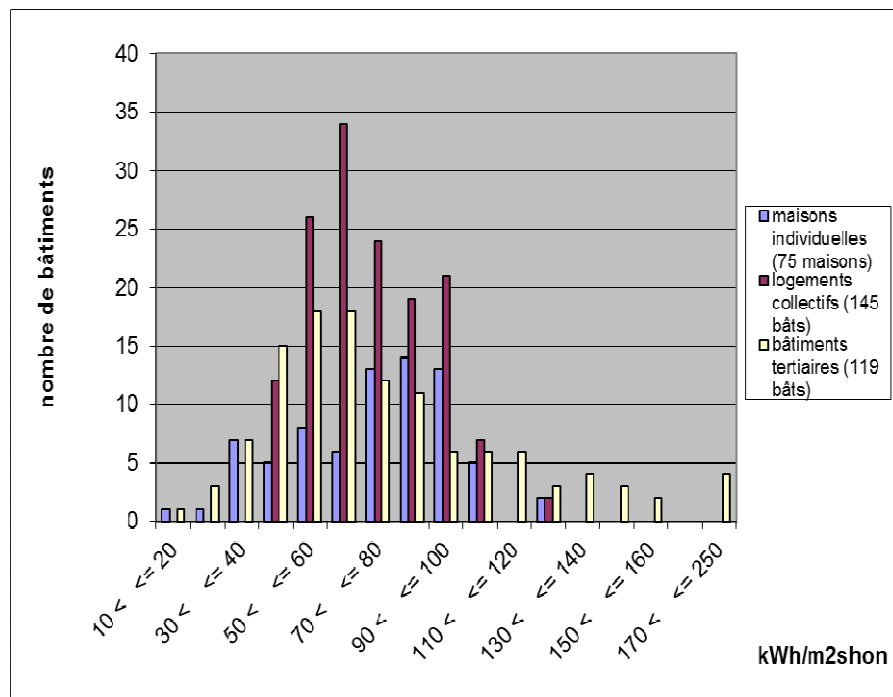
Logements collectifs : le coût moyen des travaux de réhabilitation est 662 €HT/m².shon

Bâtiments tertiaires : le coût moyen de réhabilitation est de 1 149 €HT/m².shon

LES BÂTIMENTS REHABILITES

1. Les consommations énergétiques conventionnelles

1.1 Les consommations totales, après réhabilitation



une division par plus de 3 des consommations

	Nombre de bâtiments	Consommation moyenne avant réhabilitation (kWh/m2shon)	Consommation moyenne après réhabilitation (kWh/m2shon)	Gain (%)
Logements collectifs	54	239	74	69%
Bâtiments tertiaires	40	249	72	71%

Tableau 2 : réduction des consommations

1.2 La part des différents usages

Dans le résidentiel, les consommations moyennes de chauffage représentent encore jusqu'à plus de 50% des usages réglementés pour les maisons individuelles; l'ECS vient en deuxième position avec une part comprise entre 25% et 30%; les consommations de refroidissement sont nulles.

Dans le tertiaire, les consommations moyennes de chauffage représentent 30% à 40%, suivant le type de bâtiment. La part de l'ECS est très faible dans ce secteur sauf pour les bâtiments d'hébergement pour lesquels cette part est d'un tiers

La part des auxiliaires (de chauffage et de ventilation) est identique pour tous les types de bâtiments tertiaires (de 22% à 24%); l'éclairage représente environ un tiers des consommations pour les bâtiments de bureaux et d'enseignement mais ne se situe qu'à 15% pour les bâtiments d'hébergement.

Pour quelques projets, les consommations de refroidissement ne sont pas nulles.

Pour les bureaux, la répartition détaillée est fournie ci après.

Figure 5 : Bâtiments résidentiels en réhabilitation - valeurs moyennes des différents usages

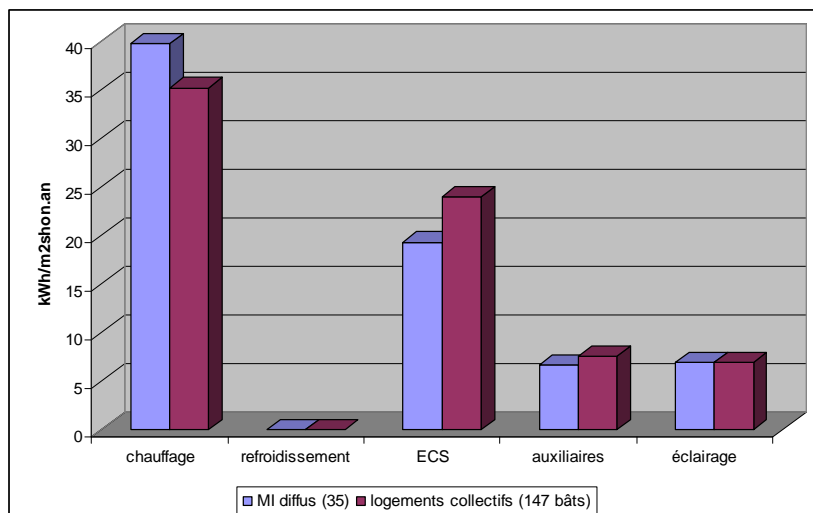
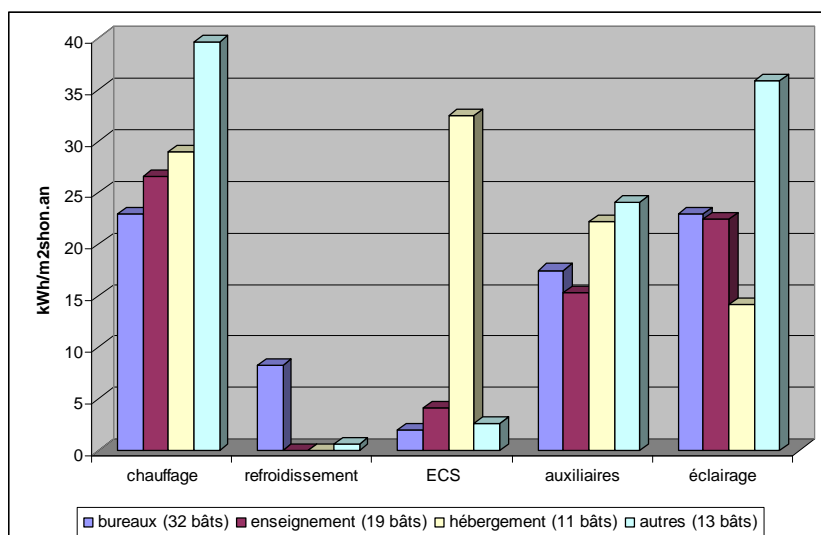


Figure 6 : Bâtiments tertiaires en réhabilitation - valeurs moyennes des différents usages



2. Le chauffage

2.1 les principaux modes de production de chaleur

Dans le résidentiel, le chauffage par chaudière gaz (à condensation) concerne la majorité des bâtiments de logements collectifs mais une faible part des MI en secteur diffus.

Pour ce type de maisons, ce sont les poêles à bois qui sont les plus présents

Dans le tertiaire, pour les bâtiments de bureaux, les PAC sont les plus utilisées suivies du chauffage par chaudière gaz (à condensation) et des réseaux de chaleur.

Les bâtiments tertiaires autres que les bureaux ont essentiellement recours aux chaudières gaz (à condensation) et aux chaudières bois mais la part des PAC reste importante.

Le chauffage électrique direct concerne très peu de bâtiments.

Figure 7 : bâtiments résidentiels en réhabilitation - part (%) des différents modes de chauffage

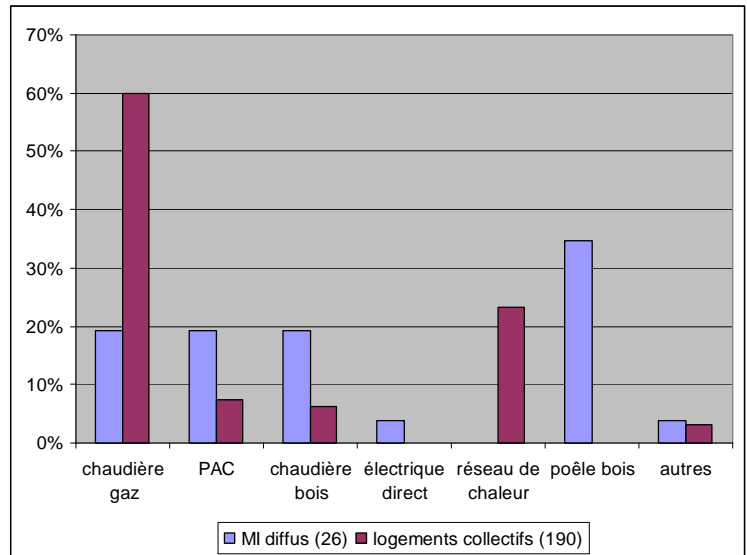
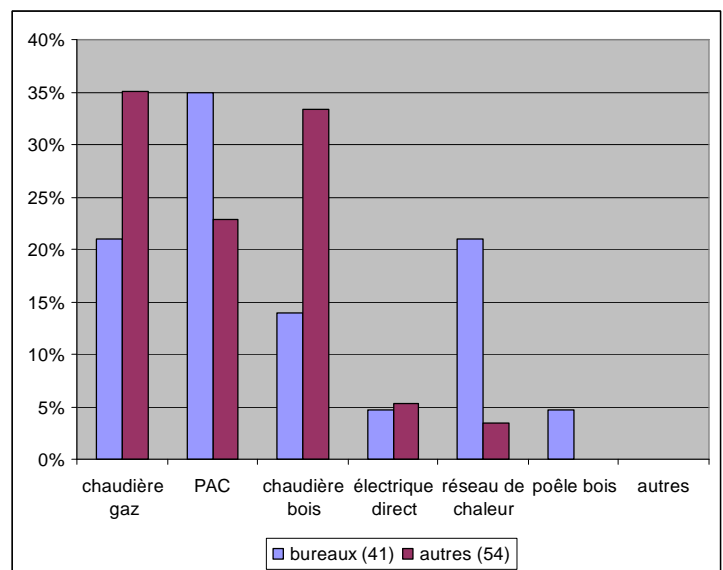


Figure 8 : bâtiments tertiaires en réhabilitation - part (%) des différents modes de chauffage



2.2 Les émetteurs

70% des bâtiments renseignés (305) utilisent les radiateurs (à eau chaude) pour l'émission de chaleur. 18% font appel à des planchers chauffants. Le chauffage électrique direct reste très limité.

émetteurs	%
Planchers chauffants	18%
Radiateurs à eau chaude	70%
Electrique direct	3%
Ventilo convecteurs	4%
Air soufflé (ventilation)	3%
Emission de chaud par le système de ventilation	

Tableau 3 : répartition des types d'émetteurs

3. Les systèmes constructifs

Pour les bâtiments de logements collectifs, le béton est très majoritaire avec 70% des bâtiments; pour les maisons individuelles (secteur diffus), plus de 60% des 38 maisons réhabilitées sont en pierre..

Pour le secteur tertiaire, une majorité de bâtiments est aussi en béton mais les bâtiments en pierre sont également présents dans une proportion d'environ 30%.

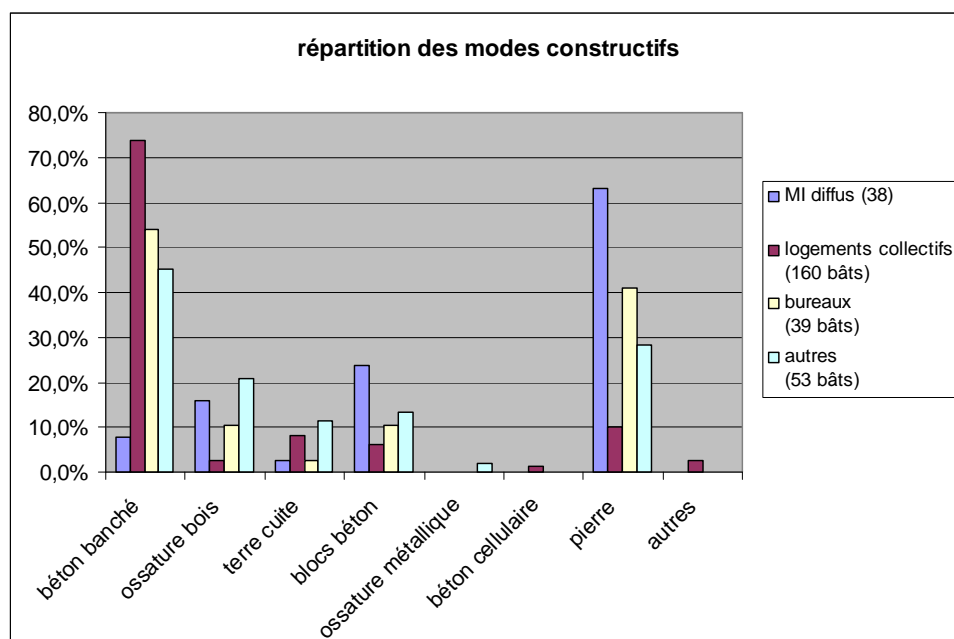


Figure 9 : part (%) des différents systèmes constructifs

4. Les performances de l'enveloppe

4.1 Des performances globales de l'enveloppe élevées

Pour les 280 bâtiments renseignés et toutes zones climatiques confondues, les valeurs de $U_{bât}$, après réhabilitation, sont comprises entre 0,19 et 2.

La valeur moyenne est de 0,61. Pour 20% des bâtiments, $U_{bât} \leq 0,4$.

Seuls 7% des bâtiments ont un $U_{bât}$ supérieur à 1.

<i>moyenne</i>	MI secteur diffus	Logements collectifs	Tertiaire bureaux	Autres Tertiaire
$U_{bât}$ (W/m ² K)	0,54 <i>de 0,28 à 2</i> <i>(29 maisons)</i>	0,69 <i>de 0,19 à 1,34</i> <i>(162 bât)</i>	0,55 <i>de 0,3 à 1</i> <i>(37 bât)</i>	0,48 <i>de 0,28 à 0,92</i> <i>(49 bât)</i>

Tableau 4 : Valeurs mini et maxi du $U_{bât}$ par type de bâtiments

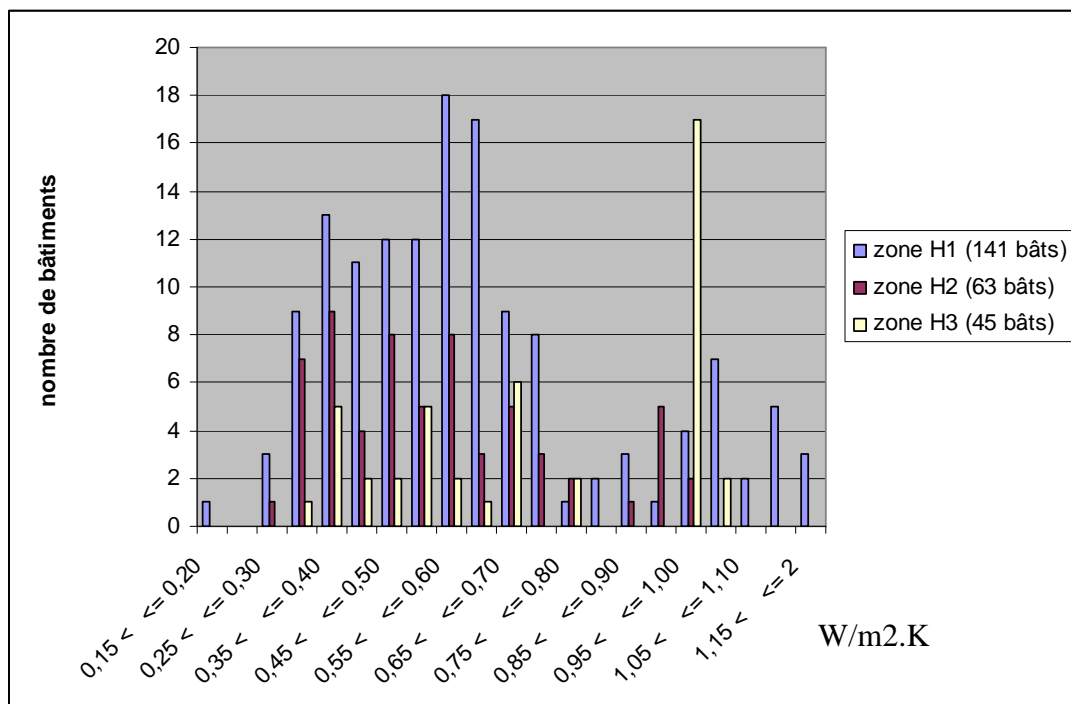


Figure 10 : répartition des bâtiments par tranches de Ubâts et par zones climatiques

Pour les bâtiments de logements collectifs, les moyennes par zones climatiques sont les suivantes :

Ubât (W/m2.K)	H1	Nombre de bâtiments	H2	Nombre de bâtiments	H3	Nombre de bâtiments	Moyenne toutes zones
Logements collectifs	0,69	78	0,63	26	0,85	15	0,69

Tableau 5 : logements collectifs - moyennes des Ubâts par zones climatiques

Les bâtiments en zone H3 ont donc une enveloppe, après réhabilitation, assez nettement moins performante que celle des bâtiments des zones H2 et H3 (écart de 20% à 25%).

une division par 3 des déperditions de l'enveloppe

	Nombre de bâtiments	Ubât moyen réhabilitation (W/m2K)	Ubât moyen après réhabilitation (W/m2K)	Gain (%)
Logements collectifs	64	1,98	0,743	62%
Bâtiments tertiaires	32	1,93	0,604	69%

Tableau 6 : réduction des déperditions de l'enveloppe

4.2 Les parois opaques : une isolation thermique renforcée et une forte pénétration de l'isolation par l'extérieur

L'isolation thermique des parois opaques et notamment des toitures est renforcée.

Isolation des parois verticales

L'isolation par l'extérieur concerne 70% des 288 bâtiments renseignés, alors que cette technique était jusqu'à présent très marginale sur le marché français de la construction, Cette solution permet de réduire fortement les ponts thermiques.

Pour 55% des 261 bâtiments renseignés, la résistance thermique d'au moins une des parois opaques est supérieure à 4 et pour 19% d'entre eux, cette résistance est supérieure à 6.

Isolation des toitures

Pour les toitures, la résistance thermique est supérieure à 6 m²K/W pour 40% des bâtiments et à 8 m²K/W pour 15% d'entre eux (partiellement ou pour la totalité de la toiture).

4.3 Les parois vitrées : apparition du triple vitrage

Les performances des menuiseries sont très variables d'un projet à l'autre : pour les 242 bâtiments renseignés, les valeurs de U_w se situent ainsi entre 0,9 et 3,3 W/m²K, un même projet ou bâtiment pouvant comporter des menuiseries présentant des performances différentes.

Pour 85% des bâtiments renseignés (soit 205), les menuiseries présentent en totalité ou partiellement un U_w inférieurs ou égal à 2 et pour 35 % d'entre eux, cette valeur descend en dessous de 1,5.

8% des 294 bâtiments renseignés (soit 24), tous situés en zones H1 ou H2 font appel au triple vitrage, en totalité ou partiellement.

4.4 La perméabilité à l'air

Pour atteindre une performance énergétique élevée, la perméabilité à l'air (prise en compte dans les calculs énergétiques mais non mesurée) des bâtiments doit être fortement améliorée.

On dispose des données suivantes pour les bâtiments renseignés :

Type de bâtiments	Logements collectifs	MI diffus	Tertiaire bureaux	Tertiaire enseignement	Tertiaire hébergement	Tertiaire autres
Perméabilité à l'air moyenne (en m ³ /h/m ²)	1,5 (156 bâtiments)	0,93 (35 MI)	1,4 (32 bâtiments)	1,5 (19 bâtiments)	1,2 (11 bâtiments)	1,80 (7 bâtiments)

Tableau 7 : valeurs moyennes de la perméabilité à l'air pour chaque type de bâtiments

Tous bâtiments confondus, la perméabilité moyenne est de 1,4 ; elle est inférieure à 1 pour 25% des bâtiments

5. La ventilation : le double flux très présent dans le tertiaire

Le recours au **double flux est majoritaire dans le tertiaire avec 80%** des bâtiments renseignés (101) ; Mais, ce taux n'est que de 6% pour les bâtiments de logements collectifs (pour 205 bâtiments)

Pour ces derniers, la ventilation Hygro B concerne au moins 60% des bâtiments ; la moitié des maisons individuelles y a également recours.

6. Un recours très important aux énergies renouvelables

Plus de la moitié des 300 bâtiments renseignés utilisent l'ECS solaire (60% pour le seul **secteur résidentiel**); par contre peu de bâtiments ont recours au photovoltaïque (10% des 320 bâtiments renseignés).

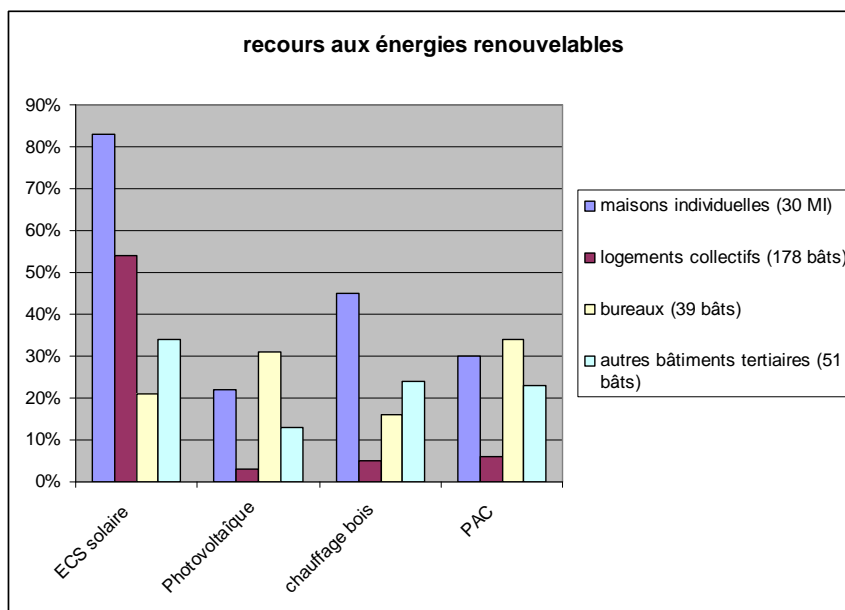


Figure 11 : part des énergies renouvelables par type de bâtiments

7. Les données économiques

En réhabilitation, les travaux réalisés d'une opération à l'autre peuvent être très variables et revêtent une importance très différente suivant le type de bâtiment et suivant la qualité et la performance initiale du bâtiment.

Logements collectifs : le coût moyen des travaux de réhabilitation est de 662 €HT/m².shon

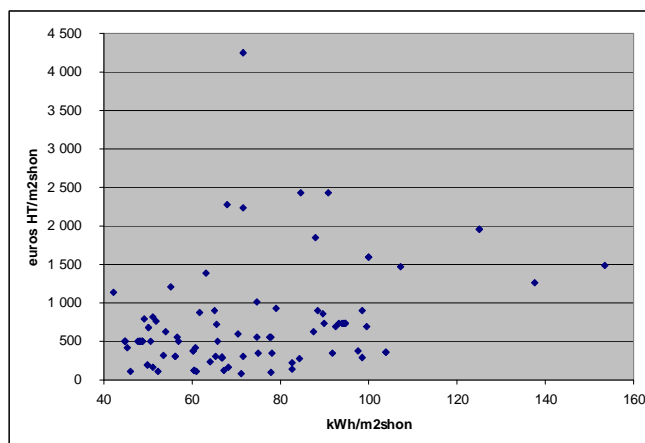
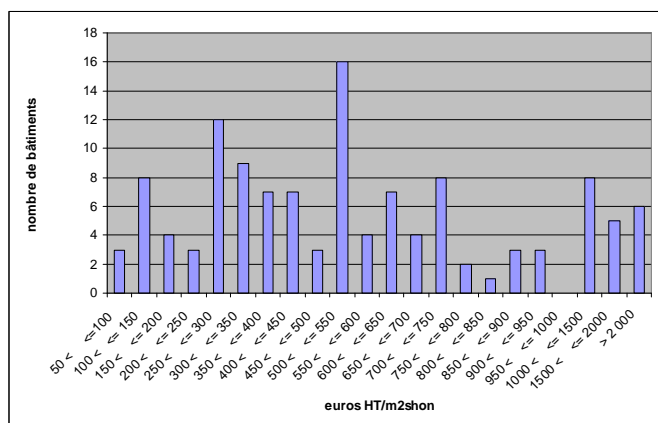


Figure 12 : Répartition du nombre de bâtiments par fourchettes de coûts de travaux - 123 bâtiments de logements collectifs en réhabilitation

Figure 13 : Coût des travaux en fonction du Cep - 103 bâtiments de logements collectifs en réhabilitation

Bâtiments tertiaires : le coût moyen de réhabilitation est de 1 149 €HT/m².shon

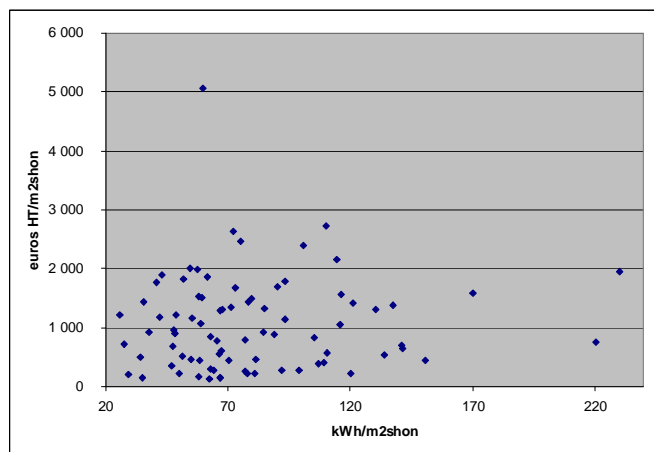
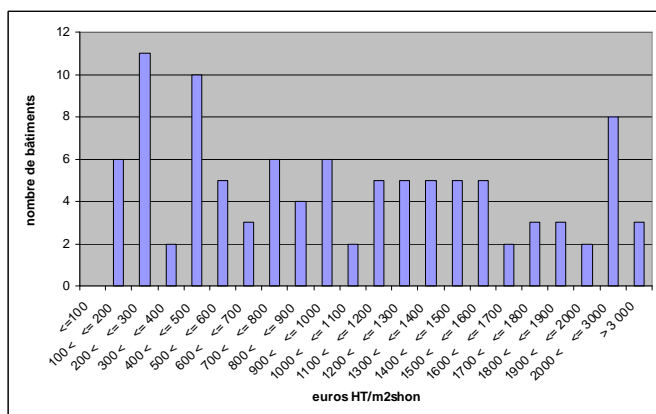


Figure 14 : Nombre de bâtiments par fourchettes de coûts de travaux - 101 bâtiments tertiaires en réhabilitation

Figure 15 : Coût des travaux en fonction du Cep - 80 bâtiments tertiaires en réhabilitation

Les graphes précédents montrent ainsi qu'il n'y a pas de corrélation entre le coût des travaux et les performances énergétiques visées et montrent également qu'il est possible de réhabiliter des bâtiments résidentiels et tertiaires à moins de 50 kWh/m².shon, respectivement à moins de 500 euros HT/m².shon et moins de 1 000 euros HT/m².shon.

Les bâtiments neufs BBC en un coup d'oeil

Qu'est ce qu'un bâtiment basse consommation ?

* une enveloppe très performante

pour environ 1 000 bâtiments

U_{bât} moyen de 0,41 grâce à une isolation thermique renforcée des toitures et des parois et une isolation par l'extérieur pour 52% des bâtiments

* une forte étanchéité à l'air :

pour 843 bât

la perméabilité à l'air moyenne est de 1 m³/h/m² et pour 40% d'entre eux, elle est inférieure à 0,6

* un mode de chauffage performant et adapté aux besoins:

pompes à chaleur (40% de l'ensemble des bâtiments tertiaires neufs), chaudières gaz à condensation (60% des bâtiments de logements collectifs et des MI groupées, chaudières bois (de 20% à 45% des bâtiments tertiaires, suivant leur destination)

* une ventilation améliorée

pour 1 175 bâtiments

ventilation double flux pour 90% des bâtiments tertiaires et une ventilation Hygro B pour plus de 70% des bâtiments de logements collectifs

* une très forte utilisation des énergies renouvelables

près de 90% des bâtiments résidentiels (pour environ 1 000 bâtiments) ont recours au solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire et 60% des bâtiments de bureaux (pour 120 bâtiments) ont recours au photovoltaïque ; pour ces mêmes bâtiments, plus de 50% utilisent une PAC comme mode de chauffage principal

* un recours au triple vitrage

pour 1 000 bâtiments

22% des bâtiments ont recours au triple vitrage, partiellement (façade nord) ou en totalité

C'est la combinaison de ces technologies qui permet d'obtenir une performance énergétique globale des bâtiments particulièrement élevée.

Des matériaux bio-sourcés pour l'isolation

Au moins 25% des bâtiments ont recours à des matériaux bio-sourcés tels la ouate de cellulose, les fibres de bois, le chanvre ou encore la paille pour l'isolation.

Des bâtiments à énergie positive

Grâce à la production d'électricité photovoltaïque, 68 bâtiments sont à « énergie positive » (ils produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment pour les 5 usages réglementés) :

- 27 bâtiments de bureaux (zones H1, H2 et H3)
- 8 bâtiments pour des écoles
- 1 bâtiment destiné au soins (maison médicale)
- 1 bâtiment à usage divers
- 10 MI (secteur diffus)
- 15 bâtiments de logements collectifs

Les consommations (négatives) ainsi obtenues sont les suivantes (en énergie primaire):

- tertiaire : jusqu'à - 246 kWh/m²shon
- logements collectifs : jusqu'à - 41 kWh/m²shon
- MI : jusqu'à - 44 kWh/m²shon

Les coûts de travaux

logements collectifs, le coût moyen est de **1 400 euros HT/m² shon**.

Pour 85% d'entre eux, ces coûts sont inférieurs à 1 700 euros HT/m² shon

bâtiments tertiaires, le coût moyen est de **1 750 euros HT/m² shon**.

Pour 80% des bâtiments, les coûts de construction se situent entre 900 et 2 300 euros HT/m² shon

LES BÂTIMENTS NEUFS

1. Les consommations énergétiques conventionnelles

1.1 les consommations totales dans le résidentiel

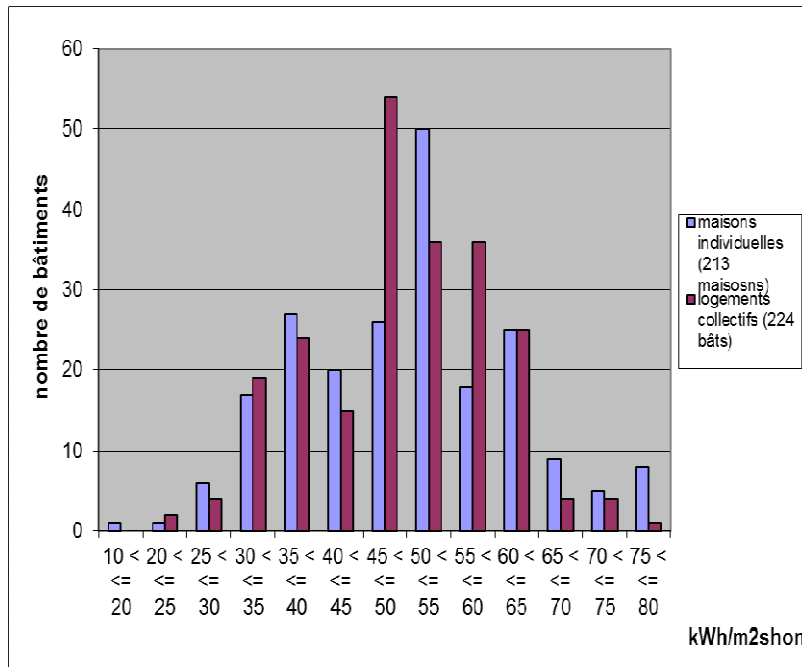
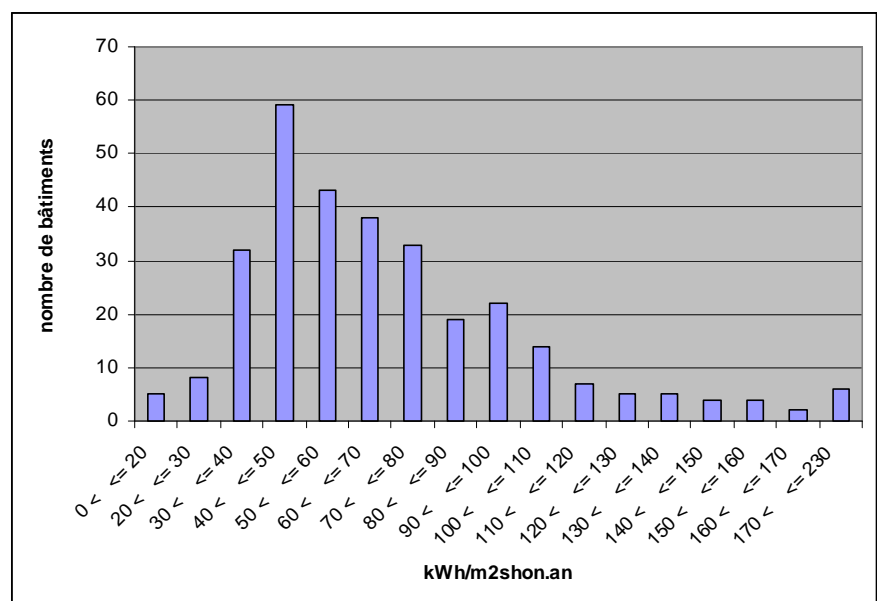


Figure 17 : répartition des bâtiments par tranches de consommation – secteur résidentiel

La consommation moyenne pour les maisons individuelles et les bâtiments de logements collectifs est identique et égale à 49,5 kWh/m²shon.

1.2 Les consommations totales dans le tertiaire

Figure 18 : répartition des bâtiments par tranches de consommations-306 bâtiments tertiaires neufs



Les consommations moyennes pour les bâtiments tertiaires sont les suivantes :

<i>Construction neuve</i>	Nombre de bâtiments considérés	Consommations moyennes (5 usages réglementés)	% de bâtiments ayant un Cep ≤ 50
Tertiaire bureaux	139	63	38%
Tertiaire enseignement	60	61	38%
Tertiaire hébergement	27	96	5 bâts
Tertiaire santé	40	85	8 bâts
Tertiaire autres	62	75	24%

Tableau 8 : consommations moyennes pour chaque type de bâtiments tertiaire

1.3 La part des différents usages

Dans le résidentiel, les consommations de chauffage représentent encore jusqu'à plus de 40% des usages réglementés ; leur part est légèrement plus faible dans le logement collectif que pour les maisons individuelles. L'ECS vient en deuxième position, voire en première position pour les bâtiments de logements collectifs.

Dans le tertiaire, les consommations de chauffage représentent une part comprise entre 22% et 35%, suivant le type de bâtiment, la part la plus élevée étant pour les bâtiments d'hébergement. Pour les bâtiments de bureaux, l'éclairage constitue la part majoritaire des consommations avec plus de 35%.

Pour les bâtiments de santé, la part de l'éclairage est sensiblement identique à celle du chauffage.

Les consommations d'ECS sont pour la très grande majorité des bâtiments de bureaux nulles mais représentent 35% pour les 19 bâtiments d'hébergement.

Enfin, la part des auxiliaires est importante (de 20% à 25%) et est proche de celle de l'éclairage, voire égale pour les bâtiments d'enseignement et d'hébergement.

Figure 19 : valeurs moyennes des différents usages - bâtiments résidentiels neufs

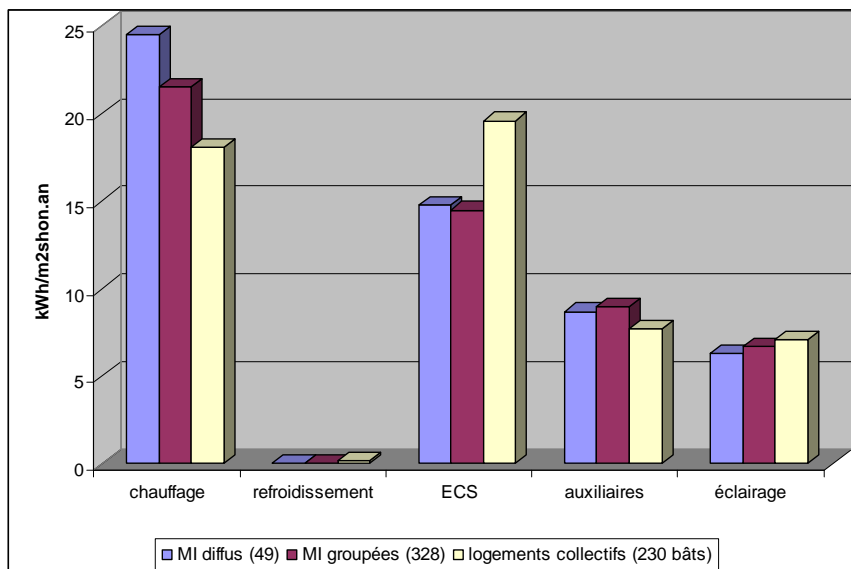
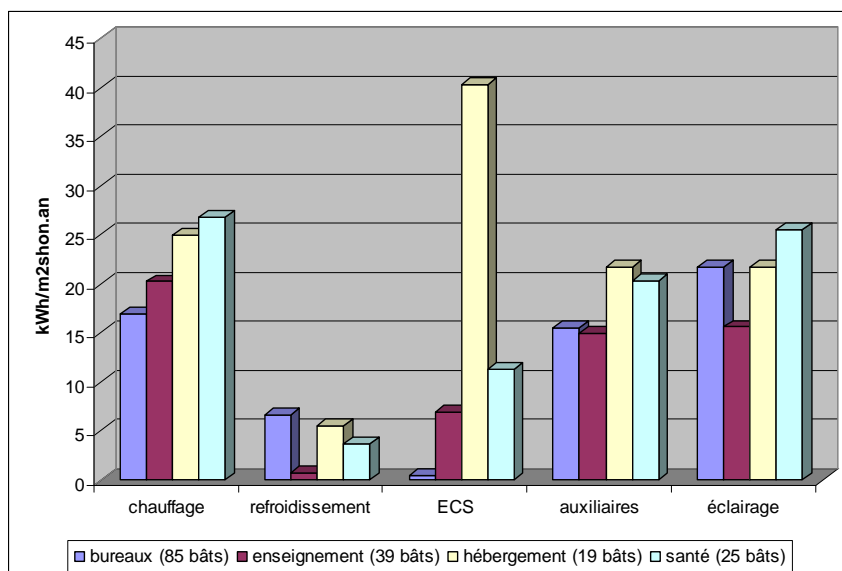


Figure 20 : valeurs moyennes des différents usages - bâtiments tertiaires neufs



Des consommations moyennes qui cachent d'importantes disparités, liées en particulier à l'implantation géographique et climatique des opérations.

en kWh/m²shon	MI diffus	MI groupées	logements collectifs	tertiaire bureaux
chauffage	de 3 à 74	de 3 à 47	de 1,2 à 41,4	de 0,5 à 98
refroidissement	0	0	0 sauf pour 3 projet (6,1, 8 et 15)	de 0 à 46,1 (pas de refroidissement pour 55% des bât)
ECS	de 5 à 51	de 1,5 à 57	de 2,5 à 73	0 sauf pour 7 bât (entre 1 et 23)
auxiliaires	de 3 à 24	de 2,5 à 35	de 1,8 à 42	de 0,6 à 50
éclairage	de 3 à 8,5	de 2,5 à 9,1	de 2 à 13	de 2,5 à 51

Tableau 9 : valeurs mini et maxi des consommations par usages pour différents types de bâtiments

2. Le chauffage

2.1 Les principaux modes de production de chaleur

Dans le résidentiel, le chauffage par chaudière gaz à condensation est majoritaire pour les MI groupées et les bâtiments de logements collectifs.

Pour les maisons individuelles, ce sont les poêles à bois qui sont en tête (35% des maisons) à égalité avec les PAC.

Dans le tertiaire, les PAC sont légèrement majoritaires pour les bâtiments de bureaux.

L'utilisation de chaudières bois varie de plus de 15% pour les bâtiments d'enseignement à 45% pour les bâtiments d'hébergement.

Enfin, les chaudières gaz à condensation sont utilisées pour plus de 30% des bâtiments d'enseignement et de santé.

Pour l'ensemble des bâtiments résidentiels et tertiaires, le chauffage électrique direct est très peu utilisé.

Figure 21 : part (%) des différents modes de chauffage - bâtiments résidentiels neufs

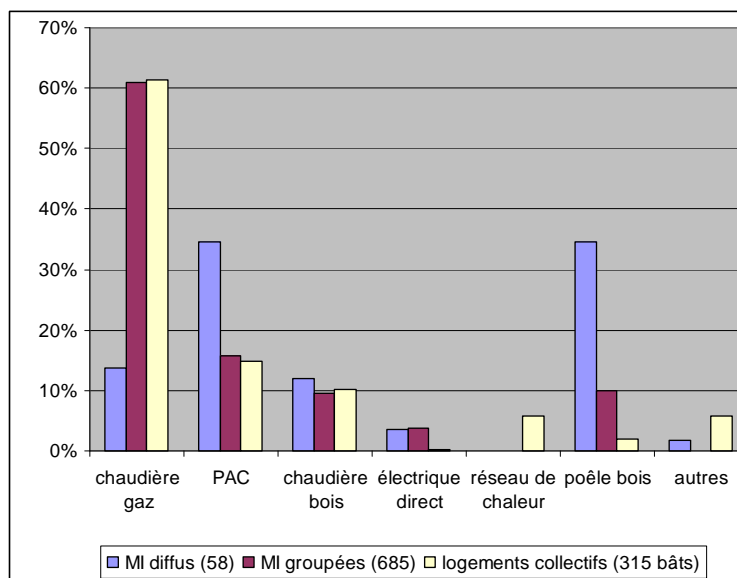
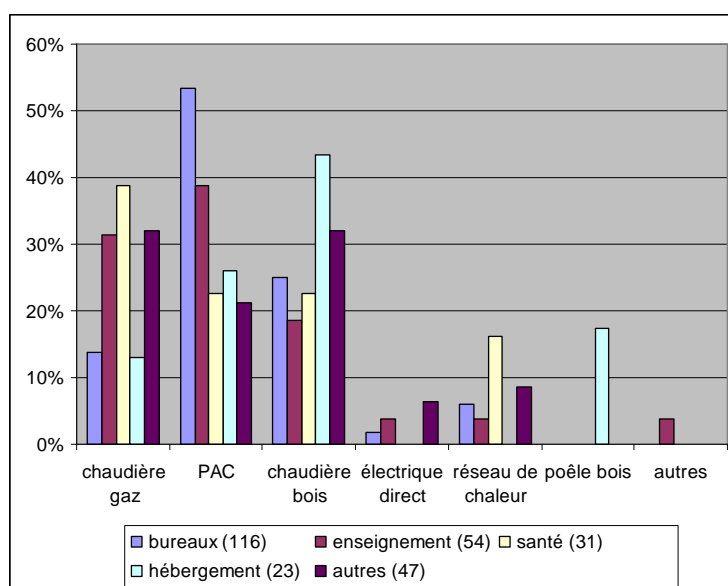


Figure 22 : part (%) des différents modes de chauffage - bâtiments tertiaires neufs



2.2 Les émetteurs

80% des bâtiments renseignés (environ 1 000) utilisent les radiateurs à eau chaude pour l'émission de chaleur. 22% font appel à des planchers chauffants. Les solutions électriques directs concernent près de 10% des bâtiments.

Tableau 10 : répartition des types d'émetteurs

émetteurs	%
Planchers chauffants	22%
Radiateurs à eau chaude	79%
Electrique direct	9%
Ventilo convecteurs	4%
Air soufflé (ventilation)	1%
<i>Emission de chaud par le système de ventilation</i>	

3. Les systèmes constructifs

Tous les **systèmes constructifs** et filières (sèche ou humide) sont représentés : béton banché, blocs béton, briques, ossature bois, béton cellulaire, structures mixtes,...

Cependant, une proportion importante des bâtiments est à ossature bois, seule ou en association avec d'autres systèmes, à hauteur en particulier de 50% environ pour les MI en secteur diffus et pour l'ensemble des bâtiments tertiaires. Ce système est donc surreprésenté par rapport au marché actuel de la construction

Le béton banché est inexistant pour les maisons individuelles (ce produit étant « traditionnellement » très peu utilisé pour ce segment de marché) mais est majoritaire pour les bâtiments de logements collectifs et dans le secteur tertiaire.

En résidentiel, les blocs béton sont surtout utilisés sur le segment des MI groupées (25%) et la terre cuite se situe entre 20% et 30%, suivant le type de bâtiment.

Dans le secteur tertiaire, la terre cuite, les parpaings et le béton cellulaire sont peu utilisés.

L'ossature métallique est inexistante pour la plupart des types de bâtiments ; les proportions les plus importantes concernent les MI et les bureaux (9% pour ces derniers), cette technique étant très peu présente sur le marché actuel du bâtiment (hors bâtiments industriels).

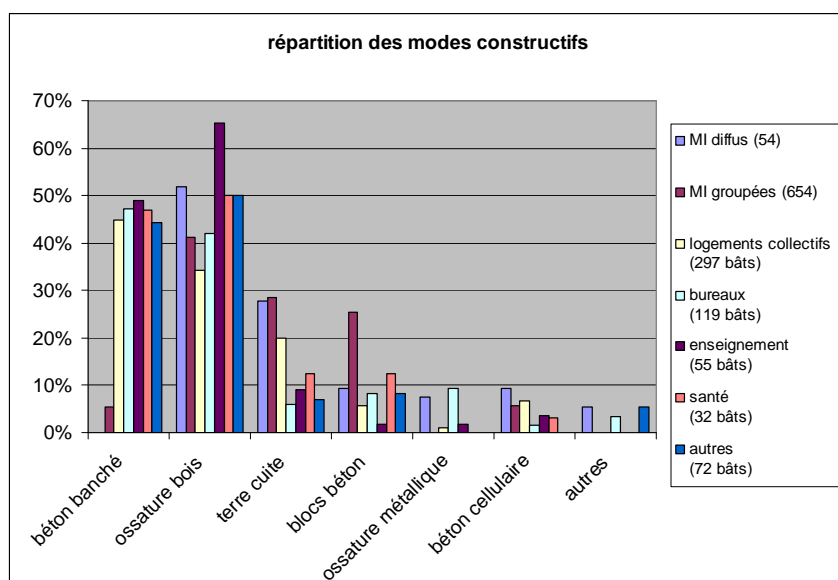


Figure 23 : part (%) des différents systèmes constructifs

4. Les performances de l'enveloppe

4.1 Des performances globales de l'enveloppe élevées

Toutes zones climatiques confondues, pour les 620 bâtiments renseignés, les valeurs de $U_{bât}$ sont très variables et comprises entre 0,19 et 0,7 (à l'exception de 9 bâtiments pour lesquels $U_{bât} \geq 0,7$).

La valeur moyenne est de 0,41. Pour 15 % d'entre eux, cette valeur est inférieure ou égale à 0,3.

moyenne	MI secteur diffus	MI groupées	Logements collectifs	Tertiaire bureaux	Autres Tertiaire
$U_{bât}$ (W/m ² K)	0,41 de 0,21 à 0,66 (55 maisons)	0,36 de 0,21 à 0,73 (310 maisons)	0,46 de 0,19 à 0,91 (258 bât)	0,43 de 0,19 à 0,89 (105 bât)	0,37 de 0,17 à 0,64 (150 bât)

Tableau 11 : valeurs moyennes, mini et maxi du $U_{bât}$ par type de bâtiments

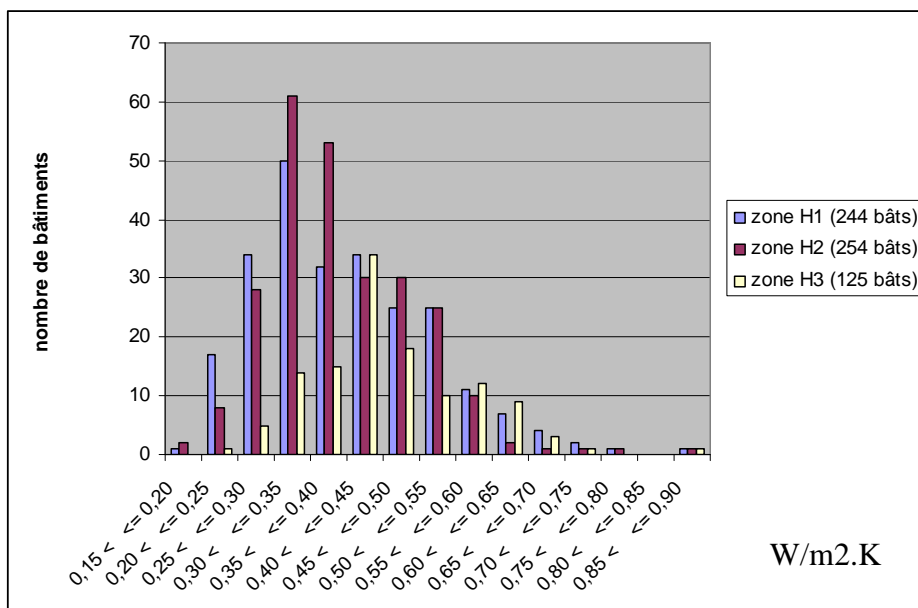


Figure 24 : répartition des bâtiments par tranche de Ubâts et par zones climatiques

La valeur moyenne de Ubât pour les bâtiments (tous types vconfondus) situés en zone climatique H3 est supérieur de environ 15% à la valeur moyenne pour les deux autres zones climatiques ; cette différence est cependant logique du fait des moindres besoins de chauffage en zone H3.

Les moyennes constatées par zones climatiques sont les suivantes :

Ubât (W/m2K)	H1	Nombre de bâtiments	H2	Nombre de bâtiments	H3	Nombre de bâtiments	Moyenne toutes zones
MI (maisons individuelles)	0,355	60	0,35	77	0,439	50	0,375
Logements collectifs	0,463	79	0,447	73	0,53	26	0,466
Bâtiments tertiaires	0,42	132 bât	0,41	119 bât	0,477	107 bât	0,39

Tableau 12 : valeurs moyennes des Ubâts par types de bâtiments et par zones climatiques

Les valeurs de Ubâts pour les logements collectifs sont donc supérieurs de de 20% à 30% aux valeurs des maisons individuelles, suivants les zones climatiques.

Dans le secteur tertiaire, pour les seuls bâtiments d'hébergement, les valeurs de Ubâts sont sensiblement plus faibles que les moyennes pour l'ensemble du secteur (10 à 15% plus faibles)

4.2 Les parois opaques : une isolation thermique renforcée et une forte pénétration de l'isolation par l'extérieur

Isolation des parois verticales

L'isolation par l'extérieur concerne 50% des 900 bâtiments renseignés, alors que cette technique était jusqu'à présent très marginale sur le marché français de la construction, Cette solution permet de réduire fortement les ponts thermiques.

Pour 50% bâtiments renseignés, la résistance thermique d'au moins une des parois opaques est supérieure à 5 m²K/W et pour 11% d'entre eux, cette résistance est supérieure à 7 m²K/W.

Isolation des toitures

Pour les toitures, la résistance thermique est supérieure à 7 m²K/W pour 50% des bâtiments et à 9 m²K/W pour plus de 20% d'entre eux (partiellement ou pour la totalité de la toiture).

4.3 Les parois vitrées : apparition du triple vitrage

Les performances des menuiseries sont très variables d'un projet à l'autre : pour les 897 bâtiments renseignés, les valeurs de U_w se situent ainsi entre 0,6 W/m²K et 2,6 W/m²K, un même projet ou bâtiment pouvant comporter des menuiseries présentant des performances différentes.

Pour 55% des bâtiments, ces menuiseries présentent en totalité ou partiellement un U_w inférieurs ou égal à 1,5 et pour 5% d'entre eux un U_w inférieur ou égal à 1.

Sur les 972 bâtiments renseignés, 22% font appel au **triple vitrage** ($U_w \leq 1$ W/m²K), partiellement (façade nord) ou en totalité, technologie quasi inexistante sur le marché français, il y a encore peu.

Ces bâtiments sont situés quasi exclusivement en zone climatique H1 et H2 (à parts égales), donc dans les régions climatiques où l'usage du triple vitrage est le plus justifié.

4.4 La perméabilité à l'air

Pour atteindre une performance énergétique élevée, la perméabilité à l'air (*prise en compte dans les calculs énergétiques mais non mesurée*) des bâtiments doit être fortement améliorée. On dispose des données suivantes pour les bâtiments renseignés (en m³/h/m²) :

Type de bâtiments	Logements collectifs	MI diffus	MI groupées	Tertiaire bureaux	Tertiaire enseignement	Autres Tertiaire
Perméabilité à l'air moyenne (en m³/h/m²)	1,06 (226 bâtiments)	0,73 (52 MI)	0,78 (384 MI)	1,19 (73 bâtiments)	1,11 (42 bâtiments)	1,22 (108 bâtiments)

Tableau 13 : valeurs moyennes de la perméabilité à l'air pour chaque type de bâtiments

Tous bâtiments confondus (843), la perméabilité à l'air moyenne est de 1,00 m³/h/m² ; pour 40% d'entre eux, elle est inférieure ou égale à 0,6 m³/h/m²

5. La ventilation : le double flux très présent dans le tertiaire

Sur 1 175 bâtiments renseignés, 45% font appel (en totalité ou partiellement suivant la nature des locaux) à la ventilation double flux qui permet de récupérer des calories sur l'air extrait et 50% utilisent une ventilation Hygro B

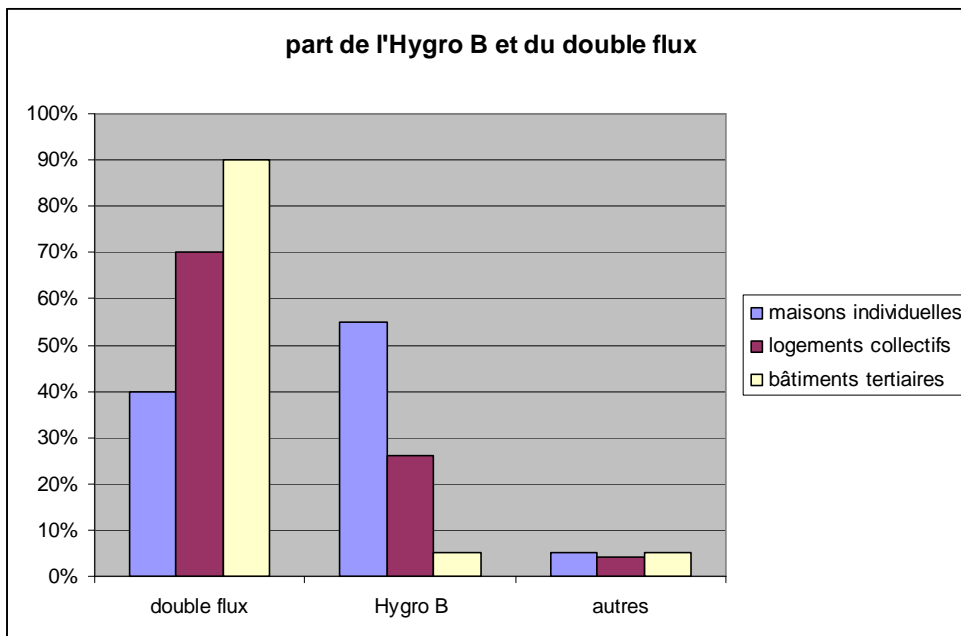


Figure 25 : part de la ventilation Hygro B et du double flux

6. Un recours très important aux énergies renouvelables

Dans le secteur résidentiel, 85% des 968 bâtiments renseignés ont **recours à l'ECS solaire** ; dans le tertiaire, secteur dans lequel les besoins sont moindres voire inexistants, moins de 40% y ont recours ; il s'agit très majoritairement de bâtiments à usage de santé, d'hébergement et d'enseignement ; pour les bureaux, seuls 17% des bâtiments renseignés (109) y ont recours, mais le besoin d'ECS y est assez limité.

41% des bâtiments tertiaires renseignés (270) ont recours au **photovoltaïque** pour la production d'électricité mais ils sont seulement 15% dans le secteur résidentiel.

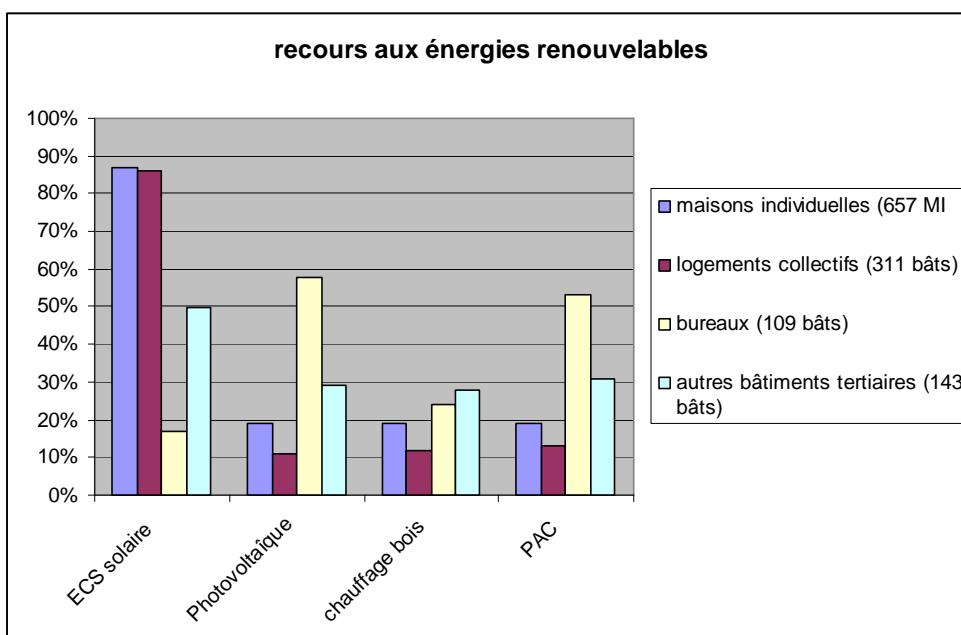


Figure 26 : part des énergies renouvelables par types de bâtiments

7. Les données économiques

Bâtiments de logements collectifs :

Le coût moyen se situe à 1 400 euros HT/m² shon.

Pour 92 % des bâtiments, les coûts de travaux de construction sont inférieurs à 2 000 euros HT/m² shon

Pour 85% d'entre eux, ces coûts sont inférieurs à 1 700 euros HT/m² shon

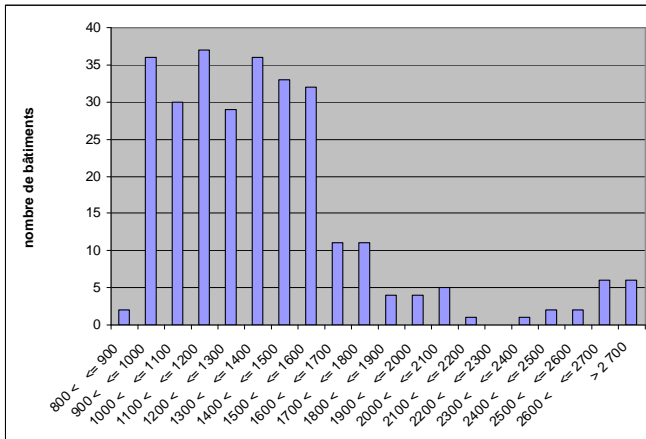


Figure 27 : Nombre de bâtiments par fourchette de coût de travaux (288 bâtiments de logements collectifs neufs)

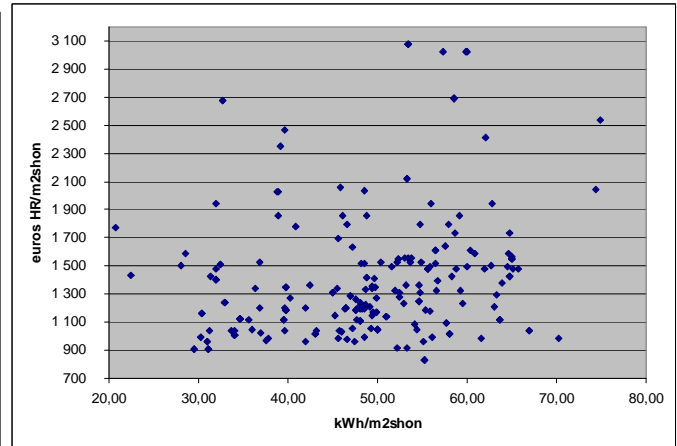


Figure 28 : coût des travaux en fonction du Cep (222 bâtiments de logements collectifs neufs)

Bâtiments tertiaires :

Le coût moyen est de 1 750 euros HT/m² shon.

Pour 80% des bâtiments, les coûts de construction se situent entre 900 et 2 300 euros HT/m² shon

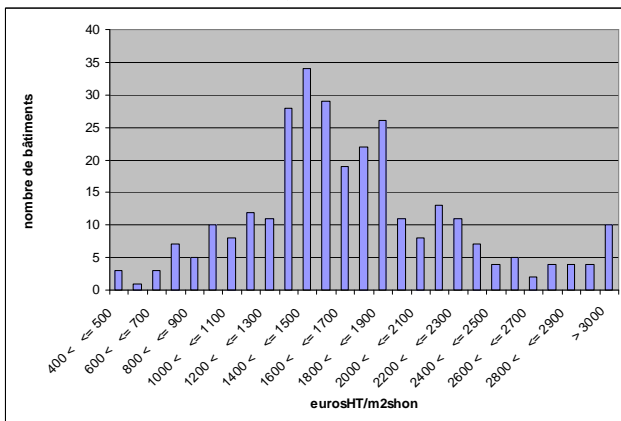


Figure 29 : Nombre de bâtiments par fourchette de coûts de travaux (301 bâtiments tertiaires neufs)

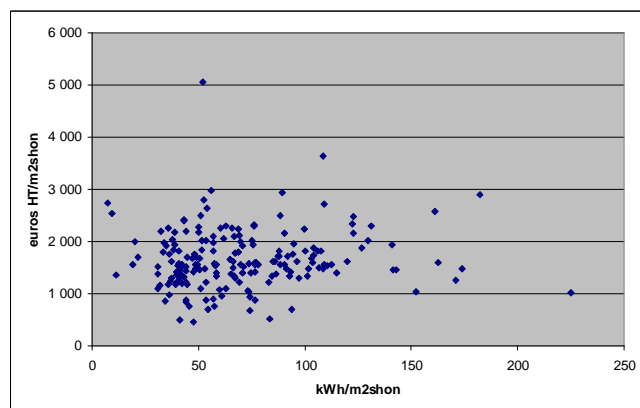


Figure 30 : coûts des travaux en fonction du Cep - 189 bâtiments tertiaires neufs

Les quelques bâtiments à énergie positive pour lesquels on dispose de l'information se situent dans la même fourchette de coûts de travaux.

Les figures 28 (logements collectifs) et 30 (bâtiments tertiaires) montrent qu'il n'y a pas de corrélation entre coût des travaux et performance énergétique.

Bien d'autres paramètres entrent en jeu : niveaux de prestations et de confort, localisation, période de construction et état du marché local du bâtiment,...

CONCLUSION

Les appels à projets lancés depuis 2006 ont permis de montrer qu'il était possible de construire et réhabiliter un nombre important de bâtiments au niveau basse consommation à des coûts maîtrisés et avec des produits et équipement de construction très divers, en devançant ainsi l'application de la réglementation (*pour le neuf*).

Tout système constructif et tout équipement énergétique peut être utilisé, chacun des différents types de bâtiments pouvant faire cependant majoritairement appel à une technique particulière, pour la production de chaleur ou la ventilation, notamment.

Dans le secteur résidentiel et pour les bâtiments tertiaires d'hébergement, la part du chauffage reste encore importante en construction neuve et est majoritaire en réhabilitation. Il en est de même pour les bâtiments de bureaux, les consommations d'éclairage étant majoritaires pour ce type de bâtiments.

L'atteinte d'un niveau basse consommation est possible avec des technologies éprouvées; il s'agit surtout de combiner ces différentes technologies pour répondre aux caractéristiques de chaque opération, en tenant compte en particulier des orientations et des apports solaires.

La phase de conception est donc encore plus essentielle. La collaboration accrue entre architectes et bureaux d'études, le plus en amont possible est un gage de réussite.

Un Observatoire pour valoriser les opérations et diffuser les enseignements

Au niveau national, les opérations lauréates alimentent l'**Observatoire BBC**, outil de partage d'expériences en matière de bâtiment BBC qui prend la forme d'une base de données répertoriant opérations et bonnes pratiques.

Cet observatoire a pour objectif de recenser les bâtiments basse consommation certifiés ou pas, neufs ou réhabilités issus des appels à projets régionaux du PREBAT, afin de fournir un retour d'expérience technico-économique et des statistiques techniques et économiques sur ce type d'opérations à l'échelle nationale.

A ce jour, l'Observatoire référence environ près de 700 opérations en construction neuve représentant 900 bâtiments. Près de 500 fiches techniques détaillées de projets (en accès privé) et plus de 400 fiches de synthèse dites pédagogiques (en accès public) ont été élaborées.

Par ailleurs, trois bilans techniques ont été publiés : en juillet 2010 (pour 104 opérations), en novembre 2011 (pour 192 opérations), essentiellement en résidentiel et très majoritairement pour les maisons individuelles et en juillet 2012 ; un 4^{ème} le sera fin 2012.

En accès public, seront également fournis des bilans et analyses reposant sur différents indicateurs (mode de chauffage, Ubât, système constructif, perméabilité à l'air, ECS solaire, surfaces de capteurs et production PV,...)

L'Observatoire BBC est accessible sur un site public : www.observatoirebbc.org.