

## LES BATIMENTS EXEMPLAIRES BBC

### PREBAT

### BILAN DE LA 1<sup>ERE</sup> PHASE 2007-2010



*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

A fin 2010, au moins un AAP a été lancé dans chaque région métropolitaine. Certaines en sont à leur 3<sup>ème</sup> édition ou 4<sup>ème</sup> édition.

### Enjeux secteur bâtiment

70 millions de tonnes équivalent pétrole (tep)  
43 % de l'énergie finale consommée en France  
25 % des émissions nationales de CO<sub>2</sub>.

### 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*
<b>Secteur résidentiel</b>	<b>niveau du label BBC Effinergie, soit entre 40 et 75 kWh/m<sup>2</sup> shon</b> suivant la zone climatique et l'altitude <b>et BEPOS (bâtiments à énergie positive)</b>	<b>80 kWh/m<sup>2</sup> shon</b> <i>(et pour certains AAP -les Iers- : Cref-niveau réglementaire des bâtiments neufs- ou division par 4 des consommations après travaux)</i>
<b>Secteur tertiaire</b>	<b>niveau du label BBC Effinergie, soit Cref – 50% (2 fois moins que le niveau réglementaire),</b> <b>et BEPOS (bâtiments à énergie positive)</b>	<b>Niveau du label BBC Effinergie, soit Cref RT existant - 40%</b> <i>(et pour certains AAP - en 2006/2007- : Cref-niveau réglementaire des bâtiments neufs- ou division par 4 des consommations après travaux)</i>

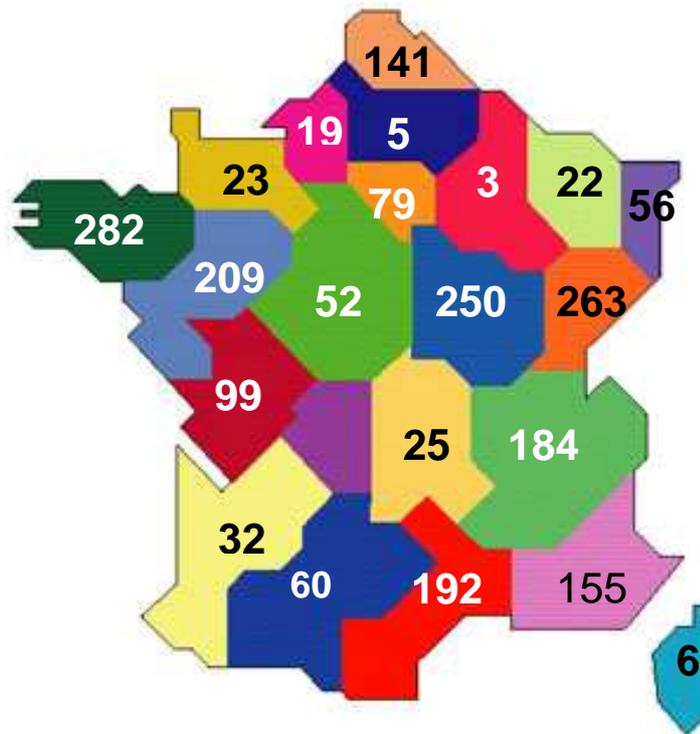
\* pour les cinq usages réglementés : chauffage, refroidissement, ECS, ventilation, auxiliaires et éclairage

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



**Construction de 30 logements à structure bois & « énergie positive »  
« Les Héliades » Z.U.S. de Saint Roch Saint-Dié-Des-Vosges**

### 3. Plus de 1 100 opérations représentant près de 2 200 bâtiments sélectionnés et soutenus



Année	Nombre de bâtiments lauréats
2007	255
2008	566
2009	775
2010	608

Zone climatique	Nombre de bâtiments lauréats
H1	1 025
H2	863
H3	316

Figure 1 : Répartition régionale des bâtiments à fin 2010



*et 5 bâtiments à l'île de La Réunion*

#### Chiffres clés

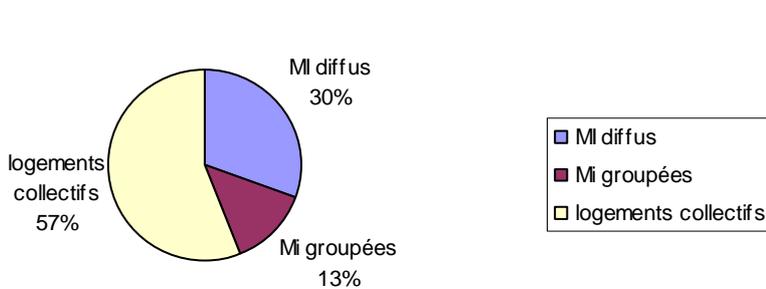
- 65 % des opérations dans le neuf
- 55% des opérations dans le secteur résidentiel (dont 221 opérations de MI et MI groupées pour 106 000 m2 shon)
- 1,8 millions de m2 shon (59% pour le résidentiel et 41% pour le tertiaire)
- 230 opérations représentant 500 bâtiments livrés à fin 2010 (dont 120 bâtiments en tertiaire, 155 bâtiments en logements collectifs, et 290 maisons individuelles)
- 25 opérations à énergie positive : ces réalisations produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment grâce à la production photovoltaïque (3 opérations de logements collectifs, 7 opérations de MI et 15 opérations tertiaires)

## 4. Répartition détaillée des opérations lauréates

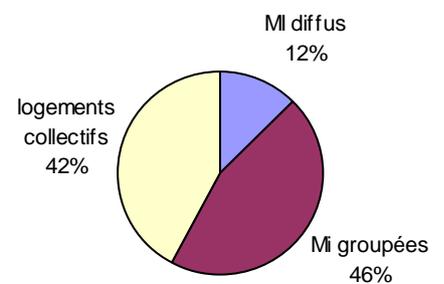
	Opérations	Bâtiments
<b>Construction</b>	65 %	71 %
<b>Réhabilitation</b>	31 %	27 %
<b>Mixte</b>	1 %	1 %
<b>NR</b>	3 %	1 %
<b>Tertiaire</b>	45 %	50 %
<b>Résidentiel</b>	55 %	50 %

Tableau 2 : Répartition des 1 100 opérations BBC lauréates

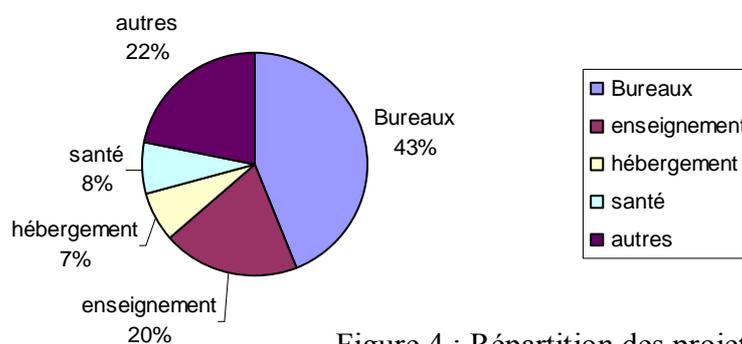
Répartition des opérations lauréates



Répartition des bâtiments lauréats



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



*Répartition identique en nombre de bâtiments*

Figure 4 : Répartition des projets lauréats tertiaires

*Une opération peut correspondre à un seul ou plusieurs bâtiments.*

## 5. Les principaux enseignements

En permettant de disposer aujourd'hui d'un panel assez large d'opérations, avec leurs caractéristiques techniques et économiques, un premier bilan peut être établi.

### Qu'est ce qu'un bâtiment basse consommation ?

\* **une enveloppe très performante** : dans le neuf : U<sub>bât</sub> moyen de 0,41 dans le neuf et de 0,57 en réhabilitation grâce à une isolation thermique renforcée des toitures et des parois et, de plus en plus, une isolation par l'extérieur (plus de 60% de l'ensemble des bâtiments - neuf et réhabilitation-)

\* **une forte étanchéité à l'air** (dans le neuf, tous bâtiments confondus, la perméabilité à l'air moyenne est de 1 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)

\* **un mode de chauffage performant et adapté aux besoins**: pompes à chaleur (40% de l'ensemble des bâtiments tertiaires neufs), chaudières gaz à condensation (70% des bâtiments de logements collectifs en réhabilitation), chaudière bois (de 15% à 25% des bâtiments tertiaires, suivant leur destination)

\* **une ventilation améliorée** (ventilation double flux pour 45% des bâtiments neufs ; ventilation Hygro B pour plus de 60% des bâtiments de logements en réhabilitation)

\* **une très forte utilisation des énergies renouvelables** (présentes dans 90% des bâtiments): dans le neuf, 90% des bâtiments résidentiels ont recours au solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire et 45% des bâtiments tertiaires ont recours au photovoltaïque)

\* **un recours au triple vitrage** (14% des bâtiments neufs, en zone H1 et H2)

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

*A noter également que 20% des opérations ont recours à des matériaux bio-sourcés tels la ouate de cellulose, les fibres de bois ou le chanvre pour l'isolation.*

**Construction 24 logement collectifs  
Maître d'Ouvrage : Kalelithos (34)**



### Des bâtiments à énergie positive

Grâce à la production d'électricité photovoltaïque, 30 bâtiments sont à « énergie positive » (ils produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment pour les 5 usages réglementés) :

- 14 bâtiments neufs de bureaux (zones H1, H2 et H3)
- 8 MI (secteur diffus; zone H1, H2 et H3)
- 4 bâtiments de logements collectifs (zone H1)

Trois maisons individuelles (Languedoc Roussillon et Poitou Charentes) et une école (Lorraine) en réhabilitation sont à énergie positive.

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

- tertiaire : jusqu'à - 122 kWh/m<sup>2</sup>shon
- logements collectifs : jusqu'à - 41 kWh/m<sup>2</sup>shon
- MI : jusqu'à - 43 kWh/m<sup>2</sup>shon

# LA REHABILITATION

## 1. Les consommations énergétiques conventionnelles (prévisionnelles)

### 1.1 Les consommations totales

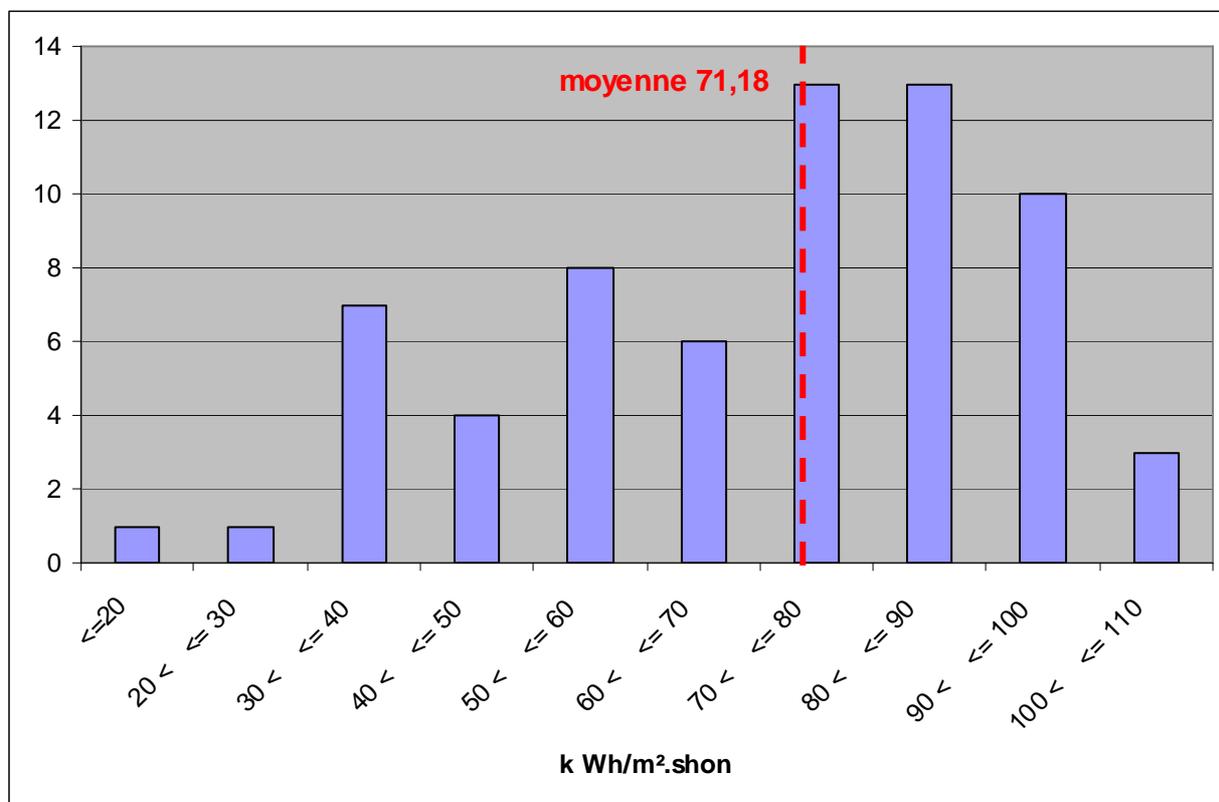


Figure 5 : Répartition des Cep - 66 maisons individuelles en réhabilitation

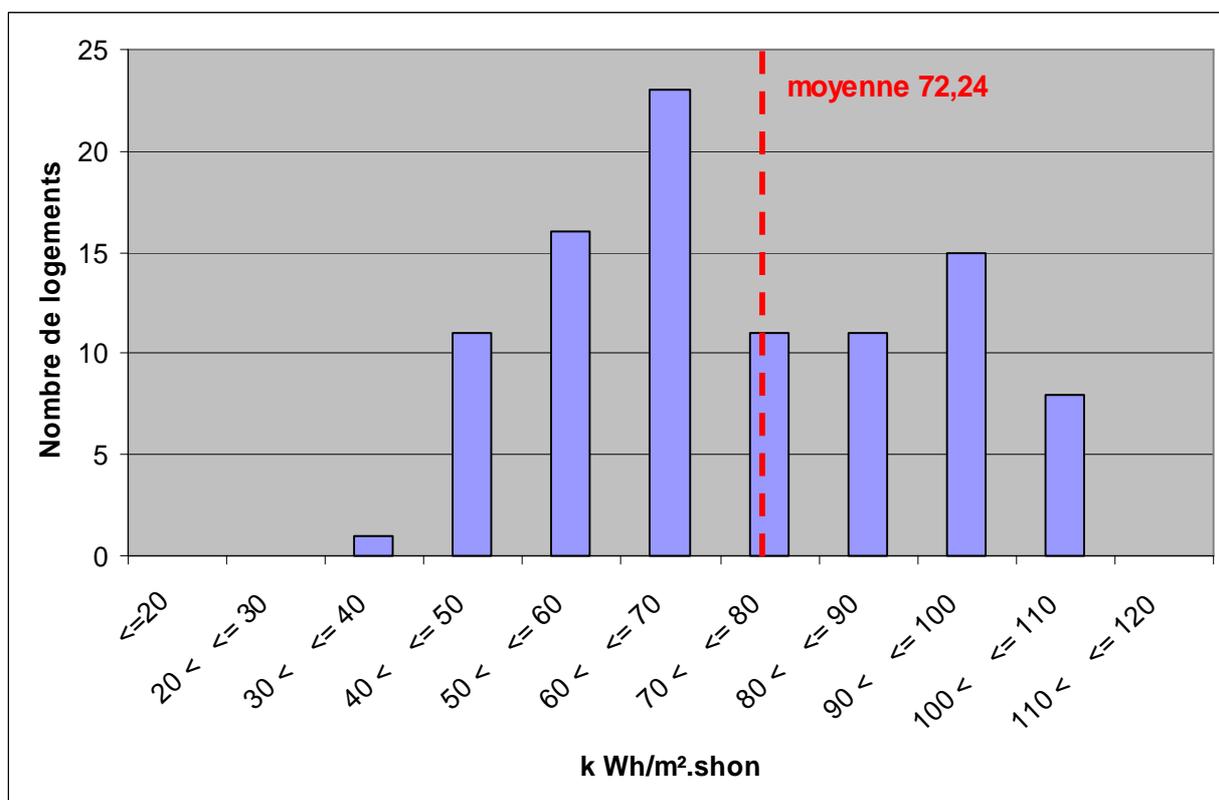


Figure 6 : Répartition des Cep – 96 bâtiments de logements collectifs en réhabilitation

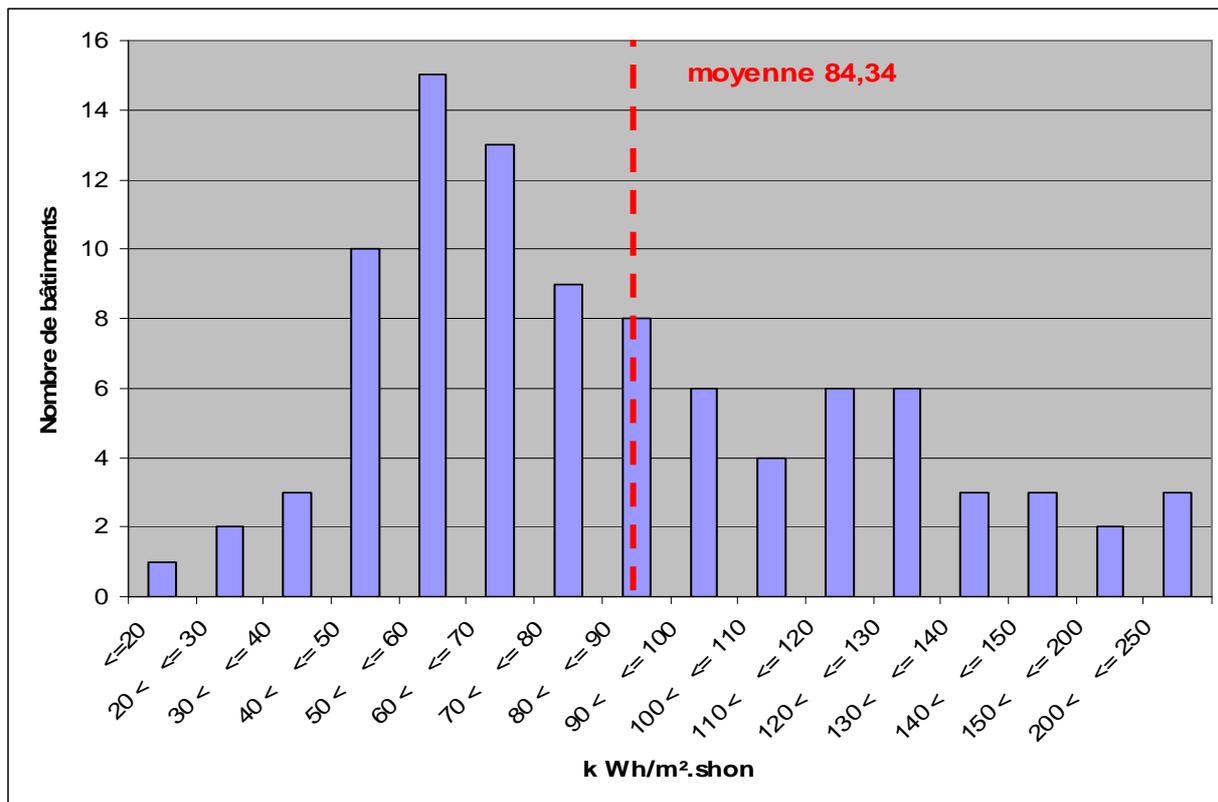


Figure 7 : Répartition des Cep - 94 bâtiments tertiaires en réhabilitation

## 1.2 La part des différents usages

**Dans le résidentiel**, les consommations moyennes de chauffage représentent encore jusqu'à plus de 35% des usages réglementés ; l'ECS vient en deuxième position avec une part comprise entre 15% et 25% ; les consommations de refroidissement sont nulles.

**Dans le tertiaire (bâtiments de bureaux et d'enseignement)**, les consommations moyennes de chauffage représentent à peu près la même proportion (de 25% à 30%). La part de l'ECS est très faible remplacée par l'éclairage (environ 25%) et les auxiliaires de chauffage et de ventilation (15% à 20%). Pour quelques projets, les consommations de refroidissement ne sont pas nulles.

*On ne dispose pas de suffisamment d'opérations en réhabilitation pour les opérations de bâtiments d'hébergement, de santé et autres, d'une part et de MI groupées, d'autre part pour fournir des données exploitables pour ces types d'opérations.*



Figure 8 : Réhabilitation d'une maison à Cournonterral (Languedoc Roussillon)

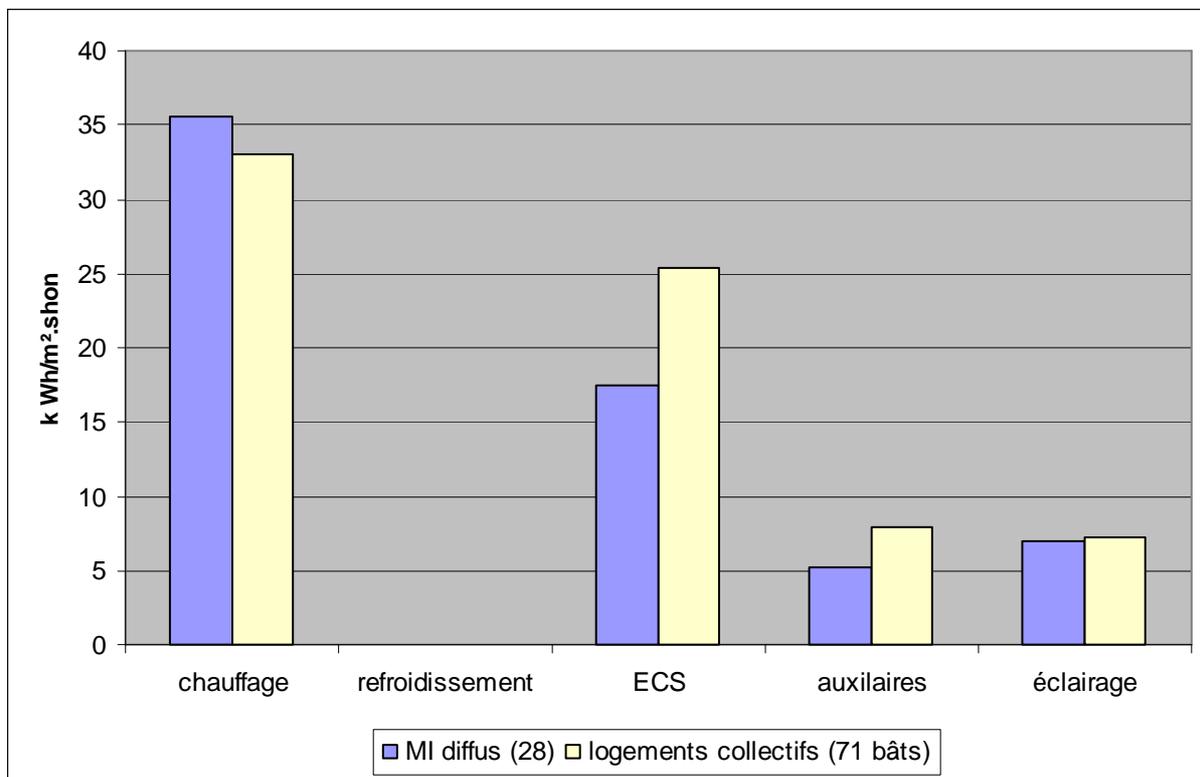


Figure 9 : Bâtiments résidentiels en réhabilitation - valeurs moyennes des différents usages

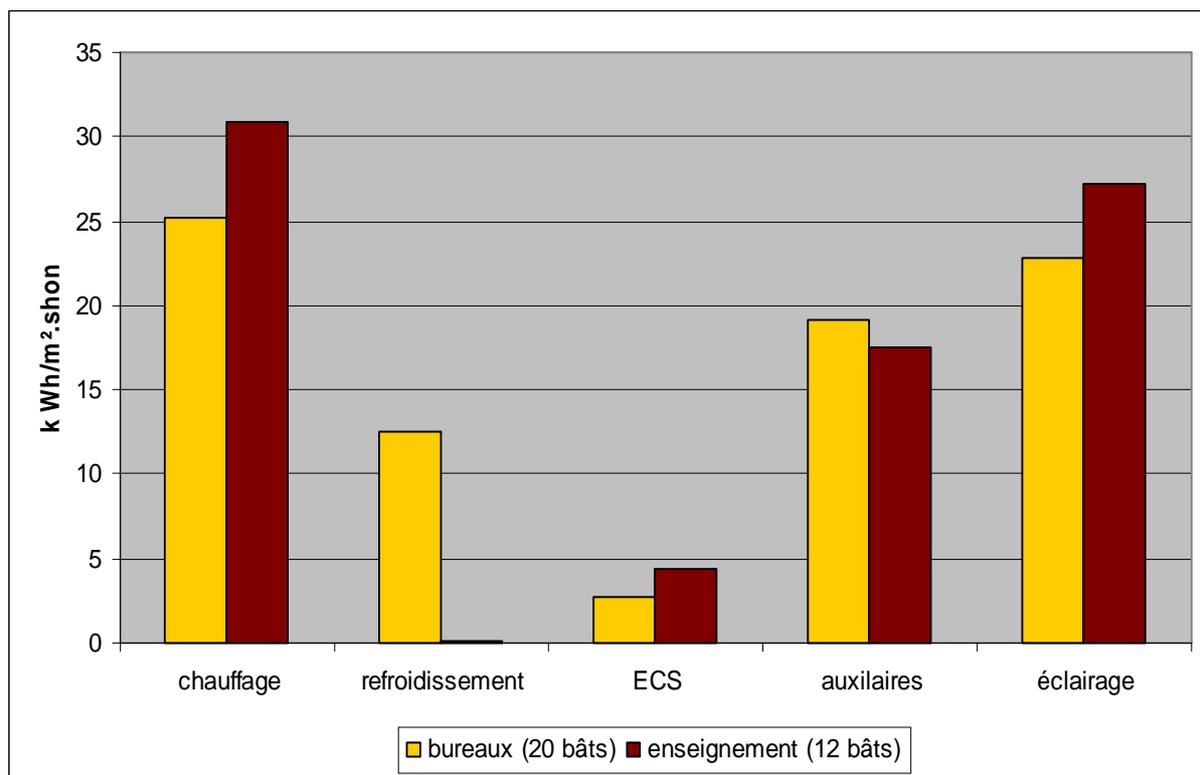


Figure 10 : Bâtiments tertiaires en réhabilitation - valeurs moyennes des différents usages

## 2. Le chauffage

### 2.1 les principaux modes de production de chaleur

De manière globale, tous les **modes de chauffage** sont utilisés.

Dans le résidentiel, tous types de bâtiments confondus, le chauffage par chaudière gaz à condensation est majoritaire (65% des bâtiments); Cette proportion n'est cependant que de 20% pour les MI en secteur diffus mais s'élève à 70% pour les bâtiments de logements collectifs.

Pour les MI en secteur diffus, ce sont les poêles à bois qui sont majoritaires (la moitié des maisons).

Dans le tertiaire, les chaudières gaz à condensation sont là aussi majoritaires (35%) mais les PAC sont très présentes avec une part moyenne de plus de 25%, tous types de bâtiments confondus.

Le recours aux chaudières à bois est également important : jusqu'à 25% pour les bâtiments autres que bureaux.

Le chauffage électrique direct concerne un peu plus de 5% des bâtiments tertiaires.

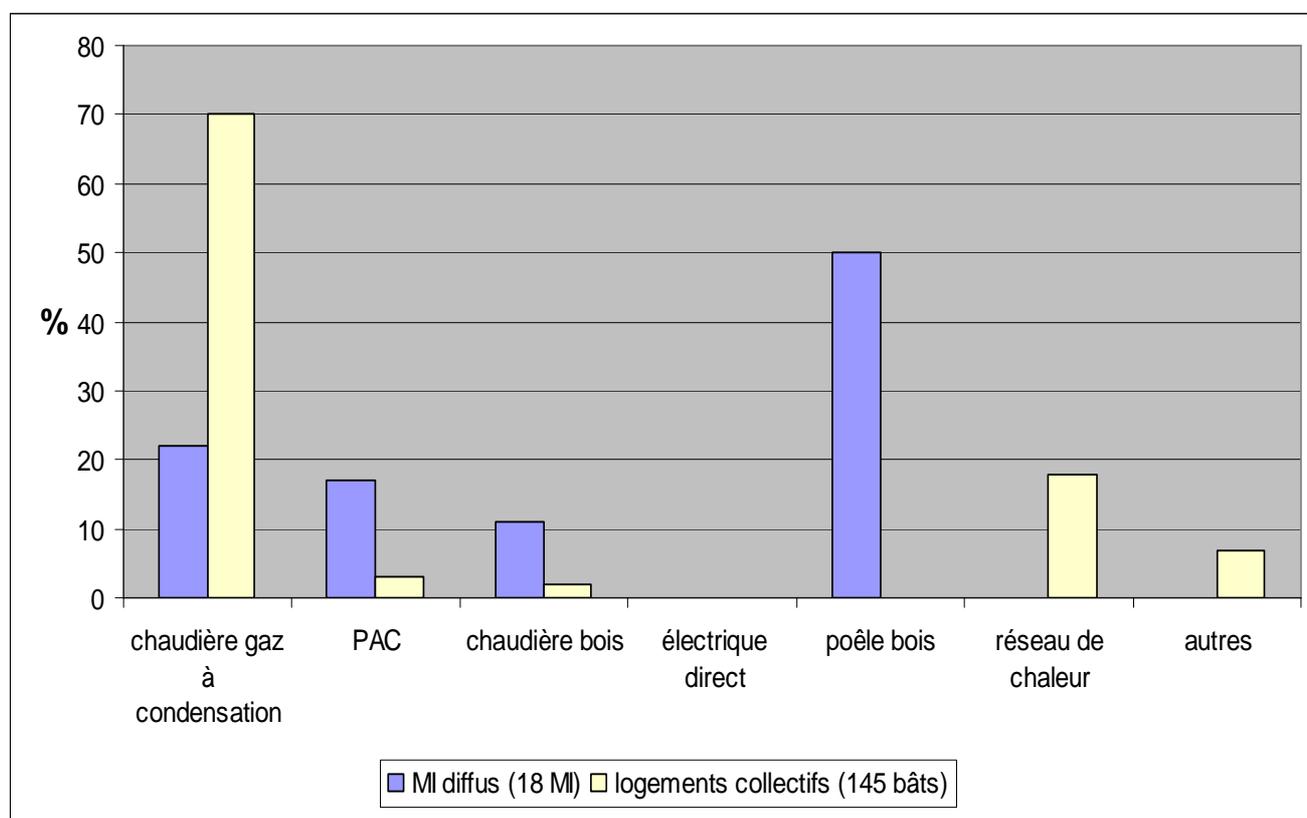


Figure 11 : Bâtiments résidentiels en réhabilitation - valeurs moyennes des différents

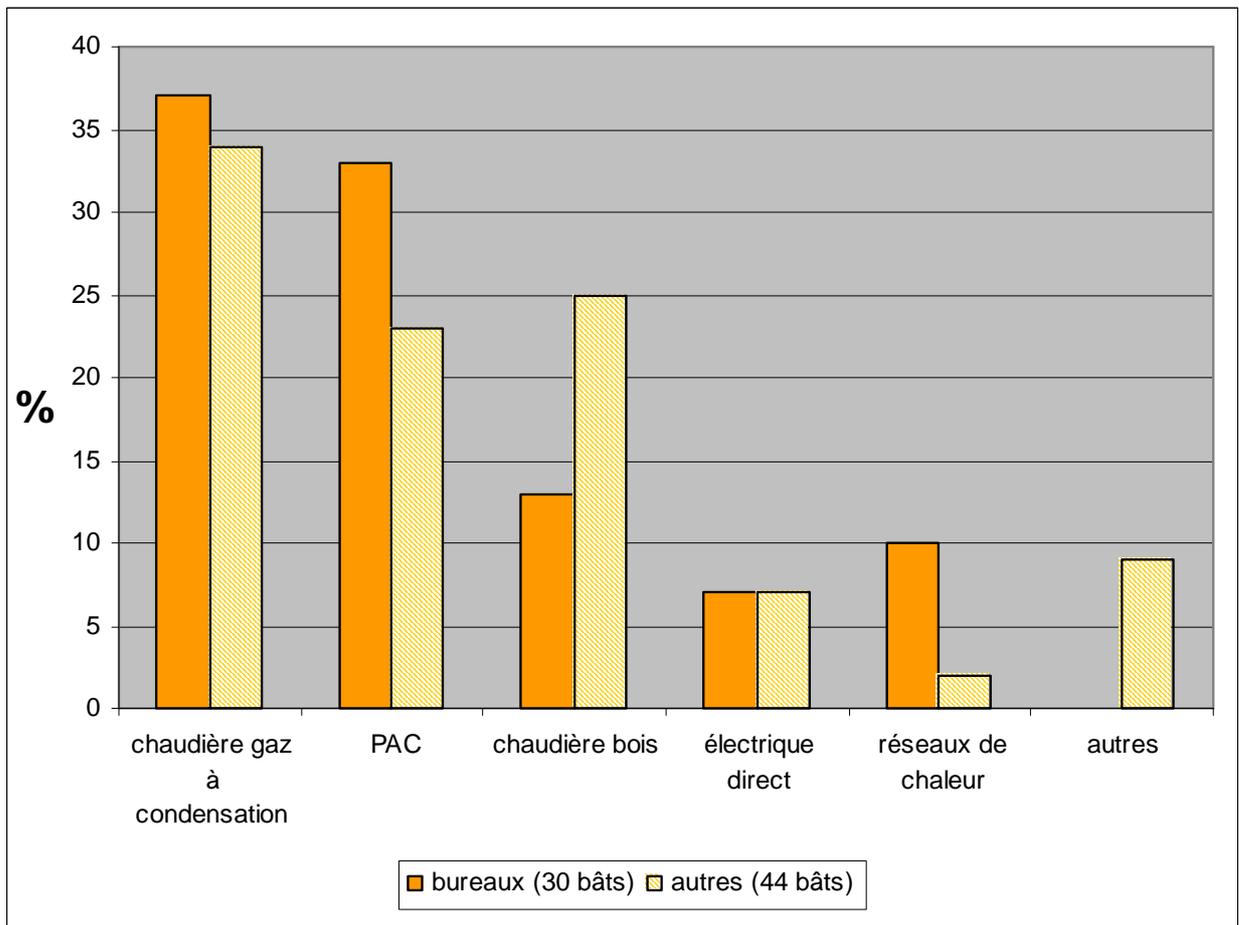


Figure 12 : bâtiments tertiaires en réhabilitation - part (%) des différents modes de chauffage

## 2.2 Les émetteurs

65% des bâtiments renseignés (212) utilisent les radiateurs (à eau chaude) pour l'émission de chaleur. 20% font appel à des planchers chauffants. Les convecteurs électriques sont quasi inexistantes (cf ci-dessus).

### 3. Les systèmes constructifs

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

Pour les bâtiments de logements collectifs, le béton est très majoritaire avec 70% des bâtiments; pour les maisons individuelles (secteur diffus), 60% des 30 maisons sont en pierre.

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

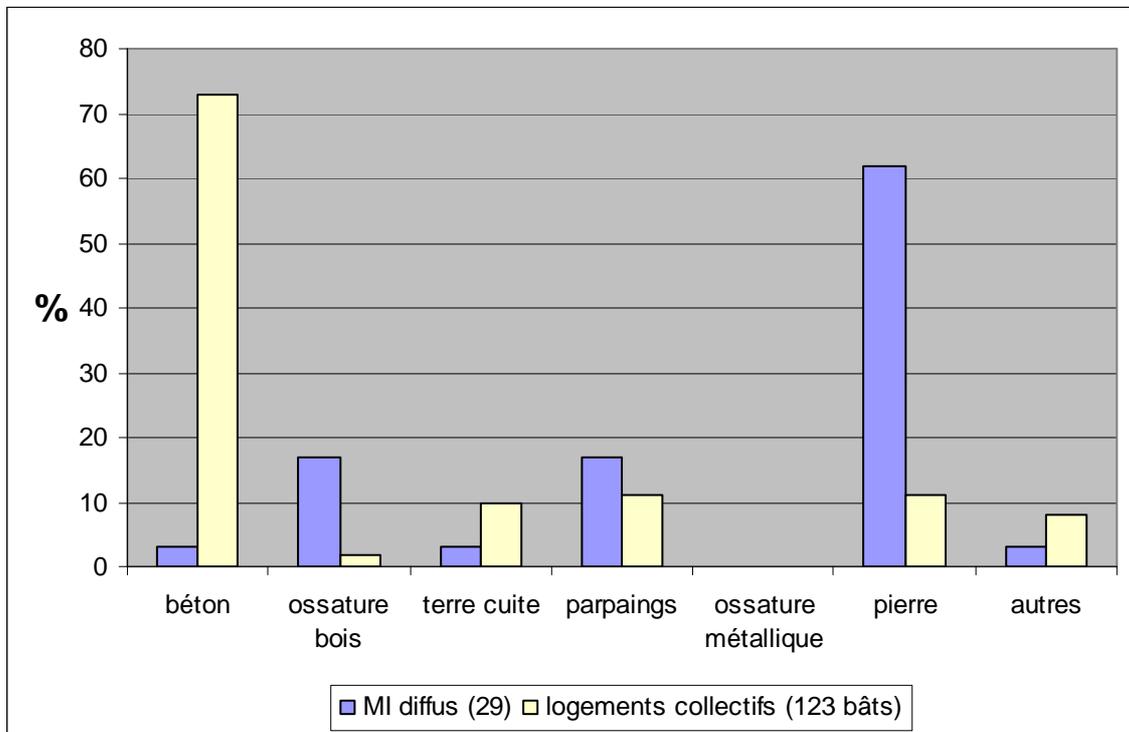


Figure 13 : bâtiments résidentiels en réhabilitation - part (%) des différents systèmes constructifs

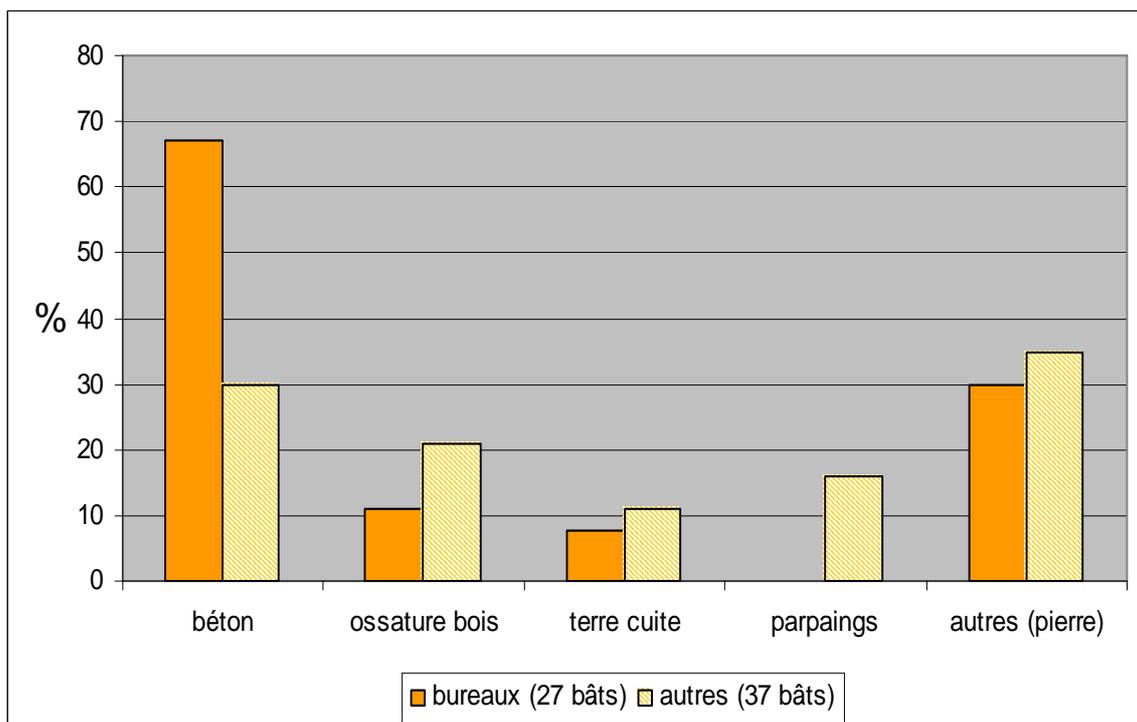


Figure 14 : bâtiments tertiaires en réhabilitation - part (%) des différents systèmes constructifs

## 4. Les performances de l'enveloppe

### 4.1 Des performances globales de l'enveloppe élevées

Pour les 170 bâtiments renseignés et toutes zones climatiques confondues, les valeurs de  $U_{bât}$  sont comprises entre 0,19 et 1.

La valeur moyenne est de 0,57. **Pour plus de 50% des bâtiments,  $U_{bât} \leq 0,6$ . un peu moins du quart ont un  $U_{bât} \leq 0,4$ .**

<i>Réhabilitation</i>	MI secteur diffus	Logements collectifs	Tertiaire bureaux	Tertiaire autres
$U_{bât}$ (W/m <sup>2</sup> K)	de 0,28 à 2 (23 maisons)	de 0,19 à 1 (97 bât)	de 0,33 à 1 (22 bât)	de 0,28 à 0,92 (30 bât)

Tableau 3 : Valeurs mini et maxi du  $U_{bât}$  par type de bâtiments

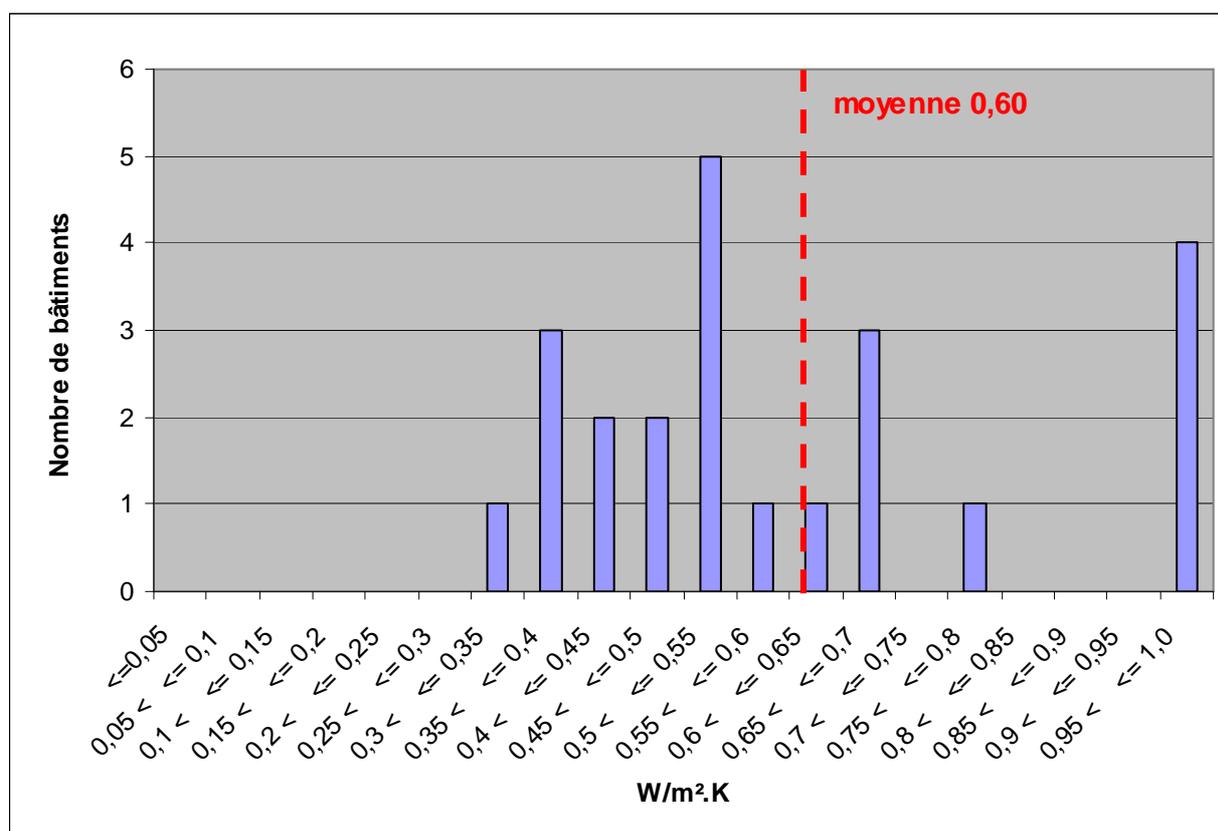


Figure 15 : 23 bâtiments en réhabilitation - répartition des  $U_{bât}$  ; zone H3

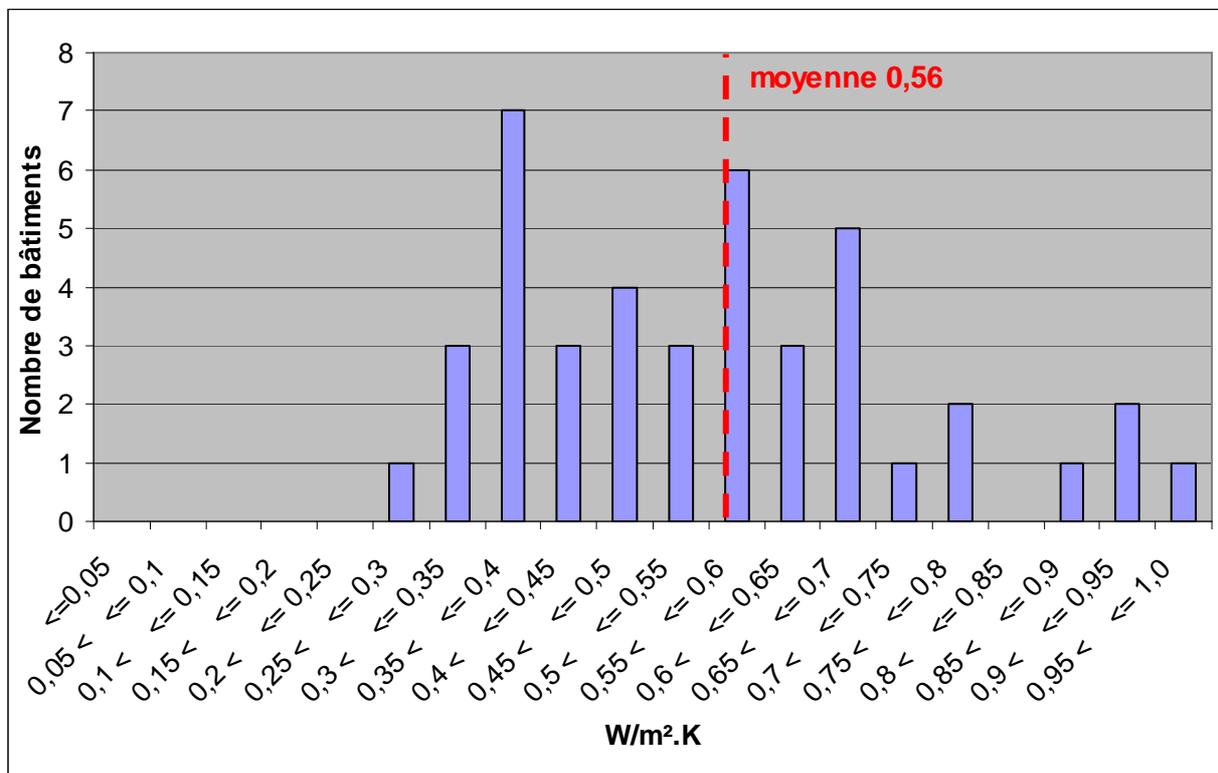


Figure 16 : 42 bâtiments en réhabilitation - répartition des Ubâts ; zone H2

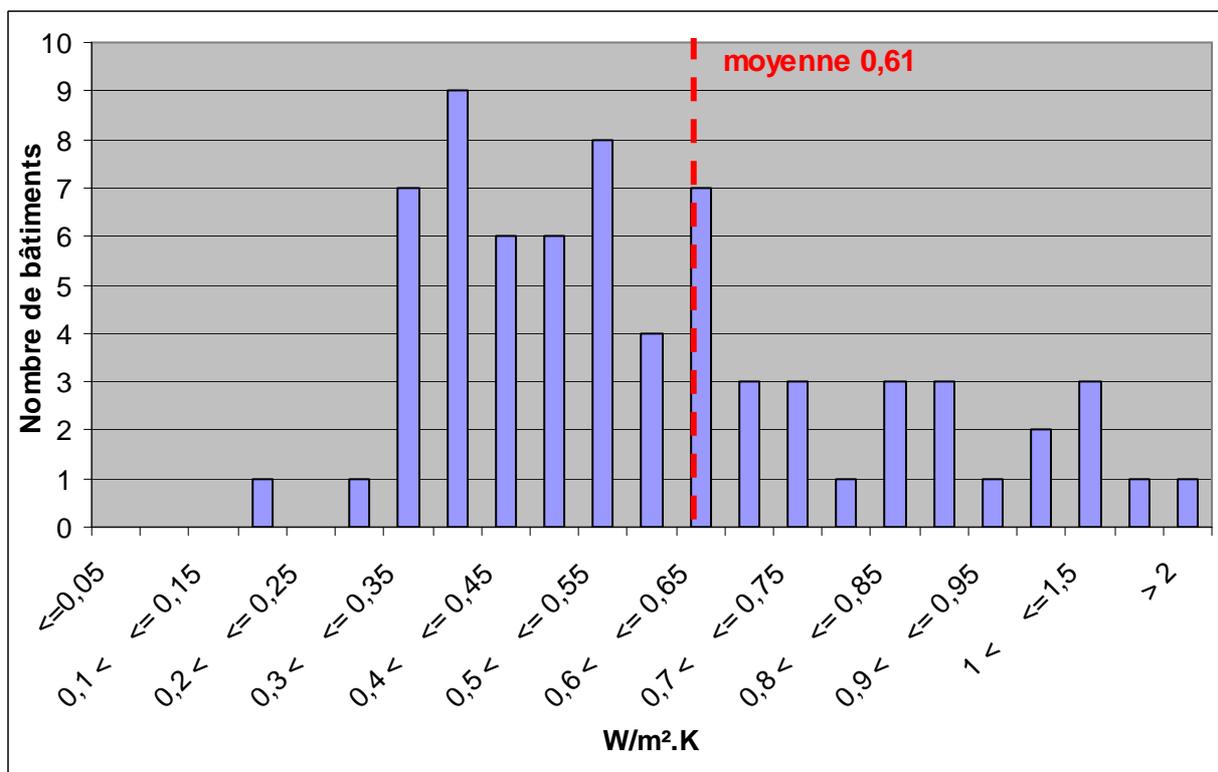


Figure 17 : 70 bâtiments en réhabilitation - répartition des Ubâts ; zone H1

## 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 thermique des parois opaques et notamment des toitures est renforcée.

L'**isolation par l'extérieur** concerne 70% des 183 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% des 177 bâtiments renseignés, la résistance thermique d'au moins une des parois opaques est supérieure à 4 et pour 11% d'entre eux, cette résistance est supérieure à 6.

### Isolation des toitures

Pour les toitures, la résistance thermique est supérieure à 6 m<sup>2</sup>K/W pour plus des deux tiers des bâtiments et à 8 m<sup>2</sup>K/W pour 13% d'entre eux (partiellement ou pour la totalité de la toiture).

<i>Réhabilitation</i>	<b>MI secteur diffus (14 maisons)</b>	<b>Logements collectifs (106 bâtiments)</b>	<b>Tertiaire bureaux (26 bâtiments)</b>	<b>Tertiaire autres (31 bâtiments)</b>
<b>Rmurs (m<sup>2</sup>K/W)</b>	de 2,4 à 7,4	de 3 à 9,1	de 1,8 à 7,6	de 3 à 8,3
<b>Rtoitures (m<sup>2</sup>K/W)</b>	de 4,5 à 9,4	de 2,3 à 12	de 4,1 à 10,5	de 3,7 à 10,5

Tableau 2 : Valeurs mini et maxi de la résistance thermique par type de bâtiments

## 4.3 Les parois vitrées : apparition du triple vitrage

Les performances des menuiseries sont très variables d'un projet à l'autre : pour les 805 bâtiments renseignés, les valeurs de  $U_w$  se situent ainsi entre 1 et 3,3 W/m<sup>2</sup>K, un même projet ou bâtiment pouvant comporter des menuiseries présentant des performances différentes.

Pour les trois quarts des bâtiments renseignés (173), les menuiseries présentent en totalité ou partiellement un  $U_w$  inférieurs ou égal à 2 et pour le quart d'entre eux, cette valeur descend en dessous de 1,5.

5% (pour 185 bâtiments renseignés) seulement des bâtiments (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 autres
<b>Perméabilité à l'air moyenne (en m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)</b>	1,5 (90 bâtiments)	0,97 (29 MI)	1,4 (18 bâtiments)	1,4 (11 bâtiments)	1,80 (9 bâtiments)

Tableau 3 : valeurs moyennes de la perméabilité à l'air pour chaque type de bâtiments

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

Le recours au **double flux est majoritaire dans le tertiaire avec 85%** des bâtiments renseignés (73) ; Mais, ce taux n'est que de 4% pour les bâtiments de logements collectifs (pour 139 bâtiments)

Pour ces derniers, la ventilation Hygro B concerne 60% des bâtiments et les deux tiers des maisons individuelles

## 6. Un recours très important aux énergies renouvelables

Plus de la moitié des 195 bâtiments renseignés utilisent l'ECS solaire (60% pour le seul secteur résidentiel); par contre peu de bâtiments ont recours au photovoltaïque (10% des 209 bâtiments renseignés).

<i>réhabilitation</i>	Maisons individuelles	Logements collectifs	Tertiaire bureaux	Tertiaire autres
<b>ECS solaire</b>	83% (sur 18 maisons)	58% (sur 115 bâtiments)	23% (sur 26 bâtiments)	47% (sur 36 bâtiments)
<b>Photovoltaïque</b>	35% (sur 17 maisons)	3% (sur 128 bâtiments)	34% (sur 26 bâtiments)	8% (sur 38 bâtiments)
<b>Chauffage bois</b>	10% (sur 18 maisons)	2% (sur 145 bâtiments)	13% (sur 30 bâtiments)	25% (sur 44 bâtiments)
<b>PAC</b>	18% (sur 18 maisons)	2% (sur 145 bâtiments)	33% (sur 30 bâtiments)	23% (sur 44 bâtiments)

Tableau 4 : pourcentages d'utilisation des systèmes ENR par types 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 460 €/HT/m<sup>2</sup>.shon

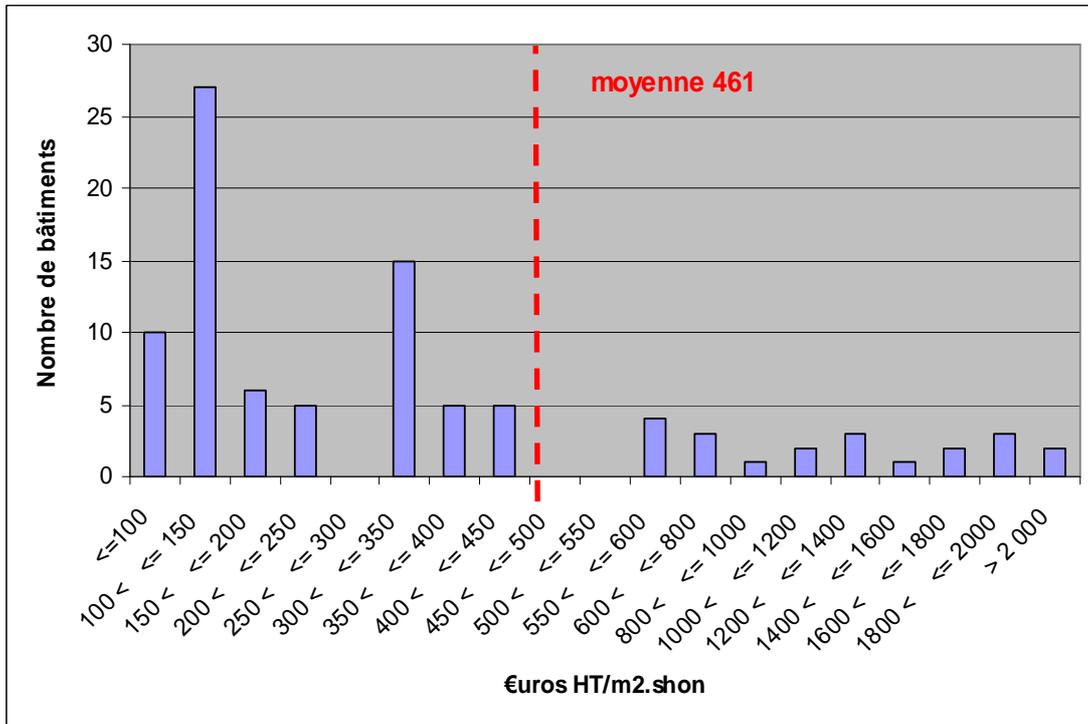


Figure 18 : 94 bâtiments de logements collectifs en réhabilitation  
Répartition du nombre de bâtiments par fourchettes de coûts de travaux

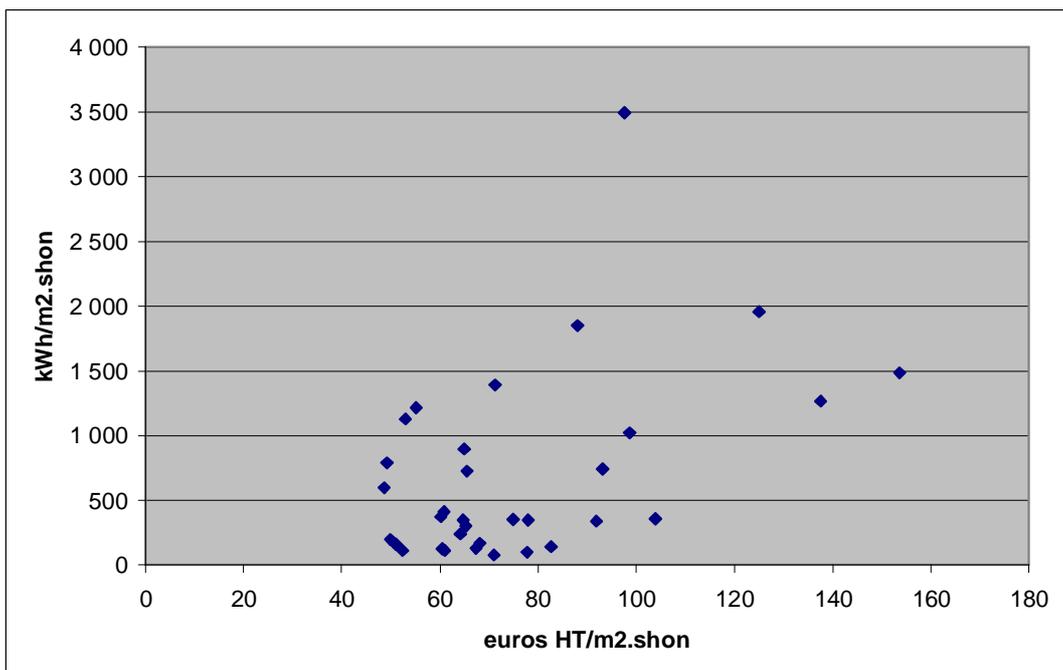


Figure 19 : 90 bâtiments de logements collectifs en réhabilitation  
Coût des travaux en fonction du Cep

**Bâtiments tertiaires : le coût moyen de réhabilitation est de 987 €HT/m<sup>2</sup>.shon**

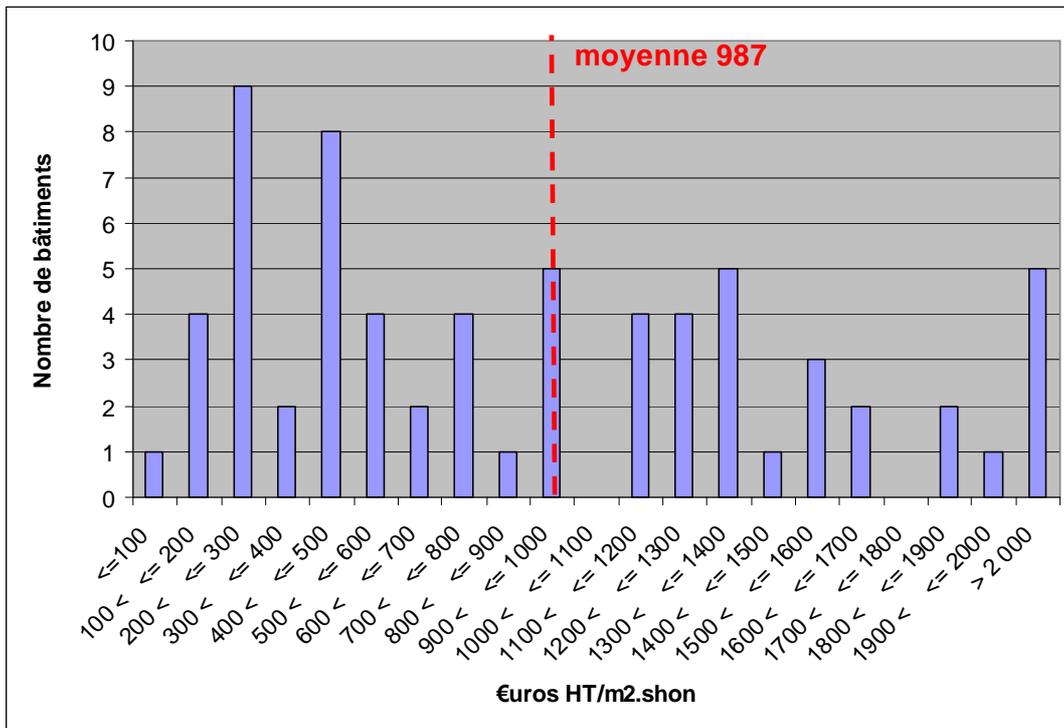


Figure 20 : 67 bâtiments tertiaires en réhabilitation  
 Nombre de bâtiments par fourchettes de coûts de travaux

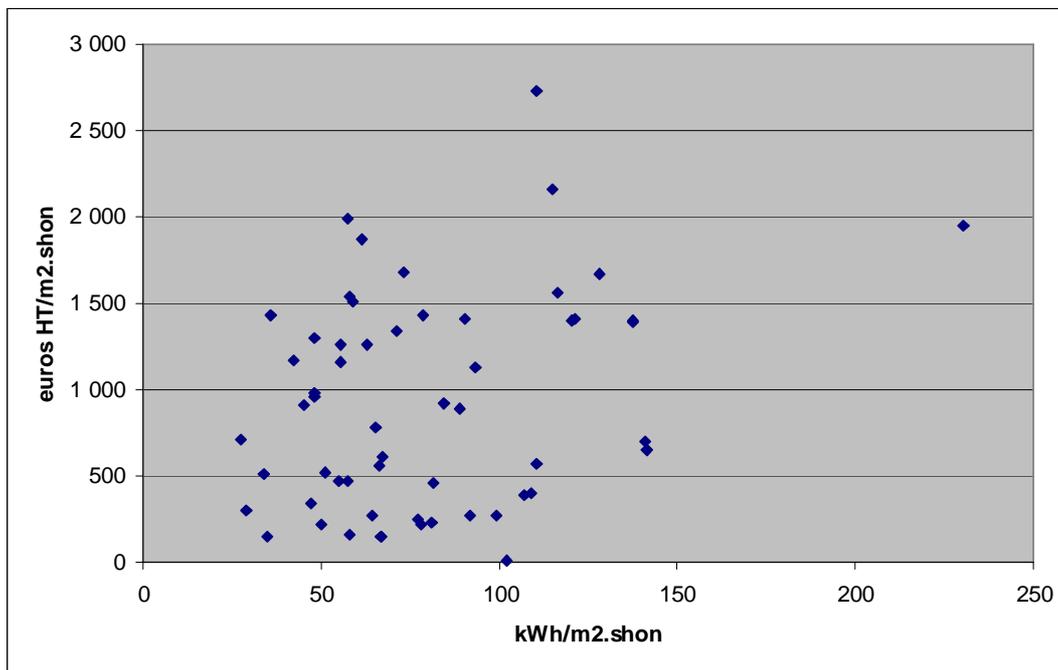


Figure 21 : 64 bâtiments tertiaires en réhabilitation - Coût des travaux en fonction du Cep

Sur la base des données disponibles, il ne semble pas possible de dégager une corrélation entre le coût des travaux et les performances énergétiques visées.

Une analyse fine des différentes opérations sera nécessaire pour dégager des tendances et des enseignements.

# LA CONSTRUCTION NEUVE

## 1. Les consommations énergétiques conventionnelles (prévisionnelles)

### 1.1 les consommations totales dans le résidentiel

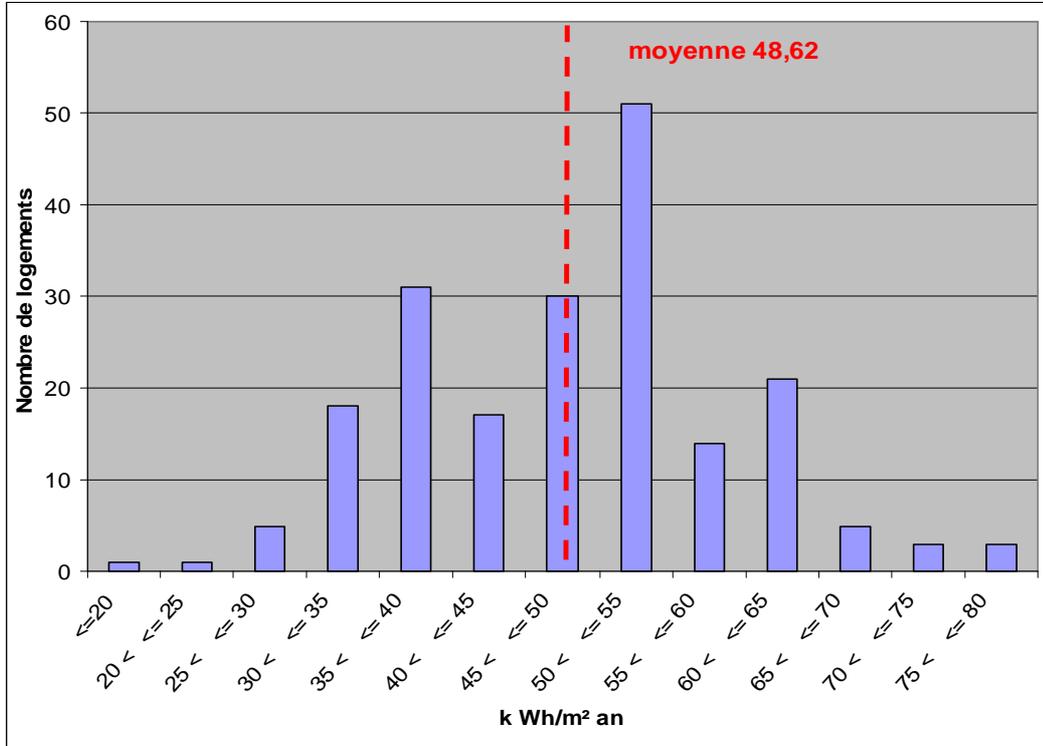


Figure 22 : 200 maisons individuelles neuves - répartition des Cep

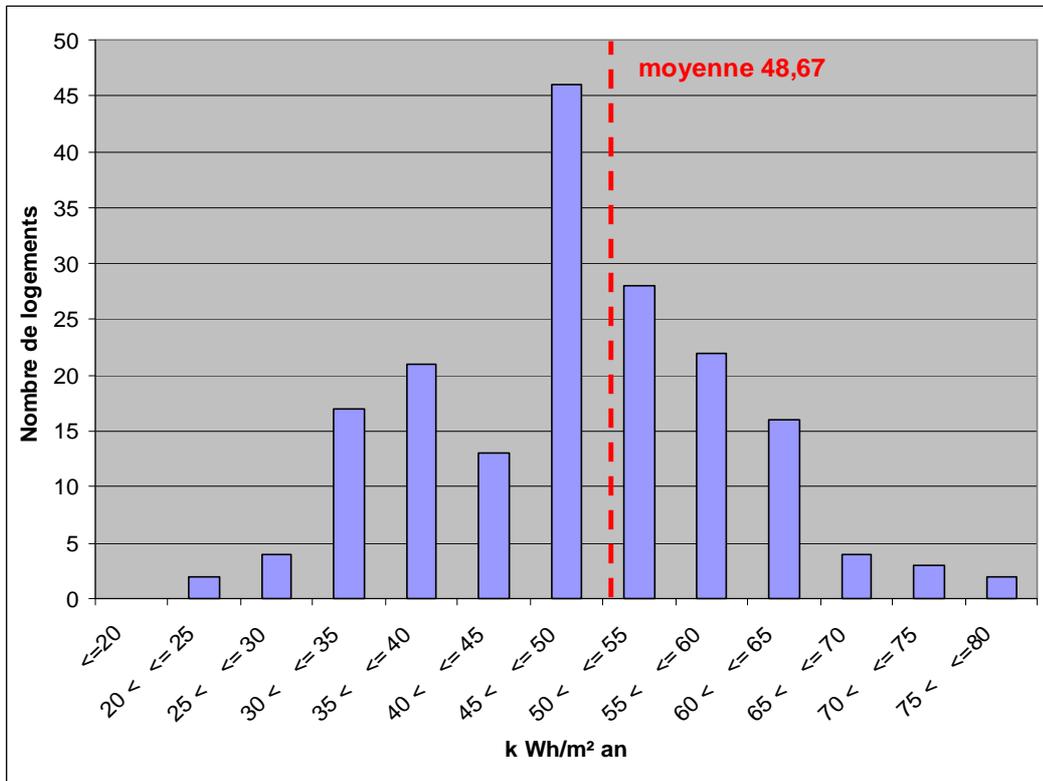


Figure 23 : 178 bâtiments de logements collectifs neufs - répartition des Cep

## 1.2 Les consommations totales dans le tertiaire

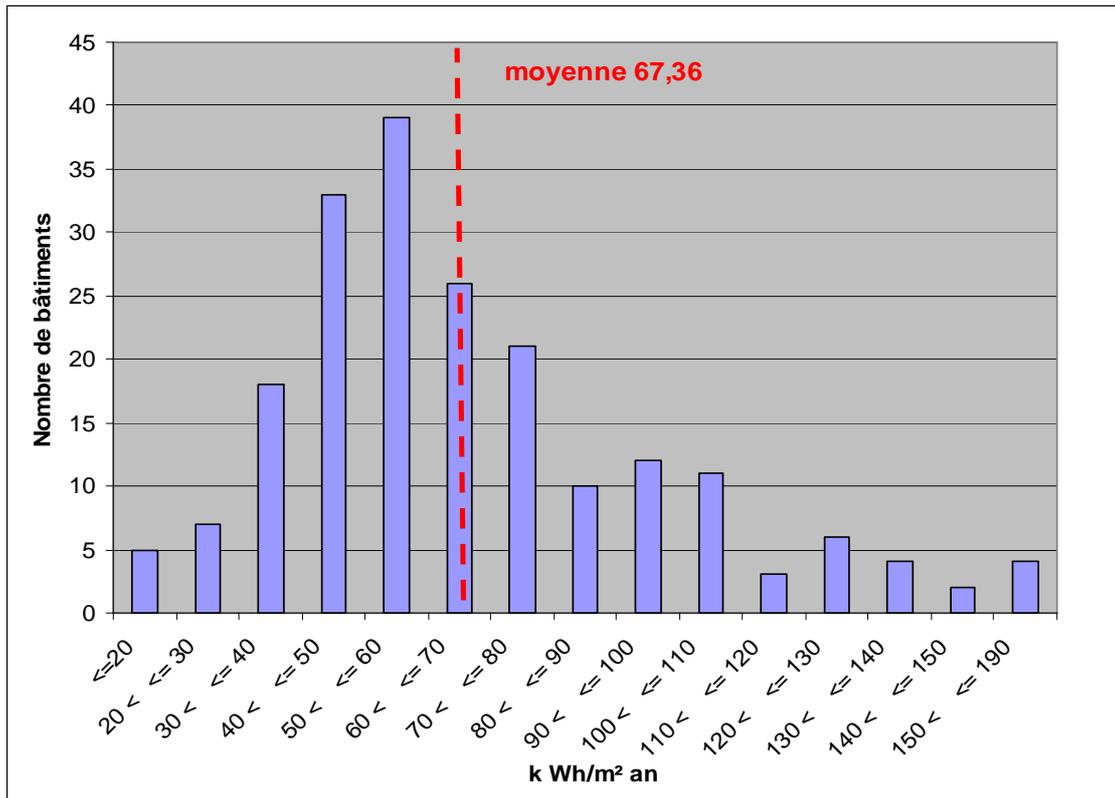


Figure 24 : 201 bâtiments tertiaires neufs - répartition des Cep

<i>Construction neuve</i>	Nombre de bâtiments considérés	Consommations moyennes (5 usages réglementés)	% de bâtiments ayant un Cep $\leq 50$
<b>Tertiaire bureaux</b>	89	60,42	35%
<b>Tertiaire enseignement</b>	49	64,81	39%
<b>Tertiaire hébergement</b>	10	115,65	1 bât
<b>Tertiaire santé</b>	13	79,84	2 bât
<b>Tertiaire autres</b>	40	73,01	22%

Tableau 5 : consommations moyennes pour chaque type de bâtiments tertiaire

## 1.3 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 (33%). L'ECS vient en deuxième position, voire en première position pour les bâtiments de logements collectifs (35%); les consommations de refroidissement sont nulles.

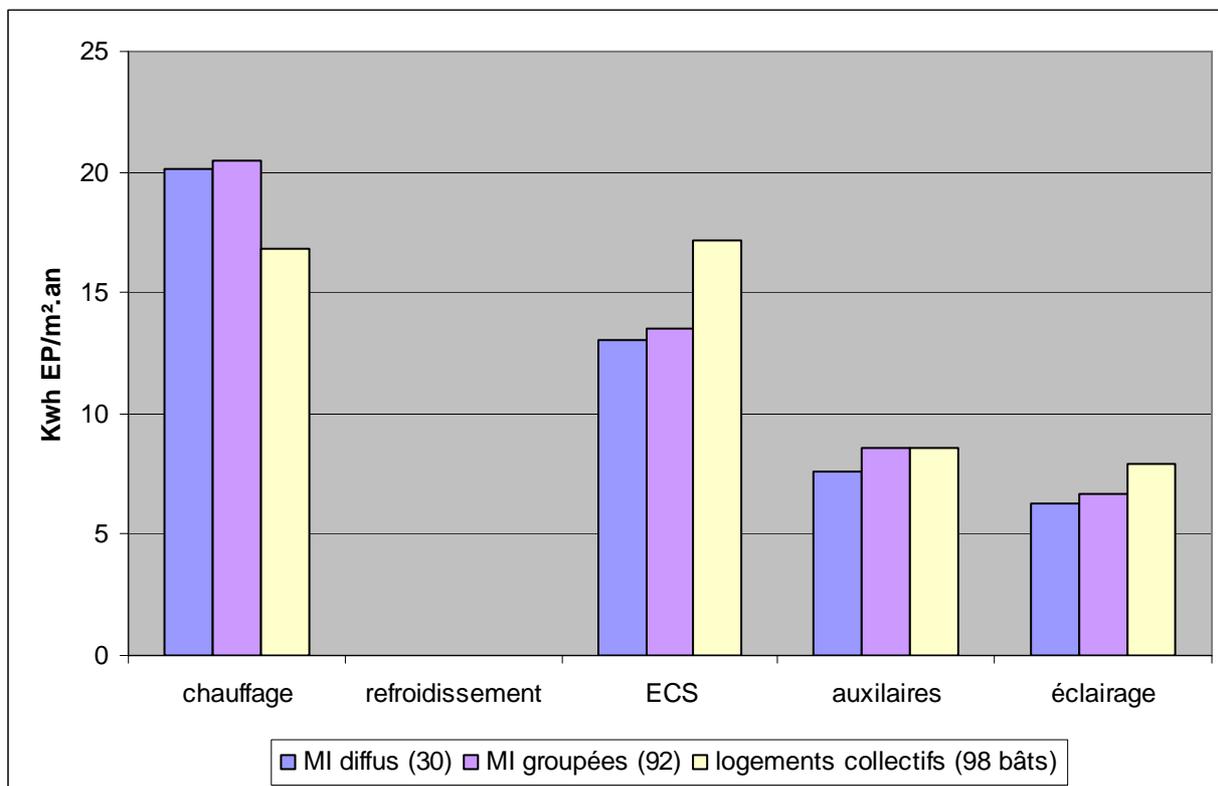


Figure 25 : bâtiments résidentiels neufs - valeurs moyennes des différents usages

**Dans le tertiaire**, les consommations de chauffage représentent une part comprise entre 25% et 35%, suivant le type de bâtiment. Pour les bâtiments de bureaux et de santé, l'éclairage constitue la part majoritaire des consommations avec plus de 30%.

Les consommations d'ECS sont pour la très grande majorité des bâtiments de bureaux nulles mais représentent 35% pour les bâtiments d'hébergement (10 bâtiments).

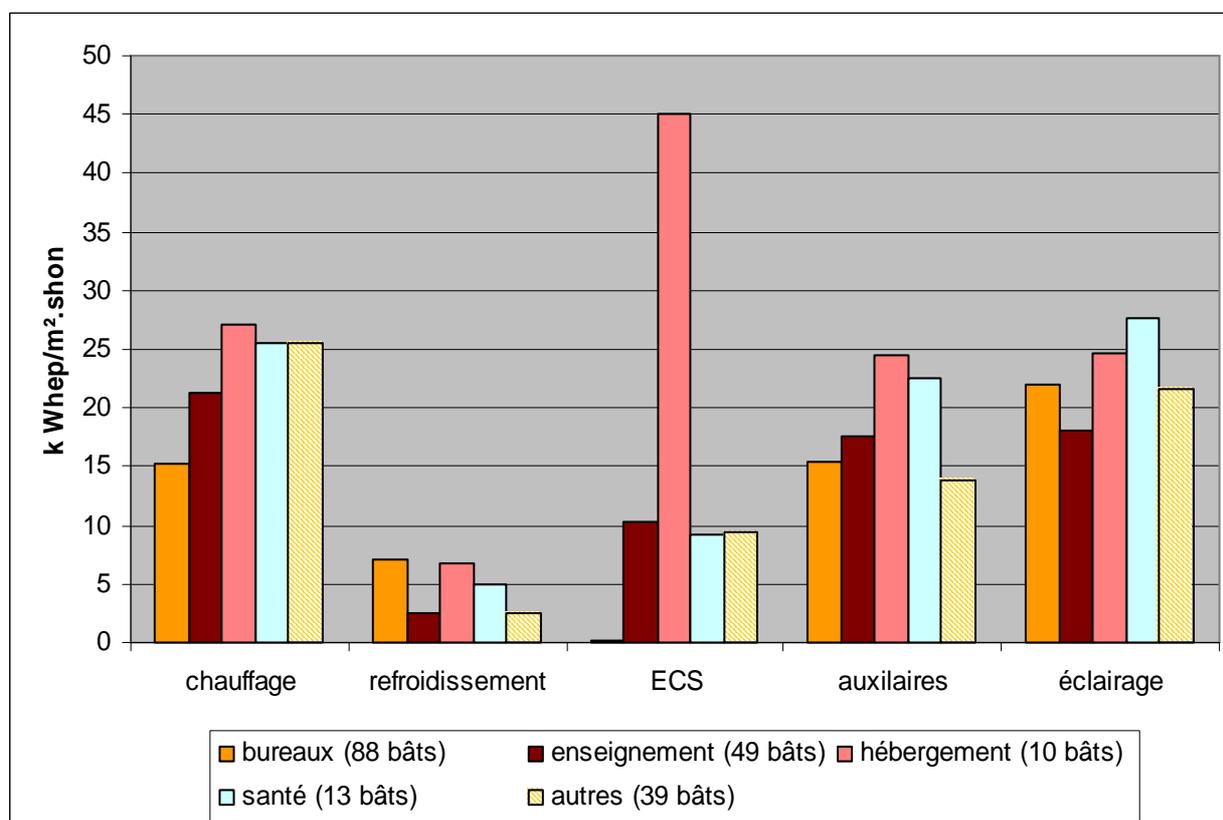


Figure 26 : bâtiments tertiaires neufs - valeurs moyennes des différents usages

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

<i>en kWh/m<sup>2</sup>shon</i>	<b>MI diffus</b>	<b>MI groupées</b>	<b>logements collectifs</b>	<b>tertiaire bureaux</b>
<b>chauffage</b>	de 2,7 à 49,1	de 6,5 à 40,5	de 1,2 à 41,4	de 0,6 à 46
<b>refroidissement</b>	0	0	0 <i>sauf pour 1 projet (6,1)</i>	de 0 à 46,1 (pas de refroidissement pour plus de 50% des bâtés)
<b>ECS</b>	de 5,4 à 35,5	de 1,5 à 27,7	de 2,5 à 35,7	0 <i>sauf pour 4 bâtés (entre 1 et 4)</i>
<b>auxiliaires</b>	de 2,8 à 24,2	de 3 à 26,2	de 2,2 à 26	de 0,6 à 50
<b>éclairage</b>	de 4,7 à 8,2	de 4,5 à 9,1	de 2 à 14,2	de 10 à 50,7

Tableau 6 : valeurs mini et maxi des consommations par usages pour différents types de bâtiments



**Construction de bureaux (SCI DORONIC) à Ria (Languedoc Roussillon)**

## 2. Le chauffage

### 2.1 Les principaux modes de production de chaleur

Tous les **modes de chauffage** sont utilisés.

Dans le résidentiel, le chauffage par chaudière gaz à condensation est majoritaire pour les MI groupées et les bâtiments de logements collectifs (plus de 60% des bâtiments); Cette proportion n'est que de 10% pour les MI en secteur diffus.

Pour les MI en secteur diffus, ce sont les poêles à bois qui sont majoritaires (40% des maisons) suivies des PAC (35%).

Dans le tertiaire, les PAC sont très présentes avec une part allant jusqu'à plus de 50% pour les bureaux.

L'utilisation de chaudières bois varie de plus de 15% à 35%, suivant la destination des bâtiments.

Enfin, les chaudières gaz à condensation sont utilisées en moyenne pour environ 20% des bâtiments.

Pour l'ensemble des bâtiments résidentiels et tertiaires, le chauffage électrique direct ne représente que de 1% à 4% des bâtiments suivant leur type.

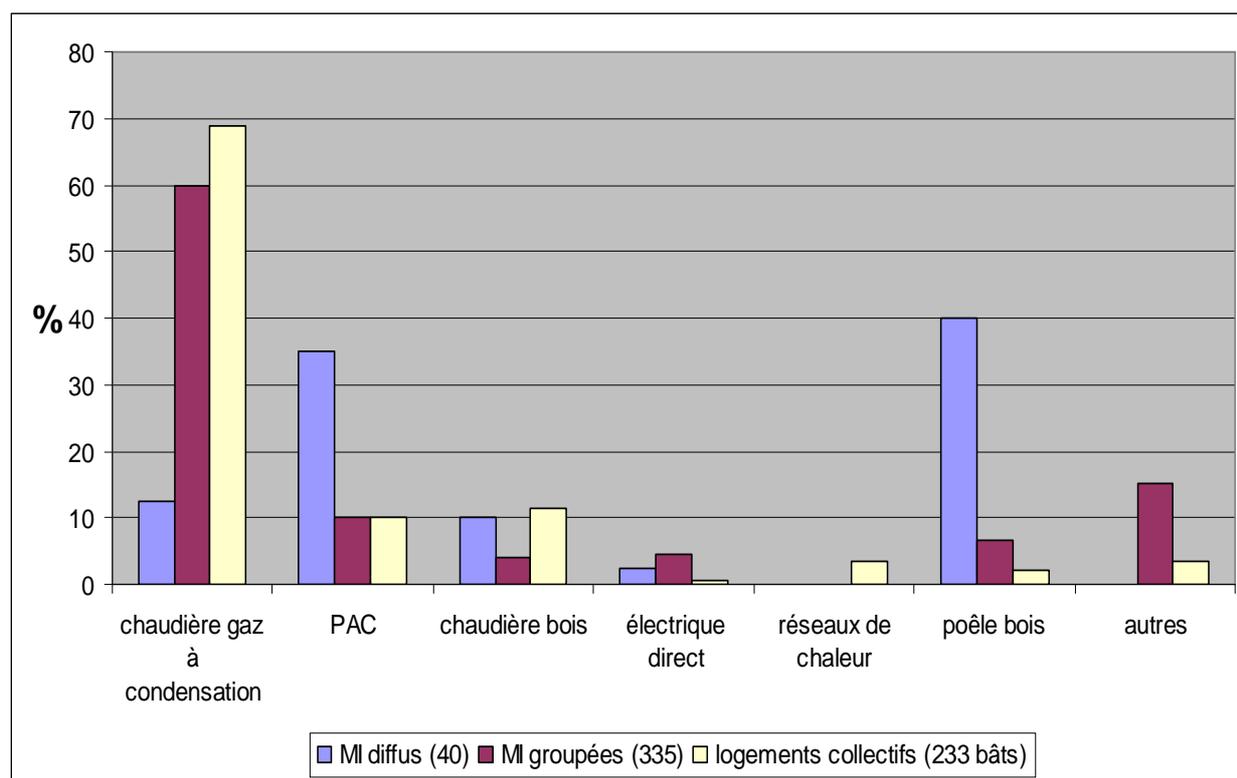


Figure 27 : bâtiments résidentiels neufs - part (%) des différents modes de chauffage

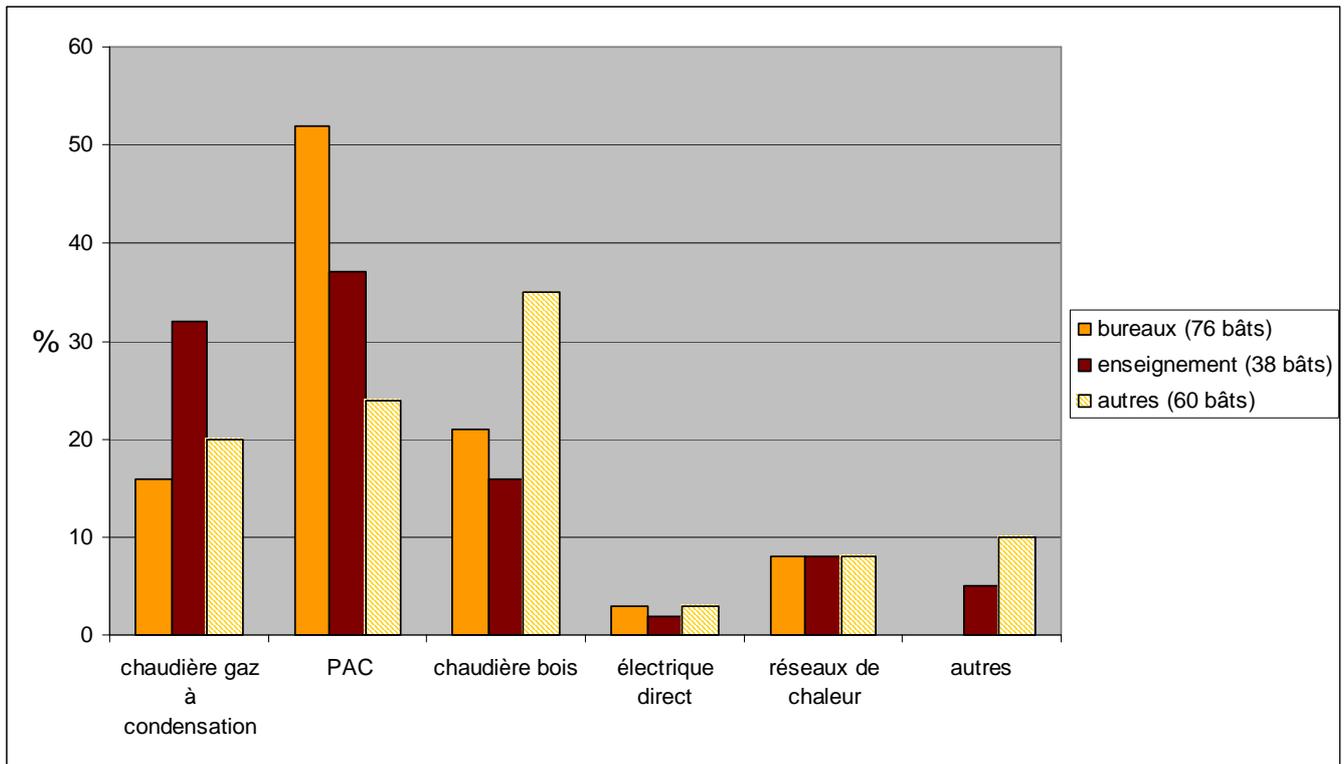


Figure 28 : bâtiments tertiaires neufs - part (%) des différents modes de chauffage

## 2.2 Les émetteurs

60% des bâtiments renseignés utilisent les radiateurs (à eau chaude) pour l'émission de chaleur. 22% font appel à des planchers chauffants. Les convecteurs électriques sont quasi inexistantes.

4% utilisent les ventilo-convecteurs.

### 3. Les systèmes constructifs

Tous les **systèmes constructifs** et filières (sèche ou humide) sont représentés : béton, parpaings, 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 de 50% environ pour les MI, de plus de 30% pour le tertiaire et de 35% pour les bâtiments de logements collectifs. Ce système est donc sur-représenté par rapport au marché actuel de la construction

Le béton 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.

A l'inverse, l'ossature métallique est inexistante pour la plupart des types de bâtiments ; les proportions les plus importantes concernent les MI et les bureaux (6% pour ces derniers), cette technique étant très peu présente sur le marché actuel du bâtiment (hors bâtiments industriels).

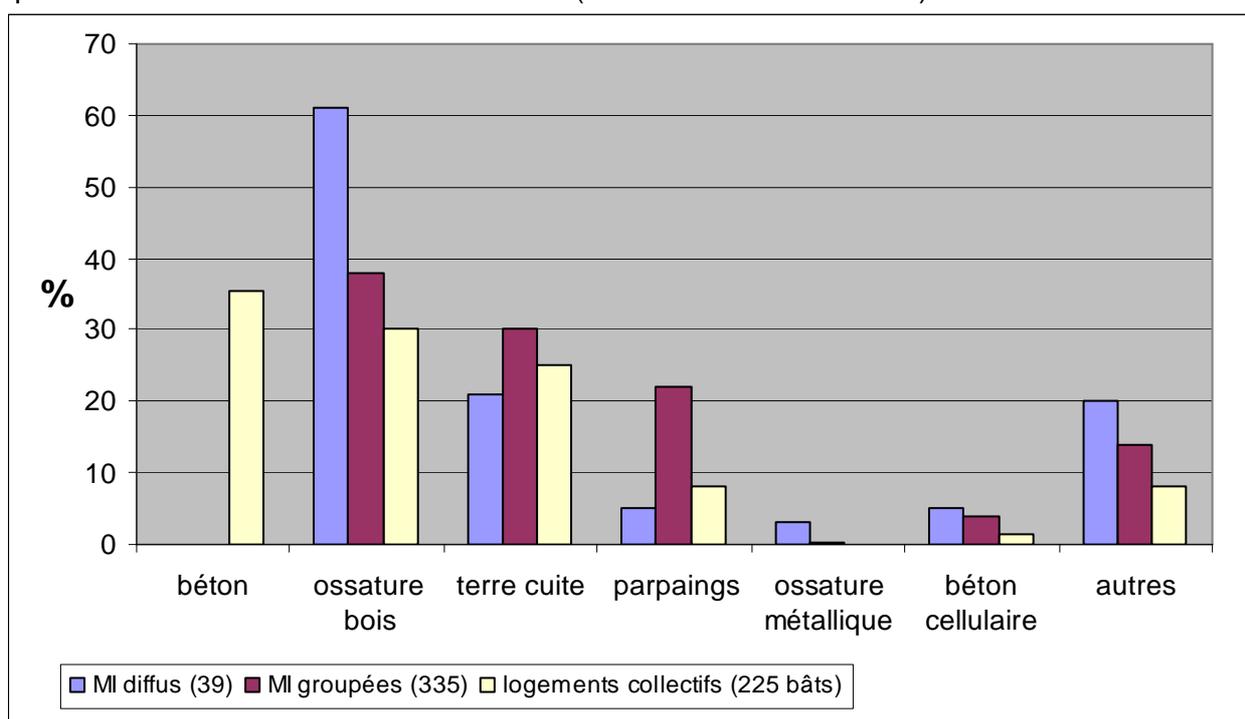


Figure 29 : bâtiments résidentiels neufs - part (%) des différents systèmes constructifs

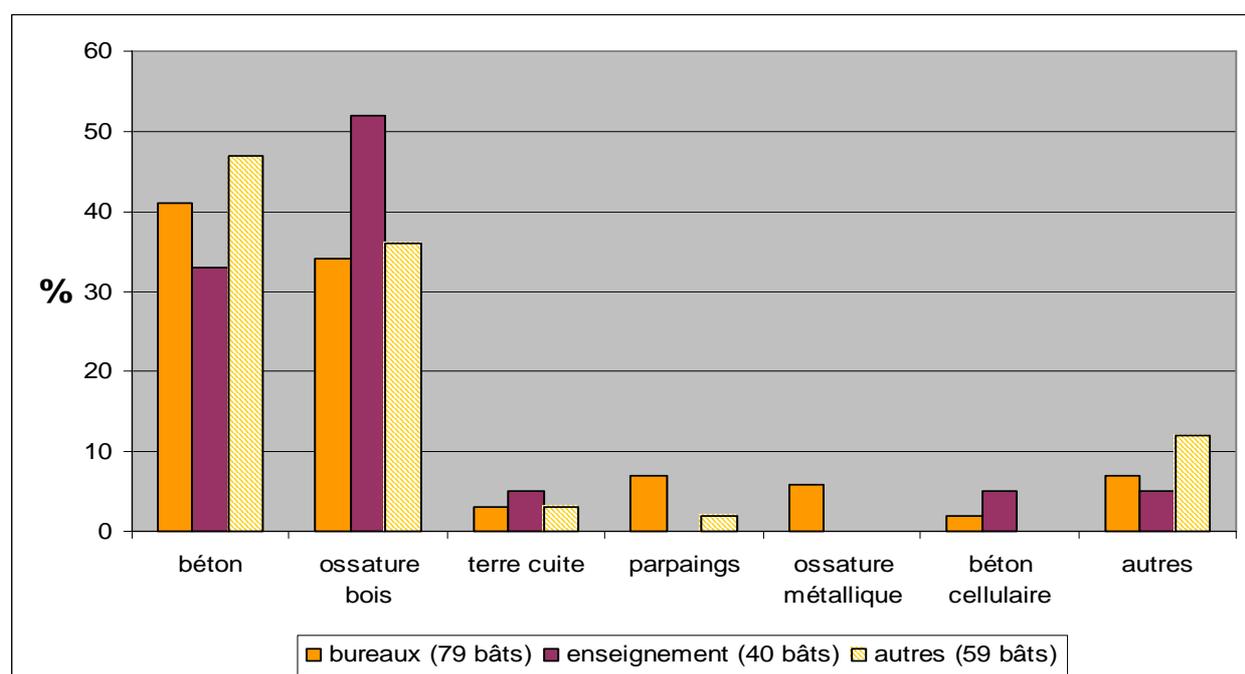


Figure 30 : bâtiments tertiaires neufs - part (%) des différents systèmes constructifs

## 4. Les performances de l'enveloppe

### 4.1 Des performances globales de l'enveloppe élevées

Toutes zones climatiques confondues, pour les 693 bâtiments renseignés, les valeurs de  $U_{bât}$  sont très variables et comprises entre 0,19 et 0,7 (à l'exception de 8 bâtiments pour lesquels  $U_{bât} \geq 0,7$ ).

La valeur moyenne est de 0,41. Pour 16 % d'entre eux, cette valeur est inférieure ou égale à 0,3.

<i>Construction neuve</i>	MI secteur diffus	MI groupées	Logements collectifs	Tertiaire bureaux	Tertiaire autres
$U_{bât}$ (W/m <sup>2</sup> K)	de 0,21 à 0,66 (38 maisons)	de 0,21 à 0,73 (292 maisons)	de 0,19 à 0,91 (200 bât.)	de 0,21 à 0,79 (72 bât.)	de 0,21 à 0,74 (91 bât.)

Tableau 7 : valeurs mini et maxi du  $U_{bât}$  par type de bâtiments

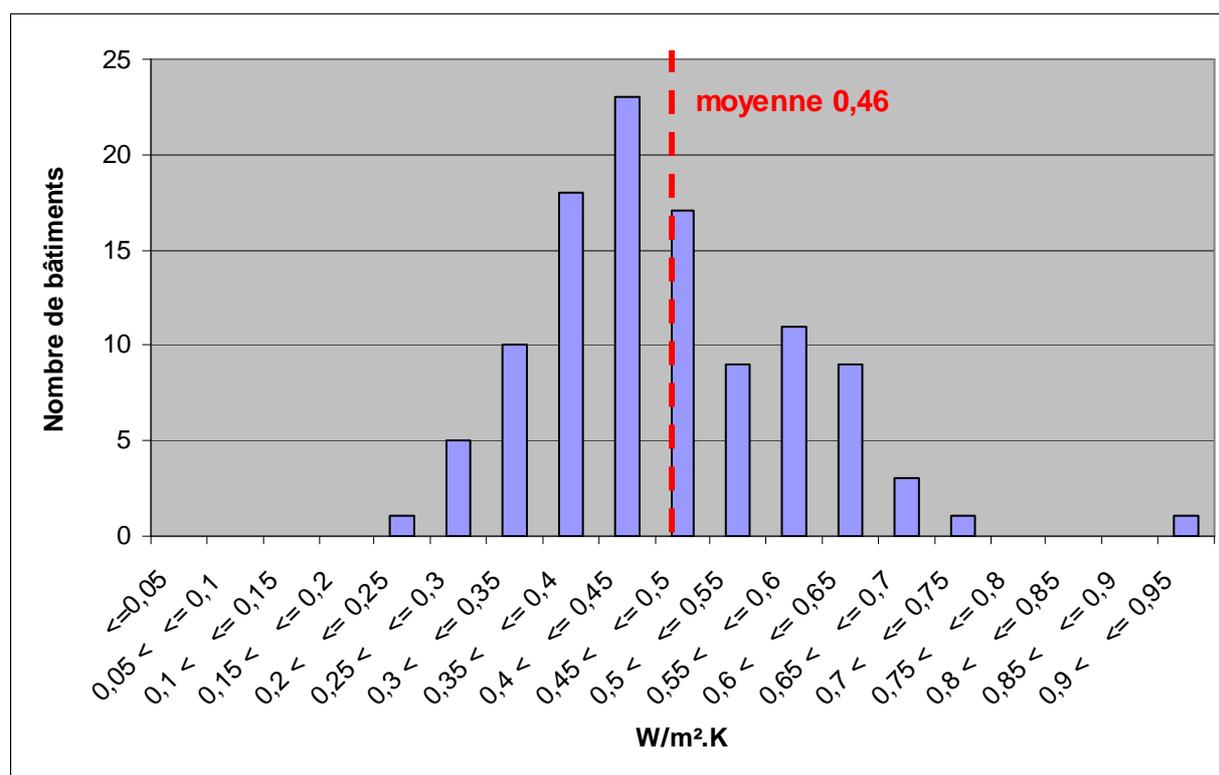


Figure 31 : 108 bâtiments neufs – répartition des  $U_{bât}$  ; zone H3

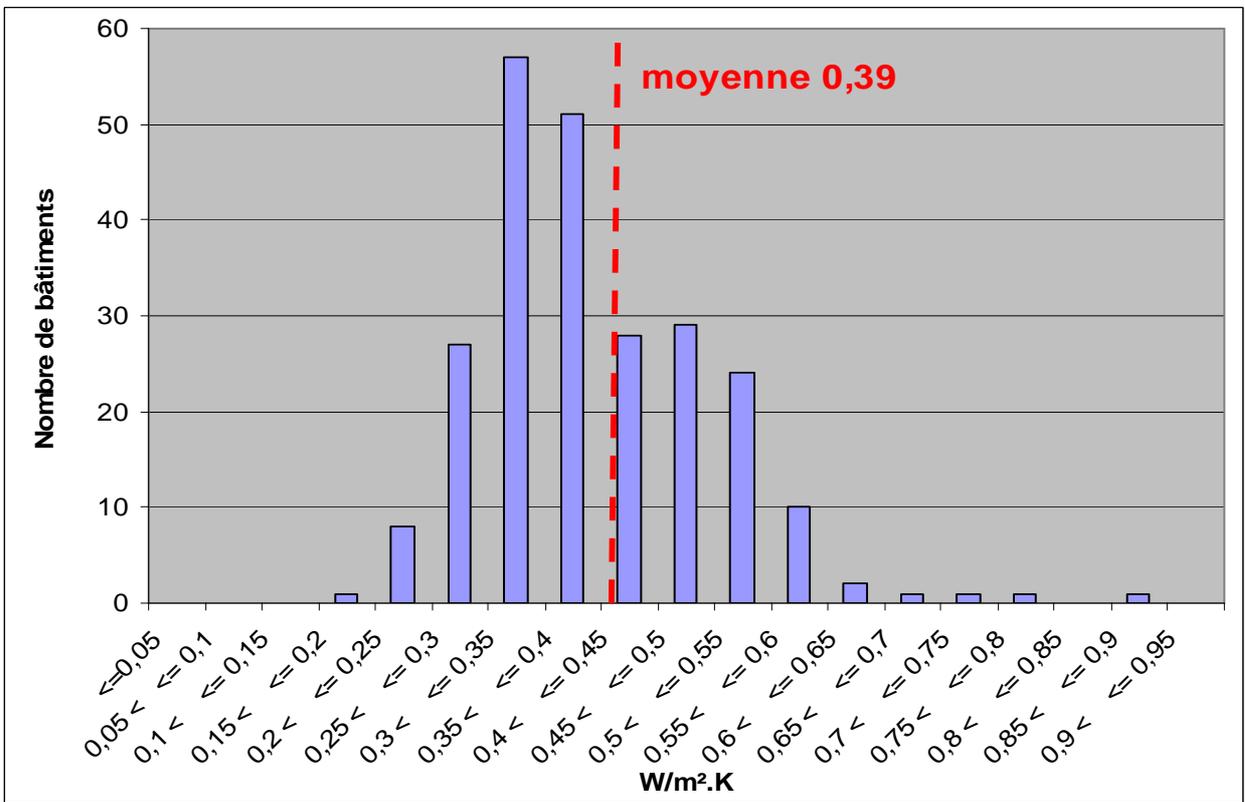


Figure 32 : 241 bâtiments - répartition des Ubâts ; zone H2

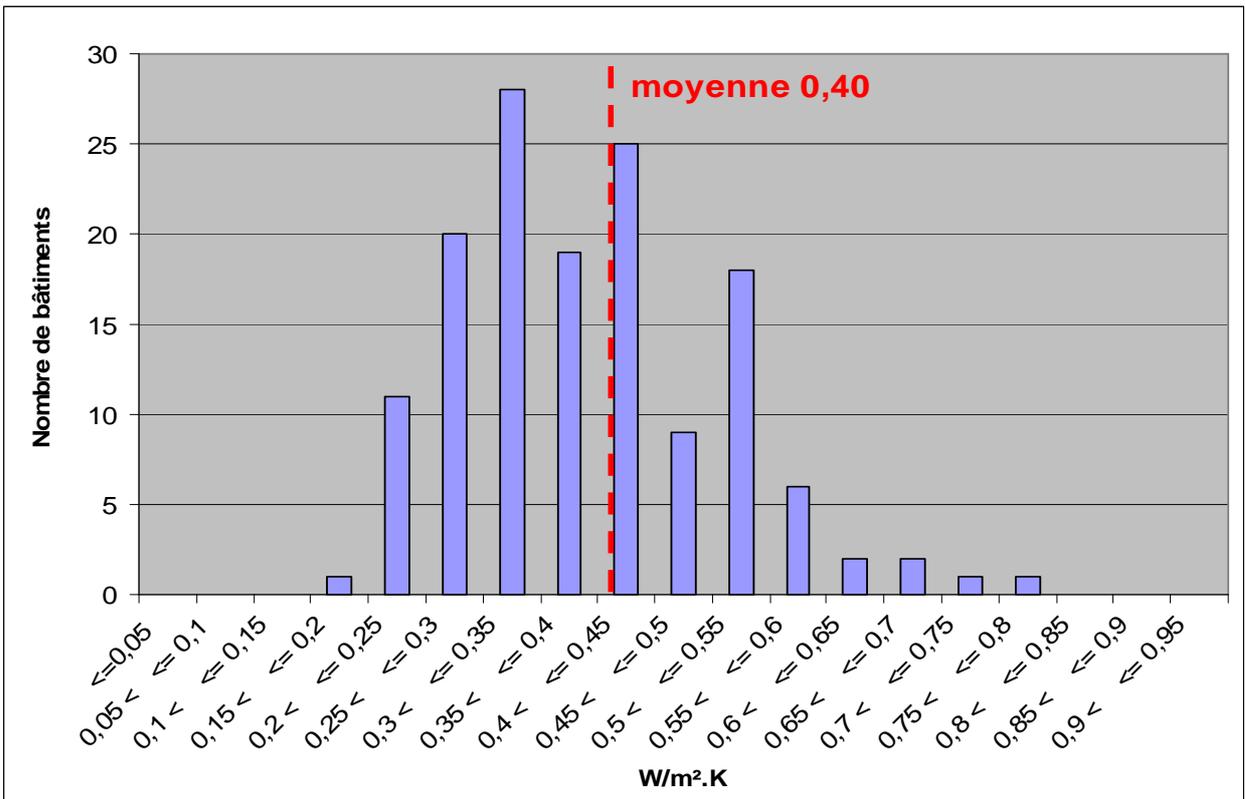


Figure 33 : 143 bâtiments neufs - répartition des Ubâts ; zone H1

## 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 près de 60% des 700 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% des 678 bâtiments renseignés, la résistance thermique d'au moins une des parois opaques est supérieure à 5 m<sup>2</sup>K/W et pour 10% d'entre eux, cette résistance est supérieure à 7 m<sup>2</sup>K/W.

### Isolation des toitures

Pour les toitures, la résistance thermique est supérieure à 7 m<sup>2</sup>K/W pour 50% des bâtiments et à 9 m<sup>2</sup>K/W pour plus de 20% d'entre eux (partiellement ou pour la totalité de la toiture).

<i>Construction neuve</i>	MI secteur diffus (35 maisons)	MI groupées (313 bâtiments)	Logements collectifs (168 bâtiments)	Tertiaire bureaux (70 bâtiments)	Tertiaire autres (92 bâtiments)
Rmurs (m <sup>2</sup> K/W)	de 2,2 à 7,1	de 2,5 à 10,9	de 2,2 à 9,6	de 2,7 à 8,7	de 2,6 à 9
Rtoitures (m <sup>2</sup> K/W)	de 3,7 à 10,4	de 3,5 à 11,6	de 3,3 à 11,6	de 3,5 à 12,5	de 3,2 à 11

Tableau 8 : valeurs mini et maxi des résistances des parois pour chaque type de bâtiments



Construction de 14 maisons individuelles - groupées- ; OPAC Perpignan Roussillon ; Perpignan

### 4.3 Les parois vitrées : apparition du triple vitrage

Les performances des menuiseries sont très variables d'un projet à l'autre : pour les 350 bâtiments renseignés, les valeurs de  $U_w$  se situent ainsi entre  $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  et  $3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ , un même projet ou bâtiment pouvant comporter des menuiseries présentant des performances différentes.

Pour 90% des bâtiments, ces menuiseries présentent en totalité ou partiellement un  $U_w$  inférieurs ou égal à 2 et pour 40% d'entre eux un  $U_w$  inférieur ou égal à 1,5.

Sur les 392 bâtiments renseignés, 14% font appel au **triple vitrage** ( $U_w \leq 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), technologie quasi inexistante sur le marché français, il y a encore peu. Cette part est plus importante pour le seul tertiaire (20%)

Ces bâtiments sont situés 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  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ) :

Type de bâtiments	Logements collectifs	MI diffus	MI groupées	Tertiaire bureaux	Tertiaire enseignement	Tertiaire autres
<b>Perméabilité à l'air moyenne (en <math>\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2</math>)</b>	1,17 (101 bâtiments)	0,80 (36 MI)	0,80 (134 MI)	1,22 (57 bâtiments)	1,11 (32 bâtiments)	1,27 (46 bâtiments)

Tableau 9 : valeurs moyennes de la perméabilité à l'air pour chaque type de bâtiments

Tous bâtiments confondus (406), la perméabilité à l'air moyenne est de  $1,03 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  ; pour un tiers d'entre eux, elle est inférieure ou égale à  $0,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$

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

Sur 1 000 bâtiments renseignés, 45% font appel (en totalité ou partiellement suivant la nature des locaux) à cette technologie qui permet de récupérer des calories sur l'air extrait.

Pour le seul secteur tertiaire, 90 % des bâtiments, soit 217 ont recours à cette technologie.

Pour l'ensemble des bâtiments, un minimum de 50% utilise une ventilation de type Hygro B. Pour les seuls bâtiments de logements collectifs, celle-ci est prépondérante avec au moins 70% des bâtiments.

## 6. Un recours très important aux énergies renouvelables

L'ECS solaire devient incontournable dans le secteur résidentiel avec 90% des 605 bâtiments renseignés qui font appel à cette technologie ; en tertiaire, secteur dans lequel les besoins sont moindres voire inexistantes, 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 12% des bâtiments renseignés (73) y ont recours, mais le besoin d'ECS y est assez limité.

45% des bâtiments tertiaires renseignés (173) ont recours au **photovoltaïque** pour la production d'électricité mais ils sont seulement 12% dans le secteur résidentiel.

En tenant compte des énergies utilisées pour le chauffage (PAC, chauffage aux bois), ce sont globalement plus de 90% des opérations dans le neuf qui ont recours aux énergies renouvelables.

	Maisons individuelles	Logements collectifs	Tertiaire bureaux	Tertiaire autres
<b>ECS solaire</b>	89% (sur 394 MI)	90% (sur 211 bâtiments)	12% (sur 73 bâtiments)	57% (sur 91 bâtiments)
<b>Photovoltaïque</b>	11% (sur 310 MI)	13% (sur 203)	53% (sur 77 bâtiments)	40% (sur 96 bâtiments)
<b>Chauffage bois</b>	15% (sur 375 maisons)	12% (sur 233 bâtiments)	21% (sur 76 bâtiments)	27% (sur 98 bâts)
<b>PAC</b>	16% (sur 375 maisons)	10% (sur 233 bâtiments)	52% (sur 76 bâtiments)	30% (sur 98 bâtiments)

Tableau 10 : Taux de présence des systèmes ENR selon les secteurs

## 7. Les données économiques

**Logements collectifs** : pour près de 90% des bâtiments les coûts de travaux de construction sont inférieurs à 1 700 euros HT/m<sup>2</sup> shon

Le coût moyen se situe à environ 1 300 euros HT/m<sup>2</sup> shon.

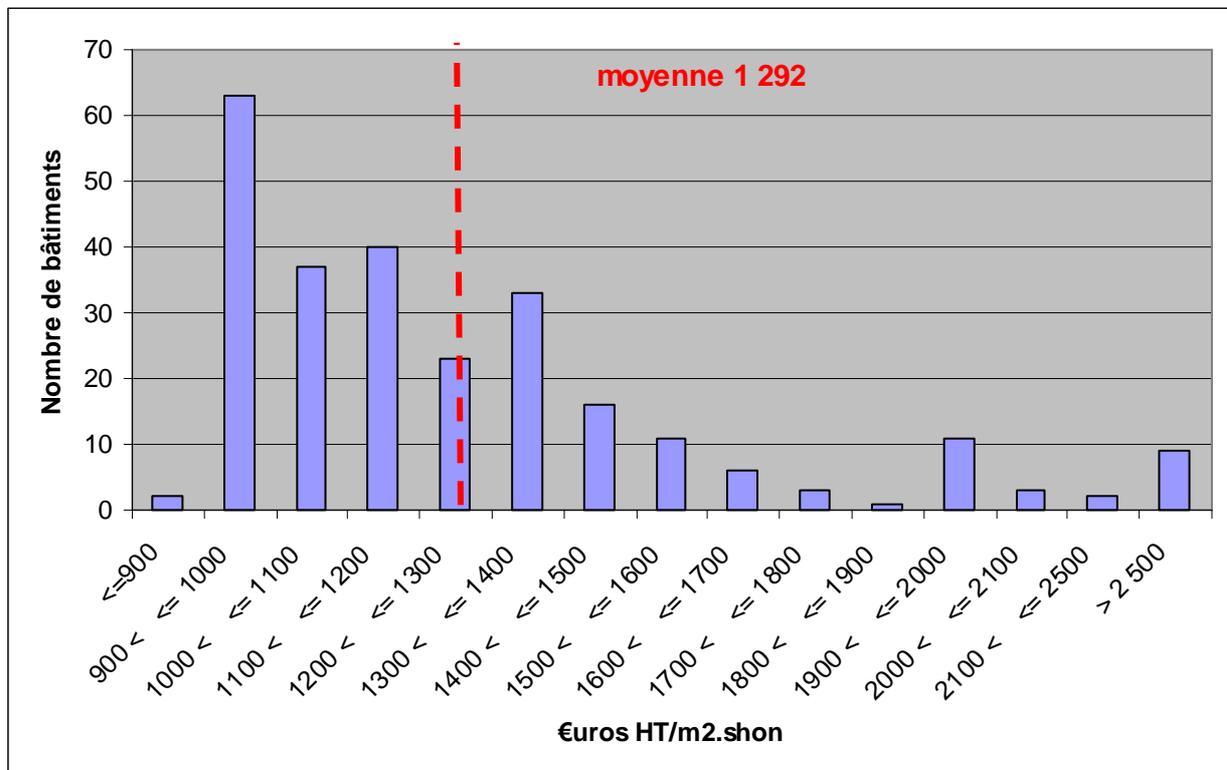


Figure 34 : 260 bâtiments de logements collectifs neufs  
Nombre de bâtiments par fourchette de coût de travaux

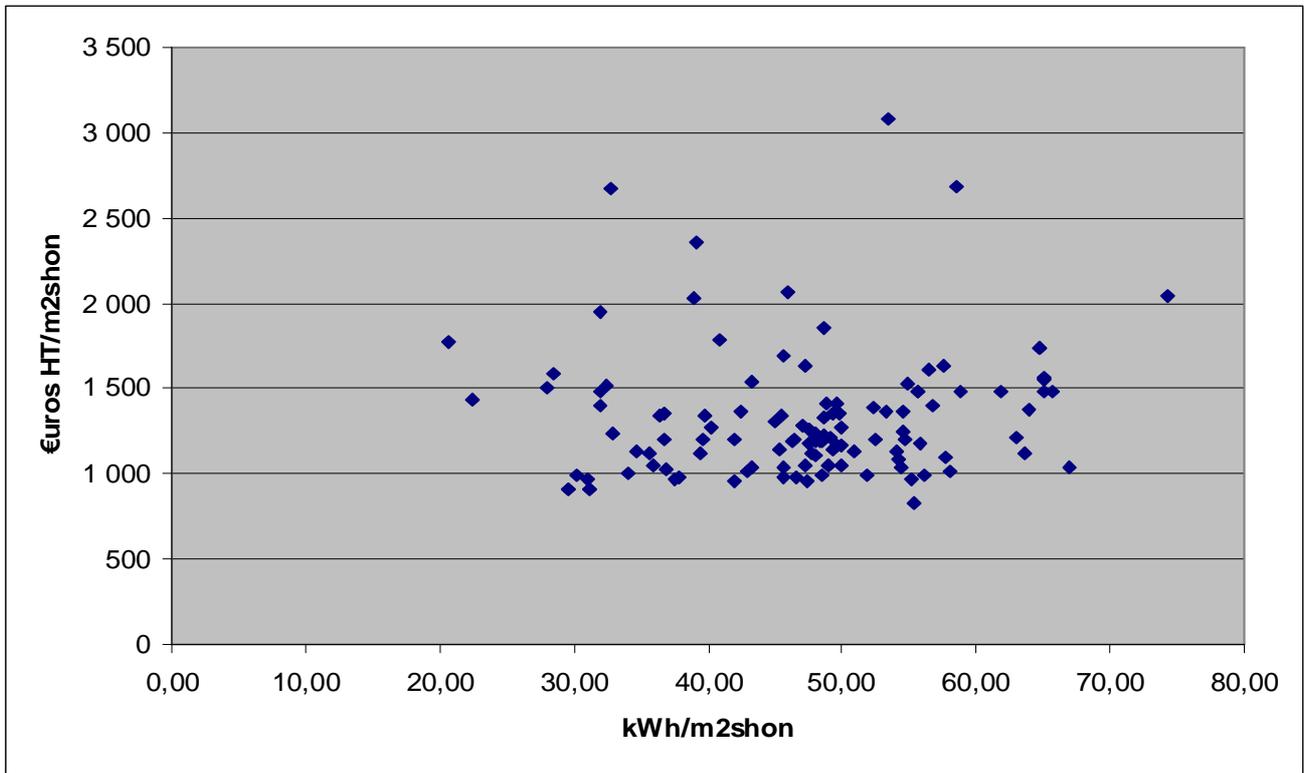


Figure 35 : 116 bâtiments de logements collectifs neufs - coût des travaux en fonction du Cep

**Bâtiments tertiaires** : pour 90% des bâtiments, les coûts de construction se situent entre 1 000 et 3 000 euros HT/m2 shon  
 Le coût moyen est de 1 660 euros HT/m2 shon.

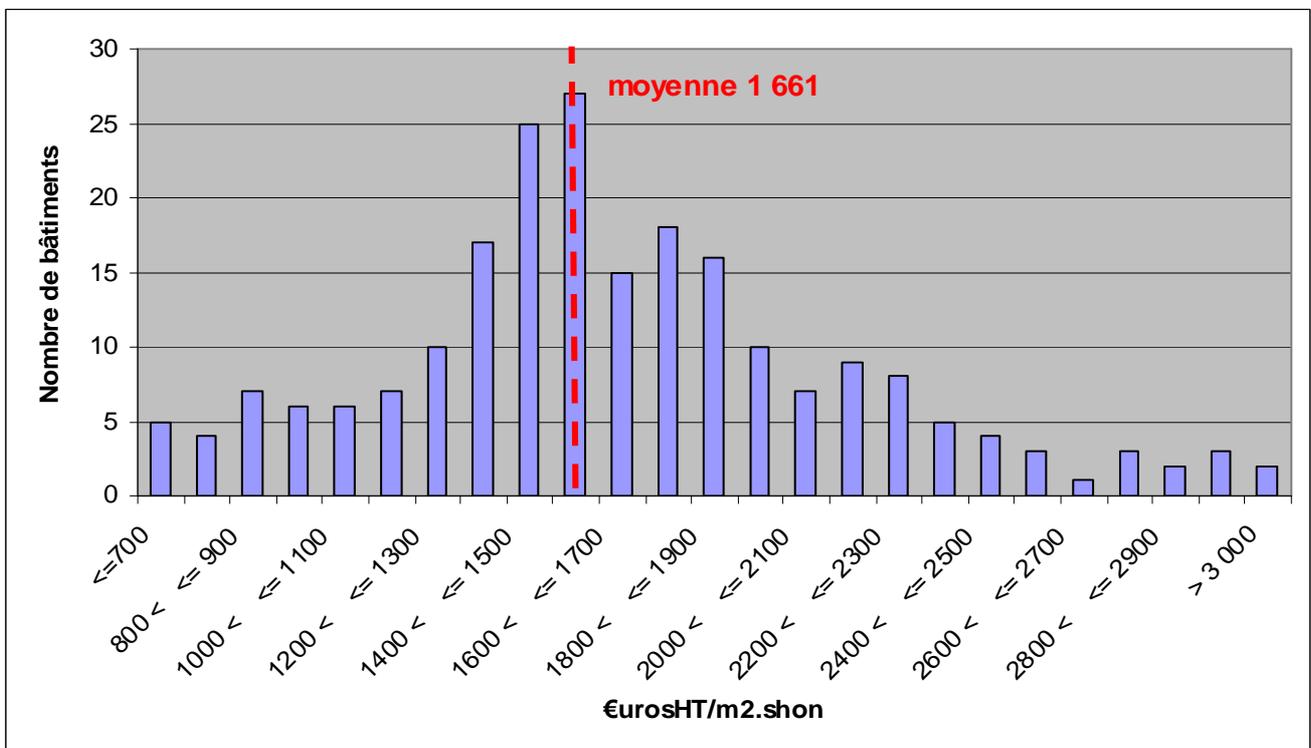


Figure 36 : 220 bâtiments tertiaires neufs - Nombre de bâtiments par fourchette de coûts de travaux

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

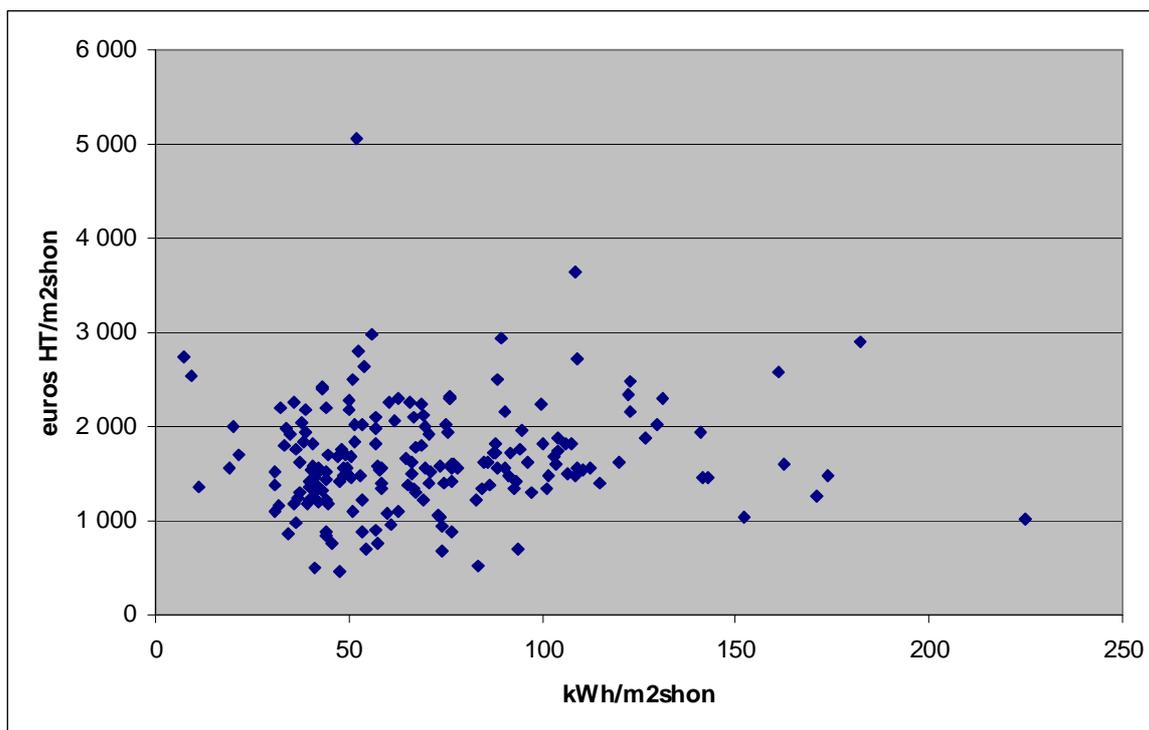


Figure 37 : 189 bâtiments tertiaires neufs - coûts des travaux en fonction du Cep

Sur la base des données disponibles, il ne semble pas possible de dégager une corrélation entre le coût des travaux et les performances énergétiques visées.

Une analyse fine des différentes opérations sera nécessaire pour dégager des tendances et des enseignements.

## Suivi et analyse des performances des opérations

A fin 2010, plus de 220 bâtiments font l'objet d'un suivi des consommations énergétiques et d'une analyse des performances énergétiques et économiques.

Le suivi est réalisé sur 2 années grâce à une instrumentation adaptée en vue de mesurer les performances réelles (consommations par usages et types d'énergie, confort hygrothermique, conditions climatiques réelles, modes d'usages et d'occupations, bilans CO<sub>2</sub>, essais ponctuels de mesures de la perméabilité à l'air, thermographie infra-rouge si nécessaire,...).

Ces performances seront comparées aux performances prévisionnelles et les différences seront analysées et explicitées. Des actions correctives éventuelles seront mises en oeuvre.

L'analyse des opérations comporte en particulier un suivi de chantier, afin d'évaluer d'une part la qualité de la mise en oeuvre mais aussi la concordance des bâtiments livrés avec les bâtiments conçus.

La plupart de ces opérations seront également analysées sur le plan économique : études, investissement, économies en fonctionnement par rapport au même bâtiment possédant seulement un niveau "réglementaire".

Un partenariat avec plusieurs CETE (Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement) a été mis en place, en coordination avec la DHUP<sup>1</sup> (MEEDDAT). Ainsi, les CETE Méditerranée, de l'Ouest, de l'Est, de Normandie Centre et de Lyon ont été missionnés pour réaliser ces suivis et évaluations sur financement de l'ADEME et de la DHUP.

D'autres prestataires (privés) le sont également pour des opérations lauréates de l'AAP en Rhône Alpes et En Bourgogne.

Ces évaluations concernent des opérations situées en Languedoc-Roussillon, Bretagne, Lorraine, Auvergne, Franche-Comté, Haute-Normandie, Rhône-Alpes et Bourgogne, une partie d'entre elles faisant l'objet d'un suivi moins conséquent.

80% des opérations analysées sont des opérations de constructions, 15% des opérations de réhabilitation et 5% des opérations mixtes.

Les premiers enseignements consolidés (pour un nombre suffisant de bâtiments) de ces suivis devraient être disponibles dans le courant du 2<sup>ème</sup> semestre 2011.

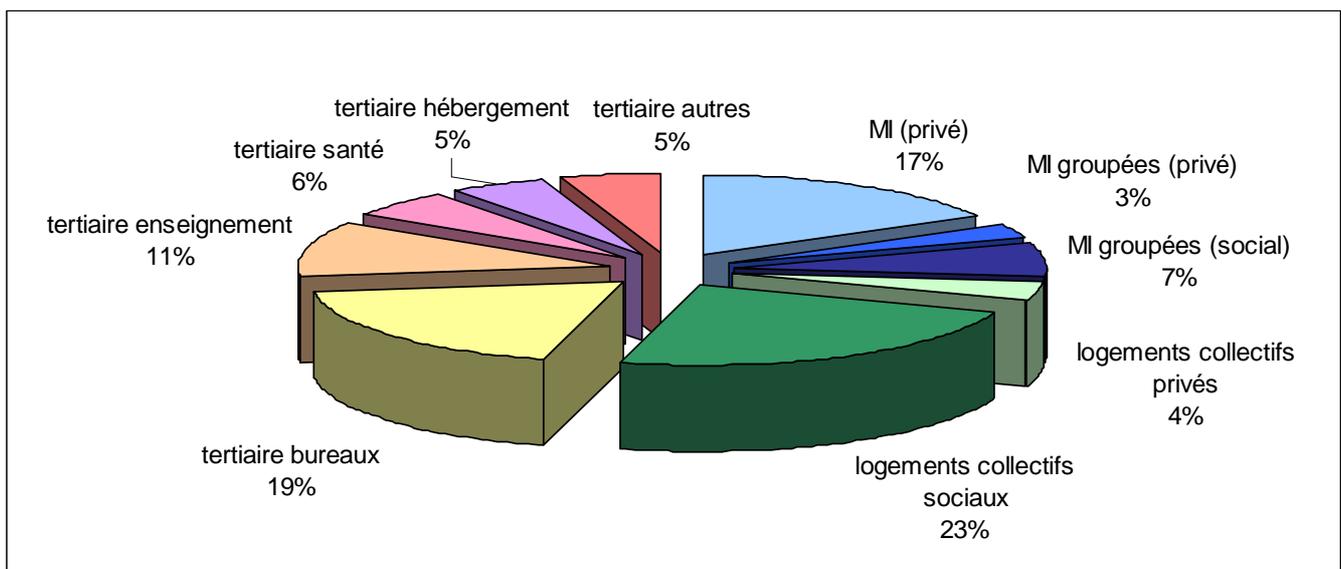


Figure 38 : Répartition des opérations faisant l'objet d'un suivi instrumenté, par type de bâtiments (toutes régions)

<sup>1</sup> Direction Habitat Urbanisme Paysage

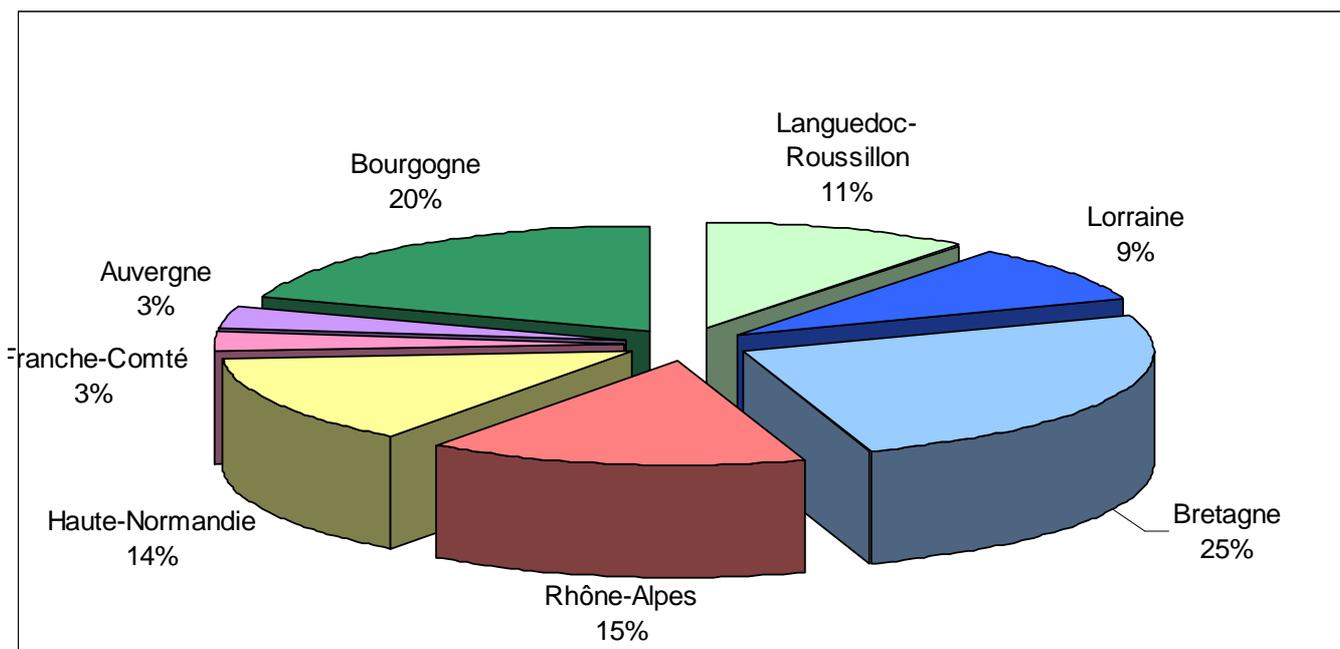


Figure 39 : Répartition des opérations faisant l'objet d'un suivi instrumenté, par régions

## Valorisation des opérations et diffusion des 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 regroupe également les opérations BBC certifiées qui ne sont pas nécessairement lauréates des AAP.

Il a pour objectif de devenir un outil d'aide à la décision majeur quant à la maîtrise de la demande en énergie dans le bâtiment. Principalement destiné aux pouvoirs publics et aux professionnels de la construction, il fournira des témoignages tangibles pour les futures étapes réglementaires (RT2012) et permettra également d'assister les professionnels afin de réussir la généralisation des Bâtiments Basse Consommation dans le neuf et la rénovation.

Pour chaque opération, une fiche pédagogique présentant les principales caractéristiques techniques est réalisée et disponible sur le site (à février 2011, elles sont au nombre de 44).

En accès public, seront également fournis des bilans et analyses reposant sur différents indicateurs (mode de chauffage, U<sub>bât</sub>, système constructif, ECS solaire, surfaces de capteurs et production PV,...)

L'Observatoire BBC est accessible sur un site public : [www.observatoirebbc.org](http://www.observatoirebbc.org).

Les Directions régionales de l'ADEME en partenariat avec les Régions valorisent également localement les AAP à l'occasion de séminaires et par le biais de publications régionales et de fiches descriptives d'opérations.



**Construction d'un immeuble de bureaux : siège de la FFB du Gard**

## La poursuite des appels à projets

Plus d'efficacité énergétique, à un prix raisonnable : la stratégie de l'ADEME porte donc ses fruits au terme de ces quatre années d'appels à projets qui permettent de préparer l'avenir.

Le Grenelle Environnement a en effet confirmé, dans le neuf, la généralisation des bâtiments basse consommation dès fin 2011 pour les bâtiments publics et tertiaires, et à partir du 1er janvier 2013 pour les constructions résidentielles avec la future RT 2012.

Pour les nouveaux appels à projets, les différentes orientations ci-après sont retenues ; sur ces bases, les cahiers des charges des appels à projets régionaux seront définis par les Directions Régionales de l'ADEME et les Régions qui en assurent le pilotage.

### priorité à la rénovation

L'engagement du Grenelle porte également sur une réduction des consommations énergétiques du parc existant d'au moins 38% d'ici 2020. Cela nécessite d'accentuer la rénovation du parc existant notamment pour les grands parcs de logements collectifs.

Ainsi, l'objectif global pour l'ensemble des AAP à partir de 2011 est de disposer de 80% de opérations lauréates portant sur la réhabilitation des bâtiments (actuellement, cette proportion est de 35 %).

### Vers des bâtiments à énergie positive

Afin de répondre aux futures exigences réglementaires à l'horizon 2020, (bâtiments à énergie positive) certains AAP ont mis en place dès 2010 une catégorie de bâtiment dits à énergie positive : bâtiments répondant aux exigences du label BBC et produisant plus d'énergie qu'ils n'en consomment, pour les cinq usages réglementés. Certains AAP lancés en 2010 comportaient d'ores et déjà ce volet.

En 2011, cette catégorie d'opérations est intégrée de manière systématique;

### prise en compte des impacts environnementaux et de l' « énergie grise »

En 2011, les AAP comportent un volet relatif aux impacts environnementaux des bâtiments (en construction neuve) et en particulier à leur « énergie grise ». Celle-ci représente désormais un poids relatif important du fait des performances énergétiques atteintes par les bâtiments BBC.

Les Maîtres d'Ouvrages (MO) pourront ainsi remettre dans leur dossier toute évaluation environnementale qu'ils auraient menée, cette évaluation pouvant constituer un plus dans la sélection opérée par les jurys.

Dans l'état actuel des connaissances, des données disponibles (en particulier du nombre de produits disposant d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire -FDES-), des outils et des compétences nécessaires, il n'est pas possible de fixer des seuils de contenu énergétique (ou énergie grise) pour les constructions.

Des soutiens techniques et financiers pourront être mobilisés et apportés aux porteurs d'opérations.

### Les usages spécifiques de l'électricité

Pour les nouveaux AAP, il pourra être demandé aux MO soumettant des opérations de fournir une liste prévisionnelle des équipements et dispositifs consommant de l'électricité qui vont être installés et utilisés dans les bâtiments et de fournir une évaluation des consommations énergétiques liées à ces équipements, à partir des classes énergétiques (quand elles existent), des puissances et des scénarios d'utilisation.

Il s'agit en particulier :

- de l'éclairage des parties communes et des parkings d'une part et des ascenseurs d'autre part, usages qui sont directement liés au Permis de Construire
- des équipements électroménagers (produits blancs, gris, bruns)

Il n'est pas, là aussi, possible de fixer des valeurs et des seuils à ne pas dépasser.

### **Démarche HQE et certification**

Les MO seront encouragés à proposer des opérations appliquant une démarche HQE (ou démarches comparables), la démarche qualité qu'elle impose pouvant représenter une garantie en termes de respect des objectifs énergétiques; il sera donc demandé aux MO de renseigner un document de synthèse dans lequel il pourra préciser comment il a traité les différentes cibles de la HQE. Ce document constituera un élément d'appréciation de la qualité du projet pour les jurys et servira au classement des opérations entre elles.

La certification des opérations ne sera cependant pas imposée.

### **Volume de bois et de matériaux bio-sourcés incorporés dans le bâtiment**

A partir de 2011, il pourra être demandé aux MO d'indiquer le volume de bois et de matériaux bio-sourcés incorporés dans les bâtiments :

- pour le bois, sur la base de l'arrêté du 13 septembre 2010 donc, soit à partir d'un calcul exact, soit à partir de la méthode forfaitaire définie dans cet arrêté
- pour les matériaux bio-sourcés, sur la base d'une liste pré-définie.

Là encore, aucun seuil de volume de bois et/ou de matériaux bio-sourcés ne sera imposé.

## Un bâtiment basse consommation, c'est aussi et surtout

- un couple architecte – Bureau d'études collaborant le plus en amont possible
- des études de conception approfondies (conception bio-climatique, implantation et orientation optimisées, apports solaires, confort d'été,...)
- une mise en œuvre de qualité permettant notamment de limiter les ponts thermiques, d'atteindre des rendements optimum pour les systèmes et une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe

Les niveaux de performance énergétique à atteindre ainsi que la technicité, le réglage et la maintenance des équipements à mettre en œuvre nécessitent une adaptation de la profession. Ainsi **des programmes de formation et d'accompagnement des professionnels** sont mis en place comme le dispositif FEEBat<sup>2</sup>, PRAXIS eco BAT, E-nergieBAT.

---

<sup>2</sup> FEEBat : Formation aux Économies d'Énergie des entreprises et artisans du Bâtiment :



**Sites à consulter :**

[www.prebat.net](http://www.prebat.net)  
[www.observatoirebbc.org](http://www.observatoirebbc.org)  
[www.ademe.fr/bâtiment](http://www.ademe.fr/bâtiment)

**Contact national :**

[philippe.leonardon@ademe.fr](mailto:philippe.leonardon@ademe.fr)