



**INGENIEURS CONSEILS**  
**26160 Félines sur Rimandoule**  
**☎ 04 75 90 18 54 - [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)**

# **BATIMENTS PERFORMANTS**

## **ETUDE ECONOMIQUE**

### **SYNTHESE**



**Maître d'ouvrage de l'étude :**  
**Direction régionale Rhône-Alpes de l'ADEME**

**Etude suivie par Hakim HAMADOU**  
**[hakim.hamadou@ademe.fr](mailto:hakim.hamadou@ademe.fr)**

<b>Révision</b>	<b>Rédigé par</b>	<b>Vérifié par</b>	<b>Date</b>
Edition initiale	Thierry Rieser	Olivier Sidler	Mai 2011

## Contexte et objet de l'étude

La présente étude a été réalisée en complément d'une mission d'évaluation/suivi/analyse d'opérations performantes en Rhône-Alpes. Une partie des opérations étudiées sont lauréates des appels à projets régionaux PREBAT - Bâtiments démonstrateurs, montés par l'ADEME et le Conseil Régional Rhône-Alpes. L'objet de l'analyse est de calculer le **surinvestissement des opérations performantes suivies par rapport à ce que chaque projet aurait été s'il ne faisait que respecter la RT 2005**. L'intérêt est notamment de calculer le surinvestissement du niveau BBC par rapport à la RT 2005, ce qui permet de se projeter vers l'impact économique de la RT 2012.

Avertissement : l'étude permet d'identifier clairement, selon une méthodologie explicitée, les surcoûts affectés à la performance énergétique sur 11 opérations situées en région Rhône Alpes.

Si le cadre méthodologique d'identification des surcoûts est transposable sur d'autres projets, l'utilisation des ratios obtenus reste délicate. Chaque opération étant bien particulière par sa conception, son architecture, son marché local, ses spécificités d'adaptation au site....

## Présentation des projets étudiés

L'étude porte sur un échantillon de 11 bâtiments performants :

- 7 bâtiments de logements collectifs :

Projet	ZAC Fort	Salvagny	Visitandines	Revel	Jardin Rép.	Le Pérenne	Santolines
SHON	1965 m <sup>2</sup>	2658 m <sup>2</sup>	2195 m <sup>2</sup>	549 m <sup>2</sup>	4081 m <sup>2</sup>	1213 m <sup>2</sup>	410 m <sup>2</sup>
Niveau de performance	THPE RT2000	THPE	BBC rénovation	BBC	BBC + Minergie	BBC	Passif
Performance Cep BBC en kWh/m <sup>2</sup> SHON	101	73	71	65 hors PV	63	60	< 45
Date des marchés	déc-06	juin-07	oct-09	oct-08	mai-08	févr-08	déc-08
Prix total opération au m <sup>2</sup> SHON	1 015 €	1 431 €	1 178 €	1 682 €	1 469 €	1 308 €	1 363 €

- 4 bâtiments tertiaires :

Projet	Bureaux : ZAC Thiers	Bureaux : LFI	Crèche de St Christo	Ecole de Montrevel
SHON	4515 m <sup>2</sup>	1865 m <sup>2</sup>	1080 m <sup>2</sup>	1845 m <sup>2</sup>
Niveau de performance	BBC	Energie positive BEPOS	BBC	Cref - 40%
Performance Cep BBC en kWh/m <sup>2</sup> SHON	58,8	21 hors PV	95 hors PV	108 hors PV
Date des marchés	mai-08	sept-08	févr-08	janv-07
Prix total opération au m <sup>2</sup> SHON	1 642 €	1 946 €	1 760 €	1 688 €

## Méthodologie de l'étude

L'objectif de l'analyse est de comparer le bâtiment réel à un bâtiment fictif dont les performances auraient été celles de la RT 2005. Les caractéristiques de ce bâtiment fictif sont directement inspirées de la référence du calcul RT 2005, qui permet le calcul du Cep ref. **Cette référence a donc la même géométrie que le bâtiment réel.**

Les caractéristiques principales du bâtiment fictif de référence sont les suivantes :

- **Isolation par l'intérieur**, réduction des épaisseurs d'isolant pour se rapprocher du Ubat de la référence RT 2005 (en intégrant les ponts thermiques induits),
- Menuiseries de référence **double vitrage** PVC en logement, Alu en tertiaire,
- Traitement de base des ponts thermiques principaux,
- Chauffage : Pour les logements : **chaudière individuelle gaz à condensation**, radiateurs au régime de température 70/50°C, équipés de robinets thermostatiques  
Bureaux : **VRV (climatisation réversible en détente directe)** avec cassettes ;  
École : **chaufferie gaz à condensation.**
- Ventilation : Pour les logements : **simple flux hygroréglable** type A ;  
Pour les bâtiments tertiaires : **double flux sans récupération de chaleur.**
- ECS : en logement : chaudière gaz individuelle ; en tertiaire : ballon électrique.
- **Luminaires de référence** (hublots, carré 60x60 T8 basiques...)

En pratique cette étude a nécessité d'**analyser les prix unitaires de chaque composant du bâtiment**, et de remplacer tous les éléments participant à la performance énergétique par des éléments qui auraient permis d'être conforme à la RT 2005. C'est donc un travail très minutieux allant dans le détail des DPGF de chaque lot. La méthodologie employée, détaillée dans le rapport complet, inclut même la plus value sur le gros œuvre du remplacement d'une isolation extérieure par une isolation intérieure, à surface utile égale. La méthodologie établit également comment extrapoler le prix d'un isolant lorsque l'on augmente son épaisseur. Par exemple si l'on double l'épaisseur d'un isolant intérieur, on ne double pas son prix fourni posé, mais on l'augmente de 20%.

A noter que les éléments contribuant à l'architecture (notamment les bardages architecturaux, pour lesquels seul le surcoût d'un bardage classique a été pris en compte) n'ont pas été comptabilisés comme surcoût lié à la performance énergétique. De même les éléments de Qualité Environnementale (notamment le choix de menuiseries bois par rapport à des menuiseries aussi performantes en PVC ou en aluminium) ont été retirés du surcoût calculé dans cette étude. En effet, l'objet de l'analyse est uniquement la performance énergétique.

### Présentation des résultats :

- Tous les prix sont rapportés à l'**indice BT de Novembre 2009** de chaque lot principal, ce qui permet de comparer les projets entre eux sans déformation liée aux évolutions de prix, et d'établir des références de coût sur cet indice.
- Tous les prix sont **Hors Taxes**.
- Les ratios présentés sont les suivants :
  - Surinvestissement au **m<sup>2</sup> SHON**,
  - Surinvestissement par logement,
  - Surinvestissement en % du coût total (y compris les VRD, hors frais de maîtrise d'œuvre) **Résultats lot par lot**

## Eléments de coût concernant l'enveloppe du bâtiment

- Isolation des murs : les fourchettes de coût et de performance constatés sont les suivants :
  - Isolation par l'intérieur : performance limitée à cause des ponts thermiques induits : U corrigé des ponts thermiques de 0,48 W/m<sup>2</sup>.K (sauf un bâtiment de plain-pied), coût faible : 18 à 35 €/par m<sup>2</sup> de mur,
  - Monomur : performance encore limitée : U = 0,30 W/m<sup>2</sup>.K pour 50cm d'épaisseur, pour un coût relativement élevé de 123 à 132 €/par m<sup>2</sup> de mur,
  - Isolation par l'extérieur : les performances sont bien plus élevées : la valeur U descend de 0,25 à 0,15 W/m<sup>2</sup>.K. A performances égales, le coût corrigé des moins values sur le gros œuvre est surtout influencé par le parement : 53 à 83 €/m<sup>2</sup> pour un isolant sous enduit, 145 à 210 €/par m<sup>2</sup> de mur sous bardage, voire encore plus pour les bardages architecturaux,
  - Ossature bois : un seul projet est intégralement en ossature bois : la performance est moyenne (U=0,33 W/m<sup>2</sup>.K) mais aurait pu sans problème être plus élevée. Le surcoût s'établit à 159 €/m<sup>2</sup> de mur, mais n'intègre pas la moins value sur les fondations. Une étude à part entière serait nécessaire pour comparer ce procédé constructif aux autres.

Les coûts ont également été corrigés à compacité égale avant d'être ramené au m<sup>2</sup> SHON : en effet sans cette correction les petits bâtiments et les bâtiments peu compacts présentent des surfaces de murs importantes par rapport à la surface au sol, ce qui est un surcoût non lié à la performance énergétique, bien au contraire (voir le détail des corrections apportées dans le tableau à la fin de ce document). Le surinvestissement est ainsi de 3 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> en isolation intérieure, de 16 à 49 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> en monomur, de 19 à 38 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> en isolation extérieure et de 16 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour le seul projet en ossature bois.

- Isolation des planchers bas et toiture : le surinvestissement sur ces postes est mineur : il varie de 0 à 6 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour le plancher bas et de 0 à 8 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour la toiture.
- Traitement des ponts thermiques : le surinvestissement sur ce poste est mineur (0 à 5 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>) sauf dans le cas des balcons autoportés (22 à 54 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>).
- Menuiseries : on distingue trois familles de performance et de prix :
  - Les menuiseries double vitrage PVC ont une performance de U<sub>w</sub> = 1,7 à 1,5 W/m<sup>2</sup>.K, et un coût de 135 à 250 €/par m<sup>2</sup> de menuiserie,
  - Les menuiseries double vitrage en bois ont une performance de U<sub>w</sub> = 1,7 à 1,4 W/m<sup>2</sup>.K et un coût de 280 à 580 €/m<sup>2</sup>. Cet écart de prix montre déjà un aspect irrationnel du prix de ce type de menuiserie encore minoritaire,
  - Les menuiseries triple vitrage en bois ou bois-aluminium : les performances sont très bonnes voire excellentes : de U<sub>w</sub> = 1,1 à 0,7 W/m<sup>2</sup>.K. Les prix varient de 440 à 850 €/m<sup>2</sup>. A noter que les menuiseries les plus performantes de l'échantillon sont aussi parmi les moins chères : U<sub>w</sub> = 0,7 W/m<sup>2</sup>.K pour 452 €/m<sup>2</sup>. Ceci montre bien que les prix pratiqués par certains menuisiers sont parfaitement irrationnels et constituent un effet d'aubaine sur ce marché encore jeune. Heureusement, comme cet exemple le montre, de plus en plus de menuisiers « jouent le jeu » et pratiquent des prix reflétant la réalité du surcoût du triple vitrage, ce qui tend à faire baisser les prix à des niveaux raisonnables. A titre de comparaison nous avons été informés d'une promotion pour du triple vitrage PVC à 150 €/m<sup>2</sup> en Allemagne, ce qui montre que le triple vitrage n'est pas forcément hors de prix...

Ce poste est sujet à des écarts importants sur le surinvestissement au m<sup>2</sup> SHON : de 0 € (menuiseries de performances égales à la référence) à 55 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour un projet assez vitré et où les niveaux de prix au m<sup>2</sup> de menuiserie sont déraisonnables. En moyenne le surinvestissement s'établit à 8 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.

- Etanchéité à l'air : le surcoût de ce poste est très faible (0 à 5 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>), pour un gain énergétique très important.

### Eléments de coût concernant les systèmes

- Ventilation : 9 des 11 projets suivis sont équipés d'une ventilation double flux. Impact sur les faux plafond compris, et économie générée sur le chauffage déduite, le surinvestissement varie de 4 à 30 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour les logements, et de 0 à 7 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour les bureaux. La seule école en ventilation double flux présente un surcoût de 21 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>. A noter une variation très importante des coûts entre les projets pour une performance technique identique : ceci indique qu'il y a encore une part d'irrationnel dans le prix de la ventilation double flux. Les prix raisonnables pour le logement s'établissent entre 4 et 16 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>. On observe que le type d'échangeur (à plaque ou à roue) n'a pas d'impact mesurable sur le coût.

- Chaufferie : on distingue 3 types de chauffage parmi les projets suivis :

- Chaufferies gaz : le surinvestissement (surpuissance déduite) varie entre 0 et 21 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>, auquel il faut ajouter de 0 à 11 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour un local chaufferie intégré en sous-sol et 21 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> si la chaufferie n'est pas intégrée mais accolée au bâtiment.
- Chaufferies bois : surinvestissement de 36 à 45 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>, auquel il faut ajouter 10 à 30 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour le local chaufferie et le silo de stockage.
- Pompe à chaleur géothermique : un seul bâtiment de logement est équipé d'une pompe à chaleur géothermique. Le coût en est élevé (54 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>) notamment car les forages ont coûté très cher (4 forages réalisés pour 2 utilisés). Ce surinvestissement n'est pas représentatif.

Un bâtiment de bureau est également équipé d'une PAC géothermique : celle-ci génère une *moins value* de 52 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> par rapport à la référence (climatisation réversible type VRV) compte tenu du rafraîchissement passif par géocooling.

- Chauffage urbain : l'autre opération de bureaux est équipée d'un réseau de chaud et d'un réseau de froid raccordés au chauffage urbain. Ces deux réseaux génèrent un surcoût par rapport à la référence de 69 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>. Ce résultat comparé à la moins value du projet précédent nous semble un enseignement très important : le fait de se passer de climatisation active permet de générer une moins value importante.

Une crèche est raccordée à un réseau de chaleur bois : cela génère pour le maître d'ouvrage une *moins value* de 1,5€/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> par rapport à la référence (l'investissement dans la chaufferie bois alimentant le réseau de chaleur étant porté par l'intercommunalité).

Par ailleurs on note que le surdimensionnement des chaufferies provoque un *surcoût inutile* pouvant atteindre 8 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.

- Emission de chaleur : on distingue les typologies suivantes :

- Radiateurs : ce poste génère une *moins value* par rapport à la référence du fait des puissances à installer très faibles, grâce à la performance de l'enveloppe. La moins value varie de 0 à 14 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.
- Plancher chauffant : dans l'école et la crèche concernés, cet émetteur a surtout un intérêt fonctionnel et non technique. En effet il ne permet pas d'accroître le rendement de la génération comme ce serait le cas avec une pompe à chaleur. Ce surcoût n'est donc pas attribuable à la performance énergétique dans ces exemples.
- Poutre froide : (un seul projet concerné) surinvestissement de 11 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.
- Batterie chaude/froide : surinvestissement nul.

De plus on note que le surdimensionnement des émetteurs génère un *surcoût inutile* pouvant atteindre 16 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.

Enfin certains projets ont mis en œuvre une régulation terminale plus précise et plus rapide que les robinets thermostatiques. Des vannes électrothermiques (du type utilisé depuis longtemps pour les planchers chauffant) sont commandées par des thermostats par pièce ou par logement. Cette mesure a un coût encore élevé et assez irrationnel, de 2 à 9 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>. Ce surcoût nous semble justifié par le gain énergétique, à condition que les consignes de température soient bridées.

- Eau chaude sanitaire : pour les logements, la génération commune est une moins value par rapport aux chaudières individuelles, qui compense le réseau de bouclage. On note des prix d'installation solaires thermiques allant de 830 à 1810 € par m<sup>2</sup> de capteur, ce dernier prix étant aujourd'hui inacceptable (prix absolument irrationnel). Au total ce poste varie entre une moins value de 7 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> et un surinvestissement de 33 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.

A noter que les limiteurs de débit autorégulés et les douchette économes ont un surcoût négligeable et permettent des économies d'eau et d'énergie très importantes !

- Maîtrise de la demande en électricité :
  - On constate que les mesures que l'on peut prendre à l'intérieur des logements (prise commandée pour éteindre les veilles du poste audio-visuel et fourniture d'ampoules basse consommation) permettent des économies important pour un surcoût très faible.
  - Pour les parties communes des logements, l'éclairage et les ascenseurs performants génèrent également des surinvestissements faibles, inférieur à 5 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.
  - Pour les bureaux, le surinvestissement estimé varie de 7 à 18 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> pour les luminaires performants et les systèmes de détection de présence / gradation.

## Enseignements sur la conception des bâtiments performants

La leçon principale de cette étude nous semble porter sur la conception générale de l'enveloppe et des systèmes dans un bâtiment basse consommation : il nous semble essentiel pour construire des bâtiments performants à coût réduit de **privilégier la réduction des besoins par rapport à des systèmes compliqués** :

- Une enveloppe très isolée (y compris le plancher bas, car il coûte moins cher de bien isoler cette paroi que de surisoler les murs pour compenser une isolation trop faible du plancher bas) avec des menuiseries performantes,
- Un bâtiment compact : il est important d'avoir à l'esprit qu'à performances égales un bâtiment non compact sera plus cher qu'un bâtiment compact. En effet on paiera plus de surface de murs, et pour compenser les surfaces déperditives plus importantes on devra isoler plus.
- Des surfaces vitrées maîtrisées : les surfaces vitrées sont plus chères et moins performantes que les parois opaques. Il faut donc trouver un équilibre entre éclairage naturel, confort d'été (qui se dégrade si la surface vitrée est trop importante) et économie du projet.
- Une étanchéité à l'air très poussée : ce sujet, apparu assez récemment en France, nous semble aujourd'hui incontournable. Avec un surinvestissement très modéré, on peut générer sur ce poste des économies d'énergie très importantes. Or l'étanchéité à l'air est essentiellement une question de bonne conception. Elle ne s'improvise pas sur le chantier. Une bonne conception en amont avec des carnets de détails précis est nécessaire pour réussir le niveau d'étanchéité à l'air du label BBC - Effinergie voire une performance encore supérieure.
- Eviter la climatisation active : limiter les apports de chaleur solaires (surface vitrée réduite, occultations extérieures performantes) et internes (éclairage performant, bureautique économe :

ordinateurs portables...) permet de remplacer la climatisation active par des systèmes passifs comme le géocooling, ce qui engendre des moins values importantes.

- Prévoir des équipements hydro économes : coût faible et économies importantes.

Autres enseignements :

- Eviter les balcons autoportés : le surcoût généré par les balcons autoportés nous semble excessif par rapport au gain énergétique. Il nous semble plus pertinent de préférer les balcons semi-désolidarisés portés par des accroches ponctuelles (rupture du pont thermique imparfaite, mais surcoût quasiment nul) ou des rupteurs de pont thermique (bonne désolidarisation, coût environ deux fois plus faible que les balcons autoportés).
- Proscrire le surdimensionnement des chaudières et des émetteurs. Il coûte respectivement jusqu'à 8 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> et 16 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>. Cette pratique du surdimensionnement, courante chez les bureaux d'étude, nous semble tout à fait inutile : les hypothèses de la norme NF 12 831 (pas d'apports gratuits) génère déjà une marge de sécurité largement suffisante. Au contraire, il est impératif pour concevoir des bâtiments performants à bas coût de maximiser la moins value sur ce poste en dimensionnant les chaudières et les émetteurs au plus juste. On note de plus que les chaudières surdimensionnées fonctionnent avec un mauvais rendement d'exploitation.
- Enfin le fait que le choix d'un échangeur à roue ou à plaques n'ait pas d'incidence mesurable sur le coût des projets étudiés nous conduit à encourager la mise en œuvre systématique d'**échangeurs à roue**, qui ont l'avantage de ne pas poser de problème de dégivrage. Rester vigilant cependant à la position des ventilateurs par rapport à la roue pour ne pas générer de risque de recyclage (si le ventilateur d'extraction est en amont de la roue, placer le ventilateur de soufflage également en amont).

## Surinvestissement total

### Logements

Au total les bâtiments de logement présentent les surinvestissements suivants :

- THPE : 47 à 53 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> hors ventilation double flux soit + 3,7 à 4,6 % (5,9 à 6,3% avec),
- BBC : 77 à 124 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> hors ventilation double flux soit + 5,4 à 7,4 % (8 à 10% avec),
- Passif (un seul projet) : + 222 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> (total 1360 €/m<sup>2</sup>). Une fois mis de côté les particularités de chaque projet qui les amène à être plus performants que le BBC au sens du calcul RT 2005, ainsi que les coûts irrationnels constatés sur certains projets, on arrive au **surinvestissement de référence pour le BBC strict de 64 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> hors ventilation double flux**.

On peut souhaiter aller plus loin que le BBC au sens du calcul réglementaire, ce qui a été le cas des opérations suivies. La ventilation double flux reste en effet, malgré son surcoût, le seul système permettant de réduire les besoins de chauffage par renouvellement d'air sans altérer la qualité de l'air intérieur. Or les dernières études consacrées à la pollution de l'air intérieur montrent le risque que représente la concentration en formaldéhyde (cancérogène certain) dans les logements. Nous tenons à alerter les maîtres d'ouvrage : compte tenu des connaissances actuelles, réduire les pertes thermiques en réduisant les débits de ventilation nous semble un véritable risque sanitaire<sup>1</sup>. Par ailleurs, si l'on raisonne en performance réelle, il est souhaitable d'intégrer une régulation terminale performante, des équipements hydro économes et des luminaires performants. Avec ces ajouts, on arrive à un surinvestissement de 92 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.

<sup>1</sup> Notre avis détaillé sur la question de la ventilation et de la qualité de l'air intérieur est téléchargeable sur :

<http://www.enertech.fr/rubrique-Les+installations+thermiques-46-205.html#page>

### Bâtiments tertiaires

Les bâtiments de bureaux présentent un surinvestissement pour le niveau BBC de :

- **113 €/m<sup>2</sup>** (+ 6,3 %) en conception traditionnelle (climatisation active),
- **43 €/m<sup>2</sup>** (+ 2,2%) en conception avec climatisation passive.

Ce dernier bâtiment est en fait un bâtiment à énergie positive (BEPOS) : si l'on prend en compte l'investissement dans les photopiles, cette opération présente un surinvestissement de **229 €/m<sup>2</sup> SHON**, dont les 186 €/m<sup>2</sup> de photopiles qui sont rentables par elles-mêmes (au moyen du tarif d'achat de l'électricité produite). A noter également que ce projet a fait le choix de murs extérieurs en béton au lieu de façades rideaux, ce qui a généré un surcoût de 70 €/m<sup>2</sup> SHON, qui ne nous semble pas justifié d'un point de vue inertie thermique (qui participe à la possibilité de se passer de climatisation) car l'essentiel de l'inertie mobilisable est apporté par les planchers et refends.

Les projets d'école et de crèche présentent des surinvestissements de 54 à 109 €/m<sup>2</sup> soit + 3 à 6%.

### Conclusion

Cette étude permet d'estimer le futur surinvestissement des logements RT 2012 à 64 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>, ce qui est inférieur aux +10% fréquemment cités.

On rappelle par ailleurs que chaque nouvelle Réglementation Thermique a généré des surcoûts qui se sont finalement résorbés en un an.

Enfin, on souligne que cette évolution de la réglementation vers la performance est nécessaire : nous sommes en effet confrontés au double problème de la fin du pétrole bon marché d'une part, qui amènera les prix de l'énergie à augmenter dans les années à venir, et au changement climatique d'autre part, dont l'impact économique potentiel est très important. C'est pourquoi on parle bien de **surinvestissement** et non de simple surcoût.



**Annexe 1 : Tableau de synthèse des surinvestissements observés :**

Projet	ZAC Fort	Salvagny	Visitandines	Revel	Jardin Rép.	Le Pérenne	Santolines	ZAC Thiers	LFI	St Christo
SHON	1965 m <sup>2</sup>	2658 m <sup>2</sup>	2195 m <sup>2</sup>	549 m <sup>2</sup>	4081 m <sup>2</sup>	1213 m <sup>2</sup>	410 m <sup>2</sup>	4515 m <sup>2</sup>	1865 m <sup>2</sup>	1080 m <sup>2</sup>
Niveau de performance	THPE RT2000	THPE	THPE	BBC	BBC + Minergie	BBC	Passif	Cref - 30%	BEPOS	-
Performance Cep BBC en kW.h/m <sup>2</sup> SHON	101	73	71	65 hors PV	63	60	< 45	58.8	21 hors PV	95 hors PV
Date des marchés	déc-06	juin-07	oct-09	oct-08	mai-08	févr-08	déc-08	mai-08	sept-08	févr-08
Prix total opération au m <sup>2</sup> SHON	1 015 €	1 431 €	1 178 €	1 682 €	1 469 €	1 308 €	1 363 €	1 642 €	1 946 €	1 768 €
<i>Isolation des murs</i>	48.5 €	63.8 €	6.1 €	57.6 €	35.5 €	19.9 €	49.0 €	13.3 €	27.0 €	36.2 €
Isolation des murs hors surcoût de la non compacité	48.5 €	40.9 €	3.3 €	38.4 €	30.6 €	19.0 €	31.3 €	13.3 €	23.9 €	36.2 €
Isolation de la toiture	0.1 €	1.3 €	2.3 €	1.1 €	2.7 €	0.9 €	8.3 €	2.1 €	3.2 €	8.2 €
Isolation du plancher bas	0.0 €	0.8 €	0.9 €	5.7 €	0.7 €	0.8 €	3.3 €	0.0 €	4.4 €	5.3 €
Traitement des ponts thermiques	0.0 €	0.0 €	2.0 €	5.0 €	1.9 €	1.7 €	0.8 €	0.0 €	3.3 €	1.1 €
<i>Balcon désolidarisé</i>				23.2 €	53.6 €	27.8 €	22.1 €			
<i>Inertie : voile béton extérieur au lieu de façade légère</i>									70.0 €	
Menuiseries performantes	0.0 €	8.0 €	0.0 €	7.5 €	0.0 €	0.0 €	54.9 €	0.0 €	17.4 €	0.0 €
<i>Bouchon thermique</i>									133.4 €	
Véranda bioclimatique		3.0 €								
Portes isolantes	0.0 €	0.3 €	2.5 €	1.7 €	1.9 €	0.0 €	2.0 €	0.0 €	3.9 €	0.0 €
Étanchéité à l'air	0.2 €	0.0 €	0.0 €	0.0 €	0.0 €	0.0 €	0.0 €	0.0 €	5.2 €	0.0 €
Ventilation double-flux	11.7 €	18.8 €		38.5 €	32.3 €	24.3 €	36.4 €	9.8 €	11.3 €	34.5 €
Puits canadien et ventilation simple flux										
<i>Chauffage performant</i>	9.6 €	3.8 €	41.2 €	21.9 €	52.9 €	20.5 €	53.4 €	69.2 €	-51.7 €	7.1 €
Chauffage performant hors surdimensionnement	2.1 €	-0.5 €	36.3 €	21.5 €	45.1 €	19.6 €	53.4 €	69.2 €	-51.7 €	7.1 €
Local chaufferie	4.2 €	0.1 €	29.7 €	21.3 €	9.6 €	10.6 €	0.3 €	0.0 €	2.4 €	0.0 €
<i>Emission performante</i>	0.1 €	-3.5 €	-13.9 €	-2.2 €	-0.7 €	-3.4 €	-4.2 €	11.0 €	0.0 €	0.0 €
Emission performante hors surdimensionnement	-5.4 €	-4.8 €	-15.7 €	-7.9 €	-6.7 €	-8.1 €	-4.2 €	11.0 €	0.0 €	0.0 €
Régulation terminale performante	0.0 €	2.1 €	0.0 €	0.0 €	12.6 €	0.0 €	8.8 €	0.0 €	1.1 €	8.4 €
ECS performante	-3.2 €	7.1 €	21.6 €	29.7 €	-6.6 €	33.0 €	21.8 €	0.0 €	0.0 €	0.0 €
Plomberie	0.7 €	0.5 €	0.3 €	0.4 €	0.4 €	0.3 €	0.7 €	0.0 €	0.0 €	0.2 €
<i>Récupération EP</i>							1.7 €			
<i>Suivi des performances</i>	0.0 €	1.0 €	1.6 €	0.0 €	1.1 €	0.0 €	2.7 €	3.6 €	19.6 €	11.2 €
Maîtrise de la demande d'électricité	4.8 €	6.7 €	9.4 €	0.0 €	3.9 €	3.1 €	4.6 €	7.5 €	18.1 €	8.1 €
<i>Photovoltaïque</i>				62.1 €					186.0 €	152.4 €
<i>Qualité environnementale</i>	0.0 €	14.2 €	28.7 €	19.1 €	0.0 €	0.0 €	26.0 €	28.2 €	14.7 €	8.9 €
Surinvestissement hors lignes grisées en €/m <sup>2</sup> SHON	63.7 €	84.3 €	92.5 €	162.9 €	128.3 €	105.2 €	222.2 €	112.9 €	42.6 €	109.0 €
Surinvestissement hors lignes grisées en % du total	6.3%	5.9%	7.9%	9.7%	8.7%	8.0%	16.3%	6.9%	2.2%	6.2%
Surinvestissement hors lignes grisées au logement	5 689 €	7 728 €	7 255 €	12 776 €	10 269 €	8 504 €	22 775 €			

NB : dans ce tableau les lignes grisées correspondent à des postes ne contribuant pas à la performance énergétique ou remplacés par des valeurs corrigées (compacité, surdimensionnement). Seules les lignes blanches sont prises en compte dans le total.