

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

Commission des Communautés Européennes

Communauté urbaine de LYON

Région Rhône Alpes

**Bâtiments de logements HQE
économiques en énergie et en eau
Etude des surcoûts liés aux
exigences du programme ReStart**

Rapport final

Avril 2003

E N E R T E C H

Ingénierie énergétique et fluides
F - 26160 FELINES S/RIMANDOULE
tél. & Fax : (33) 04.75.90.18.54
E mail : sidler@club-internet.fr
<http://perso.club-internet.fr/sidler>

SOMMAIRE

Résumé

1 - Introduction

2 - Rappel des objectifs du programme ReStart

3 - Description des opérations

4 - Description des dispositifs mis en œuvre pour le programme ReStart

4-1 Choix d'une technique de solarisation

4-2 Choix d'une option complémentaire pour abaissement des charges d'électricité ou d'eau

4-3 Autres dispositifs mis en œuvre pour le programme ReStart, les 20 mesures obligatoires

5 - Methode de calcul des surcoûts

5-1 Construction de référence

5-2 Sources de données des couts

5-3 Normalisation des couts

5-4 Surcoût des solutions solaires structurantes

5-5 Surcoût des solutions optionnelles complémentaires

5-6 Surcoût des autres mesures obligatoires

6 - Analyse des surcoûts

6-1 Surcoûts par logement

6-2 Surcoûts par m² de Sh

6-3 Surcoûts par type de dispositif mis en oeuvre

6-3-1 Surcoût des solutions solaires structurantes

6-3-2 Surcoût des solutions optionnelles complémentaires

6-3-3 Surcoût des autres mesures obligatoires

7 – Perspectives de coût

7.1 Vitrage à Isolation Renforcé (VIR)

7.2 Ascenseur

7.3 Détection de présence dans les circulations

7.4 Polypropylène et PE

7.5 Peintures NF Environnement

8 - Conclusion

Annexes

A1 - Données générales des projets du programme ReStart

A2 - Caractéristiques des dispositifs spécifiques mis en œuvre sur lesprojets du programme ReStart

A3 – Tableau récapitulatif des surcoûts par dispositif et par opération

A4 – Répartition des surcoûts par type de logements, collectifs et individuels

A5 - Surcoûts par opération

A5-1 projet Sarel

A5-2 projet Damidot

A5-3 projet Vitton-Auntoinette

A5-4 projet Corbas

A5-5 projet Berthelot

A5-6 projet Delore

A5-7 projet Fossés de Trion

Résumé.

Dans le cadre du programme européen Thermie, en partenariat avec l'ADEME et la Région Rhône-Alpes, la Communauté Urbaine de Lyon a conduit le projet ciblé ReStart en suivant les deux objectifs complémentaires suivants :

- promouvoir la production d'un habitat performant, faible consommateur d'énergie, faible émetteur de gaz à effet de serre et respectueux de l'environnement : **15 % d'apport en énergie renouvelable**,
- renforcer le confort intérieur des logements et réduire significativement le niveau des charges, tout en maîtrisant les prix de revient : **30 % de gain de charges pour les occupants**,

Sept programmes immobiliers, 6 en habitat collectif et 1 en habitat individuel, totalisant environ 200 logements, ont ainsi été réalisés entre 2000 et 2003. Ils ont tous bénéficiés de dispositions visant à abaisser les consommations d'énergie et d'eau dans les logements et les services généraux, à utiliser les énergies renouvelables et à promouvoir l'utilisation de matériaux respectueux de l'environnement.

L'évaluation économique et performancielle des programmes immobiliers est en cours. L'évaluation fine des surcoûts d'investissement engendrés par les exigences du programme ReStart fait l'objet du présent rapport : elle s'appuie sur **l'analyse des documents marché** relatifs à la construction. Une méthodologie très rigoureuse a été mise au point afin de permettre une comparaison pertinente de ces différents projets entre-eux et avec d'autres :

- Détermination des postes de surcoût
- Evaluation des références de prix
- identification des coûts à partir des documents de marché
- Analyse des évolutions de prix.

Dispositifs mis en oeuvre

Parmi les sept projets, cinq sont dotés d'une production d'eau chaude solaire, cinq d'apports solaires passifs grâce à l'intégration de vérandas. Le dernier met en oeuvre la technologie du plancher solaire direct.

Les performances de l'enveloppe ont été systématiquement renforcées par l'utilisation de vitrages performants, l'augmentation de l'épaisseur des isolants et une conception compacte des bâtiments. Ceci s'est traduit par des valeurs de GV inférieures de 15 à 31% aux valeurs réglementaires. Il faut noter également que pour plusieurs projets la mise en oeuvre d'une **VMC hygroréglable** participe à la performance énergétique globale.

L'effort des concepteurs s'est aussi porté sur la **réduction des consommations électriques dans les parties communes** (ampoules fluo-compactes, commande d'éclairage par détecteur de présence, réduction des temporisations des minuteriers, moteurs performants pour l'ascenseur, les pompes et la VMC) **et dans les logements** (ampoules fluo-compactes, prise commandée pour la suppression des veilles du poste audiovisuel, alimentation en eau chaude des lave-vaisselle).

La **réduction des consommations d'eau** a été rendue possible par la mise en place de réducteurs de pression, de débit, des réservoirs de WC de 3/6 litres et des douchettes à turbulence.

Un effort important a été consenti sur l'utilisation de matériaux respectueux de l'environnement, notamment par la mise en œuvre de **peintures NF-environnement**. L'utilisation d'équipements ou de matériaux exempts de PVC a été recherchée : canalisations en polypropylène et en polyéthylène pour les eaux usées ou en zinc pour les eaux pluviales, menuiseries extérieures en bois, sols en carrelage et en bois stratifié. Plusieurs équipes de conception ont également imposé la mise en œuvre de **peintures NF-environnement**.

Dans deux projets, les cuisines ont été pré-équipées de **bacs multiples pour le tri sélectif des déchets ménagers**.

On trouve également des dispositifs de **comptage sur les énergies des services généraux**, permettant au gestionnaire un suivi rigoureux de ses consommations.

Enfin, le recours au chauffage et à la production d'eau chaude collectifs a été généralisé.

Principaux enseignements sur les surcoûts.

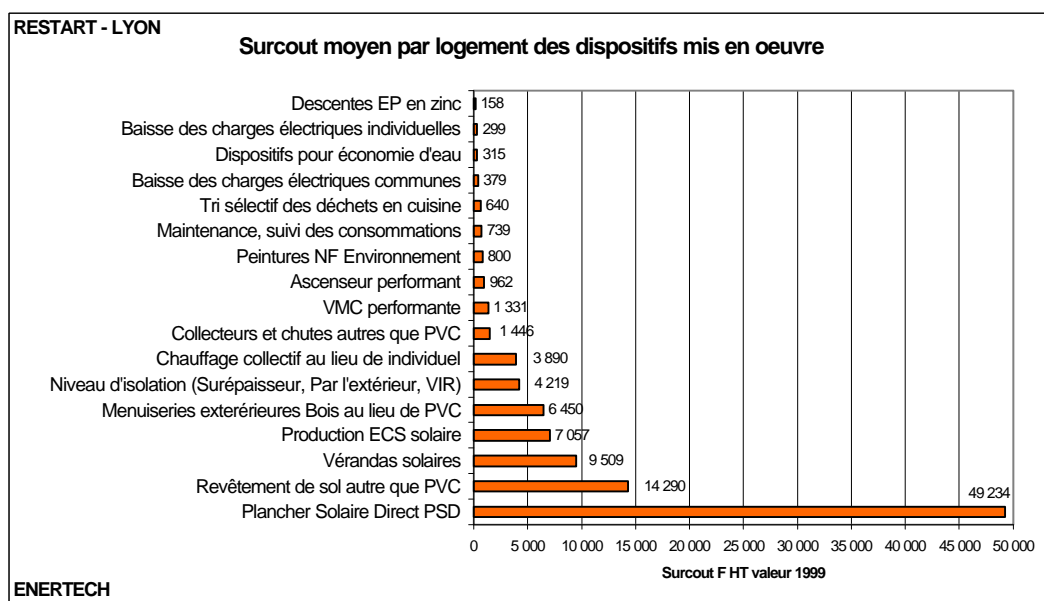
Le surcoût moyen des dispositions propres à la HQE et à la performance énergétique se monte, toutes opérations confondues, à 31 953 Francs (4871euros) HT par logement (valeur 1999), soit en moyenne 7,4 % du montant du marché de construction ou encore 437 Francs (67euros) HT/m² habitable. Mais cette analyse masque des différences profondes, notamment entre le projet utilisant un plancher solaire direct -PSD- (beaucoup plus cher) et les autres. En excluant la solution du PSD, le surcoût moyen des 6 projets restants est de 25 972 F HT/logement, soit 368 F HT/m² habitable :

3 960 E/HT/logement ou 56 E HT/m² hab ou 6 % du coût de construction et honoraires

C'est cette valeur, plus significative, qu'il conviendra de conserver à l'esprit. Elle montre que le vrai surcoût d'une démarche Haute Qualité Environnementale volontaire, même si elle n'est pas appliquée en totalité comme sur l'ensemble des projets concernés, n'est finalement pas excessive et devrait rassurer la plupart des maîtres d'ouvrage qui hésite encore à s'engager dans cette démarche.

Il est aussi intéressant de noter que près de 80 % de ce surcoût concerne exclusivement les dispositions à caractère énergétique. Or ces dispositions ont une vertu importante: elles réduisent les charges.

Figure 1 : Montant du surcoût par dispositif mis en oeuvre



L'analyse détaillée des vérandas montre qu'au-delà du surcoût moyen affiché sur la figure 1, **une véranda solaire encastrée et chaude représente un surcoût d'environ moins de 8 000F (1220 euros) HT**. Ce type de véranda, par ailleurs le plus performant sur le plan énergétique, est donc aussi le plus économique et donc également le plus rentable.

De même la **production d'ECS solaire affiche un surcoût moyen de 4 800 (732euros) F HT/m²** de capteur (avec un taux d'équipement moyen de 1,5 m² de capteurs par logement).

On note également le **faible surcoût représenté par les dispositifs permettant de réduire les charges électriques des logements**, 300 F (20euros) HT/logement **et des parties communes** 380 F (58euros) HT/logement ainsi que les **consommations d'eau** 300 F HT/logement (20 euros).

A l'inverse, la mise en œuvre d'un Plancher Solaire Direct reste très onéreuse : 49 000 F HT par logement (7470 euros). Sa justification dans un programme de logements sociaux est liée à une volonté de forte réduction des charges de chauffage et des émissions de gaz à effet de serre.

Vers une baisse des surcoûts

Au-delà des coûts relevés dans cette étude, plusieurs dispositifs choisis ne représentent plus à ce jour qu'un surcoût très faible, voire même une moins value, grâce à leur diffusion massive. C'est le cas du vitrage performant (VIR double vitrage peu émissif avec remplissage argon), de l'ascenseur avec moteur à variation de fréquence sans local machine ou encore des commandes d'allumage par détection de présence,

Concernant l'utilisation du polypropylène et du polyéthylène, bien que le surcoût n'ait pas de raison objective d'exister, la faiblesse de l'offre et l'hésitation des entreprises limitent, pour l'instant encore, son développement.

Les observations faites dans cette étude sont très encourageantes. Elles ont permis d'identifier clairement les postes présentant un surcoût et d'évaluer ce surcoût, dans le contexte actuel. Pour mémoire, le projet Restart s'est déroulé à une période où les prix de la construction ont connu une hausse de 15 à 20 %. Les surcoûts relevés ont donc supporté cette hausse.

D'un point de vue plus général, les surcoûts constatés aujourd'hui ont d'autres raisons d'être envisagés à la baisse dans le futur. En effet, le recours à des produits nouveaux est toujours source d'augmentation des prix : les entreprises de construction n'aiment pas les produits qu'elles ne connaissent et ne maîtrisent pas. A l'avenir, les prix de ces produits devenus « ordinaires » et plus demandés, seront inévitablement orientés à la baisse.

Enfin, cette étude pose aussi le problème de la rentabilité et du financement des surcoûts. Il est bon de rappeler une évidence : les coûts externes des choix faits dans le bâtiment (notamment les incidences liées aux nuisances environnementales) sont payés par la collectivité et n'apparaissent jamais au débit de celui qui a investi. Il est probable que vu sous cet angle, la rentabilité des surcoûts décrits précédemment est patente. Il restera néanmoins à assurer son financement de façon pérenne.

Dans le cas de l'accession à la propriété, le financement du surcoût est assuré par l'utilisateur final : il doit pour cela être persuadé de la justesse de son choix, le surcoût ayant été préalablement traduit par le promoteur immobilier en plus-value commerciale. Dans le cas du secteur locatif, où l'investisseur n'est pas l'utilisateur final, le financement du surcoût doit s'apprécier en fonction de la quittance globale (loyer + charges) et de son évolution dans le temps : au-delà d'une simple augmentation du loyer, des recettes de financements peuvent être envisagées, telles que, aides fiscales, subventions, conditions de prêts avantageuses, etc.■

1 - Introduction

Les stratégies de construction de logements performants se heurtent au problème récurrent du surcoût généré par la mise en œuvre de dispositifs permettant de diminuer d'une part les consommations d'énergie et d'eau, et d'autre part l'impact environnemental des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments.

Certes la demande de bâtiments à Haute Qualité Environnementale de la part des maîtres d'ouvrage est souvent accompagnée d'un complément de budget, mais ce n'est pas toujours le cas et, de plus, quel est le surcoût induit par ces exigences HQE ? Selon la fonction de la personne interrogée, et selon le type de logement, la réponse peut varier entre quelques % et 10 % voire même 20 %.

Participant au programme ReStart de construction d'habitat performant, sept opérations de logements sociaux, construites par 5 organismes HLM, ont été réalisées dans l'agglomération lyonnaise. Toutes, à l'exception d'une seule, ont été chiffrées en 1999 dans le cadre d'appels d'offres pour les marchés publics. Les données de prix de ces opérations représentent donc une bonne source d'information permettant de réaliser une estimation assez correcte de ces surcoûts, parce qu'elle est analytique et comparative.

Mais cette tentative de chiffrage des surcoûts a bien sûr ses limites, dues au fait que chaque opération est unique, avec ses contraintes et ses atouts propres. Ces surcoûts devront être donc considérés de façon prudente, comme étant des ordres de grandeurs qui permettent principalement de situer les répercussions financières des réponses concrètes aux exigences des programmes HQE.

2 - Rappel des objectifs du programme ReStart

Le projet ReStart a été financé par le programme européen Thermie, la Communauté Urbaine de Lyon, la région Rhône-Alpes et l'Ademe. Il a pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre. La proposition du Grand Lyon visait à réduire l'émission de ces gaz au cours de la construction et surtout de l'utilisation des bâtiments d'habitation. Un volet HQE accompagnait l'opération.

Concrètement, ce programme s'est traduit par :

- réduire les charges d'énergie et d'eau des locataires, donc leurs charges. En effet pour parvenir à cet objectif il est nécessaire de réduire les niveaux de consommation, donc aussi les niveaux d'émission de gaz à effet de serre,
- préserver l'environnement (donc favoriser la démarche HQE),
- développer les énergies renouvelables,
- promouvoir des innovations technologiques et de gestion,
- définir une approche nouvelle de la conception de l'habitat performant.

L'ensemble de ces objectifs s'est traduit par un cahier des charges fixant des obligations de moyens aux équipes, et également une obligation de résultats. Au titre des obligations de moyens, les équipes devaient :

- choisir une technique de solarisation du bâtiment parmi trois possibilités proposées :
 - Plancher Solaire Direct (PSD) ,
 - Eau Chaude Solaire,

- Serre solaire,
- choisir une technique d'amélioration des consommations d'eau et d'électricité parmi 3 possibilités proposées :
 - Baisse des charges électriques communes,
 - Récupération des eaux de pluie pour WC, jardin ou lavage des communs,
 - Baisse des charges électriques « autres usages » des particuliers,
- adopter 20 mesures constructives concernant tous les domaines en jeu (énergie, air, eau, matériaux, déchets, etc.).

Ces obligations de moyens sont susceptibles d'engendrer des coûts de construction supplémentaires. Une aide de 25.000 F HT / logement était accordée à tous les projets respectant cet ensemble de contraintes.

Cette étude permet de mesurer et d'analyser ces surcoûts pesant sur les projets lors de la construction.

3 - Description des opérations

Le programme de construction de logements économes en énergie participant au projet ReStart comprend sept opérations de logements situées sur des communes de la Communauté Urbaine de Lyon. Ces opérations représentent au total 197 logements dont 22 logements individuels.

La livraison des opérations s'est déroulée à partir du 1^{er} trimestre 2001. A ce jour, 2 opérations sont en cours de construction pour une livraison en 2003.

La surface habitable totale est de 14 145 m², dont 12 401 m² en logements collectifs et 1744 m² en individuels. Le nombre de logements par opération s'échelonne de 17 à 47 logements. La surface habitable moyenne est de 71,8 m² pour l'ensemble des logements, de 70,9 m² pour les logements collectifs et 79,3 m² pour les logements individuels.

Les constructions de logements collectifs vont de R+2 à R+8. Toutes comportent un parking à R-1, voire R-2.

Les logements individuels sont de type jumelé R+1.

NB : L'annexe A1 présente un tableau synthétique des caractéristiques de chaque opération.

4 - Description des dispositifs mis en œuvre pour le programme ReStart

4-1 Choix d'une technique de solarisation

Plancher Solaire Direct - PSD

Parmi les solutions solaires structurantes le Plancher Solaire Direct (PSD) a été choisi sur une seule opération, celle comportant des logements individuels, soit 22 logements (11% de l'ensemble des logements).

La conception de ces logements jumelés deux par deux a permis de disposer un seul champ de capteurs de 13,5 m² pour chaque groupe de deux logements. Ce champ de capteurs est disposé en toiture et fait office de couverture. La régulation du système solaire est commune aux deux logements, qui comportent chacun un plancher chauffant au rez de chaussée et un ballon

d'eau chaude sanitaire de 330 litres. L'alimentation électrique de la régulation est assurée par une ligne issue des services généraux. L'appoint de chauffage et d'ECS est assuré par une chaudière individuelle gaz pour chaque logement.

Production d'ECS par capteurs solaires

La production d'ECS par capteurs solaires en revanche est mise en œuvre sur 5 opérations, qui représentent ensemble 156 logements soit 79 % de l'ensemble des logements du programme ReStart.

Le ratio surface de capteurs par logement se situe entre 1,05 m² et 2 m² / logement. Tous les capteurs sont des modèles plans vitrés intégrés en toiture et faisant office de couverture. Les volumes de stockage pour l'ECS solaire s'étalent entre 59 et 128 litres par logement (moyenne à 91 litres / logement). Ces volumes vont de 46 à 79 litres par m² de capteurs installés (moyenne à 62 litres / m² de capteurs).

Serres solaires

Pour 5 opérations la solution retenue est la serre solaire, soit 105 logements avec serre (53 % de l'ensemble des logements). Notons que parmi ces 5 opérations, 42 logements n'ont pu être équipés d'une serre, principalement à cause d'une orientation ou d'une position défavorable, par exemple en rez de chaussée ou bien évidemment pour un logement mono orienté en façade Nord.

Parmi les 105 serres, on retiendra les typologies suivantes :

- 71 sont de type « serre chaude », l'enveloppe isolante du bâtiment passant à l'extérieur, les 34 autres étant de type « serre froide ».
- 50 sont de type encastré (vitrage dans le plan de la façade) , 35 de type semi-encastré (serre débordant partiellement du plan de la façade) et 20 en appui d'angle (2 parois de la serre sur l'extérieur).
- La surface utile des serres solaires de l'ensemble du programme ReStart s'échelonne entre 4,7 m² et 9,6 m².

Il faut souligner que, bien que le programme ReStart ne l'imposait pas, 4 opérations combinent deux solutions solaires structurantes comme la production d'ECS solaire et une récupération d'apports solaires par la serre. Ce choix concerne 81 logements (soit 41 % de l'ensemble des logements).

4-2 Choix d'une option complémentaire pour abaissement des charges d'électricité ou d'eau

Baisse des charges électriques communes

Parmi les 3 options proposées, des dispositifs de baisse des charges électriques communes sont mis en place dans **toutes les opérations** à des degrés divers. Ces dispositifs portent sur :

- l'éclairage des parties communes : mise en place de commandes par détection de présence dans 4 opérations, l'utilisation d'ampoules fluo-compactes dans tous les projets collectifs ou à vapeur de sodium haute pression pour l'éclairage de voirie du projet des logements individuels, la séparation des commandes d'éclairage des circulations niveau par niveau,
- l'asservissement de l'éclairage de l'ascenseur à l'utilisation, qui concerne une opération,
- les moteurs performants : pompe de chauffage à variation électronique de vitesse (concerne 2 opérations), moteur de VMC à variation électronique de la vitesse (une opération), ascenseur équipé d'un moteur à variation de fréquence (3 opérations),

- la réduction des veilles : Blocs Autonomes d'Eclairage de Sécurité (B.A.E.S.) avec led, dispositif présent dans une seule opération.
- autres dispositifs : augmentation des épaisseurs d'isolant sur le circuit de bouclage d'eau chaude sanitaire, permettant une réduction du débit de boucle donc de la puissance du circulateur, et par conséquent de sa consommation.

Récupération des eaux de pluie pour WC, jardin ou lavage des communs

Nous constatons, en revanche, qu'aucune équipe de conception n'a fait le choix de la récupération des eaux de pluie de toiture, comme élément de baisse des charges communes.

Baisse des charges électriques des logements

6 opérations, représentant 157 logements soit 80 % du programme ReStart, sont équipées de dispositifs permettant d'abaisser les charges électriques dans les logements. Ces dispositifs portent sur:

- l'éclairage : équipement dès la livraison de 3 à 10 ampoules fluo-compactes par logement (concerne 4 opérations, 85 logements soit 43 % de l'ensemble),
- la réduction des veilles : prise de courant commandée par un interrupteur pour l'alimentation du poste TV + audiovisuel à proximité de la prise d'antenne TV (concerne 5 opérations, soit 135 logements et 69 % de l'ensemble),
- la réduction de l'usage thermique de l'électricité : mise en place d'une double alimentation du lave-vaisselle EF/EC permettant l'utilisation de l'eau chaude collective, produite éventuellement par énergie solaire (concerne 4 opérations, soit 88 logements et 45 % de l'ensemble).

4-3 Autres dispositifs mis en œuvre pour le programme ReStart

Renforcement de l'isolation de l'enveloppe du bâtiment

Le programme Restart imposait le renforcement de l'enveloppe isolante des bâtiments par rapport au niveau strictement réglementaire jusqu'à atteindre une valeur de GV égale à GV-10 % maximum (réglementation thermique de 1988).

Toutes les opérations dépassent cet objectif : la valeur de GV des différents projets s'échelonne de GV - 15 % à GV - 31 %.

Pour atteindre cette performance trois dispositifs ont été mis en œuvre soit séparément soit conjointement.

- a) Augmentation des épaisseurs des isolants : sur la totalité des projets les épaisseurs d'isolant en paroi verticale est de 10 cm à l'exception d'une opération où l'épaisseur de 8 cm est compensée par un très bon coefficient de conductibilité thermique.
- b) Utilisation très large de vitrages à isolation renforcée (VIR), puisqu'ils sont présents sur 6 opérations représentant 150 logements (76% du programme ReStart).
- c) Recours notable à la technique de l'isolation par l'extérieur, puisque 3 opérations représentant 69 logements (35 % du programme) en sont pourvues. Cette typologie d'isolation offre deux avantages : elle permet d'une part de réduire les consommations d'énergie pour le chauffage en diminuant les pertes par les liaisons (ponts thermiques), et d'autre part d'augmenter l'inertie du bâtiment qui contribue au renforcement du confort d'été.

Il faut souligner que pour 4 opérations, représentant 88 logements (45 % du programme ReStart) les menuiseries sont équipées d'un vitrage encore plus performant puisqu'il est

rempli de gaz rare (argon) permettant d'atteindre un coefficient Kv de 1,4 W/m².K voire de 1,1 W/m².K (soit une amélioration de 26 à 42 % par rapport à un VIR avec lame d'air). Rappelons qu'en 1999 ces vitrages étaient peu diffusés et représentaient donc une amélioration notable par rapport aux menuiseries standards équipées de double vitrage classique.

Chauffage collectif au lieu de chauffage individuel

Cette disposition étant une exigence du programme ReStart pour les logements collectifs, les 6 projets collectifs en sont donc dotés, à l'exception de 8 logements du projet Fossés de Trion, pour lesquels l'implantation foncière n'est pas adaptée. En effet ces logements sont situés dans un bâtiment séparé des bâtiments principaux par une voie de circulation publique.

Dans tous les cas, et ceci doit être souligné, l'énergie utilisée pour la production de chauffage et d'ECS est le gaz naturel et l'émission de chauffage est assurée par des radiateurs à eau chaude.

L'utilisation d'une chaudière à condensation, qui a donc un rendement de production amélioré de 10 à 15 % par rapport à une chaudière normale, est réalisée dans trois opérations collectives totalisant 84 logements (48 % des logements collectifs du programme ReStart).

Economies d'eau

Des dispositifs permettant aux usagers de réaliser des économies d'eau ont été mis en place dans une grande partie des logements. Ce sont les équipements suivants:

- réservoir de chasse WC avec double commande 3/6 litres : 100 % des logements équipés,
- douchette à turbulence : 76 % des logements,
- limiteur de pression sur l'alimentation d'eau : 90 % des logements,
- limiteur de débit sur les robinetteries : 87 % des logements.

Matériaux exempts de PVC : Menuiseries extérieures

Le PVC est un produit qui pose certains problèmes environnementaux au cours de sa fabrication et de sa destruction en fin de vie. Il est très utilisé pour les menuiseries extérieures car il demande peu ou pas d'entretien, ce qui est toujours recherché par les maîtres d'ouvrage. Dans le programme ReStart, un seul projet est réalisé avec des menuiseries extérieures exemptes de PVC, l'opération Berthelot dont les menuiseries sont en bois, protégé par l'application d'une peinture. Cette opération représente 40 logements soit 20 % de l'ensemble du programme ReStart.

Matériaux exempts de PVC : Canalisations d'eaux usées

Deux matériaux peuvent remplacer le PVC utilisé pour les canalisations de chute et les collecteurs d'eaux usées, d'eaux vannes et également d'eaux pluviales. Ce sont le polypropylène et le polyéthylène.

Le polypropylène (PP) a été retenu dans 3 opérations de logements collectifs totalisant 69 logements soit 35 % du programme ReStart. Ce matériau s'assemble par simple emboîtement, les tubes comprenant un joint à lèvres pour réaliser l'étanchéité et permettre la dilatation. La mise en œuvre, bousculant un peu les habitudes de travail des entreprises, est simple et ne demande pas de technicité ou de matériel particulier.

Le polyéthylène (PE) a été mis en œuvre dans 2 opérations de logements collectifs comportant au total 66 logements soit 33 % du programme ReStart. Les composants

s'assemblent sans colle par soudage en place. La préfabrication est possible. La mise en œuvre demande une formation et un matériel spécifique.

Matériaux exempts de PVC : Revêtements de sol

Les sols souples en PVC sont massivement utilisés dans les logements sociaux locatifs en raison de leur faible coût, de leur facilité d'entretien et de leur durabilité. Dans ce programme ReStart, un seul projet est équipé de revêtements de sol exempts de PVC, le projet Corbas comportant 22 logements individuels (11 % des logements du programme).

Les matériaux alternatifs utilisés dans cette opération sont le carrelage en rez de chaussée et le parquet stratifié en étage.

Le choix du carrelage en rez-de-chaussée procède d'une cohérence globale du projet, dont les locaux en rez de chaussée sont équipés d'un système de chauffage par plancher solaire, nécessitant un revêtement de sol possédant une très bonne conductivité thermique.

Le choix de parquet stratifié en étage s'inclut bien dans une démarche respectueuse de l'environnement puisqu'il s'est porté sur un produit conforme à la norme E1 qui garantit un très faible dégagement de formaldéhyde (inférieur à 8 mg / 100 g de matière sèche).

Peintures NF-Environnement

La norme NF-Environnement appliquée aux peintures et aux vernis certifie qu'un produit répond à des critères écologiques stricts comme la limitation des émissions de solvants lors de la fabrication, la non-utilisation de substances classées comme dangereuses, une teneur réduite en COV dans la formulation, etc. .

Bien que l'utilisation de peintures NF-Environnement fasse partie des 20 mesures obligatoires du programme ReStart, le choix d'inclure cette caractéristique dans les prestations du lot peinture n'a été retenu que sur 3 projets représentant 83 logements soit 42 % du programme ReStart.

VMC performante

L'amélioration des performances thermiques de l'enveloppe des bâtiments augmente la part relative de la ventilation dans les besoins de chauffage, jusqu'à lui faire prendre une part prépondérante. Il est donc nécessaire, dans ces bâtiments, de réduire cette charge thermique due au renouvellement d'air. Dans les 5 opérations qui ont choisi de travailler sur ce thème, la mise en œuvre de systèmes de ventilation de type hygroréglable permet de minimiser cette charge thermique en réduisant les débits de renouvellement d'air. Ces 5 opérations totalisent 153 logements soit 78 % du programme ReStart.

Parmi ces cinq opérations, quatre (128 logements, 65 % du programme) sont équipées de bouches d'entrée d'air hygroréglables (système hygro type B), ce qui renforce la réduction des débits d'air entrants. Pour l'autre opération (25 logements, 13 % du programme) les entrées d'air sont de type autoréglable standard.

En outre, une autre opération est équipée également d'une VMC performante, qui a principalement pour objectif de diminuer la consommation électrique du caisson de ventilation. Cet équipement est décrit au paragraphe 4.2 « baisse des charges électriques communes ».

Tri sélectif des déchets en cuisine

Pour favoriser le recours au tri sélectif des déchets ménagers dans les logements, on peut agir à deux niveaux :

- d'une part prévoir un espace suffisant dans le local vide-ordures pour pouvoir accueillir un volume de déchets correspondant à la rotation de la collecte municipale et une diversité de conteneurs en accord avec les catégories de déchets collectés,
- et d'autre part offrir aux occupants un espace de rangement et des équipements de stockage dans les logements.

Les dispositifs pour le premier niveau sont imposés par l'agglomération urbaine et n'ont donc pas donné lieu à examen dans le cadre de cette étude.

En revanche pour le second niveau, deux des sept opérations (totalisant 44 logements soit 22 % du programme) prévoient des bacs poubelles en cuisine dès la livraison des logements. Dans un cas (17 logements) ces poubelles sont doubles, dans l'autre projet, elles ont trois compartiments.

Suivi des consommations

Pour le gestionnaire de l'immeuble ou de la résidence, il est intéressant de pouvoir suivre dans le temps l'évolution de la consommation des principaux usages afin d'avoir les éléments pour détecter une dérive et en identifier la cause.

Deux opérations comportant au total 42 logements (21 % du programme) sont équipées de plusieurs compteurs électriques divisionnaires (8 dans un cas et 9 dans l'autre) permettant de connaître les consommations de chaque usage spécifique des services généraux comme l'éclairage, la ventilation, l'ascenseur, la chaufferie, etc. .

Nous n'avons pas retenu dans le cadre de cette étude la disposition classique qui consiste à installer des sous-comptages électriques dans les immeubles de logements collectifs à des fins de répartition des charges électriques communes sur les usages pour lesquels existe une clé de répartition différente de la surface habitable, comme par exemple l'ascenseur.

Les sous-comptages thermiques installés sur les équipements de production d'ECS solaire n'ont également pas été comptabilisés dans cette catégorie, leur coût étant par ailleurs inclus dans le poste lié au surcoût des solutions solaires structurantes (voir plus haut).

5 - Methode de calcul des surcoûts

5-1 Construction de référence

La construction de référence est un bâtiment de forme et d'architecture identique, à l'exception des serres solaires qui sont remplacées par des balcons. Il comporte une isolation par l'intérieur, dont le niveau de performance est strictement réglementaire (réglementation thermique de 1988 en vigueur lors de la conception des bâtiments) soit environ 6/8 cm d'isolant dans les parois verticales, 15 cm en toiture, 6 cm en dalle de rez de chaussée, des menuiseries extérieures avec un double vitrage 4/12/4 ordinaire, et une ventilation simple flux.

Ce bâtiment de référence est équipé d'un système de chauffage et de production d'ECS de type individuel (chaudière gaz mixte instantanée avec ventouse) qui est un des systèmes les plus répandus dans la construction de logements sociaux depuis quelques années. Il n'y a pas d'équipements économiseurs d'eau. L'équipement électrique des services généraux et des logements ne comporte pas de dispositifs particuliers permettant d'économiser l'énergie.

5-2 Sources de données des couts

Les sources utilisées pour le calcul des surcoûts sont principalement les documents des marchés CCTP et DPGF pour l'ensemble des lots de chaque opération.

Nous voudrions rappeler que dans plusieurs cas, les prix de détail ne sont pas disponibles dans les documents des marchés DPGF, soit parce que le découpage des prestations élaboré par la maîtrise d'œuvre ne correspond pas à la précision du détail recherché dans le cadre de cette étude, soit parce que l'entreprise a procédé d'elle-même au regroupement de plusieurs items en ne soumettant qu'un prix total pour l'ensemble.

Lorsque le détail de coût recherché ne correspond pas avec le niveau de détail disponible dans ces documents, nous avons procédé soit par comparaison avec d'autres prestations similaires dans la même opération ou dans une autre des opérations suivies par ce programme ou encore dans une opération similaire dans la région Rhone-Alpes, soit de manière forfaitaire en puisant l'information auprès des fabricants et des entreprises.

Tous les coûts annoncés dans cette étude sont des coûts hors taxes.

5-3 Normalisation des couts

Le processus d'appel d'offre des sept opérations s'étant déroulé sur une période allant de janvier 1999 à février 2001, nous avons procédé à une analyse de l'évolution du cout de la construction sur cette période. La période de référence est le 4^{ème} trimestre 1999 qui représente la date moyenne de chiffrage des sept opérations.

Comme on peut le constater dans le tableau ci-dessous la valeur du correctif sur les prix de détail en fonction de la date de chiffrage est très faible hormis pour le chiffrage daté du 1^{er} trimestre 2001. C'est la seule période pour laquelle nous avons procédé à la correction des prix (-5,6 %).

Date de chiffrage	1 ^{er} trim 99	2eme trim 99	3eme trim99	4eme trim 99	1 ^{er} trim 2001
Indice BT 01	1071	1074	1080	1065	1125
Correctif appliqué	- 0,6 %	- 0,8 %	- 1,4 %	0 %	- 5,6 %

5-4 Surcoût des solutions solaires structurantes

➤ Avant propos

Dans ce paragraphe et ceux qui suivent, est décrit, de façon détaillée et dispositif par dispositif, le contenu des divers éléments constitutifs du calcul des surcoûts. Lorsque les éléments de coût reposent sur une estimation forfaitaire, cette indication apparaît dans le paragraphe correspondant.

➤ Plancher Solaire Direct

Le surcoût comprend :

- le coût des capteurs en toiture y compris supportage et raccordements de couverture,
- le coût du système de régulation
- le coût du renforcement / modification de la charpente
- le coût du local abritant la régulation (structure, façade, couverture, porte, alimentation électrique)
- le coût du coffret de branchement
- le coût du plancher chauffant y compris isolation
- le coût des divers raccordements entre capteur/stockage/régulation
- la moins value pour remplacement de la couverture par les capteurs

➤ la plus value sur la chaudière (modèle de 14 kW au lieu de 23 kW)

➤ **Eau Chaude Solaire collective**

Le surcoût comprend :

- le coût des capteurs en toiture y compris supportage et raccordements de couverture,
- le coût du système de régulation,
- le coût du stockage spécifique à la production solaire,
- le coût du renforcement / modification de la charpente,
- le coût du local abritant le stockage et la régulation (structure, couverture, cuvelage, accès, alimentation électrique, aménagements divers, etc.). Si le local est commun avec la chaufferie, nous n'avons retenu qu'une partie du coût total (entre 1/4 et 1/3 en fonction du volume de stockage),
- le coût des divers raccordements entre capteur/stockage/régulation,
- la moins value pour remplacement de la couverture par les capteurs, si applicable.

➤ **Vérandas Solaires**

En faisant l'hypothèse que la véranda remplace un balcon de même typologie, nous avons calculé d'une part le coût occasionné par les divers éléments de la véranda, et d'autre part le coût estimé qu'aurait entraîné la construction du balcon. La différence représente le surcoût de la véranda.

Le coût de la véranda comprend :

- le coût des menuiseries extérieures,
- le coût des menuiseries de fond de véranda, séparant véranda et logement,
- les finitions intérieures sol et murs,
- l'éclairage et PC éventuels.

Le coût estimé du balcon comprend :

- le coût de la menuiserie extérieure séparant le logement du balcon dimensionnement environ 1/5 ème de la surface habitable du local donnant sur le balcon,
- le coût de l'augmentation de surface de la paroi opaque extérieure due à la diminution de la surface de menuiserie ci-dessus (en y incluant le coût des finitions sur deux faces),
- le coût du garde-corps du balcon,
- dans le cas d'une véranda chaude (l'isolant passant donc à l'extérieur de la véranda) le coût de l'augmentation de surface de cet isolant due au contournement nécessaire du balcon est également inclus dans le coût du balcon.

5-5 Surcoût des Solutions optionnelles complémentaires

➤ **Baisse des charges électriques communes**

Le surcoût comprend :

- Remplacement de lampes à incandescence par des lampes fluo-compactes : le surcoût est évalué forfaitairement à 35 F / unité,
- Commande d'éclairage par détecteur de présence : sauf cas particulier où le cout est précisément décrit dans les documents du marché, la mise en oeuvre de ce dispositif

représente une moins-value évaluée forfaitairement à 240 F par circuit d'éclairage, moins value justifiée par une simplification du cablage et une absence de bouton-poussoirs.

➤ **Baisse des charges électriques individuelles**

Le surcoût comprend :

- Fourniture de lampes fluo-compactes : le surcoût est évalué forfaitairement à 40 F / unité,
- Mise en place d'une PC commandée par un interrupteur dans le séjour à proximité de la prise TV : le surcoût est évalué forfaitairement à 60 F / logement,
- Double alimentation EC/EF pour les LV : le surcoût est évalué forfaitairement à 100 F / logement.

5-6 Surcoût des autres mesures obligatoires

➤ **Renforcement de l'isolation de l'enveloppe : augmentation des épaisseurs d'isolant**

Passer de GV ref à GVref -10 % représente la plupart du temps un surcoût minime car il correspond à une augmentation marginale de l'épaisseur d'isolant mise en œuvre, sans effet sur le temps de pose ou la complexité du produit posé. Nous avons donc considéré que le surcoût était lié directement à la quantité supplémentaire de matière isolante utilisée. Sauf cas particulier, ce surcoût est évalué forfaitairement à 10 F / m² pour les isolants verticaux, et à 5 F / m² pour les isolants horizontaux en combles.

➤ **Renforcement de l'isolation de l'enveloppe : isolation par l'extérieur**

Nous avons calculé d'une part le coût occasionné par la mise en œuvre de l'isolation par l'extérieur, et d'autre part le coût estimé qu'aurait représenté l'isolation par l'intérieur. La différence entre ces deux coûts équivaut au surcoût de l'isolation par l'extérieur.

Le coût de l'isolation par l'extérieur comprend :

- le coût surfacique y compris les vêtues ou bardages ponctuels éventuels,
- le coût des sujétions liées à cette technique comme les tableaux, champs, appuis, seuils, couvertines, raccords, etc. .

Le coût estimé de l'isolation par l'intérieur comprend :

- le coût surfacique pris forfaitairement égal à 106 F / m², prix moyen constaté sur les projets avec isolation par l'intérieur,
- le coût des tapées de menuiseries pris forfaitairement égal à 40 F / ml,
- le coût entraîné par l'augmentation de surface des dalles béton (pour une même surface habitable) produit de l'épaisseur hors tout d'isolant par la longueur périphérique de la dalle donnant sur l'extérieur, et cela pour chaque niveau habitable. Le produit de cette surface supplémentaire par le coût unitaire de dalle, coût moyen calculé à partir des éléments béton, acier, et coffrage, est ensuite calculé,
- le coût dû à l'augmentation de la densité en acier de la dalle suite à une portée supérieure décrite ci-dessus. Cette augmentation est estimée à 2 kg d'acier supplémentaire par m² de dalle.

➤ **Vitrage à isolation renforcée**

Pour plusieurs projets les vitrages sont emplis de gaz rare (argon). Le surcoût retenu pour ce vitrage avec argon est de 36 F / m² de menuiserie par rapport à un double vitrage classique (K_v = 3.0 W/m².K).

Pour les autres projets, les bâtiments sont équipés de menuiseries avec double vitrage à isolation renforcée ($K_v = 1.9$ à $2.0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$). Nous avons considéré que le surcoût entre ce vitrage et le double vitrage classique était de 10 F/m^2 à l'époque des chiffrages (1999). Aujourd'hui (Avril 2003) le surcoût serait nul.

➤ Chauffage collectif

Le programme ReStart rendant obligatoire le chauffage et l'ECS collectif dans les logements collectifs, il est intéressant de connaître le surcoût représenté par un tel dispositif.

Le coût réel des installations de chauffage et d'eau chaude collectives est comparé avec celui, estimé, qu'aurait représenté une production individuelle dans la configuration des logements du projet. La différence représentant donc le surcoût d'une installation collective.

Le coût de l'installation collective comprend :

- le coût de construction et d'aménagement de la chaufferie. Il comprend la structure, la toiture et le cuvelage éventuels, l'accès, l'alimentation électrique, les conduits de fumée, la ventilation, etc. . Dans le cas où ce local est utilisé également pour la production d'ECS solaire, le coût est compté au prorata des surfaces utilisées estimées (soit entre $2/3$ et $3/4$ suivant les projets) pour le chauffage et l'ECS non solaire,
- le coût des canalisations, gaines, coffrets, organes, ventilations, etc, permettant d'amener le gaz naturel à la chaufferie collective,
- le coût des équipements de la chaufferie : chaudière, régulation, stockage ECS non solaire, réseau hydraulique en chaufferie, etc. ,
- le coût des réseaux de distribution de chauffage et d'ECS depuis la chaufferie jusqu'aux nourrices de distribution situées dans les logements.

Le coût estimé des installations de production individuelle de chauffage et ECS comprend :

- le coût des chaudières individuelles gaz mixtes instantanées avec ventouse. Elles sont installées dans les cuisines contre un mur de façade de façon préférentielle. Le coût est estimé à $7\ 900 \text{ F HT}$ / chaudière augmenté éventuellement d'un coût de complexité pour la ventouse (de 200 à $2\ 000 \text{ F}$) lorsque la chaudière ne peut être placée contre un mur de façade. A cela nous avons ajouté : une alimentation électrique spécifique estimée à 200 F et un raccordement au réseau d'eaux usées estimé à 300 F ,
- le surcoût du réseau de distribution de gaz naturel, surcoût lié aux éléments suivants :
 - liaisons entre le réseau existant (prévu pour la cuisson) et la chaudière dont le coût est estimé à 100 F / ml ,
 - la nécessité éventuelle de redimensionner le réseau de distribution de gaz (colonnes montantes et dérivations individuelles) pour approvisionner les chaudières individuelles,
- le coût des réseaux de distribution de chauffage et d'ECS depuis la chaudière jusqu'aux nourrices de distribution. Le coût du réseau per20 gainé en dalle est estimé forfaitairement à 35 F / ml .

➤ Economies d'eau

Le surcoût relatif aux équipements économiseurs d'eau est composé des éléments suivants :

- Limiteur de pression réglé à 3 bars maximum placé en tête de réseau: coût réel ou estimé forfaitairement de 1500 F à 3400 F par opération suivant le nombre de logements,

- WC avec chasse double commande 3/6 litres : surcoût estimé à 55 F / u,
- Douchette à turbulence sur baignoire ou douche : surcoût estimé à 80 F/ u,
- Mousseur ou limiteur de débit sur robinetterie évier, lavabo, baignoire : surcoût estimé à 57 F / u.

➤ **Ascenseur sans local machine et éclairage asservi au trafic**

Le surcoût d'un ascenseur avec moteur performant à variation de fréquence est pris forfaitairement égal à 20 000 F HT. L'asservissement de l'éclairage au trafic représente un surcoût estimé à 1000 F HT.

Le local évité a une surface de 3 m².

➤ **Matériaux exempts de PVC**

Menuiseries extérieures en bois

Une seule opération comporte des menuiseries extérieures en bois au lieu de PVC. Le surcoût est calculé par rapport à la moyenne des coûts des autres opérations comportant des vitrages similaires. Cette moyenne est de 1 495 F HT/ m² tableau.

Revêtements de sol

Une seule opération comporte des revêtements de sol autres que le PVC : carrelage en rez de chaussée et parquet .

Le surcoût du carrelage et du parquet est calculé par rapport à la moyenne des coûts du sol PVC sur les autres opérations. Cette moyenne est de 91,1 F/m².

Tuyauteries EU/EV horizontales et verticales

Les données précises et détaillées permettant de calcul le surcoût de ce poste sont rares pour au moins deux raisons :

- sur les documents des marchés il est très fréquent de voir un chiffrage global non détaillé incluant plusieurs diamètres de canalisations voire même plusieurs catégories de matériel,
- le poste canalisation, bien qu'il soit chiffré sur la base de quantités linéaires de tubes, comprend en réalité principalement des accessoires et de la main d'œuvre; en conséquence il devient très hasardeux de réaliser une estimation de coût à partir des seuls prix de longueurs de tubes provenant de fabricants.

Tout en rappelant que cette étude a surtout pour objectif de fixer des ordres de grandeur des surcoûts, nous avons choisi de fixer les prix de référence des réseaux EU/EV à un niveau plutôt élevé afin de ne pas surestimer le surcoût des matériaux alternatifs au PVC.

Cette position peut être confortée par le fait que les entreprises qui ont mis en œuvre le Polypropylène confirment que le temps de pose réel est nettement inférieur à celui prévu, et donc que les prix de pose devraient se rapprocher de ceux du PVC.

Les prix de référence du PVC sont forfaitairement fixés à :

- Ø 100 195 F /ml
- Ø 125 215 F /ml
- Ø 160 275 F /ml
- Ø 200 410 F /ml

➤ **Peintures et vernis NF Environnement**

En l'absence d'informations précises sur le surcoût représenté par l'utilisation des peintures et vernis de qualité NF-Environnement nous prendrons comme hypothèse que le surcoût représenté par cette prestation est égal à 5 % des prestations de peinture.

➤ **Ventilation performante**

Surcoût apporté par une installation de VMC hygro-régulée par rapport à une installation standard: il est constitué par le surcoût des éléments suivants, calculé par différence de prix catalogue, la mise en œuvre des produits étant identique :

- caisson de ventilation; le surcoût est pris forfaitairement égal à 575 F / caisson,
- bouches d'extraction : le surcoût est pris forfaitairement égal à 985 F / logement,
- entrées d'air : le surcoût est pris forfaitairement égal à 270 F / logement.

Surcoût apporté par une installation de VMC comportant un moteur performant à variation électronique de vitesse : cette disposition est mise en œuvre expérimentalement sur une des opérations (Damidot). Il n'y a pas eu de charge budgétaire supplémentaire pour le maître d'ouvrage car le surcoût a été pris en charge en grande partie par le fabricant au regard de la possibilité d'expérimentation in situ. Néanmoins pour fixer les idées le surcoût peut être estimé à 5 800 F (caisson et régulation).

Nous voudrions attirer l'attention sur le fait que ce surcoût doit être pris avec d'extrêmes précautions car son calcul est basé sur un prix catalogue ne correspondant pas objectivement à l'écart de coût induit par la différence de technologie entre un moteur asynchrone standard et un moteur performant à variation électronique de vitesse (5000 F de surcoût sur un moteur de 550 W). **En phase de diffusion industrielle le surcoût d'un tel dispositif devrait être compris entre 2500 F et 3500 F HT.**

➤ **Autres dispositifs**

- Descente EP en zinc

Le surcoût unitaire des descentes eaux pluviales en zinc est évalué forfaitairement à 32 F / m.

- Déchets ménagers

Le surcoût est constitué simplement du coût annoncé par l'entreprise pour cet équipement en cuisine (double ou triple poubelle).

- Suivi des consommations

Le surcoût comprend le coût annoncé des sous-comptages électriques.

6 - Analyse des surcoûts

6-1 Surcoûts par logement

Pour l'ensemble du programme ReStart le surcoût généré par la mise en œuvre de dispositifs permettant de réaliser des économies d'énergie et d'eau, ainsi que d'améliorer l'impact de la construction sur l'environnement, se monte en moyenne à 31 953 Francs HT par logement (valeur 1999), avec des écarts très importants entre les diverses opérations puisque le minimum est de 19 241 F HT / logement (projet Fossés de Trion) et le maximum de 67 835 F HT / logement (projet Corbas). La figure 1 représente ces surcoûts pour l'ensemble des opérations.

Soulignons que ce surcoût représente en moyenne 7,4 % du montant du marché de construction, avec un minimum de 4,2 % (projet Fossés de Trion) et un maximum de 14,4 % (projet Corbas).

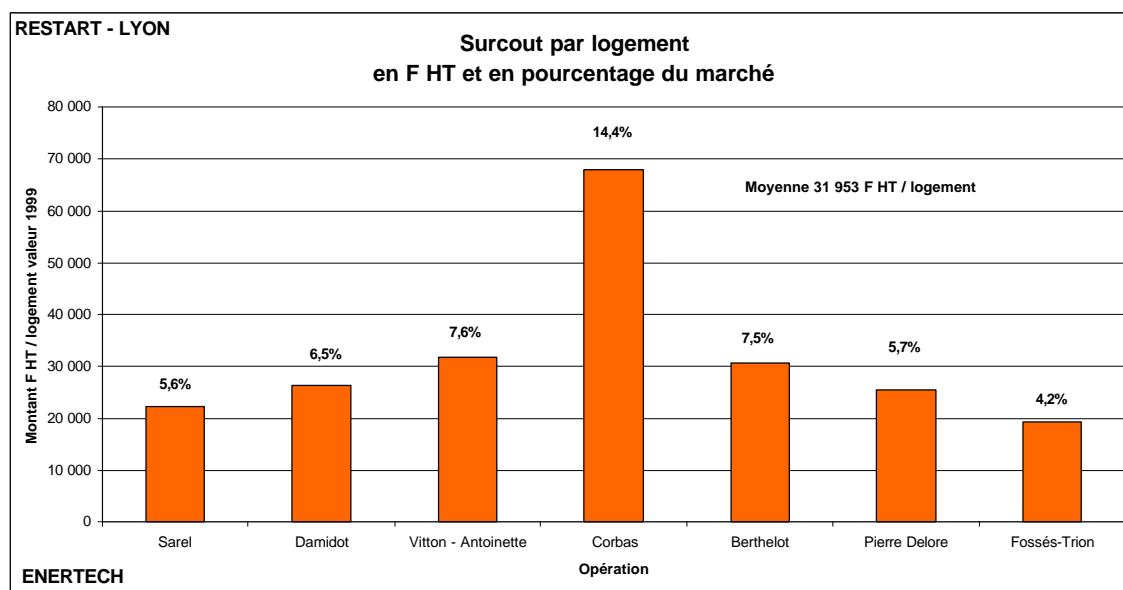


Figure 1 : Montant du surcoût par logement

Il est notable, tout d'abord, qu'une opération se distingue nettement des six autres. Cette opération est singulière pour plusieurs raisons.

En premier lieu, c'est la seule opération du programme ReStart qui comporte des logements individuels, les six autres étant des immeubles de logements collectifs.

Ensuite, c'est également la seule opération du programme pour laquelle le choix de la technique solaire structurante s'est porté sur le plancher solaire direct, les six autres opérations comportant soit une production d'eau chaude solaire, soit une utilisation des apports passifs par la véranda, soit les deux techniques associées.

En dernier lieu il faut souligner que c'est encore la seule opération du programme pour laquelle le choix de l'élément de construction ne comportant pas de PVC, une des vingt mesures obligatoires, s'est arrêté sur le revêtement de sol, en l'occurrence du carrelage en rez de chaussée et du parquet stratifié à l'étage. Ce choix représente un surcoût marqué, dont nous verrons le détail un peu plus loin.

En écartant cette opération, la moyenne des surcoûts pour les logements collectifs se monte à 25 972 F HT par logement, avec un minimum de 19 241 F HT et un maximum de 31 769 F HT par logement.

6-2 Surcoûts par m² de surface habitable

Pour l'ensemble du programme ReStart le surcoût généré par la mise en œuvre de dispositifs permettant de réaliser des économies d'énergie et d'eau, ainsi que d'améliorer l'impact de la construction sur l'environnement, se monte en moyenne à 437 Francs HT par m² de surface habitable (valeur 1999).

Comme pour le surcoût par logement, nous retrouvons un écart important entre les extrêmes, de 264 F à 856 F par m² de surface habitable, voir figure 2.

Pour l'ensemble des projets de logements collectifs, la moyenne est de 368 F HT/m² avec un minimum de 264 F HT et un maximum de 456 F HT, toujours valeur 1999.

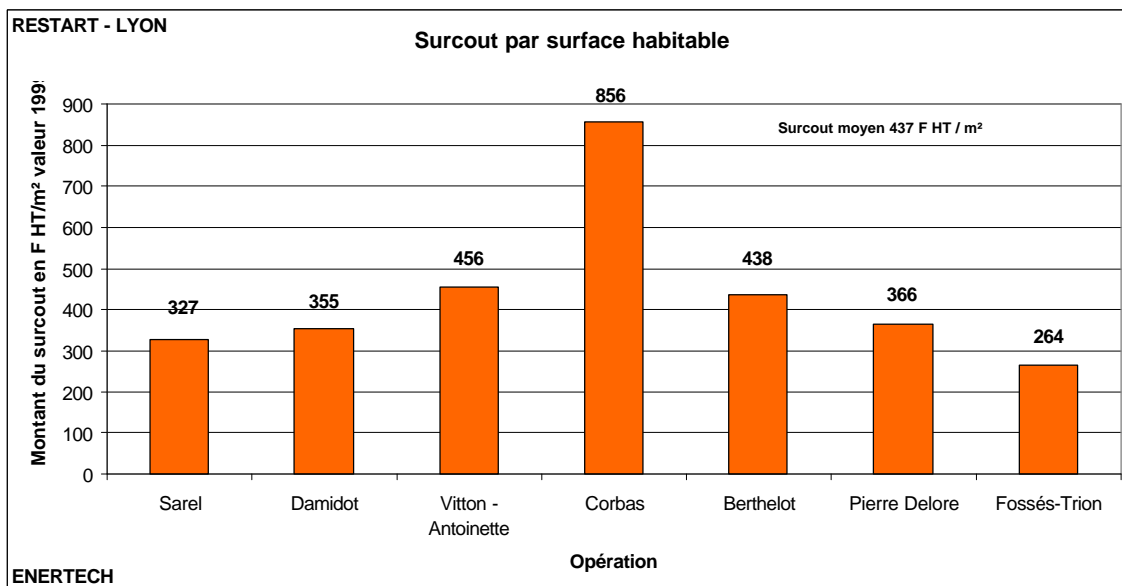


Figure 2 : Montant du surcoût par m² habitable

6-3 Surcoûts par type de dispositif mis en oeuvre

Afin de mieux appréhender le détail des surcoûts il est très intéressant de comparer entre eux les surcoûts représentés par les dispositifs mis en oeuvre dans l'habitat performant.

Le graphique ci-dessous représente le surcoût de ces différents dispositifs. Il est toujours représenté pour un logement moyen. Il faut noter que lorsqu'un équipement n'a pas été mis en place dans la totalité des logements, comme par exemple la véranda solaire qui n'équipe pas les logements mal orientés, le surcoût réel est calculé en ne prenant comme assiette que le nombre de logements comportant cet équipement.

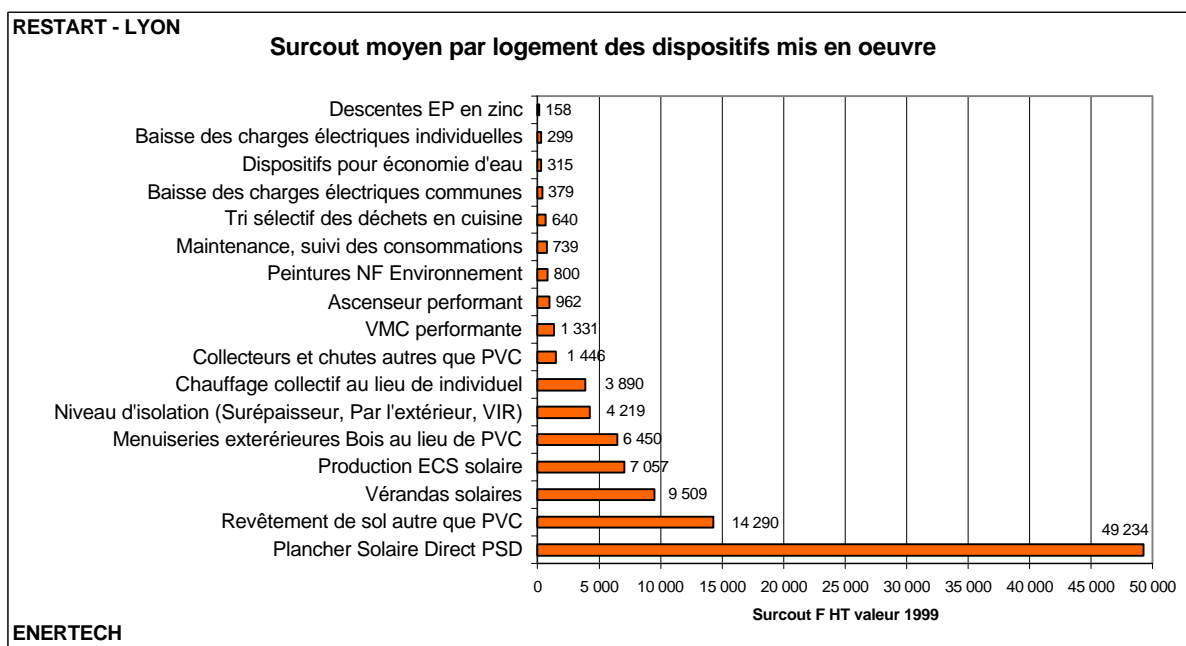


Figure 3 : Montant du surcoût par dispositif mis en oeuvre

6-3-1 Surcoût des solutions solaires structurantes**> Plancher Solaire Direct PSD**

Nous voyons donc apparaître de manière très nette une partie de l'explication de la singularité représentée par l'opération de logements individuels équipés d'un plancher solaire direct.

Cet équipement de loin le plus onéreux à l'installation, représente un surcoût de 49.234 F HT par logement, soit 5,5 fois le surcoût représenté par une véranda solaire. Ce surcoût correspond à 10,6 % du montant du marché de construction de cette opération. Cela représente évidemment un effort très important pour le maître d'ouvrage, mais devrait être justifié par un abaissement important des dépenses de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.

> Véranda solaire

Ce dispositif représente un surcoût unitaire moyen de 9 509 F HT par logement, ce qui équivaut à 2,2 % du coût de construction du logement moyen constaté sur l'ensemble des six opérations de logements collectifs.

L'analyse détaillée, opération par opération, montre une forte disparité de surcoût entre l'opération la moins couteuse (le surcoût étant de 5 557 F HT / véranda) et la plus onéreuse (cette fois-ci il est de 14 848 F HT par véranda), voir tableau ci-dessous.

Type de menuiserie	Type de véranda		
	<i>Encastré</i>	<i>Semi-encastré</i>	<i>Encastré et en angle</i>
<i>Baies PVC</i>	7500 F (Damidot) 6631 F (Vitton)		5557 F (Fossés de Trion)
<i>Baies Aluminium</i>		13007 F (Berthelot)	
<i>Façade rideau Aluminium</i>	14848 F (Sarel)		

Surcoût d'une véranda solaire pour les différents projets

Plusieurs explications peuvent être avancées pour expliquer ces écarts très importants :

D'abord la méthode de calcul de surcoût utilisée atteint probablement ses limites dans les projets où il s'avère que le dessin du bâtiment n'aurait pas été identique si la véranda n'avait pas existé et avait été remplacée par un balcon. La méthode choisie pour le calcul a donc tendance à surévaluer le coût du balcon et par conséquent à minimiser le surcoût de la véranda. C'est probablement le cas pour l'opération dont le surcoût est le plus faible (Fossés de Trion).

D'autre part, des facteurs explicatifs des différences constatées se trouvent dans le type de la menuiserie ainsi que dans la typologie de la véranda (encastrée ou semi-encastrée). En effet, la comparaison entre deux projets dont le dessin et le type de vitrage sont similaires (Damidot et Sarel) révèle un écart de surcoût très important, puisqu'allant du simple au double (respectivement 7 500 F et 14 848 F HT par véranda). Dans le premier projet la véranda est fermée par une baie vitrée PVC classique, alors que dans le second, nous sommes en présence d'une façade rideau en aluminium avec rupture de pont thermique.

L'analyse du projet Berthelot, constitué de vérandas de type semi-encastré - la véranda débordé en partie du plan de la façade de l'immeuble - montre que le coût de la menuiserie extérieure de la véranda est supérieur de près de 40 % à celui qu'il aurait été si cette

menuiserie était placée au nu de la façade (type encastré). La différence de coût étant lié à la surface supplémentaire représentée par les joues débordantes des vérandas semi-encastrées.

Ces deux exemples illustrent bien, outre la difficulté représentée par une analyse fine et pertinente des surcoûts, le fait que ces surcoûts sont intimement mêlés au parti architectural retenu.

Nous retiendrons qu'une véranda solaire encastrée et chaude représente un surcoût moyen d'environ 7 000 à 8 000 F HT.

► **Production d'ECS solaire**

Pour l'ensemble des logements desservis par l'ECS solaire le surcoût moyen par logement de ce dispositif est de 7 125 F HT avec un minimum de 4 947 F HT par logement et un maximum de 8 779 F HT par logement. Ce surcoût représente 1,7 % du coût de la construction du logement moyen constaté sur l'ensemble des six opérations de logements collectifs.

La dispersion s'explique en grande partie par le taux de surface de captage rapportée au logement. Ce taux varie en effet entre 1.05 m² et 2 m² par logement.

Le surcoût moyen en fonction de la surface de captage est de 4 832 F HT / m² avec un minimum de 4086 F HT (projet Fossés de Trion) et un maximum de 5949 F HT / m² (projet Berthelot).

6-3-2 Surcoût des solutions optionnelles complémentaires

► **Baisse des charges électriques communes**

Le surcoût engendré par la mise en place de dispositifs économes permettant de réduire les charges électriques communes se monte en moyenne à 379 F HT par logement, ce qui représente une fraction infime du coût du logement moyen. Ce surcoût s'échelonne de 63 à 1485 F par logement. En excluant l'opération la plus chère, dont les coûts unitaires sont atypiques, la moyenne des surcoûts de ce poste est de 194 F HT par logement.

► **Baisse des charges électriques des particuliers**

Le surcoût engendré par la mise en place de dispositifs économes permettant de réduire les charges électriques des particuliers se monte en moyenne à 299 F HT par logement. Comme pour le poste précédent, ce qui représente une fraction minime du coût du logement moyen. Ce surcoût s'échelonne de 60 à 695 F par logement.

6-3-3 Surcoût des autres mesures obligatoires

► **Renforcement de l'isolation de l'enveloppe**

Ce dispositif représente un surcoût moyen de 4 219 F HT par logement sur l'ensemble des sept projets. Le surcoût minimum se monte à 529 F HT et le maximum à 10 068 F HT par logement, ce qui peut paraître très dispersé.

En réalité cette dispersion trouve son explication dans le mode d'isolation des parois opaques verticales.

Lorsque la technique utilisée est une isolation par l'intérieur, ce qui est le cas dans 4 projets, le surcoût moyen du renforcement de l'isolation est de 1 016 F HT par logement, avec un minimum de 529 F HT et un maximum de 1 285 F HT.

En revanche lorsque l'isolation par l'extérieur a été mise en œuvre, le surcoût moyen est de 8 490 F HT par logement, avec un minimum de 5 951 F HT (projet Damidot) et un maximum de 10 068 F HT (projet Delore). En outre, il faut souligner que dans le projet dont le surcoût est le plus élevé, les dispositions architecturales particulières (façade courbe, vêtue) participent à l'alourdissement de ce surcoût.

► **Chauffage collectif**

Ce dispositif représente un surcoût moyen de 3 890 F HT par logement sur l'ensemble des six projets d'habitat collectif. Le surcoût minimum se monte à 966 F HT et le maximum à 6 491 F HT par logement.

L'écart important entre les extrêmes s'explique par deux éléments :

- l'ampleur des réseaux de distribution de chauffage et d'ECS, qu'elle soit due à la configuration du projet, par exemple lorsqu'il y a plusieurs bâtiments ou bien la conception des logements (pièces humides contigues ou non).
- le surcoût représenté par le surdimensionnement du réseau de distribution de gaz pour l'alimentation de la cuisson. On constate, en effet, que dans la plupart des projets collectifs du programme ReStart, le réseau de distribution intérieur (conduite d'immeuble, colonnes montantes) est dimensionné pour une puissance bien supérieure à celle de la cuisson, qui représente pourtant le seul usage à alimenter. En conséquence cette disposition représente une incidence d'environ 2000 F HT par logement sur le coût du chauffage collectif.

Nous constatons par ailleurs que la présence d'une chaudière à condensation, qui rappelle le rendement de génération d'environ 10%, ne semble pas avoir d'incidence financière notable sur le surcoût du au chauffage collectif.

► **Economies d'eau**

Les dispositifs permettant de réaliser des économies d'eau représentent un surcoût moyen de 315 F HT par logement sur l'ensemble des projets. Le surcoût minimum se monte à 179 F HT et le maximum à 449 F HT par logement.

► **Ascenseur performant**

Pour ce poste le surcoût moyen est de 962 F HT par logement sur l'ensemble des projets en comportant. Le surcoût minimum se monte à 458 F HT et le maximum à 1 276 F HT par logement.

► **Menuiseries extérieures en bois**

Nous rappelons que ce dispositif n'a été mis en œuvre que sur un seul des sept projets. Son surcoût se monte à 6 450 F HT par logement. Rapporté au m² de menuiserie en tableau, le surcoût est de 375 F /m².

► **Revêtements de sol autres que PVC**

De la même façon ce dispositif n'est présent que sur une seule des sept opérations, celle constituée de logements individuels.

Le surcoût se monte à 14 290 F HT par logement, et se place en 2^{ème} position dans la liste des dispositifs évalués. C'est un surcoût dont le poids est évidemment assez important puisqu'il représente 3,1 % du montant des travaux pour ce projet.

➤ ***Tuyauteries EU/EV horizontales et verticales exempts de PVC***

Ce poste représente un surcoût moyen de 1 446 F HT par logement avec un minimum de 0 F HT et un maximum de 2 299 F HT par logement.

Il faut remarquer que pour une des opérations il n'y a pas de surcoût pour l'utilisation de canalisations en PP par rapport au PVC. Ceci n'est pas surprenant dans la mesure où comme nous l'avons indiqué plus haut, malgré un coût de matériel plus important, le temps de pose de canalisations en PP est moindre – divisé environ par deux.

Par ailleurs nous constatons que l'offre de produits sur le marché est faible et donc les prix de vente sont plutôt élevés, puisqu'à ce jour un seul fabricant/distributeur en France tient les produits en stock.

Enfin, c'était vraiment la première opération réalisée avec ce type de matériau par les entreprises participantes; elles ont donc pris une marge de sécurité.

➤ ***Peintures et vernis NF Environnement***

Ce poste représente un surcoût moyen de 800 F HT avec un minimum de 701 F HT et un maximum de 873 F HT par logement.

➤ ***Ventilation performante***

Le surcoût des dispositifs permettant d'améliorer la performance de la ventilation représente un montant moyen de 1 331 F HT par logement. Le surcoût minimum se monte à 700 F HT et le maximum à 2 090 F HT par logement.

Pour les logements collectifs le surcoût moyen se monte à 1 141 F HT par logement.

Pour les logements individuels il est de 2 090 F HT par logement.

Il faut souligner que parmi les types de dispositifs mis en œuvre, la ventilation de type hygro-réglable représente un surcoût moyen, pour l'ensemble des projets, de 1 489 F HT par logement (1 288 F HT pour les logements collectifs seuls) si les entrées d'air sont de type hygro-réglable (ventilation hygro de type B), et un surcoût moyen de 700 F HT si les entrées d'air sont de type autoréglable (ventilation hygro de type A).

➤ ***Descente EP en zinc***

Le choix de cette disposition représente un surcoût moyen de 158 F HT par logement sur l'ensemble des sept projets du programme ReStart. Le surcoût minimum se monte à 107 F HT et le maximum à 336 F HT par logement.

Pour les logements collectifs seuls le surcoût moyen se monte à 128 F HT par logement. Le surcoût minimum se monte à 107 F HT et le maximum à 154 F HT par logement.

➤ ***Tri sélectif des déchets en cuisine***

Deux projets seulement sont équipés de ce dispositif. Dans le premier, la cuisine comporte un double poubelle, dont le surcoût est évalué à 300 F HT par logement. Le second projet est équipé d'une poubelle triple en cuisine. Son surcoût est de 980 F HT par logement.

➤ ***Maintenance et suivi des consommations***

Deux projets seulement sont équipés de dispositifs de comptage des consommations (hors consommation des ascenseurs qui relève d'une nécessité de répartition des charges communes entre les logements desservis par l'ascenseur). Le surcoût moyen se monte à 739 F HT par logement.

7 – Perspectives de coût

7.1 Vitrage à Isolation Renforcé (VIR)

Avec l'application de la nouvelle réglementation thermique RT2000 depuis juin 2001, ce type de vitrage est devenu le standard et les surcoûts sont inexistants.

7.2 Ascenseur

On assiste depuis quelques années à une disparition assez rapide de l'offre sur les modèles avec local machine, car il permet un gain de place non négligeable en particulier dans les opérations à forte densité urbaine. De plus il est patent, que ce type d'installation n'entraîne pas de gêne acoustique dans les logements, à condition, bien sûr, de respecter quelques règles de conception maintenant bien connues.

Le type d'ascenseur avec moteur à variation de fréquence est en plein essor, car il permet d'améliorer le confort, d'abaisser les puissances nécessaires et donc le coût des abonnements, tout en diminuant la charge financière en exploitation.

Actuellement, nous pouvons considérer qu'il n'y a plus aucun surcoût pour l'installation d'un tel type de matériel.

7.3 Détection de présence dans les circulations

Aujourd'hui, il se confirme que la mise en œuvre de commande d'éclairage à détection de présence représente une moins value certaine par rapport à un système de commande par minuterie, en particulier lorsque chaque étage est commandé séparément.

En effet le coût du détecteur de présence est équivalent à celui d'une minuterie, le câblage est simplifié car une seule ligne de 3 conducteurs est nécessaire au lieu de 1 ligne par niveau pour la commande par minuterie à étages séparés ; enfin les boutons poussoirs (généralement 2 à 3 par niveau) sont totalement supprimés.

7.4 Polypropylène et PE

Comme nous l'avons montré dans cette étude, le coût de mise en œuvre de canalisations d'évacuation en polypropylène (PP) est similaire voire inférieur à celui des canalisations en PVC, grâce à une réduction notable des temps de pose. L'utilisation de ce matériau pourrait se développer rapidement, à condition de créer clairement la demande, car actuellement il n'existe qu'un fabricant disposant de stockage conséquent.

La mise en œuvre de canalisations en polyéthylène (PE) se heurte quant à elle à une mise en œuvre plus technique et demandant un matériel spécifique.

7.5 Peintures NF Environnement

Les peintures et vernis portant le label NF Environnement sont de plus en plus répandus. A ce jour, plus de 160 produits existent sur le marché. La part du matériau peinture utilisée dans la prestation globale du lot peinture étant faible, le surcoût éventuel occasionné par ce label devrait avoir une incidence faible de l'ordre de 1 à 2 % sur le coût total du lot peinture,

8 - Conclusion

Cette étude, conduite avec soin, méthode et rigueur, a permis d'identifier clairement les postes présentant un surcoût et d'évaluer ce surcoût, dans le contexte actuel. Elle a mis en évidence que le surcoût moyen était finalement assez « raisonnable » : 25.972 F H.T./logement (3960 euros) hors opération avec PSD, soit en moyenne 6,0 % du coût de construction.

Or rappelons-nous que les conditions économiques dans lesquelles s'est déroulé le projet ReStart ne lui ont pas été favorables. En 1998, les prix de la construction ont en effet subi sur Lyon une hausse de 15 à 20 %, qui ont rendu impossible de nombreux projets, notamment en logement social. Ces valeurs de surcoût doivent donc être considérées en conservant à l'esprit cette distorsion passagère du marché.

En second lieu, il faut aussi prendre soin d'analyser les surcoûts et ce qu'ils représentent, avec recul. On ne peut aujourd'hui raisonnablement considérer que les surcoûts déterminés dans la présente étude sont des acquis. Parce que Restart est une des premières, opérations de logements sociaux HQE de France. Les technologies mises en œuvre étaient naissantes pour certaines. Ni les entreprises, ni les maîtres d'ouvrage ne les connaissaient. Le marché qui les portait était souvent embryonnaire. Les prix étaient donc élevés. Pour certaines technologies, comme les ascenseurs sans local machine et avec moteur à vitesse variable, on ne parle déjà plus de surcoût mais de moins value. Le même phénomène est observé pour les descentes en polypropylène. La détection de présence dans les circulations des parties communes permet d'économiser beaucoup d'électricité par rapport à la technique habituelle des minuteriers commandant plusieurs paliers simultanément. Mais, malgré ce qui ressort de l'analyse qui précède, c'est aussi la technique la moins chère !

Il est parfois difficile à une entreprise de juger correctement d'une technique qu'elle n'a encore jamais mise en œuvre. On le sait, cela se traduit assez généralement par une surévaluation qui a le grave défaut de « tuer » la solution nouvelle qui tente d'émerger. On ne peut donc ici qu'inciter les entreprises à préciser le mieux possible, sans prendre de sécurité inutile, les solutions qui seront proposées dans les projets, de plus en plus nombreux, qui auront trait à la Haute Qualité Environnementale.

En conséquence, on doit s'attendre dans un futur proche à une réduction importante des coûts observés. Les technologies obsolètes vont disparaître progressivement et laisseront place aux techniques plus performantes, plus respectueuses de l'environnement et des hommes. Le prix de celles-ci vont baisser de façon significative. Il y a quinze ans le surcoût apparaissant lors des appels d'offre pour la pose de vitrage peu émissif était de...500 F/m² de fenêtres. Impossible à rentabiliser. Aujourd'hui, avec un surcoût de 36 F/m² de glace on a non seulement un vitrage peu émissif, mais en plus avec de l'argon !

Il faut aussi observer qu'un surcoût est une notion relative qui implique la définition, comme nous l'avons fait, d'une référence. La réglementation peut évoluer et rendre obligatoire plusieurs des dispositions techniques adoptées dans le projet Restart. Les surcoûts seront immédiatement revus à la baisse. Or cette évolution est fort probable dans l'avenir...■

ANNEXES

A1 - DONNEES GENERALES DES PROJETS DU PROGRAMME RESTART

<i>Projet</i>	<u>Sarel</u>	<u>Damidot</u>	<u>Vitton</u>	<u>Berthelot</u>	<u>Corbas</u>	<u>Delore</u>	<u>Fossés de Trion</u>
<i>Maitre d'ouvrage</i>	Batigère Sarel	OPAC de Villeurbanne	OPAC du Rhone	OPAC du Grand Lyon	Scic Habitat Rhone-Alpes	OPAC du Grand Lyon	OPAC du Grand Lyon
<i>Nombre et type de logements</i>	19 logements collectifs en R+6	17 logements collectifs en R+6	25 logements collectifs en R+5	40 logements collectifs en R+8	22 logements individuels jumelés (programme comportant par ailleurs 15 logements collectifs)	27 logements collectifs en R+5	47 logements sur 7 bâtiments de R+2 à R+3 (programme comportant par ailleurs un bâtiment associatif)
<i>Surface habitable totale</i>	1292 m ²	1267 m ²	1744 m ²	2806 m ²	1720 m ² (2792 m ² avec les logements collectifs)	1876 m ²	3420 m ²
<i>Adresse du projet</i>	44 rue Léon Blum 69100 VILLEURBANNE	14 Cours Damidot 69100 VILLEURBANNE	40 bis cours Richard Vitton 69003 LYON	328 avenue Berthelot 69008 LYON	1 au 22 rue Mirabeau 69960 CORBAS	28 rue Pierre Delore 69008 LYON	21 rue des Fossés de Trion 69005 LYON

A2 - CARACTERISTIQUES DES DISPOSITIFS MIS EN OEUVRE SUR LES PROJETS DU PROGRAMME RESTART

	Sarel	Damidot	Vitton-Antoinette	Corbas	Berthelot jardin du bachut	Pierre Delore	Fossés-Trion
PSD	non	non	non	oui	non	non	non
ECS solaire	non	20 m ² = 1,2 m ² /lgt 1000 l (50 l / m ² capteurs)	40m ² = 1,6 m ² /lgt 2500 l (62.5 l / m ² capteurs)	couplé au PSD 300 l / logement	42 m ² = 1,05 m ² /lgt 3000 l (71.5 l / m ² capteurs)	54 m ² = 2 m ² /lgt 2500 l (46.5 l / m ² capteurs)	63 m ² = 1,7 m ² /lgt 5000 l (79.4 l / m ² capteurs)
Volume de stockage ECS solaire	non						
Serre solaire (nombre et type)	17/19 encastré	15/17 encastré	12/25 encastré (sauf 1)	non	34/40 semi- encastré	non	29/47 encastré =9 angle=20
Surface au sol de la serre	7,0 à 8,9 m ²	5,8 à 9,6 m ²	4,7 à 6,8 m ²	N/A	6,2 à 7,4 m ²	N/A	4,8 à 6,6 m ²
LFC en parties communes :	Hall, escaliers, couloirs et extérieur	Halls et extérieur	Hall, escaliers et couloirs	SodiumHP pour extérieur	Hall, escaliers, couloirs et extérieur	Hall, escaliers, couloirs et extérieur	Hall, escaliers, couloirs et extérieur
Commande éclairage par détection de présence	non	non	Hall et couloirs	N/A	oui	oui	oui
Asservissement éclairage ascenseur	non	oui	non	N/A	non	non	non
Moteur à VEV	non	Chauffage + VMC	non	non	non	Chauffage	non
Ascenseur performant	non	VF sans local	VF sans local	N/A	VF	sans local	non
Réduction des veilles	non	non	non	non	non	BAES à led	non
LFC dans les logements	oui	oui	non	3/logt	non	oui	non
PC de la TV sur inter	oui	oui	oui	non	non	oui	oui
Double alim des LV	oui	oui	oui	non	non	oui	non
Isolation par extérieur	non	oui	oui	non	non	oui	non
Performance d'enveloppe	GV ref - 31 %	GV ref - 25 %	GV ref - 16 %	GV ref [- 15 %, -25 %]	GV ref - 22 %	GV ref - 25 %	GV ref - 21 %
Performance énergétique	HPE4*	HPE 3*	HPE4*	HPE3* ++	non	HPE3*	HPE4*
Vitrage peu émissif	oui + Argon	oui + Argon	oui + Argon	K=2,10	oui ? K=2,95 Kjn 1,95	oui + Argon	non
Surisolation de l'enveloppe murs (épaisseur en cm, matière)	10 LM	10PSE	11 PSE unimat	10 PSE	8 LM (K =0,37)	10 PSE	10 LM

VF : Variation de Fréquence

CARACTERISTIQUES DES DISPOSITIFS MIS EN OEUVRE SUR LES PROJETS DU PROGRAMME RESTART (suite)

	Sarel	Damidot	Vitton-Antoinette	Corbas	Berthelot jardin du bachut	Pierre Delore	Fossés-Trion
Surisolation de l'enveloppe toiture (épaisseur en cm, matière)	20 LM	20 LM	8 PUR ou 20 LM	23 LM soufflée	20 LM (K=0,20)	20 LM	10 PSE ou 15 PU ou 20 LM
Surisolation de l'enveloppe Plancher (épaisseur en cm, matière)	10 LM Projeté	10 LM Projeté	K=0,44	8 LM projeté ou 6PXE (PSD)	9 LM Projeté (K=0,39)	10 LM Proj	10 PSE
Chauffage collectif	oui	oui	oui	N/A	oui	oui	oui pour 38/47 logements
Chaudière à condensation	oui	non	non	non	non	oui	oui
Limiteur de pression d'eau	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui
WC 3/6 litres	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Douchettes à turbulence	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non
Limiteurs de débit, Mousseurs	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui
Collecteurs et chutes EU/EV/EP exempts de PVC	PE en ss-sol	PP	PP	non	non	PP	PE
Autres Matériaux exempts de PVC	non	non	non	parquet stratifié + carrelage	Fenetre Bois	non	non
Peintures et vernis NF environnement	oui	oui	non	non	non	non	oui
VMC Hygroréglable	Oui avec EA hygro	non	Oui avec EA Auto	Oui avec EA hygro	Oui avec EA hygro	non	oui avec EA hygro
Double poubelle en cuisine	non	oui	non	non	non	Triple	non
Descente EP en zinc	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Sous comptage électrique des Services Généraux	non	oui	asc/	non	Ascenseur et chaufferie-ECS	thermique + 9 elec	non
Surisolation du réseau de distribution ECS	non	oui	oui	non	non	oui	non

A3 - TABLEAU RECAPITULATIF DES SURCOÛTS PAR DISPOSITIF ET PAR OPÉRATION

Exprimé en F HT par logement (valeur 1999)

Dispositifs	Sarel	Damidot	Vitton - Antoinette	Corbas	Berthelot	Pierre Delore	Fossés- Trion	Moyenne	mini	Maxi
Plancher Solaire Direct PSD				49 234				49 234	49 234	49 234
Prod ECS solaire		4 947	8 742		6 246	8 918	6 435 (1)	7 057	4 947	8 918
Vérandas solaires	14 848 (1)	7 500 (1)	6 631 (1)		13 007 (1)		5 557 (1)	9 509	5 557	14 848
Baisse des charges électriques communes	63	637	188	84	110	1 485	85	379	63	1 485
Baisse des charges électriques individuelles	602	160	160	120		695	60	299	60	695
Niveau d'isolation (Surisolation, Vitrage à Isolation Renforcée)	1 285	5 951	9 451	1 255	529	10 068	994	4 219	529	10 068
Chauffage collectif au lieu de individuel	3 260	3 876	6 197		2 550	966	6 491 (1)	3 890	966	6 491
Economie d'eau	259	179	252	426	449	379	261	315	179	449
Ascenseur performant		1 276	458		1 030	1 084		962	458	1 276
Menuiseries exter Bois au lieu de PVC					6 450			6 450	6 450	6 450
Revêtements de sol autres que PVC				14 290				14 290	14 290	14 290
Collecteurs et chutes autres que PVC	1 232	824	2 299			0	1 428	1 446	0	2 299
Peintures NF Environnement	701	827					873	800	701	873
VMC performante	1 440		700	2 090	1 231		1 194	1 331	700	2 090
Descentes EP en zinc	115	124	139	336	129	107	154	158	107	336
Tri sélectif des déchets en cuisine		300				980		640	300	980
Maintenance, suivi des consommations		706				772		739	706	772
TOTAL du Surcout par opération	22 242	26 423	31 769	67 835	30 705	25 454	19 241	31 953	19 241	67 835

(1) Tous les logements de cette opération ne sont pas équipés du dispositif. Le total en tient compte.

A4 – Répartition des Surcoûts par type de logement

Logements collectifs

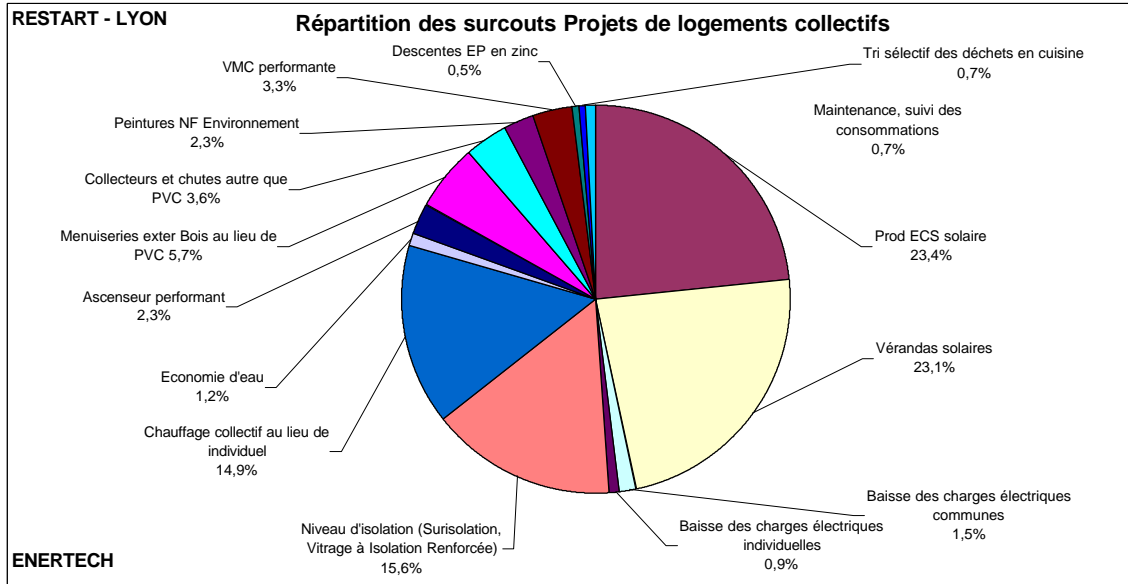


Figure A4.1 – Répartition des surcoûts pour l'ensemble des 6 projets de logements collectifs

Logements individuels

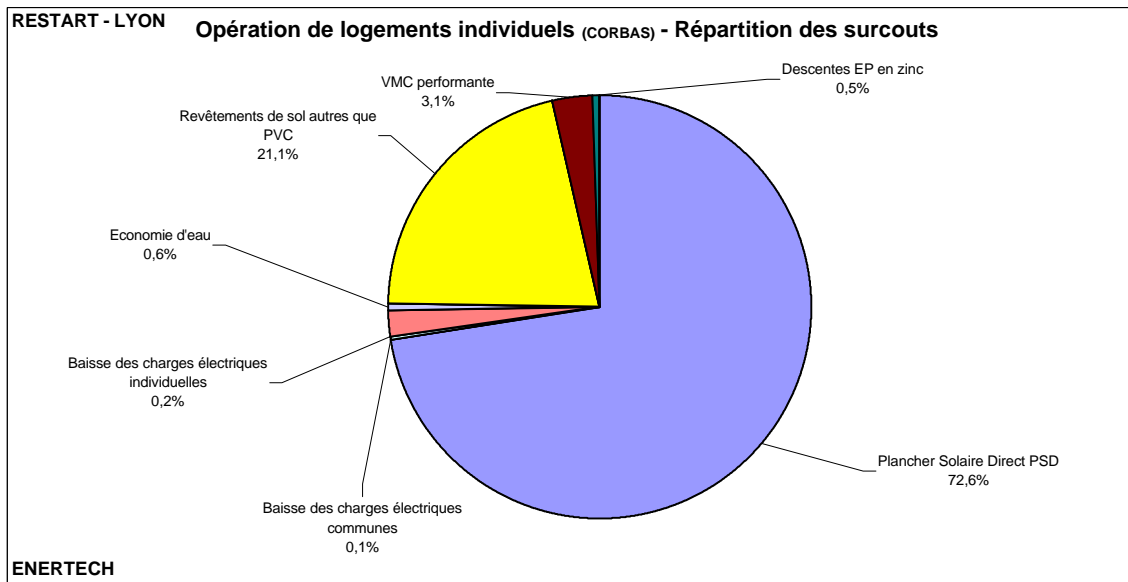


Figure A4.2 – Répartition des surcoûts pour le projet de logements individuels

A5 – Surcoûts par opération

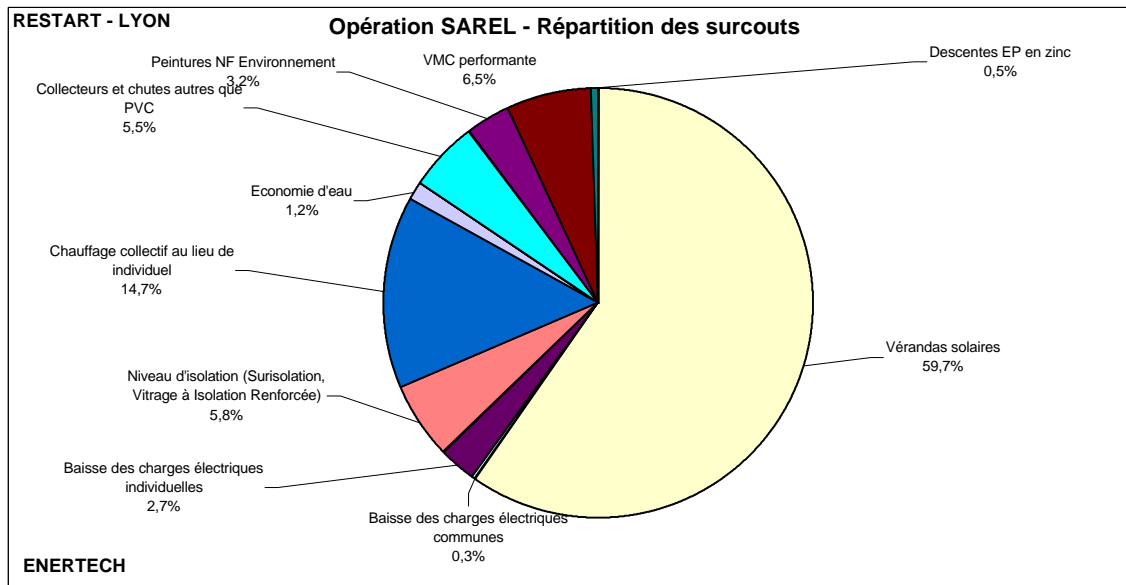


Figure A5.1 – Répartition des surcoûts pour l'opération SAREL

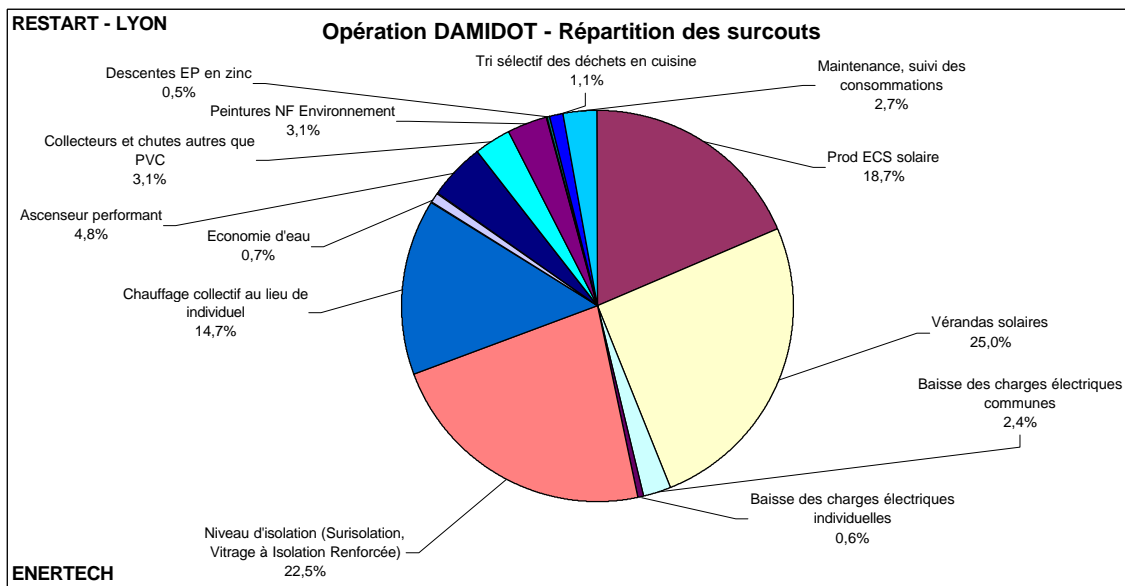


Figure A5.2 – Répartition des surcoûts pour l'opération DAMIDOT

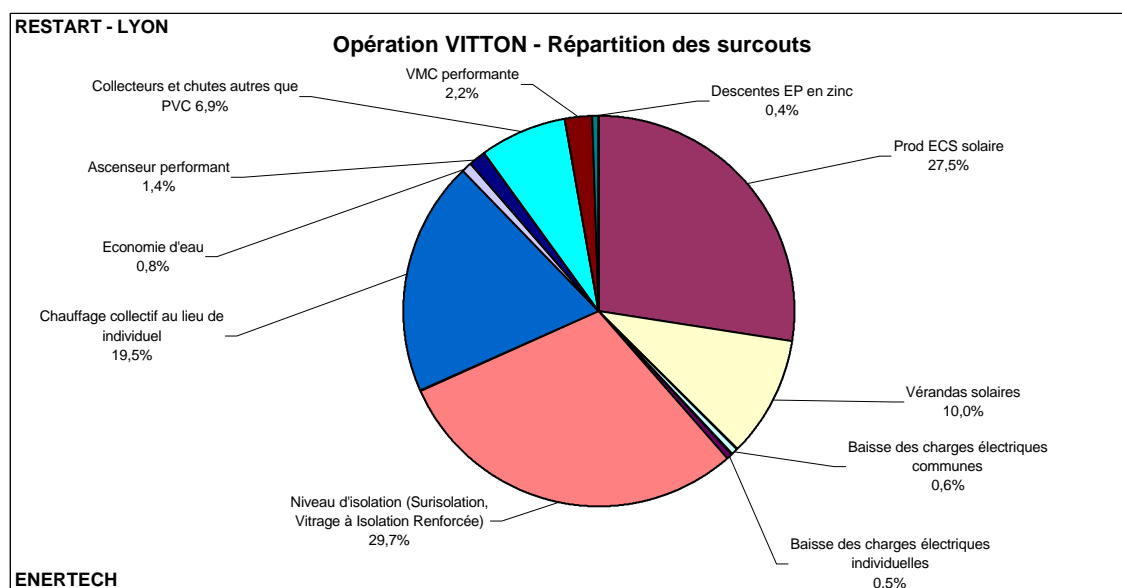


Figure A5.3 – Répartition des surcoûts pour l'opération VITTON-ANTOINETTE

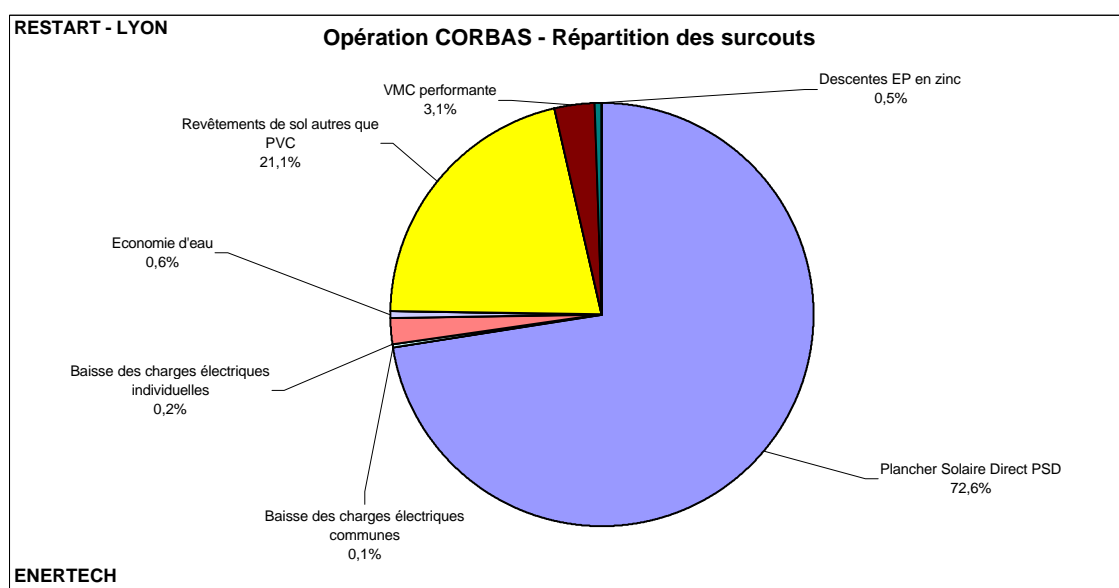


Figure A5.4 – Répartition des surcoûts pour l'opération CORBAS (logements individuels)

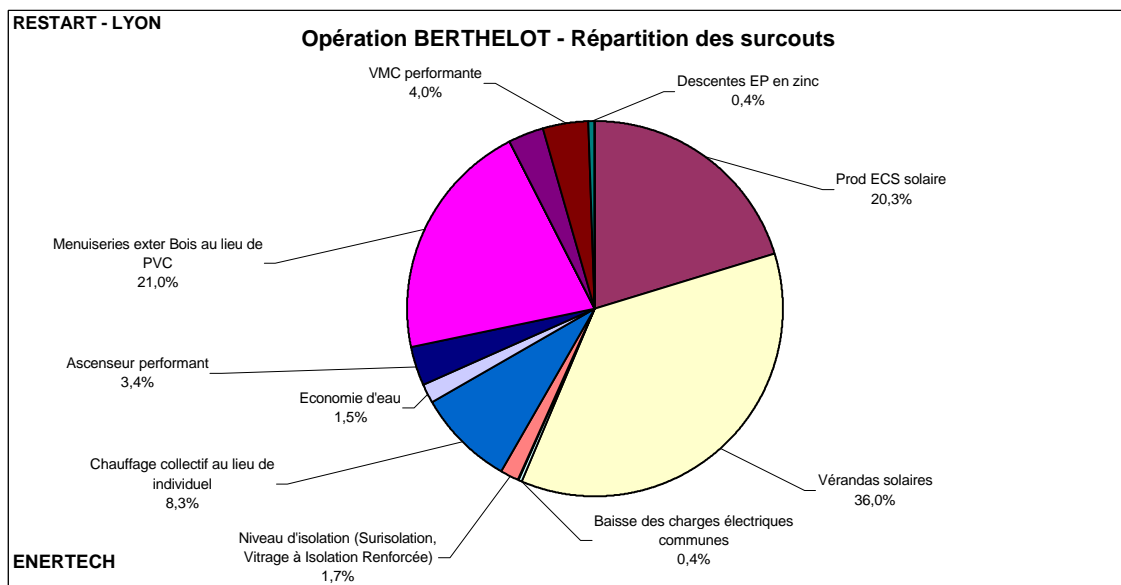


Figure A5.5 – Répartition des surcoûts pour l'opération BERTHELOT

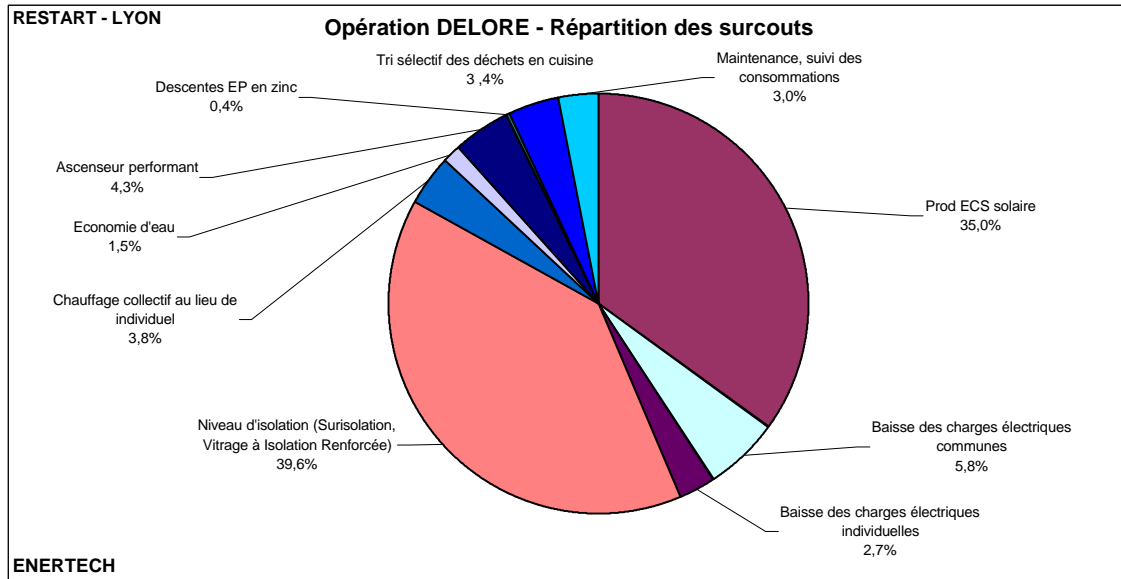


Figure A5.6 – Répartition des surcoûts pour l'opération DELORE

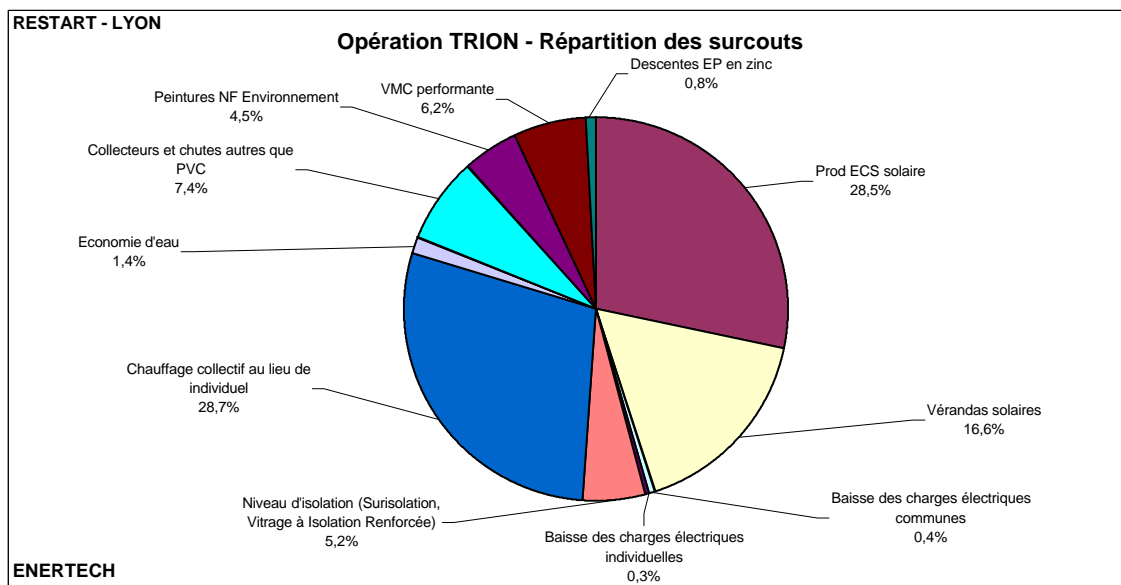


Figure A5.6 – Répartition des surcoûts pour l'opération FOSSÉS DE TRION