



Centre d'échanges et de ressources pour la qualité environnementale des bâtiments et des aménagements en Rhône-Alpes

---

## COÛT ET PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS - ETAT DES CONNAISSANCES

Centre de ressources >> Construction >> Retours d'expériences >> Retours d'évaluation



Nadine ADRA – Soft Energy

Janvier 2009

---

CENTRE DE RESSOURCES « ENVIROBOITE »



[www.envirobat-med.net](http://www.envirobat-med.net) – [www.ville-amenagement-durable.org](http://www.ville-amenagement-durable.org)

|                                                                                                                                   |                                                                                                           |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | <p align="center"><b>COÛT ET PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS<br/>- ETAT DES CONNAISSANCES -</b></p> |  |
| <p align="center">Centre de ressources &gt;&gt; Construction &gt;&gt; Retours d'expériences<br/>&gt;&gt; Retours d'évaluation</p> |                                                                                                           | <p align="center">Soft Energy</p>                                                  |

## INTRODUCTION

Depuis la fin des années 90, la réalisation d'opérations de construction prenant en compte la qualité énergétique des bâtiments a été encouragée. Indépendamment de la composante environnementale, l'accent a souvent été mis sur le fait que les investissements supplémentaires réalisés étaient ensuite amortis grâce aux économies d'énergie réalisées.

En dressant un premier bilan, la DRE Rhône-Alpes a constaté qu'il y a peu d'éléments objectifs sur la réalité de ces retours sur investissement. Cet état rapide a donné une double impression de foisonnement (tout le monde se préoccupe de développement durable) et de manque de fiabilité des informations disponibles.

Or, les politiques qui se mettent en place insistent sur la nécessité de ne pas se contenter d'appliquer la réglementation thermique aux bâtiments neufs et veulent induire une forte dynamique de travaux dans l'existant qui se trouve être la principale source potentielle d'économies d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre.

Ce constat a conduit la DRE Rhône-Alpes à proposer la réalisation de la présente étude, qui a pour objectif de faire un état des lieux des connaissances existantes relatives à l'efficacité réelle des opérations d'amélioration énergétiques des constructions (neuf et existant, logement et tertiaire).

L'étude a été réalisée par Soft Energy et Transénergie<sup>1</sup> de janvier à avril 2008. Le travail s'est déroulé selon les étapes suivantes :

- Recensement bibliographique : constitution d'une base de données de 226 documents en relation avec le sujet et classement des documents.
- Analyse des documents : 47 documents ont été sélectionnés et analysés.
- Enquête auprès des acteurs : une série d'entretiens a été réalisée auprès de 4 acteurs afin de recueillir des retours d'expérience sur les différents thèmes ciblés par l'étude.
- Synthèse des analyses et des informations recueillies.

*Mise en garde :*

La principale difficulté rencontrée lors de la réalisation de ce travail est liée à la diversité des méthodes et paramètres utilisés dans les documents analysés, ce qui rend difficile leur comparaison. A titre d'exemple :

- il a été difficile de vérifier si les temps de retour annoncés sont basés sur un calcul économique précis ou sur une estimation approximative,
- les données sur les consommations manquent souvent de précision : énergie primaire ou finale, consommations prises en compte, etc.,
- la référence de base utilisée pour le calcul des surcoûts est rarement précisée,
- les documents analysés concernent principalement des études réalisées entre les années 2000 et 2008 pendant lesquelles les prix et les standards ont subi d'importantes variations.

Il est donc important de noter que les informations présentées dans cet article proviennent des documents analysés et doivent être considérées avec précaution en prenant en compte les récentes évolutions dans les domaines de la rénovation énergétique et de la qualité environnementale.

## RECENSEMENT ET CLASSEMENT BIBLIOGRAPHIQUE

Au début de l'étude, un recensement des données et des études existantes en France sur le sujet de l'efficacité des opérations d'amélioration énergétique des constructions neuves et existantes a été réalisé. Une recherche au niveau Européen et international sur ce sujet a également été effectuée.

**226 documents ont été identifiés comprenant en particulier des rapports d'étude et des fiches de description des opérations.**

<sup>1</sup> Pour la partie solaire thermique et solaire photovoltaïque

L'ensemble des documents recensés a été classé dans un tableau Excel permettant de faire un tri des documents par critère. Ce classement prend en compte les critères suivants :

- Informations générales : titre du document, auteur, année, type (rapport, fiche, etc.), support (papier, informatique, etc.) ;
- Données : thème principal (économie de l'énergie, qualité environnementale, énergie renouvelable, etc.), type d'opérations (logement/tertiaire, neuf/existant) ;
- Synthèse ;
- Lien internet.

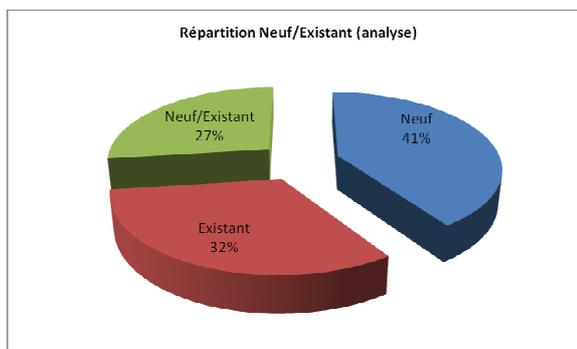
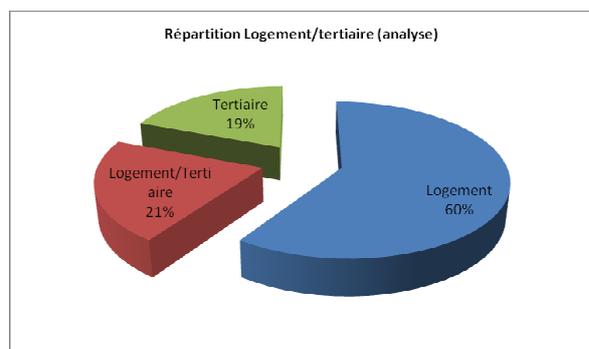
## ANALYSE DES DOCUMENTS

Pour l'analyse des documents, nous avons développé une fiche de synthèse type qui reprend les principales informations qu'ils contiennent. Elle est organisée comme suit :

- Identification du document (auteur, donneur d'ordre, source, année, type et thème) ;
- Description sommaire résumant le contenu du document ;
- Type(s) d'opération présenté(s) (Résidentiel/tertiaire, neuf/existant) ;
- Types de solutions techniques traitées (Energie solaire, isolation, lumière naturelle, chauffage, etc.) ;
- Type d'information fournie (socio-économique, politique, formation, conception, simulation, mesures sur site) ;
- Principaux renseignements reprenant en particulier les données issues d'un retour d'expérience (coût, consommation énergétique, etc.).

Parmi les 226 documents identifiés et classés, 47 documents ont été sélectionnés pour faire l'objet d'une analyse. Nous avons en particulier analysé les informations liées aux retours d'expérience sur la fiabilité et la rentabilité des travaux d'efficacité énergétique.

Les figures 1 et 2 présentent la répartition des documents analysés par type d'opérations. Nous notons que le logement seul représente 60% des documents analysés et que la répartition neuf/existant paraît équilibrée.



**Figures 1 et 2 : Répartition des documents analysés Logement/Tertiaire et Neuf/Existant**

La figure 3 montre la répartition des types de solutions pour les 47 documents analysés : les solutions liées à l'isolation, la ventilation et l'ECS sont les plus abordées. Notons qu'un même document peut être concerné par un ou plusieurs types de solutions.

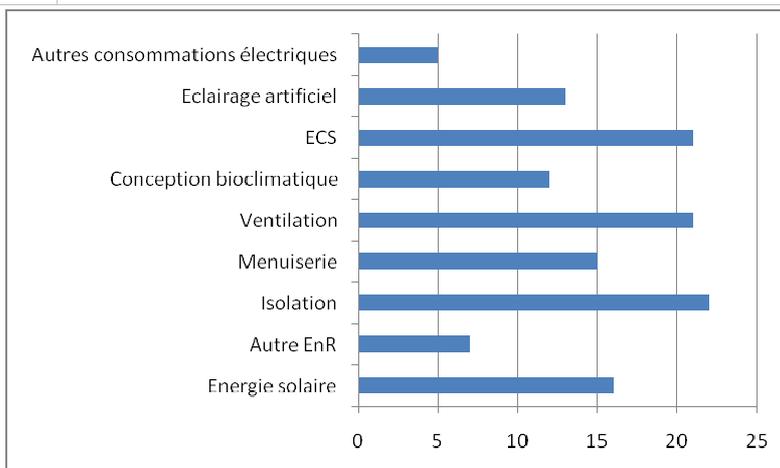


Figure 3 : Répartition des documents analysés par type de solution

L'étude reprend les principaux enseignements obtenus et le retour d'expérience sur des opérations présentées dans les documents analysés. Ces informations sont classées comme suit :

- Présentation des opérations analysées avec un retour d'expérience
- Présentation des études et projets sur la basse consommation
- Présentation des études sur le solaire thermique et le photovoltaïque

## SYNTHESE DES ANALYSES

Nous présentons ci-dessous **une partie de la synthèse** des informations **obtenues à partir de l'analyse des différents documents de la bibliographie**, classée selon les principaux thèmes visés par l'étude.

### 1. LES SURCOUTS ET LES REDUCTIONS DE CHARGE ET DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

Il faut noter tout d'abord qu'il est difficile de généraliser les estimations économiques et énergétiques données pour un projet. En effet, chaque projet a ses propres contraintes, et en plus il peut exister des différences dans le mode de calcul des surcoûts et des consommations (prise en considération ou non des autres mesures de QEB<sup>2</sup> dans les surcoûts, calcul par m<sup>2</sup> habitable ou SHON non explicite, etc.). Cependant, en général nous observons les ordres de grandeurs suivants :

#### 1.1. Surcoûts liés à l'efficacité énergétique et à la QEB

##### ➤ Résidentiel neuf :

- Pour une construction neuve, les surcoûts observés pour la qualité environnementale (dont 80% en général pour l'efficacité énergétique) sont généralement en dessous des **10%** du coût global du projet, mais peuvent atteindre **15%**. Une moyenne de **6%** (56 € HT/m<sup>2</sup> habitable) est observée pour 6 opérations collectives réalisées dans le cadre du programme ReStart.
- Le coût de la solution «basse énergie» (isolation, ventilation, vitrages, production de chauffage) s'élève à environ **200 € TTC par m<sup>2</sup> habitable** pour du petit collectif.
- Le surcoût d'une solution base par rapport à une solution RT2005 - 40% est de **11 à 12%** pour deux opérations collectives étudiées.
- L'expérience allemande montre des surcoûts de construction d'environ : **50 à 100 €/m<sup>2</sup>** pour les maisons 3 litres, **150 à 250 €/m<sup>2</sup>** pour les maisons passives, **500 €/m<sup>2</sup>** pour les maisons à énergie positive. En Allemagne, les surcoûts relevés indiquent aussi des ratios de **7 à 10%**.

<sup>2</sup> Qualité Environnementale des Bâtiments

- L'investissement supplémentaire moyen des maisons MINERGIE® est de seulement **6%** (moins de **5%** pour les immeubles).
  - Des études ont montré pour des bâtiments certifiés LEED®<sup>3</sup> comparés à un bâtiment respectant uniquement les normes en vigueur aux Etats-Unis, un surcoût moyen de **2%** et une réduction moyenne de la consommation énergétique de **28%**.
- *Résidentiel en rénovation :*
- Pour une rénovation, le surcoût varie généralement entre **70 et 200 €/m<sup>2</sup> habitable**. Cependant, le surcoût des travaux pour l'efficacité énergétique et le confort hygrothermique a été estimé à **294 €/m<sup>2</sup>** pour une opération de rénovation de logements sociaux à Dunkerque<sup>4</sup>.
  - Une solution technique dite universelle (isolation performante de l'enveloppe, ventilation double flux et chauffage gaz à condensation) se situe à **150 € TTC/m<sup>2</sup>** (valeur juin 2004)<sup>5</sup>.
- *Tertiaire neuf et rénovation :*
- Comme pour le résidentiel, le surcoût lié à la QEB (par rapport à une solution réglementaire) est souvent inférieur à **10%**.
  - Le surcoût d'une construction HQE® est estimé entre **5 et 15%**.
  - La réhabilitation d'un bâtiment ancien en centre technique et administratif au parc de la Deûle a présenté un surcoût global de **13%** lié à la QEB.

## 1.2. Economies de charges et de consommation énergétiques

Les informations présentées ci-dessous sont issues des retours d'expérience d'opérations étudiés.

- *Résidentiel neuf :*
- En général, les opérations réalisées avec des efforts pour l'efficacité énergétique aboutissent à des consommations annuelles de chauffage inférieures à **70 kWh/m<sup>2</sup> habitable**, soit près de **-40%** par rapport à un bâtiment réglementaire.
  - Les consommations de chauffage sont souvent supérieures aux estimations avec une marge liée surtout à des problèmes de régulation. Les principales sources de divergences entre prévisions et mesures sont listées ultérieurement dans ce document.
  - La consommation d'ECS est très souvent supérieure aux prévisions.
  - La facture énergétique globale peut être réduite (par rapport à la référence réglementaire) de **30 à 75%**. Idem pour les émissions de CO<sub>2</sub>.
  - L'économie de charges entre une solution base et une solution HPE est négligeable. Elle est de **27% à 30%** pour la solution RT2005 - 40%.
  - La consommation électrique des services généraux peut être réduite de **50%** et plus.
  - Le dispositif de réduction de la consommation de veille des équipements (commande murale) permet une économie allant jusqu'à **70%**.
  - Le projet BedZed au Royaume-Uni a permis aux habitants de se passer de chauffage et de réduire de **90 %** la facture.
  - Les bilans de la résidence Salvatierra à Rennes, de BedZed dans la banlieue de Londres, de la ZAC de Bonne à Grenoble... vont toutes dans le même sens : le surinvestissement, de l'ordre de **5 à 10 %** selon les projets, permet des gains de **30 à 50 %** sur la facture énergétique.
  - D'une taille d'environ 120 m<sup>2</sup> chacune, 51 maisons individuelles passives construites à Stuttgart Feuerbach, ont une consommation de chauffage proche en moyenne des besoins calculés à **15 kWh/m<sup>2</sup>.an**.
  - Un logement neuf construit selon le label MINERGIE® consommera **3 fois moins** qu'un logement construit selon la Réglementation Thermique 2005 (RT2005) et jusqu'à **10 fois moins** qu'une construction ancienne.

<sup>3</sup> Le label LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design) est une sorte de label Haute Qualité Environnementale américain avec six cibles (site durable, eau, énergie, matériaux, confort, innovation) et quatre niveaux de performance (standard, argent, or, platine).

<sup>4</sup> Résidences Blieriot, Garros et Nogues, ZAC de Courghain à Grande Synthe (59), réhabilitation de 104 logements locatifs sociaux

<sup>5</sup> Référence : Rénovation à basse consommation d'énergie des logements en France, Projet « RENAISSANCE », Programme européen CONCERTO, ENERTECH, 2007

➤ *Résidentiel en rénovation :*

- Une réduction des charges de chauffage et d'ECS de **40 à 60%** (jusqu'à 6 € HT/m<sup>2</sup>.an) peut être obtenue en rénovation.
- L'absence de récupération de chaleur sur l'air extrait ne rend pas possible l'objectif de **50 kWh/m<sup>2</sup>.an**.
- Pour un projet de réhabilitation d'un chalet en maison bioclimatique à Altenbach (en 2005) la consommation de chauffage d'origine estimée à 300 kWh/m<sup>2</sup>.an est passée à **50 kWh/m<sup>2</sup>.an**.
- Projet de réhabilitation 'Efficient homes' en Allemagne : avant réhabilitation, la consommation moyenne des 140 bâtiments était de 336 kWh/m<sup>2</sup>.an. Après réhabilitation, cette consommation devra atteindre selon les calculs **44 kWh/m<sup>2</sup>.an**.

➤ *Tertiaire neuf et rénovation :*

- Comme pour le résidentiel, les consommations de chauffage sont souvent supérieures aux estimations avec une marge liée surtout à des problèmes de régulation.
- L'expérience allemande montre qu'il est possible d'atteindre des valeurs de consommation extrêmement faibles en tertiaire neuf (consommation énergétique globale inférieure à **50 kWh/m<sup>2</sup>**).
- Une réduction de **30 à 40%** sur la consommation de chauffage a été possible sur deux opérations de rénovation de lycées en Rhône-Alpes. La réduction des charges d'électricité est de l'ordre de **42%** pour l'un des deux lycées.
- Les économies d'exploitation dans un immeuble de qualité environnementale (neuf ou rénovation lourde) peuvent atteindre **30%**.

### 1.3. Retour sur investissement

➤ *Résidentiel neuf :*

- Le temps de retour sur les investissements dédiés à l'amélioration de l'efficacité énergétique en construction neuve est souvent **inférieur à 10 ans**.

➤ *Résidentiel en rénovation :*

- Le temps de retour sur les investissements dédiés à l'amélioration de l'efficacité énergétique en rénovation **peut être inférieur à 10 ans**. Cependant il peut être beaucoup plus long dans certains cas (exemple de réhabilitation de logements locatifs sociaux à Dunkerque).
- Le coût moyen de la rénovation énergétique de deux bâtiments exemples, permettant une consommation inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>.an (isolation et menuiserie performantes + ventilation double flux à haut rendement) est de 151 et 187 €TTC/m<sup>2</sup> avec un temps de retour **inférieur à 12 ans**.

➤ *Tertiaire neuf :*

- La valeur actuelle nette (taux d'actualisation de 5%/an) des gains (directs et indirects) cumulés sur 20 ans pour des bâtiments tertiaires (bureaux, écoles) est plus de **10 fois supérieure** au surcoût par rapport à un bâtiment classique (Moyenne calculée après analyse des données portant sur 33 bâtiments ayant obtenu la certification américaine LEED à un niveau moyen ; ramené sur une base annuelle, le bénéfice net total serait de 21 €/m<sup>2</sup> et le bénéfice sur les seules dépenses de fonctionnement de 5 €/m<sup>2</sup>).

### 1.4. Déroulement des opérations

- En rénovation l'objectif premier est souvent la maîtrise des charges et l'amélioration des confort. Le raisonnement par le couple Loyers-charges est souvent adopté, et une augmentation des loyers peut être négociée avec les habitants dans certains cas.
- En neuf, les projets d'efficacité énergétique s'inscrivent souvent dans une démarche de QEB. La

|                                                                                                                                   |                                                                                                           |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | <p align="center"><b>COÛT ET PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS<br/>- ETAT DES CONNAISSANCES -</b></p> |  |
| <p align="center">Centre de ressources &gt;&gt; Construction &gt;&gt; Retours d'expériences<br/>&gt;&gt; Retours d'évaluation</p> |                                                                                                           | <p align="center">Soft Energy</p>                                                  |

maîtrise des charges est également un objectif prioritaire.

- Il est important d'introduire une démarche de vérification dans le processus de construction.

## 2. PRINCIPALES SOURCES DE DIVERGENCE ENTRE PREVISIONS ET MESURES

Souvent, le suivi des opérations dans les premières années d'exploitation permet de détecter des dépassements de consommations par rapport aux prévisions, et d'identifier certains dysfonctionnements participants à ces dépassements. Les principales sources de divergence identifiées sont les suivantes :

- Des outils de calcul et de simulation peu adaptés ou non utilisés (calcul réglementaire, etc.).
- Des problèmes de régulation du chauffage et de la ventilation.
- Difficulté de prévoir les comportements des occupants avec précision : le comportement des occupants inadapté ou différent des prévisions (réglage de la température intérieure, gestion de la ventilation nocturne, consommation d'ECS, etc.). Les grands écarts observés entre différents logements d'une même opération prouvent la grande influence du comportement des usagers.
- Une mauvaise utilisation de la GTC.
- Des performances annoncées des équipements différentes de la réalité (Ventilation, etc.).

## 3. PROBLEMES ET DIFFICULTES RENCONTRES

Nous listons ci-dessous les principaux problèmes et difficultés rencontrés dans les opérations analysées :

- Sous-estimation des risques de surchauffe (liés aux surfaces vitrées, aux charges internes, aux protections solaires insuffisantes) conduisant à des problèmes de confort d'été avec une température supérieure à la température extérieure ou à une insatisfaction des occupants.
- Dans certains cas, le bâtiment est très vitré pour l'amélioration de l'éclairage naturel ce qui provoque des problèmes de surchauffe.
- Le chauffage et les équipements techniques associés : le problème qui semble le plus préoccupant aujourd'hui concernant le chauffage est lié aux systèmes de régulation, et notamment à la régulation terminale.
- L'étanchéité à l'air des bâtiments: un manque de sensibilisation et de savoir faire au niveau de la conception et de la réalisation.
- Parmi les difficultés rencontrées du projet Salvatierra à Rennes, les responsables du projet pointent « l'empilement des technologies nouvelles » qui n'a pas été coordonné par un bureau d'études spécialisé, ce qui selon eux aurait été souhaitable.
- Les charges d'eau chaude sanitaire sont souvent plus élevées que prévues, du fait de consommations d'eau chaude réelles beaucoup plus importantes que les prévisions.
- Dans le cas d'une installation solaire pour un projet de rénovation, il faut vérifier et nettoyer les canalisations de distribution de l'ECS avant d'installer les panneaux solaires pour éviter les problèmes après travaux.
- Performances des caissons de ventilation mécanique inférieures aux valeurs annoncées par le constructeur.
- Problème d'optimisation de la programmation de la ventilation en fonction de l'occupation.
- Problème de réglage des débits de renouvellement d'air hygiénique (débits trop forts ou trop faibles, mauvais équilibrage entre soufflage et reprise).
- La gestion manuelle de l'éclairage artificiel ne permet pas parfois de bien profiter de la lumière naturelle.
- Dans certains cas, l'éclairage naturel obtenu est quantitativement moins bon que prévu, car aucune simulation précise n'a été réalisée en phase conception.
- Le manque d'éclairage naturel dans les circulations conduit à une consommation électrique importante.
- Dans certains cas des surcoûts sont liés à l'utilisation de solutions non usuelles et aux études et validations nécessaires.
- Problème de suivi d'exploitation : un dossier des ouvrages exécutés des lots techniques incomplet (absence de certains plans et notices d'équipements) rend difficile l'exploitation et le suivi d'exploitation.

|                                                                                                                                   |                                                                                                           |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | <p align="center"><b>COÛT ET PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS<br/>- ETAT DES CONNAISSANCES -</b></p> |  |
| <p align="center">Centre de ressources &gt;&gt; Construction &gt;&gt; Retours d'expériences<br/>&gt;&gt; Retours d'évaluation</p> |                                                                                                           | <p align="center">Soft Energy</p>                                                  |

## 4. LES ENSEIGNEMENTS POUR UNE INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE

### 4.1. Difficultés techniques

Les évaluations d'installations solaires thermiques font souvent apparaître des défauts techniques tels que, par exemple, le mauvais fonctionnement de l'élément de régulation, les erreurs de connexions hydrauliques, la non-protection du calorifugeage en extérieur contre les UV, etc. Cela prouve qu'une bonne qualité de mise en œuvre n'est pas toujours assurée par l'installateur.

A noter que la qualité du matériel, et en particulier des capteurs, est généralement garantie du fait de l'existence de certifications (en France avec les « Avis Techniques » n°14 du CSTB ou au niveau européen en avec l'agrément « Solarkeymark »).

Un autre problème est dû au surdimensionnement des installations (surface de captage et volume de stockage) associé à une surévaluation des besoins en ECS. Le surdimensionnement d'une installation solaire thermique implique une mauvaise rentabilité de celle-ci, le coût d'installation étant plus important que nécessaire et la productivité solaire étant faible. Cela implique également des interventions de maintenance plus fréquentes liées aux risques de surchauffe.

Enfin, une difficulté majeure liée au fonctionnement d'une installation solaire thermique est liée au fait que l'appoint permet toujours de fournir de l'ECS<sup>6</sup> à l'utilisateur final, quelque soit l'état de fonctionnement de l'installation solaire. De ce fait, celle-ci peut être considérée comme étant en bon état de marche bien que cela ne soit pas le cas. Le suivi régulier des performances de l'installation s'avère donc indispensable.

### 4.2. Facteurs clés pour la réussite d'un projet

Les facteurs contribuant à la réussite d'un projet solaire thermique sont la mise à disposition des acheteurs et des maîtres d'ouvrages :

- d'outils d'aide à la décision en amont du projet ;
- des compétences techniques professionnelles pour la conception, l'installation et l'entretien ;
- des moyens adaptés pour la vérification du fonctionnement et la mesure des résultats.

#### ➤ Phase avant-projet :

Les sites à choisir doivent présenter une toiture bien orientée et disposant d'une surface libre suffisante et non-exposée à des effets de masque.

Les besoins en ECS devront être importants et constants sur l'année. En particulier, les sites où les besoins sont nuls l'été ne sont pas propices à la mise en place d'une installation solaire thermique.

De plus, il est nécessaire, pour les utilisateurs comme pour les maîtres d'ouvrage, d'avoir une cohérence générale du projet en maîtrisant les consommations énergétiques (en amont, nécessité d'améliorer l'existant: enveloppe du bâtiment, système de chauffage et de production d'ECS d'appoint,...)

Enfin, la mise en place d'une installation solaire thermique doit impérativement être précédée de la réalisation d'une étude de prédiagnostic par un bureau d'études spécialisé. Cette étude, financée en partie par l'ADEME, est souvent indispensable pour obtenir des aides à l'investissement de la part des différents financeurs. De plus, elle donne les éléments technico-économiques permettant de juger de la pertinence de la mise en place d'une telle installation.

#### ➤ Phase réalisation :

Il est conseillé d'avoir recours à une mission d'assistance technique au maître d'ouvrage pour la réalisation des travaux solaires.

Cette mission permet, outre la prise en charge des missions administratives et l'accompagnement pour le choix de l'installateur, le suivi des travaux jusqu'à la réception de ceux-ci.

Les installateurs doivent privilégier des installations de qualité, simples et bien isolées, en accord avec les préconisations des fabricants.

<sup>6</sup> Eau Chaude Sanitaire

|                                                                                          |                                                                                     |                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <b>COÛT ET PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS<br/>- ETAT DES CONNAISSANCES -</b> | <br><b>Soft Energy</b> |
| Centre de ressources >> Construction >> Retours d'expériences<br>>> Retours d'évaluation |                                                                                     |                                                                                                          |

➤ *Phase après-projet :*

- Mise en place d'un contrat de maintenance : Afin d'assurer la maintenance et l'entretien réguliers de l'installation pour pérenniser ses performances, il est indispensable de mettre en place un contrat d'entretien annuel voir bi-annuel. Les travaux annuels d'exploitation et de maintenance consistent principalement à nettoyer les capteurs lorsque l'auto-nettoyage est insuffisant et de vérifier le bon fonctionnement de l'installation (en vérifiant la pression du circuit primaire par exemple). Ces travaux peuvent être intégrés dans un contrat global de maintenance des installations énergétiques. Des pannes éventuelles pouvant être à l'origine de dépenses ponctuelles, il est alors nécessaire de réaliser un dépannage avec remplacement éventuel de certains éléments de l'installation.
- Mise en place d'un suivi des apports solaires : Le contrat de GRS (Garanti de Résultat Solaire) est obligatoire pour les installations d'une surface supérieure à 50 m<sup>2</sup> et permet de vérifier si les performances réalisées sont conformes aux prévisions calculées lors de l'étude thermique. Elle repose sur l'établissement d'un contrat signé avant la réalisation d'une installation solaire par lequel le Garant (Bureau d'études, Fournisseur de matériel solaire, Installateur, Entreprise de maintenance) s'engage vis à vis du maître d'ouvrage à ce qu'elle fournisse annuellement une certaine quantité d'énergie d'origine solaire (énergie prévue). Au bout d'un an, une vérification du fonctionnement est effectuée. Par la suite, une phase de confirmation se poursuit pendant quatre années.
- Pour les installations d'une surface inférieure à 50 m<sup>2</sup>, il est vivement conseillé de mettre en place un suivi des performances solaires grâce à la pose d'un compteur énergétique. Le chargé d'exploitation du site ou toute autre personne désignée par le maître d'ouvrage reportera mensuellement la valeur de l'index du compteur d'énergie afin d'assurer un suivi de l'installation.

## 5. LES ENSEIGNEMENTS POUR UNE INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE RACCORDEE AU RESEAU

### 5.1. Difficultés techniques et ressenti des intervenants

Les difficultés techniques sont liées à des défauts de mise en œuvre ainsi qu'à des pannes de certains matériels comme l'onduleur.

Une difficulté est également la complexité administrative accompagnant la mise en œuvre d'une installation solaire photovoltaïque raccordée au réseau.

### 5.2. Facteurs clés pour la réussite d'un projet

Tout comme pour les installations solaires thermiques, les facteurs contribuant à la réussite d'un projet solaire photovoltaïque sont la mise à disposition des acheteurs et des maîtres d'ouvrages :

- d'outils d'aide à la décision en amont du projet ;
- des compétences techniques professionnelles pour la conception, l'installation et l'entretien ;
- des moyens adaptés pour la vérification du fonctionnement et la mesure des résultats.

➤ *Phase avant-projet :*

Les sites à choisir doivent présenter une toiture ou façade bien orientée et disposant d'une surface libre suffisante et non-exposée à des effets de masque.

Il est nécessaire, pour les maîtres d'ouvrage, d'avoir une cohérence générale du projet en maîtrisant les consommations énergétiques du site.

Enfin, la mise en place d'une installation solaire photovoltaïque doit impérativement être précédée de la réalisation d'une étude de prédiagnostic par un bureau d'études spécialisé. Celle-ci permet de donner les éléments technico-économiques permettant de juger de l'opportunité de la mise en place d'une telle installation.

|                                                                                          |                                                                                     |                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <b>COÛT ET PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS<br/>- ETAT DES CONNAISSANCES -</b> | <br><b>Soft Energy</b> |
| Centre de ressources >> Construction >> Retours d'expériences<br>>> Retours d'évaluation |                                                                                     |                                                                                                          |

➤ *Phase réalisation :*

Il est conseillé d'avoir recours à une mission d'assistance technique au maître d'ouvrage pour la réalisation des travaux solaires.

Cette mission permet, outre la prise en charge des missions administratives et l'accompagnement pour le choix de l'installateur, le suivi des travaux jusqu'à la réception de ceux-ci.

Les installateurs doivent privilégier des installations de qualité, simples et bien sécurisées et en accord avec les préconisations des fabricants.

➤ *Phase après-projet :*

- Mise en place d'un contrat de maintenance : Afin d'assurer la maintenance et l'entretien réguliers de l'installation pour pérenniser ses performances, il est indispensable de mettre en place un contrat d'entretien annuel.
- Les travaux annuels d'exploitation et de maintenance préventive consistent principalement en une inspection visuelle du champ photovoltaïque et un contrôle des autres composants. De plus, des pannes éventuelles pouvant être à l'origine de dépenses ponctuelles, il est alors nécessaire de réaliser un dépannage avec remplacement éventuel de certains éléments de l'installation. En particulier, le renouvellement des onduleurs aura lieu environ tous les 10 ans. Le coût du nettoyage annuel des modules pourra être intégré au coût global de l'entretien du bâtiment.
- Mise en place d'un suivi des apports solaires : Afin de disposer d'un retour d'expérience vis à vis des performances du système, le générateur photovoltaïque pourra être équipé d'un système de supervision des données de production, obtenues grâce à la mise en place d'un compteur d'énergie. Les informations pourront être récupérées localement par vidange de la mémoire de la centrale d'acquisition de données à l'aide d'un portable de type PC. Le chargé d'exploitation du site ou toute autre personne désignée par le maître d'ouvrage pourra assurer ce suivi.

## CONCLUSION

Cette étude a permis de dresser un bilan des connaissances existantes relatives à l'efficacité réelle des opérations d'amélioration énergétique des constructions en particulier :

- 226 documents ont été identifiés et classés ;
- 47 fiches de synthèse ont été renseignées pour les documents analysés ;
- 4 entretiens avec les acteurs ont été réalisés.

A partir de l'analyse effectuée, nous pouvons tirer en particulier les conclusions suivantes :

- A ce jour, il existe peu de données exploitables sur la réelle efficacité des opérations d'amélioration énergétique des bâtiments (exemple : OPATB).
- L'énergie solaire thermique permet de couvrir en moyenne 50% des besoins d'ECS d'un bâtiment collectif.
- Il y a un besoin de retour d'expérience en particulier pour les technologies émergentes ou peu utilisées.
- Pour les systèmes solaires thermiques et photovoltaïques, la qualité de mise en œuvre de l'installation est primordiale ainsi que le suivi des installations afin de garantir la productivité escomptée. Ces deux technologies restent chères et leur rentabilité reste très dépendante des aides à l'investissement qui peuvent être allouées.
- Il est important de réaliser un suivi de consommation pendant les 2 premières années d'exploitation afin de détecter et solutionner les éventuels dysfonctionnements ou problèmes de régulation.
- Il est souhaitable de faire une campagne de sensibilisation à destination des occupants des bâtiments (l'individualisation des compteurs peut contribuer à une meilleure sensibilisation).
- Il existe une offre importante de formation mais il faut en optimiser le contenu et les adapter au public visé, notamment les artisans.