



RAPPORT – Phase 1

## Les risques de non-qualité associés à une opération à basse consommation énergétique

Validation d'une méthode de capitalisation et d'analyse des premiers retours d'expériences

Octobre 2010

Rédigé par **Julien Thomas**

✉ : [j.thomas@qualiteconstruction.com](mailto:j.thomas@qualiteconstruction.com)

☎ : 06 29 24 58 90

*Sous la responsabilité de **Godlive Bonfanti***

*Responsable de l'Observatoire de la Qualité de la Construction, AQC*

[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)

---

 Les résultats de cette première phase de l'étude reposent sur un nombre réduit d'opérations et un ciblage très spécifique des acteurs rencontrés.

**Cet échantillon limité est insuffisant pour dresser un constat statistique.**

Néanmoins, les avis d'experts construction concordent sur le caractère symptomatique des risques identifiés. En ce sens, il semble opportun de les partager, dès à présent, avec l'ensemble des professionnels de la filière.

---

# TABLE DES MATIERES

---

<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>3</b>
<b>A. PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
CONTEXTE .....	4
OBJECTIFS .....	5
<b>B. MODE OPÉRATOIRE .....</b>	<b>6</b>
SÉLECTION DES OPÉRATIONS .....	6
ENQUÊTE TERRAIN .....	6
ANALYSE DES DONNÉES .....	7
PLANNING .....	7
<b>C. PROFIL DE L'ECHANTILLON.....</b>	<b>8</b>
LES OPÉRATIONS RETENUES.....	8
LES ACTEURS CIBLÉS.....	12
<b>D. RESULTATS.....</b>	<b>14</b>
DESCRIPTION GÉNÉRALE .....	14
REMARQUES GÉNÉRALES .....	15
RÉSULTATS DÉTAILLÉS PAR LOT TECHNIQUE .....	16
LECTURE PAR FACTEUR DE NON-QUALITÉ .....	41
<b>E. CONCLUSION .....</b>	<b>45</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>48</b>

## A. PRESENTATION DE L'ETUDE

---

### Contexte

#### **Des enjeux environnementaux**

Le secteur du bâtiment résidentiel et tertiaire représente en France environ 45 % des consommations totales d'énergie et environ un quart des rejets de CO<sub>2</sub>.

Ce secteur d'activité a été identifié comme celui disposant du principal gisement exploitable rapidement en termes d'économie d'énergie. C'est pourquoi un ensemble d'exigences sur les performances énergétiques des bâtiments a été mis en place dans le cadre de l'application du protocole de Kyoto qui vise à minimiser les causes du réchauffement climatique.

#### **Une filière en mutation**

Concrètement, avec la mise en application de la réglementation thermique RT 2012, le niveau de performance « basse consommation énergétique » sera généralisé d'ici deux ans à l'ensemble des constructions neuves en France [Annexe 1].

Pour atteindre ce niveau de performance, les mutations dans la conception, la construction et l'usage de ces bâtiments doivent être profondes. A titre exemple, il est admis que cela implique une nouvelle approche des architectes, qui doivent travailler forcément en ingénierie concourante avec les bureaux d'études. Mais cela requiert aussi l'utilisation de nouvelles techniques de construction nécessitant un soin de mise en œuvre auquel les professions n'étaient pas habituées, notamment en ce qui concerne le traitement approprié de l'étanchéité à l'air et des ponts thermiques. En outre, cette évolution réglementaire favorise l'apparition rapide de nouveaux produits et équipements, sur lesquels la filière ne dispose aujourd'hui que de peu de recul.

#### **De nouvelles pathologies ?**

Si la pertinence de ces bouleversements des pratiques semble évidente face aux enjeux environnementaux auxquels la filière doit faire face, la rapidité programmée de ces évolutions, ainsi que ce faible recul sur l'utilisation de nouveaux dispositifs constructifs, inquiètent de nombreux acteurs du secteur, ainsi que les Pouvoirs Publics, qui craignent notamment l'apparition d'une nouvelle génération de désordres.

### **Offrir un accompagnement technique**

Dans ce contexte et avec l'appui des Pouvoirs Publics, l'Agence Qualité Construction souhaite offrir un accompagnement technique à la filière.

Basé sur une communication des « bonnes pratiques », cet accompagnement a pour but de bien préparer l'ensemble des acteurs en amont de cette transition réglementaire et notamment, de leur donner les moyens d'anticiper l'apparition d'une éventuelle nouvelle génération de dommages.

### **Capitaliser les premiers retours d'expériences**

Cette étude, réalisée au cours des six derniers mois, s'inscrit dans ce plan d'actions.

L'objectif est de capitaliser et d'analyser les retours d'expériences des acteurs précurseurs en France dans la réalisation d'une opération à basse consommation énergétique afin de mieux connaître les risques de non-qualité associés à ce type d'opération.

Ainsi, les résultats de ce travail permettront d'orienter l'accompagnement technique mis en place par l'AQC afin de donner les moyens à tous de construire des bâtiments basse consommation de qualité.

## B. MODE OPÉRATOIRE

---

Le mode opératoire retenu pour cette étude est la conduite d'une enquête terrain avec des entretiens en direct auprès d'acteurs d'opérations à basse consommation énergétique.

Les principaux points clés de la démarche sont :

### Sélection des opérations

- Trente opérations ont été sélectionnées parmi les « bâtiments démonstrateurs PRÉBAT » [Annexe 2].
- Une procédure de sélection a été élaborée afin que l'ADEME puisse présélectionner une cinquantaine d'opérations parmi la base de données nationale des bâtiments PRÉBAT.
- Cette procédure ne prioritarise aucune typologie de bâtiment (entre du logement et du tertiaire par exemple, ou encore entre du neuf et de l'existant), ni de systèmes constructifs spécifiques. Le principal critère de sélection est l'ancienneté de l'opération.
- A partir de cette extrapolation, quatre régions métropolitaines prioritaires ont été sélectionnées afin de limiter les déplacements tout en offrant un panel de zones climatiques varié. Ces régions ont été choisies en fonction du nombre d'opérations PRÉBAT déjà livrées disponibles.

### Enquête terrain

- Les acteurs ciblés par l'enquête sont, en priorité, les responsables de la maîtrise d'ouvrage, de l'exploitation et le maître d'œuvre mandataire de chaque opération sélectionnée. En effet, le temps imparti ne permet pas de rencontrer l'ensemble des acteurs sur une opération. Cependant, ces trois acteurs sont les responsables des trois principales phases d'une opération (conception, mise en œuvre et fonctionnement). Ainsi, de par cette responsabilité qui leur incombe dans chacune de ces phases, ils sont les mieux placés pour connaître l'ensemble des difficultés et dysfonctionnements rencontrés sur l'opération.
- Les entretiens ont été guidés par une trame d'entretien. Cette trame d'entretien fut améliorée en continu tout au long de la phase de collecte des données.
- Les entretiens sont réalisés en direct lors de visite sur site. En effet, la capitalisation de données autour de ce sujet sensible de la non-qualité, nécessite de bien prendre le temps d'expliquer la démarche de cette étude, afin de favoriser le partage d'expériences. Opter, par exemple, pour l'envoi de questionnaires aurait risqué de compromettre les résultats

escomptés de l'enquête, si on prend en compte : le probable faible taux de retour, les délais de retour et les éventuelles difficultés d'exploitation (manque de précision).

- Un compte rendu de visite est rédigé par opération suivant un format prédéfini. Ce document de capitalisation du retour d'expériences (Rex) synthétise les difficultés, les points sensibles et les dysfonctionnements soulevés par les acteurs rencontrés sur l'opération. Chaque difficulté et/ou dysfonctionnement identifié est, si possible, caractérisé par une description générale de l'événement, de son origine, de l'impact généré et de la solution éventuelle retenue pour le corriger. Dans la mesure du possible, une photo illustre les propos. Les « bonnes pratiques » y sont également capitalisées.
- Ces Rex sont confidentiels ; leur accès est limité aux commanditaires de l'étude.

## Analyse des données

- L'analyse des données se base en premier lieu sur le contenu des comptes-rendus de visites (Rex). Cependant, elle peut être enrichie par des compléments d'information collectés auprès d'experts construction et/ou à partir de données bibliographiques.
- Les points sensibles, difficultés et/ou dysfonctionnements rencontrés ont été retranscrits dans une base de données sous *Excel* de manière à pouvoir croiser ces éléments par lot technique, par cause ou par gravité [Annexe 3].
- Une hiérarchisation par lot technique est proposée en intégrant les conditions d'occurrence au cours de l'enquête et l'impact de l'événement. En complément de cette analyse, une deuxième lecture plus synthétique des résultats selon les facteurs de non-qualité est réalisée.

## Planning

Tâches	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.
Préparation de l'enquête							
Collecte des données (entretiens)							
Analyse des données							
Communication des résultats							

## C. PROFIL DE L'ÉCHANTILLON

### Les opérations retenues

#### Un panel varié de typologies

- Sur les 31 opérations visitées, 5 concernent des opérations de rénovation et 26 des constructions neuves.
- 55% des opérations de l'enquête étaient des bâtiments résidentiels et le reste des bâtiments tertiaires. Ils se répartissent de la manière suivante :

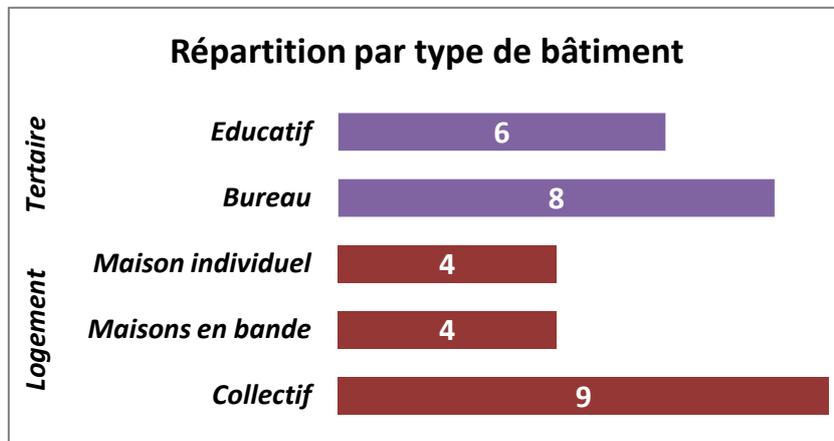


Figure 1 : Typologie des bâtiments sélectionnés

#### Localisation géographique

- Toutes les opérations ont été sélectionnées parmi les quatre régions pré-identifiées suivantes : Languedoc Roussillon, Rhône-Alpes, Franche-Comté et Bretagne (sauf une en Lorraine).
- Cinq des huit zones climatiques sont représentées tout en ayant permis une concentration géographique des visites et des entretiens.



*Si la sélection ne couvre pas l'ensemble des zones climatiques réglementaires, l'intégration des spécificités climatiques dans le choix des régions permet toutefois d'avoir une bonne représentativité de ces zones. En effet, tous les « extrêmes » sont représentés. Les bâtiments sont situés dans des climats méditerranéen, océanique, continental et montagnard [figure 4].*

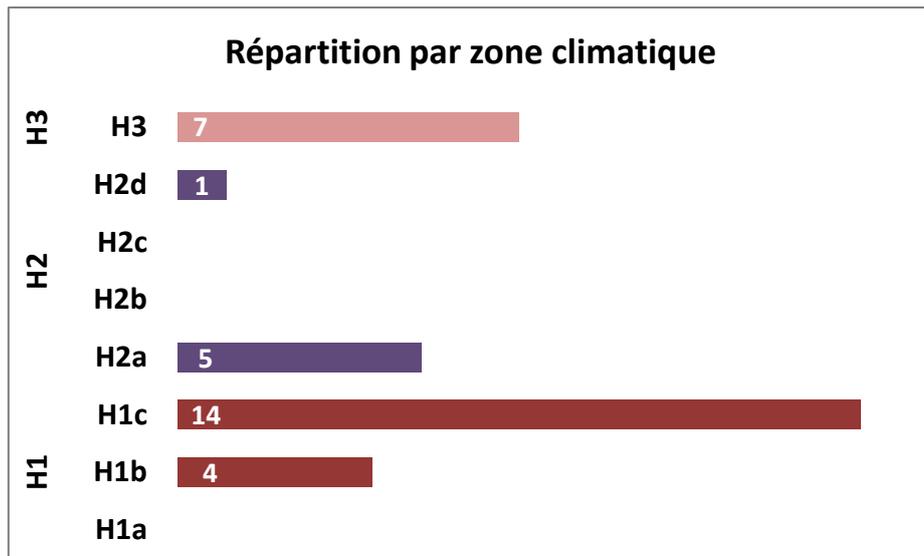


Figure 2 : Répartition des opérations par zone climatique réglementaire

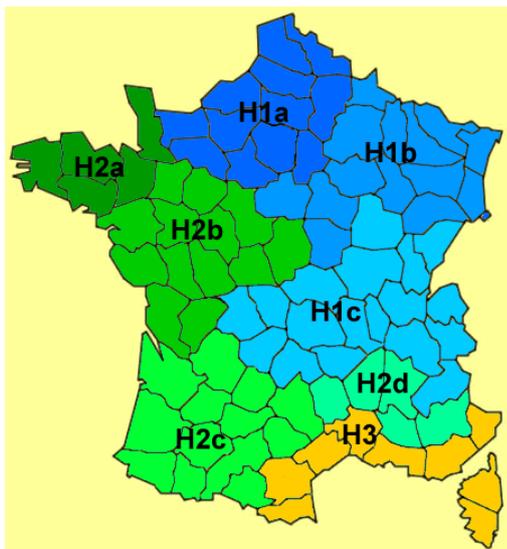


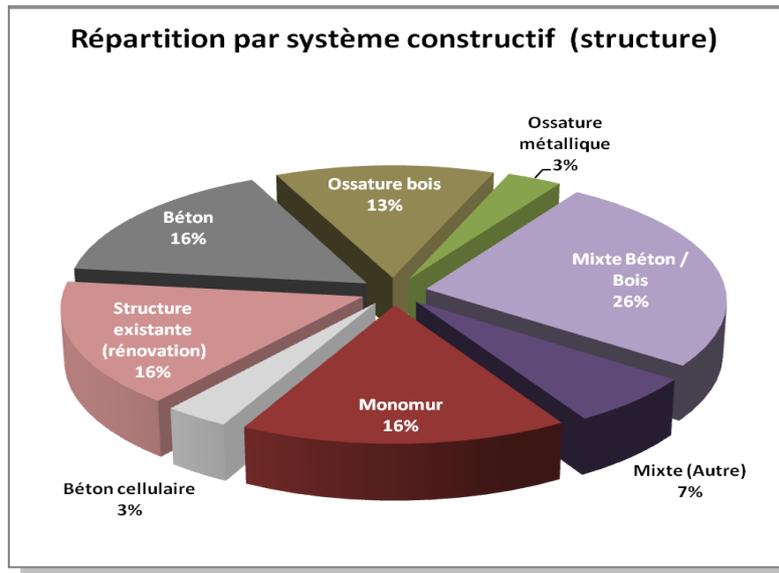
Figure 3 : Zones climatiques de la RT 2005



Figure 4 : Localisation des opérations (Google)

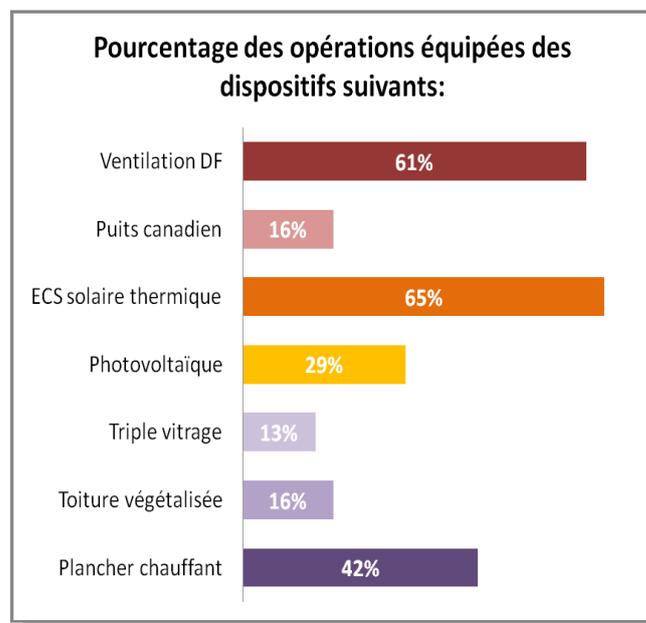
### Systemes constructifs rencontrés

- Au niveau de la structure, les principaux systèmes constructifs sont représentés. A noter, qu'une opération sur trois a opté pour un système mixte [figure 5].
- Toutes les opérations avec une structure « traditionnelle » en béton dans le neuf ont eu recours à une isolation thermique des parois par l'extérieur. Par contre, seul deux des cinq opérations de réhabilitation ont eu recours à ce mode d'isolation.



**Figure 5 : Répartition des opérations selon la nature de la structure**

- Une majorité des opérations retenues est équipée d'une ventilation double flux (85% des bâtiments tertiaires et 41 % des opérations résidentielles). Une seule opération a opté pour un système de ventilation naturelle.
- Une majorité d'opérations a également eu recours au solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire [figure 6]. La proportion est de 88% dans les opérations résidentielles et de 35% dans des opérations tertiaires.



**Figure 6 : Quelques systèmes constructifs et équipements rencontrés**

- Au niveau du système de chauffage, les pompes à chaleur prédominent, talonnées par les chaudières gaz à condensation [figure 7]. C'est le mode principal de chauffage dans 36% des opérations. Le mode de chauffage par effet Joule a été rencontré sur trois opérations.

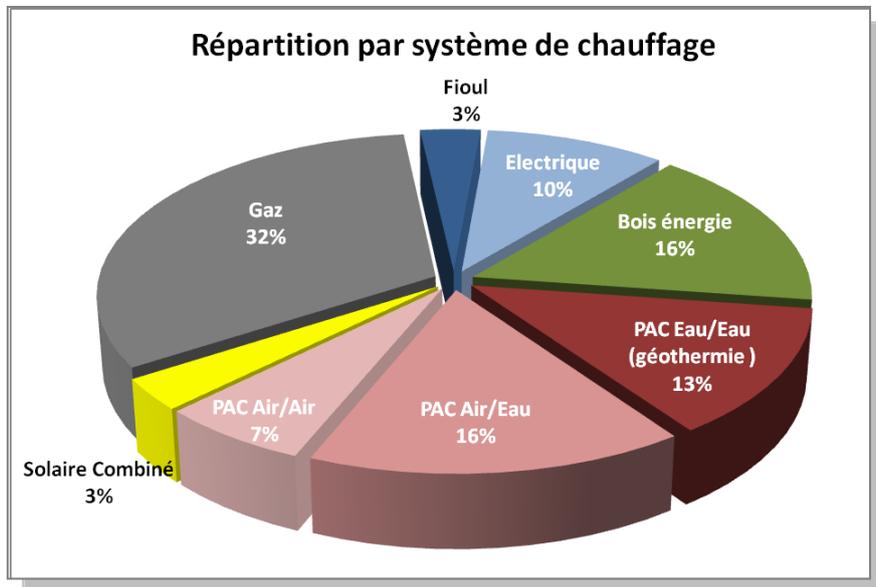


Figure 1 : Répartition des opérations selon le mode de chauffage principal



*Les opérations retenues ont confirmé la grande variété de solutions techniques possibles pour atteindre le niveau basse consommation.*

### Ancienneté des opérations

- Bien que la durée d'exploitation fût le principal critère de sélection, l'ancienneté des opérations de l'enquête reste faible avec une durée de fonctionnement inférieure à un an sur plus de 50% des opérations [figure 8].
- Seules 2 opérations ont été livrées depuis plus de deux ans.



*D'un côté, cette situation est favorable à la capitalisation de difficultés rencontrées lors de la conception et de la mise en œuvre de ces opérations.*

*Mais d'un autre côté, elle apparaît préjudiciable à la pertinence des retours sur la phase d'exploitation. En effet, même sur une opération classique, la première année de fonctionnement est souvent une année de prise en main et de réglage des bâtiments par les exploitants et/ou usagers.*

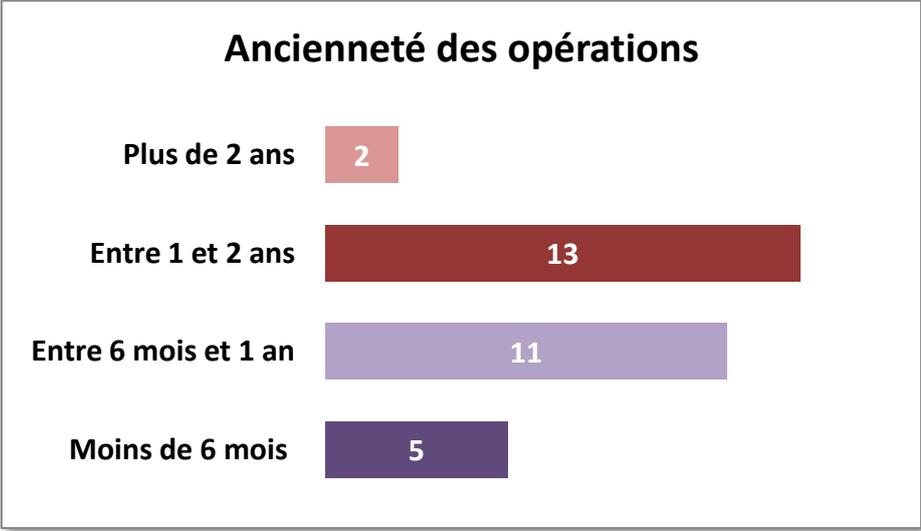


Figure 8 : Répartition des opérations selon leur ancienneté (depuis leur livraison)

### Les acteurs ciblés

- Au total, cinquante entretiens ont été conduits en direct.
- Comme visés dans le mode opératoire, les acteurs rencontrés sont principalement les responsables de la maîtrise d'œuvre, de la maîtrise d'ouvrage ou de l'exploitation des bâtiments :

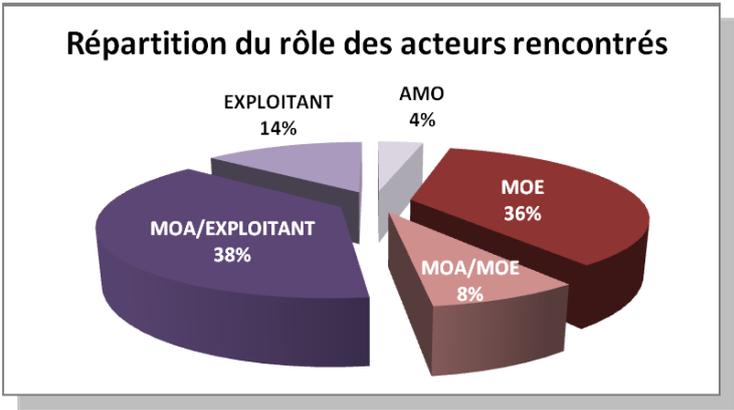
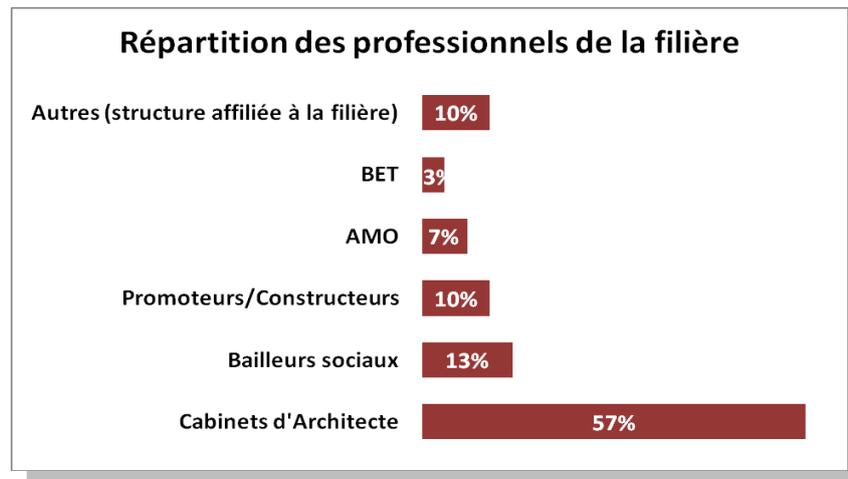


Figure 10 : Répartition des acteurs selon leurs rôles dans l'opération



*Rencontrer physiquement deux acteurs pour chaque opération n'a pas toujours été possible. En effet, le maître d'ouvrage était parfois également le maître d'œuvre et l'exploitant du bâtiment. Dans d'autres cas, un des deux (ou trois) acteurs identifiés n'était pas, ou plus, disponible lors de ma venue. Dans la mesure du possible, des informations complémentaires furent alors collectées par téléphone.*

- Parmi les acteurs rencontrés, 60 % sont des professionnels de la filière construction en France, dont une majorité d'architectes. 17 architectes ont, ainsi, été interrogés au cours de l'enquête.



**Figure 9 : Répartition des acteurs rencontrés professionnels de la filière**

- Parmi les acteurs non professionnels rencontrés : 35% sont propriétaires et usagers du bâtiment, 25% sont uniquement usagers (par exemple des locataires) et 40% des exploitants du bâtiment (par exemple le service technique d'une collectivité territoriale).

## D. RESULTATS

---

### Description générale

D'une manière générale, peu de véritables sinistres après livraison ont été recensés. Cela s'explique avant tout par la courte durée de fonctionnement des bâtiments de l'enquête. En outre, la grande majorité de ces opérations ont souvent fait l'objet, de la part des équipes de maîtrise d'œuvre et de maîtrise d'ouvrage, d'une attention et d'un investissement supérieur à une opération classique, en raison de l'exemplarité recherchée et/ou de leur volonté d'utiliser l'opération comme une vitrine de leur savoir-faire ou de leur engagement environnemental.

Les principaux sinistres recensés furent :

- La fonte d'un isolant en polystyrène expansé, dont la nature était inadaptée à son emplacement ;
- Des nuisances acoustiques importantes générées par des ventilations Double Flux.
- Des infiltrations d'eau sur des balcons désolidarisés étanchéifiés ;

La liste des malfaçons et des dysfonctionnements identifiés est logiquement beaucoup plus importante. Parmi les plus récurrents, on peut pointer :

- La différence de degré de précision lors de la mise en œuvre des lots maçonnerie, charpente et/ou menuiserie qui nécessite d'adopter des solutions correctives en cours de chantier pas toujours satisfaisantes ;
- L'absence d'occultation sur des parois vitrées (fenêtres, verrières et/ou patio intérieur) qui génère des problèmes de surchauffe et/ou d'éblouissement ;
- Les difficultés de réglage du plancher chauffant et l'inconfort thermique qui en découle pour les usagers ;

Enfin, un ensemble de difficultés plus générales a également été capitalisé auprès des acteurs, parmi lesquelles :

- Les limites du moteur de calcul de la RT 2005, notamment la mauvaise ou non prise en compte de certaines solutions techniques performantes ;
- L'impact sur la performance recherchée des autres réglementations en vigueur, notamment Incendie et Accessibilité ;
- L'impact financier des performances recherchées ;

- Le traitement de la problématique de l'étanchéité à l'air ;
- Le traitement du confort d'été ;
- La qualité de mise en œuvre et le manque de savoir-faire des entreprises, notamment face à des techniques et/ou des équipements « nouveaux » ;
- Les incertitudes autour du comportement des usagers ;
- La maintenance, qui n'est souvent que partiellement prise en compte lors de la conception. Cela se traduit par exemple par la découverte par l'exploitant de l'absence de compétences locales pour l'entretien des équipements prescrits ou encore par des coûts très élevés de maintenance, qui n'avaient pas été anticipés.

## Remarques générales

### Sur la capitalisation des retours d'expérience

- La possibilité de croiser les retours d'expériences auprès de plusieurs acteurs d'une même opération s'est souvent avérée cruciale pour la qualité du retour d'expérience.
- La réalisation de tests d'étanchéité (en particulier, en phase chantier, avant les travaux de finitions) ou la présence d'un système de monitoring des équipements sur l'opération ont souvent permis de déceler des malfaçons ou dysfonctionnements « invisibles » sinon pour les acteurs.
- Au niveau des lots techniques, l'origine potentielle de certains dysfonctionnements identifiés sur des équipements est parfois restée « mystérieuse ». Soit l'événement était trop récent et donc, pas encore analysé. Soit le maître d'œuvre mandataire (généralement l'architecte) ne capitalisait pas forcément les retours techniques auprès de son délégataire (généralement le BET thermique).

### Sur les difficultés opérationnelles :

- La première difficulté opérationnelle fut de collecter les noms et coordonnées des acteurs ciblés. En effet, la base de données nationale des bâtiments démonstrateurs PRÉBAT de l'ADEME n'incluait pas cette information. Face à cette problématique, il a été nécessaire soit de se rapprocher, lorsque cela était possible, de partenaires régionaux du programme PRÉBAT (associations techniques, CETE régionaux,...), soit d'effectuer directement des recherches par Internet.
- L'optimisation du planning des visites a également été une tâche complexe car il a fallu jongler entre les disponibilités des acteurs, la distance entre les opérations et un préprogramme établi selon un découpage géographique et temporel.

### LOT MAÇONNERIE

### Structure mixte bois / béton

Dans une opération sur trois, le concepteur a opté pour un système constructif mixte, en alliant notamment le béton et le bois pour la structure principale. La principale malfaçon relevée au cours de la mise en œuvre de cette solution technique est une problématique d'interface entre corps d'état.

#### Dysfonctionnement

**Description :** Une différence de niveau de précision entre maçon et charpentier et/ou menuisier est apparue sur trois opérations lors du chantier.

**Origine :** Qualité de mise en œuvre du lot maçonnerie : mauvais aplomb ou non-respect précis des côtes. « *Le maçon travaille au centimètre et un menuisier au millimètre* » résume un acteur.

**Impacts / solutions correctives :** Les menuisiers et/ou charpentiers ont alors dû trouver des solutions correctives pas toujours satisfaisantes. Exemples :



1. Alors que les menuiseries devaient arriver au nu des murs en béton, des coffrages en bois ont dû être réalisés pour cacher la malfaçon
2. Sur d'autres jonctions, de la mousse de PUR a été mise en œuvre entre le béton et la menuiserie pour assurer la jonction
3. Un profil IPN (créant un magnifique pont thermique) a dû être ajouté sous une baie vitrée qui arrivait en débord de la fondation en raison des erreurs de côtes du maçon.

### Bonne Pratique

Sur une quatrième opération, ce point sensible a été judicieusement anticipé. En effet, l'entreprise responsable du lot ossature bois a travaillé en amont du chantier avec l'architecte, de manière à proposer une astuce d'assemblage efficace.

Un des points clés de la solution trouvée est l'utilisation de petites équerres métalliques avec des ouvertures oblongues qui permettent d'affiner le positionnement des panneaux préfabriqués en ossature bois et posés en applique les uns sur les autres.



Photo : Ville & Aménagement Durable (VAD)

## LOT MAÇONNERIE

### Brique alvéolaire en terre cuite

Les structures principales de cinq opérations sont réalisées uniquement avec des briques alvéolaires. Dans deux autres opérations, ce produit a été associé à une structure en ossature bois. Plusieurs dysfonctionnements ont été évoqués :

### Dysfonctionnement

**Description :** Une variation dimensionnelle de l'ordre du centimètre entre des briques Monomur de 50cm d'épaisseur a été observée sur deux opérations.

**Origine :** Qualité de fabrication du produit.

**Impacts / solutions correctives :** Ce point sensible n'ayant pas été anticipé en amont, cela a entraîné un manque à gagner pour l'entreprise responsable du lot enduit intérieur (ou extérieur). En effet, cette entreprise a alors dû augmenter l'épaisseur de la couche d'enduit afin de corriger l'impact de ce dysfonctionnement.

### Dysfonctionnement

**Description :** Mauvaise qualité des briques livrées : trop cuites ou endommagées lors du transport.

**Origine :** Qualité de fabrication du produit et/ou transport.

**Impacts / solutions correctives :** Refus des livraisons.

### Bonne Pratique

Vérification de la qualité des briques à la livraison et lors de la pose par le maçon.

## Dysfonctionnement

**Description :** Mauvaise qualité de mise en œuvre avec des espacements trop importants au niveau des jonctions verticales entre deux briques.

**Origine :** Manque de savoir-faire de l'entreprise.

**Impacts / solutions correctives :** Ces espacement ont été comblés par de la mousse de polyuréthane.

## Remarque

Un risque de fissuration des enduits est aussi évoqué par plusieurs acteurs et confirmé comme un dysfonctionnement fréquent par un expert construction. Il n'a cependant pas été constaté sur les opérations retenues.

Outre ces dysfonctionnements rencontrés ou potentiels, plusieurs points sensibles sont également évoqués sur ce produit :

## Points sensibles

- ☆ Lors de la mise en œuvre de la première rangée de brique, la planéité doit être parfaite, car la faible épaisseur de colle entre les briques ne permet pas ensuite de rattraper une différence de niveau.
  - ☆ L'utilisation d'outils spécifiques à cette technique constructive est très importante, notamment celle d'une scie circulaire de grand diamètre (1m) pour les découpes.
  - ☆ Un calepinage précis en phase conception est nécessaire afin de limiter les découpes.
  - ☆ Enfin et surtout, ce système constructif génère de nombreux points faibles thermiques qu'il faut traiter de manière adéquate. Notamment au niveau de:
    - ▶ La couche de planéité entre la dalle et la première rangée de briques, épaisse à certains endroits de plusieurs centimètres ;
    - ▶ Des ouvertures non rectangulaires (en œil de bœuf ou losange par exemple) ;
    - ▶ Des linteaux, des tablettes de menuiseries et des coffres de volets roulants.
-  Lors de la pose en tunnel de menuiseries, les jonctions verticales entre le dormant et les briques seront des faiblesses thermiques difficiles à traiter.

## Bonne Pratique

Mise en œuvre soignée par une entreprise qualifiée de maçonnerie qui s'est formé spécifiquement à cette technique constructive :

- Réalisation d'une voute avec des produits spécifiques ;
- Traitement des faiblesses thermiques avec la pose d'isolant coté intérieur.



## LOT ISOLATION

## ITE en PSE

En lien direct avec la compétence des entreprises en charge du lot, différents problèmes de qualité de pose en extérieur d'isolant en polystyrène sont apparus.

## Dysfonctionnement

**Description :** Des espacements trop importants entre les plaques d'isolant ont été laissés par une entreprise, qui réalisait son premier chantier d'isolation par l'extérieur.

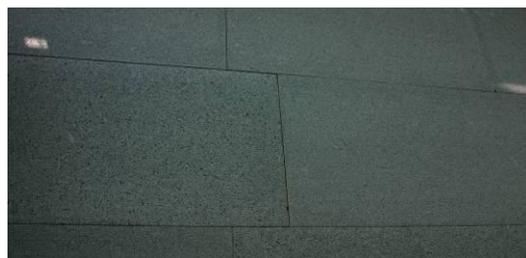
**Origine :** Manque de savoir-faire de l'entreprise.

**Impacts :** Cette malfaçon a entraîné la dépose et repose de l'isolant sur l'opération, où l'entreprise avait comblé les espacements avec du plâtre.



## Bonne Pratique

Pose soignée par une entreprise compétente



### Dysfonctionnement

**Description** : Des défauts de planéité de la paroi recouverte par l'extérieur d'un isolant en PSE ont été évoqués sur une autre opération.

**Origine** : Manque de savoir-faire de l'entreprise.

**Remarque** : Cette malfaçon fut accentuée par une tentative de correction par ponçage de l'isolant, qui a entraîné la formation de «flaches» sur la paroi.

**Impact** : Cette malfaçon a entraîné le refus de réception d'une paroi par le maître d'ouvrage.

### Dysfonctionnement

**Description** : Dispersion importante de billes de polystyrène dans la nature lors des découpes sur chantier de l'isolant en PSE.

**Origine** : Utilisation d'outils de découpe non adaptés

**Impacts** : Le bâtiment concerné se situe de plus au pied d'une rivière, ce qui a dû aggraver l'impact environnemental de cet événement...

### Bonne Pratique

Découpe des plaques de polystyrène par fil chaud

Source : [www.sto.com](http://www.sto.com)



## LOT ISOLATION

## ITE en laine de roche

### Dysfonctionnement

**Description** : Des espaces non isolés aux niveaux des jonctions des rouleaux de laine de roche, posés en couche unique épaisse entre des fixations à entraxe fixe est survenue sur une opération.

**Impacts / solution corrective** : Remplissage de ces espaces avec de laine de roche en vrac.

## Bonne Pratique

**Recommandation du maître d'œuvre :** Opter pour la pose de deux couches croisées sur de nouvelles opérations.

## Bonne pratique

Se référer au Mémo chantier AQC :

**Isolation thermique par l'extérieur**

Téléchargeable gratuitement : [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)



## LOT ISOLATION

## ITE de l'acrotère

### Dysfonctionnement

**Description :** Une malfaçon est survenue lors de la pose d'une couverture sur un acrotère en béton isolé par l'extérieur sur toutes ces faces. Le sens d'écoulement de la couverture n'était pas uniformément dirigé vers la toiture, comme prévu. L'écoulement se faisait à certains endroits sur les parois extérieures.

**Origine :** Manque de savoir-faire de l'entreprise par rapport à un produit nouveau. Le produit utilisé est équipé de deux pattes de fixation, au lieu d'une, traditionnellement.

**Impacts / solution corrective :** Le problème a été corrigé par l'entreprise en posant une deuxième couverture sur la première.

## LOT ISOLATION

## Acrotère désolidarisé

### Sinistre évité

La fonte de l'isolant désolidarisant un acrotère a été évitée sur une opération. En phase conception, un isolant en plastique alvéolaire avait été choisi pour ses performances thermiques, mais sur les conseils de l'entreprise en charge de l'étanchéité de la toiture, la nature de l'isolant a été judicieusement modifiée en phase chantier en laine de roche pour éviter qu'il fonde sous l'action du chalumeau de l'étancheur.



## LOT ISOLATION

## Isolation derrière mur rideau

### Sinistre

**Description :** Choix d'un isolant dont la nature est inadaptée aux contraintes de sa localisation. Initialement prévue en laine de roche, la nature de l'isolant a été, au cours de l'opération, modifiée en plastique alvéolaire afin d'augmenter les performances thermiques de l'enveloppe. Les contraintes de localisation de l'isolant n'ont cependant pas été intégrées lors de cette décision.

**Origine :** Défaut de conception ;  
gestion de l'interface BET thermique / Architecte.

**Impacts :** Fonte de l'isolant ; sinistre estimé à 30 000 €.



### Bonne Pratique

Ingénierie concourante entre Architecte et BET thermique

## LOT BALCONS DESOLIDARISES

### Sinistre

**Description :** Des défauts d'étanchéité à l'eau au niveau de la jonction façades/balcons et d'un balcon sur l'autre dans le cas de balcons désolidarisés et étanchéifiés.



### Bonne Pratique

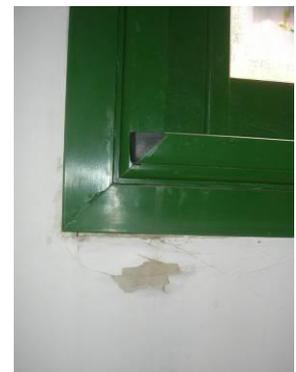
Mise au point et vérification de l'étanchéité des joints de désolidarisation, des relevés d'étanchéité et protection en tête de ceux-ci

## LOT MENUISERIES

### Sinistre

**Description :** Des défauts d'étanchéité à l'eau au niveau des menuiseries aux liaisons dormant/ouvrant ou dormant/façades.

**Origine :** Qualité de fabrication des menuiseries ou de mise en œuvre...



### Bonne Pratique

Vérification de la continuité des joints d'étanchéité entre rejingot et tableaux, et de l'étanchéité en extrémités de bavette d'appui au raccordement aux tableaux.

### Dysfonctionnement

**Description** : Livraison de vitrages avec la couche d'émissivité inversée

**Origine** : Fabricant des menuiseries

**Impact** : Changement des menuiseries déjà posées

### Bonne Pratique

Vérification à la livraison des menuiseries (*Ex* : « Test de la flamme » avec un briquet pour vérifier la localisation de la couche à faible émissivité)

## LOT OCCULTATIONS

### Dysfonctionnement

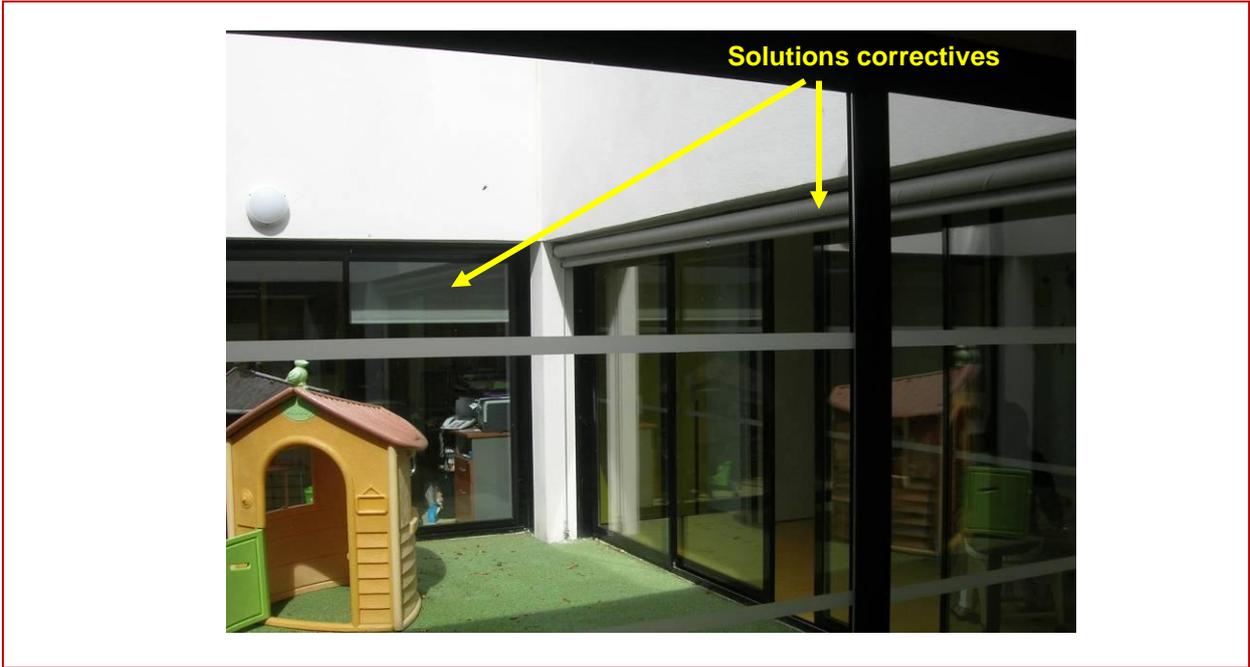
**Description** : Un événement fréquemment rencontré au cours de l'enquête est l'absence de systèmes d'occultation sur des parois vitrées localisées dans un patio intérieur, une verrière et/ou simplement intégrées en façade extérieure.

**Origine** : Défaut de conception.

**Remarque** : Dans certains cas, l'occultation devait initialement être assurée par une végétalisation du terrain, qui n'avait soit pas été plantée, soit pas encore assez poussé.

**Impacts / solution corrective** : Pose de stores intérieurs pour réguler l'éclairage naturel ou extérieurs pour être en mesure de réguler également les apports externes.





**Bonne Pratique**

Intégration des occultations en phase conception



## Toiture végétalisée

### Dysfonctionnement

**Description :** Prolifération des plantes (sébum) sur le pourtour en gravier d'une toiture végétalisée en raison d'un défaut de maintenance

**Origine :** Absence de contrat de maintenance



### Bonne Pratique

Entretien régulier (1 à 2 fois par an) de la végétation de la toiture par une entreprise compétente

61% des opérations sélectionnées étaient équipées d'un système de ventilation double flux. Ramené aux bâtiments tertiaires, ce taux monte à 83%. Le principal dysfonctionnement remonté par les usagers et les exploitants des bâtiments équipés de cette installation est lié au confort acoustique.

### Sinistre

**Description :** Des nuisances sonores importantes ont été mentionnées sur six opérations parmi lesquelles quatre bâtiments tertiaires et deux bâtiments de logements collectifs.

**Origine :** Les causes de ce dysfonctionnement peuvent être multiples : une localisation inappropriée des groupes échangeur et/ou ventilateurs, un traitement acoustique du réseau aéraulique inadapté (ou inexistant), un mauvais réglage ou un dérèglement des débits de soufflage et/ou d'extraction, un encrassement des filtres lié à une défaillance de maintenance, etc.

**Impacts / solution corrective :** Inconfort acoustique. Dans la majorité des cas, ce dysfonctionnement a pu être résolu, ou du moins fortement atténué notamment par l'installation de pièges à sons et/ou une optimisation du réglage des débits.

❗ *Outre l'inconfort acoustique, l'impact de ce dysfonctionnement aurait pu parfois avoir d'autres conséquences. Par exemple, sur une opération, les usagers ne supportant plus le bruit généré ont forcé le local technique pour arrêter totalement l'équipement. Au bout de quelques jours, les « murs dans les logements étaient trempés »...*

### Bonnes pratiques

Optimiser la localisation de l'équipement (par exemple, éviter de le placer au dessus d'une chambre...);

Opter pour des gaines « acoustiques » souples ;

Installer éventuellement de pièges à son sur le réseau aéraulique.



### Bonne pratique

Se référer à la plaquette AQC :

**La VMC double flux en maison individuelle**

Téléchargeable gratuitement : [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)



## Difficulté

**Description :** Accessibilité peu pratique à l'équipement (échangeur, ventilateurs).

**Origine :** Défaut de conception.

**Impacts / solution corrective :** Entretien et maintenance compliqués.



## Dysfonctionnement

**Description :** Mauvaise localisation des bouches d'extraction d'air. Les extracteurs ont été placés à proximité des portes d'entrée des pièces, où l'air neuf arrive.

**Origine :** Défaut de conception.

**Impacts / solution corrective :** Renouvellement d'air inefficace. Impact sanitaire...



## Dysfonctionnement

**Description :** Découverte en phase chantier des implications de la réglementation incendie sur le dimensionnement du réseau (ex : distance minimale de conduit rectiligne à respecter entre la bouche de soufflage et le clapet coupe-feu), ou même de manière plus générale de la distance minimale nécessaire entre une bouche et un coude sur le conduit pour éviter des impacts acoustiques.

**Origine :** Défaut de conception.

**Impacts / solution corrective :** Impact esthétique.



Autres dysfonctionnements rencontrés :

- Surdimensionnement de l'équipement par rapport aux besoins (mentionné sur un bâtiment sous monitoring) ;
- Impossibilité de régler finement les débits, l'équipement ne le permet pas ;
- Coefficient de récupération de chaleur mesuré différent du coefficient théorique de l'équipement ;
- Fonctionnement défectueux du by-pass en été (sans que la cause ait pu être expliquée).

## LOT VENTILATION

## Puits canadien

Parmi les opérations sélectionnées, quatre sont équipées d'un puits canadien (ou provençal). Le principal dysfonctionnement remonté est apparu lors de la mise en œuvre de l'équipement.

### Dysfonctionnement

**Description :** Dans deux opérations, des difficultés en phase chantier sont apparues en lien avec les caractéristiques géotechniques des sols : mauvaise infiltration des condensats, remontées capillaires au niveau du regard d'entrée d'air, découverte de poches d'eau lors du terrassement du puits.

**Origine :** Etudes géotechniques ?

**Impacts / solution corrective :** Réalisation de travaux supplémentaires aux prévisions.



### Bonne Pratique

Réaliser des études géotechniques poussées en amont du chantier, pour valider les paramètres du système (capacité d'échange, débits, etc.).

Le plancher chauffant est l'émetteur de chauffage le plus utilisé (42% des opérations).

### Dysfonctionnement

**Description :** Des difficultés à trouver un réglage adapté à toutes les zones du bâtiment ont été rencontrées sur près d'une opération sur deux, équipées de ce dispositif.

**Origine :** Plusieurs facteurs compliquant le réglage du plancher chauffant ont été évoqués: la gestion des apports internes (en particulier dans des bâtiments à usage éducatif), la gestion des apports externes qui diffèrent selon les zones des bâtiments et la compréhension par les usagers des contraintes spécifiques d'utilisation de cet équipement, notamment celle liée à l'inertie du système.

**Impacts:** Inconfort thermique : confort inégal suivant les zones du bâtiment.

 *La fréquence d'apparition de ce dysfonctionnement au cours de l'enquête est aussi certainement due fortement à la courte durée de fonctionnement des bâtiments. En effet, de nombreux acteurs s'accordent sur le fait, qu'une à deux saisons de chauffe sont nécessaires pour optimiser le fonctionnement d'un plancher chauffant.*

### Bonnes Pratiques

Prévoir une possibilité de réglage par zones (avec des zones cohérentes) ;

Prendre en compte l'inertie du système par rapport aux protections solaires prévues ;

Réaliser des essais fonctionnels avant réception ;

Idéalement coupler cet équipement avec un système d'appoint.

### Dysfonctionnement

**Description :** Mise en sécurité régulière du plancher chauffant.

**Origine :** Sur une première opération, la cause serait la présence de micro-fuites dans le réseau hydraulique, dont la localisation précise n'avait pas encore pu être identifiée. Sur la deuxième opération, une surtension du réseau EDF a été évoquée (système couplé à une PAC Air/Eau).

**Dysfonctionnement**

**Description :** La PAC Air/Air d'un bâtiment tertiaire se met régulièrement en sécurité l'hiver.

**Origine :** Sa localisation en toiture, sans protection des vents dominants semble la cause.

**Impacts:** Inconfort thermique. Cela se produit généralement la nuit. Le bâtiment ne peut alors pas être préchauffé avant son ouverture...

**Remarque:** Sur cette même opération, les gaines extérieures de la PAC furent littéralement arrachées lors d'une tempête hivernale en phase chantier. Les nouvelles gaines ont été installées dans le sens du vent et leurs fixations renforcées.

**Bonne pratique**

Protection au vent de l'équipement

**Bonne pratique**

Se référer à la plaquette AQC :

***Pompes à chaleur Air-Air à usage principal de chauffage***

Téléchargeable gratuitement : [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)



**Dysfonctionnement**

**Description :** Sur une opération, la vis sans fin acheminant les granulés s'est bloquée lors de la mise en service de la chaudière.

**Origine :** Lors de l'intervention de maintenance ultérieure, la vis sans fin semblait fonctionner correctement. Ainsi, l'origine du problème a été attribuée à une densité inappropriée des granulés qui se transformaient en farine lors de l'acheminement, bloquant le système.

**Impacts:** La réparation de ce dysfonctionnement nécessitait d'évacuer les 9 tonnes de granulés placés au dessus de la vis. Cependant, vider les granulés par aspiration les aurait endommagés. La solution retenue fut donc d'installer un système parallèle d'approvisionnement de la chaudière au moyen d'une « taupe », petit aspirateur placé au dessus du stock de granulés, afin de ne pas perdre le stock déjà acheté, tout en assurant le chauffage du bâtiment. L'inconvénient fut que cette option a nécessité la venue quotidienne d'un opérateur pendant 4 mois jusqu'à l'épuisement du stock.

**Dysfonctionnement**

**Description :** Le réglage de ces détecteurs n'est souvent pas optimisé. Dans cinq opérations, des dysfonctionnements ont été mentionnés. Cela se traduit généralement par des ampoules allumées alors que la zone est déjà suffisamment éclairée par de la lumière naturelle.

**Impacts:** Consommations énergétiques inutiles.

La localisation de ces dispositifs est aussi parfois problématique.

- Dans un bâtiment tertiaire, les usagers se plaignent de l'inconfort fonctionnel généré par l'asservissement de l'éclairage artificiel de leur bureau et des salles de réunion. Les tentatives d'optimisation du réglage des détecteurs n'ont pu aboutir pour l'instant à une adéquation avec les besoins des usagers. Pour l'exploitant, ce dispositif n'est pas adapté aux pièces de bureau, mais uniquement à des zones de passage.
- Sur une autre opération, un détecteur placé derrière une porte détectait les personnes circulant de l'autre côté de la porte (fermée).

## Bonne Pratique

Etudier la localisation des détecteurs, l'amplitude des zones détectées, et prendre en compte l'éclairage ambiant.

## LOT ECLAIRAGE

### Ampoules basse consommation fluocompactes

## Dysfonctionnement

**Description :** La durée de vie des ampoules fluocompactes installées dans des zones à forte intermittence est réduite. En effet, ces ampoules ne sont pas adaptées pour une alternance fréquente d'allumage et d'extinction.

**Impacts:** Financier.

## Dysfonctionnement

**Description :** Dans une opération tertiaire, un surdimensionnement de l'éclairage artificiel a été pointé, ainsi que l'impossibilité de moduler cette puissance installée par rapport au besoin..

**Impacts:** Inconfort fonctionnel et consommation énergétique inutile.

## LOT ECS

### ECS solaire thermique

Peu de dysfonctionnements ont été constatés par les acteurs sur ces équipements pourtant très présents dans les opérations sélectionnées (65% des opérations).

Une seule des installations rencontrées a été très problématique en raison du manque de compétence spécifique de l'entreprise générale en charge du lot. De nombreux autres lots attribués à cette entreprise ont également été défectueux. Les dysfonctionnements furent alors :

- Des fuites du réseau hydraulique aux jonctions des panneaux solaires thermiques en raison d'un vissage trop serré des boulons assurant cette jonction ;

- Un départ de feu dans le boîtier de jonction du système car la résistance interne avait été branchée en direct sans disjoncteur ;
- Une inversion des boucles de circulation lors du montage de l'installation par l'entreprise.

Sur cette opération, le maître d'ouvrage a fait appel à une nouvelle entreprise afin de reprendre totalement ce lot.

### Difficulté

**Description :** La principale difficulté, que rencontrent les acteurs vis-à-vis de cet équipement, est leur impossibilité à détecter facilement un dysfonctionnement dans la performance de l'équipement.

En effet, en l'absence d'un système de monitoring, il est difficile de savoir si l'eau chaude sanitaire est produite par les panneaux solaires thermiques ou par le système d'appoint (généralement par une résistance électrique interne).

**Remarque:** Cette difficulté a également été constatée par un expert construction, qui a été amené à réaliser une expertise sur un système d'ECS solaire, assurant correctement sa fonction de production d'ECS sanitaire mais dont le client se plaignait d'un défaut de performance de l'équipement solaire thermique.

### Dysfonctionnement

**Description :** Sur une opération non sélectionnée (bâtiment THPE), une localisation inadaptée des panneaux : verticalement, sous une casquette horizontale de 2m, et derrière un masque végétal important.

**Origine :** Défaut de conception.

**Impacts:** Faible rendement de l'équipement.



### Dysfonctionnement

**Description :** Dans un bâtiment éducatif, l'équipement qui ne sera pas utilisé tout l'été n'a pas été vidangé malgré la recommandation émise par le maître d'œuvre au maître d'ouvrage.

**Impact :** Risque de surchauffe du circuit primaire qui pourrait endommager à terme le système (augmentation de la pression interne, risque de percement,...)

## Bonne pratique

Se référer à la plaquette AQC :

**CESI : chauffe-eau solaire individuel**

Téléchargeable gratuitement : [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)



## LOT Photovoltaïque

D'une manière générale, les acteurs se plaignent des délais de raccordement très longs de leur système de production au réseau national géré par ERDF, ainsi que des délais de livraison des panneaux qui ont parfois retardé le chantier.

Certains acteurs s'interrogent également sur la pertinence à terme de la double fonction encouragée en France pour une installation photovoltaïque, c'est-à-dire étanchéité et production d'électricité. D'une part, l'intégration totale des éléments photovoltaïques à l'enveloppe induit un risque de désordres potentiels par infiltrations. D'autre part, on peut imaginer que si le fabricant d'un panneau, installé aujourd'hui, n'existe plus demain, le changement de ce panneau lorsqu'il sera défectueux, pourrait s'avérer très coûteux pour le propriétaire.

Aux niveaux des dysfonctionnements recensés :

### Dysfonctionnement

**Description :** Sur une opération, 3 panneaux amorphes ont grillé lors de la mise en service du système.

**Origine :** Certains boîtiers de jonctions avaient été livrés avec leurs pôles inversés. L'électricien, qui n'avait pas vérifié la polarité, a été reconnu responsable au terme d'une procédure judiciaire avec le fournisseur des boîtiers.

### Dysfonctionnement

**Description :** Des dysfonctionnements en phase chantier sont également survenus sur une autre opération. D'une part, un défaut d'étanchéité à l'eau a été constaté avant réception du lot. D'autre part, des clous trop courts ont été utilisés, générant un risque d'arrachement des panneaux.

**Origine :** Manque de savoir-faire.

### Bonne Pratique

Nécessité de recourir impérativement, pour l'installation électrique, à une entreprise compétente et qualifiée en installations à courant continu, et pour l'intégration en toiture, à une entreprise de couverture avertie, capable de dimensionner correctement les ouvrages (supports, fixations), et concevoir tous les points particuliers (raccordements, passages de câbles, etc.).

### Remarque

Afin d'illustrer l'importance de bien étudier le site avant de prévoir un système photovoltaïque, un acteur a mentionné le cas d'une installation située à proximité de la mer et d'une usine de recyclage de déchets, où les déjections de mouettes impactent considérablement le rendement du système et donc sa rentabilité.

### Bonne pratique

Se référer à la plaquette AQC :

***Le photovoltaïque raccordé au réseau dans le bâtiment***

Téléchargeable gratuitement : [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)



### Bonne Pratique

Avertir le maître d'ouvrage et l'exploitant des obligations de maintenance, et de la compétence spécifique nécessaire pour se faire (fonctionnement permanent des panneaux).

Pour la grande majorité des opérations retenues, au moins un test d'étanchéité à l'air à été effectué.

### Bonne pratique

Un grand nombre d'opération ont réalisé des tests d'étanchéité à l'air avant les travaux de finition. Cela permet de détecter de manière plus précise l'origine des fuites, et de les corriger plus aisément et à moindre coût.

Les principales fuites détectées lors des tests réalisés sur ces opérations furent :

#### ➔ Des défauts d'étanchéité à l'air sur des produits et/ou des équipements pré-assemblés, parmi lesquels :

- Les volets roulants. Des infiltrations au niveau du coffre de volet roulant posé coté intérieur et de la rotule (dans le cas d'un fonctionnement mécanique) ont notamment été identifiées. Certains acteurs ont même décidé d'abandonner cette solution sur de nouvelles opérations basse consommation. D'autres préconisent des volets roulant à fonctionnement électrique (sans rotule) ou une pose du coté extérieur. Cette dernière option soulève cependant d'autres problématiques liées à la maintenance au niveau des étages supérieurs ou de vol en rez-de-chaussée.
- Les menuiseries. Des infiltrations au niveau des parcloses, des barilletts et des liaisons dormants/ouvrants ont notamment été identifiées.



Les conduits de drainage pour l'évacuation du condensat des parcloses seraient également une source d'infiltration. (Cette obligation n'est d'ailleurs pas en vigueur en Allemagne). La mise en place de capuchon « pare-tempête » peut résoudre

facilement ce problème.

Dans le cas des portes avec des hauteurs non conventionnelles, des fuites importantes sont apparues en raison de l'absence d'un quatrième point d'attache en partie haute.

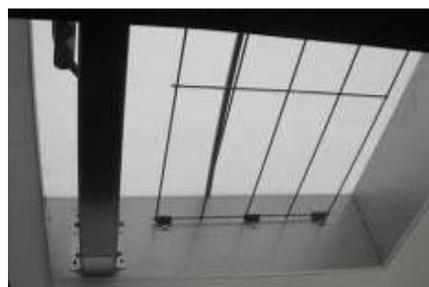
Sur une crèche, des portes « anti-pinces doigts » présentent également de grosses faiblesses d'étanchéité à l'air.



Au niveau de la porte palière, les produits offrant une excellente étanchéité à l'air (et isolation acoustique) ne respectent pas forcément les règles en matière d'accessibilité (*hauteur des seuils limitée à 2 cm*).



- Les trappes de désenfumage. Mauvaise étanchéité à l'air des trappes de désenfumage disponible sur le marché



➔ **Des défauts d'étanchéité aux niveaux de liaisons entre éléments.** Notamment :

- Les liaisons façades / planchers ;
- Les liaisons menuiseries / façades (au niveau du seuil, du tableau et du linteau) ;
- Les liaisons menuiseries / volets roulants / façades ;
- Les liaisons façades / rampants de toiture ;
- Les liaisons tableau électrique / façades. Les acteurs recommandent de prévoir ce tableau électrique dans une pièce chauffée, de manière à n'avoir à traiter que la pénétration du câble d'alimentation EDF (qu'ils recommandent par ailleurs de calfeutrer à l'intérieur) ...



➔ **Des défauts d'étanchéité aux niveaux des pénétrations de l'enveloppe :**

- Par exemple, sur une opération, une structure métallique extérieure vient se fixer en de nombreux points sur la structure intérieure en béton, ce qui multiplie le nombre de percements de l'enveloppe d'étanchéité à l'air et complique, ainsi, son traitement ;
- Les traversées de gaines électriques (sonnette, éclairage extérieur, câble d'alimentation...) ;
- Les traversées de gaines de ventilation ;
- Les conduits de cheminée et les différentes trappes d'accès ....

## Bonnes pratiques

- Réalisation de carnets de détails précis en phase conception, afin de limiter au minimum l'improvisation lors de la mise en œuvre
- Réunions de sensibilisation faites aux chefs d'entreprises et aux compagnons sur le chantier. Formation théoriques et pratiques.

! En outre, des problématiques plus complexes de traitement de l'étanchéité à l'air apparaissent quand le bâtiment est équipé d'une cage d'ascenseur ...



## Bonne pratique

Ascenseur localisé à l'extérieur

## Remarque

! **Sur certaines opérations, une utilisation massive de mousse de polyuréthane a été évoquée pour traiter les infiltrations d'air identifiées ou de manière préventive avant la réalisation du test d'étanchéité. Il semble important de s'interroger, dès aujourd'hui, sur la pertinence de cette pratique.**

Quel est la pérennité de ces mousses au cours de la durée de vie du bâtiment ?

Quel est son impact sanitaire sur la qualité de l'air intérieur ?

Quel est son impact environnemental si on intègre l'énergie grise nécessaire à sa fabrication, son traitement en fin de vie... et son impact vis-à-vis du risque d'incendie et de dégagement de produits de combustion toxiques ?



## Bonnes pratiques

- En construction bois, on sait assurer l'étanchéité à l'air sans scotch en optimisant simplement le système constructif. Ainsi, sur une des opérations avec un système ossature + panneaux KLH, une performance d'étanchéité de  $n_{50}=1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  a été obtenu avant la pose de l'isolant et lors du test final, de  $n_{50}=0,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ . Sur cette même opération, tous les plans d'exécution ont été dessinés avant le début du chantier et les passages des gaines techniques entre les logements ont été anticipés.
- Une double couche d'isolant avec la disposition d'un freine vapeur « entre » permet le passage du réseau électrique sans risque de percement. L'existence de ce freine-vapeur implique d'en définir précisément les performances dans le cadre d'une étude poussée du comportement hygrothermique des parois (cf. Guide technique du CSTB de septembre 2009 « transferts d'humidité à travers les parois »).
- Limiter les gaines techniques traversantes (extérieur/intérieur) : par exemple, tous les réseaux (électrique, chauffage, ventilation) doivent si possible être réalisés dans les volumes chauffés.

### Savoir-faire des entreprises

#### Un renforcement nécessaire

Le manque de savoir-faire de certaines entreprises a été régulièrement cité par les acteurs rencontrés comme la principale cause des difficultés lors d'une opération basse consommation énergétique.

Comme détaillé précédemment, les conséquences de ce facteur de non-qualité ont été variées. Le lot ITE est un exemple symptomatique. En effet, le refus de réception d'une façade pour défaut de planéité, la dépose des plaques d'isolant non jointives et la pollution environnementale (non évaluée) par la dispersion de polystyrène ont été trois conséquences distinctes de l'intervention d'entreprises non compétentes sur cette technique.

Outre cette diversité d'impacts possibles, ce facteur de non-qualité peut surtout provoquer des dommages en chaîne. Ainsi le manque de savoir-faire de l'entreprise en charge de l'installation du système de ventilation peut générer un dysfonctionnement de la ventilation, qui va également impacter le confort sanitaire du bâtiment et favoriser l'apparition rapide de condensation à l'intérieur du bâtiment, ce qui aura alors de nouvelles conséquences....

Ainsi, la formation et la sensibilisation des acteurs à la qualité de l'exécution apparaissent comme une composante indispensable à la maîtrise des risques sur ces opérations.

#### Une valorisation accrue en phase conception

Parallèlement, les résultats de l'enquête ont aussi permis d'illustrer la pertinence d'associer le savoir-faire des entreprises compétentes en phase conception.

Ainsi, une collaboration étroite en amont du chantier entre l'architecte et les entreprises sélectionnées a permis sur plusieurs opérations d'anticiper l'apparition de probables dysfonctionnements ou d'optimiser la solution technique initialement retenue.

### Gestion des interfaces

Cette problématique du traitement des interfaces est vaste car les interfaces sont nombreuses, et ce traitement doit se faire à différents niveaux : organisationnel, technique et contractuel.

## **Interfaces Architecte/BET**

Au niveau de l'interface Architecte/BET, un dysfonctionnement dans un processus décisionnel a été la source du sinistre le plus important rencontré au cours de l'enquête, où la nature d'un isolant a été modifiée par un acteur (le bureau d'études thermiques) dans un souci d'optimiser la performance de l'enveloppe, mais sans prendre en compte les contraintes de sa localisation (définies par l'architecte).

Pour pallier ce risque, nous évoquons, dès l'introduction de ce rapport, le constat de la filière de devoir mettre en place de nouvelles pratiques entre les acteurs lors de la réalisation de bâtiments à basse consommation énergétique et notamment, le recours à une ingénierie concourante entre les architectes et les bureaux d'études lors de la conception de ces bâtiments.

## **Interfaces entre corps d'état**

La gestion des interfaces entre corps d'état est tout aussi cruciale.

Pour l'illustrer, nous reprendrons un cas concret, rencontré par un acteur sur une opération. Lors de l'installation d'ouvertures automatisées, trois corps d'état sont intervenus, un menuisier en charge de poser les menuiseries et les moteurs, un électricien en charge de l'installation du réseau électrique et un chauffagiste, responsable de la programmation du système. Les moteurs ont été commandés et posés par le menuisier, mais l'électricien a refusé de les brancher, car cela aurait alors engagé sa responsabilité sur le matériel. Le menuisier a donc sous-traité auprès d'un nouvel acteur ces branchements. Cette tâche n'a finalement pas été réalisée correctement : « trois moteurs ont grillés »...

Cet exemple démontre l'importance de prévoir en amont les rôles et les responsabilités de chaque intervenant et de les définir de manière précise contractuellement.

## **Intégration de l'exploitation en conception**

D'une manière plus générale, il est également apparu que les contraintes d'exploitation n'étaient pas toujours suffisamment intégrées lors de la conception de ces opérations (local technique trop petit, accessibilité compliquée aux équipements, coût de maintenance ou disponibilité locale de la compétence non anticipée, etc.) ou que les procédures de maintenance et d'entretien des équipements installés n'étaient pas toujours connues des exploitants des bâtiments.

Ainsi, la rupture dans la conduite d'une opération entre conception et exploitation semble être toujours une réalité (exacerbée dans les bâtiments basse consommation), sur laquelle la filière doit être d'autant plus vigilante.

## Qualité de la maintenance

Les nombreux dysfonctionnements dus à des défauts de réglages ou d'entretien soulèvent des questions autour de la qualité de la maintenance, de la précision des pièces écrites par la maîtrise d'œuvre, ainsi que de la responsabilité du maître d'ouvrage quant au respect des consignes de fonctionnement.

La programmation de la maintenance des équipements avec des intervenants compétents apparaît particulièrement cruciale afin notamment de garantir les performances énergétiques recherchées sur ces opérations et, éviter d'éventuels impacts financiers dus à un manque de rigueur dans le pilotage de ces bâtiments (comme par exemple, une durée de vie réduite de certains équipements).

## Les vices de produits ou d'équipements

Certains dysfonctionnements recensés sont aussi directement liés à la qualité du produit ou de l'équipement livrés par les industriels.

A titre d'exemple, des défauts d'étanchéité à l'air conséquents ont été détectés sur des menuiseries et ce, même sur des marques réputées pour la qualité de leurs produits. Des menuiseries double vitrage ont également été livrées avec un positionnement de la couche de faible émissivité inversée. Le cas des volets roulants est encore plus explicite. La mauvaise étanchéité à l'air des volets roulants, disponibles aujourd'hui sur le marché, conduit de nombreux concepteurs à proscrire cette solution sur leurs nouvelles opérations basse consommation. Des problèmes de qualité de briques Monomur, de bois de construction livrés ont aussi été évoqués.

Le rôle des industriels dans la maîtrise des risques de non-qualité ne doit donc pas être négligé et la vérification à la livraison de la qualité et de la conformité des produits reste, bien sûr, cruciale.

## Le comportement des usagers

Le comportement des usagers est un autre point à risque régulièrement mentionné par les acteurs rencontrés. En effet, l'atteinte des performances recherchées et leur pérennité dans le temps dépendent en grande partie de ces comportements.

A titre d'exemple, certains acteurs d'opérations réalisées en ossature bois craignent le percement de la barrière d'étanchéité à l'air par les occupants lors de leur travaux

d'embellissement. Dans d'autres opérations, le confort d'été est conditionné par le respect de garder les fenêtres fermées en pleine journée, afin que l'inertie du bâtiment joue pleinement son rôle.

La sensibilisation des occupants à ces nouvelles « contraintes » est indispensable et a été généralement réalisée lors de la livraison des bâtiments de l'enquête. Mais il n'existe aucune garantie qu'elles soient respectées dans le temps, ou que cette information soit transmise en cas de changement d'occupants.

#### Bonne pratique

- Remise aux futurs occupants d'un livret de sensibilisation autour des spécificités du bâtiment

## E. CONCLUSION

---

### **Une grande motivation des acteurs face à un besoin exprimé....**

Avant tout, il semble important de rappeler que les opérations retenues pour cette enquête sont toutes exemplaires.

Les acteurs rencontrés se sont non seulement investis dans un travail pionnier au risque d'essayer les plâtres, mais aussi avec le souci de partager les enseignements de cette expérience avec l'ensemble de la filière. Les résultats de cette enquête doivent donc être relativisés en tenant compte qu'un apprentissage s'effectue « en réalisant » et l'on ne peut donc pas attendre une maîtrise parfaite des gestes et des procédures au premier coup.

Si la reconnaissance du PRÉBAT pour cet engagement en faveur de la mise en œuvre de bâtiments à basse consommation énergétique les félicite déjà d'œuvrer aux nécessaires évolutions de leurs pratiques professionnelles, qu'ils soient ici également très sincèrement remercier pour la motivation, la disponibilité et, l'honnêteté, dont ils ont fait preuve au cours de cette enquête. Le partage de leurs expériences est enrichissant pour toute la filière.

### **Des données abondantes et concrètes**

En effet, cette enquête terrain a permis de recenser une liste importante de points sensibles, difficultés, ou dysfonctionnements survenus au cours d'opérations à basse consommation énergétique, comme le détaille la présentation des résultats consolidés selon les principaux lots techniques.

Outre ce recensement quantitatif, la démarche retenue a surtout permis la caractérisation de ces événements, qui apporte une information qualitative précieuse pour mieux connaître ces risques de non-qualité identifiés : notamment quels sont les facteurs de non-qualité ? Quelles sont ses conséquences directes ou indirectes ?

Des exemples de « bonnes pratiques », ainsi que des recommandations permettant de les éviter, ont également pu être recueillis ou extrapolés lors de cette étude. Ces « bonnes pratiques » sont aujourd'hui encore en cours de consolidation.

Au final, les résultats de ce travail nous permettent de mieux connaître la nature, les conditions d'occurrence et les conséquences potentielles de dysfonctionnements qui peuvent survenir au cours d'une opération à basse consommation énergétique. En ce sens, ils représentent un véritable pas en avant et surtout, un support concret en vue de la sensibilisation des acteurs de la filière à cette problématique. A court terme, une diffusion à la filière de ces premiers retours d'expériences permettrait déjà que des erreurs identifiées au cours de cette enquête ne soient pas reproduites par d'autres acteurs sur de nouvelles opérations.

Bien sûr, ces premiers résultats sont loin d'être exhaustifs et ils devront être approfondis ; mais c'est la première étape nécessaire vers la maîtrise de ces risques de non-qualité.

## Les limites de la démarche

En effet, aborder un sujet aussi vaste que les risques de non-qualité associés à une opération à basse consommation énergétique dans un délai réduit, a également ses limites.

- D'une part, en considérant la diversité des solutions techniques possibles pour atteindre le niveau de performance étudiée, les données collectées sur cet échantillon réduit d'une trentaine d'opérations ne peuvent offrir qu'une information partielle. Ainsi, certaines techniques constructives ne sont que faiblement représentées dans l'échantillon retenu. A titre d'exemple, une seule opération est équipée de « poutre froide » ou encore, une seule structure est réalisée en béton cellulaire. Un grand nombre de nouveaux matériaux ou équipements, aujourd'hui sur le marché, n'a également pas du tout été rencontré, parmi lesquels les systèmes thermodynamiques de production d'ECS, les fenêtres pariéto-dynamiques, les isolants d'origine animale, etc.
- D'autre part, les résultats sont conditionnés par la franchise des acteurs interrogés, ce qui ne permet pas de garantir que l'ensemble des dysfonctionnements survenus sur les opérations étudiées aient pu être collectés. Les résultats reflètent aussi les capacités d'analyse des risques des acteurs interrogés. La confrontation des résultats auprès d'autres acteurs, notamment des experts-construction, apparaît donc indispensable.
- Enfin, il semble également important de rappeler ici que le faible recul des acteurs par rapport au fonctionnement des bâtiments étudiés ne permet pas d'anticiper à partir de cette enquête les potentiels nouveaux désordres qui pourraient être associés à l'exploitation de ces bâtiments à basse consommation énergétique.

Tout au plus, ces résultats nous offrent aujourd'hui des pistes intéressantes de vigilance, à investiguer.

## Les premiers enseignements

Mais l'analyse des résultats de cette enquête nous a déjà permis de dégager quelques recommandations en vue de prévenir l'apparition de non-qualité.

Notamment :

- ✓ Un renforcement nécessaire du savoir-faire de certaines entreprises sur les nouvelles techniques constructives et sur la finesse de mise en œuvre ;
- ✓ Mais aussi, l'association accrue du savoir-faire des entreprises compétentes lors de la conception, de manière à optimiser les solutions techniques à mettre en œuvre ;
- ✓ Plus généralement, une coopération accrue entre le concepteur et les entreprises en amont du chantier et entre les entreprises elles-mêmes lors de la préparation du chantier, afin notamment de traiter les problématiques d'interfaces entre corps d'état dans leur globalité, c'est-à-dire d'un point de vue organisationnel, technique et contractuel ;

- ✓ Une meilleure prise en compte des contraintes d'exploitation en phase de conception au moyen, par exemple, des méthodes de conception intégrée d'une opération et de leur analyse financière en coût global ;
- ✓ Une sensibilisation indispensable des occupants sur les comportements à adopter et surtout la conduite d'une réflexion sur les moyens de garantir la transmission des spécificités d'un bâtiment aux occupants successifs tout au long de sa durée de vie.

## Perspectives

Approfondir cette connaissance des risques de non-qualité associés aux opérations à basse consommation énergétique est maintenant nécessaire.

Ce travail ouvre déjà plusieurs perspectives :

- Confronter ces résultats auprès de différents acteurs de la filière semble indispensable. Ce travail a déjà été initié auprès de différents experts construction, mais il devra être poursuivi et étendu si possible à d'autres d'acteurs. Des bureaux d'études thermiques, des fabricants et/ou des entreprises (analyse de leur processus d'autocontrôle, par exemple...) pourraient notamment apporter des éclairages complémentaires.
- D'ici la fin de l'année, confronter cette enquête avec les résultats de l'étude (en cours) qui vise à analyser les retours d'expériences de nos voisins européens (Allemagne, Suisse et Autriche) sur ce type d'opérations devrait également fournir de nouveaux enseignements.
- Idéalement, il serait aussi des plus instructifs de pouvoir suivre les déclarations de sinistres en garanties décennales sur les bâtiments de cette enquête (notamment sur les aspects confort, fissures, produits, étanchéité...) et de réinterroger dans deux ans les propriétaires, les exploitants et les usagers, qui auront alors beaucoup plus de recul sur le fonctionnement de ces bâtiments et, pour certains, en outre, de riches retours sur les performances réellement atteintes, grâce au monitoring de leur bâtiment mis en place dans le cadre du programme PRÉBAT.
- Enfin et surtout, augmenter la taille de l'échantillon, en ciblant plus spécifiquement certains dispositifs constructifs lors de la sélection de nouvelles opérations permettrait, sans nul doute, de mieux connaître les risques de non-qualité associés aux dispositifs ciblés.

Cet approfondissement de la connaissance des risques de non qualité associés aux opérations à basse consommation énergétique et sa diffusion à tous les acteurs du secteur contribueront avant tout à bien préparer la filière à la mise en application de la réglementation thermique RT 2012.

Mais surtout, ce travail favorisera à terme l'évolution « dans le bon sens » des pratiques de la filière, ainsi que la nécessaire généralisation de l'efficacité énergétique au-delà du futur cadre réglementaire des constructions neuves.

# ANNEXES

---

## **ANNEXE 1.**

Présentation de la RT 2012

## **ANNEXE 2.**

Le programme « bâtiments démonstrateurs PRÉBAT »

# ANNEXE 1.

## Présentation de la RT 2012

---



La réglementation thermique, RT 2012, va généraliser ce concept. La feuille de route prévoit son application aux bâtiments tertiaires le 1er juillet 2011, et aux bâtiments résidentiels à partir du 1er janvier 2013. La RT 2012 reprendra l'exigence énergétique de  $50 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{SHON}\cdot\text{an}$ , visée par le label BBC-Effinergie 2005. Cependant un nouveau moteur de calcul sera proposé et, en plus des modulations relatives à la zone climatique et l'altitude déjà présentes dans le label BBC, des modulations selon la typologie du bâtiment, sa surface ou encore ses émissions de gaz à effet de serre seront introduites. En outre, cette nouvelle réglementation définit de nouvelles exigences de moyen, le Bbiomax, et de résultats par rapport à la RT 2005.

### Le Bbiomax :

- Le besoin bioclimatique maximal (Bbiomax) est une exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti. 3 postes de consommation sont pris en compte : le chauffage, le refroidissement et l'éclairage. Le seuil maximal à ne pas dépasser correspond à une valeur moyenne modulée en fonction de la localisation géographique, l'altitude et la surface moyenne des logements. Cette exigence définit une limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées à la conception du bâti (chauffage, refroidissement et éclairage), imposant ainsi son optimisation indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre. Elle valorise notamment le niveau d'isolation, la mitoyenneté et la conception bioclimatique (accès à l'éclairage naturel, aux apports solaires...). Ce coefficient remplace le « Ubat » (coefficient de transmission surfacique moyenne de l'enveloppe) présent dans la RT 2005, qui prenait en compte uniquement le niveau d'isolation du bâti. Mais il ne prend pas en compte la présence des nombreux appareils domestiques d'un logement moderne.

### Quelques nouvelles exigences de résultats :

- Obligation de recours aux énergies renouvelables en maison individuelle. Le maître d'ouvrage peut choisir soit de produire l'eau chaude sanitaire (ECS) à partir d'un système de production solaire thermique, doté a minima de  $2 \text{ m}^2$  de capteurs solaires, soit d'être raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable et de récupération, soit démontrer que la consommation d'énergie du bâtiment comprend a minima  $5 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{SHON}\cdot\text{an}$  produite à partir d'au moins une source d'énergie renouvelable. En alternative aux solutions précédentes, le maître d'ouvrage peut recourir à une production d'ECS assurée par un appareil électrique thermodynamique ou par une chaudière à micro-cogénération ;
- Obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements. Si le bâtiment n'a pas fait l'objet de l'application d'une démarche qualité agréée par le ministère en charge de la construction, le bâtiment devrait faire l'objet d'une mesure de la perméabilité à l'air ;

**Source :** PRÉSENTATION DE LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE «GRENELLE ENVIRONNEMENT 2012». 6 juillet 2010. Dossier de Presse. Téléchargeable sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

## ANNEXE 2.

### Le programme « bâtiments démonstrateurs PRÉBAT »



Depuis **2006**, toutes les Régions métropolitaines, ainsi que la Réunion, ont lancé, conjointement avec l'ADEME, un Appel à Projets afin de favoriser la réalisation de bâtiments à basse consommation énergétique.

Dans le cadre de ce programme national, appelé « **bâtiments démonstrateurs PRÉBAT** », **plus de 500 projets** ont ainsi déjà été sélectionnés. Tous les projets respectent les exigences du label BBC, mais ne sont pas forcément labellisés ; une douzaine de bâtiments sont à énergie positive. Un suivi des consommations et performances des bâtiments livrés est, par ailleurs, réalisé dans plusieurs régions afin de mesurer la rentabilité des opérations et les actions correctives éventuelles à apporter.

L'expertise de 124 projets de construction neuve lauréats de ce programme a démontré que toutes les filières constructives y sont représentées avec un recours à des techniques soit classiques, soit en développement. Les principales caractéristiques de ces bâtiments sont :

- Un mode de chauffage performant : pompes à chaleur (45% des maisons individuelles et 40% des projets tertiaires), chaudière gaz à condensation (55% des projets résidentiels), poêle ou chaudière au bois (40% des maisons individuelles),
- Des besoins de chauffage fortement réduits grâce à une isolation renforcée de l'enveloppe (murs et toitures), un recours croissant à l'isolation par l'extérieur (55% des projets) et au triple vitrage (18% des projets, zone climatique H1),
- Une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe (< à 1 pour 50% des projets) ;
- Une ventilation améliorée (Hygro B) et en particulier une ventilation double flux (90% des projets dans le tertiaire et 45% des projets dans le résidentiel),
- L'utilisation de matériaux renouvelables (ouate de cellulose, fibres de bois) dans plus de 20% des projets
- Une très forte utilisation des énergies renouvelables (présentes dans 90% des projets) et notamment du solaire thermique dans le résidentiel (90% des projets résidentiels). Le solaire photovoltaïque est également très présent (35% des projets), notamment dans le tertiaire (55% des projets du tertiaire).



**Répartition des lauréats en 2010 [ADEME, juillet 2010]**

**Source :** BILAN DU PRÉBAT « LE BÂTIMENT BASSE CONSOMMATION, une obligation du grenelle environnement et déjà une réalité ». Communiqué de Presse de l'ADEME. 6 juillet 2010. Téléchargeable sur [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)