



**HAL**  
open science

## **CSTB - Priorité scientifique et technique "Bâtiment durable": bilan 2010-2013, rapport final**

Julien Hans, Stéphanie Derouineau, Abdel Lakel, Charlotte Abele, Alexandra Lebert, Jacques Chevalier, Franck Andrieux

### ► To cite this version:

Julien Hans, Stéphanie Derouineau, Abdel Lakel, Charlotte Abele, Alexandra Lebert, et al.. CSTB - Priorité scientifique et technique "Bâtiment durable": bilan 2010-2013, rapport final. CSTB - Centre scientifique et technique du bâtiment. 2013. hal-01026365

**HAL Id: hal-01026365**

**<https://cstb.hal.science/hal-01026365>**

Submitted on 21 Jul 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Priorité scientifique et technique Bâtiment durable  
(BDU)**

**Bilan 2010 - 2013**

**Rapport final**

HANS Julien

Réf : DEE/EICV - 14.041

**Décembre 2013**

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT**

SIÈGE SOCIAL > 84 AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2

TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX. (33) 01 60 05 70 37 | SIRET 775 688 229 000 27 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

ÉTABLISSEMENT PUBLIC À CARACTÈRE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL | RCS MEAUX 775 688 229 | TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA-ANTIPOLIS



**Priorité scientifique et technique Bâtiment durable  
(BDU)**

**Bilan 2010-2013**

**Rapport final**

HANS Julien

Université Paris-Est, Centre scientifique et Technique du Bâtiment

Collaborateurs : responsables des projets de recherche du programme Bâtiment durable : Stéphanie DEROUINEAU, Abdel LAKEL, Charlotte ABELE, Alexandra LEBERT, Jacques CHEVALIER, Franck ANDRIEUX, et les chercheurs du CSTB associés

**Décembre 2013**

© 2014 CSTB



Ce texte est distribué sous les termes de la licence Creative Commons Attribution 3.0 non transposé (CC BY 3.0).

Le texte complet de la licence est disponible à l'adresse suivante :  
<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>

Résumé des droits et conditions de la licence :

⇒ **Vous êtes libre de :**

- partager (reproduire, distribuer et communiquer) l'œuvre ;
- remixer, adapter l'œuvre ;
- d'utiliser cette œuvre à des fins commerciales.

⇒ **Selon les conditions suivantes :**

- Attribution (paternité, crédit) : vous devez attribuer l'œuvre de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous approuvent, vous ou votre utilisation de l'œuvre).

Toute citation d'extraits, reproduction ou utilisation doit obligatoirement faire apparaître la référence de ce document sous la forme : **HANS J. (Coord.), Priorité scientifique et technique « Bâtiment durable » : bilan 2010-2013, rapport final, CSTB, décembre 2013, 62 p.**

⇒ **Comprenant bien que**

- les droits suivants ne sont en aucune manière affectés par la licence :
  - Vos prérogatives issues des exceptions et limitations aux droits exclusifs ou *fair use* ;
  - Les droits moraux de l'auteur que rien dans ce contrat ne diminue ou ne restreint.

→ A chaque réutilisation ou distribution de cette œuvre, vous devez faire apparaître clairement au public la licence selon laquelle elle est mise à disposition. La meilleure manière de l'indiquer est un lien vers cette page web : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.fr>.

## Résumé

L'objectif de la priorité scientifique et technique « Bâtiment durable » du programme de recherche 2010-2013 du CSTB peut être résumé comme suit :

Développer la capacité de la filière construction à concevoir, réaliser, rénover et gérer des ouvrages en intégrant les performances techniques, économiques, environnementales et de confort.

Pour arriver à cet objectif nous avons menés des travaux de recherche et développement suivant trois axes structurants :

Développer les méthodologies et les outils opérationnels pour permettre d'évaluer, de comprendre et de garantir les performances des bâtiments.

Mettre à disposition des outils de conception et d'évaluation permettant une mesure objective et performancielle de l'ensemble des performances issues de l'intégration des principes du développement durable dans la construction

Accompagner et évaluer les solutions technologiques innovantes en regard de ces nouvelles performances d'ouvrages dont ils devront permettre l'achèvement.

Les travaux menés dans le cadre de la priorité "Bâtiment durable" se sont déployés autour de cinq projets qui ont permis de porter et de coordonner les différentes actions de recherche :

- Outil d'aide à la conception et à l'évaluation des performances des bâtiments (Elodie 2.0) ;
- Retour d'expérience sur les performances en service des bâtiments performants (Retex) ;
- Cycle de l'eau (PCE) ;
- Méthodes pour des réhabilitations durables (Réhascope) ;
- Intégrabilité des solutions technologiques.

Ce rapport présente le bilan des travaux de ces projets.

## Mots clés :

bâtiments durables ; analyse de cycle de vie ; simulation énergétique dynamique ; cycle de l'eau ; déchets ; réchauffement climatique ; suivi de performances ; garantie de performance ; garantie de performance énergétique intrinsèque (GPEI) ; garantie de résultats énergétiques (GRE)

## Table des matières

<b>1. ENJEUX ET CONTEXTE</b> .....	<b>7</b>
<b>2. AMBITIONS DE LA PRIORITÉ SCIENTIFIQUE "BÂTIMENT DURABLE"</b> .....	<b>8</b>
<b>3. STRUCTURATION DE LA PRIORITÉ ET DESCRIPTION DES PROJETS</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Outil d'aide à la conception et à l'évaluation des performances : Elodie 2.0</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Retour d'expérience sur les performances en service : Retex</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3 Cycle de l'eau</b> .....	<b>11</b>
<b>3.4 Réhascope</b> .....	<b>12</b>
<b>3.5 Intégrabilité des solutions technologiques</b> .....	<b>13</b>
<b>4. BILAN DU PROGRAMME SUR LA PÉRIODE 2010-2013</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 Elodie 2.0</b> .....	<b>16</b>
4.1.1 Performances environnementales des bâtiments: .....	17
4.1.2 Performances énergétiques des bâtiments.....	18
4.1.3 Performances économiques des bâtiments: .....	18
4.1.4 Le confort au travers des indicateurs de performance .....	18
<b>4.2 Retex</b> .....	<b>19</b>
<b>4.3 Cycle de l'eau</b> .....	<b>21</b>
4.3.1 Caractérisation des flux entrants (réseaux intérieurs) .....	22
4.3.2 Caractérisation des flux sortants (restitution à l'environnement) .....	26
<b>4.4 Réhascope</b> .....	<b>28</b>
4.4.1 Résultats de recherche .....	29
<b>4.5 Intégrabilité des solutions technologiques</b> .....	<b>32</b>
4.5.1 Identification des critères d'intégrabilité .....	32
4.5.2 Amélioration et consolidation des connaissances .....	34
4.5.3 Structuration de la base de données.....	35
<b>5. PERSPECTIVES</b> .....	<b>37</b>
<b>6. PROJETS À POURSUIVRE</b> .....	<b>39</b>
<b>PUBLICATIONS</b> .....	<b>40</b>
<b>Performance globale du cadre bâti</b> .....	<b>40</b>
⇒ Echelle bâtiment .....	40
⇒ Echelle quartier .....	56
<b>Garantie de performance</b> .....	<b>58</b>
<b>Gestion et rénovation du parc existant</b> .....	<b>59</b>

## 1. ENJEUX ET CONTEXTE

Les travaux de recherche menés dans le cadre de la priorité scientifique et technique "Bâtiment durable" du programme de recherche 2010-2013 CSTB s'inscrivent dans un contexte politique, économique, environnemental et social est caractérisé par :

- des engagements politiques quantifiés sur la diminution des émissions de GES (40% en 2030 puis 60% en 2040) , de la pression sur les ressources énergétiques épuisables et sur le volume des déchets éliminés se traduisant parfois par des exigences réglementaires (engagement pour une réglementation énergétique et environnementale -à l'horizon 2020- inscrite dans la loi «Grenelle II » soit une « Réglementation Bâtiments Responsables 2020 », une contrainte réglementaire de déclaration des « Bilan carbone » des entreprises de plus de 500 salariés dont les majors de la construction) ;
- une demande des acteurs économiques (foncières, entreprises de construction, etc.) pour une approche performancielle et une valorisation économique de la « valeur verte » se traduisant par des systèmes de *reporting* (orientés tant pour une communication externe que pour une gestion interne d'un parc), d'évaluation, de certification ou labellisation des bâtiments s'orientant vers des exigences performanciennes (lancement des expérimentations HQE Performance, travaux de la Sustainable Building Alliance sur le *core set of indicators*, etc.) ;
- une demande émergente des citoyens d'informations explicites et fiables sur les aspects de confort et de santé, en particulier pour les nouveaux bâtiments très performants énergétiquement et plus largement une forte attente sur la qualité environnementale des produits et biens achetés.

D'autre part, les priorités, en termes d'enjeux évoluent. Notamment :

- L'amélioration graduelle des performances énergétiques des bâtiments depuis les premières réglementations thermiques conduit les acteurs à non seulement remettre en question leurs pratiques (que ce soit pour concevoir, réaliser, exploiter ou habiter), mais également à élargir le champ d'observation. Les bâtiments neufs consomment peut-être 7 fois moins d'énergie que ceux construits il y a 40 ans. Aujourd'hui, si l'on regarde le bilan énergétique d'une maison sur 50 ans, en considérant à la fois l'énergie directe (celle nécessaire à son exploitation) et indirecte (celle utilisée pour sa construction, son entretien et sa démolition), on constate que l'énergie relative aux postes réglementaires pèse 30 % du bilan. Les 70 % restants correspondent aux consommations d'énergie relatives à l'activité des occupants, à celles ayant permis la mise à disposition des matériaux, etc.
- A l'échelle nationale, en 2009, le secteur résidentiel-tertiaire représentait 24% des émissions de GES alors que les matériaux de construction en représentaient environ 6 %. Plus globalement les émissions ont diminué de 19 % en 40 ans grâce à la diminution du contenu carbone des énergies



utilisées. Les enjeux sont différents lorsqu'on restreint le champ d'observation au parc neuf. Aujourd'hui, le bilan en gaz à effet de serre d'une maison sur 50 ans montre que la mise à disposition du bâtiment représente 60 % des émissions et les postes règlementaires 20%.

## **2. AMBITIONS DE LA PRIORITÉ SCIENTIFIQUE "BÂTIMENT DURABLE"**

Les enjeux évoqués ci-dessus imposent d'engager une rénovation de fond du parc immobilier et une rupture dans l'approche de la conception et de l'évaluation des bâtiments neufs. Cela conduit à réduire les consommations énergétiques des bâtiments, à développer l'utilisation des énergies renouvelables, et à innover sur l'ensemble du cycle du bâtiment, de la conception à la construction, jusqu'à la gestion et à la déconstruction.

L'adoption d'une démarche performancielle pour la conception, la réalisation (en neuf et rénovation) et la gestion de bâtiments durables implique de fixer des objectifs clairement identifiés. Les travaux du CSTB dans le domaine de l'énergie et de l'environnement s'appuient sur une solide connaissance des bâtiments existants pour définir les critères d'évaluation et les seuils de performances des bâtiments durables, et développer les outils nécessaires pour garantir les performances des ouvrages et l'intégrabilité des technologies innovantes.

Un bâtiment respectueux de l'environnement est une construction maîtrisée sur l'ensemble de son cycle de vie, dont les performances correspondent à des objectifs multiples relevant des différentes composantes du développement durable. Parmi les exigences environnementales, celle de l'économie d'énergie occupe une place importante, d'abord parce qu'elle arrive au premier rang des priorités (épuisement de la ressource à courte échéance, corrélation avec l'indispensable limitation des émissions de GES...), ensuite parce qu'elle relève de disciplines bien maîtrisées, et enfin parce qu'elle correspond à des exigences stratégiques relevant de l'économie nationale. Mais, au-delà des problématiques liées à l'énergie, il s'agit aussi bien sûr aussi de traiter des consommations d'eau, de production de déchet, d'émission de gaz à effet de serre, de confort, etc.

Globalement, derrière la notion de performance émerge celle de garantie, c'est-à-dire de vérification et de validation. Cette double exigence se retrouve à toutes les échelles de la construction, y compris dans le temps, puisque les performances d'origine doivent être maintenues pendant toute la durée de vie du bâtiment.

Lors de la création de la priorité scientifique "Bâtiment durable" en 2011, l'objectif principal pouvait être résumé comme suit :

***Développer la capacité de la filière construction à concevoir, réaliser et gérer des ouvrages en intégrant les performances techniques, économiques, environnementales et de confort.***

Pour atteindre cet objectif, il convenait donc de mener des travaux de recherche et développement sur les points suivants, qui constituent les 3 axes structurants de la priorité :

1. ***Développer les méthodologies et les outils opérationnels pour permettre d'évaluer, de comprendre et de garantir les performances***

**des bâtiments.** Le volet énergétique doit servir de fer de lance pour faire progresser la garantie de performance avec deux notions clés définies récemment : la garantie de performance énergétique intrinsèque (GPEI) et la garantie de résultats énergétiques (GRE). La première caractérise les performances du bâti et de ses équipements "mesurables" à la livraison du bâtiment, et la deuxième incorpore l'exploitation et l'usage du bâtiment.

2. **Mettre à disposition des outils de conception et d'évaluation permettant une mesure objective et performancielle de l'ensemble des performances issues de l'intégration des principes du développement durable dans la construction** (pour le neuf et l'existant) :
  - Performances énergétiques ;
  - Performances environnementales ;
  - Performances économiques ;
  - Niveaux de confort (acoustique, thermique, éclairage, santé, ...).
3. **Accompagner et évaluer les solutions technologiques innovantes en regard de ces nouvelles performances** d'ouvrages dont ils devront permettre l'achèvement.

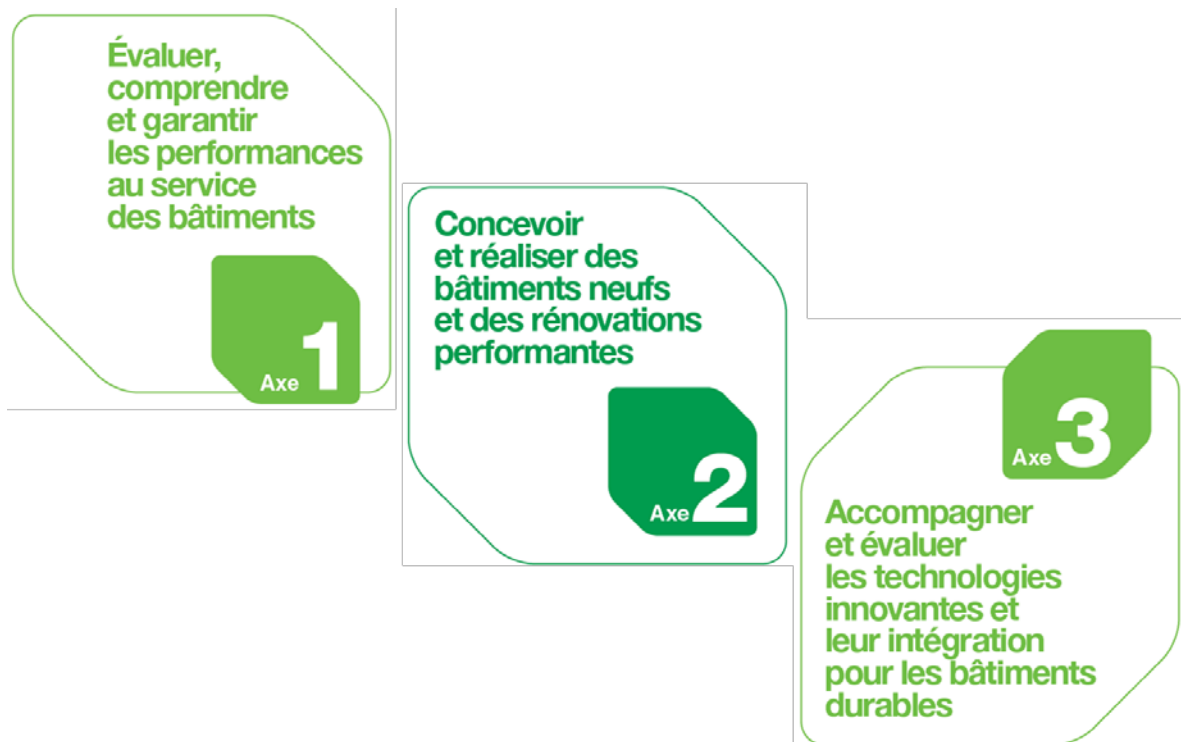


Figure 1 : Les trois axes du programme bâtiments Durables

### **3. STRUCTURATION DE LA PRIORITÉ ET DESCRIPTION DES PROJETS**

Les travaux menés dans le cadre de la priorité "Bâtiment durable" se sont déployés autour de cinq projets qui ont permis de porter et de coordonner les différentes actions de recherche :

- Outil d'aide à la conception et à l'évaluation des performances des bâtiments (Elodie 2.0) ;
- Retour d'expérience sur les performances en service des bâtiments performants (Retex) ;
- Cycle de l'eau (PCE) ;
- Méthodes pour des réhabilitations durables (Réhascope) ;
- Intégrabilité des solutions technologiques.

#### **3.1 OUTIL D'AIDE À LA CONCEPTION ET À L'ÉVALUATION DES PERFORMANCES : ELODIE 2.0**

La démarche d'évaluation des performances d'un bâtiment, engagée depuis près de 20 ans par les acteurs du secteur de la construction vit une importante phase de transition. Elle connaît un changement de paradigme en s'orientant vers une évaluation de plus en plus performancielle, multicritère (*i.e.* non plus seulement énergétique) et basée sur le cycle de vie complet du bâtiment (et non plus seulement sur la phase d'exploitation du bâtiment).

Le secteur du bâtiment, pour pouvoir s'adapter, doit disposer de méthodes cohérentes entre elles et d'outils opérationnels pour différentes approches métiers, c'est-à-dire pour les aspects énergie, environnement, eau, santé, confort, économique et social.

Pour permettre cette (r)évolution vers une approche performancielle, les méthodes, modèles et outils ne doivent plus être les prérogatives exclusives des seuls experts mais devenir accessibles au plus grand nombre. Les acteurs de la maîtrise d'ouvrage, de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des bâtiments notamment doivent pouvoir appréhender globalement leurs projets.

Face à ces évolutions en termes d'approche et face à l'avènement de bâtiments très performants énergétiquement (voire à énergie positive), les systèmes d'évaluation (orientés pour la conception et/ou l'évaluation) doivent être repensés. Les problématiques ayant muté (soulignons, par exemple, l'émergence de problématiques telles que le changement climatique), les modèles doivent être réorientés pour ne pas passer à côté d'enjeux émergents. Les indicateurs globaux doivent être construits au regard des (nouveaux) besoins des acteurs du secteur. Ainsi, le secteur de la construction reconstruit tout un système d'évaluation adapté à cette transformation : méthodologies de calcul, outils de calcul, échelles de référence, système(s) d'aide à la décision associé(s). C'est l'objectif porté par le projet *Elodie 2.0*.

### 3.2 RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LES PERFORMANCES EN SERVICE : RETEX

La filière du bâtiment doit aujourd'hui relever des défis ambitieux, à la fois sur la construction neuve et sur la modernisation du parc de bâtiments existants. Aujourd'hui, dans un contexte où le parc de bâtiments français n'est ni répertorié, ni suivi au niveau national, le retour d'expérience sur les performances réelles en service des bâtiments performants demeure encore très faible. Cette situation conduira, si l'on ne s'empare pas de ce sujet à une incapacité à les évaluer et à capitaliser les bonnes pratiques, ceci pouvant aller à l'encontre des ambitions affichées en particulier par le Grenelle de l'environnement. Cette observation constitue la première étape pour construire un retour d'expérience robuste permettant de tirer les enseignements nécessaires pour faire évoluer favorablement les cadres de conception, de construction et d'exploitation du bâtiment, et, *in fine*, permettre de s'orienter vers une garantie des performances effectives.

La construction de bâtiments neufs hautement performants et les travaux de réhabilitation à très haute performance énergétique ne pourront en effet se réaliser de manière massive que si les maîtres d'ouvrage ont la certitude d'obtenir les économies d'énergie prévues en phase de conception.

La Garantie de performance énergétique (GPE) est par conséquent aujourd'hui un élément clé pour sécuriser l'ensemble de la filière en garantissant à l'utilisateur final du bâtiment une consommation d'énergie annuelle réelle maîtrisée dans des conditions normales d'utilisation du bâtiment et ainsi permettre une rénovation massive du parc existant dans le cadre d'investissements conséquents mais parfaitement maîtrisés. Sur le plan économique et financier, elle doit faciliter pour le maître d'ouvrage le recours à l'emprunt pour financer les travaux en sécurisant la demande de prêts auprès d'organismes bancaires.

Le projet *Retex* prépare le CSTB à travailler sur ces sujets.

### 3.3 CYCLE DE L'EAU

Le projet *Cycle de l'eau* (PCE) a été mis en œuvre depuis l'année 2012 et contribue à réduire l'empreinte anthropique de la gestion de l'eau à l'échelle du système bâtiment-parcelle. En répondant aux attentes de la priorité "Bâtiments durables", il vise principalement à définir et évaluer scientifiquement des technologies innovantes et durables (par ruptures technologiques) dans le but de concevoir et de réaliser des bâtiments neufs et durables (outils de conception et d'évaluation des ouvrages) et de garantir les performances en service des bâtiments (performances réelles à long terme). Ainsi, ce projet alimentera en données scientifiques les 4 autres projets de la priorité (*Retex*, *Elodie 2.0*, *Réhascope*, *Intégrabilité des solutions innovantes*) et le projet *Quartier bas carbone* relevant de la priorité scientifique "Du quartier à la ville durable". En outre, les questions sanitaires relatives à l'eau sont également traitées en synergie avec la priorité programme "Usages - Santé - Confort".

Le projet est traité de l'amont vers l'aval avec trois actions de recherche qui caractérisent respectivement :

- les flux entrants et leurs impacts sur la distribution de l'eau (réseaux intérieurs et traitements associés) ;
- les stratégies d'usages, d'économie d'eaux et de valorisation d'énergie ;
- les flux sortants (épuration et impacts sur la restitution à l'environnement).

### 3.4 RÉHASCOPE

Les acteurs de la rénovation que sont les collectivités, les bailleurs, les copropriétés, les Architectes des bâtiments de France (ABF), etc., portent chacun un regard différent sur les enjeux de la rénovation énergétique du patrimoine, et se retrouvent dans la nécessité de dialoguer et de décider les uns avec les autres, sans pour autant disposer des outils adaptés pour ce faire.

La rénovation d'un bâtiment est un processus complexe qui, s'il n'est pas mené avec une approche globale, peut compromettre le potentiel d'économie d'énergie du site et conduire à la dégradation d'autres qualités intrinsèques ou induites du bâtiment, telles que la sécurité, la santé, la performance environnementale, et le confort (thermique, acoustique). Chaque bâtiment doit être traité de manière unique de par ses caractéristiques propres, son implantation, son état général, ses pathologies, ses potentialités et ses occupants.

Il est donc indispensable de mettre en place un cadre méthodologique et des outils permettant d'améliorer le dialogue entre les parties prenantes d'un projet pour :

- aider la maîtrise d'ouvrage à entreprendre des opérations de rénovation énergétique en les informant sur l'état initial de leur bâtiment et les gains performanciers possibles ;
- accompagner les acteurs en charge de projets de rénovation dans une démarche plus globale, en leur permettant d'identifier les impacts potentiels liés à la mise en œuvre des différentes solutions de rénovation.

Par ailleurs la rénovation énergétique n'est que rarement la préoccupation principale de la maîtrise d'ouvrage (MOA) qui, selon les cas, s'intéresse plus particulièrement à la maintenance de son ou de ses bâtiments, à la valorisation de son patrimoine, au changement d'usage, à l'amélioration du confort thermique, etc. Il serait donc pertinent de profiter de tout type de travaux pour accompagner la maîtrise d'ouvrage dans une démarche vertueuse d'amélioration énergétique, et respectueuse du patrimoine architectural.

Le projet *Réhascope* cible principalement les logements, qu'ils soient collectifs (18 millions de logements) ou qu'il s'agisse de maisons individuelles (14 millions) dont environ 60 % ont été construits dans la période précédant la 1<sup>ère</sup> réglementation thermique (1974). Cette période foisonne de bâtiments dotés de systèmes constructifs majoritairement bien connus, et possédant une efficacité énergétique médiocre.

Ce projet cible la phase amont d'un projet de rénovation. Il vise à accompagner la MOA pour :

- Evaluer la situation initiale (typologie, pathologies, performance énergétique) et la prise compte des besoins, enjeux et contraintes du site et de la maîtrise d'ouvrage ;
- Evaluer le potentiel global (opportunité, faisabilité) ;
- Analyser les impacts multidomains associés aux solutions de rénovation (confort, nuisances, entretien, coût global, impact environnemental...) ;
- Aider à la décision dans une stratégie de rénovation (accompagnement MOA et MOE).

Cette recherche, réunissant les expertises pluridisciplinaires issues du CSTB, propose notamment de réaliser :

- une base de connaissances structurée permettant de reproduire des expertises multi-techniques variées ;
- un prototype d'application informatique permettant de mettre en œuvre et d'évaluer la méthodologie d'aide à la décision développée en amont, en la confrontant à des cas de rénovations réels.

L'objectif global de ce projet de recherche est donc l'élaboration d'une méthodologie innovante d'aide à la décision pour la rénovation énergétique ciblant plus particulièrement les logements. Lors de la phase amont de la conception d'une opération de rénovation est proposée une approche systémique, sur tout le cycle de vie du bâtiment, prenant en considération les spécificités de chaque projet (enjeux multiples, typologies architecturales, jeux d'acteurs, contraintes techniques de mise en œuvre).

### **3.5 INTÉGRABILITÉ DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES**

Les objectifs environnementaux et énergétiques aujourd'hui visés par les programmes de construction neufs ou par les projets de rénovation sont de plus en plus élevés et sont l'occasion de développer de nouvelles technologies. Face à ces nouveaux enjeux, garantir la qualité et la sécurité de la construction durable impose un nouveau cadre d'analyse et d'évaluation pour les systèmes constructifs, qu'ils soient nouveaux ou plus traditionnels.

Il ne s'agit plus de vérifier de manière cloisonnée le respect de la réglementation d'une part, et l'atteinte des objectifs énergétiques ou environnementaux d'autre part, mais bien de s'assurer de l'atteinte d'une performance globale, combinaison des différentes cibles visées. En effet, le respect des 7 exigences fondamentales du nouveau Règlement produit de construction (RPC) européen applicables aux ouvrages de construction suppose la caractérisation globale de l'ensemble des systèmes et composants afin d'apporter des réponses sur leur aptitude à l'emploi et sur leur intégration dans le bâti.

Il est donc essentiel d'adopter dès aujourd'hui une approche systémique pour l'évaluation des produits et procédés mis en œuvre en incluant une analyse pluridisciplinaire (technique et socio-économique) et ce, sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment (conception, mise en œuvre, maintenance...). Cet effort de

caractérisation globale vise notamment à apporter des éléments de réponse aux questions suivantes :

- Comment s'assurer que les solutions technologiques sélectionnées en phase projet se révèlent efficaces en œuvre afin de garantir la qualité d'un ouvrage du point de vue énergétique, mais aussi environnemental ou socio-économique, etc. ?
- Pour chaque solution, quelles sont les caractéristiques les plus critiques à retenir au regard de leurs impacts possibles sur la qualité finale de l'ouvrage ?
- Comment rendre disponible et utilisable l'ensemble des caractéristiques disponibles, technologie par technologie, pour aider et faciliter les choix ?
- Comment s'assurer que la mise en œuvre de diverses solutions est bien compatible et n'aboutira pas à de malheureuses contre-performances ?

Pour atteindre ces objectifs, disposer de l'ensemble des caractéristiques et connaissances est une étape incontournable pour évaluer au mieux, en phase conception, la performance globale du bâtiment, ce qui impose de mener une réflexion sur la manière de les capitaliser, de les organiser et d'en améliorer la disponibilité.

A travers les travaux menés dans le projet *Intégrabilité des solutions technologiques*, le CSTB a donc cherché à se doter de l'ensemble des outils et méthodes en appui à cette orientation, les aspects purement liés aux risques trouvant leur place dans la priorité scientifique et technique "Maîtrise des risques" du programme recherche du CSTB.

Alors que les projets *Elodie 2.0* et *Simbio* (priorité "Simulation et outils numériques") avaient notamment pour objectif de développer des outils d'évaluation et d'aide à la conception qui intègrent les aspects énergie, environnement, santé, confort, économique et social, le CSTB souhaitait à travers ce projet disposer de l'ensemble des données et connaissances nécessaires en vue de les alimenter. L'approche nouvelle, hybridant les données matérielles des composants et systèmes avec la simulation numérique permettant, à terme, une évaluation systémique des constructions, doit constituer demain une des évolutions de l'évaluation de la bonne intégration des solutions, plus propice à l'optimisation et au développement des innovations.

Ces données et connaissances peuvent être issues de travaux de recherche technologique, d'essais, d'expérimentation, d'évaluation mais également de mesures *in situ*. Un lien étroit avec le projet Retour d'Expérience existe, en particulier sur les questions de coût, de mise en œuvre et d'usage. La question de la caractérisation initiale des performances des composants et systèmes et de leur maintien une fois mis en œuvre est au cœur des problématiques traitées par ce projet. Il ne s'agit plus seulement d'estimer une performance globale en phase conception sur la base d'un certain nombre d'indicateurs définis par la maîtrise d'ouvrage mais bien de donner les moyens à la maîtrise d'œuvre de s'en approcher. À cet effet, la structuration d'une base de solutions technologiques, regroupant l'ensemble des performances essentielles au bon fonctionnement de l'ouvrage et permettant d'alimenter les bouquets de solutions adaptés à chaque type d'ouvrages et d'occupants, a été définie. L'enjeu est donc de se mettre en capacité de construire une base de données pluridisciplinaire, dans laquelle est renseigné l'ensemble des caractéristiques disponibles, et non plus seulement les caractéristiques associées à un seul métier.

A terme, l'objectif est que les caractéristiques thermiques, environnementales ou même sanitaires d'un seul et même composant puissent être réunies dans une unique base.

Les familles de systèmes les plus directement concernés sont les technologies d'enveloppe (procédés d'isolation, façade double peau, procédés de toiture etc.), les équipements de production et de gestion d'énergie, et en particulier d'énergie renouvelable ou encore les technologies liées au cycle de l'eau et les systèmes d'éclairage. À terme, ce travail de caractérisation transversale doit également permettre d'identifier les besoins nouveaux en termes de développement et de communiquer sur des « fiches produits ou procédés » complètes, permettant une évaluation objective des solutions mises à disposition.



## 4. BILAN DU PROGRAMME SUR LA PÉRIODE 2010-2013

Les réponses apportées sur ces différents axes pour ces quatre années de recherche sont à mettre sur différents niveaux d'avancement, d'impact et de maturité. Ils sont présentés par projets ci-après.

### 4.1 ELODIE 2.0

Dans le cadre du projet Elodie 2.0, les avancées les plus importantes ont indéniablement été réalisées sur les sujets des nouveaux outils et méthodes de conception et d'évaluation des bâtiments durables.

En effet, après avoir initié l'idée que les bâtiments devaient être évalués plus globalement sur l'ensemble de leur cycle de vie et avec des indicateurs en complément de la consommation d'énergie primaire (tels que les réchauffements climatiques, la génération de déchets, la consommation d'eau, les pollutions de l'air, de l'eau...), de nombreux projets ont vu le jour sur ces thèmes et ont permis d'avancer significativement.

Le positionnement du CSTB a ainsi permis d'organiser l'ensemble des acteurs de la filière autour de projets allant de la recherche académique... :

- Projet Benefis financé par l'ANR avec BYCN, Armines, Izuba, ... ;
- Les travaux de recherche de la chaire Bouygues construction ;
- Les projets Européens EeBGuide (Fraunhofer, BRE, PE international, ...) et Superbuilding, (VTT, Ögut, Tecnalía, CSTC, Vinci, ...)

... au développement de solutions opérationnelles :

- Expérimentation HQE Performance, avec la DHUP et l'association HQE ;
- Projet de recherche de la Sustainable Building Alliance sur les métriques communes à l'échelle internationale, (BRE, DGNB, Certivéa, Qualitel, USGBC, IVE, TZUS, ...) ;
- Travaux avec Qualitel sur des modes de calculs adaptés aux certifications d'ouvrages ;
- Accord de collaboration avec Eiffage et BYCN pour le développement de méthodologies adaptées dans Elodie pour les impacts environnementaux en phase chantier ;
- Développement d'un module de prise en compte des impacts environnementaux liés aux transports avec Effinergie et la Caisse des dépôts et consignations.

Les différents sujets intégrés dans la feuille de route d'Elodie 2.0 (devant permettre l'expression des performances globales d'un bâtiment) présentent différents degrés de maturité. Selon les sujets, les actions sont de l'ordre de travaux de recherche appliquée en réponse à des besoins opérationnels, validation des éléments sur des cas théoriques et réels, la définition et la validation d'un prototype (Elodie) ou l'enrichissement des méthodes par retour d'expérience. Tous les sujets doivent être portés au bon niveau de maturité afin

que le CSTB puisse proposer des méthodes adaptées à l'ensemble des acteurs de la construction.

Les travaux sont organisés en un ensemble de tâches verticales destinées à construire la chaîne de valeur entre le savoir théorique et la pratique, soit ici l'évaluation objective de l'ensemble des performances issues de l'intégration des principes du développement durable dans la construction. En premier lieu, le projet compte une tâche pour les thématiques « métiers » des équipes du CSTB impliquées dans le projet : l'énergie et le confort thermique, l'environnement, le coût global, le confort acoustique, le confort visuel. D'autres actions, étroitement liées aux premières, sont de nature à organiser la coopération entre les chercheurs du CSTB en charge de thématiques verticales et à assurer ainsi la cohérence (voire la convergence) des différentes approches. Quatre groupes de travail bi-thématiques ont été mis en place : énergie et environnement, énergie et acoustique, énergie et eau, énergie et éclairage. Enfin, une tâche spécifique est dédiée à l'affichage des résultats afin d'en garantir la compréhension et l'interprétation par chacun des acteurs de la construction.

#### **4.1.1 PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES DES BÂTIMENTS:**

En 2012, la recherche autour de cet axe s'est traduite par l'implication forte du CSTB dans l'organisation de la première conférence scientifique internationale d'envergure sur l'ACV appliquée au secteur de la construction (en partenariat avec l'Ifsttar). Cette conférence a permis de présenter 6 communications écrites du CSTB dont 5 en auteur principal. Le CSTB a également été sollicité par l'Ifsttar pour participer à un projet Carnot sur les données ACV des matériaux. Cette collaboration a permis de mettre à disposition dans le logiciel Elodie des données génériques plus représentatives du contexte français. Un article de journal a également été rédigé dans le cadre de cette collaboration par l'Ifsttar, l'ENPC et le CSTB. En 2012, le CSTB a également animé le groupe de travail ACV de la chaire Bouygues « Bâtir durable et innover ». Plusieurs rapports de recherche, alimentant le projet *Elodie 2.0*, ont été rédigés sur l'adaptation des outils ACV au besoin de l'écoconception, la proposition d'une démarche pour le calcul de données génériques pour le logiciel Elodie, etc.).

Le CSTB a également porté à l'Europe (projet FP7 EeBGuide, 2011-2012) une nouvelle approche d'adaptation de l'outil ACV aux besoins des acteurs de la construction. Ce projet de recherche opérationnel a permis de développer un guide interactif pour l'ACV des bâtiments et de formuler des recommandations pour les développeurs d'outils. Certaines des recommandations proposées à l'échelle européenne seront reprises en 2013 dans le cadre du développement du logiciel Elodie V2.

En complément, une communication orale en conférence et 4 livrables de recherche ont été rédigés sur l'évolution conséquente du logiciel Elodie (création d'une base de données harmonisée et consolidée, espace de travail multi-bâtiments, mode de description du bâtiment adaptés aux entreprises générales, prise en compte de la phase chantier, amélioration de l'interprétation des résultats avec des valeurs de référence...).

#### **4.1.2 PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DES BÂTIMENTS**

Sur le volet énergétique, les recherches du CSTB ont contribué à établir une nouvelle réglementation thermique 2012, en mettant à disposition la méthode de calcul, mise au point en très large concertation avec les acteurs concernés. Cette réglementation issue des exigences du Grenelle de l'environnement remet la conception et l'architecture bioclimatique au cœur du système d'évaluation, en particulier par les performances intrinsèques du bâti (représentée par l'indicateur Bbio), la prise en compte du confort d'été et l'évaluation prévisionnelle de la consommation énergétique.

Les travaux (menés au sein d'*Elodie 2.0*, mais également ceux spécifiques à la RT 2012 et ceux inhérents à consolidation de l'outil de simulation Cometh) visent à mettre en cohérence les méthodes de calcul Energie/Environnement par la mise en évidence des points convergents et divergents.

En parallèle, ces travaux ont permis de proposer un nouveau jeu d'indicateurs de consommation et de production d'énergie. Orientés conception, ils sont pertinents au regard des enjeux traités et complémentaires à la mesure de la performance environnementale. Ce jeu doit comporter des indicateurs de performance mais également des indicateurs « de compréhension » qui ont pour vocation l'accompagnement des équipes de conception dans leurs choix techniques et architecturaux. Les réflexions ont été initiées et continueront sur la seconde partie du projet *Elodie 2.0*.

#### **4.1.3 PERFORMANCES ÉCONOMIQUES DES BÂTIMENTS:**

Un module de calcul coût global est en préparation. Basé sur la norme ISO 15686-5, le module s'intéressera au coût global élémentaire. Sa valorisation sous le logiciel *Elodie* est prévue pour 2013.

#### **4.1.4 LE CONFORT AU TRAVERS DES INDICATEURS DE PERFORMANCE**

##### **4.1.4.1 Performances en termes de confort thermique**

Des réflexions ont été esquissées afin de proposer des indicateurs de confort thermique globaux en proposant une approche intégrée : l'indicateur prendra en compte la durée et l'intensité de l'inconfort.

Les travaux se poursuivront dans la seconde partie du projet *Elodie 2.0*.

##### **4.1.4.2 Performances acoustiques des bâtiments**

Une méthode de classification acoustique relative au confort a été proposée pour les bâtiments résidentiels collectifs et tertiaires. Cette méthode de cotation et d'agrégation, donnant une mesure prédictive de la performance acoustique à l'échelle d'un bâtiment, est basée soit sur les performances acoustiques des composants et la méthode européenne de prédiction (Acoubat) soit sur des mesures acoustiques (une fois le bâtiment terminé), et s'appuie sur les éléments réglementaires et normatifs en vigueur. Cette méthode, portée au GIAC a été publiée lors d'un congrès et a donné lieu à un rapport de recherche.

Une proposition de classification des ambiances extérieures a également été faite afin de qualifier ces espaces, de donner une information sur le confort acoustique des bâtiments lorsque les fenêtres sont ouvertes et d'affiner à terme les exigences vis-à-vis des façades extérieures.

#### **4.1.4.3 Performances des bâtiments en termes de confort visuel**

Un module de calcul du confort visuel sur l'année complète a été développé (et implémenté par ailleurs sous le logiciel Phanie) en prenant en compte le niveau d'éclairement, la luminance maximale de la fenêtre et l'indice d'éblouissement. Les travaux doivent se poursuivre pour permettre des résultats agrégés à l'échelle du bâtiment.

Chacun des quatre groupes de travail bi-thématiques (énergie et environnement, énergie et acoustique, énergie et eau, énergie et éclairage) a diffusé un rapport de recherche traçant ainsi les évolutions de méthode et les évolutions apportées dans les outils (Elodie, Cometh, Acoubat, Phanie).

Ces travaux donnent des résultats probants et permettent d'envisager sereinement un déploiement très opérationnel de ces nouvelles approches à courtes échéances, tant du point de vue de l'éco conception que de l'évaluation in fine des performances environnementales.

## **4.2 RETEX**

Concernant le suivi et la garantie des performances et en particulier des performances énergétiques, une prise de conscience réelle de la nécessité de mobiliser les efforts de recherche sur la mesure, la compréhension et la garantie de performance énergétique, a conduit le CSTB à mettre en place ce projet de recherche *Retex* sur le retour d'expérience des performances en service des bâtiments performants.

Un ensemble d'actions de collectes de données spécifiques en vue de l'élaboration d'un retour d'expérience sur les performances réelles ont ainsi été menées :

- Le projet collaboratif européen After a permis le recensement et l'évaluation de mesures d'amélioration des performances énergétiques expérimentées au cours des cinq dernières années dans le logement social. La consolidation du retour d'expérience est actuellement en cours et permettra la promotion et le développement de stratégies d'économies d'énergie adaptées au parc social européen ;
- Une revue de littérature à l'échelle internationale sur les performances réelles en exploitation des bâtiments à haute performance énergétique a été formalisée. Ce travail a en particulier permis le recensement de facteurs d'origine de différence de résultats sur les niveaux de consommations et confort attendus et réels. Citons parmi ces facteurs récurrents, le comportement des occupants, la complexité des systèmes techniques qui rend leur usage et leur maintenance difficile, ou bien encore l'insuffisance de ressources financières dédiées au suivi des bâtiments et à leur exploitation

qui, en pratique, ne favorise pas le maintien de la performance énergétique dans le temps. Cette étude montre de plus qu'il convient aujourd'hui d'adopter une approche en coût global afin de mieux identifier comment l'équilibre entre le coût de l'investissement, la performance énergétique obtenue et les coûts d'exploitation et de vérification de la performance, est assuré.

En parallèle et en interaction forte avec le projet *Retex*, le CSTB porte depuis 2011 le projet d' « Observatoire des performances énergétiques des bâtiments » (Opebât). Ce projet a pour objectif initial la constitution d'un réseau d'observatoires pour le développement d'un dispositif de suivi des performances d'envergure nationale. Dans ce cadre, le projet *Retex* a pour mission d'élaborer les référentiels d'évaluation des performances associées. Cette action n'a pas obtenu aujourd'hui tous les résultats escomptés, après pourtant un effort important pour explorer plusieurs pistes structurantes. Concernant plus particulièrement les bâtiments de dernière génération, il a en particulier été envisagé :

- Le développement d'un site internet communautaire de type « MonBBC.com ». Sur la base d'un questionnaire à géométrie variable (livrable du projet *Retex*) constitué d'informations simples et restreintes pouvant être collectées directement auprès des habitants des logements. Ce site internet aurait permis de recueillir à grande échelle les consommations énergétiques des logements BBC, ainsi que les pratiques et la satisfaction des ménages. Cette démarche aurait pu ensuite être généralisée et étendue à l'ensemble du parc. L'idée a été temporairement abandonnée car des sites existants de même nature ne parviennent pas à l'heure actuelle à mobiliser un échantillon critique et représentatif ;
- Le développement d'observatoires des performances réelles. Sur le sujet de la performance réelle des bâtiments de dernière génération, l'USH a développé pour le logement social un projet structuré, couplant analyse statistique, enquêtes quantitatives et qualitatives et études détaillées. Sur le même modèle, le CSTB et ses filiales de certification, Certivéa et Cequami, ont préparé des dossiers de financement pour développer des observatoires comparables sur le parc des maisons individuelles privées et du tertiaire. Le questionnaire développé pour « MonBBC.com » a par conséquent été adapté pour l'observatoire des maisons individuelles de manière à permettre son portage au travers d'enquêtes téléphoniques auprès des ménages. L'un des intérêts forts de ces observatoires portés par les certificateurs, est de permettre la constitution de bases de données fiables et d'une grande richesse, regroupant à la fois des performances réelles mais aussi les données descriptives des bâtiments capitalisées au travers des dispositifs de certification.

A ce jour, ces projets n'ont pas obtenu le financement qui aurait permis le déploiement opérationnel de ces observatoires.

Concernant les travaux plus particulièrement ciblés sur la garantie de performance :

- Des projets en partenariats avec l'Ademe, Icade, les régions Centre et Alsace ont d'ores et déjà permis de développer des méthodologies efficaces en appui des Contrats de performances énergétiques ;
- Une feuille de route claire sur les sujets de la garantie de performance de performance énergétique intrinsèque (GPEI) et sur la garantie de performance énergétique (GRE), a permis de structurer des réponses aux grands appels à projets de recherche nationaux et européens pour mener les travaux indispensables à la mise en place de ces garanties. Sur ces sujets, le CSTB se positionne à nouveau comme acteur de la recherche en permettant notamment de faire le lien entre les besoins de recherche académiques (laboratoire de recherche Lascquo, INPG Armines ..., les Cete, ...) et les besoins opérationnels des acteurs directement concernés (maître d'ouvrage, gestionnaires, assureurs, ...).

L'ensemble de ces travaux aura permis de démarrer dès 2014 des travaux structurants sur la garantie de performance.

#### **4.3 CYCLE DE L'EAU**

Après deux années de recherche structurée autour du projet *Cycle de l'eau*, le CSTB atteint un niveau de partage et de développement intéressant, où la vision des recherches à mener à moyen terme a bien été explicitée, ainsi et surtout que les liens importants manquants à l'origine avec les simulations thermiques et environnementales. En effet, les travaux de recherche très cohérents entre eux dans le cadre du grand équipement Aquasim sur le thème du cycle de l'eau sont désormais articulés avec le projet *Elodie 2.0*, ce qui permet d'établir une continuité entre la performance des technologies étudiées dans Aquasim et les performances environnementales des ouvrages, en particulier pour la récupération de calories sur eaux grises et pour les impacts environnementaux liés à la stratégie de récupération et d'épuration des eaux. Cela illustre bien l'apport des programmes de recherche pour permettre l'émergence de grands objets de recherche structurant à l'extérieur, et bien ancrée sur les travaux de recherche de l'ensemble de chercheurs concernés.

Le projet *Cycle de l'eau* s'est structuré autour de trois grandes actions :

- Action 1: Caractérisation des flux entrants (réseaux intérieurs)
- Action 2 : Stratégies d'usages et d'économies d'eaux et d'énergie
- Action 3 : Caractérisation des flux sortants (épuration/restitution à l'environnement)

Les principaux résultats sont présentés ci-dessous pour chacune de ces grandes actions.

#### **4.3.1 CARACTÉRISATION DES FLUX ENTRANTS (RÉSEAUX INTÉRIEURS)**

Cette action a pour objectif de caractériser la durabilité chimique et microbiologique des réseaux intérieurs (RI), d'identifier les risques sanitaires inhérents et de caractériser les traitements associés.

##### **4.3.1.1 Durabilité des matériaux en contact avec l'eau**

L'impact de l'eau sur les matériaux a fait l'objet de plusieurs recherches qui ont portées notamment sur le vieillissement des polymères (effets des adjuvants sur la cinétique de dégradation dans le cadre d'une thèse menée de 2012 à 2015).

De fait, ce travail doctoral prolonge une thèse (2008-2012) ayant abouti à l'élaboration d'un modèle cinétique non empirique sur la dégradation du polyamide 6,6.

Ces actions mécanistiques ont été complétées par un autre travail de thèse (2009-2012) sur l'influence des stratégies d'exploitation sur la durabilité. Elles ont permis de définir un outil de vieillissement accéléré en mode dynamique et à échelle 1 (70°C, 25 ppm en chlore libre) qui (appliqué) montre une dégradation accélérée de l'acier galvanisé et une sensibilité du PERT. Le cuivre et le PVCc présentent une faible sensibilité aux agents agressifs.

L'impact de l'eau sur les matériaux a été étudié dans le cadre de thèses en relation avec les "goût et odeurs" de l'eau (2008-2011). Cette thèse a mis en œuvre une approche comparative entre caractérisation chimique et évaluation par jury de goûteurs.

Cette recherche est poursuivie par un autre programme doctoral (2012-2015) visant à l'objectivation sensorielle du goût de l'eau (par détection physiologique des éléments réflexes).

Il n'en reste pas moins que des données (issues de ces programmes doctoraux) sur le relargage de substances chimiques doivent être valorisées dans le cadre d'actions impliquant les pouvoirs publics sur les risques émergents de l'eau.

##### **4.3.1.2 Limitation des risques microbiologiques dans les réseaux intérieurs**

Le risque "amibes" (réservoirs à légionnelles) dans les RI d'eaux chaudes sanitaires fait l'objet de recherches depuis 4 ans (thèse puis post-doctorat financé par la Région Pays de la Loire) et a permis de mettre au point une méthode de détection et de quantification par PCRq des cinq principales amibes (dépôt de brevet en cours).

Ces travaux ont été appuyés par un projet cofinancé par l'Anses (Indicamibes) et se poursuivent aujourd'hui (sur fond propre) pour que cette technique puisse quantifier uniquement les amibes vivantes.

Le risque "Pseudomonas AEUGINOSA" dans les RI d'eaux froides est abordé depuis 3 ans par l'établissement d'un état de l'art, la mise en place d'outil de mesures et la réalisation de travaux entrant dans une thèse engagée en octobre 2012 pour "avancer" significativement le sujet.

#### 4.3.1.3 Traitements associés aux réseaux intérieurs

La première étude (démarrée en 2012) porte sur les procédés d'élimination des chloramines (produits néfastes issus de la chloration) ou déchloration des eaux récréatives et est cofinancée depuis fin 2012 par un projet ANSES. Une étude complémentaire (C-R&D) a été signée par l'Anses pour janvier 2014.

L'action 1 sur la caractérisation des flux entrants a porté essentiellement sur la compréhension mécanistique des processus de dégradation des matériaux en contact avec l'eau et la prolifération des germes microbiens dans les réseaux intérieurs.

A l'avenir, ces thèmes seront abordés en recentrant les efforts sur la caractérisation des performances à long terme des réseaux dans une approche combinée d'une part, entre durabilité, migration des polluants, prolifération microbienne, et d'autre part, entre stratégies d'exploitation et traitements sanitaires. De plus, il est important que les données scientifiques obtenues dans le cadre de cette action de recherche soient méta-analysées afin d'alimenter les outils de conception des ouvrages (Inies, Elodie, FDES,...).

Cette approche permettra d'une part, de renforcer scientifiquement ces outils de conception (gain de valeurs ajoutées sur l'eau) et, d'autre part, d'opérer un *feedback* sur les méthodes expérimentales utilisées dans le projet *Cycle de l'eau*. Les travaux de l'action 1 contribuent à appuyer les réflexions sanitaires au sein de l'Anses (comité d'experts spécialisé "Eaux"), au niveau de la DGS et auprès d'ARS (établissement d'un guide métrologique pour les RI).

Pour les aspects sanitaires, précisons que la méthode de prédiction du risque "légionnelles" devra s'étendre à la seule quantification des amibes viables pour réellement trouver sa place dans une logique commerciale. Des travaux sont en cours dans ce sens. D'une manière générale, il est important de bâtir une valorisation par le montage de recherches partenariales visant le développement de dispositifs/stratégies de traitement sanitaires des RI.

Enfin, cette offre de recherche de type technologique pourrait s'amplifier par les demandes d'industriels en quête d'outils de conception du type Inies et Elodie (consolidées par les données technologiques issues des travaux réalisés dans le projet).

#### 4.3.1.4 Stratégies d'usages et d'économies d'eau et d'énergie

L'objectif de cette action est de caractériser les conséquences sanitaires des nouveaux usages de l'eau (recyclage des eaux grises, utilisation de l'eau de pluie,...) et de voir leurs apports en matière environnementale (valorisation énergétique,...).

#### 4.3.1.5 Recyclabilité des eaux grises dans le bâtiment

Les premiers travaux ont permis de dresser un panorama international concernant le recyclage des eaux grises (réglementations, procédés, expériences), de caractériser la composition des sources d'eaux grises, d'étudier la sécurisation dans les bâtiments (dis-connexion, double réseau) et l'acceptabilité des usagers.



L'intégrabilité des procédés membranaires de traitement a aussi été étudiée dans le cadre d'une thèse terminée en 2011 et dans le cadre d'un programme de recherche contractuelle (Cycleaux) financé à 100 % par la DGCIS (2008-2011) et impliquant des partenaires académiques et industriels.

Ces travaux montrent que ces procédés ne sont réellement intéressants sur le plan technico-économique qu'à partir de 50 habitants.

Aujourd'hui, les travaux (thèse 2010-2013) visent à caractériser les risques associés à l'utilisation d'eaux grises traitées pour des usages extérieurs au bâtiment (irrigation de pelouse,...) tout en optimisant un réacteur à lit fluidisé pour la production d'eaux grises traitées (hydrodynamique, cinétique de biodégradation).

Par ailleurs, la conception d'un banc d'étude comparative des procédés a été définie dans le but de sa réalisation sur l'année 2013.

Ce sujet sera également porté d'une part, au cofinancement européen avec l'idée d'un équipement de type Aquasim, démonstrateur de référence (échelle 1 en conditions maîtrisées) en parallèle d'opérations *in situ* dans différents pays (= > réflexion communautaire pour supprimer des obstacles à l'innovation et sur la conciliation de l'offre et de la demande en matière d'innovation en matière d'eau) et d'autre part, à l'Anses pour les questions d'ordre sanitaire.

De plus, l'action Carnot qui permet le détachement (3 mois en 2013) d'un chercheur dans un laboratoire australien permettra également de renfoncer la connaissance des pratiques scientifiques dans un pays plus ouvert réglementairement.

#### **4.3.1.6 Utilisation de l'eau de pluie et des eaux en mélange**

Ces travaux font l'objet d'un détachement permanent (ressourcement amont) d'un chercheur au Leesu et de financement par le CSTB de thèses associées.

Ainsi, la caractérisation des émissions métalliques des toitures a été étudiée. La qualité sanitaire des eaux alternatives stockées (eaux grises, eau de pluie) est en cours d'étude dans le cadre du programme Opur (en lien avec le détachement du chercheur au Leesu). Pour cela, une thèse CSTB-Leesu (2012 –2015) a été mise en place pour approfondir cette caractérisation dans le but de définir des critères d'évolution microbiologique des eaux alternatives pouvant être produites, traitées et stockées au niveau d'un bâtiment.

Toutefois, il est impératif de pouvoir établir des projets cofinancés qui impliquent notamment le Leesu et le CSTB autour de l'outil Aquasim. La réflexion pilotée par l'Onema et menée dans le cadre du Réseau scientifique et technique du ministère de l'écologie va dans ce sens.

En effet, la participation à des consortiums nationaux (TVGEP,...) est également un atout fort. On peut néanmoins regretter que ces montages n'aient pas prévus de cofinancement des dépenses du CSTB (notamment des équipements d'Aquasim).

#### **4.3.1.7 Valorisation énergétique des eaux grises**

Afin de réduire les consommations d'ECS au niveau des douches (50 % du volume total d'eau), des solutions techniques ou comportementales ont déjà été proposées

(réducteur de débit, aérateurs, réduction du temps de douche, recherche de sources d'énergie moins chères [énergie solaire, pompe à chaleur...]).

Mais il s'agit aussi de valoriser les calories des eaux grises rejetées.

Ainsi, des dispositifs innovants de récupération instantanée de calories ont été récemment développés.

Les travaux ont porté sur la mesure des performances de ces procédés en conditions réelles (alimentation en eau du ballon d'ECS ou du mitigeur [eau froide préchauffée] ou les deux à la fois).

Il a pu être mis en évidence le potentiel important de ces dispositifs (plus de la moitié des calories récupérées), variable notamment en fonction de la configuration de mise en œuvre.

Un suivi a également été effectué sur le biofilm des canalisations et dans l'eau de douche afin de s'assurer de l'innocuité sanitaire de ces procédés (absence de légionnelles et organismes hôtes). En 2012, le travail a porté sur l'identification scientifique et technique des systèmes existants.

Une analyse critique des 3 principaux systèmes identifiés (récupération de chaleur instantanée, récupération de chaleur sur les eaux grises stockées) a été réalisée.

Les expérimentations ont été réalisées dans Aquasim. Les résultats obtenus servent à l'approche de modélisation menée par l'équipe Energie et Environnement du CSTB.

Les différentes stratégies d'économie d'eau (eaux grises et eaux de pluie) associées à des réflexions sur l'acceptabilité sociétale et la valorisation énergétique des eaux grises ont permis de produire des données, tout en étant cependant déconnectées des notions environnementales.

Le projet Efficacity peut être un atout important permettant un renforcement de la connaissance par un couplage intelligent entre récupération d'énergie fatale des eaux grises et contrainte technologique inhérente à cette récupération sans oublier la dimension environnementale (outils de conception des ouvrages).

Pour la question de la recyclabilité des eaux grises, le CSTB participe au groupe de travail « Réutilisation des eaux usées traitées » de l'Anses qui a débuté en 2012 pour répondre à la saisine de la Direction Générale de la Santé portant sur l'évaluation des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques. Le travail a été rendu mi-2013.

Pour la gestion de l'eau de pluie, la valorisation a été réalisée dans le passé par la publication d'une plaquette par les ministères, d'un ouvrage technique et d'une norme sur le sujet.

Pour le recyclage des eaux grises, la demande industrielle en matière de développement est à ce jour atone, compte tenu du blocage réglementaire.

Il est donc impératif de mettre en place une stratégie d'accompagnement de la demande industrielle naissante mais certaine..., notamment dans la récupération de l'eau de pluie.

La création de la taxe eau de pluie/pluviale qui sera mise en place par les collectivités pour favoriser ce genre de pratique doit inciter à être plus actif dans les développements industriels (amélioration technologique, développement de capteurs et de traitement, évaluation....).

Notons tout de même que la construction du banc expérimental mettant en œuvre ces procédés innovants de récupération de calories a permis de tester deux procédés qui font l'objet de validation par la commission du Titre V.

Les résultats de cette deuxième action de recherche menée dans le cadre du projet *Cycle de l'eau* seront également traités pour être intégrés dans les aux outils de conception des ouvrages développés par le CSTB (Inies, Elodie, Cometh...).

#### **4.3.2 CARACTÉRISATION DES FLUX SORTANTS (RESTITUTION À L'ENVIRONNEMENT)**

L'objectif est d'une part, de fiabiliser les outils indispensables à la restitution à l'environnement de l'eau rejetée du bâtiment (épuration et infiltration à la parcelle,...) et d'autre part, de caractériser l'effet du végétal et le relargage chimique PDC sur la gestion de l'eau.

##### **4.3.2.1 Epuration des eaux usées**

Les mécanismes entrant en jeu dans les processus épuratoires font l'objet de travaux depuis plusieurs années et ont permis d'établir une connaissance qui alimente le processus réglementaire d'agrément et renforce l'expertise dans le cadre de l'évaluation et pour la recherche partenariale.

Depuis peu, la miniaturisation des systèmes d'épuration fait l'objet d'études car elle pose la question de la pérennité des ouvrages (exploitation fréquente, colmatage des filtres...).

Sur la base d'expérimentations existantes, une loi de dépôts des sous-produits de l'épuration (boues) dans des compartiments saturés a été établie et sert à la définition des stratégies d'exploitation des microstations.

De plus, l'appréhension du colmatage à long terme des systèmes filtrants des filières classiques de l'assainissement non collectif (ANC) a été abordée (thèse C WANG, 2012-2015) par l'établissement d'un état de l'art et à travers des outils expérimentaux.

La question est aussi d'ordre environnemental car il s'agit de préserver les sables de rivières utilisés dans les filtres à sables classiques (50 000 filtres à sable/an, chaque installation utilisant 20 m<sup>3</sup> de sable siliceux de rivière) en utilisant des sables de carrières concassés.

Trois projets collaboratifs structurent cette sous-action :

- Le projet Risanco (Anses) portant sur la définition d'indicateurs sanitaires dans le cadre du rejet en surface en ANC (fin en 2012) a permis d'une part, de donner des éléments pertinents pour la définition réglementaire d'indicateurs sanitaires et, d'autre part, de fournir pour les quatre types de filières réglementaires ou agréées des performances épuratoires en matière de germes microbiens.

Il est clairement montré que les règles de reconnaissance réglementaire basée sur des paramètres physico-chimiques sont insuffisantes. Ces travaux ont été présentés au comité d'experts spécialisé « Eaux » de l'Anses de janvier 2013.

- Le projet Retanc (Onema, fin en 2013) portant sur la définition de règles d'Infiltration des eaux usées traitées avait pour but de définir des règles d'infiltrations des eaux usées traitées à l'échelle de la parcelle.
- Le projet Bioguard (ANR) porte sur le développement de biocapteurs portatifs en assainissement non collectif (fin en 2014).

Le CSTB a fourni les données expérimentales sur les eaux usées et a mis en œuvre une microstation dédiée pour 20 équivalents-habitants sur sa plateforme pour une validation expérimentale à échelle 1 après la fourniture du prototype développé par le CNRS.

Notons qu'en matière de bio aérosolisation des eaux usées traitées générées par les nouvelles pratiques sur la parcelle, le projet Aereaubat qui associe les équipes Santé et CAPE du CSTB a fait l'objet d'une lettre d'intention acceptée par l'Anses dans le cadre de son appel à projets de recherche 2013.

#### **4.3.2.2 Infiltration des eaux de ruissellement**

Dans le but de prédire la dynamique des polluants dans les sols au niveau de la parcelle, un travail doctoral (2010 - 2013) visait la définition d'une stratégie de reconstitution de sol. Il s'agit de changer de paradigme en optant pour des études en parcelles contrôlées à échelle 1.

C'est dans cette optique que le consortium Polesur (Ifsttar, BRGM, Agrocampus, ECN EMN) a été orienté en mettant au cœur d'un projet proposé à l'appel à projets de recherche 2013 de l'ANR "Villes et bâtiments durables" " l'étude de l'infiltration des eaux en parcelles reconstituées (dans AQUASIM).

Ce projet vise aussi l'acceptabilité et l'analyse environnementale des stratégies proposées.

#### **4.3.2.3 Impact du végétal sur la gestion de l'eau**

Ce sujet a été inscrit en 2012 dans le projet PCE afin de soutenir par une action postdoctorale le projet ANR VEGDUD (impact du végétal sur le confort urbain) et de faire le lien avec la question de l'eau.

Les travaux ont permis d'étudier expérimentalement le lien entre eau et végétal. Un début de modélisation de l'écoulement a été fait avec le logiciel Hydrus 2D.

En matière d'émissions chimiques dans l'eau par des produits de construction, en 2012, 3 communications internationales (post-thèse) ont été réalisées (modèle chimique décrivant le comportement à la lixiviation, évaluation du comportement à la lixiviation des différents types de PDC, couplage de données d'émission et inventaire du cycle de vie [amélioration de l'approche ACV]).

Cette troisième action de recherche sur les flux sortants présente une richesse importante de problématiques à résoudre, tant en matière de projets collaboratives que de recherches partenariales. Elle alimente également en données les processus d'évaluation technique.

Un travail a été démarré en 2013 pour alimenter en données les outils de conception des ouvrages. Des projets sont en cours de discussion avec l'Onema dans le cadre de l'effort de coprogrammation au sein du RST. De plus, une

réflexion est à mener avec certains projets de la priorité scientifique "Du quartier à la ville durable" du programme de recherche du CSTB (interface bâtiment-parcelle ; échelon supérieurs de gestion).

En matière d'épuration, le CSTB a proposé une méthodologie de reconnaissance des modèles d'une même gamme (problématique de l'extrapolation d'essais d'épuration à échelle réelle à des tailles supérieures).

Cette méthodologie a été portée par le CSTB auprès des instances nationales puis des instances européennes avant d'être reconnue par les ministères français. De plus, l'avènement des agréments depuis 2009 a focalisé le CSTB et le Cerib sur la gestion des agréments.

Ainsi plus de 70 agréments ont été délivrés dont plus de 70 % par le CSTB. Sur le plan de la recherche, les actions collaboratives actuelles permettront à la puissance publique de mieux sécuriser le dispositif réglementaire existant (Plan d'action national ANC....).

Pour les sables concassés destinés à l'épuration, des outils d'évaluation seront définis et l'on pourra aussi fournir aux concepteurs d'ouvrages des informations environnementales, notamment via Elodie.

En matière d'épuration, les actions de R&D sont en croissance afin de développer des solutions d'épuration, d'infiltration ou de traitement tertiaire plus fiables. L'accompagnement normatif est réalisé par dissémination des connaissances au sein du CEN et de l'Afnor.

Par contre, une grande prudence est requise dans la demande de valorisation par brevet, compte-tenu du risque lié à la procédure d'Agrément et d'Avis technique.

En matière de relargage chimique des DPC, il faut s'attendre à répondre à des demandes industrielles pour la réalisation d'essais inhérents au Règlement européen des produits de construction, d'application réglementaire dès juillet 2013. L'équipe Energie-Environnement du CSTB, pilote de cette opération, pourra solliciter les autres équipes pour faire face à la demande.

#### **4.4 RÉHASCOPE**

Sur le sujet de la rénovation des bâtiments existants, le projet *Réhascope* a été créé pour apporter des réponses en termes d'aide à la décision dans le cadre d'une approche globale de la rénovation. Il s'agit d'un projet relativement ambitieux en termes scientifique et technique puisque l'enjeu est de permettre un audit complet de la situation initiale du bâtiment à rénover et d'apporter des solutions et des préconisations permettant de se repérer par rapport à des critères de performance thermique, de confort, mais aussi de pathologie, de coût, de financement tout en tenant compte de la nature des occupants, des différentes typologies de bâtiments, .... Ce projet nécessite ainsi la contribution de nombreuses expertises du CSTB, et leur reformulation dans un outil complet et opérationnel permettant de mettre l'ensemble des méthodologies et données construites au service des acteurs de la rénovation.

Des partenariats ont été construits autour de ce projet en particulier avec les l'ENTPE, l'EIVP, le Locie, le CEA ou encore des bureaux d'études et de conseil (Pouget, Egis), ou encore des centres de recherche (Université de Cardiff, de Tübingen, ...).

#### 4.4.1 RÉSULTATS DE RECHERCHE

Les avancées du projet *Réhascope* portent sur :

- les aspects méthodologiques pour la majeure partie ;
- la collecte d'information, de connaissances et de règles expertes pouvant aider au choix des alternatives de réhabilitation ;
- la définition fonctionnelle d'un outil pouvant implémenter une telle méthodologie.

##### 4.4.1.1 Aspects méthodologiques

La méthodologie proposée pour la phase amont de la conception d'un projet de réhabilitation est un processus en 4 étapes, tel que décrit dans la figure ci-dessous.

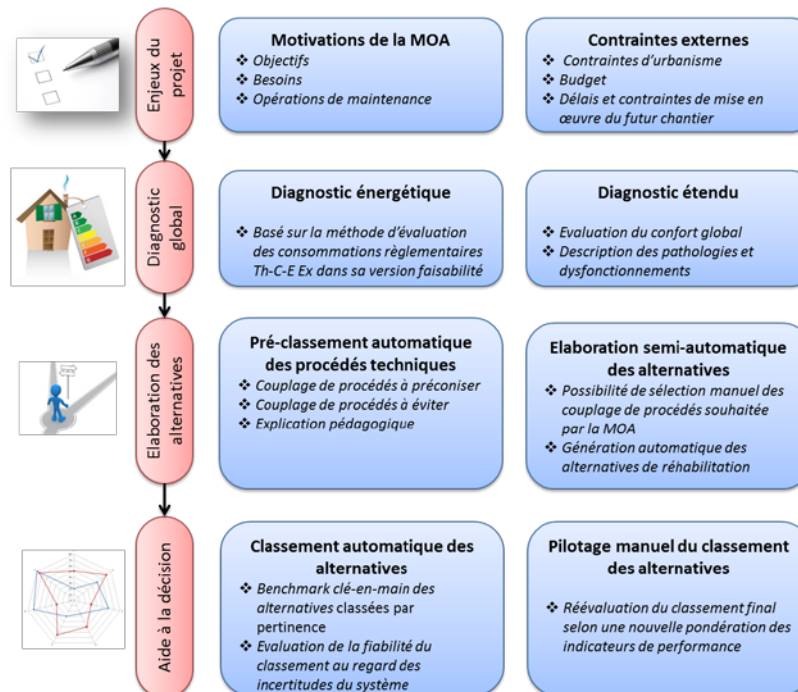


Figure 2 : Méthodologie proposée pour la phase amont de la conception d'un projet de réhabilitation

Du point de vue de l'outil visé, la 1<sup>ère</sup> étape, et en partie la 2<sup>e</sup>, sont des étapes de recueil d'informations qui peuvent être facilitées par la mise en œuvre de règles expertes, en particulier pour le diagnostic initial. La 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> étapes sont des phases automatiques où les données initialement saisies sont analysées afin d'évaluer la valeur des indicateurs qualitatifs et quantitatifs pour la situation initiale, et pour élaborer et ordonner les différentes alternatives de réhabilitation envisageables. La 4<sup>e</sup> et dernière étape est une phase interactive permettant, en temps réel, de fixer certaines valeurs (performance énergétique, coût maximum,...), d'arrêter certains choix technologiques (ITE, chauffage gaz, ...), pour évaluer dynamiquement, par la suite, la valeur des indicateurs. Ceci permet au professionnel de dessiner, en toute connaissance de cause, le pourtour

(stratégie, actions à engager) de la solution complète de réhabilitation qu'il souhaite mettre en œuvre.

Le tableau ci-dessous présente, par grande famille, les indicateurs retenus à ce jour dans la méthodologie. Ces indicateurs sont choisis en cohérence avec les projets *Elodie 2.0* et *Intégrabilité* de la priorité scientifique "Bâtiment durable".

Tableau 1 : Indicateurs retenus dans la méthodologie Réhascope

Efficacité énergétique		Empreinte environnementale			Confort global			coût global		Impacts sociaux			Santé		Sécurité		Qualité d'usage		Risques induits									
Δ conso.d'énergie non renouvelable	Taux d'énergie renouvelable	Δ GES liés aux conso. énergétiques	Energie primaire totale	Déchets totaux	Epuisement des ressources	Gestion durable de l'eau	Confort thermique	Confort acoustique	Confort olfactif	Accès à l'éclairage naturel	Coût initial	Coût de fonctionnement	Temps de mise en œuvre	Travaux en site occupé	Embellissement du bâti	Gêne potentielle pour le voisinage	Modification de la surface habitable	Taux de renouvellement d'air	Radon, Plomb, Amiante	Sécurité incendie	Stabilité mécanique	Accessibilité	Sécurité contre l'intrusion	Adéquation du bâti aux besoins	Pathologies liées à l'humidité	Risques liés à la combustion	Risques électriques	Risques d'inconforts acoustiques

Sur le plan scientifique, un des verrous que le CSTB souhaite lever dans le projet *Réhascope* concerne la prise de décision multicritères dans un environnement incertain.

L'incertitude est omniprésente dans un projet de réhabilitation et en particulier dans la caractérisation de l'existant. Afin de gérer au mieux ces incertitudes et leurs impacts possibles sur les solutions de rénovation qui pourront être mises en œuvre, il a été procédé d'une part à des analyses de sensibilité, et, d'autre part, à une prise en compte des règles expertes au travers de réseaux bayésiens.

Les analyses de sensibilités ont portées sur le moteur de calcul énergétique Th-C-E ex "faisabilité", seul outil actuellement disponible dédié exclusivement à la réhabilitation et possédant un compromis « niveau de description / temps de simulation » compatible avec une modèle d'aide à la décision. Il s'agissait de déterminer l'influence et la dépendance des variables d'entrées sur les résultats afin d'identifier les données d'entrées sur lesquelles il existe un besoin de précision<sup>1</sup>. Il s'agissait également d'évaluer la propagation des incertitudes dans les modèles de calcul en utilisant des distributions de possibilité pour pallier l'absence de données précises (méthodes de propagation : min-max, tirage Monte-Carlo).

Au regard des éléments présentés ci-dessus, les réseaux bayésiens permettent :

- de déduire de nouvelles informations des informations collectées ;
- de rechercher les conditions à remplir si l'on fixe, *a priori*, certains indicateurs de performance.

#### 4.4.1.2 Collecte de la connaissance

La connaissance recueillie, l'a été en partie au travers de l'exploitation de documentation et d'études antérieures, et en partie au travers d'un travail spécifique sur les procédés techniques de rénovation de l'enveloppe et des systèmes.

<sup>1</sup> Ainsi qu'une marge de manœuvre.

Six classes de règles expertes ont été identifiées : les contraintes techniques, les contraintes règlementaires, les impacts multicritères, les synergies possibles avec des actions de maintenance, les recommandations de mise en œuvre, les risques induits d'apparition de pathologies ou d'inconfort.

A ce jour, le CSTB dispose :

- De matrices d'analyse multicritère et qualitative :
  - de familles de procédés d'isolation de l'enveloppe (compatibilité procédés / mur –support, impacts),
  - de ventilation (impacts) ;
- **d'une centaine de règles logiques** s'appliquant à différentes échelles granulométriques de l'information (ouvrage, procédé, composant). La plupart nécessitent une validation par expert référent sur chaque thématique impactée ;
- **D'une ébauche de base de données d'aide** à la caractérisation de l'existant ;
- D'une ébauche de base de procédés de réhabilitation (arborescence en 9 thématiques des procédés de réhabilitation générique démocratisés ces dernières années) permettant de proposer et d'évaluer des bouquets de solutions de réhabilitation à travers une analyse multicritère comportant :
  - 3 thématiques sur l'isolation : murs, plafonds, planchers bas,
  - 2 thématiques sur l'enveloppe : menuiseries, étanchéité à l'air,
  - 3 thématiques sur les équipements : chauffage, ECS, ventilation,
  - 1 thématique sur des actions transverses : énergies renouvelables, économies d'énergie, maintenances non énergétiques, préversion du bâti.

#### 4.4.1.3 Définition fonctionnelle d'un outil

Cette partie des travaux, qui se situe en aval des autres, est pour l'instant la moins aboutie. Des scénarios de recueil et de présentation d'information dans les différentes parties de l'outil ont été définis et traduits sous forme de maquette. Il convient maintenant d'avancer sur un prototype mettant en œuvre la méthodologie retenue.



## 4.5 INTÉGRABILITÉ DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

Ce projet traitant de l'intégrabilité des solutions technologiques constitue la clé de voute du dispositif. Si des performances de différentes natures (environnementales, techniques, économiques, sociales, ...) s'imposent comme évidentes en terme de caractérisation des bâtiments durables, ce projet vise à ce que ces solutions technologiques soient caractérisées avec l'ensemble des performances « élémentaires » qui permettront l'évaluation des ouvrages selon ces nouvelles « exigences ».

Dans ce cadre, le travail s'est structuré autour de 3 grandes thématiques :

- les critères d'intégrabilité ;
- la connaissance des solutions techniques au regard de ces critères ;
- leur capitalisation.

Ce projet tente de répondre aux deux questions suivantes :

- Pour chaque solution, quels sont les critères les plus pertinents à retenir au regard de leur impact possible sur la qualité finale de l'ouvrage ?
- Comment rendre disponible et utilisable l'ensemble des caractéristiques disponibles, technologies par technologies, pour aider et faciliter les choix ?

### 4.5.1 IDENTIFICATION DES CRITÈRES D'INTÉGRABILITÉ

Afin de garantir la qualité d'un ouvrage du point de vue énergétique mais aussi environnemental, sanitaire et socio-économique, il devient impératif de s'assurer que les solutions technologiques adoptées répondent au mieux aux besoins et enjeux exprimés lors de sa conception. L'évaluation et la caractérisation des solutions technologiques disponibles doivent donc évoluer pour prendre en compte ces différents objectifs.

Le projet *Intégrabilité* ambitionnait, d'une part, de fournir aux concepteurs l'ensemble des caractéristiques et connaissances à l'échelle des composants leur permettant de garantir la réussite de leur intégration dans un projet et, d'autre part, de rendre disponible les informations nécessaires pour une **estimation réaliste des indicateurs de performance attendus et une évaluation de la qualité de l'ouvrage dans son ensemble une fois le composant intégré.**

L'articulation avec les outils de simulations numériques et les outils d'aide au choix disponibles suppose donc que les indicateurs à l'échelle de l'ouvrage fassent l'objet de réflexions partagées avec les créateurs de ces outils (notamment au sein de la priorité scientifique "Bâtiment durable" avec les projets *Réhascope* et *Elodie 2.0* mais aussi en dehors, pour des outils tels que TRNSYS). **L'identification de ces indicateurs à l'échelle de l'ouvrage et des contributeurs à l'échelle du composant associés** constitue donc l'étape préalable à la construction d'une base de données et de connaissances renseignée.

Les travaux de recherche menés au cours de l'année passée ont permis de définir les besoins en illustrant l'articulation entre les indicateurs à l'échelle de l'ouvrage et les contributeurs (à ces indicateurs) à l'échelle du composant ainsi que la méthodologie mise en place pour identifier ces mêmes indicateurs et

contributeurs. Cette méthodologie a ensuite été mise en œuvre pour les cinq thématiques suivantes :

- Sécurité,
- Confort thermique et acoustique,
- Qualité d'usage,
- Economie,
- Robustesse à la mise en œuvre.

Dans le cadre du projet *Intégrabilité* la réflexion portait principalement sur la définition des contributeurs pertinents au regard des thématiques retenues et des indicateurs associés. Le travail a donc consisté à interroger les experts de chaque thématique pour spécifier les indicateurs ouvrages, les contributeurs associés à l'échelle du composant et le contexte technico réglementaire appliqué. Mentionnons à titre d'illustration le partenariat entre la DHUP, l'AIMCC, l'Ademe et le CSTB autour de la mise à disposition des Fiches de déclarations environnementales et sanitaires dans le cadre de la base Inies pour permettre la réalisation d'analyse de cycle de vie de bâtiments.

L'avancée majeure de ce travail réside dans l'identification des contributeurs nécessaires et suffisants pour l'évaluation de la qualité de l'ouvrage.

Ainsi, par exemple, l'indicateur relatif à la durée de vie de l'ouvrage a été décliné de la manière suivante :

Tableau 2 : Déclinaison de l'indicateur relatif à la durée de vie de l'ouvrage

		Durée de vie					
Composant	Robustesse à la mise en œuvre					Vieillessement des performances	
	Nombre de corps d'état impliqué	Degré de rupture introduit par le nouveau produit / procédé (important, moyen, faible)				Vulnérabilité face aux attaques par des agents extérieurs	Autres
		Compatibilité avec les habitudes et usages	Simplicité d'utilisation	Possibilité de tester la solution	Observabilité des résultats		

Quant aux indicateurs relatifs à la performance acoustique d'un bâtiment d'habitation par exemple, leur évaluation nécessite que les éléments suivants soient connus (liste non exhaustive) :

Tableau 3 : Illustration des éléments nécessaires à la caractérisation de l'indicateur acoustique

Eléments constitutifs de l'ouvrage	Composants	Contributeurs	
Parois verticales	Maçonnerie lourde	Indice d'affaiblissement acoustique R en tiers d'octave et indice unique $R_w(C; C_{tr})$ en dB	
	Refend en béton		
	Cloison / Séparatifs légers		
Toitures	Toitures en ardoise, en tuiles béton ou terre cuite, en bardage	Indice d'affaiblissement acoustique R en tiers d'octave et indice unique $R_w(C; C_{tr})$ en dB	
Eléments ouvrants	Portes		
	Fenêtres et porte-fenêtre		
	Châssis de désenfumage et exutoire		
	Fenêtres de toit	Indice d'affaiblissement acoustique R en tiers d'octave et indice unique $R_w(C; C_{tr})$ en dB	Niveau d'intensité acoustique généré $L_i$ par la pluie avec un indice unique $L_{iA}$ en dB(A).
Eléments techniques	Coffres de volet roulant	Isolement normalisé d'un élément $D_{n,e}$ en tiers d'octave et indice unique $D_{n,e,w}(C; C_{tr})$ en dB	
	Entrée d'air sur menuiserie ou en façade		
	VMC bouches d'extraction (interphonie)		
Rupteurs de pont thermique	Rupteurs de pont thermique	Affaiblissement vibratoire des jonctions des parois $K_{ij}$	
Eléments hydrauliques	Robinets, robinets flotteurs, réducteurs de pression, robinets d'arrêt, groupes de sécurité	Niveau de pression acoustique $L_{ap}$	

Suite à ce premier travail qui a mis en évidence les particularités propres à chaque spécialité et en particulier l'échelle d'étude adoptée (composant, macro-composant, système constructif...), il semble nécessaire de définir des macro-composants spécifiques à chaque thématique pour permettre une structuration répondant aux besoins spécifiques de chaque métier. Cette piste fera l'objet de travaux spécifiques en 2013.

#### 4.5.2 AMÉLIORATION ET CONSOLIDATION DES CONNAISSANCES

Des travaux visant à déterminer les **performances (intrinsèques et en œuvre) de produits, systèmes ou équipements** sont menés en appliquant la méthodologie développée précédemment en vue d'évaluer leur intégration dans le bâtiment. Une attention particulière est portée sur le maintien de ces performances au moment de leur intégration dans l'ouvrage (robustesse à la mise en œuvre, appropriation par les occupants, conditions de maintenance...).

De **nouvelles connaissances** ont pu être acquises au cours de l'année 2012 à partir d'essais, à l'aide d'outils numériques (prédictifs) ou encore par la mise en place de retours d'expériences, en particulier sur plusieurs procédés d'isolation et les pompes à chaleur.

#### 4.5.2.1 Travaux sur les isolants supports de couverture

L'évolution de la réglementation thermique dans le bâtiment engendre la mise en œuvre d'isolation complémentaire en façade et en couverture. Le domaine des isolants supports de couverture se développe donc en proposant des procédés industriels isolants prêts à la mise en œuvre. L'action de recherche concernant les procédés isolants supports de couverture avait pour objectif d'évaluer l'impact de ces évolutions sur l'ensemble des performances de ces procédés. L'analyse des procédés s'est articulée autour des deux paramètres liés à la performance énergétique dans le bâtiment, la performance thermique d'une part, et l'étanchéité à l'air des systèmes d'autre part. Des méthodes de détermination des ponts thermiques ont été développées et validées. La perméabilité à l'air est désormais caractérisée à l'aide d'un nouveau banc d'essai permettant de définir les fuites globales du système et de donner des valeurs de perméabilité à une pression de référence de 4 Pa. Enfin, les performances acoustiques ont été évaluées et modélisées, permettant ainsi de proposer des solutions améliorant la performance acoustique de ces procédés tout en respectant les exigences de performances thermiques.

#### 4.5.2.2 Travaux engagés sur les pompes à chaleur

Dans le cadre d'une démarche de suivi des performances réelles de pompes à chaleur démarrée en 2010 (projet cofinancé par l'Ademe), le CSTB conduit actuellement une vingtaine de suivis sur des pompes à chaleur géothermiques d'une puissance de 6 à 170 kW en se basant sur une méthode d'analyse développée dans le cadre du projet européen Sepemo. Les conclusions sont que les performances des pompes à chaleur font l'objet d'évaluations qui servent à les caractériser dans leur fonctionnement nominal, mais que les valeurs retenues sont théoriques et ne correspondent pas aux des mesures obtenues dans des conditions réelles qui sont appliquées a) dans des bâtiments divers et b) sur des sites différents.

Les performances réelles dépendent fortement de deux paramètres clés : la conception du système (PAC, échangeur de chaleur coté source et émetteurs de chaleur) et la gestion du système PAC géothermique. Ce dernier paramètre offre, dans le cas des systèmes observés sur le terrain, un grand potentiel d'amélioration. Un nouveau projet REALIPAC, cofinancé par l'Ademe, qui a démarré en 2012, se base sur des règles d'experts afin de proposer des améliorations des performances des systèmes mesurés, mais également d'ordre générique. L'objectif est, à partir des mesures concrètes, de diffuser les points clés permettant de s'assurer d'une conception et d'une gestion optimisée du système PAC.

#### 4.5.3 STRUCTURATION DE LA BASE DE DONNÉES

Les travaux de recherche menés doivent conduire à **rendre disponible l'ensemble des données et connaissances nécessaires pour évaluer au mieux, en phase conception, la qualité globale d'un bâtiment**. À cet effet, une base de solutions technologiques regroupant l'ensemble des performances essentielles au bon fonctionnement de l'ouvrage et permettant d'alimenter les

bouquets de solutions adaptés à chaque type d'ouvrages et d'occupants doit être développée pour capitaliser et rendre disponible ces informations.

L'objectif est de construire une base de données technologique et documentaire logée sur une **plate-forme partagée qui capitaliserait l'ensemble des informations disponibles sur les composants constitutifs d'un bâtiment.**

Ces composants peuvent être des éléments constitutifs de l'enveloppe (plancher, maçonnerie...) ou des équipements (chaudière, système de ventilation...).

Les données capitalisées dans cette base pourront être issues de différentes sources qui, pour certaines, sont déjà identifiées au sein même du CSTB (laboratoires, activités de recherche) alors que d'autres sont encore à identifier et pourront être cherchées à l'extérieur du CSTB (plate-forme web Inies par exemple). Ces données seront ensuite organisées au sein de la base, pour être consultables par simple lecture ou envoyées vers d'autres outils informatiques.

Le travail réalisé en 2012 a permis de formaliser et d'illustrer les besoins et les attentes exprimés pour le Centre de Référence au regard des enjeux auxquels il doit répondre :

- Capitaliser l'ensemble des données connues (caractéristiques techniques et socio-économiques) pour chaque composant en vue de son intégration dans le bâtiment ;
- Structurer et rendre disponible ces données de façon à faciliter la consultation de cette base et en faire un outil d'aide à la décision.

## 5. PERSPECTIVES

Les travaux qui seront réalisés dans le cycle 2014-2017 seront en continuité avec ceux du cycle 2010-2013.

Ainsi, sur le seul volet énergétique, les travaux viseront à mieux concevoir et évaluer les éléments clés d'un bâtiment performant : bien évidemment l'énergie d'exploitation liée aux postes réglementaires, les consommations spécifiques, l'énergie grise de construction mais aussi l'énergie nécessaire aux transports... A l'échelle supérieure, il s'agira aussi de savoir évaluer les performances énergétiques et environnementales des îlots et quartiers urbains en prévoyant l'intégration des bâtiments performants dans ces systèmes plus complexes. Les bâtiments durables posent, par exemple, la question des productions et des consommations locales et de la mutualisation d'énergie (comment la comptabiliser, quelles interactions sur les réseaux, ...).

Derrière la notion de performance énergétique émerge celle de garantie. Les travaux à venir s'attacheront à développer des solutions permettant d'évoluer vers la garantie de performance énergétique. En effet, compte-tenu des niveaux de performance annoncés en conception, de la maîtrise scientifique de cette discipline, des enjeux stratégiques pour l'économie nationale, de sa corrélation forte avec les enjeux de limitation des émissions de gaz à effet de serre et du caractère indispensable de cette évolution pour impacter les modèles de financements nécessaires à la massification de la rénovation, ce sujet constituera une priorité pour ce programme de recherche. Les travaux seront en particulier centrés sur les moyens de mesure de la performance énergétique intrinsèque dans le cadre de la garantie de performance énergétique intrinsèque (GPEI) \*, mais aussi à des moyens de garantir le résultat énergétique des ouvrages (garantie de résultats énergétiques, GRE)

Sur le volet environnemental, les recherches porteront sur des constructions maîtrisées sur l'ensemble de leur cycle de vie, dont les performances relèvent des différentes composantes du développement durable. Parmi les exigences environnementales, celles relatives aux économies d'énergie et à la limitation de l'émission des gaz à effet de serre seront bien entendu étudiées, mais il s'agit également de prendre en compte la consommation et la qualité d'eau, la limitation de la production de déchets, le confort (acoustique, éclairage, sanitaire...), les performances économiques (coût global, valeur verte, *affordability index*...), etc. Ces analyses sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment imposent une mise en perspective globale de l'ensemble des performances des ouvrages, ce qui implique pour le CSTB des collaborations très étroites entre les équipes impliquées sur les thèmes mentionnés.

Les nouvelles technologies développées en réponse à ces enjeux seront dorénavant caractérisées dans ce contexte de caractérisation globale de la performance aux deux échelles d'intégration : bâtiment et îlot-quartier.

Enfin en vue de déployer des plans d'actions efficaces sur les parcs existants, il faudra étudier comment cartographier efficacement ce parc, disposer d'outils de mesure et de statistique pour déployer des stratégies efficaces et ciblées sur les attentes des occupants et des propriétaires. Ces stratégies s'appuieront sur des indicateurs de performance similaires à ceux créés pour la construction neuve, mais dont la caractérisation sera faite sur des méthodologies adaptées à une échelle d'analyse plus large. Les solutions et plans d'actions déployés devront

permettre de s'attaquer au gisement d'économie d'énergie optimal, tout en proposant une offre adaptée et "packagée" avec les solutions de financement. Les travaux sur la GPEI seront ainsi également cruciaux dans ce contexte de réhabilitation.

Pour les quatre années à venir, la recherche proposée s'attachera ainsi à répondre aux enjeux suivant :

- Développer les outils de conception et d'évaluation de la performance globale des bâtiments ;
- Mettre en place les moyens de déployer la garantie performance énergétique ;
- Permettre une gestion et une rénovation optimale du parc de bâtiments existants.

Les livrables de ce programme de recherche seront pensés pour répondre de manière générique et cohérente à la fois aux attentes des acteurs socioéconomiques (gestionnaires de parcs, foncières, promoteurs, concepteurs, bureaux d'étude, architectes, certificateurs, associations, ...) et des pouvoirs publics (ministère, régions, communauté d'agglomération, ...) soucieux de s'engager dans ces démarches et de déployer des méthodologies adaptées et pérennes. Ils seront bien évidemment également étayés par un souci de rigueur, d'éthique et de validation scientifique par la soumission de rapports et d'articles à la communauté scientifique.

## 6. PROJETS À POURSUIVRE

Dans le cadre du nouveau contrat d'objectif 2014-2017 signé entre le CSTB et l'Etat, les futurs travaux de recherche seront regroupés au sein de la priorité scientifique et technique "Energie Environnement" et viseront à permettre la conception et l'évaluation de bâtiments, d'ilots urbains et de quartiers respectueux de l'environnement.

En conséquence, les projets *Elodie 2.0*, *Cycle de l'eau* et *Quartier bas carbone* (issu de la priorité "Du quartier à la ville durable") seront regroupés pour traiter de manière plus cohérente la question de la performance globale. Concernant la rénovation, un changement de l'échelle d'analyse a été opéré pour passer de l'aide à la décision à l'échelle du bâtiment à l'aide à la décision à l'échelle d'un parc de bâtiments. Enfin les résultats du projet *Retex* amènent à se concentrer vers des travaux tournés plus directement vers la garantie de performance.

Trois projets structurent donc cette nouvelle priorité de recherche, en réponse directe aux enjeux mentionnés. Ils se positionnent :

- sur l'échelle d'intégration bâtiment pour le **projet Garantie de performance énergétique** ;
- aux deux échelles bâtiments et îlot-quartier pour le **projet Performance globale** qui embrasse par ailleurs plus que les simples aspects énergie et environnement et se positionne clairement comme un *projet intégrateur* au CSTB pour les problématiques *eau*, *confort* et *économie* ;
- A l'échelle du parc pour le **projet Gestion et rénovation du parc existant**.



Figure 3 : Structuration de la priorité "Energie Environnement" et illustration du positionnement des projets de recherche en regard des échelles d'intégration (bâtiment, îlot, quartier, parc) et thématiques (énergie, environnement, économie, confort, ...)



---

**PUBLICATIONS**

---

La bibliographie ci-dessous présente une sélection de publications écrites ou co-écrites par des auteurs CSTB dans le cadre de la priorité scientifique "Bâtiment durable".

**PERFORMANCE GLOBALE DU CADRE BÂTI**

⇒ ECHELLE BÂTIMENT

**Articles**

---

**Summer comfort in a low-inertia building with a new free-cooling system**

BRUN A., WURTZ E., HOLLMULLER P., QUENARD D.  
Applied Energy, 112, December 2013, p. 338–349  
[doi: 10.1016/j.apenergy.2013.05.052]

**Toward an accelerated biodeterioration test to understand the behavior of Portland and calcium aluminate cementitious materials in sewer networks**

HERISSON J., VAN HULLEBUSCH E.D., MOLETTA-DENAT M., TAQUET P., CHAUSSADENT T.  
International Biodeterioration & Biodegradation, 84, 2013, p. 236-243  
[doi: 10.1016/j.ibiod.2012.03.007]

**Evaluation de la qualité de l'eau de pluie en vue de son utilisation : vers la définition de paramètres pertinents et de protocoles adaptés**

NGUYEN-DEROUCHE N., DE GOVELLO B., LUCAS C., GARREC N., GROMAIRE M.C.  
European journal of water quality, 44/1, 2013, p. 1-12  
[doi: 10.1051/wqual/2013015]

**Modelling inorganic and organic biocide leaching from CBA-amine (Copper–Boron–Azole) treated wood based on characterisation leaching tests**

LUPSEA M., TIRUTA-BARNA L., SCHIOPU N., SCHOKNECHT U.  
Science of the Total Environment, 461-462, September 2013, p. 645-654  
[doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.05.037]

**New approach to evaluate the seasonal performance of building integrated geothermal heat pump system**

KANG E.C., RIEDERER P., YOO S.Y., LEE E.J.  
Renewable Energy, 54, June 2013, p. 51-54 [doi: 10.1016/j.renene.2012.08.067]

**Life cycle assessment of light-emitting diode downlight luminaire: a case study**

TAHKAMO L., BAZZANA M., RAVEL P., GRANNEC F., MARTINSONS C., ZISSIS G.  
The International journal of life cycle assessment, 15/5, June 2013, p. 1009-1018 [doi: 10.1007/s11367-012-0542-4]

**Adaptation of environmental data to national and sectorial context: application for reinforcing steel sold on the French market**

GOMES F., BRIERE R., FERAILLE A., HABERT G., LASVAUX S., TESSIER C.  
The International journal of life cycle assessment, 18/5, June 2013, p. 926-938  
[doi: 10.1007/s11367-013-0558-4]

**Life cycle assessment of fluorescent lamp luminaire used in industry premises: a case study**

TAHKAMO L., BAZZANA M., ZISSIS G., PUOLAKKA M., HALONEN L.  
Lighting research and technology, In press, available online June 2013, June 2013, p. 1009-1018 [doi: 10.1177/1477153513480518]

**Laundry greywater treatment using a fluidized bed reactor: a proposed model based on greywater biodegradation and residence time distribution approach**

DAVID P.L., BULTEAU G., HUMEAU P., GERENTE C., ANDRES Y.  
Environmental technology, 34/23, 2013, 8 p.  
[doi: 10.1080/09593330.2013.803133]

**Modelling of the conductive heat transfer through nano-structured porous silica materials**

COQUARD R./BAILLIS D./GRIGOROVA V./ENGUEHARD F./QUENARD D./LEVITZ P.  
Journal of Non-Crystalline Solids, 363, March 2013, p. 103-115  
[doi: 10.1016/j.jnoncrysol.2012.11.053]

**A new methodology for evaluating potential for potable water savings (PPWS) by using rainwater harvesting at the urban level: the case of the municipality of Colombes (Paris region)**

BELMEZITI A., COUTARD O., DE GOUVELLO B.  
Water, 5/1, March 2013, p. 312-326 [doi: 10.3390/w5010312]

**Assessment of the air change rate of airtight buildings under natural conditions using the tracer gas technique: comparison with numerical modelling**

LABAT M., WOLOSZYN M., GARNIER G., ROUX J.J.  
Building and Environment, 60, February 2013, p. 37-44  
[doi: 10.1016/j.buildenv.2012.10.010]

**De la gestion des incertitudes en analyse de cycle de vie**

LEROY Y., LASVAUX S.  
Marchés et organisations, 17, Éco-conception, conception et innovation : les nouveaux défis de l'entreprise, 2013, p. 65-82 [doi: 10.3917/maorg.017.0065]

**Land use as an aspect of sustainable building**

HAKKINEN T., HELIN T., ANTUNA C., SUPPER S., SCHIOPU N., NIBEL S.  
International journal of sustainable land use and urban planning (IJSLUP), 1/1, 2013, p. 21-41

**A methodological strategy to analyze and improve the French rainwater harvesting regulation in relation to quality**

DE GOUVELLO B., NGUYEN-DEROUCHE N., LUCAS C., GROMAIRE M.C.  
Water Science & Technology, 67/5, 2013, p. 1043–1050  
[doi: 10.2166/wst.2013.664]

**Melting with convection and radiation in a participating phase change material**

MIRANDA-FUENTES J., JOHANNES K., KUZNIK F., COSNIER M., VIRGONE J.  
Applied energy, In press, available online 20 December 2012, 2012, 8 p.  
[doi: 10.1016/j.apenergy.2012.11.031]

**New trends in sustainability assessment systems – based on top-down approach and stakeholders needs**

LUTZKENDORF T., HÁJEK P., LUPISEK A., IMMENDORFER A., NIBEL S., HAKKINEN T.  
International journal of sustainable building technology and urban development (SUSB Journal), 3/4, 2012, p. 256-269 [doi: 10.1080/2093761X.2012.747113]

**Impact of direct solar irradiance on heat transfer behind an open-jointed ventilated cladding: experimental and numerical investigations**

LABAT M., WOLOSZYN M., GARNIER G., RUSAOUEN G., ROUX J.J.  
Solar Energy, 86/9, September 2012, p. 2549–2560  
[doi: 10.1016/j.solener.2012.05.030]

**Optimal temperature control of intermittently heated buildings using Model Predictive Control: Part I, Building modeling**

HAZYUK I., GHIAUS C., PENHOUE D.  
Building and Environment, 51, May 2012, p. 379-387  
[doi: 10.1016/j.buildenv.2011.11.009]

**Optimal temperature control of intermittently heated buildings using model predictive control: Part II, Control algorithm**

HAZYUK I., GHIAUS C., PENHOUE D.  
Building and Environment, 51, May 2012, p. 388-394  
[doi: 10.1016/j.buildenv.2011.11.008]

**Biocide leaching from CBA treated wood: a mechanistic interpretation**

LUPSEA M., MATHIES H., SCHOKNECHT U., TIRUTA-BARNA L., SCHIOPU N.  
Science of the Total Environment, 444, February 2013, p. 522-530  
[doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.11.089]

**Les réseaux d'eau intérieurs : évolutions technico-réglementaires**

CORREC O.  
Revue technique du bâtiment et des constructions industrielles, 268, janvier-février 2012, p. 22-27

**Experimental and modelling study of twin cells with latent heat storage walls**

BONTEMPS A., AHMAD M., JOHANNES K., SALLEE H.  
Energy and Buildings, 43/9, September 2011, p. 2456-2461  
[doi: 10.1016/j.enbuild.2011.05.030]

**Modelling inorganic biocide emission from treated wood in water**

TIRUTA-BARNA L., SCHIOPU N.

Journal of Hazardous Materials, 192/3, September 2011, p. 1476-1483

[doi: 10.1016/j.jhazmat.2011.06.064]

**Solar micro-energy harvesting with pyroelectric effect and wind flow**

ZHANG Q., AGBOSSOU A., FENG Z., COSNIER M.

Sensors and Actuators A: Physical, 168/2, August 2011, p. 335-342

[doi: 10.1016/j.sna.2011.04.045]

**L'utilisation de l'eau de pluie à l'intérieur des bâtiments : les enjeux d'une pratique appelée à se développer**

DE GOUVELLO B.

Annales des Mines - Responsabilité &amp; Environnement, 63, juillet 2011, p. 96-101

**The influence of the borehole short-time response on ground source heat pump system efficiency**

PARTENAY V., RIEDERER P., SALQUE T., WURTZ E.

Energy and Buildings, 43/6, June 2011, p. 1280-1287

**Interest and durability of multilayers: from model films to complex films**

GARNIER G., MAROUANI S., YRIEIX B., POMPEO C., CHAUVOIS M., FLANDIN L., BRECHET Y.

Polymers for advanced technologies, 22/6, June 2011, p. 847-856

[doi: 10.1002/pat.1587]

**Eaux de pluie et eaux grises, des ressources à valoriser ? Interview de Bernard de Gouvello**

Les Cahiers de l'IAU, 158, juin 2011, p. 91-93

**Realization, test and modelling of honeycomb wallboards containing a phase change material**

HASSE C., GRENET M., BONTEMPS A., DENDIEVEL R., SALLEE H.

Energy and Buildings, 43/1, January 2011, p. 232-238

[doi: 10.1016/j.enbuild.2010.09.017]

**Estimated costs of implementation of membrane processes for on-site greywater recycling**

HUMEAU P., HOURLIER F., BULTEAU G., MASSE A., JAOUEN P., GERENTE C., FAUR C., LE CLOIREC P.

Water Science &amp; Technology, 63/12, 2011, p. 2949-2956

[doi: 10.2166/wst.2011.617]

**L'énergie solaire photovoltaïque, le stockage d'énergie électrique dans le bâtiment**

PINCEMIN S.

Revue technique du bâtiment et des constructions industrielles, 262, janvier-février 2011, p. 29-33

**CEN and ISO activities for heating and cooling systems standards**

ZIRNGIBL J.

Rehva Journal, 48/1, January 2011, p. 37-40

**Need for uniform energy efficiency evaluation methods for heating and cooling systems**

ZIRNGIBL J.

Rehva Journal, 48/1, January 2011, p. 41-44

**Opportunities in standardization of heating and cooling systems related to recast EPBD**

ZIRNGIBL J.

Rehva Journal, 48/1, January 2011, p. 46-49

**Chapitres d'ouvrage collectif**

---

**Wood preservatives**

SCHIOPU N., TIRUTA-BARNA L.

Toxicity of building materials, Woodhead Publishing, September 2012, 28 p.  
[ISBN 978 0 85709 122 2]**Assessment of dangerous substances release from construction products to environment**

SCHIOPU N., JAYR E., MEHU J., MOSZKOWICZ P.

Gökçekus H., Türker U., LaMoreaux, J.W. (Eds), Survival and sustainability: environmental concerns in the 21st century, Springer, Environmental earth sciences Part 3, 2011, p. 289-301 [ISBN 978-3-540-95991-5] [doi:10.1007/978-3-540-95991-5\_28]

**Actes de congrès**

---

**Bâtiments à énergie positive : compte-rendu de l'atelier du 21 janvier 2011 à l'ENSA Paris Belleville, ,**

ALESSANDRINI J.M., NIBEL S.

PUCA, octobre 2011, 82 p.

**12DBMC, 12th International conference on Durability of building materials and components, April 12-15, 2011, Porto, PRT**

DE FREITAS V.P., CHEVALIER J.L. (Eds)

2011, 2110 p.

**Communications**

---

**Life cycle sustainable assessment and BIM**

FIES B., LUTZKENDORF T.

SB13 Graz, Proceedings of the International conference on sustainable buildings, construction products and technologies, September 25-28, 2013, Graz, AUT Verlag der Technischen Universität, 2013, p. 498-508

**Feedback of the monitoring and numerical analysis of an innovative solar photovoltaic/thermal hybrid collector integrated into a drying application**

ASSOA Y.B., SAUZEDDE F., BOILLOT B., BODDAERT S., CHERVET F.

28th European Photovoltaic solar energy conference and exhibition, September 30, 2013, Paris, FRA, 2013, p. 3986- 3988 [doi:10.4229/28thEUPVSEC2013-5BV.4.42]

**Assessment according IEC 61215 of completely polymers photovoltaic modules, next generation of PV components**

BODDAERT S., GAY C.

28th European Photovoltaic solar energy conference and exhibition, September 30, 2013, Paris, FRA, 4 p.

**Identification of building materials influence on robustness and uncertainty of single houses LCA**

HOXHA E., LE ROY R., CHEVALIER J., BAZZANA M., HABERT G.

SB13 Graz, Proceedings of the International conference on sustainable buildings, construction products and technologies, September 25-28, 2013, Graz, AUT, Verlag der Technischen Universität Graz, 2013, p. 739-749

**Towards a new generation of building LCA tools adapted to the design process and to the user needs?**

LASVAUX S., GANTNER J., SCHIOPU N., NIBEL S., BAZZANA M., BOSDEVIGIE B., SIBIUDE G.

SB13 Graz, Proceedings of the International conference on sustainable buildings, construction products and technologies, September 25-28, 2013, Graz, AUT, Verlag der Technischen Universität Graz, 2013, p. 406-417

**Adapting existing life cycle inventory of building products for the Brazilian context**

OLIVEIRA L., LASVAUX S., HOXHA E., HANS J.

SB13 Graz, Proceedings of the International conference on sustainable buildings, construction products and technologies, September 25-28, 2013, Graz, AUT, Verlag der Technischen Universität Graz, 2013, p. 426-436

**A modular LCA database adapted to different user needs during the building design process**

SIBIUDE G., LASVAUX S., BAZZANA M., LEBERT A., RAVEL P., ARANTES L., HALLOUIN T., BONNET R.

SB13 Graz, Proceedings of the International conference on sustainable buildings, construction products and technologies, September 25-28, 2013, Graz, AUT, Verlag der Technischen Universität Graz, 2013, p. 982-993

**Challenges of LCA in a European context: findings from the research projects Open House and EeBGuide**

GANTNER J., LASVAUX S., LENTZ K., BÖTTGE J., SCHNEIDER S., HOMOLKA S.  
SB13 Graz, Proceedings of the International conference on sustainable buildings, construction products and technologies, September 25-28, 2013, Graz, AUT, Verlag der Technischen Universität Graz, 2013, p. 466-475

**Life cycle assessment of wooden building systems for façade retrofitting**

HUREL C., GRANNEC F.

SB13 Graz, Proceedings of the International conference on sustainable buildings, construction products and technologies, September 25-28, 2013, Graz, AUT, Verlag der Technischen Universität Graz, 2013, p. 1063-1070

**BBC PACS: simulation of domestic hot water generation for low energy buildings**

REYNIER L., VIDEAU J.B., PELE C., COSNIER M., NEHME G., DOUCET J.F., BRAMKAMP U.

Building Simulation 2013, 13th International conference of the International building performance simulation association, August 25-28, 2013, Chambéry, FRA, 2013, p. 3605-3613

**Influence of fields data quality on the modeling of residential buildings with dynamic simulation tool**

BORDERON J., LAHRECH R., MILLET J.R., TASCA-GUERNOUTI S.

Building Simulation 2013, 13th International conference of the International building performance simulation association, August 25-28, 2013, Chambéry, FRA, 2013, p. 652-659

**Simulating combined heat and moisture transfer with EnergyPlus: an uncertainty study and comparison with experimental data**

SPITZ C., WOLOSZYN M., BUHE C., LABAT M.

Building Simulation 2013, 13th International conference of the International building performance simulation association, August 25-28, 2013, Chambéry, FRA, 2013, p. 668-676

**Simulation of coupled heat, air and moisture transfers in an experimental house exposed to natural climate**

LABAT M., WOLOSZYN M., GARNIER C., PIOT A., ROUX J.J.

Building Simulation 2013, 13th International conference of the International building performance simulation association, August 25-28, 2013, Chambéry, FRA, 2013, p. 2898-2906

**Integrating LCA-based models into the design process for buildings: a study of the existing practices in France**

LEROY Y., CLUZEL F., ZARAKET T., LASVAUX S., BENTOS M.

LCM 2013, Proceedings of the 6th International conference on life cycle management: Perspectives on managing life cycles, August 25-28, 2013, Gothenburg, SWE, Chalmers University of Technology-The Swedish life cycle centre, 2013, p. 738-741

**International survey on critical review and verification practices in LCA with a focus in the construction sector**

LASVAUX S., LEROY Y., BRIQUET C., CHEVALIER J.

LCM 2013, Proceedings of the 6th International conference on life cycle management: Perspectives on managing life cycles, August 25-28, 2013, Gothenburg, SWE, Chalmers University of Technology-The Swedish life cycle centre, 2013, p. 81-84

**Gouverner (par) les labels : labellisation et innovation dans les politiques du développement durable**

LAURENT B., MALLARD A., TRICOIRE A.

12e Congrès de l'AFSP, 9-11 juillet 2013, Paris, FRA, 24 p.

**An introduction to the development of the French energy regulation indicators and their calculation methods**

VIDEAU J.B., ALESSANDRINI J.M., HAAS B., PELE C., MILLET J.R., JALLET P., REYNIER L., FLEURY E.

CLIMA 2013, 11th REHVA World congress and 8th International conference on indoor air quality, ventilation and energy conservation in buildings, June 16-19, 2013, Prague, CZE, 10 p.

**Characterization and evolution of the microbiological quality of in-building stored alternative resource water: literature review and results of preliminary experiments**

ZHANG S., DE GOUELLO B., GARREC N., BULTEAU G., LUCAS F., CHEBBO G.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 9 p.

**Les perspectives du développement des toitures végétalisées en France : construction d'un marché et évolutions des pratiques**

CHAUVEAU J., DE GOUELLO B.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 10 p.

**L'utilisation de l'eau de pluie en milieu urbain : comment les expériences étrangères interrogent-elles la situation française ?**

DE GOUELLO B., GEROLIN A., LE NOUVEAU N.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA

Graie, 2013, 10 p.,

**Energetic life cycle cost of energy efficient building: French case studies**

LAURENCEAU S.

SB13 Oulu, Sustainable procurement in urban regeneration and renovation, May 22-24, 2013, Oulu, FIN, 2013, 11 p.

**Towards a new advanced industry for an energy efficient built environment**

BOURDEAU L., CAROSIO S.

WBC13, CIB World building congress, Construction and society, May 5-9, 2013, Brisbane, AUS, Queensland University of Technology, 2013, 12 p.



**Piloting the Common Metrics, a research project of the Sustainable Building Alliance**

HANS J., NIBEL S., FREYD A.C., CUNHA A., DORAN D., BARROW WILLIAMS T., AHVENNIEMI H., HUOVILA P., SOBOLA J., VONKA M., LUPISECK A., SCHMINCKE E., LENZ K., SOTO VICARIO T., HORST S., PYKE C., KUZIEMKO J., RIGGS L. WBC13, CIB World building congress, Construction and society, May 5-9, 2013, Brisbane, AUS, Queensland University of Technology, 2013, 12 p.

**Improving the reliability of environmental assessments of buildings**

HOXHA E., HABERT G., CHEVALIER J., LE ROY R. WBC13, CIB World building congress, Construction and society, May 5-9, 2013, Brisbane, AUS, Queensland University of Technology, 2013, 12 p.

**L'"eautarcie" est-elle possible en France ? Innovations et évolution des rôles dans la gestion de l'eau dans les bâtiments**

DE GOVELLO B.

Colloque International Futurs urbains, "Enjeux interdisciplinaires émergents pour comprendre, projeter et fabriquer la ville de demain", 16-18 janvier 2013, Marne La Vallée, FRA, 7 p.

**Development of a neural network-based building model and application to geothermal heat pumps predictive control**

SALQUE T., RIEDERER P., MARCHIO D.

SIMUL 2012, the 4th International conference on advances in system simulation, November 18-23, 2012, Lisbon, PRT, IARIA, 2012, p. 24-29

**Energy awareness in the office and residential building environments: the ECOFFICES and ECOFAMILIES experiments**

DECORME R., THIBAUT E., ZARLI A.

CIB W78 29th International conference on the Applications of IT in the AEC Industry, October 17-19, 2012, Beyrouth, LBN, 9 p.

**An assistant for the design of positive energy buildings**

ANDRIEUX F., KEILHOLZ W., SETTE P.

CIB W78 29th International conference on the Applications of IT in the AEC Industry, October 17-19, 2012, Beyrouth, LBN, 7 p.

**Long-term experimental validation of NOCT method for PV integration under several conditions**

BODDAERT S., CHERVET F.

27th European Photovoltaic solar energy conference and exhibition, September 22-23, 2012, Frankfurt, DEU, p. 3946-3950 [doi:10.4229/27thEUPVSEC2012-5AV.1.21]

**Optimisation d'un réacteur à lit fluidisé pour le traitement des eaux grises**

DAVID P.L., BULTEAU G., HUMEAU P., GERENTE C., ANDRES Y.

Journées Information Eaux, 20ème édition, 25-27 septembre 2012, Poitiers, FRA, 13 p.

**Actual Evapotranspiration measurement from experimental green roofs**

YILMAZ D., SABRE M., TETARD Y.

ICUC8, 8th International conference on Urban climates, August 6-10, 2012, Dublin, IRL, 4 p.

**Planification de la consommation énergétique d'un bâtiment par une méthode d'optimisation linéaire distribuée**

LEFORT A., BOURDAIS R., GUEGUEN H., ANSANAY-ALEX G.

CIFA 2012, 7ème Conférence internationale francophone d'automatique, 4-6 juillet 2012, Grenoble, FRA, 6 p.

**Recommendations for the integration of sustainable building assessment and benchmarking methods with BIM**

FIES B.

ECPPM 2012, Proceedings of the European Conference on Product and Process Modelling "eWork and eBusiness in architecture, engineering and construction", July 25-27, 2012, Reykjavik, ISL, CRC Press, 2012, p. 187-192  
[doi: 10.1201/b12516-31]**Energy efficiency in European social housing: three pilots across Europe demonstrating the enabling factor of ICTs to sustainable growth**

DECORME R., MARTINEZ J.L.B, MARDARAS J., SCOTTO M., DYMARSKI P., SALMON N.

ECPPM 2012, Proceedings of the European Conference on Product and Process Modelling "eWork and eBusiness in architecture, engineering and construction", July 25-27, 2012, Reykjavik, ISL, CRC Press, 2012, p. 61-66  
[doi: 10.1201/b12516-12]**Optimizing transfer of moisture in timber frame buildings**

LAMOULIE J., POMPEO C., GARNIER G.

Healthy Buildings 2012, 10th International conference, July 8-12, 2012, Brisbane, AUS, 6 p.

**Improving energy awareness and use in office buildings: the ICT-enabled ECOFFICES challenge**

DECORME R., ZARLI A., TROUSSE B., SENACH B.

ICCCBE 2012, 14th International conference on Computing in civil and building engineering, June 27-29, 2012, Moscow, RUS, p. 354-355

**Leaching of construction products during their use stage: proposal for a reliable life cycle inventory of the released substances in water and soil**

LUPSEA M., SCHIOPU N., TIRUTA-BARNA L.

International symposium on life cycle assessment and construction: civil engineering and buildings, July 10-12, 2012, Nantes, FRA, RILEM Proceedings pro086, 2012, p. 37-45

**Relevance of a French simplified life cycle inventory database using building products industry data**

LASVAUX S., SCHIOPU N., PEUPORTIER B., CHEVALIER J.

International symposium on life cycle assessment and construction: civil engineering and buildings, July 10-12, 2012, Nantes, FRA, RILEM Proceedings pro086, 2012, p. 46–54 + annexes

**Environmental performances of buildings: identification of reference values through a statistical analysis**

LEBERT A., LASVAUX S., CHEVALIER J., HANS J.

International symposium on life cycle assessment and construction: civil engineering and buildings, July 10-12, 2012, Nantes, FRA, RILEM Proceedings pro086, 2012, p. 56-64 + annexes

**Towards a reduced set of indicators in buildings LCA applications: a statistical based method**

LASVAUX S., GARAT P., CHEVALIER J., PEUPOURTIER B.

International symposium on life cycle assessment and construction: civil engineering and buildings, July 10-12, 2012, Nantes, FRA, RILEM Proceedings pro086, 2012, p. 65-72 + annexes

**Environmental evaluation of reinforcing bars sold on the French market**

GOMES F., BRIERE R., HABERT G., FERAILLE A., LASVAUX S., TESSIER C.

International symposium on life cycle assessment and construction: civil engineering and buildings, July 10-12, 2012, Nantes, FRA, RILEM Proceedings pro086, 2012, p. 256-264

**Guidelines for the use of existing life cycle assessment data on building materials as generic data for a national context**

HODKOVA J., LASVAUX S.

International symposium on life cycle assessment and construction: civil engineering and buildings, July 10-12, 2012, Nantes, FRA, RILEM Proceedings pro086, 2012, p. 265-273

**Transferts couplés chaleur-humidité-air dans un bâtiment à ossature bois : expérimentation et outil de modélisation**

LABAT M.

AUGC-IBPSA 2012, XXXe Rencontres universitaires de génie civil 'constructions durables' : recueil des communications, concours jeunes chercheurs, 6-8 juin 2012, Chambéry, FRA, 8 p.

**Modèle de prédiction des performances thermique et électrique de capteurs solaires photovoltaïques intégrés au bâtiment**

ASSOA Y.B., BOILLOT B., GAILLARD L., MENEZO C., GUIOT T., TANGUY Y.

AUGC-IBPSA 2012, XXXe Rencontres universitaires de génie civil 'constructions durables' : recueil des communications, présentations. Tome 1, 6-8 juin 2012, Chambéry, FRA, 10 p.

**Modélisation des transferts de chaleur à travers un bardage ventilé en conditions climatiques réelles**

LABAT M., WOLOSZYN M., GARNIER G., ROUX J.J.

AUGC-IBPSA 2012, XXXe Rencontres universitaires de génie civil 'constructions durables' : recueil des communications, présentations. Tome 1, 6-8 juin 2012, Chambéry, FRA, 10 p.

**Leaching from new generation treated wood: a chemical approach**

LUPSEA M., MATHIES H., SCHOKNECHT U., TIRUTA-BARNA L., SCHIOPU N.  
Environmental Impact 2012, 1st International conference on environmental and economic impact on sustainable development, July 3 - 5, 2012, New Forest, GBR, WIT Transactions on ecology and the environment 162, 2012, 12 p.  
[doi: 10.2495/EID120461]

**Evaluation of pollutant release from construction products**

LUPSEA M., SCHIOPU N., TIRUTA-BARNA L.  
WASCON 2012, 8th International conference on the environmental and technical implications of construction with alternative materials "Towards effective, durable and sustainable production and use of alternative materials in construction", May 30 - June 1, 2012, Gothenburg, SWE, 10 p.

**De la passoire thermique aux îlot à énergie positive : un aperçu des défis à relever par les acteurs de la filière électrique**

VISIÉ J.C.  
JEEA 2012, Journées 2012 de la section électrotechnique du club EEA "Bâtiment-énergie – quelles contributions du génie électrique ?", 15-16 mars 2012, Cergy Pontoise, FRA, 3 p.

**Reasons behind the new approach to requirements in the energy performance regulation RT 2012**

VISIÉ J.C.  
TightVent International workshop "Achieving relevant and durable airtightness levels: status, options and progress needed", March 28-29, 2012, Brussels, BEL, 7 p.

**Stochastic optimization based approach for efficient building design**

TALBOURDET F., ANDRIEUX F., VINOT B., MICHEL P., EL MANKIBI M., MILLET J.R.  
CIB W078–W102 2011 Conference "Computer knowledge building", October 26-28, 2011, Sophia-Antipolis, FRA, 10 p.

**Playing to conserve energy: the ICT-enabled eco-challenge in offices**

DECORME R., THIBAUT E., LEANG E., DELCLOS A., TORRES P., TROUSSE B., SENACH B., GOFFART C., FERRY B.  
CIB W078–W102 2011 Conference "Computer knowledge building", October 26-28, 2011, Sophia-Antipolis, FRA, 12 p.

**Greening the healthcare sector: 4 hospitals demonstrating advanced controls for lighting and HVAC**

DECORME R., LEANG E., NYKANEN E., HAKALA J., GIRAL P.M., TELLADO B., ERICE ORONOS S., LEYUN PEREZ O., TIMMERMAN H., SCHEPERS H.  
CIB W078–W102 2011 Conference "Computer knowledge building", October 26-28, 2011, Sophia-Antipolis, FRA, 11 p.

**A data analysis tool to compare two LCA databases of construction materials used in building LCA applications for the French context**

LASVAUX S., CHEVALIER J., PEUPORTIER B.

LCA XI, Proceedings from the international conference "Instruments for green futures markets", October 4-6, 2011, Chicago, IL, USA, American Center for Life Cycle Assessment, 2011, p. 164-174

**Next generation of sustainability assessment: top down approach and stakeholders needs**

LUETZKENDORF T., HAJEK P., LUPISEK A., IMMENDOERFER A., NIBEL S., HAKKINEN T.

SB11, Proceedings of the 6th World sustainable building conference, October 18-21, 2011, Helsinki, FIN, 16 p.

**The energy-efficient buildings PPP multi-annual roadmap and longer term strategy**

CAROSIO S., CIOFFI M., BOURDEAU L., FERNANDEZ M.

SB11, Proceedings of the 6th World sustainable building conference, October 18-21, 2011, Helsinki, FIN, 8 p.

**LixiBat: a database for the leaching characteristics of building products**

LUPSEA M., SCHIOPU N., TIRUTA-BARNA L., LAURENT N.

SB11, Proceedings of the 6th World sustainable building conference, October 18-21, 2011, Helsinki, FIN, 7 p.

**Sustainable management tool for buildings projects - SYSMEO**

NIBEL S., ANDRIEUX F., CUENOT S., MAISSA S., BUS N.

SB11, Proceedings of the 6th World sustainable building conference, October 18-21, 2011, Helsinki, FIN, 13 p.

**Methodological improvements in life cycle analysis of buildings: results from the COIMBA project**

SALMON N., PEUPORTIER B., CHEVALIER J., MIKOLASE R., SIDLER O., SCHIOPU N., LASVAUX S., LEBERT A., DUCLOS L., RIESLER T., HERFRAY G., FILLIT F., SENEGAS J.L.

SB11, Proceedings of the 6th World sustainable building conference, October 18-21, 2011, Helsinki, FIN, 12 p.

**Simulation of green roof hydrological behavior with a reservoir model**

BERTHIER E., RAMIER D., DE GOUVELLO B.

12 ICUD, 12th International conference on urban drainage, September 10-15, 2011, Porto Alegre, BRA, 8 p.

**Rainwater harvesting in dwelling-houses in France: current regulatory context and quality issues**

NGUYEN-DEROCHÉ T.L.N., DE GOUVELLO B., LUCAS F., MOULIN L., SAAD M., GROMAIRE M.C.

12 ICUD, 12th International conference on urban drainage, September 10-15, 2011, Porto Alegre, BRA, 8 p.

**Effect of collecting surface and pathway on the quality of rain water to be harvested**

SEIDL M., ZHANG Y., SAAD M., DE GOUELLO B.

12 ICUD, 12th International conference on urban drainage, September 10-15, 2011, Porto Alegre, BRA, 7 p.

**Evaluating Rainwater Storage and Utilization Potential (RSUP) at urban community level: methodology and application in an urban community in the Paris region**

BELMEZITI A., COUTARD O., DE GOUELLO B.

12 ICUD, 12th International conference on urban drainage, September 10-15, 2011, Porto Alegre, BRA, 7 p.

**Distributed cooling in Sphelear® modules**

TAIRA K., NAKATA J., INAGAWA I., OHTANI S., BODDAERT S.

26th European Photovoltaic solar energy conference and exhibition, September 5-11, 2011, Hamburg, DEU, p. 433-436 [doi:10.4229/26thEUPVSEC2011-1DV.2.2]

**Thermal aspects of Sphelear® modules in different building integration mode**

BODDAERT S., PINCEMIN S., TAIRA K., NAKATA J.

26th European Photovoltaic solar energy conference and exhibition, September 5-11, 2011, Hamburg, DEU, p. 3646-3651 [doi:10.4229/26thEUPVSEC2011-4AV.2.57]

**Development of NOCT method adapted to integration under several conditions**

BODDAERT S., PINCEMIN S., CHERVET F.

26th European Photovoltaic solar energy conference and exhibition, September 5-11, 2011, Hamburg, DEU, p. 3387-3391 [doi:10.4229/26thEUPVSEC2011-4AV.1.32]

**Air change rate measurements under natural pressure gradient using tracer gas method**

LABAT M., GARNIER G., WOLOSZYN M., ROUX J.J.

Roomvent 2011, 12th International conference on Air distribution in rooms, June 19-22, 2011, Trondheim, NOR, 8 p.

**Étude numérique du changement de phase avec une méthode de type Boltzmann sur gaz réseau en présence de convection naturelle**

MIRANDA-FUENTES J., JOHANNES K., KUZNIK F., VIRGONE J., COSNIER M.

Xe Colloque interuniversitaire franco-qubécois sur la thermique des systèmes, 20-22 juin 2011, Chicoutimi, QC, CAN, 6 p.

**Sustainable smart ECO-buildings**

SJÖSTRÖM C., VIRK G.S., TRINIUS W., LEBERT A., SALDININI S., DAVIES H.

12DBMC, 12th International conference on Durability of building materials and components, April 12-15, 2011, Porto, PRT, 8 p.

### **A simple method to consider energy balance in the architectural design of residential buildings**

ARANTES L., BAVEREL O., ROLLET P., QUENARD D.

SimAUD 2011, Proceedings of the 2011 Symposium on simulation for architecture and urban design, April 4-7, 2011, Boston, MA, USA, p. 115-122

## **Rapports**

---

### **Capitalisation des résultats de l'expérimentation HQE Performance : analyse statistique. Rapport Intermédiaire**

LEBERT A., LASVAUX S., GRANNEC F., NIBEL S., ACHIM F., SCHIOPU N.  
CSTB, Octobre 2013, 235 p. + annexes

### **Bâtiment à énergie positive : innover et sécuriser en phase programmation**

ALESSANDRINI J.M., NIBEL S., LAURENCEAU S., FRANCOIS C.  
CSTB, Juin 2013, 105 p.

### **Analyse de la valeur verte dans l'immobilier de bureaux**

LAURENCEAU S.  
CSTB, Avril 2013, 20 p.

### **Eco-conception de la maison : 2 études multi-critères qui remettent en cause les idées reçues**

Maisons de Qualité, CSTB, CIMbéton (avec la collab. de LEBERT A.)  
CIMbéton, Collection technique CIMbéton, 2013, 64 p.

### **Hospilot, Intelligent energy efficiency control in hospitals. Final report**

SCHEPERS H. (avec la collab. de DECORME R.)  
December 2012, 18 p.

### **Piloting SBA common metrics. Phase 1: technical and operational feasibility of the SBA common metrics; practical modelling of case studies. Final report**

HANS J. (Coord.), NIBEL S., CUNHA-CRIBELLIER A., SCHMINCKE E., LENZ K., AHVENNIEMI H., HUOVILA P., HAKKINEN T., SOTO VICARIO T., DI CARMINATI M.B., HORST S., PYKE C., KUZIEMKO J., RIGGS L., SOBOLA J., VONKA M.  
SB Alliance, October 2012, 119 p.

### **EeBGuide Guidance document: Part A, Products; Part B, Buildings. Policy briefs: 1, Operational guidance for life cycle assessment studies of the energy efficient buildings initiative; 2, Recommendations for building labelling schemes**

WITTSTOCK B., GANTNER J., LENZ K., SAUNDERS T., ANDERSON J., CARTER C., GYETVAI Z., KREISSIG J., BRAUNE A., LASVAUX S., BOSDEVIGIE B., BAZZANA M., SCHIOPU N., JAYR E., NIBEL S., CHEVALIER J., HANS J., FULLANA-I-PALMER P., GAZULLA C., MUNDY J-A., BARROW-WILLIAMS T., SJÖSTRÖM C.

2012, 297 + 360 + 4 + 2 p.

**Les déclarations environnementales de produits en Europe et dans le monde : étude technico-économique**

DESMARIS R., HANS J., CHEVALIER J.

CSTB Editions, Collection Recherche – Expertise, 2012, 43 p.

**L'exigence énergétique entre contrainte et innovation : approche expérimentale à travers des concepts de bâtiments collectifs. Rapport Final**

ALESSANDRINI J.M., NIBEL S., FROMY P., HOGNON B., GANGNEUX M.C., FRANCOIS C.

CSTB, Juin 2012, 146 p.

**Linking SBA metrics to IFCs and BIM: building information modelling and environmental indicators**

HUOVILA P., HYVARINEN J., PALOS S., REKOLA M., CHEVALIER J., FIES B., LEBEGUE E.

SB Alliance, January 2012, 46 p.

**COIMBA, COonnaissance de l'IMPact environnemental des BÂtiments : développement des outils d'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments par analyse de cycle de vie**

SALMON N., DUCLOS L., FILLIT F., PEUPORTIER B., HERFRAY G., CHEVALIER J., SCHIOPU N., LASVAUX S., LEBERT A., SENEGAS J.L., MIKOLASE R., SIDLER O., RIESLER T.

Nobatek, Décembre 2011, 243 p.

**Les immeubles de bureaux "verts" tiennent-ils leurs promesses ? Performances réelles, valeur immobilière et certification "HQE® Exploitation"**

CARASSUS J.

Mars 2011, 47 p.

---

**Thèses**

**Contribution to the environmental impact assessment of buildings: numerical modelling of dangerous substances' release to water**

LUPSEA M.

Th. doct. Génie des procédés et de l'Environnement, Insa Toulouse, septembre 2013, 239 p.

**Optimisation mécanique et énergétique d'enveloppes en matériaux composites pour les bâtiments**

KOTELNIKOVA N.

Th. doct. Structures et matériaux, ENPC, décembre 2012, 310 p.



**Chaleur, humidité, air dans les maisons à ossature bois :  
expérimentation et modélisation**

LABAT M.

Th. doct. Génie civil, Insa Lyon, novembre 2012, 153 p.

**Impacts des stratégies d'exploitation de réseaux intérieurs sur la  
durabilité de canalisations d'eau chaude**

CASTILLO MONTES J.

Th. doct. Sciences des matériaux, Université de La Rochelle, décembre 2011,  
257 p.**Développement et mise en application d'un cadre de modélisation pour  
l'analyse des risques appliquée aux systèmes constructifs**

BAZZANA M.

Th. doct. Génie civil et sciences de l'habitat, Université de Grenoble, octobre  
2011, 199 p.**Amélioration du confort d'été dans des bâtiments à ossature par  
ventilation de l'enveloppe et stockage thermique**

BRUN A.

Th. doct. Génie civil et science de l'habitat, Université de Grenoble, janvier 2011,  
XXIV + 149 p.

⇒ ECHELLE QUARTIER

**Chapitres d'ouvrage collectif**

---

**Du bâtiment à la ville : l'intégration des données énergétiques dans la  
conception architecturale située**

ARANTES L., BAVEREL O., ROLLET P., QUENARD D.

Modélisation urbaine : de la représentation au projet, MEEDDM, Références,  
septembre 2012, p. 282-285**Se loger, se déplacer : peut-on se libérer de l'addiction aux énergies  
fossiles ?**

QUENARD D.

Dinh-Audoine M.T., Olivier D., Rigny P. (coord.). La chimie et l'habitat, EDP  
Sciences, L'actualité chimique - Livres, 2011, p. 151-171 [ISBN 978-2-7598-  
0642-3]**Communications**

---

**Evaluation of roofing materials emissions at the city scale: statistical  
approach for computing roofing area distribution**

SELLAMI-KAANICHE E., DE GOUVELLO B., GROMAIRE M.C., CHEBBO G.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 10 p.

**Hydrological impact of green roofs on urban runoff at the watershed scale: case studies in the Hauts-de-Seine county (France)**

VERSINI P.A., JOUVE P., RAMIER D., BERTHIER E., DE GOUELLO B.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 9 p.

**Impact of extensive green roofs on the quantity and the quality of runoff: first results of a test bench in the Paris region**

GROMAIRE M.C., RAMIER D., SEIDL M., BERTHIER E., SAAD M., DE GOUELLO B.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 10 p.

**L'innovation dans les métropoles dépend-elle de leur capacité à nouer des relations spécifiques avec leur environnement scientifique ? Formes, échelles des réseaux et trajectoires d'innovation dans la gestion des eaux pluviales en France**

SOYER M., DEROUBAIX J.F., DE GOUELLO B., HUBERT G.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 10 p.

**L'intégration de l'utilisation de l'eau de pluie dans la gestion des eaux pluviales : enjeux, typologie d'approches et évaluation**

GEROLIN A., LE NOUVEAU N., DE GOUELLO B.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 10 p.

**Analyse à une résolution de 5 minutes de l'impact des équipements de récupération d'eau de pluie sur l'assainissement à l'échelle d'un lotissement en France**

SAINT-CAST J., GIRES A., DE GOUELLO B.

Novatech 2013, 23-27 juin 2013, Lyon, FRA, Graie, 2013, 10 p.

**La sobriété énergétique des bâtiments en milieu urbain**

ALESSANDRINI J.M.

JSE-2013, 24èmes Journées scientifiques de l'environnement, "La transition écologique des mégapoles", 12-14 février 2013, Créteil, FRA, 8 p.

**L'analyse systémique du métabolisme territorial, un outil pour favoriser le recours aux ressources secondaires dans le domaine du BTP**

ROUVREAU L., MICHEL P., MONFORT CLIMENT D., JAYR E., MORICE J.

Colloque International Futurs urbains, "Enjeux interdisciplinaires émergents pour comprendre, projeter et fabriquer la ville de demain", 16-18 janvier 2013, Marne La Vallée, FRA, 7 p.

**Une démarche participative pour la mise en oeuvre de circuits courts dans les activités de construction/déconstruction**

AMBROISE-RENAULT V., JAYR E.

Colloque International Futurs urbains, "Enjeux interdisciplinaires émergents pour comprendre, projeter et fabriquer la ville de demain", 16-18 janvier 2013, Marne La Vallée, FRA, 9 p.

**Modelling the Zn emissions from roofing materials at Créteil city scale: defining a methodology**

SELLAMI-KAANICHE E., DE GOUVELLO B., LE BRIS A., GROMAIRE M.C., CHEBBO G.

WWW-YES-2012, 12th edition of the World wide workshop for young environmental scientists "Urban waters: resource or risks?", May 21-25, 2012, Arcueil, FRA, 11 p.

**A morpho-energetic tool to model energy and density reasoned city areas: methodology (Part I)**

ARANTES L., BAVEREL O., QUENARD D., DUBUS N.

Nikolovska L., Attar R. (Eds.). SimAUD 2012, Proceedings of the 2012 Symposium on simulation for architecture and urban design, March 26-30, 2012, Orlando, FL, USA, p. 149-152

**GARANTIE DE PERFORMANCE****Articles**

---

**Hierarchical control method applied to energy management of a residential house**

LEFORT A., BOURDAIS R., ANSANAY-ALEX G., GUEGUEN H.

Energy and Buildings, 64, September 2013, p. 53-61

[doi:10.1016/j.enbuild.2013.04.010]

**Cross-layer energy analysis and proposal of a MAC protocol for wireless sensor networks dedicated to building monitoring systems**

DESSALES D., RICHARD N., POUSSARD A.M., VAUZELLE R., MARTINSONS C.

Wireless sensor network, 5/5, May 2013, p. 91-104

[doi:10.4236/wsn.2013.55012]

**Communication**

---

**A building energy management system based on distributed model predictive control**

LEFORT A., GUEGUEN H., BOURDAIS R., ANSANAY-ALEX G.

CISBAT 2013, Clean technology for smart cities and buildings, September 4-6, 2013, Lausanne, CHE, p. 525-530

**The use of yearly in situ measurements of a whole commercial building for sensitivity and uncertainty analysis of energy performance assessment**

LAHRECH R., FERY A., GAUTIER A., LECOINTRE W.

Building Simulation 2013, 13th International conference of the International building performance simulation association, August 25-28, 2013, Chambéry, FRA, p. 1714-1721

**Sensitivity and uncertainty quantification methods for energy performance of buildings: office buildings case studies**

GAUTIER A., LAHRECH R., FERY A., CHARLES T.

CLIMA 2013, 11th REHVA World congress and 8th International conference on indoor air quality, ventilation and energy conservation in buildings, June 16-19, 2013, Prague, CZE, 12 p.

## **GESTION ET RÉNOVATION DU PARC EXISTANT**

### **Articles**

---

**A knowledge-aid approach for designing high-performance buildings**

TALBOURDET F., MICHEL P., ANDRIEUX F., MILLET J.R., EL MANKIBI M., VINOT B.

Building simulation, 6/4, December 2013, p. 337-350 [doi:10.1007/s12273-013-0122-y]

**Comparison of measured and predicted sound insulation for a thermal retrofitted building**

GUIGOU-CARTER C., FORET R., WETTA R., DUCRUET P., VILLOT M.

Noise control engineering journal, 59/3, May-June 2011, p. 278-289 [doi:10.3397/1.3565022]

**Development of a multicriteria tool for optimizing the renovation of buildings**

PERNODET F., LAHMIDI H., KEILHOLZ W., EL MANKIBI M., MICHEL P.

Applied Energy, 88/4, April 2011, p. 1386-1394 [doi:10.1016/j.apenergy.2010.10.002]

**La rénovation thermique des toitures**

DEMARQUE A.

Revue technique du bâtiment et des constructions industrielles, 263, mars-avril 2011, p. 3-13

### **Communications**

---

**Knowledge management supporting decision making in holistic building renovation design**

THOREL M., ANDRIEUX F., BUHE C.

CIB W78 2013, 30th conference on the applications of IT in the AEC industry, October 9-12, 2013, Beijing, CHN, 10 p.

**Decision aid tool concept for building energy efficiency improvement: application to building automation and control solutions**

DEROUINEAU S.

CLIMA 2013, 11th REHVA World congress and 8th International conference on indoor air quality, ventilation and energy conservation in buildings, June 16-19, 2013, Prague, CZE, 10 p.

**Aide à la décision multicritère pour la réhabilitation énergétique : application aux bâtiments résidentiels**

THOREL M., ANDRIEUX F., BUHE C.

AUGC 2013, 31e Rencontres universitaires de l'AUGC, "De l'expérimentation à la modélisation en génie civil", 29-31 mai 2013, Cachan, FRA, 10 p.

**Knowledge management for decision making in holistic building renovation design**

ANDRIEUX F./MAISSA S./THOREL M.

CIB W78 29th International conference on the Applications of IT in the AEC Industry, October 17-19, 2012, Beyrouth, LBN, 8 p.

**Decision making for an optimized renovation process**

ANDRIEUX F., THOREL M., BUHE C.

ECPPM 2012, Proceedings of the European Conference on Product and Process Modelling "eWork and eBusiness in architecture, engineering and construction", July 25-27, 2012, Reykjavik, ISL, CRC Press, 2012, p. 67-74  
[doi: 10.1201/b12516-13]

**Energy and behavioural modelling and simulation at facility management**

BOURDEAU M., BOISSONNAT A., LARESGOITI I.

ECPPM 2012, Proceedings of the European Conference on Product and Process Modelling "eWork and eBusiness in architecture, engineering and construction", July 25-27, 2012, Reykjavik, ISL, CRC Press, 2012, p. 885-890  
[doi: 10.1201/b12516-141]

**Development of an innovative window for retrofitted building**

GUIGOU-CARTER C., OLIVE F., PERRAUDEAU M., SICURELLA F., WETTA R.

Forum Acusticum 2011, June 16 – July 1, 2011, Aalborg, DNK, 6 p.

**Marginal abatement cost curve for CO2 emissions in the multi-family housing sector without or with energy efficiency barriers**

LAURENCEAU S., VARENIO C.

MISBE2011, Proceedings of the International conference on management and innovation for a sustainable built environment, June 19-23, 2011, Amsterdam, NLD, Delft University of Technology, 2011, 14 p.

**RENOKIT : système intégré pour la rénovation par l'intérieur des logements existants**

COSNIER M., SALLEE H., MENNETEAU D., QUENARD D.

SFT 2011, Congrès français de thermique, 24-27 mai 2011, Perpignan, FRA, 6 p.

**Moisture risks assessment related to energy retrofitting of existing buildings: method and case studies**

CHORIER J., ABELE C., HANS J., BAZZANA M.

12DBMC, 12th International conference on Durability of building materials and components, April 12-15, 2011, Porto, PRT, 8 p.

**Guides**

---

**Guide de réhabilitation des maisons individuelles : rénover avec le bois**

DULBECCO P., ONILLON A. (avec la collab. de HAMEURY S., FARKH S., ABELE C.)

FCBA, 2013, 295 p.

[ISBN 978-2-85684-079-5]

**Guide suivi et instrumentation des bâtiments performants :****méthodologie à destination des maîtres d'ouvrage, construction neuve et réhabilitation, tertiaire et habitat collectif**

Avec la collab. de DEROUINEAU S.

Envirobat Méditerranée-Effinergie, 2013, 49 p.

**SIEGE SOCIAL**

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2  
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

