

## « Vers des réhabilitations à très haute performance énergétique »

### Plate-forme de recherche et d'expérimentation sur l'Énergie dans les Bâtiments

PUCA

PRÉBAT

PLATEFORME DE RECHERCHE ET D'EXPÉRIMENTATION SUR L'ÉNERGIE DANS LE BÂTIMENT

C'est à l'Hôtel de Rennes Métropole qu'a eu lieu, le 24 juin 2011, un séminaire organisé par le Prebat 2 sur le thème : « Vers des réhabilitations à haute performance énergétique ». Un thème majeur, comme l'ont rappelé les intervenants ; le parc existant se renouvelle lentement, à un rythme de 1 % par an, et constitue donc la plus grande réserve de gain d'énergie. La réduction des consommations d'énergie de ce parc est donc un enjeu crucial et sa rénovation représente le défi majeur des années à venir.

Projet lauréat REHA Atelier Julien Vasse à Rosny-sous-Bois (en vignette : le bâtiment actuel) / © Julien Vasse



# Ouverture



© Puca

« Aller vers le BBC pour tous, socialement partagé, et pas seulement dans le logement neuf » : en ouvrant le séminaire, **Bernard Poirier**, maire de Mordelles, vice-président délégué à la prospective et au développement durable de Rennes Métropole, laissait d'emblée entrevoir l'envergure des enjeux de la réhabilitation du parc de logements. Sur les quarante millions d'euros annuels dévolus au logement par la métropole rennaise, dix millions sont consacrés à la réhabilitation. Celle du parc social, mais aussi, en mettant à disposition du public un centre de ressources où s'informer, celle du parc privé. Ces actions correspondent au troisième engagement du plan climat de l'agglomération.

En guise d'introduction, **Emmanuel Raoul**, secrétaire permanent du Prebat 2 et du Puca, se faisait l'interprète du sénateur Braye, président du Prebat 2, pour rappeler les objectifs et missions assignés à cette plate-forme (voir encadré). Dans le sillage de Bernard Poirier, il insistait sur l'exigence centrale liée à la réhabilitation énergétique

des bâtiments : le BBC. Pour le confort des usagers, mais aussi parce qu'il s'agit d'un mouvement créateur d'emplois. Le secteur du bâtiment, qui représente 40 % de la consommation d'énergie, est fortement impliqué dans la croissance verte. Le Prebat, plate-forme interministérielle, « se doit de bien coordonner les travaux des instances impliquées dans la recherche et l'expérimentation dans le domaine de l'énergie du bâtiment, de faire progresser pour définir des thématiques communes à tous les acteurs ». Nouvelles réglementations, nouveaux acteurs : la barre est placée très haut, et sollicite l'innovation technologique et de nouveaux process de construction. Les progrès accomplis et à accomplir devraient faire baisser les coûts plutôt que les augmenter. « C'est là que le Prebat doit jouer son rôle d'accélérateur, avec une recherche audacieuse et pragmatique qui multiplie les expérimentations, fédère des acteurs éclatés, mette la recherche au service d'un secteur économique important et créateur d'emplois ».

## DOMINIQUE BRAYE, SÉNATEUR DES YVELINES

### Qu'est-ce que le PREBAT 2 ?

Il s'agit d'une Plate-forme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Énergie dans le bâtiment qui traduit la volonté des acteurs publics du domaine de l'énergie dans le bâtiment, de piloter la recherche de manière coordonnée pour que celle-ci soit plus dynamique et plus efficace.

### Dans quel contexte général national le PREBAT 2 s'inscrit-t-il ?

Je soulignerai d'abord ce que chacun connaît parfaitement : avec 42 % de l'énergie finale totale consommée, le secteur du bâtiment pris dans son ensemble est le plus gros consommateur d'énergie en France. Il génère aussi près du quart des émissions de gaz à effet de serre. Devant ce constat, il est évident que la part des bâtiments dans cette consommation d'énergie et cette pollution doit impérativement diminuer. Incontestablement, le Grenelle de l'environnement a constitué un levier majeur en permettant à la France de passer à une vitesse supérieure en prenant des engagements forts et précis de réduction des consommations et des émissions de gaz à effet de serre visant l'horizon 2020.

La mise en œuvre de cette ambition pour les bâtiments a été déclinée dans le Plan bâtiment Grenelle, dont les objectifs sont très ambitieux, notamment avec la généralisation des bâtiments à énergie positive à l'horizon 2020 et la réduction des consommations d'énergie du parc des bâtiments existants d'au moins 38 % à la même échéance, en seulement moins de 10 ans... Un grand pas a déjà été franchi, avec l'adoption de nouvelles mesures réglementaires (RT 2012), ainsi qu'avec le déploiement des politiques d'incitation financière, de sensibilisation, de formation, et d'ouverture à de nouveaux acteurs dans le secteur du bâtiment. Toutefois, nous savons tous que ces mesures, pour importantes qu'elles soient, ne suffiront pas, car la barre des objectifs fixés est très haute, mais aussi parce que le défi posé par le changement climatique est majeur. Les solutions à ce défi passent inévitablement par des innovations issues de la recherche. L'innovation technologique, la découverte de nouveaux matériaux, l'amélioration des techniques actuelles, la recherche de nouveaux concepts de construction, c'est tout cela qui nous permettra de faire progresser cette question dont nous sommes saisis. La recherche doit donc être incitée, aidée et surtout coordonnée pour déboucher sur des solutions concrètes que tous les acteurs de la filière devront demain mettre en pratique.

# Éléments de cadrage

Proposer des éléments d'orientation, de recherche et d'expérimentation, c'est la vocation du Prebat, vocation que réaffirmait Jean-Paul Dallaporta, président du « comité bâtiment existant » du Prebat phase 1. Trois axes de travail du Prebat concernent spécifiquement le parc existant : la lutte contre la précarité énergétique, avec le programme « Réduction de la précarité énergétique », l'amélioration des interventions publiques, avec les OPAH et le programme « Énergissime », la réhabilitation des immeubles collectifs, avec les programmes « Reha : requalification à haute performance énergétique de l'habitat collectif » et « Amélioration énergétique en copropriétés ». Le thème de travail le plus complexe est les copropriétés : il est difficile de progresser sur cette question, de nouvelles méthodes sont à explorer.

## De nombreux défis à relever

En tout état de cause, une analyse comparative internationale des processus de construction et de la capacité à y introduire des innovations pourrait donner des orientations pour une mise en œuvre plus fiable, moins chère et plus performante, même si « changer les habitudes est très difficile ». L'étude du contexte est nécessaire : en 2050, les usages seront certainement différents, on se sera sans doute adapté au changement climatique. Pratiques et usages, en fonction aussi des évolutions démographiques, méritent des investigations. D'autre part, si on sait comment obtenir une réelle qualité énergétique, on ne sait pas encore l'intégrer dans une démarche de coût global. En ce domaine, des outils d'évaluation font défaut : il faut les développer, en se fixant des objectifs allant jusqu'à l'énergie positive, en se demandant quelles sont les attentes, s'il faut inventer de nouveaux concepts de logements, comment mettre en œuvre les smart grids<sup>1</sup>... Mais la dimension technologique n'est pas tout : l'approche du Prebat doit aussi être sociale et économique, elle doit prendre le tertiaire en considération. C'est à cet ensemble de défis que le Prebat 2, dans la continuité du Prebat 1, s'attache.

## Réglementation et labels

Pour permettre à chacun de bien envisager les termes des débats qui allaient suivre, Pierre Bonnemayre, du bureau de la qualité technique et de la réglementation au ministère de l'Écologie, dressait un panorama du contexte réglementaire en réhabilitation qui n'est pas des plus simples. Si, pour les bâtiments neufs, la performance s'impose

par la réglementation, pour les bâtiments existants elle ne s'impose que lors de travaux de réhabilitation. Les objectifs assignés à la réglementation sont une réduction drastique des consommations du parc de bâtiments, de 12 % d'ici 2012 et de 38 % d'ici 2020, en passant d'une moyenne de 240 kWh/m<sup>2</sup>/an à 150 kWh/m<sup>2</sup>/an. Comment stimuler les travaux d'amélioration énergétique, ou même, dans un second temps, imposer ces travaux ? La réglementation s'accompagne d'une démarche de sensibilisation et d'incitations à travers l'étiquette « DPE » établie au moment d'une mise en vente ou en location, à travers les aides diverses et les audits énergétiques des copropriétés.

« Ces objectifs appellent, en même temps que la réduction de la consommation énergétique, une approche globale de la réhabilitation, et la limitation de l'usage de la climatisation sans dégrader le confort d'été ni, en raison de la condensation, le bâti.

La réglementation comporte deux volets : un volet « réhabilitations importantes » de grands bâtiments (plus de 1 000 m<sup>2</sup>), avec la RT globale, et un volet pour tous les autres cas, avec la RT par élément. Il s'agit de permettre une approche globale du bâtiment, avec une compensation technico-économique pour pallier les contraintes possibles sur certains postes.

## TEXTES DE RÉFÉRENCE

**Décret** du 19 mars 2007

**Arrêté** du 20 décembre 2007 relatif au coût de construction

**Arrêté** du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants

**Arrêté** du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments existants

**Article 6** de la « Directive relative à la performance énergétique des bâtiments - Bâtiments existants »

« Lorsque, pour les bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup>, des travaux importants de rénovation énergétique sont engagés, alors la performance énergétique globale après travaux doit répondre à des exigences minimales ».

<sup>1</sup> La *smart grid* est une des dénominations d'un réseau de distribution d'électricité « intelligent » qui utilise des technologies informatiques de manière à optimiser la production et la distribution et mieux mettre en relation l'offre et la demande entre les producteurs et les consommateurs d'électricité.

La RT globale impose le calcul de la consommation du bâtiment initial avant travaux, du bâtiment projet après travaux et d'un bâtiment de référence fictif. La RT par élément impose, en cas de remplacement ou d'installation de composants, d'ouvrages, d'équipements, que tous les moyens soient mis en œuvre pour assurer la performance, avec pour objectifs non seulement de profiter au mieux du gisement d'économies d'énergie, mais aussi de faire évoluer l'offre. Elle vise également à sensibiliser les particuliers et les installateurs. Elle imposera, par exemple, des règles strictes pour l'isolation des parois opaques ou la rénovation des parois vitrées... Les labels énergétiques créés dans la foulée des nouveautés réglementaires sont au nombre de deux : le label « Haute performance énergétique rénovation », et le label « Bâtiment basse consommation rénovation ».

## Incitations

Réglementer, labelliser : c'est bien le minimum. Un minimum insuffisant à compléter par des incitations convaincantes. L'éco-prêt à taux zéro fait partie de ces incitations. Il propose plusieurs options et permet l'emprunt d'une somme allant jusqu'à trente mille euros sur une durée de dix ans. Il peut contribuer, pour les bâtiments achevés après 1948, à l'amélioration de la performance énergétique, à la réhabilitation de systèmes d'assainissement, à l'isolation des murs, au remplacement de systèmes de chauffage...

## LOI GRENELLE II DU 12 JUILLET 2010

« Art L. 134-4-1. – Un diagnostic de performance énergétique est réalisé pour les bâtiments équipés d'une installation collective de chauffage ou de refroidissement dans un délai de cinq ans à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2010. Les bâtiments à usage principal d'habitation en copropriété de cinquante lots ou plus, équipés d'une installation collective de chauffage ou de refroidissement, et dont la date de dépôt de la demande de permis de construire est antérieure au 1<sup>er</sup> juin 2001, sont exemptés de la disposition de l'alinéa précédent. Dans ces bâtiments, un audit énergétique doit être réalisé. Le contenu et les modalités de réalisation de cet audit sont définis par décret en Conseil d'État. »

Le crédit d'impôt « développement durable », pour des dépenses d'équipements de l'habitation principale, dont bénéficient propriétaires occupants, bailleurs et locataires sans conditions de ressources, est une autre incitation. Plafonné, il évolue au gré des lois de finances et a permis la rénovation de six millions de logements. TVA à 5,5 %, exonération de taxe foncière sur les propriétés bâties, aides locales de l'Anah, aides des collectivités territoriales et pour les bailleurs sociaux, éco-prêt logement social et dégrèvement de taxe foncière sur les propriétés bâties, constituent un bouquet d'aides non négligeables.

## Diagnostic énergétique

Le diagnostic de performance énergétique auquel sont soumises les copropriétés importantes se veut l'outil de réduction de 38 % de la demande d'énergie, dans la perspective de la rénovation complète de quatre cent mille logements par an à partir de 2013. Les logements en copropriété, soit près du tiers du parc, représentent un réel problème, d'une part en raison du système de décision qui y prévaut, d'autre part en raison de la séparation des travaux sur les parties communes et sur les parties privatives.

Ces travaux pourraient-ils être rendus obligatoires ? La réflexion, concluait Pierre Bonnemayre, est en cours pour le tertiaire.

## Facteur 4 dans le résidentiel

Diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 : l'ambition est vaste. Par quel chemin y parvenir ? Quels scénarios imaginer, expérimenter, évaluer, mettre en œuvre ? C'est l'objet d'une étude<sup>2</sup> réalisée dans le cadre du Club d'ingénierie prospective énergie et environnement (CLIP), qui s'attache à décrire plusieurs trajectoires contrastées des consommations d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub>, pour le chauffage et la production d'eau chaude dans les logements, en s'appuyant sur les « meilleures technologies disponibles »<sup>3</sup> (MTD) identifiées en 2005-2010, qui devraient se généraliser en quarante ans. Trois leviers ont été identifiés. C'est ce que rappelait Marie-Hélène Laurent, EDF R&D : la réduction des besoins de chauffage par l'isolation du bâti, le recours à des équipements énergétiques plus performants, la substitution entre énergies. « On peut diminuer de 60 % les besoins de chauffage en saturant les bâtiments de gestes techniques sur l'enveloppe et de gestes favorables à la ventilation ».

<sup>2</sup> [http://www.iddri.org/Publications/les-cahiers-du-Clip/Clip20\\_fr.pdf](http://www.iddri.org/Publications/les-cahiers-du-Clip/Clip20_fr.pdf)

<sup>3</sup> cf directive « IPPC » n° 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.



De gauche à droite : Pierre Bonnemayre, Emmanuel Raoul, Jean-Paul Dallaporta, Marie-Hélène Laurent.

© PUCA

Mais on voit mal comment réduire les besoins de production d'eau chaude, qui relèvent de la demande des ménages et dont on prévoit une forte augmentation (27 %). La solution est-elle de faire appel à des énergies diversifiées, en particulier au bois, avec chaudières, inserts, poêles, réseaux de chaleur alimentés en biomasse ? Si le bois est exclu en maison individuelle et en ville, on peut l'envisager pour les bâtiments collectifs ou sous forme de réseaux de chaleur en centre dense. Pompes à chaleur, co-génération à gaz, solaire thermique, photovoltaïque... constituent une palette de solutions variées.

### Quatre scénarios

L'étude du CLIP analyse quatre scénarios combinant une répartition différente des énergies gaz, électricité et bois. Ils donnent des résultats contrastés : le scénario le plus favorable, en énergie finale, est celui qui combine, dans l'ordre d'utilisation majoritaire, électricité, bois et gaz, avec un facteur de réduction de 8,8 (facteur de 5,1<sup>4</sup> en énergie primaire). Pour les émissions de CO<sub>2</sub>, le meilleur scénario reste le scénario électricité, bois et gaz, avec un facteur de diminution de 12,8.

### Les questions vives

Mais avant 2050 s'interpose le point de passage « 2020 » fixé par le Grenelle environnement, qui vise, outre la réduction de

38 % des consommations, le chauffage au bois de neuf millions de logements et le doublement de la part des énergies renouvelables. Les scénarios, théoriques, se heurtent à une première réalité incontournable, le coût de l'isolation thermique des bâtiments, que l'on peut situer dans une fourchette allant de treize mille à vingt-cinq mille euros par logement... Sachant qu'en 2050, la ville sera déjà construite aux trois quarts par des constructions antérieures à 2010 : le calcul est vertigineux !

Les scénarios « bois » se heurtent à une seconde réalité : la disponibilité de la ressource, insuffisante pour chauffer les près de treize millions de résidences principales prévues...

Toutefois, les quatre scénarios étudiés sont extrêmes. La réalité sera probablement différente. Il reste que l'intervention sur l'isolation et la ventilation des bâtiments et la qualité des équipements sont les deux leviers nécessaires pour baisser drastiquement les consommations d'énergie. Les ménages, sous la pression des prix, modifient leurs comportements, et les consciences évoluent.

Il faut noter, concluait Marie-Hélène Laurent, que diviser par quatre les émissions de CO<sub>2</sub> n'impose pas un facteur 4 sur l'énergie, sous réserve de disposer d'énergies peu carbonées. Économie d'énergie et réduction des gaz à effet de serre vont de pair, pas forcément du même pas.

<sup>4</sup> Facteurs de réduction – énergie primaire : bois-gaz-électricité : 2,5, bois-électricité-gaz : 2,9, gaz-bois-électricité : 4,7.

# Bâtiments démonstrateurs en réhabilitation

La recherche se doit d'élaborer des scénarios théoriques. Mais, comme le rappelait Pierre Héran, chef du département bâtiment et urbanisme à l'Ademe, elle a aussi à s'investir dans des réalisations concrètes. C'est l'objet des « bâtiments démonstrateurs », qui visent d'une part à valider les recherches sur les composants, d'autre part à servir de modèles reproductibles à grande échelle.

Les 2 200 bâtiments sélectionnés dans le cadre d'appels à projets régionaux se répartissent entre neuf (70 %) et réhabilitation (30 %), secteur résidentiel (55 %) et secteur tertiaire (45 %). Fin 2010, deux cent trente projets étaient livrés<sup>5</sup>.

Après réhabilitation, dans le secteur résidentiel la consommation doit être inférieure à 80 kWh/m<sup>2</sup>/an, ou diviser par 4 la consommation énergétique. Dans le secteur tertiaire, la consommation énergétique doit être conforme à la RT 2005 de la construction neuve, ou diviser par 4 la consommation énergétique.

« On sait qu'en 2050, dix millions de logements (37 %) n'auront bénéficié d'aucune action de réhabilitation thermique de grande ampleur : il faudra augmenter le rythme de réhabilitation du parc existant et le niveau de performance à atteindre, multiplier les constructions neuves à énergie positive... et s'intéresser aux îlots ».<sup>6</sup>

Mais dès maintenant, des solutions sont mises au point, qui montrent que la réduction des consommations énergétiques peut, et doit, faire effet sur le confort et les qualités d'usage. Ce que tendent à démontrer... les bâtiments démonstrateurs.

## Migné-Auxances : rénovation partagée

À Migné-Auxances, dans la Vienne, ce sont soixante-dix logements, du T3 au T5, que Sipéa a réhabilités : pour un montant moyen de cinquante mille euros par logement, la consommation d'énergie est passée de 204 kWh/m<sup>2</sup>/an à une moyenne de 70 kWh/m<sup>2</sup>/an. Les constructions, précisait Eric Fontaimpe de Sipéa, datant des années 80, connaissaient des problèmes techniques et des désordres nombreux, révélés par l'enquête d'une association locale, « Quatre quart' ». D'année en année, les interventions avaient été reportées. « Il a tout fallu régler d'un seul coup ». Pour tout régler, c'est la solution la plus lourde qui a été choisie : la conformité au label Effinergie réhabilitation. La démarche a été de réaliser une « rénovation partagée », en concertation avec les habitants. En 2007 sont menés une analyse du bâti et du coût énergétique des logements, des tests de perméabilité à l'air (la valeur moyenne de la



Les intervenants de la séquence « Bâtiments démonstrateurs ».

perméabilité à l'air est de 1.37 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>), des mesures de thermographie infrarouge, suivis en 2008 d'un audit énergétique et en 2009 de l'étude approfondie de sept logements. Les locataires sont informés des modalités de coparticipation : plus de six locataires sur dix répondent favorablement. En 2010, travaux finis, les soixante-dix logements réhabilités sont livrés. Auront été remplacés les menuiseries extérieures, la VMC, la chaudière, les radiateurs, les têtes de radiateurs et les thermostats. L'isolation extérieure et celle des combles auront été réalisées, des panneaux solaires installés.



Migné-Auxances : un bâtiment réhabilité.

<sup>5</sup> cf. fiches descriptives des bâtiments sur [www.observatoireBBC.org](http://www.observatoireBBC.org)

<sup>6</sup> C'est le sens de l'appel à manifestations d'intérêt (AMI) de l'ADEME pour des « Bâtiments et îlots à énergie positive et à bilan carbone minimum » : <http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=72815&p1=1>

Pour l'ensemble des logements, la note est de 3 317 152 euros, ce qui n'empêche pas les locataires de voir baisser leur quittance de loyer, qui passe de 699,50 à 678,90 euros, malgré la coparticipation ! Quant au CO<sub>2</sub> évité, il est estimé à deux cent cinquante tonnes par an...

La consommation énergétique et la production de gaz à effet de serre, concluait Eric Fonaimpe, devraient être divisées par trois, le confort des locataires s'améliorer. Ils sont dix à avoir pu acheter leur logement. Pour le moment, il est trop tôt pour connaître les consommations réelles, mais Sipéa effectue un suivi sur 10 % des logements.

ÉVOLUTION DE LA QUITTANCE DES LOCATAIRES EN €	AVANT	APRÈS
Loyer	560,00	560,00
Co-participation	-	20,60
Gaz	75,00	32,50
Electricité	42,50	37,50
Contrat thermique	7,85	14,15
Autres contrat	14,15	14,15
<b>QUITTANCE</b>	<b>699,50</b>	<b>678,90</b>

Source : Sipéa

COÛT DES TRAVAUX EN €	APRÈS MISE AU POINT DES MARCHÉS
Pré-études	28 100
Maitrise d'œuvre	
OPC, SPS, assurance, certification	197 269
Frais de consultation	
Lot 1 : Isolation et réfection des façades	1 081 323
Lot 2 : Menuiseries Extérieures	773 121
Lot 3 : Chauffage, Ventilation ECS	892 386
Remplacement des chéneaux	226 038
Maitrises d'ouvrage	118 915
<b>TOTAL HT</b>	<b>3 317 152</b>
<b>TOTAL TTC</b>	<b>3 499 595</b>

## Le Bonneval : réhabilitation pour 20 ou pour 40 ans ?

Avec « le Bonneval », à Rennes, Espacil Habitat s'affrontait à deux immeuble des années 60 de quatre étages pour quatre-vingt-huit logements, sans ascenseur mais avec neuf cages d'escaliers. La thermographie, soulignait Thibault Garric d'Espacil Habitat, montrait l'existence de ponts thermiques au niveau des planchers et des menuiseries, la consommation d'énergie relevait à 70 % du chauffage. En plein quartier de rénovation urbaine, les deux immeubles étaient confrontés à la concurrence de mille deux cents logements neufs.

Espacil Habitat, maître d'ouvrage rennais, posait comme préalable que l'opération de réhabilitation soit reproductible. Mais fallait-il réhabiliter pour les vingt années à venir, ou pour les quarante ? L'ampleur des travaux n'est pas la même : 570 000 euros de travaux dans le premier cas, 1 570 000 dans le second ! Dans la première hypothèse, on s'en tient aux travaux de base : ravalement, changement des menuiseries extérieures, couverture, rénovation des parties communes, modification des systèmes de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Dans la seconde, on ajoute l'isolation des murs par l'extérieur, l'isolation en sous-toiture et celle des planchers bas, l'amélioration du réseau de chauffage, l'amélioration de la ventilation...

C'est l'hypothèse forte qui a été retenue : tous les réseaux ont été refaits, vingt centimètres de laine de verre isolent les murs, revêtus d'un bardage de plaques de fibres-ciment, des vitrages peu émissifs remplacent les anciennes menuiseries, une VMC hygroréglable a été installée... Les tests de perméabilité à l'air donnaient, avant travaux, un résultat de 7,7 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> ; après travaux : 2,1 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>.

Il s'agira pourtant de surveiller la qualité acoustique : les logements, bien isolés, ne sont plus soumis au bruit de fond de la rue ; les bruits d'impact, qui étaient masqués, se font sans doute plus entendre. La qualité de l'air intérieur et la sécurité incendie sont les deux autres points qui méritent une attention particulière. Mais le bâtiment a changé, au point qu'il attire les conseils syndicaux des copropriétés privées...

L'opération a demandé au maître d'ouvrage un fort investissement, difficilement imaginable pour six ou huit logements, mais qui, ici, a permis l'acquisition d'un savoir-faire et d'une culture, « même si l'obtention des financements reste un vrai casse-tête, avec des règles du jeu qui changent en cours de route » concluait Thibault Garric. Réhabiliter demande des talents, y compris en ingénierie financière !

FINANCEMENT DE L'OPÉRATION EN €	
Subvention ANRU	143 611,00 €
Conseil Général subvention lié au projet ANRU	57 444,00 €
RENNES Métropole Subvention lié au projet ANRU	28 722,00 €
Aide à l'investissement PREBAT	150 000,00 €
Participation financière de l'agence de l'eau	14 000,00 €
CEE (valorisé à)	(11 400,00 €)
Fonds Propres total	324 708,04 €
<i>lié au projet ANRU</i>	57 446,00 €
<i>Complémentaires</i>	267 262,04 €
Emprunt	562 583,89 €
<i>lié au projet ANRU</i>	287 223,00 €
<i>Complémentaires</i>	275 360,89 €
Abondement RENNES Métropole	267 262,04 €
<b>Total</b>	<b>1 559 730,96 €</b>

Source : Espacil Habitat

## Villebois Mareuil : constituer une équipe dès le début

Construits en 1975, les cent deux logements du boulevard Villebois Mareuil, à Rennes, répartis entre six immeubles collectifs de R + 4 à R + 6, ont fait l'objet d'une réhabilitation importante de la part d'Archipel Habitat.

Avec 6 229 m<sup>2</sup> de surface habitable, les bâtiments consommaient, pour le chauffage, 1 118 427 kWh par an, pour un DPE de 199 kWh ep/m<sup>2</sup>/an. Leur rénovation était prévue,

elle s'est orientée vers une réhabilitation « très basse consommation ». L'architecture, sobre, ne posait a priori pas de problème insurmontable.

Comme le précisait Stéphane Cadoret d'Archipel Habitat, les travaux ont consisté en l'installation d'un chauffage par chaufferie collective gaz, de cinquante-deux capteurs en terrasse associés à trois ballons de stockage de trois mille litres chacun. Pose de menuiseries double vitrage peu émissif et isolation par l'extérieur, isolation de la toiture, VMC hygro-réglable de type B, calorifuge des réseaux... « Le bilan énergétique laisse prévoir une économie de 52 % sur le chauffage ».

Des travaux complémentaires ont été réalisés sur les parties communes (éclairage basse consommation avec détecteurs de présence, rénovation des sols, des murs et des portes) et dans les appartements (mitigeurs sur appareils sanitaires et chasse d'eau double débit, salles de bains avec douche et siphon encastré). Le coût, au logement, se monte à 16 350 euros, ce qui reste relativement faible.

Pour Archipel Habitat, il s'agissait d'une première, une sorte d'entraînement sur un bâtiment d'une typologie simple : l'occasion de vérifier « in vivo » les conditions optimales de réalisation d'une opération de réhabilitation. Le projet a démarré, après audit énergétique, avec une maîtrise d'œuvre interne, et en concertation avec les locataires. L'équipe a ensuite dû s'adapter, intégrer un architecte et un BET pour la production d'eau chaude sanitaire : pour de nouvelles opérations, il s'agira de constituer dès le départ une équipe complète.

L'appel à projets tombait au bon moment, et a contribué à l'obtention des financements. En relation avec la DDTM (direction départementale des territoires et de la mer), les consommations d'énergie seront attentivement suivies, afin de vérifier que la réalité est conforme aux promesses.

FINANCEMENT DE L'OPÉRATION EN €	
Subvention Feder (aap BBC)	296 070
Subvention Région	204 000
Subvention ADEME	15 300
Subvention Rennes Métropole	50 740
Fonds propres	567 082
Emprunts CDC	567 082

Source : Archipel Habitat

## Un locataire exemplaire...

Cordonnier mal chaussé ? Le Gesec, groupement d'intérêt économique réunissant des entreprises de génie climatique, chauffage et électricité, inflige un démenti au proverbe, en réhabilitant les mille mètres carrés de bureaux dont il est locataire, à Saint-Avertin. Construit en 1987, sur deux niveaux, le bâtiment était classé, pour l'énergie, en « D », pour les émissions de CO<sub>2</sub> en « B ».

L'amélioration énergétique, soulignait Yves Moreau du GESEC, a été obtenue en renforçant l'isolation





© Archipel Habitat

Villebois Mareuil : l'opération avant réhabilitation.



© Archipel Habitat

Villebois Mareuil : détail de l'opération après réhabilitation.

des planchers et des parois, en ajoutant des châssis double vitrage et un sas d'entrée. Une ventilation double flux (avec échangeur haute performance), une pompe à chaleur air/eau et 36 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sont en permanence supervisés et contrôlés. Chaque poste de travail dispose d'un luminaire fluorescent mobile. L'objectif de performance était d'atteindre un classement « A » et des consommations théoriques inférieures à 50 kWhep m<sup>2</sup>/an.

Le management du projet et son modèle économique ont fait preuve d'originalité, en s'organisant en « sept missions » prises en charge par les membres du GIE, locataires des bureaux : mission « maîtrise d'œuvre » pour recenser les besoins et structurer l'espace, sélectionner les entreprises, suivre le chantier ; mission « technique » pour mener les études de chauffage et de ventilation, négocier avec les fournisseurs ; mission « aménagement et mobilier » pour faire le tri dans le mobilier, choisir les matériaux ; mission « juridique et financière » pour suivre les négociations, les financements, le budget ; mission « informatique et téléphone » pour suivre les installations

informatiques et de téléphonie ; mission « environnement » dotée d'un regard transversal sur les choix, mission « communication » pour faire connaître, chaque « mission » étant concernée par le suivi des travaux.

Il est bien étonnant de voir un locataire engager des travaux aussi importants pour un propriétaire ! En échange, une convention a été passée avec le propriétaire pour une réduction de loyer : « tout le monde y gagne ». Le locataire en bénéficiant de locaux entièrement rénovés, le propriétaire en ayant un bâtiment aux normes de 2020 sans aucun investissement, un patrimoine valorisé, un locataire fidélisé.

La première année d'exploitation a conduit à un dépassement important pour une raison à prendre au sérieux : dans les bureaux, personne n'est prêt à vivre à 19° en hiver, ni à 26° en été... Des améliorations ont été apportées, un by-pass sur la centrale de traitement d'air, une sonde extérieure pour le recyclage partiel de l'air au plus fort de l'hiver ou de l'été. Ici aussi, affaire à suivre, qui dénote une bonne part d'ingéniosité, voire de générosité !

# De nouveaux modes d'intervention dans l'existant ?

« La réhabilitation n'est pas une question exclusivement technique : elle fait appel à des compétences, des professions, elle doit bénéficier aux usagers, quels qu'ils soient... », insistait Pascal Lemonnier du PUCA, en introduction de la séquence. Elle agit sur une matière qui n'est pas seulement la matière inerte des matériaux, mais aussi la matière vivante qui a nom « usager », « habitant », « locataire », « propriétaire »...

## Énergissime : convaincre

D'emblée, Eric Lagandré de l'Anah débutait sa présentation en rappelant que si la mobilisation des professionnels est - peut-être - suffisante et adéquate pour parvenir à des constructions conformes aux nouvelles exigences, elle ne suffit plus dès lors qu'il s'agit de réhabilitation. À Lorient et à Azay-le-Rideau, le Club de l'amélioration de l'habitat a mené une expérimentation qui, malgré le superlatif de son nom, se veut « modeste » : « Énergissime ». Elle devrait s'étendre : d'ores et déjà, l'Ademe Bretagne, le Cluster 56, le Parc naturel 37 ont adhéré à la démarche.

En s'appuyant sur les artisans, qui sont au contact du client final, il s'est agi de faciliter le dialogue entre particuliers et professionnels, entre les corps de métiers eux-mêmes, avec les collectivités, avec les industriels et le négoce. Rencontres sur des chantiers-témoins et mise à disposition de deux sites internet<sup>7</sup> ont été les outils privilégiés des rencontres, « les outils de traduction d'un langage d'initiés pour des profanes ». Après tout, ces profanes, nombreux, sont des maîtres d'ouvrage qui s'ignorent ! « Profitez de vos travaux pour économiser l'énergie » est un argument séduisant, bien plus séduisant qu'un impérieux « Économisez l'énergie ». Aborder les particuliers, ce n'est pas seulement parler d'énergie, c'est aussi parler confort ou patrimoine. Conseiller n'est pas obligatoirement prescrire. Internet, de ce point de vue, permet au particulier de déterminer ses choix sans être sous pression, de s'instruire pour être moins démuni dans le dialogue avec les « sachants ».

Le site internet dédié aux artisans propose, de son côté, des modules d'e-learning interactifs, des accès thématiques, une information exhaustive.

Les rencontres sur chantiers ont particulièrement intéressé les artisans par leur caractère concret et démonstratif, les convaincant qu'une rénovation thermique par l'extérieur est une manière de faire d'une pierre deux coups : le classique ravalement se double d'un moyen de diminuer sa facture énergétique.



Page d'accueil du site internet Energissime.

L'expérience a révélé, si on ne le savait déjà, le cloisonnement des métiers et la segmentation au grain très fin du marché, entre haut de gamme et simple remplacement d'équipement.

En combinant un apprentissage « doux » et rencontres sur le terrain, c'est le tissu local de l'offre et de la demande qui voit s'accroître ses chances de rencontres et de convergences, au-delà des connaissances approximatives et des généralités.

## À travers les OPAH, accroître les connaissances

Mais que connaît-on des pratiques des ménages, et plus particulièrement des pratiques des ménages vivant sous, ou à la limite, du seuil de pauvreté ? C'est à travers l'analyse des OPAH que l'Anah apporte des éléments de réponses parfois surprenants. Une étude de Tribu Énergie sur les OPAH menées depuis 2001 a, dans une première phase, consisté à récupérer et traiter des données. Ensuite, une soixantaine de logements ont été plus particulièrement suivis, pour comparer le DPE conventionnel aux données réelles de consommation : les résultats sont parfois étonnants, avec des factures qui ne diminuent pas vraiment. « Il a fallu, pour les besoins de l'étude, inventer les classes de DPE « H » et « I », pour des logements dont la consommation énergétique était supérieure à 800 kWh/m<sup>2</sup>/an ! », précisait ainsi Laurane Edelman de Tribu Énergie. Logements dont la température n'atteignait même pas 19° en hiver.

<sup>7</sup> Site Energissime « grand public » : <http://www.energissime.fr/> et site « Energibat » pour les professionnels : [http://www.energiebat.fr/Projet\\_XDisegno\\_v2-16/site/](http://www.energiebat.fr/Projet_XDisegno_v2-16/site/)

La précarité énergétique, c'est un choix impossible : avoir froid ou dépenser de l'argent dont on ne dispose pas.<sup>8</sup>

Après travaux, plus de la moitié des logements passent à la lettre « D », la plupart sautant de deux classes du DPE. Mais 20 % ne gagnent aucune classe. Le statut d'occupation est un critère important : alors qu'à l'état initial, les logements des propriétaires occupants sont plus performants, après travaux, ce sont les logements des propriétaires bailleurs ou les logements vacants : les capacités de financement font la différence.

Ces connaissances, en s'accumulant, devraient permettre de faire bouger les pratiques. En 2007 sont lancés les travaux sur la performance énergétique dans les OPAH, avec les fédérations nationales des Pact et des H&D, Urbanis, l'Anah et le Puca. En 2008 est réalisée une modélisation des performances énergétiques de l'ensemble du parc de logements, tandis qu'est adoptée la généralisation du volet énergie dans les OPAH. En 2009 est créé le groupe de travail « réduction de la précarité énergétique ». En 2010 sont présentés les résultats de la deuxième vague d'OPEN (Observatoire permanent de l'amélioration énergétique du logement). 2011 est l'année de la montée en puissance du programme « Habiter mieux<sup>9</sup> », avec trente cinq accords signés dans les départements entre l'État et les collectivités locales. Les ménages les plus exposés sont plutôt des propriétaires âgés, vivant plutôt en maison individuelle, plutôt hors milieu urbain. Mais, chaque année, 2 500 000 ménages effectuent des travaux qui ont un impact énergétique : travaux sur les fenêtres, le chauffage, la toiture... L'isolation est un peu à la traîne.

Pourtant, poursuivait Michel Pelenc d'Habitat Développement, les opérateurs se sont emparés du sujet « énergie », de même que les milieux professionnels, même si les artisans sont difficiles à mobiliser. Quant à la demande, il va falloir la segmenter de manière plus fine. Il reste que « les discordances entre micro-économie et macro-économie sont considérables » : il est difficile de justifier auprès des propriétaires les exigences macro-économiques, la question essentielle étant celle du prix de l'énergie qui permettrait de rentabiliser le facteur 4, la question subsidiaire étant celle du coût des travaux et de son évolution. Face aux actions sectorielles, la rénovation globale reste incantatoire. La solvabilisation de la demande est un vrai problème, l'organisation de l'offre aussi. Des progrès sont à accomplir en matière d'information et d'échanges, et dans la compréhension du marché pour progresser sur le terrain.

## Pour l'opérateur

Pour l'opérateur, la question est de savoir « comment faire prendre le train du Grenelle » à des populations en situation de pauvreté, avec des revenus de l'ordre de mille euros par personne. L'OPAH peut être un levier puissant. Les critères de confort tels que mis en jeu par l'INSEE primaient, désormais il faut renforcer les critères nettement plus qualitatifs, pour la thermique, l'accessibilité... Aux opérateurs de passer d'une économie de volume à une économie beaucoup plus qualitative. Des territoires ont servi de tests : OPAH de Lorient, Loudéac, Pau, Trièves, Vallée du Loir, Pas-de-Calais, Mayenne, Drôme, Jura, etc. Plus de cinq cents projets de réhabilitation ont été analysés par les opérateurs, avec l'établissement du DPE avant et après travaux. Des préconisations sur les travaux ont été émises, le rapport entre coût et performance évalué, les ménages accompagnés.

Plus de 50 % des logements sont classés en « G », leurs propriétaires ont des capacités contributives limitées, les aides financières sont différentes selon la localisation... et les opérateurs ne sont pas toujours au mieux de l'excellence : cette situation particulièrement complexe appelle une nouvelle ingénierie pour définir les travaux, leur phasage, les gains escomptés. Elle appelle aussi une professionnalisation plus importante des opérateurs en matière de diagnostic et de conseil, pour être en mesure de proposer les « bouquets de travaux » les plus rentables possibles. Le programme « Habiter mieux » devrait permettre d'améliorer un grand nombre de logements, à condition que les équipes de conseil soient bien organisées, sachent faire coexister aspects techniques, sociaux et financiers, et assurent un suivi depuis le diagnostic jusqu'à la visite de clôture.

## Comment passer de la réhabilitation à la requalification du patrimoine

La thermique, pour les bâtiments démonstrateurs, était la question essentielle. Mais elle ne peut rester isolée des enjeux urbain, environnemental, d'architecture ou d'usage : c'est la vocation du programme « Réha : requalification de l'habitat collectif à haute performance énergétique », lancé par le PUCA. A vocation opérationnelle, ce programme a pour objectif de remettre à neuf des immeubles d'habitat collectif, dans une perspective de performance globale et de renforcement de l'attractivité résidentielle des bâtiments.

<sup>8</sup> cf [http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref\\_id=ip1351](http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1351), La précarité énergétique : avoir froid ou dépenser trop pour se chauffer, INSEE, enquête nationale logement 2006 : « 3,8 millions de ménages de France métropolitaine ont un taux d'effort énergétique supérieur à 10 % de leur revenu tandis que 3,5 millions déclarent souffrir du froid dans leur logement. Les ménages modestes sont surtout exposés au froid car ils cumulent des contraintes financières et un habitat peu performant. 621 000 ménages souffrent des deux formes de précarité. »

<sup>9</sup> Ce programme d'aide à la rénovation thermique des logements est doté de 500 millions d'euros et géré par l'Anah. Il a pour objectif d'aider 300 000 propriétaires occupants à financer les travaux de rénovation thermique les plus efficaces, pour diminuer de façon significative les déperditions d'énergie de leur logement.



Le bâtiment Euclide avant et après travaux / Projet REHA - Ateliers Gens Nouveaux.

© Ateliers Gens Nouveaux

Qu'entend-on concrètement par requalification?

Virginie Thomas du PUCA en donnait une définition en quatre points. **Un** : il s'agit de faire passer des bâtiments énergivores à des bâtiments de classe B ou A, voire passifs. **Deux** : ces performances énergétiques ne sont pas une fin en soi ; elles doivent avoir pour corollaire une importante amélioration de la qualité de l'habitat et de la qualité environnementale. **Trois** : la réflexion doit aller au-delà du bâti pour favoriser la mixité urbaine (sociale, fonctionnelle et intergénérationnelle). **Quatre** : l'ensemble des solutions mises en œuvre doit s'opérer selon une logique de long terme afin d'offrir au bâtiment requalifié une durée de vie équivalente à celle d'un bâtiment neuf, le tout à coût maîtrisé.

Dans cette optique, la consultation invitait les candidats à formuler leurs propositions sur un cas d'étude concret, choisi parmi 27 bâtiments supports. Un impératif pour les équipes : présenter des solutions reproductibles ou adaptables à d'autres types de bâtiments. En réponse, les dix-sept propositions lauréates provenant d'équipes pluridisciplinaires associant maîtres d'œuvre, industriels, BET et entreprises ont été particulièrement riches. Les solutions et systèmes proposés permettent d'atteindre une haute performance énergétique et d'optimiser simultanément l'enveloppe, les équipements techniques et le confort. De plus, les équipes ont mené une réflexion globale sur la qualité de l'habitat permettant d'atteindre les normes réglementaires du neuf (surfaces des logements, équipements techniques, accessibilité...) pour un coût inférieur à une opération de démolition-reconstruction.

La démarche « Réha » concerne environ 10 % du parc de logements collectifs sociaux, et se présente comme une alternative à la démolition-reconstruction, alternative moins dispendieuse et, pour l'environnement, moins brutale. Il s'agit là d'opérations lourdes, pour lesquelles le PUCA et l'USH proposent aux maîtres d'ouvrage une boîte à outils afin d'accompagner le travail de programmation ; elle propose une information à la fois globale et détaillée, évolutive et critique, afin de permettre au maître d'ouvrage de bâtir un programme de requalification pertinent en tenant compte de la situation de départ et de l'offre.

Avec des coûts de l'ordre de 50 000 à 80 000 euros par logement, il est nécessaire de mettre en place une ingénierie financière adaptée à ce type d'opérations. Dans cette optique, une réflexion est en cours avec la Caisse des dépôts pour optimiser les financements, et proposer éventuellement des prêts plus longs (35 ans). C'est très sérieusement qu'ici on « fait du neuf avec du vieux » : les bâtiments rénovés atteignent les performances et la durée de vie du neuf, ce qui change aussi la donne financière.

Une première opération a été lancée sur le bâtiment « Euclide » à Tourcoing et une dizaine d'autres sont en cours de montage. Ces opérations seront évaluées dans toutes leurs dimensions (architecturales, techniques, économiques, sociologiques) afin d'enrichir la boîte à outils développée pour les maîtres d'ouvrage en vue de les accompagner sur ces montages opérationnels novateurs.

À l'issue de cette première phase, une réflexion s'est engagée afin de lancer fin 2011 une seconde consultation qui proposera d'étendre le panel de solutions technico-architecturales à des groupements de bâtiments ou à l'échelle d'un îlot et à explorer les voies d'une mutualisation de l'énergie entre bâtiments.

## Et ailleurs ?

Qu'en est-il ailleurs, chez nos voisins européens ? C'est pour répondre à cette question que l'étude comparative internationale « Renov Energie » a été menée en 2009-2010 dans cinq pays européens : la France, l'Allemagne, la Suisse, l'Italie et l'Espagne.

Ses objectifs, soulignait Régine Trotignon de l'Ademe, étaient d'analyser les facteurs qui favorisent la réalisation de rénovations énergétiques performantes dans le secteur résidentiel privé, et de mutualiser la connaissance entre les pays étudiés. À l'étude des contextes nationaux se sont ajoutées des enquêtes de terrain portant sur vingt-huit projets de rénovation énergétique.

Les exigences réglementaires, poursuivait Véronique Beillan de EDF R&D, varient fortement d'un pays à l'autre, et les quatre pays de l'UE ont transposé chacun à sa façon

la directive européenne. Partout, la prise de décision dans les copropriétés demeure un obstacle majeur. L'impact précis des mesures incitatives est encore assez mal connu et évalué. En Allemagne et en Suisse, les rénovations énergétiques globales progressent... mais restent insuffisantes. En France, Italie et Espagne, les rénovations basse consommation émergent malgré des approches encore peu basées sur une exigence globale de qualité. En Allemagne, les rénovations énergétiques de logements sont soutenues depuis les années 90 par la banque publique KfW, qui propose des aides variables en fonction des niveaux de performance. Ces aides ont bénéficié à seulement 0,3 % des logements. Bien que les particuliers puissent faire appel à des « consultants en énergie », la grande majorité des rénovations n'atteint pas un niveau de performance « optimal ».

En Suisse, le marché augmente depuis les années 90, avec le standard Minergie. Mais il n'a concerné, à fin 2009, qu'un peu moins de mille bâtiments. Les situations varient d'un canton à l'autre.

En France, la demande du secteur privé, qui progresse, s'appuie sur les aides mises en place depuis 2005. Elle reste fragile et concerne surtout des propriétaires-occupants de maisons individuelles.

En Italie, un système de déductions fiscales soutient une demande qui émane plus du nord que du sud, mais reste incertaine. Les rénovations partielles prédominent.

En Espagne, la question n'est pas prioritaire, elle passe derrière les améliorations structurelles des bâtiments et la sécurité.

Dans aucun pays, l'élément déclencheur n'est la question de l'énergie. En maison individuelle, des travaux sont engagés avant tout pour satisfaire aux besoins de la famille, lors de l'achat ou de l'extension d'une maison. Pour les bâtiments collectifs, les travaux sont engagés plutôt en raison du

mauvais état du bâtiment et de la valorisation patrimoniale, à l'occasion d'un achat ou d'un changement d'usage et, dans les copropriétés, parfois, en raison d'obligations de travaux imposées par les autorités locales (ravalement, sécurisation). La sensibilité à l'environnement passe derrière ces motivations...

Les acteurs clefs emportant la décision sont, partout, les structures locales de conseil et les acteurs professionnels, architectes, bureaux d'études, structures intégrés. Mais ils restent, partout aussi, difficiles à identifier. Partout aussi, les propriétaires s'impliquent eux-mêmes fortement dans les travaux.

Si, une fois les travaux terminés, les occupants des logements se disent satisfaits, c'est d'abord en fonction d'une amélioration du confort, et ensuite en raison de la baisse de la facture énergétique. D'ailleurs, il est rare que soit effectué un suivi des performances, personne n'estimant que c'est sa mission, mais il est patent que les occupants ne changent guère leurs habitudes de vie. Dans ces conditions, comment orienter l'action ? Sans doute, d'abord, en valorisant mieux la démarche, en insistant sur le double bénéfice coût/confort, en faisant valoir l'impact sur les valeurs patrimoniales. Ensuite, en mettant en œuvre des dynamiques locales visibles, en formant les professionnels, en facilitant l'accès à l'information, en développant les incitations financières... L'amélioration de la culture de gestion des copropriétés et les encouragements à prodiguer auprès des syndicats peuvent constituer un autre levier. Pourquoi ne pas introduire une obligation d'entretien des immeubles ? Enfin, si la réglementation est indispensable, il faut aussi veiller à ce que, trop stricte ou contraignante, elle ne devienne pas un frein, à ce qu'elle n'encourage pas les démolitions plutôt que les réhabilitations.

	MAISONS INDIVIDUELLES	BÂTIMENTS COLLECTIFS (PROPRIÉTÉ UNIQUE)	BÂTIMENTS COLLECTIFS (COPROPRIÉTÉS)
<b>ÉLÉMENTS DÉCLENCHEURS DE LA RÉNOVATION</b>	- Existence d'un projet résidentiel des propriétaires - Souhait d'adapter le logement aux besoins de la famille	- Mauvais état du bâtiment - Recherche de valorisation patrimoniale	- Mauvais état du bâtiment besoin urgent de remise en état + - Obligation de travaux imposée par les autorités locales
<b>SITUATIONS TYPES</b>	- Achat d'une maison - Achat & modification d'usage - Extension de la maison occupée	- Achat / remise en état (investissement immobilier) - Remise en état ou changement d'usage (cas typiquement des propriétaires occupants)	- Obligation de ravalement ou de remise en état pour raisons structurelles (sécurité)

# Trois innovations en réhabilitation

Tandis que le marché de la rénovation énergétique se cherche, les innovations techniques pour la construction neuve vont bon train : depuis 2005, pas moins de deux cents projets ont été financés par l'ANR et l'Ademe. Très peu concernent l'existant. Pourtant, comme le précisait Pascal Bain de l'ANR, animateur de la dernière séquence de la journée, les exemples existent !

## Nohee ou comment remplacer des chaudières individuelles au gaz

Le projet Nohee, comme *Nouvelles Offres de rénovation à Haute Efficacité Energétique des logements collectifs avec chauffage individuel gaz*, a pris acte que deux millions de logements anciens chauffés au gaz ne pouvaient bénéficier de chaudières à condensation, pour deux raisons : un conduit de fumée ne résistant pas aux condensations, une ventilation inadéquate. Il s'est agi d'abord d'identifier de nouvelles solutions d'évacuation des produits de combustion (EVAPDC), puis d'expérimenter des solutions techniques avant de les finaliser pour commercialisation.

« Quatre conduits de fumée sont problématiques », soulignait Philippe Chenot de GDF Suez :

- le conduit individuel Duo, qui concerne 1 100 000 maisons ou logements des années 1930 à 1950, qui évacue en même temps les produits de combustion et l'air vicié du local de la chaudière ;
- le conduit Shunt/Alsace, qui concerne 450 000 logements collectifs des années 1950 à 1970 : il évacue les fumées, mais n'assure pas la ventilation ;
- le conduit Shunt/Duo concerne 150 000 logements collectifs des années 1960-70, et présente les mêmes inconvénients que le conduit Duo ;
- la VMC-gaz, qui concerne 750 000 logements collectifs postérieurs à 1969.

La question était bien de se servir de l'existant, pas de le détruire. Ce à quoi s'est employée la société Poujoulat qui, pour les conduits individuels, propose un dispositif qui détourne la ventilation vers un espace réservé entre le conduit et le tubage, et pour les conduits collectifs intègre un collecteur. Les solutions ont été testées en grandeur réelle, elles permettent une économie d'énergie de 30 %. Il reste... à les faire connaître aux décideurs et aux professionnels.

### ■ 4 conduits de fumée problématiques

GDF SUEZ

	1 Conduit de Fumée Individuel Duo (EVAPDC + Ventilation)	2 Shunt/Alsace (dédié EVAPDC)	3 Shunt Duo (EVAPDC + Ventilation)	4 VMC-Gaz (EVAPDC + Ventilation)
Nombre de chaudières	1 100 000	450 000	150 000	750 000
Type de Bâtiment	Maisons individuelles Logements collectifs	Logements Collectifs	Logements Collectifs	Logements Collectifs
Année de Construction	1930 - 1950	1950 - 1970	1960 - 1970	> 1969

© GDF Suez

Condition indispensable de réussite : la communication vers les décideurs, la formation des acteurs professionnels. Le prochain enjeu est la rénovation individuelle des conduits de fumée collectifs.

### Ventil'renov : systèmes monoblocs en façade pour traitement pièce par pièce

La ventilation est soumise en France à une réglementation précise. Les systèmes les plus courants sont la VMC simple flux, notamment hygro-réglable. Quels systèmes alternatifs peuvent être mis à l'épreuve ? Le Cetiati (centre technique des industries aéronautiques et thermiques) s'est attaché à analyser un système dit de « double flux réparti » ou de « double flux ponctuel », qui fonctionne pièce par pièce, et non plus au niveau du logement. Ainsi que le précisait François Durier du Cetiati, « l'offre d'équipements est très large, particulièrement en Allemagne et au Royaume Uni : il s'agit d'un monobloc de ventilation mécanique répartie double flux, avec récupération de chaleur dans l'habitat ». Les prix, pour vingt-huit produits répertoriés, varient de cent cinquante à mille huit cents euros, pour un poids de trois à vingt-neuf kilos. Les allures de fonctionnement sont variables, et l'équipement est parfois couplé avec le chauffage. Il arrive que ces appareils produisent un bruit de fond.

Deux appareils ont été testés, sur les plans thermique, électrique, acoustique : les performances sont très disparates, mais la récupération de chaleur semble bien fonctionner. À quels logements pourrait être destiné cet équipement ? À partir du T3, une VMC simple flux, sur le plan économique, est plus favorable. Mais sur de petits logements où l'absence de conduits d'aération en pièces de service rend difficile l'installation d'une ventilation centralisée, pourquoi pas ? On trouve d'ores et déjà dans le commerce un système qui s'adapte aux fenêtres.

### Mémoire : Mesure Enrichie par la Modélisation pour une conception Intelligente en Rénovation Énergétique

Aussitôt qu'il s'agit de rénovation énergétique, apparaissent les chiffres, les mesures, les unités plus complexes que le mètre ou le gramme. On est dans le calcul, rassurant, irréfutable, descriptif et prescriptif. Et pourtant ! La question se pose encore de savoir comment vraiment

apprécier la rénovation énergétique d'un bâtiment. « On doit calculer et évaluer l'impact des rénovations de la manière la plus réaliste », soulignait ainsi Rofaïda Larech du CSTB. « Réaliste » : là est le problème, que se propose de résoudre le projet « Mémoire » mené par une équipe du CSTB sous la houlette de l'ANR.

Les méthodes de calcul mises en œuvre sur le terrain donnent en effet des résultats théoriques parfois éloignés du réel : les mesures elles-mêmes ne prennent pas en compte les usages, ni le contexte.

Il est important d'en identifier les limites : ces méthodes sont basées sur les factures ou sur les relevés de consommations, à partir desquelles elles procèdent par modélisation et simulation. Permettent-elles de cibler les rénovations à réaliser, d'évaluer des consommations prévisionnelles après rénovation ? Elles manquent de robustesse pour rapprocher les consommations prévisionnelles des consommations réelles, elles présentent des difficultés pour déterminer avec fiabilité les caractéristiques thermiques du bâtiment et ses équipements et pour prendre en compte son usage et son fonctionnement.

D'un point de vue opérationnel, « Mémoire » vise à évaluer de manière la plus réaliste possible :

- la performance énergétique des bâtiments existants en fonctionnement ;
- l'impact de solutions de réhabilitation.

Dans cette optique, Mémoire se fonde, de manière novatrice, sur trois éléments essentiels : une méthode d'identification des caractéristiques intrinsèques du bâtiment, une méthode d'appréciation de son usage, une méthode de calcul de la performance globale basée sur un modèle thermique de comportement du bâtiment.

La méthode d'identification s'appuie sur des mesures in situ et sur l'utilisation inverse de modèles de calcul thermo-aérodynamiques. La méthode d'appréciation d'usage et du fonctionnement du bâtiment combine, quant à elle, quelques points de mesures, d'éventuelles mesures directes en nombre réduit, des résultats d'enquêtes auprès des usagers, et la modélisation (méthodes stochastiques, réseaux de neurones, etc.).

La méthode, dont la faisabilité sera éprouvée d'abord sur le secteur des bâtiments de bureaux, pourra être étendue aux bâtiments résidentiels, dès lors que sera assurée son interopérabilité avec différents codes et logiciels de calcul.

Le plan | urbanisme | construction | architecture | PUCA, depuis sa création en 1998, développe à la fois des programmes de recherche incitative, des actions d'expérimentation et apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine.

Il est organisé selon quatre grands départements de capitalisation des connaissances : **Sociétés urbaines et habitat** traite des politiques urbaines dans leurs fondements socio-économiques ; **Territoires et aménagement** s'intéresse aux enjeux du développement urbain durable et de la planification ; **Villes et architecture** répond aux enjeux de qualité des réalisations architecturales et urbaines ; **Technologies et construction** couvre les champs de l'innovation dans le domaine du bâtiment. Le PUCA développe une recherche incitative sur le **Futur des villes à l'impératif du développement durable**.

Ce plan 2007-2012 se décline selon huit programmes finalisés dont les objectifs de recherche répondent aux défis urbains de demain. Ces programmes sont accompagnés d'ateliers thématiques de bilan des connaissances et des savoir-faire, ainsi que par des programmes transversaux à l'échelle des territoires et des villes et à l'échelle européenne, avec la participation du PUCA à des réseaux européens de recherche.

Le PUCA, par ailleurs, assure le secrétariat permanent du programme de recherche sur l'énergie dans le bâtiment.

## plan urbanisme construction architecture

### ► Le gouvernement des villes et la fabrique du bien commun

Planification sociale de l'urbain et des services publics  
Citoyenneté et décision urbaine  
Intercommunalité et métropolisation  
Normes et fabrique du bien commun

### ► Le renouveau urbain

Rénovation urbaine et mixité sociale  
Renouvellement et recomposition des quartiers  
Créativité et attractivité des villes

### ► L'avenir des périphéries urbaines

Territoires urbains et sûreté  
Architecture de la grande échelle  
Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité  
Systèmes périurbains et coûts d'urbanisation  
Dynamiques et pratiques résidentielles

### ► Comportements résidentiels et défis démographiques

Vieillesse de la population et choix résidentiels  
Habitat et services aux personnes âgées  
Évolutions démographiques et inégalités territoriales

### ► Accès au logement

Trajectoires résidentielles  
Recompositions institutionnelles de l'offre de logement  
Modes et formes de l'hébergement  
Économie foncière et immobilière

### ► L'innovation dans l'architecture et la construction

Logements optimisés : coûts, qualité, fiabilité, délai  
Concept qualité, habitat, énergie  
Observatoire des bâtiments durables  
Logement Design pour tous  
Évaluation énergétique du patrimoine existant (PREBAT)  
Bâtiments démonstrateurs (PREBAT)  
REHA (PREBAT)

### ► Territoires et acteurs économiques

Espaces urbains et dynamiques économiques  
Lieux, flux, réseaux dans la ville des services  
Développement économique local et mondialisation  
Économie de l'aménagement  
Attractivité des territoires

### ► Vers des villes viables et acceptables

Politiques territoriales et développement durable  
Risques technologiques : enjeux économiques et territoriaux  
Villa urbaine durable  
Quartiers durables  
Aménagement et démarches HQE  
Collectivités locales et politiques énergétiques (PREBAT)  
Collectivités locales et défi climatique (PREBAT)

#### PUCA - plan urbanisme construction architecture

Grande Arche de la Défense - Paroi Sud  
92055 La Défense Cedex  
tél. 01 40 81 24 72 - fax 01 40 81 63 78  
www.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca