

le cahier de *L'empreinte*

Détails

⇒ **Dossier**

Les bâtiments « basse énergie »

- 16 ⇒ Le secteur du bâtiment se mobilise
- 17 ⇒ Europe, un rêve d'unisson
- 19 ⇒ CSTB, la « basse énergie » à la française
- 20 ⇒ Fribourg, ville pionnière
- 21 ⇒ Parole de conseil régional
- 22 ⇒ Une opération de rénovation urbaine exemplaire à Mulhouse



Les bâtiments « basse énergie »

Consacrées aux bâtiments « basse énergie » et aux énergies renouvelables, les deuxièmes rencontres Énergivie se sont déroulées les 27, 28 et 29 mars dernier avec un mot d'ordre : « Oui à l'efficacité énergétique. » Initiées par la Région Alsace et par l'Ademe, elles reçoivent le soutien de l'Union européenne et du CSTB. En France, le grand public s'intéresse tout à coup massivement aux questions écologiques. Mais les solutions techniques et économiques sont-elles au rendez-vous des attentes tant des maîtres d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre que des usagers ? *L'Empreinte* était présente à ces rencontres. Elle fait le point sur les bâtiments basse énergie construits ici et ailleurs.

Dossier réalisé par **Philippe François**

RÉGLEMENTATION THERMIQUE

Le secteur du bâtiment se mobilise

↳ Limiter l'accroissement de la production de gaz à effet de serre supposerait que les États-Unis réduisent notamment par onze leurs émissions de dioxyde de carbone, la France par quatre. C'est l'origine de ce qu'on appelle le facteur 4, clé de tous les projets visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le bâtiment basse énergie s'inscrit dans ce contexte ambitieux et pourtant incontournable. Nous en avons tous conscience aujourd'hui : les ressources énergétiques de la planète sont limitées. Les prévisions les plus optimistes laissent envisager cinquante à soixante-dix années de réserve, mais rien n'est vérifié. Surtout, nous savons que l'extraction des énergies fossiles sera de plus en plus difficile et de fait plus coûteuse (forage en mer, extraction en zone polaire) à mesure que nous approcherons de l'épuisement des ressources. Il faut donc, coûte que co-

ûte, réduire la demande en pétrole, en charbon, en gaz. Une évolution qui suppose évidemment de valoriser les énergies renouvelables, voire l'offre d'énergie non fossile (fission, fusion), mais qui exige aussi de vaincre l'inertie des mentalités. L'évolution de la réglementation thermique française applicable à la construction va dans ce sens.

Nos voisins européens : un exemple à suivre

Car les deux secteurs qui « dérapent » sont les transports et le bâtiment, l'industrie et l'agriculture, respectivement troisième et quatrième émetteurs de gaz à effets de serre, tendant plutôt à se stabiliser. Or l'augmentation des émissions liées au bâtiment n'est pas une fatalité. Des expériences menées dans des pays voisins du nôtre montrent qu'il est techniquement possible de diviser au moins par deux les niveaux de consommation pour les constructions neuves, et par



Les maîtres d'ouvrage publics montrent de plus en plus un réel intérêt pour le bâtiment basse énergie. Un exemple ici, avec l'utilisation de capteurs solaires thermiques sur le toit de la piscine d'Ungersheim en Alsace.

quatre pour les bâtiments rénovés par rapport aux consommations actuelles.

La directive européenne imposant désormais l'affichage de l'« étiquette énergétique » d'un bâtiment lors d'une transaction, la performance énergétique pourrait devenir un argument de vente ou de sélection

pour l'offre locative. Le sujet intéresse jusqu'aux maîtres d'ouvrage privés, de plus en plus conscients, comme les maîtres d'ouvrage publics, de la nécessité de baisser le niveau des charges locatives. Dans ce contexte, les logements « basse énergie » sont, plus que jamais, une clé pour l'avenir.

EUROPE

Un rêve d'unisson

Le cadre de l'Union européenne ne suffit pas à harmoniser les politiques de protection de l'environnement associées au bâtiment. Les choses se complexifient quand, aux réglementations thermiques nationales, viennent s'ajouter des labels ou certifications « maison » volontairement plus exigeants. Alors que les pays du nord et de l'est de l'Europe adoptent des attitudes radicales et jouent les pionniers, la France avance... prudemment.

Est-ce en raison de sa massive production énergétique ou de prix de l'énergie attractifs, la France ne tient pas la tête du peloton « basse énergie ». Elle doit céder cette position à ses voisins de l'Est et du Nord, manifestement plus avancés dans ce domaine, manifestement moins gâtés par le climat également.

En Allemagne, par exemple, les premières réalisations basse énergie datent des années 1980. La construction basse énergie tend même à devenir, dans certains Länder, la norme officielle en matière de qualité thermique. L'ancien n'est pas négligé, puisque l'Allemagne a d'ores et déjà rénové depuis 2000 quelque 300 000 logements, soit autant d'habitations dont la consommation – ECS + chauffage – annuelle est inférieure à 50 kWh/m²/an.

En Allemagne, les bâtiments très basse énergie peuvent consommer jusqu'à dix fois moins d'énergie pour le chauffage que ceux que l'on construit en France. La norme Passivhaus, en vigueur en Allemagne et en Autriche, s'applique à partir d'une consommation chauffage + ECS + ventilation inférieure à 30 kWh/m²/an. La réglementation thermique de 2005, quant à elle, fixe un seuil à 70 kWh/m²/an pour l'habitat individuel et 60 kWh/m²/an pour l'habitat collectif.

En Belgique, la « maison passive » consiste à créer un bâtiment où le confort est excellent hiver comme été, sans système de chauffage conventionnel. Une « maison passive » reste une maison clas-



À Heusden-Zolder, en Belgique, l'architecte Eric Ubachs a choisi pour cette habitation, construite en 2004, une ossature en bois.



Cette maison, signée Equilibrium-team pour l'architecture et Cuyvers pour la maîtrise d'ouvrage, se trouve à Bocholt en Belgique.

sique, à ceci près qu'elle consomme 90% d'énergie en moins, soit 15 kWh/m²/an pour le chauffage et 120 kWh/m²/an en consommation totale d'énergie primaire. Un exemple de « maison passive » est visible à Darmstadt-Kranichstein sous la forme d'un petit habitat collectif qui se distingue par une isolation maximale, un triple-vitrage, une construction étanche, l'utilisation rationnelle du soleil, une ventilation de confort, un électroménager efficace et des énergies alternatives. La qualité architecturale de ce bâtiment élevé dès 1991 et le caractère accessible à tous de l'investissement (rentabilité immédiate) en font un modèle déclinable dans un très large éventail de configurations.

Au Danemark, la réglementation thermique 2005 fixe le seuil maximal à 60 kWh/m²/an (avec ventilation naturelle) pour l'habitat individuel, à 60 kWh/m²/an (avec ventilation mécanique) pour l'habitat collectif. Comme en Suisse et en Allemagne, le label « basse énergie » abaisse le seuil de la consommation chauffage + ECS + ventilation à 30 kWh/m²/an dans l'habitat collectif

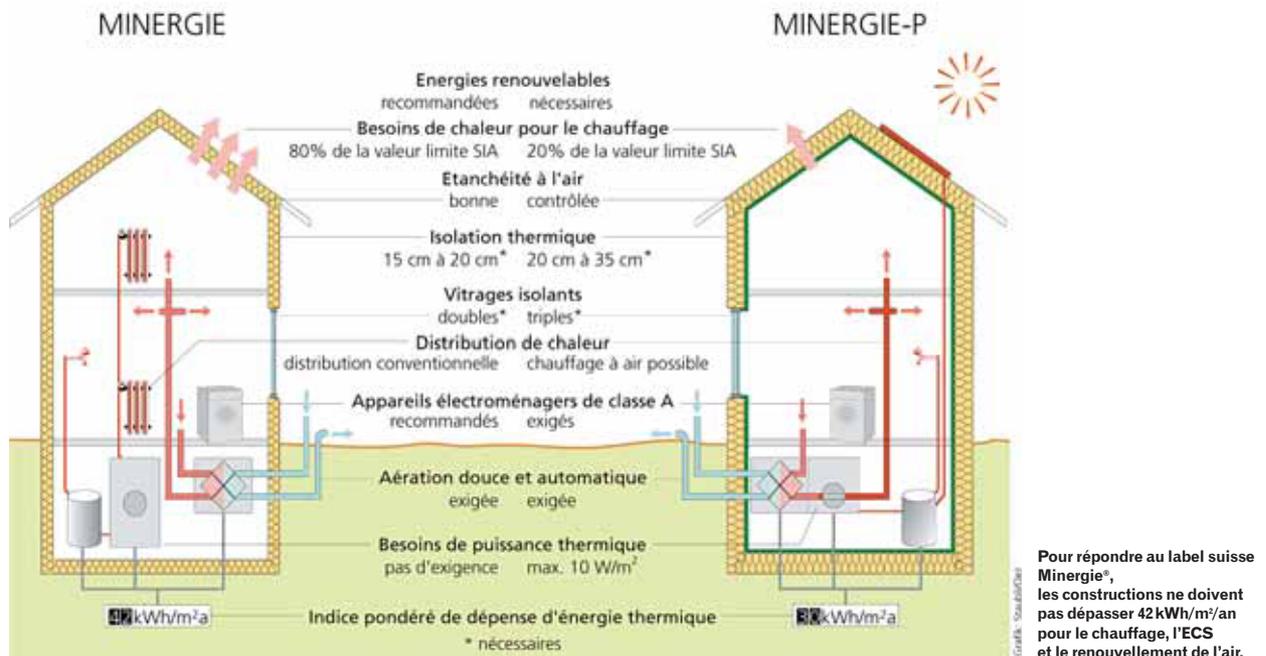
et individuel. Une politique active est menée dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments : la surface chauffée augmente et la consommation diminue. Une expérience de certification a eu lieu en 1997, et une marque est applicable cette année. Cette nouvelle étape dans la valorisation des bâtiments basse énergie s'inscrit dans un cadre réglementaire déjà très rigoureux pour le bâtiment, avec un permis de construire complété d'un

permis d'utilisation également soumis au respect de certaines règles.

En Suisse, en l'absence de norme énergétique uniforme pour tout le pays, le label Minergie® propose des solutions standards par type de bâtiment pour améliorer leur performance énergétique. Il favorise les bâtiments aux formes ramassées car les clés en sont l'isolation thermique et l'isolation à l'air de l'enveloppe, une ventilation



Au Danemark, la réglementation thermique fixe le seuil maximal à 60 kWh/m²/an pour l'habitat collectif.



Photos: Minergie

Cette maison de 268 m², bâtie en Suisse par les architectes Nicolas Boni et Larissa Monti, est chauffée à 84% au bois et à 16% en solaire thermique.

tées – pour le chauffage, l'ECS, la climatisation et le renouvellement de l'air. Un nouveau label Minergie-P® « très basse énergie » durcit ces exigences avec un seuil de 30 kWh/m²/an maximum pour les habitations neuves.

En France, la nouvelle réglementation thermique 2005, applicable à compter du 1^{er} septembre 2006 aux constructions neuves et – sous certaines conditions – aux grosses réhabilitations, a pour objectif de diminuer de 15% les seuils fixés par la RT2000. L'objectif étant d'atteindre 40% de réduction des

consommations par voie réglementaire d'ici à 2020. La RT2005 stipule que la consommation d'énergie primaire doit être inférieure à une valeur référence exprimée en kWh ep/m²/an. Elle valorise le recours aux énergies renouvelables et, pour la première fois, les consommations liées à la climatisation sont prises en compte dans le calcul du C, en plus de la production de chauffage et d'ECS.

Parallèlement, des labels ayant de plus fortes exigences que la RT en vigueur sont apparus dès 2003. Les labels HPE 2000 (haute performance énergétique) et THPE 2000 (très haute performance énergétique) offrent des performances respectives de -8% et -15% par rapport à la RT 2000. Ils devraient voir leur nouveau millésime 2005 décrit par voie réglementaire incessamment.

Aux côtés de la réglementation, la très forte dynamique insufflée par la démarche HQE® débouche aujourd'hui sur des projets de certification et des travaux normatifs de taille : norme prNF P 01-020-1 « Qualité environnementale des produits de construction et des bâtiments » et projet de normalisation ISO/TC59/SC17 sur le « Développement durable dans la construction ».

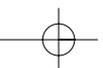
↳ mécanique contrôlée, des consommations énergétiques limitées et des surcoûts ne pouvant dépasser 10%. Les constructions réalisées

suivant le label Minergie® ne doivent pas dépasser 42 kWh/m²/an – 80 kWh/m²/an pour les habitations antérieures à 1990 réhabili-

CONSOMMATION D'ÉNERGIE (en kWh/m²/an) EN FRANCE

Secteur	Usage	Bâtiments <1975	Bâtiments neufs	Ensemble actuel
Résidentiel	Chauffage	328	80 à 100	210
	ECS	36	40	37,5
Tertiaire	Chauffage	209	155	196
	ECS	19	40	29

Sources : observatoire de l'énergie, Insee.



OPÉRATION PILOTE

La « basse énergie » à la française

Engagé dans la démarche d'économie d'énergie, le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) s'attache à améliorer l'efficacité énergétique de tous les bâtiments – résidentiels, tertiaires, neufs et existants.

L'architecture bioclimatique figure en bonne place parmi les solutions préconisées, mais aussi l'isolation, l'éclairage naturel, le recours aux énergies renouvelables comme la géothermie, la biomasse, le bois... Cette politique d'ensemble n'exclut pas les opérations expérimentales. Le CSTB, Logirep et BASF sont ainsi associés, sur la commune de Fontenay-sous-Bois (94), à une opération de réhabilitation d'une demeure bourgeoise en logements sociaux. Objectifs : la rendre efficiente en termes d'économie d'énergie et de rejet de gaz à effet de serre, favoriser la mixité sociale dans le respect du caractère architectural, et, pour le bailleur, garantir la solvabilité des locataires et préserver le patrimoine.

L'ambition en termes d'énergie est élevée : passer, pour l'énergie primaire (chauffage et ventilation), sous la barre des 50 kWh/m²/an contre... 400 kWh/m²/an avant rénovation.

Pour s'assurer que les performances effectives seront conformes aux attentes, le CSTB vérifie, mesures à l'appui, la réalité des améliorations apportées. Des outils spécifiques ont ainsi été mis en place pour assurer ce contrôle : évaluation des matériaux innovants d'une part, évaluation des performances réellement obtenues d'autre part. Précisons que les contraintes, au-delà même de la performance, étaient multiples : complexité technique, bâtiment protégé (construction à l'identique avec obligation de conserver les hautes dimensions des fenêtres), projet pilote.

Vérifier les performances

Les objectifs du CSTB – assurer à la fois le confort global, la sécurité, la maîtrise des coûts de fonctionnement et le respect de l'environnement – sont ambitieux. Tout au long du projet de construction et de réhabilitation, des procédures d'assurance qualité partagées par tous les acteurs ont été mises en place.



Photo: Jacques Rosling/Logirep

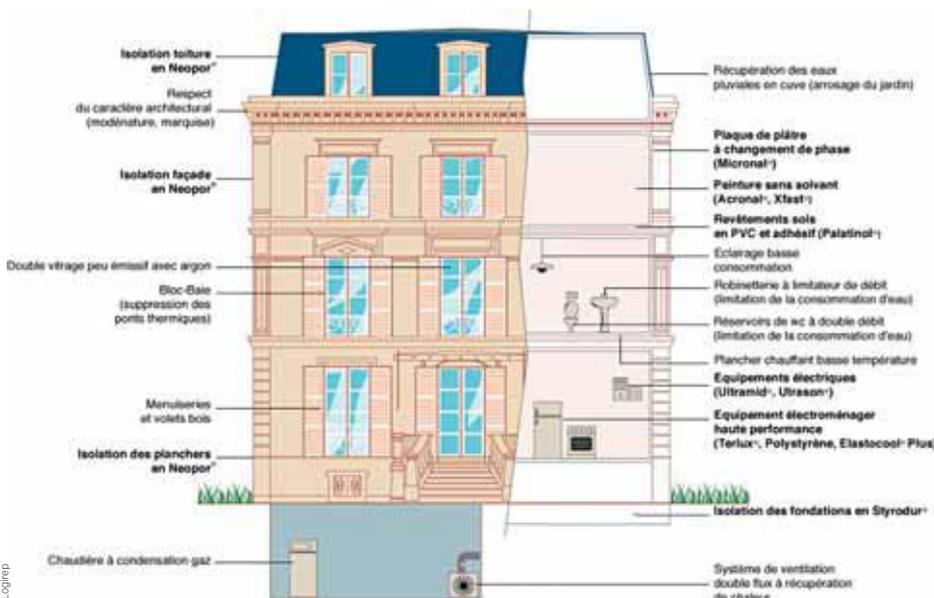
Une ambition élevée pour le CSTB qui s'est attaché à transformer une demeure bourgeoise à Fontenay-sous-Bois (ici dans son état initial) en logements sociaux, tout en respectant un certain nombre de contraintes.

Avec, entre autres, un « plan de commissionnement », c'est-à-dire

une liste de tâches à chaque phase du projet permettant de vérifier la performance, et un outil de gestion du processus contrôlant la circulation de l'information.

« Le bâtiment de Fontenay-sous-Bois est une opération expérimentale sous surveillance », explique Mireille Jandon, ingénieur du CSTB, en rappelant que deux appréciations techniques d'expérimentation (ATEX) ont été délivrées pour ce chantier, l'une sur le système d'isolation thermique extérieure, l'autre sur les produits à changement de phase. « Après livraison prévue cet automne, les consommations d'énergie seront mesurées pendant deux ans pour contrôler le respect des objectifs annoncés. Une équipe de sociologues vérifiera dans le même temps que le confort du bâtiment correspond bien aux attentes des locataires. »

Le concept appliqué à la rénovation de Fontenay-sous-Bois repose sur l'association d'innovations techniques en matière de performance énergétique et de matériaux et méthodes plus traditionnels mais tout aussi respectueux de l'environnement.



ÉNERGIES RENOUVELABLES

Fribourg, ville pionnière

Le Fribourg suisse ne doit pas faire ombre au Fribourg allemand. Car cette ville d'outre-Rhin se veut exemplaire en matière d'économie d'énergie dans le bâtiment, bureaux et logements confondus. Tour de pistes... à suivre.



Avec les pays scandinaves, l'Allemagne compte parmi les pays pionniers en matière de construction basse énergie – localement «niedrig-Energie-Haus». Les différents acteurs de la construction ont intégré ces exigences et ces pratiques, avec, également, des opérations d'avant-garde comme on peut le vérifier sur la commune de Fribourg-en-Brisgau, entre Forêt-Noire et vallée du Rhin, pionnière en matière d'énergies renouvelables.

Température maîtrisée

Elle est également à l'avant-garde dans le domaine des transports, 20% des déplacements se faisant en vélo. Plusieurs opérations architecturales –et même urbanistiques– y retiennent l'attention. À tout seigneur tout honneur, il y a d'abord le Solar Info Center, centre

d'exposition, d'information et de vente d'équipements solaires, où travaillent quelque 120 personnes. Plusieurs entreprises locataires se partagent les locaux dépourvus de toute climatisation malgré le volume et les grandes surfaces vitrées. Le secret: une isolation par l'extérieur, des vitrages high-tech, une grande étanchéité à l'air et un filtrage efficace du rayonnement solaire avec un système d'occultation par stores extérieurs. Le principe est d'éviter que la température du bâtiment ne s'élève à l'excès sous l'effet de l'ensoleillement, grâce aussi à un système d'absorption de chaleur en journée et de restitution la nuit. En complément, une solution technique inédite est mise en œuvre, avec un système de climatisation solaire à base de Silicagel. D'autres solutions spécifiques y sont associées, avec des panneaux solaires en façade et en toiture, ou

encore un système de récupération de l'eau chaude auprès de l'hôpital voisin. Le surcoût de l'investissement s'élève à 780 euros par mètre carré.

Éviter les ponts thermiques

Au sud de la ville, on relève une opération de réhabilitation menée sur deux barres de logements à vocation sociale. Deux bâtiments pour deux objectifs thermiques: l'un de 60 kWh/m² à partir d'une VMC, l'autre de 40 kWh/m² avec une ventilation double flux. Les deux bâtiments ont été isolés par l'extérieur et les balcons totalement repensés pour éviter les ponts thermiques. Coût de la réhabilitation: 1050 euros/m² pour l'un, 900 euros/m² pour l'autre. Les prix sont donnés à titre indicatif car il est très difficile de faire des comparaisons économiques entre des pays différents.

Le quartier Vauban – 6 000 habitants vivant pratiquement sans automobile – est bien sûr l'autre projet phare de la ville de Fribourg. On y trouve différents programmes de bâtiments tertiaires, d'habitat collectif et même individuel, dont les traits communs sont l'audace architecturale et, bien sûr, l'efficacité énergétique.

En dresser la liste dépasserait largement les limites de cette rubrique, mais il est difficile de résister à l'envie de citer ce petit immeuble collectif où le coût de la facture d'électricité pour un appartement d'une surface de 90 m² n'excède pas 116 euros... par an. Au menu, orientation au sud de la façade principale, isolation thermique par laine de roche (35 cm en façade, 40 cm sur le toit), triple vitrage, ventilation double flux, gains internes par utilisation de la chaleur humaine.



Photo: Alex Müller-Clemm

Dans ce petit immeuble collectif, la facture d'électricité n'excède pas 116 euros par an pour un appartement de 90 m², grâce, en particulier, à une orientation au sud de la façade principale...



Photo: Alex Müller-Clemm

... Et aussi à une production d'appoint par des panneaux photovoltaïques placés ici en ombrière du dernier niveau.



Photo: Andreas Dullieske

Caseerne française jusqu'en 1992, le quartier Vauban est devenu propriété de la ville de Fribourg-en-Brisgau, afin d'en faire un quartier pilote en matière d'écologie. Il est prévu d'y accueillir 6 000 habitants.



Photo: Solar Info Center

Malgré le volume et les grandes surfaces vitrées, le Solar Info Center de Fribourg-en-Brisgau n'est pourvu d'aucune climatisation.



Photo: Solar Info Center

Pas de climatisation mais une isolation par l'extérieur, des vitrages high-tech et un filtrage efficace du rayonnement solaire, entre autres, apportent beaucoup de confort aux « locataires » du Solar Info Center.

FRANCHE-COMTÉ

Parole de conseil régional

Antoinette Gillet, présidente du conseil régional de Franche-Comté, était présente au colloque « La basse et très basse énergie dans l'habitat neuf et rénové », organisé à Strasbourg les 28 et 29 mars dernier. La Région, aux côtés de l'Alsace et du Languedoc-Roussillon, compte parmi les dix fondateurs de l'association Effinergie (cf. infra). Extraits de son intervention emblématique du rôle actif de la Région en matière de préservation de l'environnement.

« Avec le facteur transport, l'organisation des villes et la localisation du logement contribueront à la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre. Les solutions pour la maison basse énergie existent ; elles sont à portée de main. [...]

Dans le bâtiment, les choses sont plus difficiles que dans l'industrie car ce secteur engage une multiplicité d'acteurs, parmi lesquels le particulier auprès duquel un travail de responsabilisation doit être mené. Un gros travail est également à prévoir auprès des architectes pour les aider à se former aux nouvelles techniques, par exemple, sous forme de formation continue. In-

contestablement, l'époque de la seule geste architecturale est révolue. [...] Dans le tertiaire, le comportement devient un élément clé des bâtiments basse énergie (on passe facilement de 30 kWh/m² à 50 kWh/m² par simple négligence). Les métiers doivent également évoluer pour maîtriser davantage les aspects connexes, et la nomenclature des métiers elle-même doit s'attendre à une évolution, sans révolution. Le jeu en vaut la chandelle : l'économie d'énergie, c'est 25 000 emplois qui seront créés à terme dans le bâtiment, et l'intérêt manifesté par la maîtrise d'ouvrage privée atteste que les perspectives de rentabilité sont là. »



**UNE ASSOCIATION
POUR UN LABEL**

Dans un contexte où le secteur du bâtiment représente 46% des consommations d'énergie et contribue à hauteur de 25% aux émissions de CO₂, l'association Effinergie est née le 16 mai 2006 d'une dizaine de parents connus* pour développer la construction basse énergie en France et lancer un label national exemplaire. Elle s'est fixé comme objectif de définir un référentiel avant la fin 2006 pour mettre en place une certification en 2007 sur le modèle du label Minergie® en Suisse ou de Passivhaus en Allemagne. Effinergie ambitionne un seuil de 50 kWh/m² en moyenne nationale, variable selon les régions et les types de bâtiments, quand la RT 2005 prévoit un seuil de 85 kWh/m²/an. Ce projet a été sélectionné dans le cadre d'un appel à propositions du Prébat.

* Les dix membres fondateurs de l'association Effinergie sont la Région Languedoc-Roussillon, le Cefiim, la Région Franche-Comté et Ajena, la Région Alsace, Rhônalpénergie-environnement, le collectif Isolons la terre contre le CO₂, le groupe Banque Populaire, la Caisse des dépôts et consignation, le CSTB.

MULHOUSE

Une opération de rénovation urbaine exemplaire

Certaines initiatives menées en France méritent une large publicité justifiée par l'engagement et l'audace des acteurs. C'est le cas de cette rénovation lourde menée au cœur de la ville de Mulhouse, avec des performances énergétiques remarquables.



Photo: MGD architecture

Projection de l'état terminé d'un immeuble en cours de réhabilitation à Mulhouse. Les travaux de diminution de la consommation d'énergie ont été financés à hauteur de 50 % par la Région.



Photo: MGD architecture

L'opération de réhabilitation a été menée dans le cadre du programme Énergivie. Son objectif : construire des bâtiments basse énergie en milieu urbain.



Mulhouse a récemment mené une vaste opération de réhabilitation dans ses anciens quartiers. Construit entre 1850 et 1910, essentiellement composé de maisons de ville et classé zone urbaine sensible, le secteur se caractérisait par des sanitaires médiocres, un confort de faible niveau, une végétation quasi absente, et pourtant un coût financier élevé du fait d'un marché locatif tendu.

Les situations de copropriété et d'indivision compliquaient cette intervention avec, en prime, la crainte d'une « ghettoïsation » héritée d'une difficulté des différentes communautés à vivre ensemble. L'objectif était clairement de changer l'image du quartier, et surtout de rénover le bâti pour aboutir à une qualité proche de celle du neuf, en vue de restaurer la mixité.

La Serm, société d'économie mixte, aménageur, et l'agence

locale de maîtrise de l'énergie de Mulhouse ont été les principaux acteurs de cette opération, sans oublier la Région, qui a financé environ 50 % des travaux de diminution de la consommation d'énergie.

Des diagnostics effectués entre 2002 et 2004 ont amené la Serm à intervenir à plusieurs niveaux, *via* le pilotage de différents aspects liés à la zone de protection du patrimoine architectural, urbain, paysager (ZPPAUP) et à la ZAC de restauration urbaine, *via* des aides aux propriétaires, *via* enfin la création et l'amélioration des espaces publics.

Des obligations pour les propriétaires

Cette démarche a pour principe fondateur de déclarer d'utilité publique les travaux sur les immeubles, mesure qui a eu pour effet d'obliger les propriétaires à effectuer les travaux : pour obtenir le bénéfice de la défiscalisation, le pro-

priétaire était obligé de respecter les règles imposées dans le cadre de l'opération (loi Malraux).

L'objectif « thermique » de l'opération était d'abaisser la consommation énergétique pour le chauffage à moins de 50 kWh/m²/an. Le surcoût lié à la rénovation « basse énergie » a été partiellement absorbé grâce à la Région et à l'Ademe qui pouvaient en prendre jusqu'à 60 % à leur charge.

Précisons que la démarche a été menée dans le cadre du programme Énergivie, dont l'objectif est de faire apparaître des bâtiments basse énergie en milieu urbain. Énergivie a ainsi travaillé avec ÉnerTech pour évaluer les travaux nécessaires pour passer à moins de 50 kWh/m²/an en consommation d'énergie primaire pour le chauffage, contre... 300 à 400 kWh/m²/an à la base. Sous l'effet des contraintes imposées par l'encombrement extérieur et par les architectes des Bâtiments de

France, les choix techniques se sont portés sur des chaudières collectives gaz à condensation (ou toute solution utilisant une énergie renouvelable), l'isolation intérieure avec celle des planchers rez-de-chaussée et des combles, des fenêtres triple vitrage (verre sélectif et argon), une VMC double flux, des chauffe-eau solaires. Des actions complémentaires ont été menées pour réduire la consommation d'électricité et d'eau.

À ce jour, sur les seize bâtiments achetés par la Serm, six totalement réhabilités sont vendus, soit autant d'illustrations concrètes d'une volonté ambitieuse : faire apparaître des constructions basse énergie dans l'habitat urbain existant.