

RESIDENCE SALVATIERRA A RENNES (35) CONSTRUCTION NEUVE DE 43 LOGEMENTS EN ACCESSION A LA PROPRIETE

Le contexte

Pour cette opération de construction de logements en accession à la propriété à caractère social, la COOP de Construction à Rennes, a souhaité s'inscrire dans le cadre du projet européen d'habitat passif "CEPHEUS" (Cost Efficient Passive Houses as European Standards). Cinq autres opérations ont été réalisées, dans le cadre de ce projet, en Allemagne, Autriche, Suisse et Suède. L'opération a bénéficié d'aides financières de la Communauté Européenne (dans le cadre du programme THERMIE), de l'ADEME, de la Ville de Rennes. Le bâtiment est implanté dans la ZAC de Beauregard pour laquelle la Ville de Rennes a défini des exigences environnementales pour l'aménagement : vastes espaces plantés, îlots découpés en fonction des vents dominants, collecte et tri des déchets, réduction du bruit.



Les objectifs

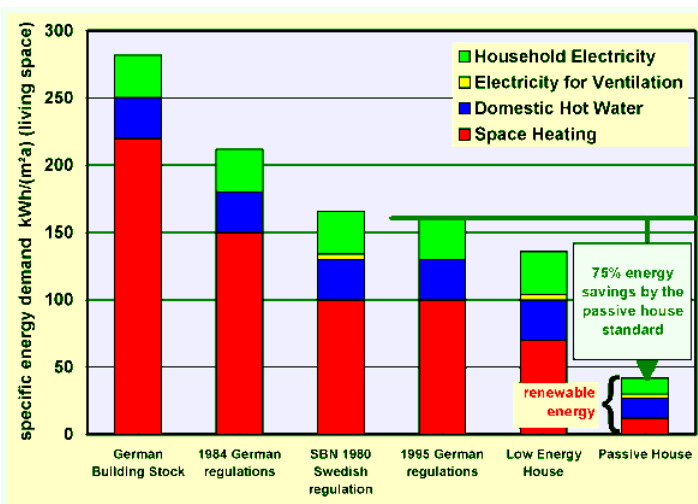
Pour la Coop de Construction, il s'agissait d'utiliser le cadre fixé par le projet "CEPHEUS" pour construire des logements sains, confortables, durables et à très faible consommation d'énergie (1/4 des consommations moyennes actuelles des logements neufs).

L'objectif du projet était de développer les techniques de construction "passive", c'est à dire :

- à très faibles besoins d'énergie,
- dont les besoins résiduels peuvent être assurés par les énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire,
- et dont le coût global sur trente ans n'est pas supérieur à celui d'une construction aux standards actuels.

Le cahier des charges du projet CEPHEUS prévoyait une consommation d'énergie finale pour le chauffage inférieure à 15 kWh/m².an et une consommation totale d'énergie finale pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et les usages domestiques inférieure à 42 kWh/m².an. Le coût de construction devait être inférieur à 870 € H.T./m² (en valeur 1998).

La démarche et les méthodes utilisées



Le mouvement actuel en faveur des "bâtiments passifs" a été initié en Allemagne. Deux principes fondamentaux sous-tendent la conception des bâtiments selon ce nouveau "standard".

- La réduction des pertes doit être prioritaire sur l'augmentation des gains : les simulations et les nombreuses expériences menées, dans les conditions climatiques moyennes d'Europe, montrent qu'il est plus efficace de réduire d'abord les pertes pour pouvoir ensuite compenser les pertes résiduelles par des systèmes solaires passifs et actifs.

- L'optimisation des éléments essentiels du bâtiment est indispensable : améliorer suffisamment les performances énergétiques des composants tels que l'isolation thermique des parois opaques, les baies vitrées et la ventilation

permet de se passer d'un système de chauffage "classique", d'améliorer le confort et de financer les surcoûts d'investissement pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables.

Différentes solutions permettent d'intégrer ces principes dans un projet de construction :

- une isolation des parois opaques de coefficient U inférieur à 0,1 W/m².K,
- des ponts thermiques limités et de coefficient Ψ inférieur à 0,01 W/m.K,
- des encadrements de baies vitrées de coefficient U inférieur à 0,8 W/m².K,



- des vitrages isolants de coefficient U inférieur à 0,75 W/m².K et de facteur solaire supérieur ou égal à 50%,
- un étanchéité à l'air renforcée et des infiltrations inférieures à 0,6 volume par heure sous 50 Pa,
- l'optimisation des gains solaires de manière à contribuer à hauteur de 40% aux besoins de chauffage,
- la maîtrise des flux d'air neuf avec balayage de l'ensemble des pièces, extraction dans les pièces humides et débit de 30 m³/h par personne,
- la récupération de chaleur sur l'air extrait avec une efficacité d'échangeur supérieure ou égale à 80%,
- le préchauffage d'air neuf à une température supérieure ou égale à 8°C,
- des pompes à chaleur compactes pour la récupération de chaleur latente et pour une charge thermique maximale de 10 W/m²,
- des équipements électriques performants pour l'éclairage, la ventilation, l'électroménager et qui s'autofinancent par les économies réalisées (diminution de 50% les consommations d'électricité par rapport à des équipements courants),
- des équipements solaires thermiques et photovoltaïques optimisés qui permettent d'apporter l'énergie résiduelle nécessaire et qui rendent les bâtiments "neutres" vis à vis du climat et de l'épuisement des sources d'énergies primaires.

Pour la résidence Salvatierra, cette approche a conduit à :

- réaliser des simulations thermiques dynamiques pour optimiser la conception pour le confort d'hiver et d'été,
- étudier et valider des solutions constructives locales "oubliées" (murs sud en bauge) ou peu courantes (VMC double-flux avec récupération de chaleur à haut rendement),
- utiliser des matériaux sains et à faible impact sur l'environnement,
- constituer un groupement d'achat d'appareils électro-ménagers à basse consommation d'énergie avec l'appui du CLE (Espace Info Energie de Rennes),
- mener une campagne de mesures et d'évaluation de l'opération avec enquête auprès des résidents.

Les solutions retenues et mises en œuvre

Conception optimisée pour la réduction des besoins d'énergie



Pour l'architecte de l'opération, la demande du maître d'ouvrage a conduit à une conception bioclimatique avec façade principale orientée au sud, largement vitrée de manière à favoriser les apports solaires passifs et équipée de balcons filants faisant office de protection solaire. Les appartements sont traversants pour faciliter la ventilation nocturne et favoriser le confort en été. La desserte des logements est assurée par une coursive au nord. Les murs sud sont réalisés en bauge (blocs préfabriqués de 50 cm d'épaisseur constitués d'un mélange humide d'argile, de paille d'orge hachée et de ciment, moulé, comprimé puis séché) ce qui permet d'apporter une régulation de l'hygrométrie et une forte inertie thermique (en association avec les refends et dalles en béton). Ces blocs ont été fabriqués en atelier par l'entreprise locale

GUILLOREL puis livrés et posés à la grue. Les simulations thermiques dynamiques réalisées ont permis de valider ces choix de conception tant pour l'efficacité énergétique que pour le confort.

Le bâtiment intègre une part importante de matériaux locaux (bauge) et renouvelables (ossature bois et bardage en lames d'épicéa ou clins composites fibre de bois/ciment, isolation thermique en laine de chanvre).

Enveloppe sur-isolée (par rapport aux exigences réglementaires) pour la réduction des pertes d'énergie

Le bâtiment est à structure mixte béton/bauge/ossature bois.

La façade sud est isolée par des blocs de bauge de 50 cm d'épaisseur et de coefficient U = 0,75 W/m².K.

Les façades nord et pignons, à ossature bois et bardage bois, sont isolés par 15 cm de laine de chanvre et de coefficient U = 0,21 W/m².K. Elles comportent une étanchéité à l'air renforcée.

Les toitures en bac acier sur charpente bois et les planchers bas sur sous-sol sont isolés par 20 cm de laine de chanvre et de coefficient U = 0,19 W/m².K.

Les fenêtres, à menuiserie bois et à vitrages peu émissifs et lame argon, ont un coefficient U de 1,3 W/m².K.

Systèmes et équipements performants pour la production, distribution et utilisation de la chaleur

Le bâtiment est chauffé par un système aéraulique collectif constitué :

- de plusieurs caissons de ventilation double-flux avec échangeur/récupérateur à haut rendement (80%),
- d'un appoint par batteries chaudes raccordées sur le réseau de chaleur de la ZAC alimenté par une usine d'incinération d'ordures ménagères,
- des réseaux de soufflage et de reprise d'air.



Chaque logement comporte un appoint individuel par convecteurs électriques de faible puissance (maximum 500 W).

Systèmes et équipements performants pour les différents usages de l'électricité

Des lampes à basse consommation sont utilisées pour l'éclairage des parties communes. Un groupement d'achat d'appareils électro-ménagers à basse consommation d'énergie a été constitué par les acquéreurs avec l'appui du CLE (Conseil Local de l'Energie – Espace Info Energie de Rennes). Des aides de l'ADEME et d'EDF ont été apportées aux acquéreurs d'appareils de classe A (150 € pour un appareil et 300 € pour trois appareils).

Tous les appartements sont équipés de câbles blindés afin de limiter les champs électromagnétiques.

Valorisation des énergies renouvelables

80 m² de capteurs solaires intégrés en toiture permettent de préchauffer l'eau chaude sanitaire et produisent 40 à 50% des besoins. L'appoint est assuré par un échangeur raccordé au réseau de chaleur de la ZAC de Beauregard.

Les principaux résultats obtenus

L'enquête de satisfaction réalisée par l'INSA de Rennes auprès des habitants a mis en évidence leur satisfaction pour le confort obtenu en été même pendant les périodes de canicule. En août 2003, alors que la température extérieure atteignait 39°C, la température intérieure ne dépassait pas 26°C pour un logement témoin traversant avec façade sud en bauge et 31 °C pour un logement duplex traversant à ossature bois.

Les consommations d'énergie mesurées pour le chauffage et pour la production d'eau chaude sont beaucoup plus élevées que les valeurs cible définies pour le projet CEPHEUS. Cependant, la consommation d'énergie primaire pour le chauffage et l'eau chaude (60 kWh/m².an) positionne ce bâtiment bien en dessous de la valeur plafond fixée par la RT 2005 pour les logements chauffés par des combustibles fossiles (110 kWh/m².an en zone climatique H2). Elle le positionne également en limite inférieure de la classe B de l'étiquette énergie des bâtiments à usage principal d'habitation.

Le coût de revient de la construction (travaux et honoraires) est supérieur de 17% à l'objectif visé dans le cadre du projet CEPHEUS. Ce résultat médiocre est dû essentiellement à des "surcoûts" liés à l'utilisation de solutions non usuelles (blocs de bauge et ventilation mécanique double flux à haut rendement de récupération de chaleur utilisé comme moyen de chauffage) et aux études et validations nécessaires pour permettre au maître d'ouvrage de s'assurer. Ces surcoûts sont difficiles à intégrer dans une opération de cette taille.

Les principaux enseignements

Le suivi réalisé et l'analyse des résultats mettent en évidence les efforts qui sont encore nécessaires pour atteindre les performances prévues par le standard "habitat passif" :

- les coefficients U des parois opaques et vitrées ainsi que la perméabilité à l'air de l'enveloppe doivent encore être diminués,
- les échangeurs de chaleur de chauffage et d'ECS doivent être systématiquement isolés,
- l'isolation thermique des réseaux de distribution et bouclage d'ECS doit être renforcée,
- le rendement des ventilateurs des systèmes double-flux doit être amélioré et le dimensionnement des systèmes réalisé de manière plus précise,
- la circulation sur les échangeurs d'appoint de chauffage et d'ECS doit être stoppée lorsqu'il n'y a pas de besoin, de manière à réduire et les consommations d'électricité et les pertes thermiques par les réseaux hydrauliques.

Pour les projets d'habitat passif, dont les objectifs de performance énergétique sont très ambitieux au regard des pratiques actuelles en France, l'incidence de la qualité de conception et de réalisation est très importante. Une conception plus poussée, une meilleure précision des cahiers des charges, un suivi d'exécution et une réalisation beaucoup plus soignée qu'à l'ordinaire sont indispensables pour atteindre les objectifs.

Les suites de l'opération

Pour la Coop de Construction, promoteur constructeur de l'opération, le projet Salvatierra a été plus long et plus coûteux que les projets habituels. Mais il a permis de sortir des sentiers battus et d'innover à la fois pour la construction et pour la concertation avec les habitants. Les acquéreurs se disent "fiers" d'habiter ce bâtiment expérimental. Salvatierra est à la fois une expérience à reproduire et un modèle à améliorer. La Coop de Construction a d'ailleurs engagé plusieurs autres opérations de bâtiments à basse consommation d'énergie (résidence Belle-Ile, résidence Aquarelle, Villas Manon, etc.).

DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE, OPTIMISATION ENERGETIQUE, VALORISATION DE L'ENERGIE SOLAIRE ET MAITRISE DES COUTS DE CONSTRUCTION

Maître d'ouvrage	<ul style="list-style-type: none"> "COOP de construction" à Rennes (promoteur constructeur privé coopératif) SCI Résidence Salvatierra (acquéreurs groupés en coopérative) 		
Type d'opération et dates de réalisation	<ul style="list-style-type: none"> Immeuble de 43 logements (R+5) en accession à la propriété, situé à la périphérie de Rennes, et réalisé dans le cadre du projet européen d'habitat passif CEPHEUS (Cost efficient passive houses as european standards) Surface habitable totale : 3 100m² Livraison en octobre 2001 		
Partenaires et leurs interventions	<ul style="list-style-type: none"> Ville de Rennes et SEMAET : aménagement de la ZAC de Beauregard Communauté européenne, programme THERMIE, projet CEPHEUS ADEME : aides aux études, aux travaux et au suivi de l'opération Jean-Yves BARRIER (Tours) : architecte OASIIS (Aubagne) : bureau d'études thermiques, simulations thermiques dynamiques, suivi et évaluation de l'opération BSO (St Brieuc) : bureau d'études structure IUT de Rennes et Amiens : études et évaluations préalables des caractéristiques de la "bauge" utilisée en façade sud INSA de Rennes : suivi et contrôle des performances pendant deux ans CLE (Conseil Local en Energie) : Espace Info Energie, aide à la constitution d'une coopérative d'occupants pour l'acquisition d'appareils électroménagers à basse consommation d'énergie. 		
Coût total [€ HT]	<ul style="list-style-type: none"> Coût des travaux : 2 439 000 € H.T. soit 787 €/m² Coût de construction : 3 135 669 € TTC soit 1 011 €/m² (objectif visé dans le cadre du programme CEPHEUS : 870 € H.T./m²) Surcoût "bioclimatique" et solaire estimé à 7 ou 8% des travaux Coût de commercialisation de 1 448 € TTC/m² 		
Aide ADEME [€]	<ul style="list-style-type: none"> Aides ADEME : 105 952 € Autres aides : Europe 303 373 €, Ministère de l'équipement 53 357 €, Région Bretagne 45 734 €, EDF 61 000 € 		
Bilan économique	Postes de dépenses	Prévu (1)	Réalisé
	Coût de revient de la construction (travaux et honoraires)	870	1 020
	Coût de fonctionnement énergétique (énergie, abonnements, maintenance)	N.D.	4,05
	(1) Objectif visé dans le cadre du projet CEPHEUS Les valeurs sont exprimées en € H.T./m ² pour le coût de construction et en € TTC/m ² .an pour le coût de fonctionnement énergétique.		
Bilan énergie (kWh/m².an)	Postes de consommation	Prévu (1)	Réalisé (2)
Les valeurs sont exprimées en énergie finale et rapportées à la surface habitable	Chauffage (réseau de chaleur)	15,0	41,0
	Eau chaude sanitaire (réseau de chaleur)	8,0	19,0
	Total usages thermiques	23,0	60,0
	Usages privatifs de l'électricité	18,6	21,4
	Consommation des parties communes	19,0	26,6
	Total électricité	37,6	48,0
	(1) Objectif visé dans le cadre du projet CEPHEUS (2) Valeurs mesurées		
Bilan environnemental	Impacts environnementaux pour le chauffage et l'E.C.S.	Prévu	Réalisé (3)
	Consommation d'énergie primaire (kWh _{ep} /m ² .an)	120	184
	Emissions de CO ₂ (kg/m ² .an) ⁽⁴⁾	10,5	19,3
	(3) Dans l'hypothèse où la chaleur fournie par le réseau de chauffage urbain provient à 66% de l'incinération des ordures ménagères et à 34% de la combustion de gaz naturel.		
Contacts pour informations complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> Délégation régionale Bretagne de l'ADEME : Guy LAURENT Coop de Construction : Didier CROC Site du projet européen CEPHEUS : http://www.cepheus.de Site du Passivhaus Institut Darmstadt : http://www.passivehouse.com/ 		

