

Réhabilitation thermique de la cité universitaire La Bourgeoinière à Nantes

Die thermische Sanierung des Studentenwohnheims
CROUS in Nantes

Ludovic Jaouen
Architecte (Agence d'architecture Armel Pellerin)
FR-Rennes



Réhabilitation thermique de la cité universitaire La Bourgeoinière à Nantes

1. Présentation du projet

Le projet de modernisation de la cité universitaire La Bourgeoinière à Nantes, mis en place par le CROUS et ses partenaires, s'inscrit dans le cadre d'un marché de conception/réalisation. Notre groupement est constitué d'une entreprise générale (GTB), d'un maître d'œuvre (Agence d'architecture Armel Pellerin) et de sociétés spécialisées diverses (Isateg, Mahey, Dourmap...)

1.1. Contexte et programme

Construite entre 1966 et 1968, la cité universitaire La Bourgeoinière s'étend sur une superficie de 12 416 m² dont 1 837 de surfaces bâties. (Partie résidence étudiants : classement 3^{ème} famille B ; Local collectif résidentiel : ERP de 5^{ème} catégorie)

L'établissement est constitué de trois tripodes quasi-identiques de 5 niveaux comprenant 495 chambres (soit 165 par tripode). La singularité du bâtiment réside dans l'articulation des volumes entre eux et dans la plasticité des modules préfabriqués en béton.



Etat existant : photo depuis la rue principale



Photo des panneaux en béton architectonique

Le projet diligenté par le CROUS offre cependant plusieurs particularités intéressantes qui témoignent d'un engagement renforcé par rapport aux performances énergétiques, à la mixité sociale et à la prise en compte des aspirations du monde étudiant.

Parmi les caractéristiques de l'opération nous mettons en exergue les éléments suivants :

- Réalisation en trois tranches pendant la période de fermeture de la Cité de fin mai à fin août, soit 4 mois pour rénover environ 150 logements avec un budget voisin de 4 000 000 € TTC à chaque fois.
- Ambition de mixité sociale et spatiale en intégrant des typologies de logements différents : chambre avec lavabo simplement rénovée, chambre cabine, studentes et studios.
- Souci d'apporter à l'espace de vie étudiant à la fois des services communs, mais aussi des fonctionnalités au-delà du simple hébergement permettant l'étude, la détente, la prise des repas en autonomie.
- Inscription du projet dans une demande performante sur le plan énergétique avec des objectifs élevés de maîtrise des consommations : Dans le cadre de la convention entre le Conseil régional des Pays de Loire et le CROUS de Nantes, les rénovations de cités universitaires doivent répondre à la réglementation thermique 2005. Ainsi, la consommation énergétique globale (chauffage, eau chaude sanitaire, électricité) ne doit pas excéder 110 kWh par an par m².

- Démarche de réhabilitation répondant au moins à 4 des 7 critères de développement durable proposé dans le cadre d'une convention précitée. (Utilisation de peintures, colles et produits annexes répondant au label « Eco Label Européen », à la norme « NF Environnement » ou à l'éco label allemand « Ange Bleu »...)
- Conservation des fenêtres extérieures existantes des chambres en PVC à doubles vitrages ainsi que les volets roulants (Remplacement des menuiseries en 2005).
- Maintien au maximum du nombre des logements étudiants compte tenu de la pénurie actuelle sur Nantes (495 actuellement pour 455 pour le Projet).

1.2. Parti architectural : vers une requalification architecturale du site

Les trois tripodes alignés le long de la Rue des Renards devenue un axe de circulation emprunté par le tramway ont encore fière allure avec leurs panneaux de béton architectonique de forme carrée, pivotant autour d'un noyau central éclairant l'escalier de distribution. C'est une architecture datée mais de qualité que nous aurions pu vouloir prolonger par une rénovation qui en garderait l'esprit initial.

Cependant, ce parti ne résiste pas aux exigences de performances énergétiques recherchées, et plutôt que de proposer une solution de compromis, nous avons pris le parti de reconsidérer complètement l'architecture et d'offrir une nouvelle image qui permettra à la Cité La Bourgeonnaire de s'affirmer dans le tissu urbain pour les décennies à venir.

Notre projet intègre à la fois des traitements volumétriques qui améliorent l'articulation des volumes et la lisibilité des fonctions, et des traitements de surface par un mur manteau complet.

La nouvelle proposition architecturale se caractérise par les éléments suivants :

- Une aile Nord traitée sur « pilotis » :
En reculant les volumes sous bâtiment des garages
En implantant le volume vitré des entrées au niveau de la voirie augmentant la transparence sous immeuble et en conservant un passage sous immeuble mettant en relation physique et visuelle les entrées des trois bâtiments.
- Le reste du bâtiment est posé sur un soubassement haut de teinte soutenue :
En démolissant les entrées et escaliers actuels
En marquant le soubassement par un matériaux à clins (Lames de bardage à base de ciment composite)
- Des pignons protégés par une « armure » en bardage clair :
Les pignons opaques sont dissociés des corps de façades par un bardage très clair qui se retourne à l'horizontale pour créer des encadrements permettant d'identifier les volumes.
- Des extensions verticales qui animent les angles :
Ces extensions abritent des cuisines collectives protégées des vues directes par une résille métallique décorative.
- Une « peau isolante » définissant des ensembles de grandes dimensions :
Plutôt que la répétition de panneaux identiques, l'accent est mis sur les masses différenciées de chaque aile du bâtiment, encadrées par le retour du bardage clair des pignons.
Les éléments du bardage sont constitués de panneaux plans en ciment composite soigneusement calpinés en associant 4 teintes de gris apportant animation et diversité à la paroi.
- Les châssis existants sont conservés (conformément au programme) : la surépaisseur est rattrapée par un habillage composé de panneaux plans en ciment composite qui donne un sentiment de profondeur à la façade.



Etat en fin de chantier : photo côté jardin sud



Photo côté parking nord

Par ailleurs, nous nous sommes attachés à répondre au programme en tirant parti des opportunités du site en bordure d'un axe de tramway et ouvert sur des espaces verts bien orientés.

2. Etudes relatives aux performances thermiques et énergétiques réalisées pendant la phase concours

Pour chaque bâtiment, pendant la phase concours, nous avons modélisé et étudié deux scénarios différents :

- Scénario 1 : Il s'agit du bâtiment existant modélisé avec ses équipements d'origine (isolation thermique intérieure, chauffage, ECS, ventilation et électricité).
- Scénario 2 : il s'agit du bâtiment rénové avec les améliorations suivantes :
 - Amélioration des performances énergétiques de l'enveloppe avec isolation par l'extérieur associée à un mur manteau et fenêtres existantes en PVC à double vitrages conservés.
 - Rénovation de la distribution de chauffage et de la production ECS.
 - Mise en oeuvre d'installations double flux dans les locaux communs du RDC et de VMC dans toutes les cabines sanitaires.
 - Mise en oeuvre d'éclairages performants avec détecteur de présence dans les zones communes.

Le scénario 1 indique une valeur moyenne de 202 Kwh EP/m²/an pour les 3 bâtiments.

En réponse aux exigences du programme et pour chacun des bâtiments, notre solution (scénario 2) est en dessous de l'exigence du CEPmax : 110 Kwh d'énergie primaire/m²/an, avec une valeur moyenne de **95,5 Kwh EP/m²/an** pour les 3 bâtiments.

Après travaux, nos calculs confirment une valeur proche de celle annoncée.

3. Constitution de la « peau isolante »

La réhabilitation thermique par l'extérieur de la cité universitaire a été réalisée en phase chantier de deux façons bien distinctes, à savoir :

- 85% des façades sont constituées d'un mur manteau bois préfabriqué.
- 15% des murs restants utilisent un processus plus traditionnel de mise en oeuvre des murs à ossature bois.

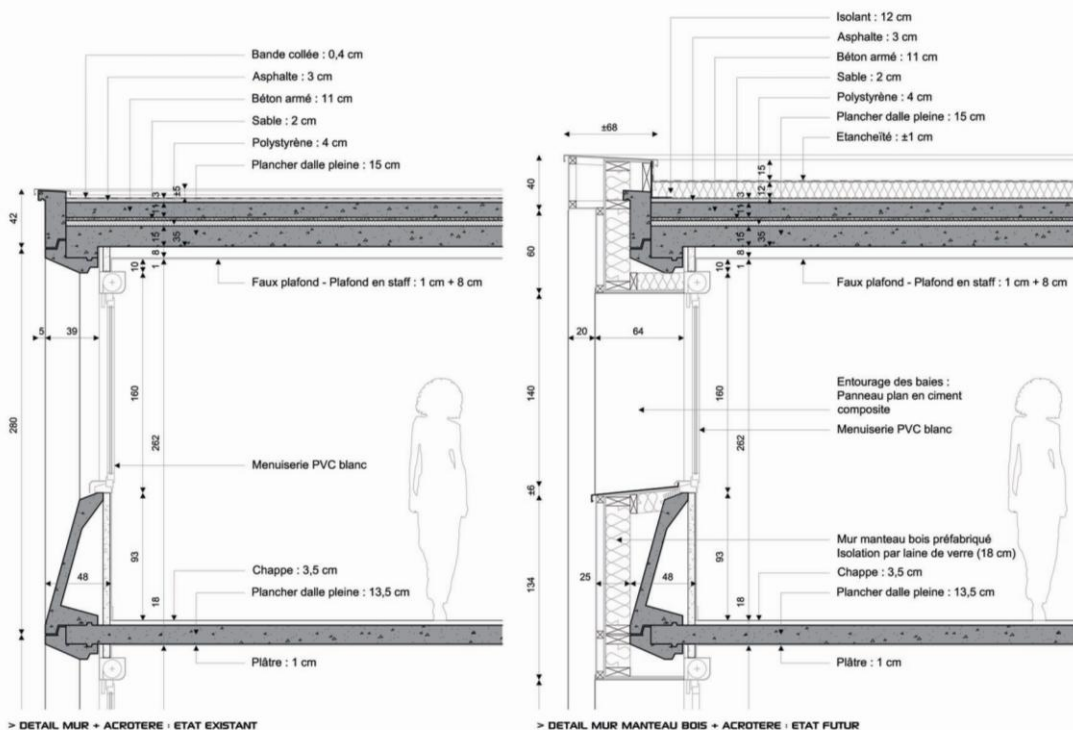
3.1. Mur manteau bois préfabriqué

Compte tenu des délais de chantier restreints et dans un souci de „performance énergétique“, il a été envisagé très rapidement au cours de la phase concours du projet d'opter pour une industrialisation conséquente des façades du bâtiment.

Après un relevé précis du support existant avant-chantier, le tripode C a été revêtu d'un mur manteau structuré de 173 modules préfabriqués en usine par l'entreprise Cruard (soit environ 85% de la surface des façades) et ensuite fixé sur la façade existante en béton. Les éléments industrialisés de 2,80 m X 2,80 m sont composés d'une structure type mur à ossature bois constitué de lisses verticales et horizontales en bois massif de section 46 X 200 tous les 60 cm d'axe en axe. Chaque module comporte une ouverture de 1,40 m X 1,40 m correspondant aux dimensions des fenêtres existantes.

L'ensemble comprend également de l'intérieur vers l'extérieur du complexe :

- Un frein-vapeur translucide armé type « Delta Fol DBF » face intérieure.
- Une isolation par laine de verre de 18 cm (Naturoll 035) correspondant à une résistance thermique de $5.10 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{W}$.
Calfeutrement des nez de dalle avec une laine de verre de 5 cm d'épaisseur.
- Un voile travaillant réalisé en panneaux de particules de bois de type « OSB », de 9 mm d'épaisseur.
- Un pare-pluie par film de protection microporeux coloris gris anthracite, « type Delta facade », posé par agrafage avec recouvrement de 15 cm minimum.
- Tasseaux 25 X 75, classe III tous les 60 cm.



Coupes état existant et futur du mur manteau bois.

La liaison entre les panneaux et la façade s'effectue grâce à des ferrures ponctuelles, d'épaisseur 4 mm, fixées directement sur les murs béton existant à l'aide de goujon d'ancrage HSA de diamètre 12 mm. Une fois les ferrures installées, les modules sont mis en place dans ceux-ci au moyen de grues mobiles. L'opération s'effectue progressivement, des niveaux inférieurs vers les niveaux supérieurs.

Le délai de réalisation d'une façade, soit environ 30 modules, fut de 2 jours sur le site à l'aide de 4 à 6 compagnons.

Le bardage ainsi que l'habillage des linteaux, tableaux et appuis de fenêtres furent quant à eux réalisés sur place. Le parement en façade est constitué de panneaux plans en ciment composite fixé par vis apparentes sur les tasseaux (25 X 75 mm). Seules les bavettes des fenêtres sont en aluminium thermolaqué.

Aux 173 modules viennent s'associer les bandeaux périphériques réalisés de la même manière en ossature bois préfabriqué. Ils ont pour dimensions : hauteur 40 cm X longueur 280 cm X profondeur 20 cm. Chaque « caisson » est principalement composé de panneau en Kerto Q d'épaisseur 24 mm sur le plan vertical et de lisses horizontales en bois massif

de section 46 X 200. L'ensemble du dispositif est rigidifié par des entretoises en bois massif placé tous les 100 cm. Comme le mur manteau, les bandeaux sont revêtus de panneaux plans en ciment composite.

Dans les extensions du projet, correspondant aux cuisines collectives, on a fait appel également au même processus d'industrialisation des murs enveloppe et des bandeaux attenants que pour la partie réhabilitée. Les 9 modules des murs manteaux (par tripode) sont sensiblement plus grands : 280 cm X 330 cm. Ils sont dotés par élément d'une ouverture horizontale ayant pour dimensions : 130 cm X 270 cm.

Enfin, les remplissages des diverses allèges en ossature bois des rez-de-chaussée, à la place des châssis existants, ont été conçu de façon identique pour les inclure plus facilement dans le cadre d'un processus de préfabrication en atelier.



Photo du mur manteau bois préfabriqué (Au nord du site).

Le choix de conception que nous avons fait avec la mise en oeuvre d'un mur manteau sur la façade existante (pour atteindre une isolation performante tant en conservant la surface habitable du logement), ne doit pas induire une dégradation de l'éclairage naturel du logement pour garantir le confort des étudiants.

C'est pourquoi, nous avons effectué en phase concours une simulation de cet éclairage en façade Sud-Ouest à l'aide d'un logiciel qui calcule le « facteur de lumière du jour » (FLJ) en tous points du logement. La valeur indiquée ($FLJ > 3\%$ sur 50% de la surface du logement) correspond à la cible « très performant » du référentiel HQE.

Par ailleurs, le mur manteau présente l'avantage de jouer le rôle de brise soleil en période estivale pour augmenter le confort thermique à l'intérieur des logements. En effet, une simulation thermodynamique effectuée sur une période de 7 jours (du 8 au 14 juillet) sur un bâtiment type exposée Sud a permis de mettre en évidence une réduction de la température intérieure de 1 à 2°C lorsque la fenêtre est équipée d'un brise soleil.

3.2. Bardage sur ossature bois

Seuls les soubassements ainsi que les pignons n'ont pas fait l'objet d'un processus de préfabrication des murs à ossature bois pour des raisons principalement de coût.



Photo du bardage sur ossature bois (Pignon ouest).

Les parties des façades précitées sont constituées d'une ossature secondaire (chevrons bois verticaux) répartie tous les 60 cm d'axe en axe et maintenu de la façade existante par des équerres métalliques (type « ISOLCCO ») jouant le rôle d'interface. Une isolation par laine de verre de 18 cm (type « Rockfaçade ») correspondant à une résistance thermique de $5.10 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{W}$, fixée au mur par des chevilles à frapper à tête extra-large : diamètre 9 cm, viens se loger entre le bardage et le mur existant. Par ailleurs, une lame d'air réglementaire entre l'isolant et le revêtement extérieur est maintenue.

Les soubassements et les parties basses des pignons sont habillés d'un bardage à clin à base de ciment composite type « HardiePlank de chez JamesHardie ».

Les parties supérieures des pignons sont revêtues quant à eux de panneaux plans en ciment composite type « HardiePlanel de chez JamesHardie ».

3.3. Planchers à ossature bois

Les planchers des cuisines collectives en extension (7 m^2 par niveau) ont été réalisés en ossature bois. Ils sont constitués de la façon suivante :

- De panneaux type « Fermacell sol » (CF 1h) d'épaisseur 3 cm.
- Un voile travaillant type « OSB » de 18 mm d'épaisseur.
- Une ceinture en bois lamellé collé classe III de section 78 X 220.
- Un solivage bois massif (Douglas) classe III de section 46 X 220.
- Une isolation par laine de verre de 18 cm (Naturoll 035) correspondant à une résistance thermique de $5.10 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{W}$.
- De panneaux type « Fermacell » d'épaisseur 18 mm en sous face des planchers intermédiaires ou de panneaux plans en ciment composite type « HardiePlanel de chez JamesHardie » (fixés sur tasseaux) en sous face des planchers bas.



Photo des planchers à ossature bois des cuisines collectives.

Les 2 terrasses (par tripodes) des cuisines en extensions sont en toiture membrane et comprennent principalement :

- Un support d'étanchéité composé de l'ossature type charpente bois en sapin du Nord traité classe II et le bac acier.
- Une étanchéité type membrane FPO avec un isolant thermique en polyuréthane de 12 cm respectant une résistance thermique de $5 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ/\text{W}$.

Par ailleurs, le bois d'ossature utilisé lors du chantier est du sapin du Nord classe II en intérieur et classe III en extérieur bénéficiant d'un label PEFC, signifiant que le bois provient de forêts gérées durablement en Europe.