

EPAGNY (74)

Résidence « Jardins République »

Le projet

L'opération a pour objectif la construction de 51 logements et 4 locaux commerciaux, répartis sur 4 bâtiments R+3 dans la ZAC du Centre Village, pour une surface totale de 4 300 m² SHON. Tous les bâtiments sont éligibles au label BBC, mais l'objectif est une labellisation Minergie. Un cinquième bâtiment de la résidence est sous la maîtrise d'œuvre de l'OPAC.



Perspective – source : Atelier Galbe

Acteurs du projet :

- **Maître d'ouvrage** : La SCCV Jardins République représentée par la SOGIMM Maurice Monod Constructeur
- **Equipe maîtrise d'œuvre** : Architecte : Atelier GALBE – BET Fluides : ADF – BET HQE : Etamine – BET Structures : Bureau Plantier – Economiste : CE2T Ingénierie
- **Certificateur MINERGIE** : PRIORITERRE

Caractéristiques techniques et environnementales:

- **Structure** : agglomérés béton
- **Isolation parois** : ITE par 16 cm de polystyrène expansé de la marque SwissporEPS élastifié
- **Bardage en attique** : ossature bois (20 cm) isolée avec 10+10 cm de laine de verre de marque Isofaçade 35 ($\lambda = 0.035$ W/m.K)
- **Vitrages** : double vitrage 4/16/4 argon très peu émissif, menuiserie PVC performantes - $U_w < 1,6$ W/m².°K
- **Ponts thermiques** : traitement de la liaison terrasse/mur, balcons totalement désolidarisés, traitement des poutres du sous-sol, linteaux des portes de garage,...
- **Toiture sur comble** : 30 cm de laine minérale de marque Knauf déroulée sur dalle – $R=7.5$ m².K/W
- **Terrasse** : Dalle béton isolée par 12 cm (Bâtiments A,B,D) ou 2x12 cm (Bâtiment C) de polyuréthane Efigreen
- **Plancher** : 15 cm flochage de marque Isotherm ($\lambda = 0.046$ W/m.K) en sous face de la dalle béton de 20 cm
- **Ventilation** : double flux avec échangeur statique individuel – ventilateur basse consommation
- **Chauffage et ECS** : chauffage collectif - chaudière bois à plaquette (220 kW) pour l'hiver, appoint et ECS été avec chaudière gaz (1 ballon de 320 L)
- **Autres** : moteurs VEV, éclairage sur détection de présence, installation LBC dans les logements, orientations est/ouest, avec des séjours favorisés au sud et ouest, volumétrie compacte, végétation caduque, dalle balcon (casquette).

Performances énergétiques :

- Ubât/Ubâtréf. = 25 à 31%
- C/Créf = 40 à 50 %
- Cep < 65 kWh/m².an
- Label Minergie visé : Chauffage + ECS + VMC < 42 kWh/m².an

Coûts des travaux : 6 M€ HT

- **Surface** : 6 028 m² de terrain, 9 956 m² SHOB, 4 300 m² SHON, 3 658 m² SHAB



Chantier au 07/07/09



Le chantier

Planning :

Livraison 1^{ère} tranche prévue en novembre 2009

Etat d'avancement du chantier au 07/07/09 :

- Bâtiments C et D : gros œuvre terminé, second œuvre bien avancé (menuiseries extérieures posées, toiture, isolation extérieure et revêtement de façade terminés). Pose des balcons désolidarisés en cours
- Bâtiments A et B : gros œuvre quasi-terminé. Pose de la charpente et toiture en cours sur l'un, et de l'isolation extérieure sur l'autre
- La chaufferie bois collective est livrée (local, silo, chaufferie), les parkings souterrains sont en cours de finition



Plan de masse – source : Atelier Galbe

Zoom sur...

1) L'ENVELOPPE (P. 4)

2) LES SYSTEMES (P. 12)

Zoom sur :

1) L'ENVELOPPE

a. L'isolation par l'extérieur avec traitement des ponts thermiques

L'isolation des façades

Principe :

L'isolation par l'extérieur est réalisée par 16 cm de polystyrène expansé (PSE) de la marque SwissporEPS élastifié. De couleur grise, ce polystyrène contient des particules de graphite qui augmentent ses performances thermiques d'environ 20% par rapport à un polystyrène blanc standard. Son efficacité repose sur l'intégration d'absorbeurs et de réflecteurs d'infrarouges évitant la perte de chaleur par rayonnement.



Mur en béton et isolant

Étiquette de l'isolant utilisé : Swisspor EPS élastifié

Mise en œuvre :

1. La protection contre les UV :

« L'isolant utilisé est extrêmement sensible aux UV, et doit donc en être protégé à l'aide d'une bâche anti-UV lors de la pose les jours de soleil. Par ailleurs, les blocs d'isolants en attente d'être utilisés sont également recouverts d'une bâche. Toutes ces précautions doivent être prises jusqu'à l'application de l'enduit sur la façade, qui protégera alors l'isolant. »

Emmanuel Pollard, SOGIMM Maurice Monod Constructeur



Bâche anti-UV installée lors de la pose de l'isolant



Il ne faut ouvrir l'emballage des isolants qu'au dernier moment (emballage anti-UV)

2. **La découpe** : Les plaques de polystyrène se découpent facilement, que ce soit en amont de la pose ou au dernier moment, pour de petits réajustements.



Artisans effectuant la pose de l'isolant – photos prises sur le chantier le 07/07/09

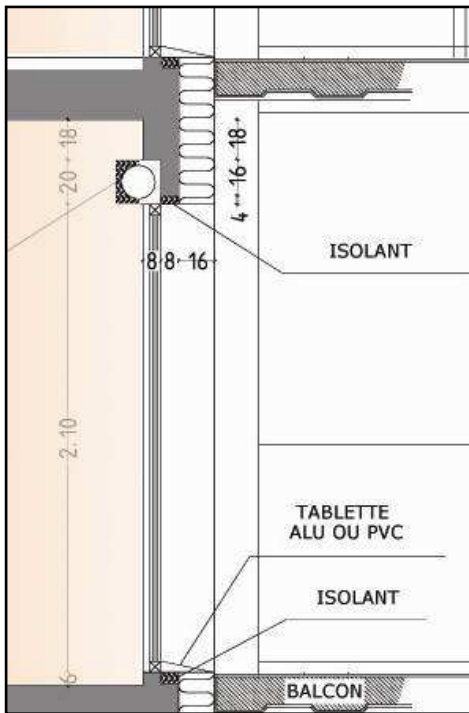
3. **Le collage** : Les blocs de polystyrène sont collés directement sur la façade. Ils doivent être parfaitement jointifs.



4. **Le comblement des interstices** : Une mousse expansive est ensuite appliquée pour combler les interstices entre les plaques d'isolant.



5. Les retours d'isolant autour des menuiseries extérieures : Des retours d'isolant sont réalisés au niveau des retours tableaux (épaisseur de 5 cm) et des seuils de porte fenêtre (épaisseur de 2 cm)



5 cm de PSE en retours tableaux



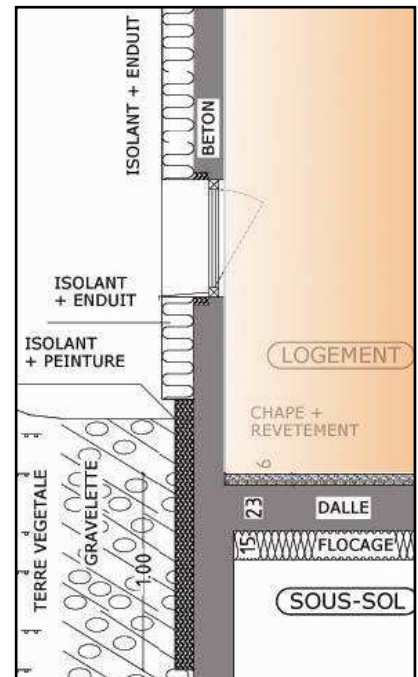
2 cm de PSE sous les seuils de portes fenêtres

Retours d'isolant
Source : Atelier Galbe

6. L'isolation des parties enterrées : L'isolation par l'extérieur avec enduit est arrêtée 10 cm au dessus du nu du sol et la continuité de l'isolation avec la partie enterrée est ensuite réalisée avec des panneaux isolants imputrescibles, comme présentés sur les photos et plan ci-dessous :



Isolant enterré sur 1m



Isolation enterrée
source : Atelier Galbe

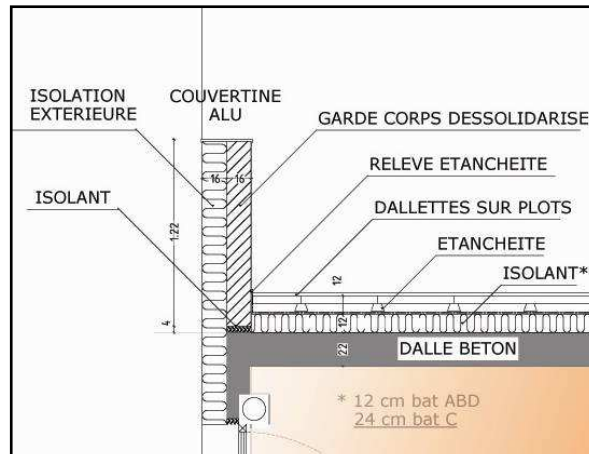
b. Le traitement des ponts thermiques

Terrasse en attique

- L'isolation de la dalle en béton de la terrasse en attique est réalisée en polyuréthane Efigreen Duo, d'épaisseur 24 cm pour le bâtiment C et 12 cm pour les autres bâtiments (le bâtiment C comporte une surface déperditive au niveau du plancher haut plus importante que les autres bâtiments)
- Les acrotères sont désolidarisés et de la laine de roche de 4 cm fait office de rupteur de pont thermique.



Rupture du pont thermique au niveau des acrotères avec 4 cm de laine de roche

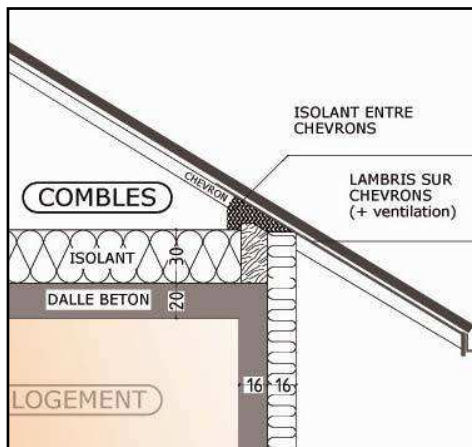


Acrotère entièrement désolidarisé

Isolation de la terrasse en attique. Source : Atelier Galbe

Combles perdus

- L'isolation de la dalle béton est réalisée avec 30 cm de laine de verre de marque Knauf ($R=7,5 \text{ m}^2.K/W$) déroulée sur dalle
- Cette même laine de verre passe entre les chevrons pour assurer la continuité de l'isolation.

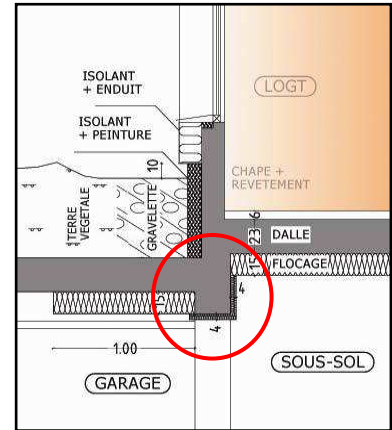


Isolation des combles
source : Atelier Galbe

Mousse expansive sous la sablière

Traitement des poutres du sous-sol

La dalle béton du sous-sol est isolée en sous-face avec 15 cm de flocage de marque Isotherm ($\lambda=0,046 \text{ W/m.K}$), et une continuité d'isolant est assurée au niveau du linteau avec du Styrodur (cf. détail ci-contre).



Continuité de l'isolant en sous-sol.
Source : Atelier Galbe

Isolation des caissons de volets roulants

Ils ont été isolés en usine, au moment de leur fabrication.

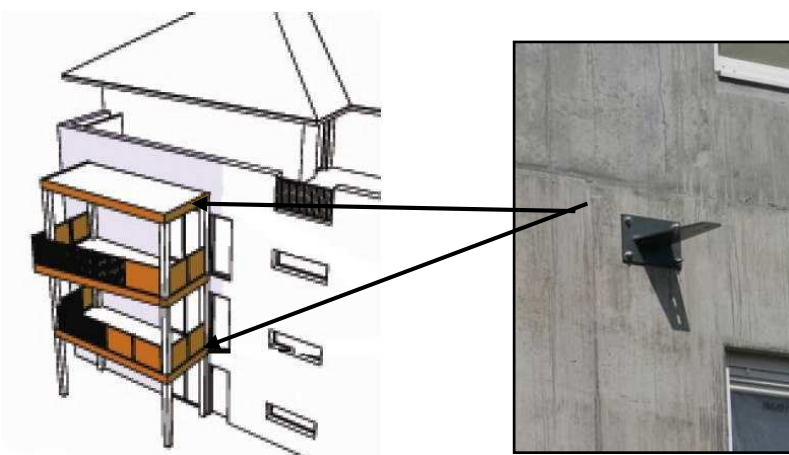
Balcons désolidarisés

Principe :

Classiquement, les balcons n'ayant aucun traitement du point de vue thermique se comportent comme des ailettes de refroidissement pour le bâtiment. Les déperditions thermiques engendrées peuvent être très importantes. Pour y remédier, la solution la plus efficace, mais aussi la plus chère (pour ce chantier, le surcoût généré par la mise en place de balcons désolidarisés est de 72 000 €), est de désolidariser les balcons du bâtiment avec une structure autoporteuse.

Il a donc été choisi d'installer des balcons auto-stables désolidarisés avec platines d'accrochage pour le contreventement et éviter le basculement (pour les normes sismiques).

La structure verticale, ainsi que les poutres support du plancher sont en métal, et le plancher est un patelage bois sur étanchéité (pour les bâtiments de SOGIMM Maurice Monod Constructeur seulement, les planchers des balcons du bâtiment de l'OPAC sont en dalle béton). Le plancher bois étant plus souple qu'une dalle béton, un tasseau de bois en équerre est rajouté sous chaque seuil, avant l'ajout de l'isolant, pour s'assurer qu'il ne fléchisse pas.



Balcons désolidarisés et patine d'accrochage
Source : Atelier Galbe

Mise en œuvre

→ *Les platines d'accrochage* : Les contraintes parasismiques imposaient d'encren les structures des balcons à chaque étage dans la façade. Afin que le pont thermique généré par ce point de fixation soit le plus faible possible, l'isolant extérieur est posé au plus proche de ces platines.



Photos des platines d'accrochage : avant la pose de l'isolant, le 09/04/09, et après la pose de l'isolant puis de l'enduit, le 07/07/09)

→ *La structure métallique verticale* : Elle est fixée sur les platines d'accrochage.



◀ *Balcon désolidarisé en cours de pose sur le bâtiment de l'OPAC – photos prises le 27/05/09*

Sur ce chantier, les balcons désolidarisés ont été posés en parallèle de la pose de l'isolation par l'extérieur.

On remarque des traces de colle sur la façade : il s'agit de blocs de PSE qui sont devenus cassants puis se sont décollés, du fait qu'aucune bâche anti-UV ne les protégeait. La pose est donc entièrement à refaire.

→ *La structure métallique horizontale :*
Elle est fixée au fur et à mesure sur le reste de la structure.



Pose de la structure métallique en cours sur un des bâtiments de SOGIMM Maurice Monod Constructeur le 07/07/09

Bâtiment de l'OPAC, le 07/07/09 : les dalles en béton ont été coulées. Il ne manque plus que les garde-corps aux balcons désolidarisés.



c. L'étanchéité à l'air

Les tests d'étanchéité à l'air des logements ont été effectués par ALDES fin mai 2009. Les résultats obtenus sur les différents logements sont :

- **Perméabilité sous 4 Pa** ($I_{4,}$ en $m^3/h/m^2$) : 0,25 - 0,16 - 0,36 - 0,14 - 0,28
 - **Taux de renouvellement d'air à 50 Pa** ($n_{50,}$ en h^{-1}) : 0,50 - 0,51 - 0,51 - 0,54 - 0,54
- Ces résultats sont conformes au niveau Minergie-P ($I_{4} \leq 0,28 m^3/h/m^2$ - $n_{50} \leq 0,60 h^{-1}$)

Les tests ont permis de détecter des fuites au niveau :

- Des fourreaux électriques (liaison entre parties communes et logements) : ce problème a été résolu en les colmatant avec du joint silicone.
- Des caissons de volets roulants, en raison de la présence d'un jour de 2 cm dû au décoffrage des menuiseries. Le tout a été calfeutré avec de la mousse expansive sur le 1^{er} bâtiment ; pour les autres bâtiments, ce problème a pu être évité car anticipé.
- Des sorties électriques en façade pour l'éclairage de balcons : cela a été résolu grâce à des fourreaux et l'injection de mousse.



Jour autour des caissons de volets roulants

« Les artisans sur le chantier n'avaient pas de formation préalable spécifique pour ce type de chantier. Pour s'assurer d'obtenir une bonne étanchéité à l'air, nous avons effectué un suivi de chaque instant, afin de pouvoir corriger immédiatement les erreurs. Une vigilance particulière a été portée sur les menuiseries extérieures, qui sont le point sensible de l'étanchéité à l'air ; les portes palières sont aussi un point délicat, du fait des normes handicapés à respecter. Il est en outre très important qu'une bonne étanchéité à l'air soit garantie pour le bon fonctionnement de la VMC double flux. Mais nos efforts ont été payants puisque nous avons obtenu de très bons résultats aux tests. »

Emmanuel Pollard, SOGIMM Maurice Monod Constructeur

d. Lien entre phase « conception » et phase « chantier »

« Concernant notre expérience sur ce projet, les principales difficultés se sont situées sur le lien entre la phase « conception » et la phase « chantier ». En effet, ayant 2 maîtres d'ouvrage différents sur l'opération, nous avons vu à quel point il était favorable de travailler en concertation avec les entreprises dès le DCE (ce qui s'est fait avec Sogimm) alors que nous avons plutôt « subi » un choix d'entreprises du côté de l'OPAC !

A titre d'exemple, je dirais que nous avons fait beaucoup d'efforts au moment de la conception pour optimiser l'enveloppe (étude des détails pour minimiser les ponts thermiques)... efforts qui peuvent être anéantis par une mauvaise mise en œuvre de l'isolant (ce qui a été le cas à l'Opac).

La **communication sur le chantier** me semble donc être primordiale. Des entreprises que l'on implique dans le projet et à qui l'on explique le pourquoi de nos choix sont sensibilisées et parfois même fières d'apporter leur contribution à ces projets novateurs.

A l'inverse, des entreprises retenues par appel d'offre sur seul critère de prix ne sont pas du tout sensibilisées à la qualité indispensable à la bonne réalisation du chantier. »

Géraldine Monod- Breda, Atelier GALBE

2) LES SYSTEMES

a. La chaufferie bois

La chaufferie est composée d'une chaudière bois à plaquettes d'une puissance de 220 kW (modèle FROLING TURBOMAT 220 CEL), d'un silo d'une contenance utile de 100 m³ et d'un système d'extraction et transfert du combustible vers la chaudière. L'approvisionnement se fera 4 fois par an, via la trappe d'alimentation, avec du bois local qui sera testé sur place à chaque livraison (l'humidité mesurée doit être inférieure à 25%).

Un système de pales rotatives amènera le combustible jusqu'à plusieurs vis sans fin, elles-mêmes l'acheminant jusqu'au foyer de la chaudière.



Ballons tampon



La chaudière gaz – 31/03/09, source : Etamine

La chaudière bois doit être utilisée à plein rendement pour éviter des problèmes d'entretien. Elle est dimensionnée pour couvrir 95% des besoins de chauffe en hiver (ECS et chauffage) avec un rendement de 90%, tandis que l'appoint l'hiver et l'ECS l'été sont assurés par une chaudière gaz, qui peut également assurer temporairement le chauffage en cas de panne de la chaufferie bois.

Ces chaudières assurent les besoins de chauffe des 4 bâtiments de la SOGIMM, soit 51 logements (chaque bâtiment est équipé d'une sous-station), tandis que pour le bâtiment de l'OPAC, le chauffage est assuré par une chaudière gaz à condensation (60 kW) et l'ECS est préchauffée par 22m² de capteurs solaires plans vitrés.



Chaudière bois à plaquettes de 220 kW



Modèle FROLING TURBOMAT 220 CEL (source : CEL)



Trappe d'alimentation du silo, donnant sur rue

« L'investissement pour cette chaufferie bois a été de 150 000 €, ce qui est important en comparaison d'une chaufferie gaz (environ 6 000 €). Cependant, une chaufferie bois est plus intéressante en terme de coût global du fait du faible coût du bois.

L'investissement initial étant donc amorti avec la quantité de bois consommée, l'utilisation d'une chaufferie bois est pertinente lorsqu'il y a mutualisation des besoins : dans le cas présent, elle assurera le chauffage et l'ECS de 51 logements. Par ailleurs, il faut noter que l'encombrement du silo, bien qu'important, reste limité du fait qu'il s'agisse d'un bâtiment à basse consommation d'énergie. »

Pascal Brunon, Prioriterre

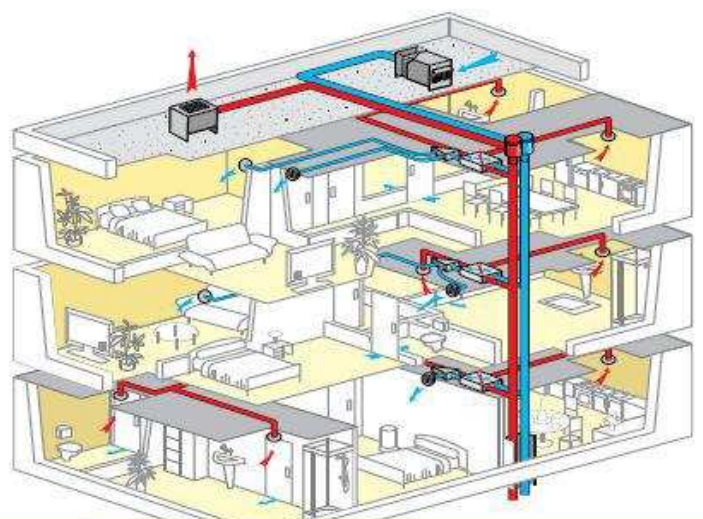


Le silo, avec au fond les pales rotatives et une vis sans fin – 31/03/09, source : Etamine

b. La VMC double flux

Chaque bâtiment est équipé d'une VMC double flux avec récupérateur de chaleur (rendement 90%) : l'échangeur à contre-courant est de marque ALDES Dee Fly 90, et l'entraînement des ventilateurs (ALDES Micro-Watt) se fait par des moteurs à courant continu.

La VMC se situe dans les combles de chaque immeuble, mais l'entretien des filtres de l'échangeur est à la charge de l'occupant.



Circuit de la VMC double flux – Source : ALDES



Le filtre de l'échangeur est accessible par un plafond démontable dans les toilettes de chaque appartement



Le débit est réglable dans la cuisine



Grille d'insufflation double flux



VMC située sous les combles : caisson d'extraction basse conso 2500 RH Microwatt+ d'Alde, échangeur Dee Fly

b. Et dans chaque appartement...

- Prise commandée dans le séjour où sont branchés les appareils restant en veille
- Détection infrarouge en remplacement de l'interrupteur dans les couloirs des logements
- Ampoules basse consommation fournies
- Mousseur limiteur de débit, robinetterie mitigeuse et thermostatique sur baignoire, détendeur d'eau, double chasse WC 3L/6L
- Récupération des eaux de pluie pour les appartements en terrasse : 700 L utilisables pour l'arrosage des jardinières

Afin d'assurer une utilisation optimale de tous ces systèmes, et considérant que l'objectif de consommation ne sera atteint qu'avec des comportements adéquats de la part de tous les habitants des immeubles, le BET HQE Etamine assurera une mission de sensibilisation auprès des futurs occupants et de suivi via :

- une présentation orale lors de la première réunion de copropriété
- un livret d'utilisation et de sensibilisation distribué à tous les occupants
- un suivi sur deux ans des consommations et comportements des usagers (ce suivi est exigé pour recevoir le label Minergie).

Fabienne BOULIEU - Etamine

Crédit photos : Ville et Aménagement Durable

Visite réalisée en présence d'Emmanuel Pollard (Sogimm), Fabienne Bouliou (Etamine) et Pascal Brunon (Prioriterre) que nous remercions pour leur disponibilité.

Merci également à Mme Monod Breda (Atelier Galbe) et M. Bremu (ADF) pour leurs contributions au reportage.