

Ex 6

6 logements R+2 à Grenoble (38)

Un immeuble BBC en ossature bois sur trois niveaux. CONSTRUCTION 2012



Le programme

Réalisation d'un immeuble "Transition" (B6) en R+2 comprend 6 logements BBC (RDC : 2 T1, R+1 et R+2 : 2 T3 et 2 T4). "Transition" est un collectif de type intermédiaire tout en bois, avec une toiture terrasse végétalisée. Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont assurés par une chaudière aux granulés de bois. Des panneaux photovoltaïques sont intégrés. Garages en sous-sol.

Les intervenants

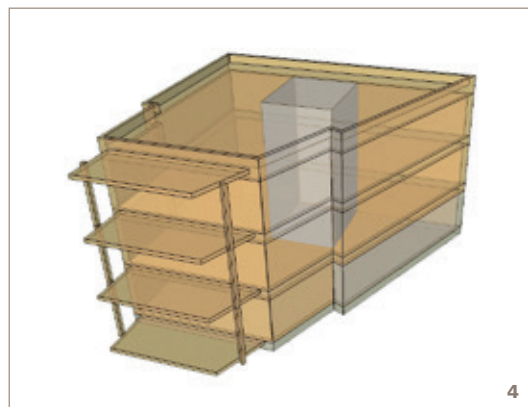
- Maîtrise d'ouvrage urbaine : Ville de Grenoble (38)
- Etudes urbaines
Architecte : Tekhné Architectes
BE environnement : Soberco
- Maître d'ouvrage : Blanc-Bouygues Immobilier, Grenoble (38)
- Architecte : Philippe Meunier, Noyarey (38)
- BE bois : Bois Conseil, Sassenage (38)
- BE acoustique : Ginger CEBTP, Elancourt (78)
- Entreprise Darvey, Lescheraines (73).

Le choix constructif

Sous-sol en béton, refends en béton au rez-de-chaussée, murs ossatures bois, plancher traditionnel solivage bois.

Les caractéristiques générales

Livraison : 2012
Surface SHON : 428m²
Surface habitable : 375m²
Coût total de travaux actualisé : 588975€ HT
Performance énergétique : 90 kWh énergie primaire/m².



PLAN DU NIVEAU R+1



1_Vue en cours de chantier. 2_Vue sur l'espace vert. 3_Plan de masse ; le bâtiment est repéré B6. 4_Axonométrie.

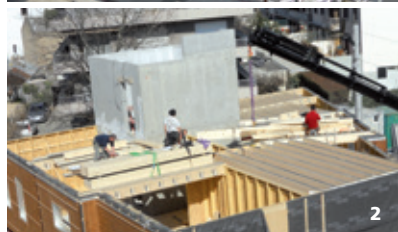
Résultats des mesures d'infiltrométrie

Tests réalisés conformément à la norme **NF EN 13829** et **GA P50-784**, selon les Arrêtés du **24 mai 2006** relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiment et du **13 juin 2008** relatif à la performance énergétique des bâtiments existants.

		Q4Pa-Surf	n50	AL
POUR LE LOGEMENT COLLECTIF	RT 2005	1,2	≈ 2,6	
	BBC Effinergie	1	≈ 2,2	
	Passif	≈ 0,28	0,6	
Résultats		0,79		

Q4Pa-Surf : perméabilité à l'air de l'enveloppe sous 4 Pa de différentiel de pression, en $m^3/(h.m^2)$.
 n50 : taux de renouvellement d'air sous 50 Pa de différentiel de pression, en vol/h.
 AL : surface équivalente de fuite du bâtiment, en cm^2 .

PLAN D'UN APPARTEMENT T3



1. L'ouvrage est posé sur un sous-sol qui accueille les garages. Le RDC est mixte bois et béton. **2.** Le noyau béton accueille les communs, notamment les escaliers, ce qui simplifie l'isolation acoustique. **3.** Les panneaux arrivent avec le pare-pluie, les pré-cadres de menuiseries et le bardage, horizontale ou vertical selon le cas. **4.** Les pré-cadres métalliques ont été posés à l'atelier. **5.** Vue d'ensemble du chantier. **6.** L'ouvrage en fin de levage.

Résultats des mesures acoustiques

Les textes réglementaires applicables sont l'Arrêté du 30 juin 1999 et l'Arrêté du 30 mai 1996, modifié par l'Arrêté du 17 avril 2009. Les mesures sont réalisées selon la norme NFS 31-057.

Résultat des mesures acoustiques entre logements et entre intérieur et extérieur	Objectif en dB	Valeurs mesurées en dB
Isolement acoustique standardisé en vertical dB	$DnT,A \geq 53$	63
Isolement acoustique standardisé en horizontal dB	$DnT,A \geq 53$	non mesuré
Niveau de bruit de choc en vertical dB	$L'nT,w \leq 58$	45
Isolement de façade	$DnT,A,tr \geq 30$	35 et 36

Il est toléré un écart de 3 dB vis-à-vis de l'objectif afin de tenir compte des incertitudes de mesure.

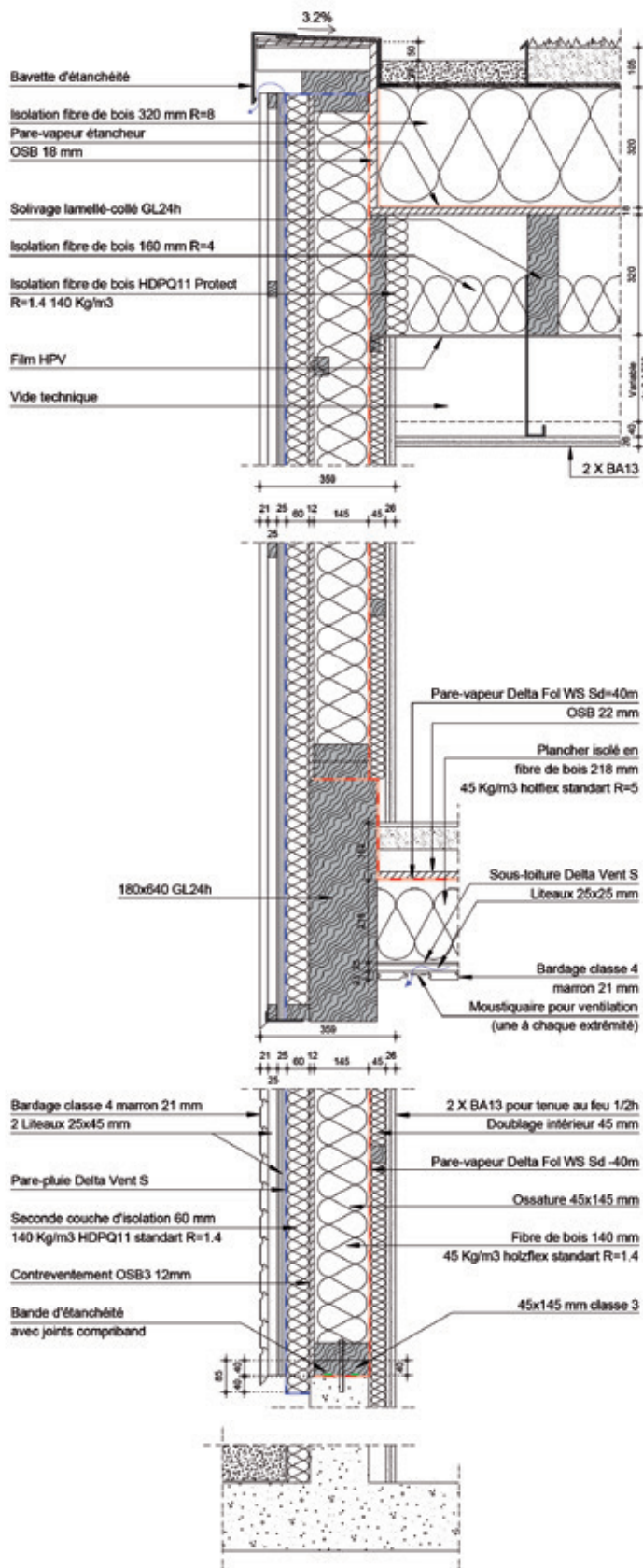
C = conforme ou conforme dans l'incertitude de mesure.

NC = non conforme à l'objectif.

COUPE TRANSVERSALE



Détails techniques



Peter Whelan,
entreprise Darvey

Quel a été votre approche globale sur ce bâtiment ?

«Ce bâtiment est un R+2 de six logements avec un socle en béton et une cage d'escalier en béton, qui fait office d'âme centrale. Les étages intermédiaires et la toiture terrasse sont en solivage bois. Tous les murs sont en ossature bois (Cf. DTU 31.2).

Tous ces murs ont été préfabriqués avec le bardage extérieur fini, mais on ne les a pas isolés. Nous avons une méthode chez Darvey qui consiste à contreventer en extérieur pour qu'ainsi, après le levage, on se retrouve à l'intérieur du bâtiment pour isoler tous les caissons d'ossature bois et gérer l'étanchéité à l'air en une seule action. De fait, on a levé des murs finis extérieurs parce que tenais coûte que coûte à monter le bâtiment sans être obligé de l'échafauder par la suite. C'est efficace, on construit un R+2 avec toiture-terrasse, c'est-à-dire qu'une fois les murs dressés, on travaille sur un toit plat avec un acrotère qui couronne le bâtiment. Très facile à sécuriser, il n'est pas nécessaire d'échafauder pour sécuriser la toiture. Ainsi, nous économisons le poste échafaudage du bâtiment.»

Comment abordez-vous l'étanchéité à l'air ?

«Nous avons compris que l'étanchéité à l'air est un poste en tant que tel. On ne vise pas une performance mais plutôt une qualité de finition de ce travail-là. On utilise des produits de qualité, sous Avis Technique, comme des adhésifs ou des joints à expansion automatique. Mes équipes ont donc pour mot d'ordre d'assurer une étanchéité à l'air rigoureuse.»

Quels sont les points délicats rencontrés sur le chantier ?

«Nous n'avons pas rencontré de difficulté majeure mais on peut relever deux points délicats.

Le premier, c'est la jonction entre la maçonnerie avec le bois. En effet, la maçonnerie a des tolérances et des variations de cotes incompatibles avec une structure bois taillée au millimètre. Et c'est toujours le même problème... il a fallu adapter la structure. La mise au point technique à la conception devrait tenir compte de ce différentiel récurrent, mais c'est rarement le cas.



Le second point est dû à l'inexpérience du MO Bouygues Immobilier en construction bois doublée de celle des artisans ou entreprises avec lesquels ils travaillent habituellement. Quand nous sommes arrivés sur le chantier pour poser les refends et quelques murs extérieurs en ossature bois sur des murets en maçonnerie au rez-de-chaussée, l'électricien avait fait des incorporations dans ces murets, par habitude. Du coup, tous les fourreaux électriques se retrouvaient pile au milieu du mur bois et on ne pouvait pas poser nos murs. Il y a quelques autres cas de figures dans ce bâtiment où l'intégration des autres corps d'état n'a pas été anticipée. Je pense que la responsabilité de ces erreurs est partagée. Nous sommes chacun dans nos habitudes. C'est une perte d'efficacité sur le chantier mais le pire a été évité : pas de plus-value à signer ni de véritable retard au final. Construire en bois est vraiment différent. C'est pourquoi il serait profitable à tous les intervenants de se préparer, du projet au chantier, avec une formation sur la construction bois, au début de l'opération.

Autrement, la pose et le levage se sont passés comme prévu, très vite et très bien ce qui souligne l'atout du bois sur le chantier. D'ailleurs ça a surpris tout le monde. C'est un petit bâtiment qui est entouré par de grands bâtiments en béton et il est vrai que sur le chantier, ils l'ont vu apparaître en quelques semaines. Tout le monde s'est rendu compte « de visu » de la vitesse d'exécution d'un chantier bois.

En revanche, si la pose de grandes structures bois a l'avantage de la rapidité, elle a une contrainte inhérente, celle de la mise hors d'eau sans délai.

Je veux enfin souligner le travail du bureau d'études Bois Conseil, impeccable ; le BET a dessiné la majorité des détails, après quoi nous avons fait nos détails d'exécution, facilités par le travail très élaboré fourni par le BET Bois Conseil. Et c'est souvent le cas des projets bois.»



Performances thermiques

Grenoble : 6 logements SHON = 427,53 m²

DÉTAILS	Projet	Référence	Ecart en %
Ubat du bâtiment	0,428	0,573	25
Coefficient Cep (kWh énergie primaire / m²)	90,72	158,44	43
CHAUFFAGE			
Gaz	276	0	0
Bois	19 316,35	37 950,17	49
Total énergie primaire (kWh EP/m ²)	45,83	88,77	48
REFROIDISSEMENT			
Eau chaude sanitaire			
Gaz	138,20	0	0
Bois	15 143,63	20 855,96	27
Total énergie primaire (kWh EP/m ²)	35,74	48,78	27
ECLAIRAGE			
Électrique	1 498,49	1 249,62	-20
Ventilateurs (électrique)	9,04	7,54	-20
AUXILIERES			
Électrique	549,01	833,84	34
Ventilateurs (électrique)	1 138,80	1 379,15	17
Total énergie primaire (kWh EP/m ²)	3,31	5,03	34
Vent - total énergie primaire (kWh EP/m ²)	6,87	8,32	17
PHOTOVOLTAÏQUE			
Électrique	1 670,63	0	0
Total énergie primaire (kWh EP/m ²)	10,08	0	0

U22Win 2005 V. 4.8.0 évalué EVAL. 2010.02. Licence 3250. Calculs réalisés avec le moteur ThCE2005 (V1.1.3 du 12/12/08) conçu par le CSTB.



1_Le levage des panneaux ossature bois. 2_La pose en préfabrication de panneaux avec du bardage vertical est plus facile qu'avec du bardage horizontal. 3_Le moment où l'on réalise la toiture terrasse est toujours délicat jusqu'à la pose de l'étanchéité. 4_La fibre de bois prend place entre les montants d'ossature.

Volume de bois mis en œuvre

Estimation effectuée avec la méthode de calcul fixant le volume de bois incorporé dans certaines constructions, selon l'Arrêté du 13 septembre 2010.

Volume total de bois dans l'ouvrage	102 m ³
Surface hors œuvre nette de l'ouvrage (SHON en m²)	427 m ²
Volume de bois en dm³/m² de SHON	238 dm ³ /m ²



Caractéristiques de l'opération

Typologie	6 logements d'habitation basse consommation.
Construction	1 bâtiment en R+2 avec garage en sous sol. RDC : 2 logements séjour cuisine - 1 chambre, local poubelle, 6 caves. Etages : 4 logements. R+2 : 2 logements.
Structure	Structure noyau béton pour les communs. Ossature bois pour murs et planchers. Toiture terrasse végétalisée.
Isolant	Laine de bois 150 mm dans les murs. Contre isolation extérieure fibre de bois densifiée 60 mm.
Menuiserie extérieure	Menuiseries bois.
Facade	Bardage mélèze.
Vitrage occultation	Volets bois coulissants.
Ventil	Simple flux hygro B / autoreglable.
Chauffage	Gaz collectif / bois, radiateur.
Eau chaude sanitaire	Production gaz / bois. Panneaux photovoltaïque.
Label	BBC EFFINERGIE. RT 2005 au sens ThCE.

Philippe Meunier, architecte DPLG,
maître d'œuvre de conception

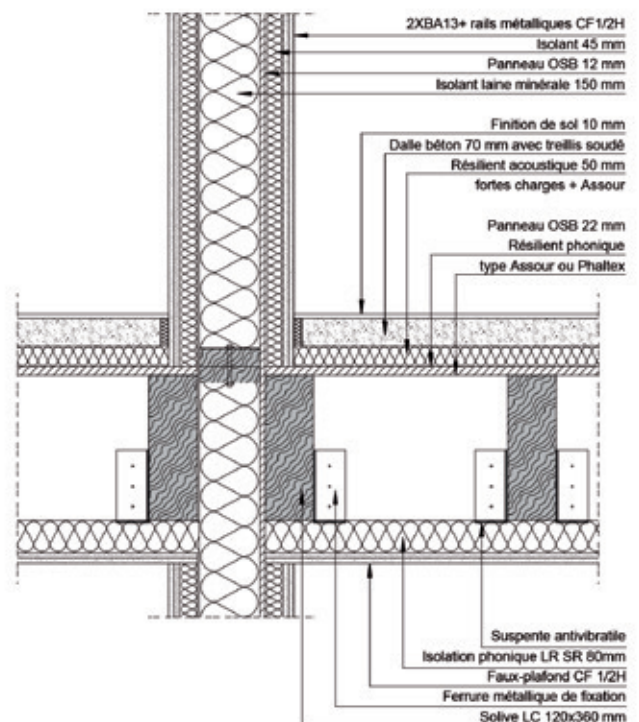
«Nous avons peu de marge pour l'implantation du bâtiment au regard du prospect et du plan général de la ZAC. La forme trapézoïdale en résulte avec son cortège de difficultés statiques pour contreventer l'ouvrage d'autant plus que sur les parties les plus fines du bâtiment sont orientées au sud avec forcément la façade la plus ouverte. La conception bois n'obéit pas aux mêmes règles que la maçonnerie où un trumeau de 20 ou 40 en béton peut assurer une stabilité. En l'occurrence, c'est le panneau complet qui contrevente, donc effectivement, la conception bois nous emmène vers une autre forme de conception. Pour tout dire, la forme de ce bâtiment est contraignante pour une construction bois.

L'option « tout bois » du cahier des charges, impliquant des planchers, des refends et les façades en bois, a fortement impacté notre travail, en démultipliant les détails. Mais c'est indispensable pour obtenir, notamment, une acoustique de qualité, naturellement attendue du futur propriétaire. A l'agence, nous n'avons pas l'habitude de construire en bois, hormis des maisons individuelles. Ce projet est un de nos premiers projets en bois significatif, et nous en avons mesuré l'exigence à cette échelle de logements collectifs. La conception s'est faite en étroite collaboration avec le bureau d'études structure bois. Echange indispensable mais fructueux pour trouver les solutions optimales conjuguant l'architecture et la stabilité.

J'ai poussé la conception jusqu'à l'étape du DCE. Nous avons également fait une maquette à l'échelle 1/25^e qui a été exposée à la biennale du développement durable, deux années auparavant. C'était avant tout une maquette de communication mais elle a été conçue de manière structurelle et elle nous a permis de vérifier la structure. Elle était aussi pédagogique pour montrer à tout le monde comment faire un bâtiment R+2 en bois.»

Détails techniques

Coupe verticale sur séparatif logements



Pourquoi le choix de faire un bâtiment tout bois ?

«Pour cette ZAC, nous avons déjà réalisé une première tranche de logements BBC, en béton avec des balcons en bois. C'était notre première confrontation avec le matériau. Pour la deuxième opération, nous avons deux bâtiments à réaliser : un collectif assez classique et un petit bâtiment. Voulant privilégier un bon bilan carbone dans une opération à forte exigence environnementale, nous avons « franchi le pas » et opté pour une construction du petit bâtiment « tout bois ». C'était pour nous l'occasion d'acquérir de l'expérience sur ce mode constructif, en BBC, et d'avoir des notions de prix réelles. On ne voulait pas faire appel aux produits industriels -type KLH par exemple- pour ne pas être prisonnier d'un fournisseur. Ce projet devait nous permettre de tester cette construction bois en termes de prix de revient mais aussi, techniquement et commercialement. Nous voulions également prouver qu'un bâtiment en bois peut être aussi performant qu'un bâtiment béton, et nous voulions être capable de le vendre à des clients intéressés par ce type de construction.

A l'avenir, le « tout bois » sera privilégié sur des petits bâtiments collectifs, type R+1. Pour l'heure, notre politique « bois » s'oriente plutôt vers des bâtiments mixtes bois-béton, avec des dalles béton et des façades bois.»

D'où vient la forme singulière du bâtiment ?

«Cette forme de trapèze résulte du choix de l'aménageur, dans son plan de masse. C'est malheureusement une forme peu adaptée à la structure bois. Le fait d'être en zone sismique nous a aussi contraints à quelques parties d'ouvrage en béton car la structure bois seule n'était pas suffisante pour contreventer le bâtiment.

Notre équipe d'ingénierie était très motivée. Tous savaient que nous voulions construire en bois, quels que soient les problèmes qui pourraient apparaître. C'est la force du maître d'ouvrage de se donner les moyens de réussir un challenge en disant « on souhaite faire cela et on y va ! »

L'analyse des prix de revient fait ressortir un surcoût pour le plancher bois. Par contre, la façade bois n'est pas plus chère qu'une façade béton isolée. À performance égale, le prix est équivalent. Nous voulions vraiment tester ce bâtiment tout bois en évitant les solutions intermédiaires comme les planchers collaborant bois-béton. Et cela nous est utile car maintenant qu'on a tous les résultats thermiques, acoustiques, économiques, on sait ce qu'on pourrait optimiser dans une prochaine opération. Nous sommes satisfaits de voir que ce bâtiment fonctionne bien. Nous avons désormais tous les éléments en main pour « reproduire » ce concept et le vendre. Le bois présente l'avantage d'aller beaucoup plus vite qu'un bâtiment conventionnel. Ce bâtiment a été levé en trois semaines ! Pour un promoteur, un tel gain de temps est loin d'être négligeable ! Le délai est un élément crucial qui peut avoir un impact financier et commercial sur la vente du bien. Ce chantier a été riche d'enseignements pour tout le monde, y compris pour les entreprises dont c'était le premier bâtiment bois.»



Prix HT de construction constatés

Les couts présentés sont issus du récapitulatif montant total marché, soit le montant total des offres des entreprises visés. Ils ont été actualisés avec l'indice BT01 de octobre 2012: 876.6 du JO du 30/01/2013. Les lots indiqués en rouge correspondent aux lots bois.

DESIGNATION	MONTANT actualisé € HT	MT actualisé € HT/m ² - SHON	MT actualisé € HT/m ² - SHAB	% montant du lot ramené au montant sous total de construction
		428 m ²	375 m ²	
Installation de chantier				
VRD				
Terrassement				
Gros-œuvre	53 166	124	142	9%
Chapes	10 900	25	29	2%
Charpente bois	Compris lot ossature / structure			
Charpente métallique				
Ossature / structure	175 053	409	467	30%
Plancher				
Menuiserie extérieure	20 154	47	54	3%
Couverture				
Etanchéité	21 372	50	57	4%
Bardage	49 250	115	131	8%
Occultation bois				
Occultation PVC				
Occultation métal				
Façades				
Isolation				
Serrurerie	22 670	53	60	4%
Conduits fumées				
Traitement antitermites				
Mur végétal				
Clos couvert	352 565	825	940	60%
Menuiserie intérieur	18 270	43	49	3%
Serrurerie intérieur	-1	0	0	
Carrelage faïence	23 700	55	63	4%
Sols souples				
Parquets	9 494	22	25	2%
Cloison doublage	43 801	102	117	7%
Faux plafond				
Peinture	21 465	50	57	4%
Parachevement	116 730	273	311	20%
Electricité	40 474	95	108	7%
Plomberie	20 700	48	55	4%
VMC	6 287	15	17	1%
Chauffage	42 563	100	114	7%
Chaufferie				
Solaire				
Photovoltaïque	9 656	23	26	2%
Garage				
Ascenseur				
Télévision				
Réseau souple				
Equipements	119 680	280	319	20%
Sous total construction	588 975	1 378	1 571	100%
Espace verts				
Terrassement				
Démolition				
Aménagements autres				
Aménagements autres 2				
Aménagement extérieur	0	0	0	
Coût total construction	588 975	1 378	1 571	

1_La structure bois en cours de montage.