

Déjà paru :

- N°1 Logement collectif social
- N°2 Collège
- N° 3 Logement individuel social
- N°4 Gymnases
- N°5 Ecoles

En préparation :

- Maisons de retraite
- Salles communales
- Bâtiments de santé
- Lycées

Sommaire :

- École polyvalente, maternelle et élémentaire à Paris (75) p2
- Extension de l'école de Vaucresson (92) p6
- Extension HQE pour l'école de La Tour de Salvagny (69) p10
- Surélévation de l'école de Monthyon (77) p14
- La thermique et le bois p18
- Appel d'offre par macro-lots p19
- Descriptifs des réalisations p20
- Le stockage de carbone p22
- Les coûts de construction p23

Construire avec le bois

Une édition du Comité National pour le Développement du Bois.
6 avenue de Saint-Mandé, 75012 Paris
Tél. 01 53 17 19 60
Fax 01 43 41 11 88
Mail info@cndb.org

Conception :
Jean-Marc Pauget
Contact: jm.pauget@cndb.org

Retrouvez toutes les études de cas sur www.cndb.org

ETUDE DE CAS: Écoles

Paris (75): école polyvalente, maternelle et élémentaire
Vaucresson (92): extension de l'école
La Tour de Salvagny (69): volonté HQE marquée
Monthyon (77): surélévation de l'existant



EDITO

Pour cette sélection d'écoles, trois se situent dans la région parisienne (dans Paris 20^e, à Monthyon et à Vaucresson) et une école près de Lyon, à la Tour de Salvagny.

Ces réalisations sont assez différentes dans l'esprit comme dans les objectifs.

A la Tour de Salvagny, c'est une extension d'école, un projet important avec une véritable volonté HQE,

L'école parisienne s'inscrit dans un site parisien très dense, opération

mixte bois et béton.

La surélévation de l'école de Monthyon répond aux impératifs d'extension d'un ensemble dégradé dans un site difficile, à réaliser dans un temps très limité.

L'école de Vaucresson est elle aussi une extension, cette fois dans un parc très vert, avec une volonté architecturale d'intégration par rapport aux bâtiments existants.

En fait 4 situations très différentes pour des programmes similaires

Jean Marc Pauget,
CNDB Rhône-Alpes.

Paris (75): école polyvalente, maternelle et élémentaire

Dans un site parisien assez perturbé urbanistiquement, l'insertion de l'école renoue avec la trame urbaine traditionnelle des grands bâtiments en bois à pignons sur rue, dédiés à des activités artisanales.



Le programme

Construction d'une école polyvalente (maternelles et élémentaires) de 10 classes,

Les intervenants :

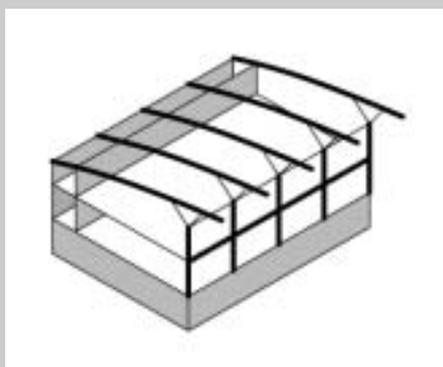
Benoît Laverdant, architecte associé de l'agence Daufresne-Le Garrec, à Paris

Robert Lourdin, ingénieur-architecte Ville de Paris, Maître d'Ouvrage CMBP, Entreprise générale:

Le choix constructif

La construction neuve est en en structure bois sur socle en maçonnerie.

La trame constructive est constituée de poteaux et poutres en Lamellé collé, contreventés par haubans. Les planchers sont à structure bois, avec une sous face plâtre.



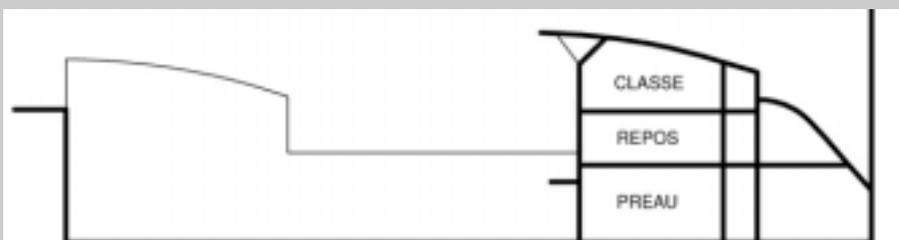
Le système constructif



Le projet. Benoît Laverdant, Architecte

L'idée était de retrouver l'esprit d'atelier sur le corps principal des classes. Le pignon se présente face à la rue, derrière lequel se développent 7 trames de classes, au premier et au deuxième, on a 10 classes en tout, et les différentes salles qui vont avec, bibliothèque, etc.

Rompant cet ordonnancement, le préau des maternelles est un volume de forme ovoïde en saillie par rapport au bâtiment, calibré sur la ronde de 10 mètres qui est au cahier des charges, et qui doit pouvoir être faite dans le préau.



Coupe transversale

L'entrée, est fortement marquée par une forme ovoïde.



Deux bracons tiennent la charpente, et le nez de toiture qui sera habillé en zinc. Pour éviter une croix de saint André sur la façade, le contreventement est réalisé par câbles, appliqué à chaque poteau, très fin. Un mât de bateau est contreventé de la même manière. Le contreventement est simplement un encastrement de la tête du poteau sur le pied de poteau par l'intermédiaire de la poutre de plancher. ▶



▲ Les menuiseries extérieures sont mixtes, en bois-aluminium (du Chêne), afin de limiter l'entretien, et amener une touche chaleureuse à l'intérieur.



Pourquoi le bois ?
Benoît Laverdant, Architecte

« Cette école n'est que partiellement en bois, un ensemble de classes posé sur un socle en béton revêtu de terre cuite, et a été pensée au début comme un ensemble mixte bois et béton.

Le bois était présent dans la référence à l'urbanisme d'ateliers d'arti-

sans parisiens.

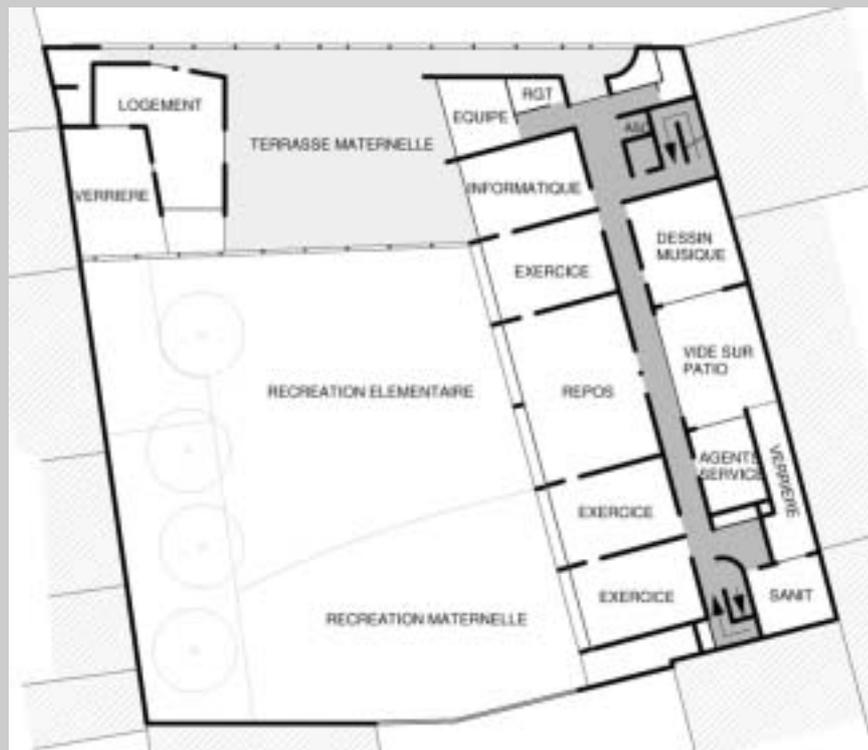
Dans le souhait de favoriser tous les espaces de l'école, sur le plan de l'éclairage, des textures, l'idée était de retrouver du bois. Sans être dans une optique « tout bois », nous nous sommes efforcés d'en mettre le plus possible, comme par exemple en menuiseries extérieures, mixtes chêne et aluminium.

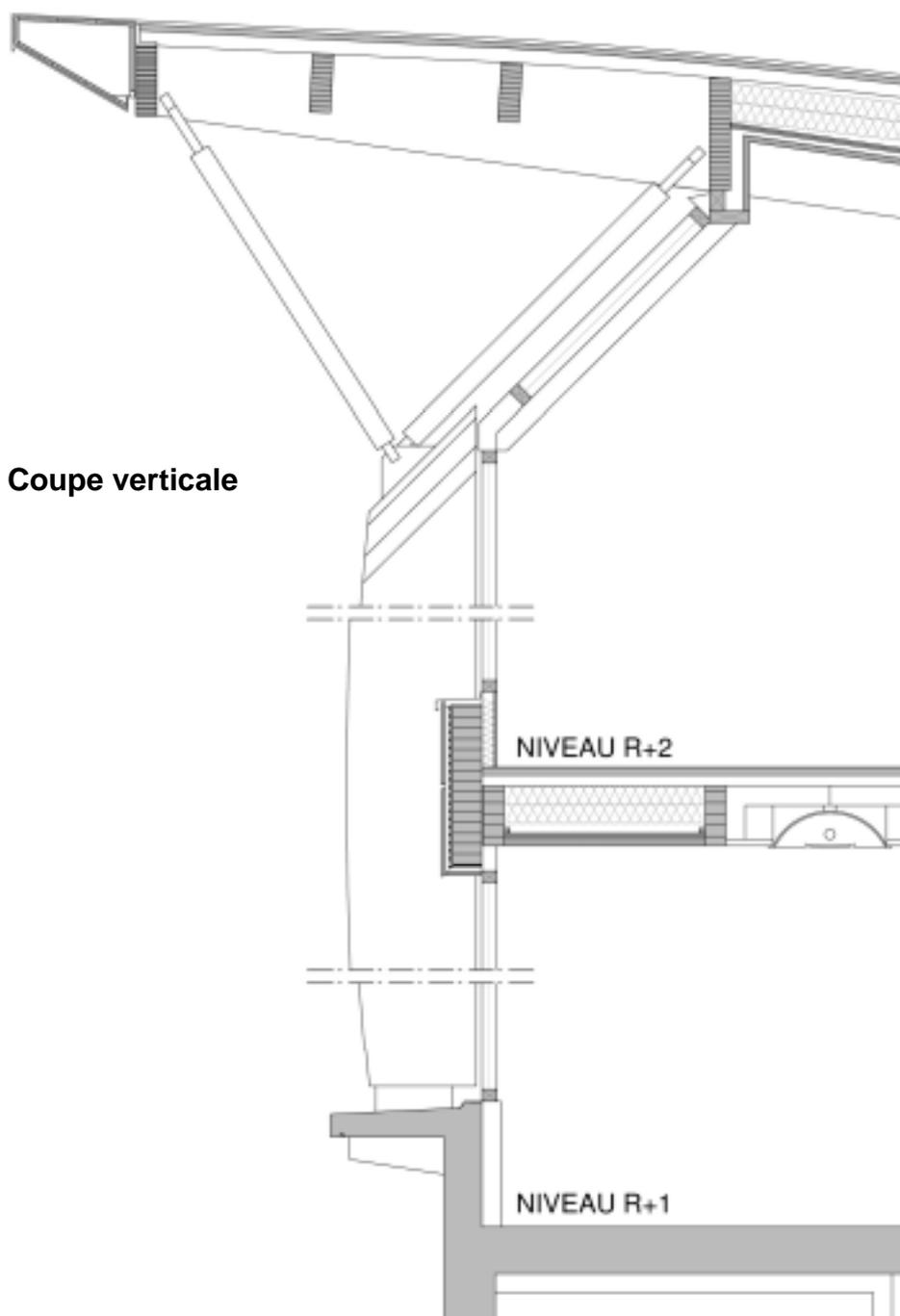
Le fait de voir, en plus, les tranches des solives change tout dans une classe. La maîtrise d'ouvrage craignait d'avoir peu d'offres, et même de n'en avoir qu'une seule, de l'entreprise leader dans le domaine à l'époque.

Elle a demandé une variante béton, mais avec le risque d'aboutir à une école totalement en béton, ce que nous voulions justement éviter, puisque tout le travail de conception était en grande partie tourné vers le bois.

La stratégie fut de recentrer la question du bois uniquement sur les classes, le reste en béton, ce qui faisait moins peur, sachant que pour les appels d'offres il y avait de la concurrence.

Avec la participation du CNDB, la maîtrise d'ouvrage avait visité le lycée de Rumilly, en Hte Savoie, pour se convaincre de l'intérêt du bois. Le bois a donc été recentré sur les classes. Puis a eu lieu la joute avec le bureau de contrôle pour arriver à ce que le bois ne soit pas entièrement caché par du plâtre. »





Toiture :

Couverture zinc à joints de bouts
 Voliges 25mm
 Chevrons 58x75mm
 Pannes 90x270mm
 Isolation LM 2x100mm
 Rail métallique
 Plaques 2xBA 13mm
 Vide d'air
 Absorbant minérale 40m

Mur extérieur :

Panneaux bois contrecollés lasurés
 Tasseaux bois
 Pare pluie
 Plaque BA 13mm
 Poutre LC 150x840mm
 Isolation LM
 Plaque BA 13mm

Plancher :

Sol souple
 Plancher CP 32mm M1
 Lambourdes 80x60mm en-traxe 60cm
 Solives LC 110x400mm
 Isolation laine de roche 2x100mm
 Vide d'air
 Plaques 2xBA 13mm
 Absorbant 40mm



Le déroulement du chantier: témoignage de l'architecte et de l'Ingénieur



Benoît Laverdant, Architecte

« Le chantier a été traité en entreprise générale, ce qui a beaucoup simplifié les choses, les problèmes qui pouvaient surgir étaient filtrés par l'entreprise générale avant que çà nous arrive »



Robert Lourdin, Ingénieur-Architecte

« La difficulté du chantier a été essentiellement la coordination entre les grands voiles de béton, avec leurs tolérances propres, et la charpente bois, avec les siennes; ce sont à peu près les seuls problèmes réels qu'on ait eu sur ce chantier en termes de difficultés techniques, outre le travail de pose, très

bien fait par CMBP.

Ces rattrapages de jeux de tolérances ont été assez complexes, du fait aussi que la géométrie de l'ensemble l'est aussi.

En effet, ce sont des toitures courbes qui se raccordent entre elles, et même avec un bon tracé d'épure de charpentier, et les précisions données au maçon, les tolérances sont ce qu'elles sont... c'est assez difficile. »



L'architecte souhaitait que le bois des solives soit visible dans les classes, mais le bureau de contrôle lui a opposé un article qui impliquait de les masquer : seule la tranche des solives est visible. Leur surface visible, ajoutée à celle des luminaires, comptait alors pour moins de 25% de la surface du plafond, et retraits dans la tolérance acceptable en plafonds.

Prix de construction constatés. (valeurs actualisés Aout 2005)



Benoît Laverdant, Architecte
Et la lumière?

« Pour certains, l'école est trop vitrée. Au 2^e étage, sous la toiture, les classes bénéficient de toute la hauteur de la toiture qui se soulève du côté de la cour, de la façade vitrée.

En tous cas, la volonté de départ du projet était d'apporter le plus de clarté possible dans les salles.

Malheureusement les occultations sont très limitées, la maîtrise d'ouvrage s'est contentée de demander des rideaux intérieurs. Il manque actuellement un dispositif extérieur de contrôle solaire en façade, qu'il ne faut pas désespérer de pouvoir installer... »



Désignation	Montant €/ HT	%	Mt / m ² SHON
			2 380,00
Gros-Œuvre	1 504 188,95	31,4%	632,01
Charpente Bois	330 277,15	6,9%	138,77
Couverture métal	200 348,82	4,2%	84,18
Etanchéité	50 318,27	1,1%	21,14
Menuiseries Extérieures - Occultations	506 708,18	10,6%	212,90
Total Clos Couvert	2 591 841,37	54,2%	1 089,00
Cloisons Doublages	59 506,70	1,2%	25,00
Menuiseries Intérieures	197 972,00	4,1%	83,18
Serrurerie	94 828,59	2,0%	39,84
Fermeture Industrielle	13 685,39	0,3%	5,75
Plafonds Suspendus	111 606,72	2,3%	46,89
Carrelage Faïence	77 266,63	1,6%	32,46
Sols minces Collés	59 317,94	1,2%	24,92
Peinture	111 877,20	2,3%	47,01
Total Parachèvement	726 061,17	15,0%	305,05
Plomberie Sanitaire	245 092,79	5,1%	102,98
Chauffage Ventilation	269 336,30	5,6%	113,17
Ventilation	174 656,19	3,6%	73,38
Electricité Courants forts & faibles	297 746,44	6,2%	125,10
Total Fluides	986 831,72	20,5%	414,63
A - Total Construction en €HT	4 304 734,26	89,7%	1 808,68
Terrassements Généraux	7 278,92	0,2%	3,06
VRD	148 474,40	3,1%	62,38
Clotures	71 580,69	1,5%	30,08
Espaces verts	9 266,70	0,2%	3,89
B - Total Adaptation au site	236 600,71	4,9%	96,35
Ascenseur	50 915,64	1,1%	21,39
Equipement de Cuisine	151 403,69	3,2%	63,61
Agencements	44 889,00	0,9%	18,86
C - Total Equipements Spécialisés	247 208,33	5,2%	103,86
Total A + B + C HT	4 788 543,30	100%	2 011,99

Vaucresson (92): extension de l'école

Ce projet porte sur l'insertion de nouveaux bâtiments dans un parc, avec une volonté architecturale d'intégration par rapport aux bâtiments existants.



Le programme

Ce projet est une construction neuve, en extension de l'école existante. Il comprend deux salles de classe et une salle d'activité, ainsi qu'une extension de la salle de restauration. Ce projet est lauréat d'un concours sur esquisse.

Les intervenants :

Didier Klinkammer, architecte

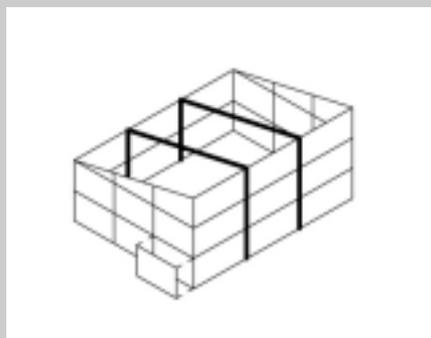
Ville de Vaucresson

Entreprise Cruard, pour la partie bois (53)

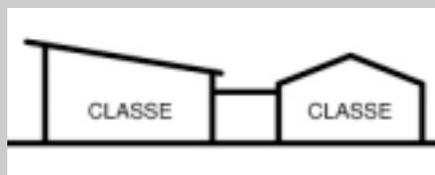
Ville de Vaucresson, Maître d'Œuvre.

Le choix constructif

La structure est constituée de portiques lamellé-collé, entre lesquels s'insèrent des murs à ossature bois. Le bardage est en pin autoclave, la charpente en lamellé collé, et couverture type membrane.



Le système constructif :
portiques et ossature bois



Coupe transversale

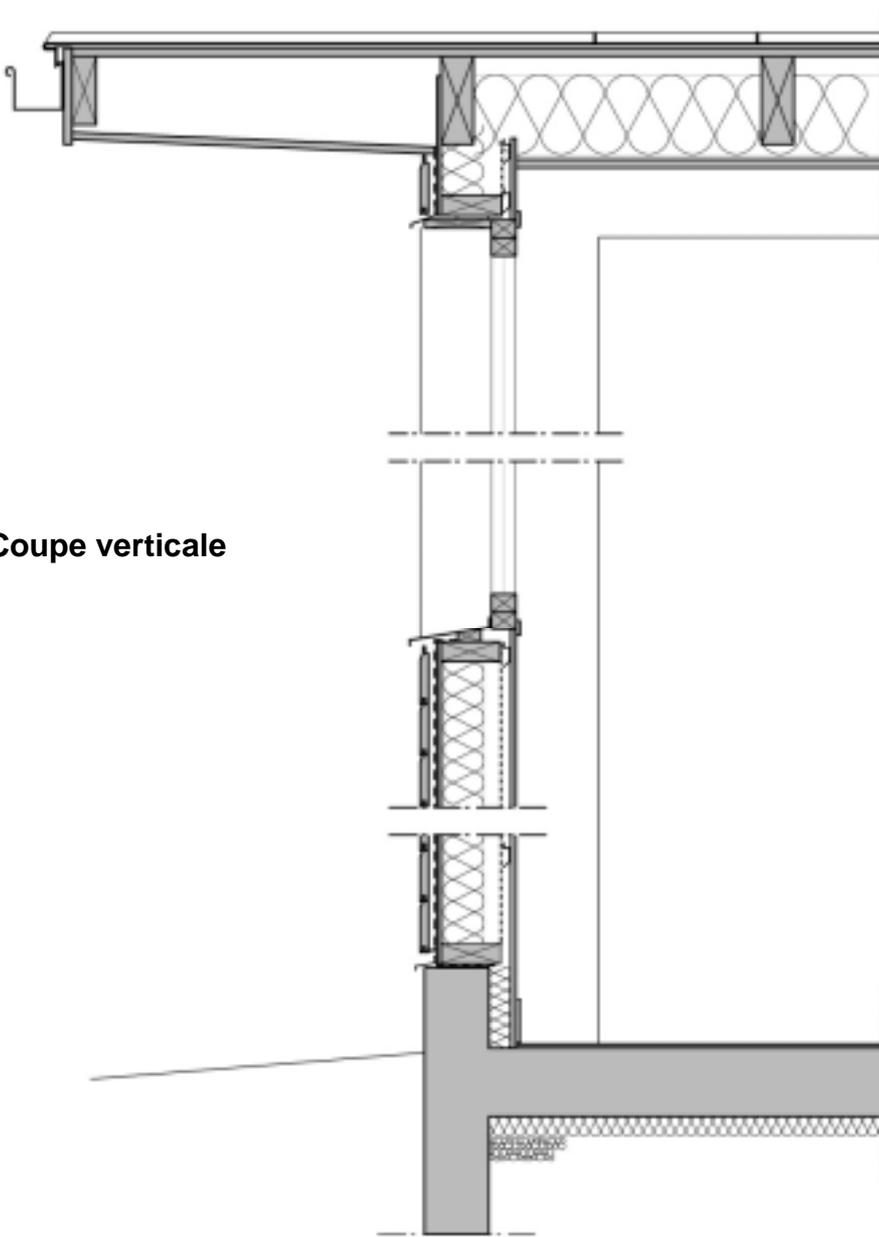


Pourquoi le bois ?
Didier Klinkammer,
Architecte.

« En site occupé, il fallait trouver des solutions d'intervention rapides, donc en filière sèche. Nous avons déjà à notre actif une extension d'école primaire en bois, et avons retenu ce matériau, ce qui a été assez bien perçu par le maître d'ouvrage, le maire, puisqu'on est dans un parc.

La seule interrogation portait sur la nature du bardage, en pin sylvestre autoclavé qui vieillira naturellement.

Coupe verticale



Toiture :

Couverture zinc à joints de-bouts
Panneau bois 22mm
Vide d'air 50mm
Pannes BM 80x220mm fixées sur portique LC
Isolation LM 200mm + pare vapeur
Plafond suspendu 20mm

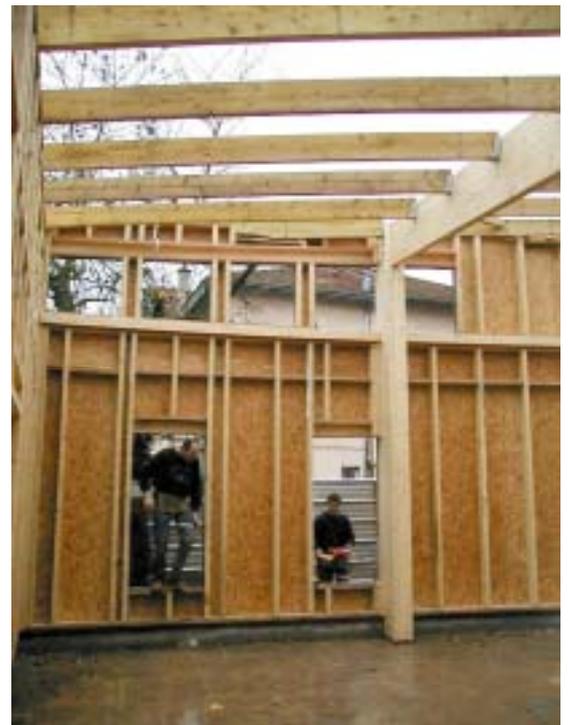
Mur extérieur :

Bardage bois pin sylvestre cl3 ou cœur de douglas
Lattage bois
Pare pluie
Panneau OSB 10mm
Ossature BM 150mm + portique LC
Isolation LM 100mm
Pare vapeur
Rail métallique
Plaque de BA 13mm

Noter la remontée en maçonnerie sur la coupe: pour respecter l'accessibilité, le niveau du sol extérieur est quasiment au niveau du sol intérieur, la protection en pied de bardage est obtenue par une remontée de 20 cm, sans habillage.



Les 3 chantiers ont démarré ► vers le mois de novembre, le dallage en plein hiver, et l'ensemble a été réceptionné au mois d'avril suivant. Les panneaux d'environ 3 m, selon le gabarit routier, sont arrivés ouverts côté intérieur. Pour l'architecte, dont c'était le troisième projet en bois, et le premier en structure ossature, faire du panneau fermé avec l'isolant préparé n'était pas opportun, du fait des réseaux électriques et fluides à passer. En revanche, le bardage était en place, sauf sur les façades où, à cause du rayon de courbure certains éléments ont été fermés sur place.





**Didier Klinkammer,
Architecte.**

« L'école maternelle existante avait 6 classes, et le programme était de réaliser une extension sur un terrain bien occupé, vers l'entrée de l'école : les salles sont reliées au corps de bâtiment par une circulation.

En fait pour une SHON d'environ 500m², ce sont trois chantiers qui ont été ouverts, aux deux extrémités du bâtiment existant et sur son arrière pour le restaurant ; en outre il a fallu agrandir la cour de récréation.

La partie existante était en maçonnerie traditionnelle avec un parement brique et une volumétrie de toit assez importante.

Le parti choisi consistait à créer une modénature par un jeu de toitures : elles ont été sectionnées pour respecter le rythme des éléments existants, mais sans soucis particulier dans les détails.

Le projet initial comportait des éléments de forme rectangulaire, ils sont devenus courbes au cours des études, ce qui techniquement n'a pas posé de problème dans la mise au point des détails ; l'architecte a utilisé des modèles 3D pour travailler les structures.

La couverture était proposée en zinc, mais pour des raisons d'économies, c'est une membrane PVC Sika Trocal, qui a été adoptée contre le souhait de l'architecte.

Des faux joints ont été collés pour rétablir visuellement une échelle. En revanche toutes les rives, toutes les gouttières ont été traitées en zinc pré-patiné.

La structure primaire est montée en poteaux-poutres en bois lamellé-collé, le remplissage est réalisé en murs panneaux. Dans la salle d'activités, il a fallu prévoir après coup des ponts de singe, ce qui génère des charges assez importantes dans les poutres, et en traction sur les poteaux, donc il y a, il a fallu reprendre les calculs en cours de fabrication et rapporter des éléments après coup. »



**Didier Klinkammer,
Architecte.**

« L'entreprise Cruart est de la région d'Angers, du Maine.

Les entreprises de l'Ouest sont très présentes à Paris comme nous avons pu le vérifier avec d'autres projets en bois que nous avons actuellement en cours, et très concurrentiels en terme de coûts. »



Prix de construction constatés. (valeurs actualisés Aout 2005)

Désignation	Montant € / HT	%	Mt / m ² SHON
			527,00
Gros-Cœuvre	181 986,37	24,2%	345,33
Charpente	152 626,52	20,3%	289,61
Couverture	70 831,40	9,4%	
Menuiseries Extérieures	82 810,24	11,0%	157,14
Total Clos Couvert	488 254,53	64,9%	792,08
Menuiseries Intérieures	32 184,92	4,3%	61,07
Cloison Doublage Plâtrerie	42 066,00	5,6%	79,82
Plafonds suspendus	20 344,45	2,7%	
Peinture	19 580,62	2,6%	37,15
Sols Souples	26 731,84	3,6%	50,72
Total Parachèvement	140 907,83	18,8%	228,76
Chauffage Ventilation	81 407,67	10,8%	154,47
Electricité	40 517,31	5,4%	76,88
Total Fluides	121 924,98	16,2%	231,35
A - Total Construction en €HT	751 087,34	99,9%	1 252,19
		0,0%	0,00
		0,0%	0,00
B - Total Adaptation au site	-	0,0%	0,00
		0,0%	0,00
		0,0%	0,00
C - Total Equipements Spécialisés	-	0,0%	0,00
Total A + B + C HT	751 087,34	100%	1 252,19

La Tour de Salvagny (69): extension HQE

Le programme comporte à la fois une réhabilitation restructuration d'une partie existante, et une extension, en tout cinq classes neuves, et six classes existantes réhabilitées, ainsi que des locaux communs réhabilités dans une démarche HQE.



Le programme

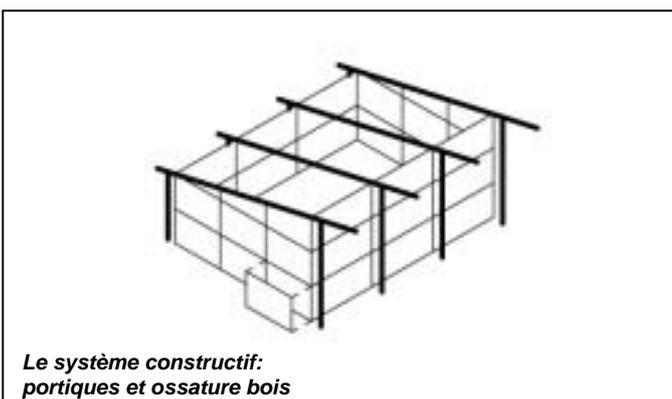
Il intègre une réhabilitation et une extension, le projet est lauréat d'un concours. Il comprend une salle polyvalente, une salle d'art plastiques, 5 classes neuves, réhabilitation de 6 classes existantes et des locaux communs dans une démarche HQE

Les intervenants :

Jocelyne Duvert, architecte associée de l'agence Tectoniques à Lyon.
BE Quadri Plus,
Aspect environnementaux : BE Etamine, Nicolas Molle
Entreprise bois: SDCC

Le choix constructif

Le système constructif est constitué de murs à ossature bois. La charpente est portée par un ensemble de portiques en lamellé collé, dont les poteaux verticaux sont positionnés à l'extérieur de l'enveloppe.



Les points forts du projet HQE:

Jocelyne Duvert, architecte (Tectoniques)



« La démarche HQE de ce projet a été programmée dès le départ par la maîtrise d'ouvrage, le maire de l'agglomération étant délégué régional de l'Ademe.

- La thermique d'hiver et le confort d'été : la combinaison de l'isolation thermique, du puits canadien, du contrôle solaire et de la ventilation double flux avec traitement d'air les garantit, avec, à la clé une économie d'énergie de 50% de la consommation de référence, de même pour la ventilation et l'éclairage.

- Des mesures du comportement thermodynamique de l'école en service pendant les différentes saisons permettront de vérifier la pertinence des solutions adoptées et de recouper les calculs prévisionnels.

- Les économies d'énergie : avec 124m² de panneaux photovoltaïques placés sur des sheds en toiture la partie noble sur rue, l'alimentation de l'éclairage de service de jour est complètement assuré, notamment grâce à une utilisation optimale de l'éclairage naturel des locaux.

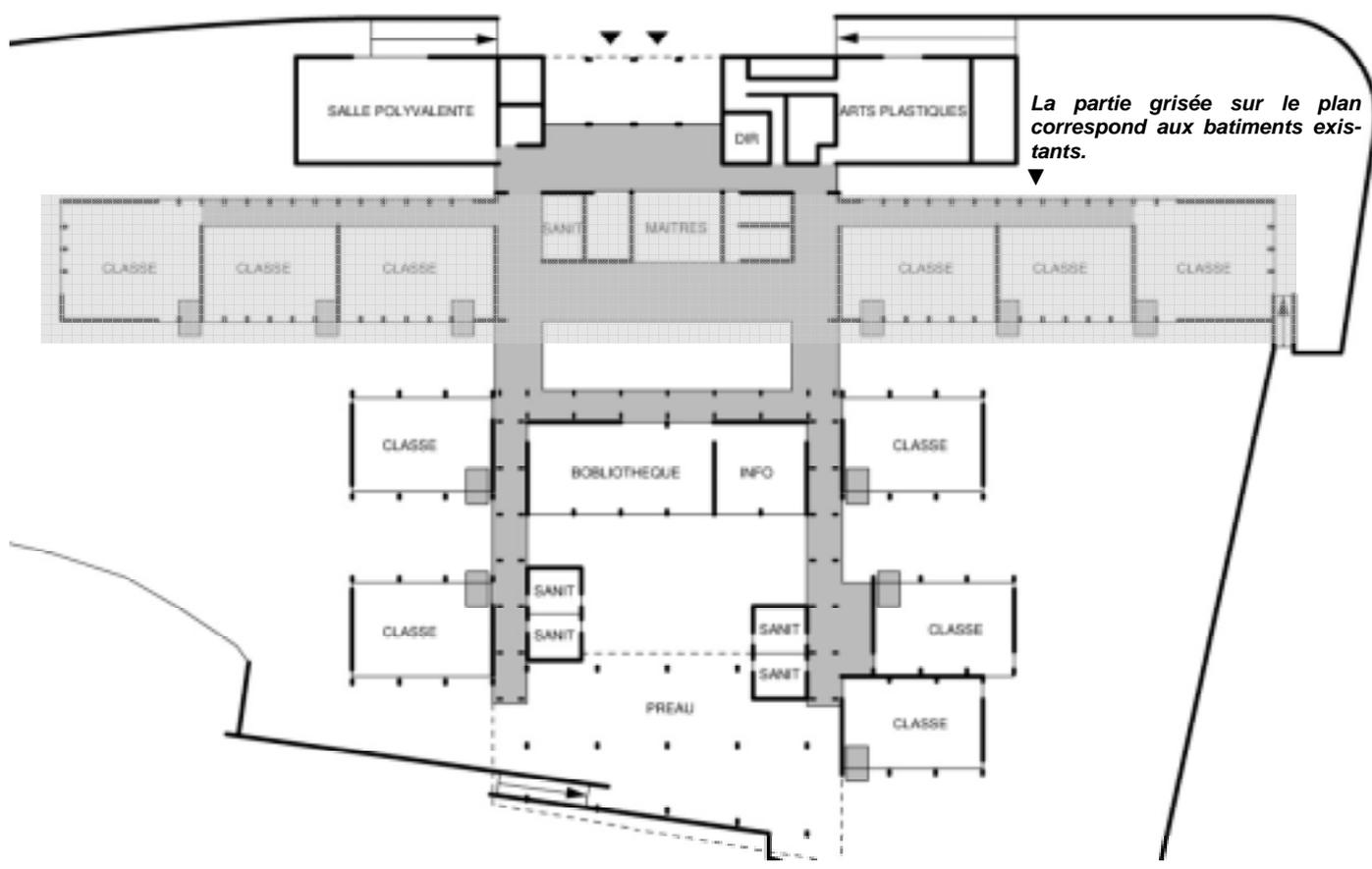
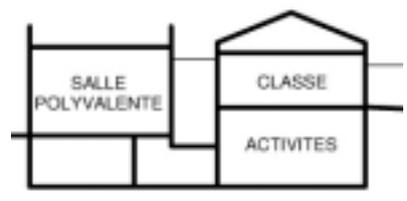
- Le contrôle du ruissellement : les toitures horizontales, toutes végétalisées, rejettent leurs eaux dans deux bassins de rétention, et de là sur les réseaux après un temps de rétention assez long. Par contre toutes les eaux pluviales de toiture en zinc sont collectées, filtrées et réutilisées sur les sanitaires de l'école.

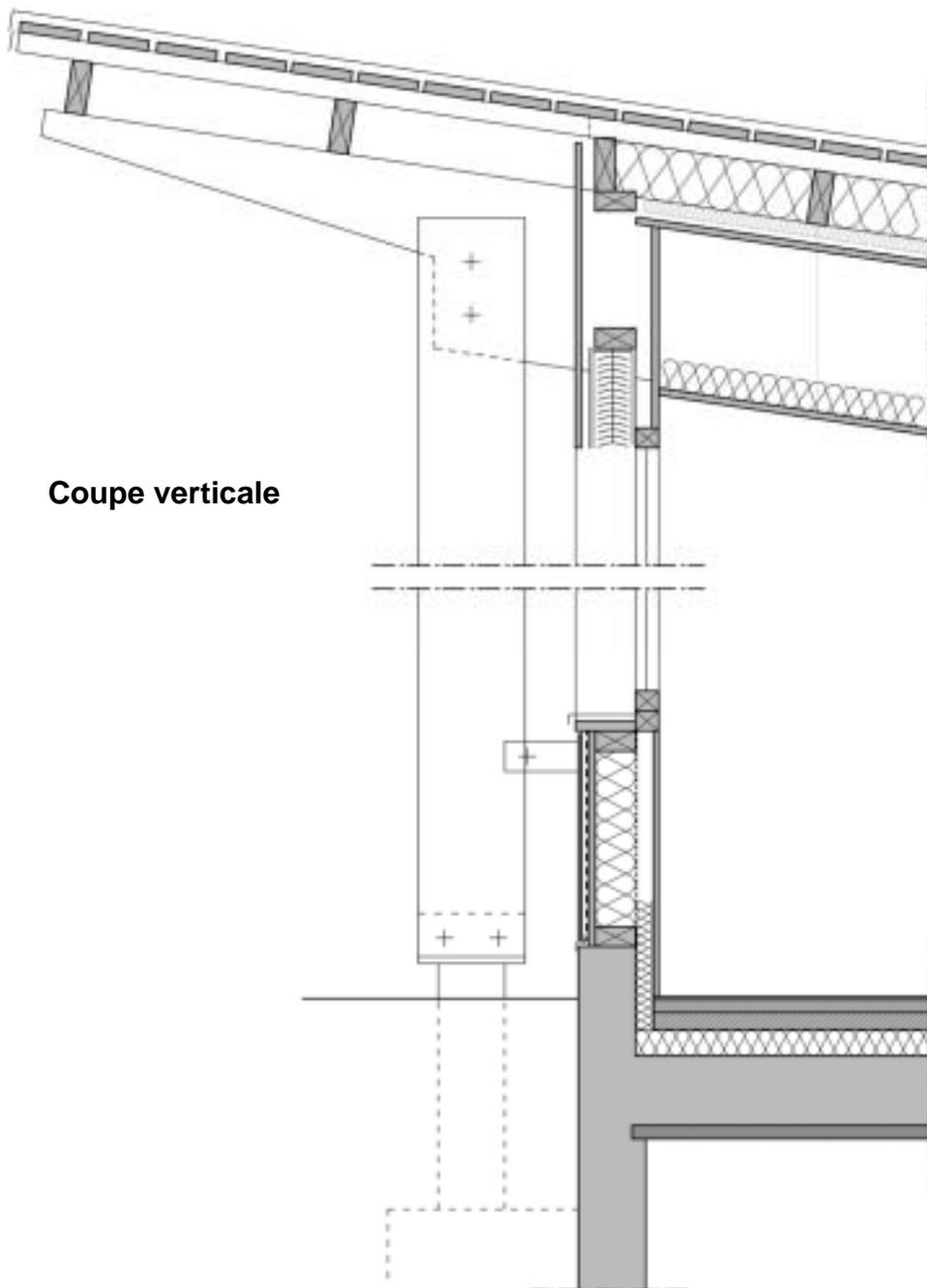
- En ce qui concerne la cible HQE « maintenance », la topographie a facilité l'enterrement en sous-sol des systèmes de chauffage et ventilation : puits canadien, centrale de traitement d'air, chaufferie (redimensionnée pour l'ensemble du site). »



▲ Chez Tectoniques, il est fréquent de rendre autonomes la structure porteuse et les cloisonnements intérieurs. Il n'était pas absolument nécessaire d'avoir les pieds de portiques à l'extérieur. Cependant ils rythment le premier plan de la façade. Au second plan, on trouve les percements là où ils sont utiles, d'où la dissymétrie est-ouest : les pare-soleil extérieurs qui correspondent exactement à la demande du point de vue, sont gérés au fil de l'année en fonction des besoins de protection.

▼ Coupe transversale





Coupe verticale

Toiture :

Couverture zinc prépatiné à joints debouts
 Platelage bois
 lame d'air 40mm
 Pannes BM 160mm fixées sur arbalétrier LC
 Isolation LM 160mm
 Isolation LM 50mm
 Pare vapeur alu ponté
 Plaque BA 13mm sur rail métallique
 Isolation acoustique LM 100mm
 Faux-plafond dalles type GYP-TONE LINE4

Mur extérieur :

Panneaux TRESPA 8mm gamme « métalic » teinte laiton
 Tasseaux bois
 Pare pluie delta vent
 Panneaux OSB 22mm
 Ossature BM 120mm
 Isolation LM 120mm
 Pare vapeur alu ponté
 Rail métallique
 Isolation LM 50mm en pied de mur
 Plaque FERMACELL 12,5mm



La préparation du chantier : mission « exé »

Jocelyne Duvert, Architecte (Tectonique)

« L'agence Tectonique prend le plus souvent des missions de base plus l'exécution sur la région lyonnaise (ce qui n'est pas toujours le cas sur Paris). On ne dessine pas toujours autant qu'on voudrait, d'abord parce que les bureaux d'études de nos équipes ne sont pas toujours très structurés pour le bois. Dans le cas présent, le Bureau Etude est un généraliste, non spécialisé pour le bois.

Nous avons donc beaucoup dessiné, en mission de base plus exécution. Le travail de préparation de chantier a été très important en parallèle avec l'entreprise.

C'est indispensable pour ne pas se retrouver avec le défaut du bois, qui est d'aboutir à des éléments très épais, même si nous avons l'habitude du dimensionnement et des détails.

Certains procédés de façades rideaux de type Minco permettant d'avoir des épaisseurs assez faibles. Mais on ne peut y arriver qu'en travaillant avec l'entreprise.



▲ La structure en planches clouées reste apparente dans les locaux intérieurs.





Toitures horizontales à ►
planches clouées et cou-
verture végétalisée, toitu-
res en pente en zinc.

◀ Le produit de façade, du Trespa, inté-
ressant pour sa pérennité, se comporte
différemment avec les reflets suivant
les heures du jour. Le site ne légitimait
pas un bardage bois.

Attention: les prix présentés prennent
en compte la surélévation et la réhabili-
tation. Pour des ratios cohérents, voir
le tableau de synthèse page 23. ▼



Jean-Claude Mattio,
entreprise SDCC
(Société Dauphi-
noise de Charpente
et Couverture)

« Sur ce chantier intéressant les
études ont été poussées à fond.
Nous avons à assurer tout ce qui
est charpente, couverture, ossature
bois bien entendu, et façades.
L'opération tiroir, en site occupé,
avec différents phasages, a effecti-
vement allongé les délais.

Le projet est assez étalé dans l'es-
pace, une succession de boîtes, de
classes, de maisons, avec diffé-
rents systèmes de toitures, tout
cela fait une richesse architecturale
qu'il faut gérer au niveau du chan-
tier.

En tant qu'entrepreneur, je dirais
qu'il s'agit d'un chantier très intéres-
sant, qui demande un suivi impor-
tant, une préparation très impor-
tante également en amont, au ni-
veau des plans, etc.

L'expérience, comme sur beau-
coup de chantiers, est qu'il faut que
tous les corps d'état soient à jour
de leurs demandes, notamment
pour les réservations et les ouver-
tures.

Ceci étant bien géré au départ, ce
sont des choses qui marchent très
bien.

Le système constructif est du pan-
neau préfabriqué ouvert, entre
structures principales.

Le produit de façade, le Trespa, un
des meilleurs possibles, est fragile
à transporter et il demande une
pose au millimètre pour avoir des
joints et un calepinage très propres.

Comme il y a dans ce projet une
succession de matériaux de façade,
d'ouvertures, etc., il est préfé-
rable de fermer les panneaux sur
chantier. D'ailleurs la pose d'isolant
de type laine minérale en atelier n'a
pas beaucoup d'intérêt économi-
que. »

Prix de construction constatés. (valeurs actualisés Aout 2005)

Désignation	Montant €/ HT	%	Mt / m ² SHON
			1 640
Gros-Œuvre	879 558,10	17,9%	536,32
Ravalement façades existantes	31 522,60	0,6%	19,22
Structure bois, bardage	682 638,80	13,9%	416,24
Couverture métal	155 120,00	3,2%	94,59
Etanchéité	120 052,91	2,4%	73,20
Menuiseries Ext bois / alu + acier	493 391,29	10,0%	300,85
Occultations brise-soleil & stores	79 618,66	1,6%	48,55
Verrières aluminium	27 294,47	0,6%	16,64
Serrurerie	90 310,86	1,8%	55,07
Total Clos Couvert	2 559 507,69	52,0%	1 560,68
Menuiseries Int Bois	141 009,62	2,9%	85,98
Carrelage Faïence	136 703,93	2,8%	83,36
Sols Minces	27 046,28	0,6%	16,49
Cloisons	111 564,52	2,3%	68,03
Plafonds Suspendus	114 478,56	2,3%	69,80
Peinture	59 820,92	1,2%	36,48
Total Parachèvement	590 623,83	12,1%	360,14
Plomberie Sanitaire	108 899,78	2,2%	66,40
Chauffage Ventilation	476 637,39	9,7%	290,63
Courants Forts	185 346,24	3,8%	113,02
Courants Faibles	95 849,76	2,0%	58,44
Ascenseur	16 675,40	0,3%	10,17
Total Fluides	883 408,57	18,0%	538,66
A - Total Construction en €HT	4 033 540,09	82,1%	2 459,48
Désamiantage	9 927,68	0,2%	6,05
Déconstruction	111 464,80	2,3%	67,97
Terrassements Généraux	140 716,00	2,9%	85,80
Gestion des déchets	35 611,12	0,7%	21,71
VRD	267 158,26	5,4%	162,90
Clôtures, Espaces Verts	20 553,40	0,4%	12,53
Cuves eaux pluviales	37 672,00	0,8%	22,97
B - Total Adaptation au site	623 103,26	12,7%	379,93
Agencement	162 504,82	3,3%	99,09
Solaire photovoltaïque	95 105,18	1,9%	57,99
C - Total Equipements Spécialisés	257 610,00	5,2%	157,08
Total A + B + C HT	4 914 253,35	100%	2 996,49

Monthyon (77): surélévation de l'école

Un impératif de temps et l'obligation de surélévation ont conduit à l'utilisation d'un procédé de structure panneaux très léger à hautes performances énergétiques



Le programme

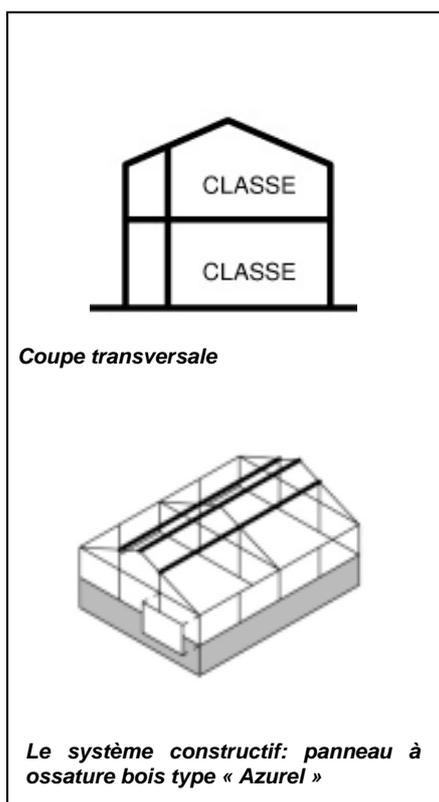
Réhabilitation des locaux en rez de chaussée, mise aux normes thermiques, et surélévation d'un niveau pour la création de classes supplémentaires.

Les intervenants :

Jean-Baptiste Carrère, Architecte
Mairie de Monthyon, M. Bernard Le-franc, Maire; Maître d'Ouvrage.
Entreprise Mathis, M. Eric Dibling
67600 Muttersholz, entreprise générale.

Le choix constructif

Les murs sont constitués de panneaux "Azurel"; ce sont des panneaux préfabriqués dont l'âme est isolante (fabrication Mathis). On retrouve ces panneaux également en toiture. Le plancher est constitué de panneaux de planches collées.



Le contexte du projet

Le groupe scolaire a été mis en service en 1963, avant le choc pétrolier de 1973. Les murs non isolés et les importantes surfaces vitrées, présentaient des déperditions de chaleur considérables.

Un premier projet d'extension il y a une dizaine d'années, n'avait pas pu être retenu. En effet, comme Monthyon se trouve sur une butte, l'extension des réseaux pour la desserte de nouveaux bâtiments, problématique, implique des pompes de relevage. Le conseil municipal a récemment émis l'idée, retenue cette fois, de surélever le bâtiment existant tout en réhabilitant le rez de chaussée.

Le parti de structure bois pour la surélévation du bâtiment existant résout tous les problèmes structurels et fonctionnels de manière économique. Les surcharges de la structure bois du niveau ajouté, plus les surcharges de service, sont acceptables pour la structure existante du bâtiment.



Pourquoi le bois, M. le Maire ?

Bernard Lefranc, le maire de Monthyon, est un fervent partisan du bois. Il a fait son apprentissage dans la menuiserie en 1962. Il habite depuis 1987 dans une maison à ossature bois. Il connaît donc bien la partie bois bien qu'il n'en ait pas fait son métier et, dit-il, « j'en suis amoureux ».

« Techniquement, pour tenir les délais et pour rester économique en structure, le bois s'imposait. J'ai adhéré à ce choix avec enthousiasme, d'autant que nous avions déjà l'expérience de la construction en bois avec un gymnase dans la

commune (réalisé par l'entreprise Mathis), ainsi que le centre d'ordures ménagères qui regroupe le Nord de la Seine et Marne. Le siège social avait été réalisé par Mathis, en ossature bois avec le procédé de structure Azurel. Quand il a été question de monter un étage et de rénover complètement l'école, nous nous sommes demandés ce que l'entreprise Mathis pourrait nous proposer. Nous avons demandé à un architecte de lancer le projet, l'entreprise Mathis a ensuite remporté l'appel d'offres pour monter ce bâtiment.

Bien entendu, quand on fait une rénovation de classes, on est tout de suite pris par le temps : on attendait les subventions du conseil régional, qu'on n'a obtenues qu'à la mi-avril, en attendant également l'officialisa-

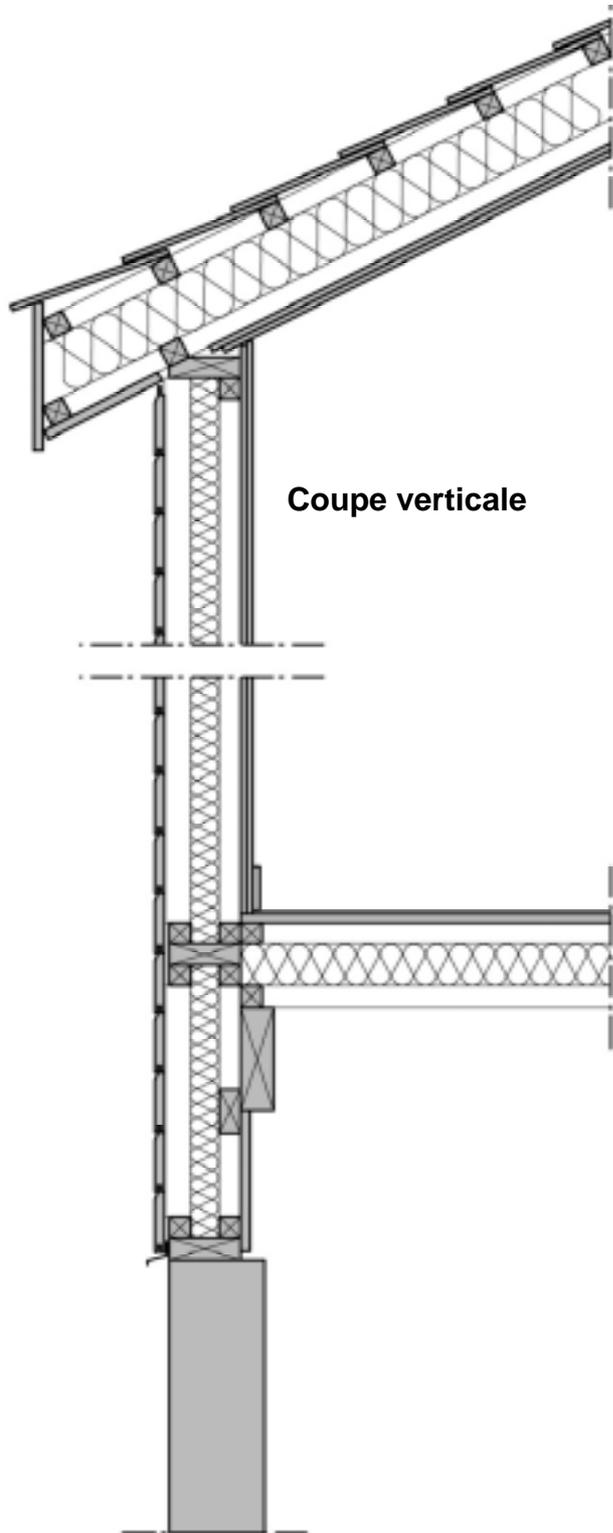
tion d'une ouverture de classes, pour pouvoir démonter tout ce qui devait l'être sur cet ouvrage, pour commencer les travaux.

Les ouvrages devaient être finis pour la rentrée de septembre.

En attendant, des bungalows ont été loués pendant cinq mois par la commune, sans subventions, ce qui a été très lourd, le tout sous la pression des parents d'élèves qui, pas plus que les professeurs, ne croyaient réalisable ce chantier en 4 mois et demi.

Les entreprises du bâtiment ont du travailler pendant le mois d'août, ce qui est loin d'être facile. Nous avons tout de même reçu les félicitations de tous les professeurs pour la rapidité du chantier et le confort des locaux.»





Coupe verticale

Mur extérieur:

Bardage bois de type Extrawood ou similaire, traité en tunnel de peinture en usine, . Posé horizontal directement sur les montants d'ossature des panneaux Azurel

Vide d'air

Isolant continu, panneau extrudé en mousse de polystyrène (système Azurel);

Lame d'air côté intérieur, non ventilée, pour le passage des réseaux techniques, électricité, chauffage et réseaux sanitaires;

Doublage 2xBA 13 directement vissé sur l'ossature bois.

Plancher composite Dalbois

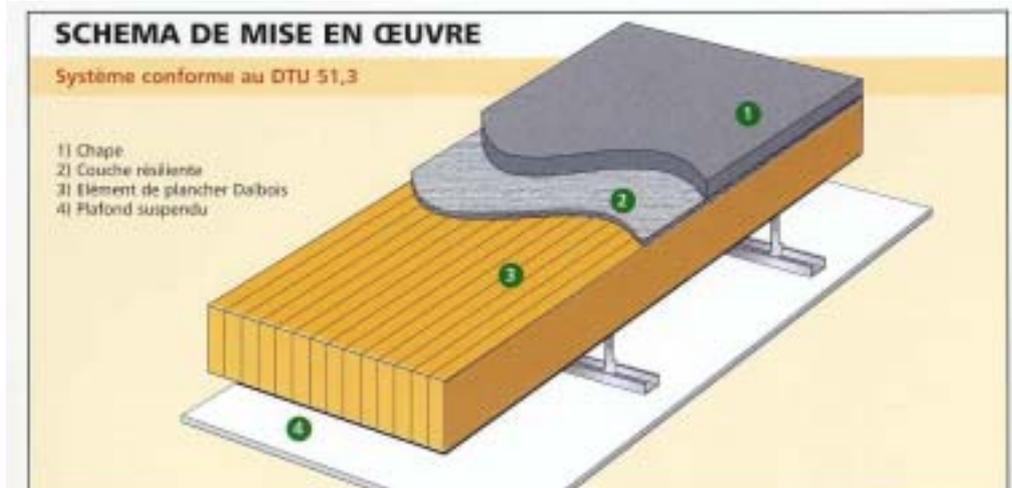
Le plancher composite Dalbois (ici en 88mm d'épaisseur) porte sur 13 m en trois travées : entre une muraille en façade à poutre, de poutre à poutre, et de nouveau de poutre à façade.

Le procédé aurait permis de franchir les 13 m, avec des inerties plus importantes, mais les efforts des poutres devaient être reportés sur les refends du rez de chaussée.

Les efforts ponctuels engendrés par les poutres longitudinales sur ces refends devaient rester relativement modestes (ils ont cependant été renforcés au droit des descentes de charge), on ne pouvait donc pas réduire leur nombre aux seules deux murailles, et passer des portées transversales plus importantes.

Le plancher est arrêté au droit des murs, et se pose entre poutres.

De la même manière, les refends à ossature bois reprennent les pannes de toiture, et reportent les efforts sur les structures existantes en refends maçonnés.



SCHEMA DE MISE EN ŒUVRE

Système conforme au DTU 51,3

- 1) Chape
- 2) Couche résiliente
- 3) Élément de plancher Dalbois
- 4) Plafond suspendu



La préfabrication adaptée au programme.

Eric Dibling, Ingénieur Développement société Mathis.

« Les techniques utilisées sont des panneaux de structure de type Azurel en enveloppe, panneaux composites non fermés avec un isolant en polystyrène extrudé en âme.

Paradoxalement ces panneaux sont très souvent utilisés dans des démarches HQE, bien qu'ils soient conçus autour d'un isolant de synthèse qui n'a pas forcément bonne presse dans une démarche HQE.

L'intérêt environnemental intrinsèque de ce produit est que l'agent gonflant de recyclage est un CO2 de recyclage ; une analyse du cycle de vie a d'ailleurs été menée sur ce système constructif.

Ce qui prêcheait ici en faveur du système est son extrême légèreté, 10 kg/m² : son poids surfacique est 2½ fois inférieure à celle d'une ossature bois traditionnelle, très légère, de l'ordre de 25kg/m², et sensiblement dix fois plus légère qu'une maçonnerie. L'entreprise Mathis avait le rôle d'entreprise générale sur cette opération.

Toute la technique d'enveloppe a été réalisée avec une structure Azurel, sans ponts thermiques, avec de très hauts coefficients d'isolation (paroi verticale, U = 0,388, toiture, U = 0,20).

Les panneaux Azurel comportent un cadre ouvert en bois et un remplissage en polystyrène extrudé. L'isolant joue à la fois le rôle d'isolant, de voile de contreventement, de pare-vapeur, et de pare-pluie.

Toutes les fonctions sont concentrées dans deux matériaux, en comptant les montants en bois des panneaux : soit l'équivalent de cinq ou six matériaux habituellement en ossature bois.

La lame d'air intérieure autorise le passage des réseaux sans perforer le pare-vapeur, car la composition en toiture est exactement la même, avec un plafond »



▲ Les menuiseries extérieures sont des blocs baie en PVC avec volet roulant, vitrages peu émissifs et lame argon. Positionnés au nu extérieur, ils permettent une animation intérieure.

▶ Attention: les prix présentés prennent en compte la surélévation et la réhabilitation. Pour des ratios cohérents, voir le tableau de synthèse page 23.



Prix de construction constatés. (valeurs actualisés Aout 2005)

Désignation	Montant €/ HT	%	Mt / m ² SHON
			440,0
Gros- Oeuvre	128 372,64	12,8%	291,76
Charpente	279 537,22	27,8%	635,31
Façade	59 636,69	5,9%	135,54
Couverture	109 134,90	10,9%	248,03
Menuiserie PVC	42 955,19	4,3%	97,63
Métallerie	7 883,02	0,8%	17,92
Total Clos Couvert	627 519,66	62,5%	1 426,19
Plâtrerie	36 258,25	3,6%	82,41
Menuiseries Intérieures	38 485,54	3,8%	87,47
Carrelage Faïence	9 114,36	0,9%	20,71
Peinture	63 899,11	6,4%	145,23
Sols souples	49 001,25	4,9%	111,37
Total Parachèvement	196 758,51	19,6%	447,19
Plomberie	29 087,48	2,9%	66,11
Chauffage	49 975,06	5,0%	113,58
Electricité Courant Fort	69 634,31	6,9%	158,26
Electricité courant faible	12 630,33	1,3%	28,71
VMC	18 382,64	1,8%	41,78
Total Fluides	179 709,82	17,9%	408,44
A - Total Construction en €HT	1 003 987,99	100,0%	2 281,82
B - Total Adaptation au site			
		0,0%	0,00
		0,0%	0,00
C - Total Equipements Spécialisés	-	0,0%	0,00
Total A + B + C HT	1 003 987,99	100%	2 281,82

La thermique et le bois

Le projet de la Tour de Salvagny a fait l'objet d'une attention particulière à la thermique d'hiver et d'été.

Jocelyne Duvert nous explique les choix réalisés par l'agence Tectonique.

Rappel des données du projet

Le programme comporte à la fois une réhabilitation restructuration d'une partie existante, et une extension, en tout cinq classes neuves, et six classes existantes réhabilitées, ainsi que des locaux communs réhabilités dans une démarche HQE. Il était demandé que toutes les salles de classe soient de plain-pied en RDC.

La proposition de l'architecte sur cette école consiste à travailler l'entité « classe » de façon spécifique, plus particulièrement les nouvelles salles, à l'intérieur de l'entité plus large de l'école, qui constitue un ensemble complet (école primaire, dont une partie rénovée, et une extension, une école maternelle, qui préexistait, et le restaurant qui préexistait).

L'école est à l'origine un ensemble Jules Ferry traditionnel allongé orienté Est-Ouest. Le nouveau plan masse montre la volonté d'identification de chaque salle de classe (second et troisième degré). Les orientations d'origine, dominantes est-ouest, sont maintenues, toutes les classes sont regardantes à l'est sur le lointain, et la double orientation est systématiquement exploitée pour une question d'homogénéité d'éclairage naturel.

Les façades sur rue orientées à l'ouest sont traitées de manière à apporter de l'éclairage naturel mais peu de vue, le corps de bâtiment se compose au sud d'une salle polyvalente, et au nord d'une salle d'arts plastiques. L'éclairage naturel assuré par des sheds. Sur le toit ont été installés 124 m² de panneaux photo-voltaïques qui assurent à eux seuls la totalité des besoins en éclairage des bâtiments.

Le choix d'une structure à faible inertie.

Etant donné la situation géographique, la priorité a été donnée à la thermique d'hiver d'où l'intérêt d'un bâti en bois, à inertie légère, très favorable à un programme intermittent, d'occupation diurne, seulement 36 semaines sur 52. La mairie n'avait pas, à l'origine, l'intention d'utiliser l'école en période périscolaire, notamment l'été, ce qui peut évoluer, au moins pour les salles côté rue.

Pour contrebalancer cette inertie légère et la faiblesse du point de vue du confort d'été, de mai à septembre, voire octobre, toutes les protections solaires et systèmes passifs nécessaires ont été implantés, y compris un puits canadien, préchauffant l'air en hiver et le rafraîchissant l'été, avec ventilation nocturne le cas échéant.

L'intérêt des enveloppes bois est la possibilité d'avoir une enveloppe thermique extrêmement performante, en surisolation, avec 15 cm en murs, 20 cm en toiture, au-delà de la RT 2000, d'autant que les châssis vitrés sont mixtes bois-alu (vitrages 4-16-4 à basse émissivité et lame d'argon). La norme actuelle de dépenses thermiques est de 80 kW/h, ici on est à 40 kW/h.

Rappelons, à titre indicatif que la moyenne constatée pour les lycées français est de 120 ou 130kW/h.

On a cherché à supprimer absolument tous les ponts thermiques, ce que la construction en bois autorise.

La sous-face des dalles est totalement isolée, ce n'est pas une isolation périphérique, avec un détail assez complexe du fait de la présence de locaux techniques sous la partie cour de récréation.

Ce n'était pas une nécessité réglementaire, mais le maître d'ouvrage a demandé d'assurer l'isolation de ces locaux.

Les dispositifs de ventilation en façade Ouest sont d'autant plus nécessaires que les enveloppes thermiques sont très performantes, et surtout étanches à l'air.

Il n'y a pas d'entrée d'air par les châssis vitrés, ce qui limite les problèmes acoustiques.

L'insufflation d'air à l'intérieur se fait en partie basse des classes, à une vitesse très lente, donc les ventilateurs consomment peu d'énergie.

Tous les choix passifs (bien qu'on ait très peu d'inertie, si ce n'est au sol),



tous les choix qualifiant la qualité thermique et acoustique de l'enveloppe ont été faits pour limiter les besoins énergétiques, ils sont ensuite complétés par les équipements.

Pour le confort d'été il est prioritaire de ne pas rajouter d'échauffement par les surfaces vitrées qui ont tendance à devenir de plus en plus importantes. Il faut donc des protections solaires, et préconiser des vitrages avec des facteurs solaires adaptés.

La Tour de Salvagny n'est pas exactement en région lyonnaise, mais en mai-juin, et septembre-octobre, il peut y avoir des problèmes d'échauffement. En réalité ces difficultés sont généralement dues au fait que les protections solaires sont insuffisantes, alors qu'ici ce n'est pas le cas : les protections sont importantes et sont adaptées aux orientations.

En façade est et ouest, on a des stores à commande électrique. On peut citer le cas d'une autre école orientée est-ouest, où, à partir du mois de mai, l'architecte reçoit des coups de fil de l'école, car il y a des stores extérieurs, manuels, qui ne sont pas utilisés.

Sur les apports internes, on considère qu'un enfant « pèse » 80 watts, et avec 30 enfants dans une classe, les apports internes sont importants.

Le renouvellement d'air fait généralement défaut sur le confort d'été des écoles : il n'y en a pas, pas très souvent ou peu, ce que confirment les études faites à ce sujet, ce qui fait que les apports internes ne sont pas évacués.

On exploite éventuellement la ventilation nocturne, en sur-ventilation.

Les canalisations, par rapport à la ventilation réglementaire, sont de sections telles qu'on puisse avoir une ventilation plus importante la nuit.

Les simulations et les calculs qui ont été faits prouvent qu'en additionnant l'ensemble des solutions thermiques, on arrive à un bon résultat, mais ce n'est pas avec une solution unique, ce n'est pas seulement le fait d'avoir un puits canadien qui insuffle de l'air neuf, même rafraîchi.

L'école ne fonctionne pas depuis très longtemps, mais il a été constaté que les 5 degrés qu'on doit gagner en hiver, et les 5 degrés qu'on doit gagner en été, le sont effectivement.

La somme des choix passifs, les protections extérieures, plus le puits canadien, montrent qu'il n'y a pratiquement zéro jour au-delà de 28°C dans les jours ouvrables, grâce à l'ensemble des dispositifs. Comme ce projet bénéficiera de systèmes de mesure, si le calcul préalable est intéressant, ce qui l'est encore plus sera le contrôle effectif a posteriori.



Appels d'offres par macro-lots: point de vue d'un architecte et d'une entreprise.



Didier Klinkammer, architecte.

« Cruart, sur Vaucresson, a répondu en charpente couverture, et en cloisonnement, c'est-à-dire tout l'habillage intérieur, ce qui est très appréciable. Il y a beaucoup d'entreprises de charpente, de structure, mais on est dans l'attente d'entreprises qui réalisent toute l'enveloppe du bâtiment en un seul lot, c'est-à-dire à la fois la structure, l'ossature, la charpente couverture, l'habillage de la paroi intérieure.

Jusqu'à présent sont rares les entreprises qui prennent le lot des menuiseries extérieures. C'est là une première expérience ; maintenant, dans nos CCTP par lots séparés, on peut demander que le lot charpente couverture cloisonnement soit pris par une entreprise ou un groupement d'entreprises.

C'est une tendance qui va se développer. Cependant, en région parisienne, on a eu des réponses d'entreprises sur la charpente, sans ossature bois.

Pour elles, c'est un autre métier dans lequel elles ne veulent pas se lancer.

En outre, au lancement des appels d'offres, le choix d'entreprises est un peu limité, ce que n'apprécient pas les maîtres d'ouvrage. »



Jean-Claude Mattio, entreprise SDCC.

« Comme on consulte par lots séparés, on induit forcément les entreprises à se spécialiser lot par lot.

Pour s'y retrouver en tant qu'entreprise, c'est extrêmement difficile, car il faut être bon sur chacun des trois lots ; il arrive assez souvent sur un appel d'offres donné que l'entreprise soit bonne pour un lot, et moins bonne pour les autres.

Je suis partisan de l'idée qu'on traite un macro-lot hors d'eau ou hors d'air, mais dès le départ il faudrait qu'on consulte sur ce mode là.

La tendance aujourd'hui de consulter lot par lot pour avoir de meilleurs prix fait qu'au bout du compte il est un peu difficile d'obtenir de la cohérence dans une superposition d'entreprises. »

Clos Couvert		
Terrassements	Aménagement de l'assiette du bâtiment Décaissement pour sous-sol	Aménagement de l'assiette des bâtiments Traitement des réseaux, voiries et espaces verts
Gros-œuvre	Fondations filantes avec longrines, Murs béton banché en infra pour S/sol et VS Dallage sur terre plein des circulations Ss Plancher béton pleine masse sur sous-sol Travaux de liaisons sur l'existant Ravalement peinture sur existant	Fondations profondes Longrines, Dallage sur terre plein + isolant en périphérie
Charpente - ossature bois	Zone neige 2A Structure avec ossature bois massifs et LC - Murs de façades en panneaux bois - Murs de refends - Portique LC des préaux Bardage de façade panneau de résine (Trespa) Bardage de façade en lames de Douglas Bardage de façade en panneaux Minéralis Toiture ossature charpente	Zone neige 1A Structure bois panneaux et portiques LC - Parois ossature bois - Ossature toiture en LC - Isolation thermique de la toiture Bardage lames pin sylvestre finition aspect naturel Bardage complémentaires en panneaux contreplaqué Passées de toiture en contreplaqué
Couverture	Couverture en zinc à joint debout Bac polyester à double paroi pour auvents de préaux - Collecte des eaux pluviales et descentes EP Capteurs solaires photovoltaïques puissance installée : 5 x 2500 Wc	Collecte des EP en zinc
Étanchéité	Étanchéité multicouche avec protection lourde zonage par gravillons Dalles bois et terrasses végétalisées Étanchéité des parois verticales enterrées sur locaux techniques	Étanchéité membrane avec couvrejoint Sika Trocal Panneau support d'étanchéité
Menuiseries extérieures	Blocs-baies bois résineux / métal Vitrage peu émissif Stores toile screen Stores à lames persiennes orientables et relevables Porte de garage acier relevante Auvent sur entrée en métallerie	Blocs-baies bois avec stores en toile Portes de service en bois
Métallerie Serrurerie	Ouvrages divers , grilles, main courante, garde-corps Éléments vitrés en menuiserie acier en profilés à froid Portes de service en métal	
Parachèvement		
Cloisons Doublages Plafonds	Plafonds en plaques de plâtre BA 13 Plafonds acoustiques en plaques de plâtre perforées Isolation thermique du complexe de toiture sous couvert zinc Cloisons plaques de gypse renforcée sur ossature métal Doublage intérieur murs en plaques de gypse renforcé	Plafonds en dalles de fibres minérales Isolation thermique du complexe de toiture sous couvert Cloisons plaques de plâtre sur ossature métal Doublages des murs + isol laine minérale
Menuiseries Bois	Bloc-portes isoplane vantail à peindre Agencement adapté pour les locaux Contreparement acoustique en MDF M1 (376,00m²)	Bloc-portes isoplane vantail et huis bois
Sols / Faïence	Carrelage grès cérame 200 x 200 pose collée sur chape rapportée Revêtement faïence mural (309,00 m²)	Sols souples minces collés
Peinture	Mise en peinture de l'ensemble plafonds et parois (4585,00 m²) Mise en peinture sur bois (1450,00 m²) Mise en peinture sur existant	Mise en peinture de l'ensemble
Fluides		
Plomberie Sanitaire	Mitigeurs monotrou, cartouche à disques céramiques Appareils sanitaires blancs Production ECS Chauffage	Appareils sanitaires blancs Robinetteries avec économiseurs Raccordement ECS sur l'existant
Chauffage / VMC	Énergie gaz relayée par un puits canadien et CTA Système thermodynamique réversible air / eau Ventilation conjointe avec la CTA Zone climat d'hiver H1	Chauffage eau chaude extension de l'existant, Radiateurs acier VMC simple Flux Zone climat d'hiver H1
Electricité CF & cl	Équipement force suivant NF C 15-100 compris luminaires Équipement courants faibles avec SSI (type A) téléphone Précablage VDI, distribution de fibre, Contrôle d'accès, Anti-intrusion, GTB,	Équipement suivant NF C 15-100 Équipement courants faibles avec SSI, téléphone
Ascenseur		
Adaptations et VRD		
	Traitement des réseaux, voiries, Réalisation d'un réseau enterré type Puits Canadien Clôtures, Espaces Verts	Traitement des réseaux, voiries, Clôtures, Espaces Verts

Clos Couvert		
Terrassements	Limité à des fouilles isolées pour fondations de renforts de refends existants	Aménagement de l'assiette du bâtiment
	Murs en rez de chaussée (cage d'escalier)	Fondations profondes par pieux
Gros-œuvre	Confortement des refends existants pour recevoir la structure	Longrines de ceinture,
		Murs béton banché en infra pour Ss01 et VS
	Voie d'escalier béton accès à l'étage	Plancher béton sur Ss
		Dallage béton autres zones
	Isolation thermique extérieure du niveau du RdC existant type	Socle béton ht du RDC + dossier voie béton R+1/2
		Escalier intérieur béton (Ss / RdC)
		Bardage de façade en plaquettes de terre cuite
		Relevage des réseaux en sous-sol
Charpente - ossature bois	Zone neige 1A	Zone neige 2
	SURELEVATION	Structure avec ossature bois massifs et LC
	- Murs en panneaux composites sans pont thermique Azurel	- Parois des façades cour
	- Plancher bas surélévation type DALBOIS	
	- Toiture en panneaux composites sans pont thermique Azurel libérant l'espace et diminuant la charpente	- Structures plancher bas R+2
	- Refends intérieurs composites type ORIZON	Rafonnages intérieurs et isolation entre niveaux
	- Structure de plancher et de toiture en bois lamellé-collé ACEL	Bardage de façade panneau de résine (Sténi-Color)
	- Bardage lames bois livré peint (garantie 10 ans)	Bardage de façade en lames bois
Couverture	Couverture en ardoises de fibre ciment (Nature)	Toiture couverture en zinc à joint debout
	Collecte des EP en zinc, Gouttières à la nantaise	Collecte des EP en zinc
Etanchéité		Etanchéité multicouches avec protection lourde sur socle du rez
		Etanchéité des parois verticales enterrées sur locaux techniques
Menuiseries extérieures	Blocs baies PVC avec VR en PVC Vitrage peu émissif et lame Argon U 1.1	Blocs-baies bois dur en chêne / métal Vitrage peu émissif Rideaux d'occultation et anti-solaire Bloc-baie avec VR pour Logement Portes industrielles de services
Métallerie Serrurerie	GC métal Auvent en zinc de l'entrée Portes de service en métal	Ouvrages divers, grilles, main courante, garde-corps Grilles, portillons entre cours Portes de service en métal
Parachèvement		
Cloisons Doublages Plafonds	Ouvrages de revêtements en plaques de plâtre (2 x 15 mm) Plafond RdC CF 1/2 h Chape sèche composite FERMACEL 2 E32 Cloisons plaques de plâtre renforcée sur ossature métal Doublage des murs intérieurs (Rez + étage) 2 pl de plâtre	Plafonds suspendus en plaques de plâtre Plafonds suspendus acoustiques en plaques de plâtre Plafonds suspendus dalles fibres minérales 600 x 600 Cloisons plaques de plâtre sur ossature métal Doublage des murs + isol laine minérale
Menuiseries Bois	Bloc-portes isoplans vantail et huis bois Escalier intérieur béton,	Bloc-portes isoplans, vantail à peindre, huis métal Agencement adapté pour les locaux Escalier bois accès R+2 (logement)
Sols / Faïence	Carrelage 200 x 200 + mise à niveau au rez Sol PVC autres locaux étage et escalier béton Revêtement faïence mural (12,00 m²)	Carrelage grès cérame pièces humides (R9) Revêtement faïence mural (560,00 m²) Revêtement PVC en lés (U3 & U4)
Peinture	Mise en peinture de l'ensemble	Mise en peinture de l'ensemble plafonds et parois (4050,00 m²) Mise en peinture ou lasure sur bois (2900,00 m²)
Fluides		
Plomberie Sanitaire	Mitigeurs mon trou à détection, cartouche à disque céramique Appareils sanitaires blancs Raccordement ECS sur l'existant	Production ECS par chauffe eau électrique Appareils sanitaires blancs
Chauffage /VMC	Chauffage énergie gaz, radiateurs acier Reprise de l'équipement existant VMC simple Flux Zone climat d'hiver H1	Chauffage gaz, distribution sous tube et CTA Ranchers chauffants au RdC, radiateurs étages VMC avec caissons Zone climat d'hiver H1
Electricité CF & ct	Équipement suivant NF C 15-100 et luminaires Interrupteurs manuels dans les classes et à détection dans les couloirs Équipement courants faibles avec SSI, téléphone Précâblage VDI,	Équipement suivant NF C 15-100 + luminaires Équipement courants faibles avec SSI (type A) téléphone Précâblage VDI, distribution de l'heure, Contrôle d'accès, Anti-intrusion, OTB,
Ascenseur		Appareil 630 kg, machinerie embarquée R+2
Adaptations et VRD		
	Aménagement, dérasement du bâtiment existant	Traitement des réseaux, voiries
	Réseaux pour adaptations	
		Côtures sur rue, portail & Espaces Verts

Loi sur l'air: quantité de carbone stockée

Comme dans plusieurs pays ou régions d'Europe, la France a engagé des actions relatives au développement durable et en particulier, pour le bâtiment, à la qualité environnementale. Dans ce cadre, l'une des mesures vise à augmenter la part du bois dans la construction en raison des qualités environnementales de ce matériau.

Le décret d'application est paru !

Le 28 décembre 2005, le décret d'application de l'article 21-5 de la loi sur l'air du 31/12/1996, est paru au journal officiel. Il fixe les modalités d'utilisation des matériaux en bois dans les bâtiments neufs.

Dès le 1er juillet 2006, ce volume ne pourra être inférieur à 2 dm³ par m² de SHON.

La méthode d'estimation est présentée dans ces pages.

Réf	Elément d'ouvrage	Unité	Nb d'unité	Ratio bois en dm ³ / unité	Volume bois / élément d'ouvrage	% du volume	
Ecole de Monhyon							
1	Plancher bois porteur	m ²	180	50	9 000	30,3	
2	Pan d'ossature bois porteur	m ²	150	30	4 500	15,1	
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	200	40	8 000	26,9	
6	Couverture à support discontinu	m ²	400	5	2 000	6,7	
9	Bardage en lames de bois	m ²	250	25	6 250	21,0	
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>					>>>>	29750	100
SHON de l'ouvrage >>>>					>>>>	370	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>					>>>>	80	
Ecole à Paris							
1	Plancher bois porteur	m ²	400	50	20 000	24,6	
3	Ossature poteaux-poutres	ml	45	25	1 125	1,4	
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	900	40	36 000	44,3	
7	Couverture à support continu	m ²	900	20	18 000	22,2	
9	Bardage en lames de bois	m ²	45	25	1 125	1,4	
12	Fenêtres, portes-fenêtres et châssis divers	m ²	200	25	5 000	6,2	
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>					>>>>	81250	100
SHON de l'ouvrage >>>>					>>>>	2600	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>					>>>>	31	
Ecole de la Tour de Salvagny							
2	Pan d'ossature bois porteur	m ²	850	30	25 500	31,9	
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	900	40	36 000	45,0	
7	Couverture à support continu	m ²	550	20	11 000	13,8	
12	Fenêtres, portes-fenêtres et châssis divers	m ²	300	25	7 500	9,4	
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>					>>>>	80000	100
SHON de l'ouvrage >>>>					>>>>	900	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>					>>>>	89	
Ecole de Vaucresson							
2	Pan d'ossature bois porteur	m ²	300	30	9 000	27,7	
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	350	40	14 000	43,1	
6	Couverture à support discontinu	m ²	350	5	1 750	5,4	
8	Sous-face de débord	m ²	30	15	450	1,4	
9	Bardage en lames de bois	m ²	250	25	6 250	19,3	
12	Fenêtres, portes-fenêtres et châssis divers	m ²	40	25	1 000	3,1	
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>					>>>>	32450	100
SHON de l'ouvrage >>>>					>>>>	380	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>					>>>>	85	

Lutter contre l'accroissement de l'effet de serre.

Par leur capacité à absorber le dioxyde de carbone atmosphérique (CO²) grâce à la photosynthèse, les forêts contribuent à éliminer une partie du principal gaz à effet de serre responsable du réchauffement de la planète et des graves changements climatiques qui en découlent : le CO².

Mais, en fin de vie, l'arbre se décompose et le CO² absorbé repart dans l'atmosphère. C'est pourquoi il convient de le récolter à maturité, de replanter et de stocker le bois.

Les constructions sont le seul lieu de stockage durable dans le temps et important en volume. Une formule simple peut être retenue : 1 m³ de bois = 1 tonne de CO² éliminé.

Le Plan Bois Construction Environnement vise à augmenter la part du bois dans la construction de 25% en passant de 10% à 12,5% de ses parts de marché.

Cet objectif représente une élimination annuelle de 7 millions de tonnes de CO² supplémentaires soit 14% des engagements de la France signataire du protocole de Kyoto.

Pour l'application de l'article 21-V de la loi sur l'air, une classification des bâtiments en fonction du volume de bois mis en

œuvre a été élaborée et **3 classes** ont été définies.

Les constructions sont réparties en **12 catégories d'ouvrages** en fonction de leur typologie.

Dans chaque catégorie un ratio de volume de bois par m² de SHON (surface hors œuvre nette) a été calculé en fonction du taux actuel moyen de pénétration du bois dans cette typologie. Ce ratio représente le seuil à partir duquel un bâtiment peut être classé.

Classe 1 : volume de bois compris entre le seuil et 1,25 fois le seuil

Classe 2 : volume de bois compris entre 1,25 et 2 fois le seuil

Classe 3 : volume de bois supérieur à 2 fois le seuil

Dans la catégorie des bâtiments scolaire, les seuils sont les suivants:

Classe 1 : >30

Classe 2 : >40

Classe 3 : >60

L'école de Paris passe juste le cap pour s'inscrire en classe 1 avec 31dm³/m².

Les 3 autres avec 80, 85 et 89 dm³/m² s'inscrivent dans la classe 3.

Les coûts de construction constatés.

L'analyse des coûts des 3 opérations est délicate car 2 d'entre elles intègrent une partie neuve et une partie réhabilitation .

Aussi, nous avons identifié autant que possible les coûts qui correspondent aux ouvrages neufs et ceux qui relèvent de la réhabilitation.

La comparaison est alors possible sur les surfaces nouvellement créées.

Les écoles de Vaucresson et de Monthyon font apparaître des coûts de construction quasi identique de 1425 et 1477 € ht /m²shon.

L'opération au centre de Paris, constituée d'une mixité bois et béton ressort à 1830€ ht /m²shon.

Enfin l'extension de l'école de la Tour de Salvagny, à volonté HQE affirmée revient à 2256 € ht /m²shon

	Ecole à La Tour de Salvagny (69)		Ecole à Vaucresson (92)		Ecole à Monthyon (77)		Ecole polyvalente Paris (75)	
Coûts de construction HT	4 884 933	€ ht/m ² shon neuf	751 088	€ ht/m ² shon neuf	1 003 989	€ ht/m ² shon neuf	4 788 543	€ ht/m ² shon neuf
dont clos couvert	2 641 661	ns	488 255	926	627 520	ns	2 591 841	1416
dont parachèvement	590 623	ns	140 908	267	196 759	ns	726 061	305
dont fluides	883 403	ns	121 925	231	179 710	ns	1 037 747	567
dont adaptation au site	511 638						236 601	
dont équipements spécialisés	257 608						196 293	
Surfaces								
Surface Hors Œuvre Nette (SHON) construite	1 640		527		440		2 380	
Surface Hors Œuvre Nette (SHON) réhabilitée	960				440			
Coût construction HT au m² SHON								
Coût bâtiment neuf / m ² SHON neuf	2 256		1 425		1 477		1 830	
Coût bâtiment réhabilité / m ² SHON réhabilité	1 154				800			

NB: on entend par coût bâtiment les postes clos couvert, parachèvement et fluides. Toutes les valeurs sont actualisées à Aout 2005

Vue d'ensemble...

Paris (75):
école
polyvalente

**Vaucresson
(92):** extension
de l'école

**La Tour de
Salvagny (69):**
volonté HQE

Monthyon (77):
surélévation de
l'existant



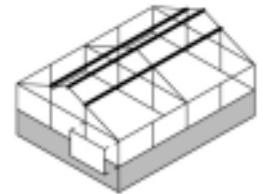
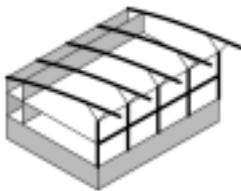
Principes constructifs

La construction est en structure bois sur socle en maçonnerie. La trame constructive est constituée de poteaux et poutres en Lamellé collé, contreventé par haubans. Les planchers sont à structure bois, avec sous face plâtre.

La structure est constituée de portiques lamellé-collé, entre lesquels s'insèrent des murs à ossature bois. Le bardage est en pin auto-clave, la charpente en lamellé collé, et couverture type membrane.

Le système constructif est constitué de murs à ossature bois. La charpente est portée par un ensemble de portiques en lamellé collé, dont les poteaux verticaux sont positionnés à l'extérieur de l'enveloppe.

Les murs sont constitués de panneaux "Azurel"; ce sont des panneaux préfabriqués dont l'âme est isolante (fabrication Mathis). On retrouve ces panneaux également en toiture. Le plancher est constitué de panneaux de planches collées.



Caractéristiques

Coût construction: 4788543 €
Surface SHON neuf: 2380m²

Coût construction: 751088 €
Surface SHON neuf: 527m²

Coût construction: 4884933 €
Surface SHON neuf: 1640 m²
Surface SHON réhab.: 960 m²

Coût construction: 1003989€
Surface SHON neuf: 440 m²
Surface SHON réhab.: 440 m²



Coupes transversales

