

Déjà paru :

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

En préparation :

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

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 et rédaction :
Jean-Marc Pauget et Jean-Pierre Cousin

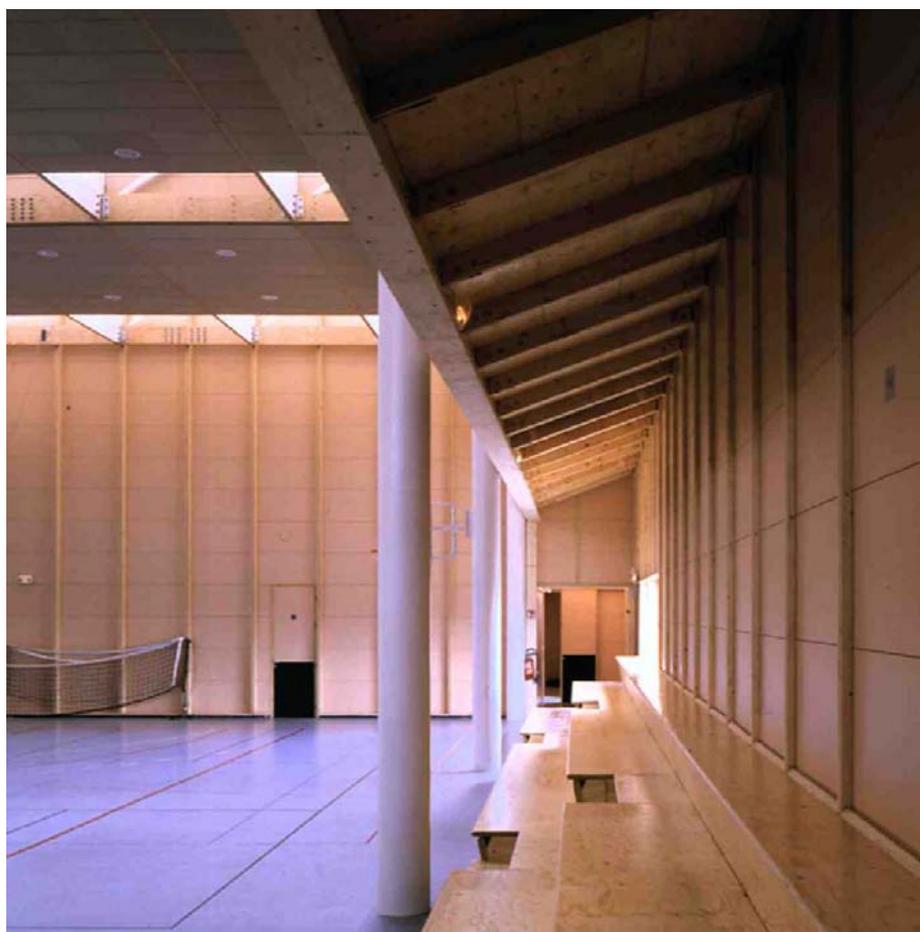
Document téléchargeable sur
www.cndb.org

Givenchy : un gymnase sur la plaine du moulin

Alberville : extension pour une salle de gymnastique

Le Touquet : salle de sports en milieu urbain

Meylan : volonté HQE pour le gymnase



EDITO

Nous avons retenus 4 gymnases très différents pour cette étude de cas. Le gymnase du Touquet s'inscrit dans un environnement résolument urbain, alors que celui de Givenchy est en pleine campagne. Celui d'Alberville est destiné uniquement à la gymnastique. Enfin, celui de Meylan a fait l'objet d'un concours à volonté HQE. Nous avons donc là 4 propositions

pour des contextes très différents, malgré un programme de base similaire: un gymnase 44x24 et ses annexes.

Quelles réponses les concepteurs ont-ils donné? Quel impact sur les couts de constructions?

Réponse dans ces pages.

Jean Marc Pauget,
CNDB Rhône-Alpes.

Givenchy : un gymnase sur la plaine du moulin

Le programme

Création d'une salle de sports de la plaine du Moulin

Les intervenants

Maître d'ouvrage : Ville de Givenchy en Gohell

Architecte : « L'étude » Société d'Architecture (M. Novelli)

Entreprise : Delporte - Villeneuve d'Asq (59), Cruard (M. Lefevre) Simple (53)

Le choix constructif

La structure principale du gymnase est constituée de portiques en lamellé collé, articulés en tête, et sous tendus avec un câble. Les extrémités des portiques dépassent vers l'extérieur pour porter les débords de toiture, et les efforts sont ramenés en pied de poteau par des câbles.

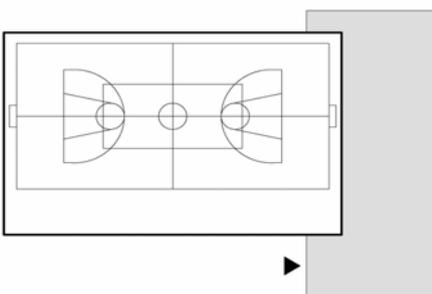
L'organisation du projet

Le gymnase est de forme rectangulaire, et les services sont placés perpendiculairement, contre un pignon.

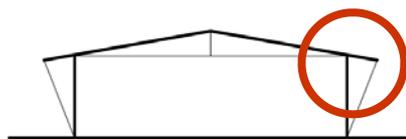
Le pari de la commune de Givenchy: retrouver l'image d'une grange sur un versant nord de l'Artois.



▲ Les têtes de portiques sont protégées avec une plaque galvanisée, afin d'empêcher la reprise d'hygrométrie.



Vu en plan du gymnase; en gris figurent les locaux annexes.



Vu en coupe du gymnase; Le cercle rouge correspond au détail ci contre.

« La construction en bois de ce gymnase est issue d'un véritable pari »

Mr Novelli - Architecte

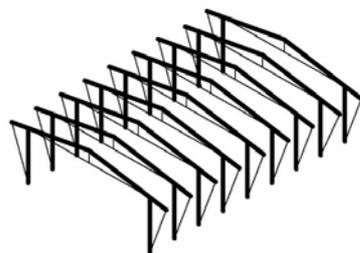
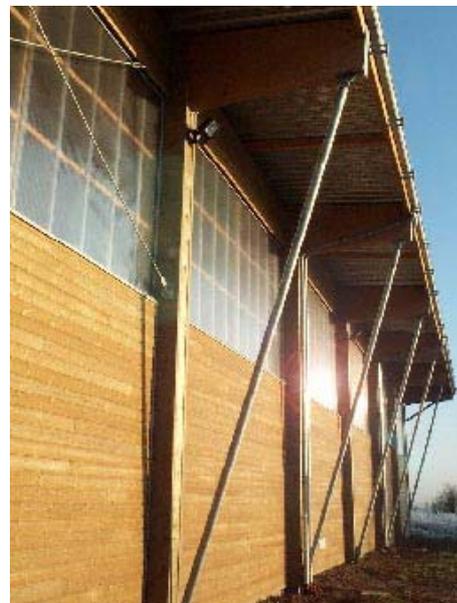
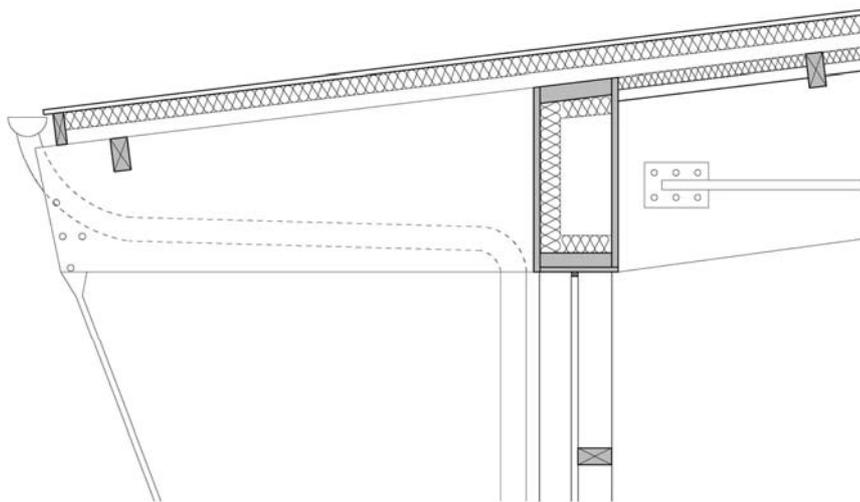
Le choix du bois pour ce projet est d'abord le choix d'une image, celle donnée par une architecture à un site. Il semblait que si économiquement le bois était viable, il serait le matériau le plus adapté pour conférer une image à ce lieu. Le lieu est le sommet d'une colline, visible à des kilomètres à la ronde, autour duquel un village s'est développé en couronne.

La construction en bois de ce gymnase est issue d'un véritable pari, en effet les entreprises de la région Nord ne donnaient aucune chance au matériau bois dans ce type de programme. La réussite du projet est due, de manière déterminante, à l'implication du maître d'ouvrage dans ce projet, auquel il adhère, dès le départ, et qui s'est investi dans tous les détails concrets de la réalisation. Finalement l'entreprise s'est appropriée la réalisation de ce chantier en y apportant son savoir faire.

Il n'y avait pas de bureau d'études, en dehors de celui de l'entreprise. Le pré-dimensionnement a été fait par le CNDB (ce n'est pas dans les écoles d'archi qu'on apprend à dimensionner des portiques de 27 m!), validé par Qualibois.



Détail constructif en coupe sur la toiture et le mur.



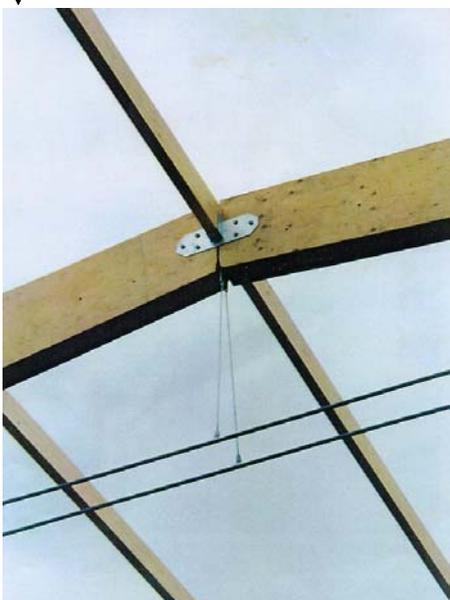
Vu axonométrique.



Les fermes sont constituées de 2 pièces de lamellé collé, assemblées par une ferrure et sous tendues par un double câble.



Les efforts au sein des portiques sont ramenés en pied de poteau par des tirants en tube galvanisé.



« Nous avons auparavant réalisé à Auxerre un chantier en bois similaire »

Entreprise Delporte

Nous avons auparavant réalisé à Auxerre un chantier en bois similaire, et fort de cette expérience, nous avons pu réaliser ce projet dans des conditions économiques extrêmement favorables.

Fort de cette expérience nous avons pris ce chantier dans les mêmes conditions, qui auraient été jugées irréalistes autrement. Notre entreprise heureusement avait son propre bureau d'études en interne, qui a fait les calculs.

Dans le cas de Givenchy, le maître d'ouvrage a fait l'économie d'un bureau d'études. Normalement, l'entreprise ne fait pas d'études, mais uniquement des plans d'atelier

Albertville: extension pour une salle de gymnastique

Création d'une salle gymnastique accolé à un ouvrage existant, transformé pour le tennis de table.

Le programme

Il s'agit de l'extension de locaux existants pour créer une salle de gymnastique.

Les intervenants

Maître d'ouvrage : Ville d'Albertville
Architecte : Blanchi, Jaquet, Albertville
Entreprise : Entreprises Barlet St Symphorien des Bois (71) et Foray (Villard Léger - 73)

Le choix constructif

La charpente est constituée de fermes sous tendues, réalisées avec des arcs lamellés collé et une sous tension par double câble. Les fermes sont posées sur des poteaux béton. Les murs sont à ossature bois, avec bardage intérieur et extérieur.

L'organisation du projet

L'extension est accolée à un bâtiment existant sur une des grandes façades. La façade opposée longe une voie rapide assez bruyante, d'où le choix d'ouvertures réduites en partie haute.

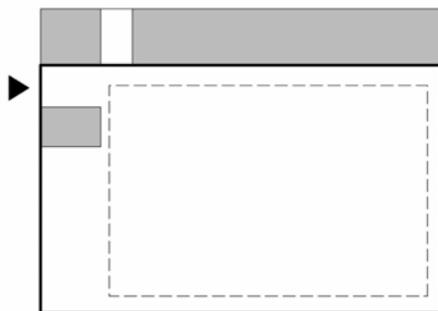


M. Blanqui, Architecte.

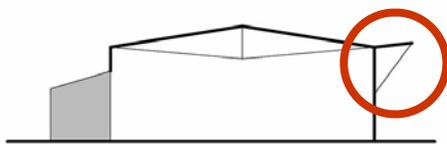
« La gestion du projet a été très longue et son analyse financière complexe »

L'historique du projet est compliqué, car le gymnase a été finalement implanté sur une structure commerciale existante. La gestion du projet a été très longue et son analyse financière complexe. Le

programme initial portait sur l'extension d'un gymnase initialement situé ailleurs. Puis la commune a racheté un bâtiment commercial, un ancien magasin de meubles, dont une partie a été cassée pour refaire une salle de gymnastique spécialisée complète à côté de deux trames de bâtiment conservées pour le tennis de table, la gymnastique et des vestiaires. La salle de gymnastique spécialisée proprement dite est donc un bâtiment neuf adjoint à deux volumes existants.

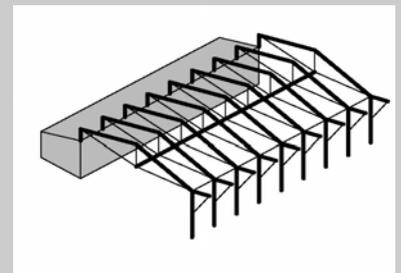


Vu en plan du gymnase; en gris figurent les locaux annexes. Au dessus du plan sont situés les bâtiment existants.

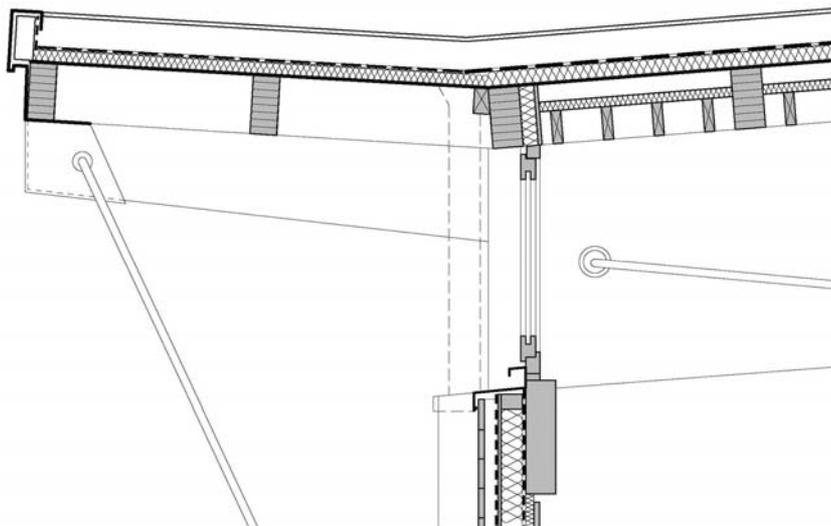


Vu en coupe du gymnase; Le cercle rouge correspond au détail ci contre.

Vu axonométrique.
La charpente sous tendue est prolongée coté sud par un débord de toiture qui assure la protection solaire.



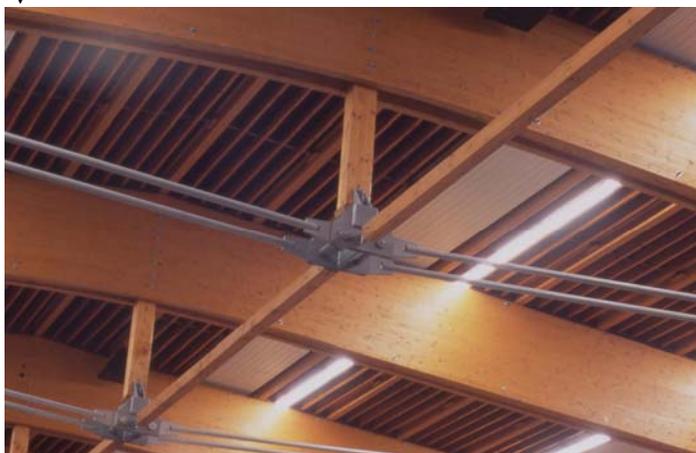
Détail constructif en coupe sur la toiture et le mur.



▲ Les descentes d'eau pluviales ont été intégrées dans un faux poteau, les rendant ainsi invisibles et parfaitement protégées.

▼ Le plafond est réalisé avec des solives qui restent apparentes, entre lesquelles est placé un absorbant acoustique. Ce dispositif a été accepté par le bureau de contrôle car les solives sont considérées comme des éléments de structure, plutôt que comme un plafond. On notera l'intégration du chauffage et de l'éclairage dans la trame du solivage.

▼ L'éclairage naturel est assuré par des bandes lumineuses en partie haute, entre les fermes.



M. Blanqui, Architecte.

« les choix constructifs ont été fait dans le sens du confort des athlètes »

La salle d'Albertville est spécialisée pour la gymnastique, aussi les choix constructifs ont été fait dans le sens du confort des athlètes et de la sécurité pendant leurs évolutions, notamment par le contrôle de l'éblouissement et du bruit. La fonction gymnique impose un ensemble de contraintes très fortes : sous l'angle visuel d'abord, peu de fenêtres, ramenées en sous-toiture avec un large débord de toiture pour éviter l'éblouissement, éclairage en doubles bandes de néon, à allumage séparé (une bande en entraînement, les deux en compétition), pour lequel la structure de toiture sert de coupe-flux, toujours pour éviter l'éblouissement. En second lieu le confort acoustique, sous l'angle de la réverbération d'une part, et l'isolation de l'extérieur (voie rapide) d'autre part.

Le Touquet : salle de sport en milieu urbain

une architecture de bois dans la tradition du Touquet



Le programme

Réalisation d'un gymnase et d'une salle de gymnastique en annexe, ainsi que de locaux de services.

Les intervenants

Maître d'ouvrage : Ville du Touquet

Architecte : Saget Jean-Paul Bonne-maison, Paris

Entreprise : Cruard (M. Lefevre), Simple (53), Coquart, Auxi le Château (62)

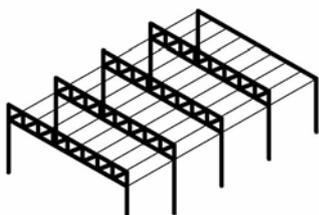
Le choix constructif

La structure de charpente est constituée de poutre mixtes lamibois et métallique. Elles sont portées par des poteaux métalliques, dans lesquels on a coulé du béton pour la stabilité au feu. Les parois sont à structure bois, et utilisent également du lamibois. Le parement extérieur est en stratifié tandis que le parement intérieur est en contreplaqué de tilleul.

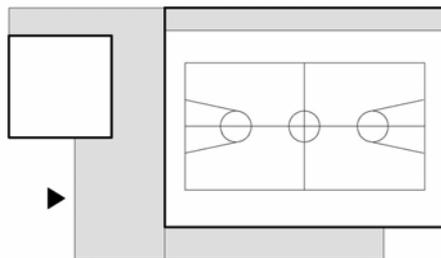
L'organisation du projet

La salle de sport comporte un gradinage sur un des grands côtés.

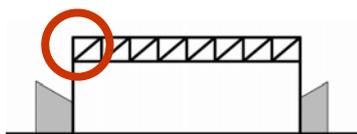
Entre la petite et la grande salle se trouve les services, qui s'enroulent pour partie autour de l'autre grande façade. (cf partie grise sur le plan)



Vu axonométrique!

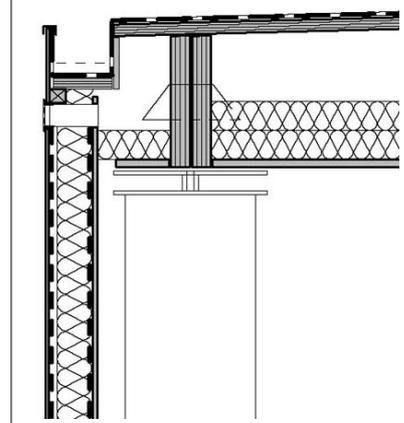


Vu en plan du gymnase; en gris figurent les locaux annexes.



Vu en coupe du gymnase

Détail constructif, coupe sur la toiture et le mur.



Le point de vue de l'Ingénieur

Le choix du lamibois, expérimenté antérieurement sur quelques projets, est une réponse techniquement et économiquement intéressante par rapport au lamellé collé, ce qui a été vérifié lors de l'appel d'offres. Ici il est utilisé en charpente, en toiture et parois.

La structure est en poteaux métalliques, remplis de béton pour la stabilité au feu, avec de grandes poutres triangulées mixtes lamibois et métal dont la hauteur est prise dans les sheds (cf. axonométrie

Hormis le pignon béton aménagé en mur d'escalade, l'ossature des parois est composée de panneaux en lamibois, avec un habillage extérieur en stratifié, pare-pluie et

isolation, etc., et à l'intérieur un habillage d'aggloméré placage de tilleul.

Les parois ont été mises en oeuvre, comme dans la conquête de l'ouest américain, avec la technique du « frame » préfabriqué par trames de panneaux intérieurs et extérieurs, isolation comprise. L'entreprise Coquart a entièrement préfabriqué les panneaux, posés après un réglage du sol au laser.

Dans la couverture des sheds, les pans obliques en lamibois participent à la stabilité des poutres, et il est aussi utilisé en toiture horizontale.

Les bureaux de contrôle ont fini par accepter cette solution de contreventement sans diagonales, et il sert directement de support de couverture avec isolant et membrane.



▲ Les panneaux de Résopal ont dictés la trame du bâtiment, afin de limiter les chutes.



▲ La structure est constituée de poteau en béton, sur lesquels est posée une charpente mixte, qui allie bois et métal.

La salle de gymnastique annexe.



Jean-Paul Bonnemaïson, architecte

« nous ne supportons absolument plus le rapport de forces conflictuel permanent avec les entreprises de maçonnerie. »

« Nous avons déjà réalisé diverses constructions en bois, surtout en région parisienne. Nous avons défendu dans le projet de concours une architecture de bois dans la tradition du Touquet. Le bois est un choix fondamental. En effet, nous ne supportons absolument plus le rapport de forces conflictuel permanent avec les entreprises de maçonnerie, à l'exception de certaines, bien sûr.

Le Touquet est une ville récente âgée d'une centaine d'années, où à l'origine les constructions étaient en bois. Par la suite, toutes les maisons sont faites en pierre du fait du vieillissement et de l'entretien du bois en bord de mer. Tout en se rapprochant de ce passé et de cette tradition, nous avons adopté le principe d'une architecture bois contemporaine. Le site en centre ville a une tradition d'architecture du début du siècle, art nouveau, qui mélange art et architecture.

De ce fait, plutôt qu'avec une écriture de bois rustique, la façade a été traitée avec un panneau industriel d'échelle plus importante et d'apparence un peu plus précieuse.

Des éléments de verre coloré ont été inclus en façade pour apporter une architecture touquetoise moderne.

Le choix du panneau est à la fois un choix d'élément architectural précieux et en même temps un choix industriel.

Au démarrage d'un projet, il y a un problème de trame et de choix de produits, que l'architecte essaye de résoudre avec ce que l'industrie peut produire de mieux.

Ce panneau a un certain coût, qu'il faut gérer avec une trame optimale. Une des façades habille la paroi en béton d'un mur d'escalade : elle est entièrement traitée avec les chutes de panneaux, afin d'utiliser le matériau à 100%. Les chutes de Résopal, matériau plus cher que du clin en bois, ont pu être réutilisées jusqu'au dernier centimètre carré. »



Entreprise Cruard

« il a été possible de réduire les temps de montage, qui ici sont très courts »

« La mixité des matériaux veut que tout a été monté en atelier, avec les pièces en métal et les barres de métal de triangulation des fermes. Comme l'étude a été très poussée dans le détail, il a été possible de réduire les temps de montage, qui ici sont très courts (les cinq sheds ont été montés en une semaine).

Il faut continuer dans ce sens, pour optimiser encore les chantiers.

Nous nous sommes fait aider par un bureau d'études extérieur pour le gros de la structure et les nœuds en métal, pour lesquels nous ne nous sentions pas très compétents et afin que le dessin soit absolument sans faute pour la découpe laser. L'ensemble des détails bois avaient été réglés avec les architectes.

Nous avons déjà mobilisé sur les chantiers en cours toutes nos capacités de production, et c'est une autre

entreprise, Coquard, qui est venue réaliser le reste de l'œuvre bois du bâtiment hors charpente. Elle s'est parfaitement calée sur les ouvrages réalisés par notre entreprise.

Les éléments de mur, façades et doublages ont été préfabriqués et envoyés sur le site, dans l'esprit de la conquête de l'Ouest américain, où fut expérimenté le principe de structures en "balloon frame".

À l'époque les panneaux étaient préfabriqués à Chicago et convoyés par le train, au fur et à mesure de l'avancement des lignes de chemin de fer. »

Le programme

Il s'agit d'un gymnase 44*24 et des services annexes habituels. Cette opération est située sur la commune de Meylan, qui veut avoir une forte volonté environnementale. Ce gymnase constitue un exemple d'application de cette volonté.

Les intervenants

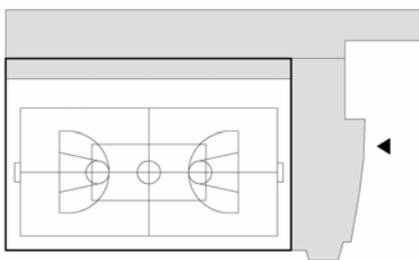
Maître d'ouvrage : Ville de Meylan
Architecte : RKK 38 (M. Roda), BET Anglade, Grenoble
Entreprise : Manco, Jarrie (38)

Le choix constructif

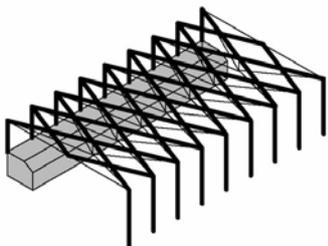
La charpente est constituées de troncs de douglas écorcés, formant une nappe sous tendue par des câbles. L'ensemble de cette nappe est horizontal, et des entretoises entre structure et couvertures permettent de redonner une forme de pente.

Les murs sont à ossature bois, avec bardage bois à l'intérieur comme à l'extérieur.

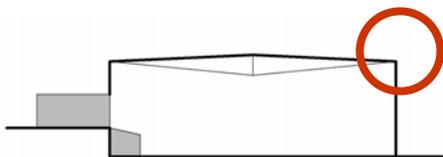
Vu en plan du gymnase; en gris figurent les locaux annexes.



Vu axonométrique.



Vu en coupe du gymnase



Gymnase Meylan : volonté HQE

La proposition d'une structure en bois rond pour ce gymnase, répond à la sollicitation des élus de réaliser une opération HQE.



Le gymnase est recouvert d'un bardage en Douglas naturel, posé en vertical, et recouvert par des joints horizontaux.

Vue sur l'entrée



L'architecte : Mr Rodda

Le travail de conception de ce projet est le produit du dialogue entre la maîtrise d'ouvrage et l'équipe d'ingénierie. Le point essentiel consistait à affirmer l'identité écologique d'un site remarquable, face à la chaîne de Belle-donne, dans un bois classé. Tous les éléments étaient présents pour qu'on cherche une insertion correcte dans le site. Le deuxième point visait la maîtrise de l'impact environnemental du projet au niveau local, régional et global.

L'agence a été choisie à l'issue d'un concours sur dossier pour ses compétences bois. Un des points très importants de sa démarche est que l'ingénieur est intimement associé au travail de conception, il participe aux premiers crayonnés et pas seulement pour rédiger la note de calcul de ce qui a été dessiné. L'aboutissement est une collaboration architecte ingénieur très particulière, pour résoudre le problème du franchissement d'une portée de 30 mètres. La résille est réalisée avec des troncs d'arbre simplement écorcés, assemblés entre eux avec

des tirants ancrés sur des platines métalliques. Les troncs ne travaillent qu'en compression, en revanche des solives en lamellé collé travaillant en flexion ont été placées au-dessus pour supporter le calage de la toiture proprement dite.

Un autre enjeu a été ensuite la conception du montage. L'ingénieur bois est allé très loin dans la définition du détail de façon à ouvrir la consultation à de petites entreprises. Il est demandé à celles-ci de faire du montage, sans intervenir sur la conception de l'assemblage, tous les dessins de détails étant fournis par l'ingénieur bois.

L'entreprise Manco, adjudicataire du chantier, compte huit à dix personnes. Elle a contribué à apporter des solutions sur le chantier, comme le levage de la charpente, car il n'était pas possible d'amener de gros moyens de levage sur le site.

M. Anglade, Ingénieur structure bois

En comparaison avec quelques autres opérations similaires réalisées avec d'autres matériaux, on retrouve pour le bois les mêmes ratios et coûts. D'autres opérations, en revanche, affichent des coûts supérieurs de 30% aux ouvrages en bois. On y retrouve l'incidence de coûts de fondation dus au béton et aux temps d'intervention.

Ces temps ont bien entendu un coût. Si on garde en mémoire le délai de 3 semaines nécessaire à une TPME pour monter une charpente en bois

complexe à Meylan, une entreprise de maçonnerie ne saura jamais monter une structure couvrant un tel espace en 3 semaines. Cela aura une incidence sur les coûts, sur les délais d'exécution ; en outre, il s'agit de matériaux secs, donc continuité d'intervention, et d'éléments assez souvent manportables.

De même dans le poste "engins", le bois ne requiert pas de moyens lourds, ou permet de les éviter, lorsqu'ils ne peuvent pas être amenés sur le site, comme à Meylan.

Les pièces rajoutées sur la partie supérieure des fûts de bois permettent de reconstituer des formes de pente.



La sous tension est assurée par des cables, écartés de la structure par uneentretoise métallique.



Les troncs sontn en Douglas; ils ont été écorcés à la main, et ont subi un lavage avec un appareil de projection d'eau à haute pression.



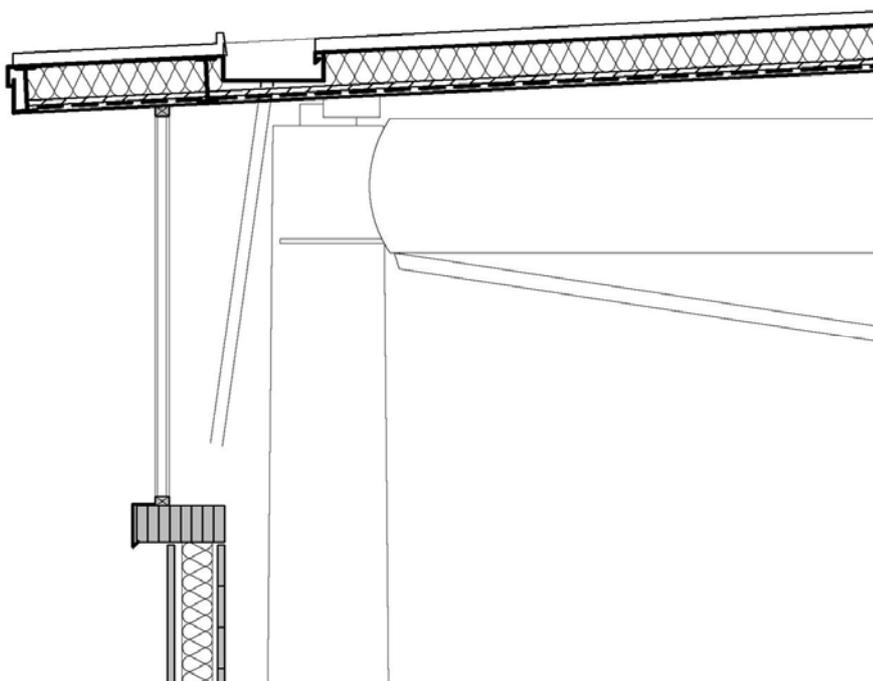
La forme en éléments croisés de la structure assure son constreventement dans le plan horizontal.



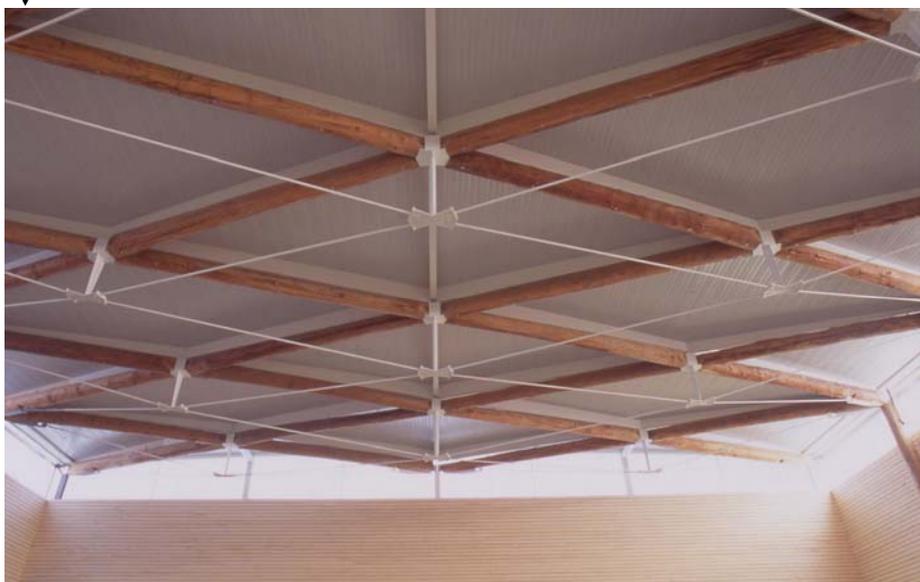
Les murs sont constitués d'une ossature bois, incluant un isolant, et un bardage bois extérieur comme intérieur.



Détail constructif, coupe sur la toiture et le mur.



Vue intérieure de la charpente terminée.



Tous les prix indiqués ont été actualisé en date de juillet 2005, afin de permettre la comparaison.

Gymnase de Meylan

Désignation	Montant €/HT	%	SHON 2 405,00
Lots Enveloppe	1 419 668,08	65,97%	589
Gros-Œuvre	618 186,44	28,73%	257
Charpente bois	366 570,38	17,03%	152
Couverture Aluminium	231 838,63	10,77%	96
Étanchéité	46 766,48	2,17%	19
Bardage bois	82 580,04	3,84%	34
Menuiseries Extérieures	73 726,11	3,43%	31
Lots Équipements Structuraux	212 728,67	9,89%	88
Menuiseries Intérieures	53 269,50	2,48%	22
Cloisons Doublages Plafonds	48 360,79	2,25%	20
Sols Scellés	26 749,01	1,24%	11
Serrurerie	44 491,57	2,07%	18
Peinture	39 857,80	1,85%	17
Lots Équipements Techniques	375 667,70	17,46%	156
Chauffage - Ventilation - Sanit	225 979,53	10,50%	94
Électricité CF/cf	149 688,17	6,96%	62
Lots Équipements Spécifiques	143 966,35	6,69%	60
Sol Sportif	106 446,88	4,95%	44
Agencements	37 519,47	1,74%	16
Total coût Construction HT	2 152 030,80	100,01%	893
VRD			
Adaptations au site (1)	191 369,68		80
Total Coût Travaux €/HT	2 343 400,48		973

Albertville, salle de gymnastique

Désignation	Montant €/HT	%	SHON 1 280,00
Lots Enveloppe	697 193,80	50,89%	545
Gros-Œuvre	199 907,62	14,59%	156
Charpente	192 058,53	14,02%	150
Couverture Étanchéité	69 006,44	5,04%	54
Menuiseries Extérieures	49 432,54	3,61%	39
Façades bois/ métal	186 788,67	13,63%	146
Lots Équipements Structuraux	273 804,64	19,98%	213
Menuiseries Intérieures	49 527,17	3,62%	39
Cloisonnements Doublages	17 876,39	1,30%	14
Sols Scellés	33 900,77	2,47%	26
Plafonds Suspendus	74 792,15	5,46%	58
Serrurerie	22 859,91	1,67%	18
Peinture	74 848,25	5,46%	58
Lots Équipements Techniques	176 977,82	12,92%	192
Chauffage - Ventilation - Sanit	125 534,23	9,16%	98
Électricité CF/cf	51 443,59	3,76%	94
Lots Équipements Spécifiques	222 019,94	16,21%	173
Sol Sportif	74 783,28	5,46%	58
Agencements	147 236,66	10,75%	115
Total coût Construction HT	1 369 996,20	100,00%	1 070
VRD	60 012,33		46,88
Adaptations au site (1)	73 792,57		57,65
Total Coût Travaux €/HT	1 503 801,10		1 175

Tous les prix indiqués ont été actualisé en date de juillet 2005, afin de permettre la comparaison.

Le Touquet : salle de sport en milieu urbain

Désignation	Montant €/HT	%	SHON en m ²
			1 237,00
Lots Enveloppe	1 073 935,22	70,35%	868
Gros-Œuvre	258 135,15	16,91%	209
Charpente Bois Métal	325 020,32	21,29%	263
Couverture Étanchéité	83 377,42	5,46%	67
Bardages	231 858,95	15,19%	187
Menuiseries Extérieures métal	175 543,38	11,50%	142
Lots Équipements Structuraux	212 487,16	13,91%	172
Menuiseries bois intérieure	71 195,78	4,66%	58
Cloisons	53 886,45	3,53%	44
Plafonds	43 883,05	2,87%	35
Sols minces et divers	26 211,59	1,72%	21
Serrurerie	6 253,31	0,41%	5
Peinture	11 056,98	0,72%	9
Lots Équipements Techniques	152 798,58	10,01%	123
Plomberie Sanitaire	22 739,29	1,49%	18
Chauffage - Ventilation PL Sanit	79 208,55	5,19%	64
Électricité CF/cf	50 850,74	3,33%	41
Lots Équipements Spécifiques	87 295,21	5,72%	71
Sol Sportif	34 127,90	2,24%	28
Agencements	53 167,31	3,48%	43
Total Coût Construction €/HT	1 526 516,17	99,99%	1 234
VRD Aménagements Extérieurs	96 691,47		78
Adaptations au site	9 300,95		8
Total Coût Travaux €/HT	1 632 508,59		1 320

Givenchy : un gymnase sur la plaine du moulin

Désignation	Montant €/HT	%	SHON
			1 752,00
Lots Enveloppe	907 394	80,56%	518
Gros-Œuvre	350 153	31,09%	200
Charpente	347 023	30,81%	198
Couverture Étanchéité	120 527	10,70%	69
Menuiseries	89 691	7,96%	51
Lots Équipements Structuraux	28 644	2,54%	16
Menuiseries Intérieures			-
Cloisonnements Doublages			-
Sols Scellés	28 644	2,54%	16
Plafonds Suspendus			-
Serrurerie			-
Peinture			-
Lots Équipements Techniques	133 206	11,83%	76
Chauffage - Ventilation - Sanit	60 733	5,39%	35
Électricité CF/cf	72 473	6,44%	41
Lots Équipements Spécifiques	56 977	5,06%	33
Sol Sportif	56 977	5,06%	33
Total coût Construction HT	1 126 221,00	99,99%	643
VRD			
Adaptations au site (1)			-
Total Coût Travaux €/HT	1 126 221,00		643

Les prix constatés des 4 opérations.

Les coûts constatés font apparaître des grosses différences, du simple au double entre Givenchy et Le Touquet.

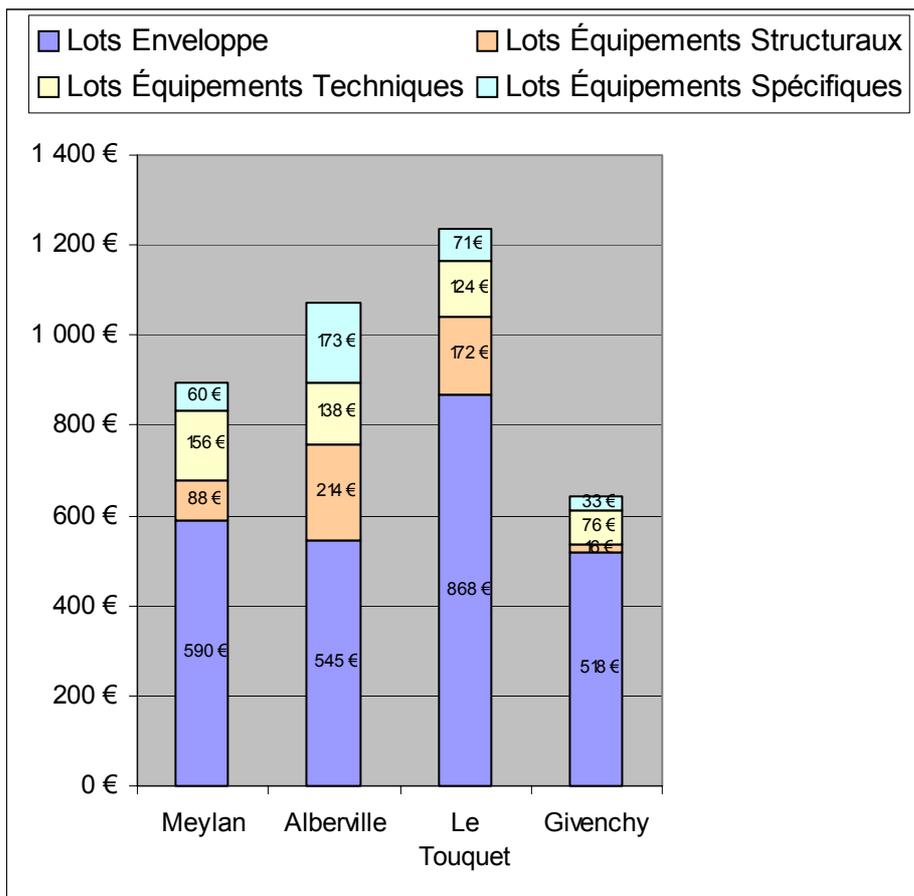
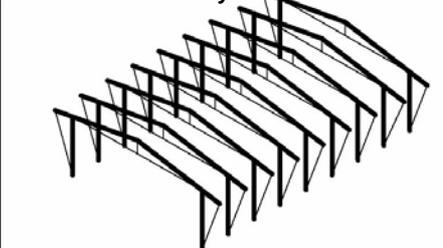
Pour analyser ces écarts, nous nous baserons sur le coût de construction sans prendre en compte les coûts de VRD et d'adaptation au site.

Réflexions sur l'enveloppe.

Le coût de construction de 643 € pour **Givenchy** est très bas, et inhabituel; il résulte d'abord d'une approche très pragmatique: la collectivité avait un très faible budget, et l'architecte s'est inspiré des bâtiments agricoles.

La structure porteuse volontairement simple, est formée de portiques sous tendus; la reprise des efforts en pied de poteaux permet de diminuer les sections, donc les coûts. L'enveloppe intérieure comme extérieure en bois massif participe aux coûts faibles et donne un montant de 518 €/m².

Axonométrie Givenchy



Le graphique ci-dessus présente les coûts en €/HT/m² SHON de chaque opération, pour les fonctions enveloppes, équipements structuraux, équipements techniques et équipements spécifiques.

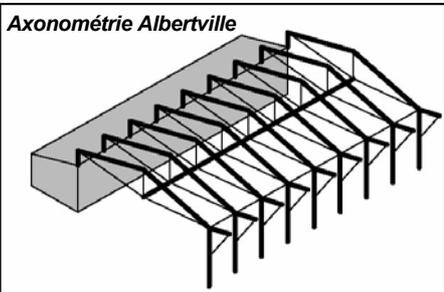
Le tableau ci-dessous présente les coûts en € HT par lots, et ramenés au m² SHON

	Meylan		Albeville		Le Touquet		Givenchy	
Surface Hors Œuvre Nette	2405		1280		1 237,0		1752	
Montant des lots en € HT	€ ht	€ht par m ² SHON	€ ht	€ht par m ² SHON	€ ht	€ht par m ² SHON	€ ht	€ht par m ² SHON
Lots Enveloppe	1 419 668 €	590 €	697 194 €	545 €	1 073 935 €	868 €	907 394 €	518 €
Lots Équipements Structuraux	212 729 €	88 €	273 805 €	214 €	212 487 €	172 €	28 644 €	16 €
Lots Équipements Techniques	375 668 €	156 €	176 978 €	138 €	152 799 €	124 €	133 206 €	76 €
Lots Équipements Spécifiques	143 966 €	60 €	222 020 €	173 €	87 295 €	71 €	56 977 €	33 €
Total coût Construction HT	2 152 031 €	895 €	1 369 996 €	1 070 €	1 526 516 €	1 234 €	1 126 221 €	643 €
VRD	NC		60 012 €	47 €	96 691 €	78 €	NC	
Adaptations au site (1)	191 370 €	80 €	73 793 €	58 €	9 301 €	8 €	NC	
Total Coût Travaux €/HT	2 343 400 €	974 €	1 503 801 €	1 175 €	1 632 509 €	1 320 €	1 126 221 €	643 €

On retrouve cette simplicité structurale, sur **Albertville**.

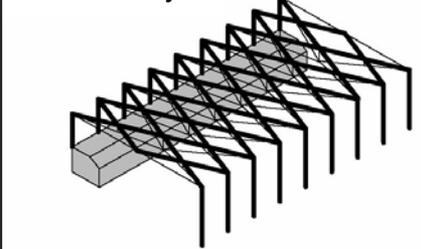
Toutefois sans les reprises d'effort en pied de poteau; la casquette de protection solaire amène une complexité supplémentaire. En revanche l'enveloppe intérieure comme extérieure est similaire à Givenchy, et le tout donne un coût légèrement supérieur à 545 €/m².

Axonométrie Albertville



La structure de **Meylan** laissait supposer un coût élevé par son côté inhabituel, mais l'enveloppe ressort à 590€/m², donc 14% plus cher que Givenchy, et a peine 10% plus élevé qu'Albertville. L'originalité et l'aspect environnemental restent donc à un prix raisonnable (on se reportera à ce sujet aux propos de J.Anglade dans la présentation du projet.)

Axonométrie Meylan



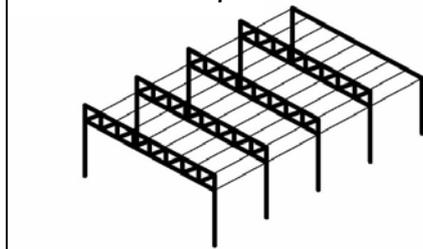
Enfin, **Le Touquet** présente un coût de 868 €/m², nettement supérieur au 3 autres. Il correspond à un choix structural plus complexe.

Tout d'abord la charpente équipée de Chajds, qui permettent d'amener la lumière à l'intérieur du Gymnase.

En second lieu une enveloppe dans laquelle la structure porteuse est à l'intérieure du bâtiment, et dégagée de l'enveloppe.

Troisième point, les composants extérieurs de la façade « Résopal », choisis pour leur aspect urbain, et leur faible entretien, coutent environ 3 fois le prix des bardages des 3 autres opérations. De même pour les parois intérieures qui utilisent le contreplaqué.

Axonométrie Le Touquet



Réflexions sur les autres lots.

Les **équipements techniques** (intégrant notamment le chauffage) ressortent à un prix moyen de 150€/m², pour 3 des 4 opérations, alors que Givenchy se limite à 76€, soit environ moitié moins.

Les **équipements spécifiques** correspondent aux activités exercées dans les gymnases. Albertville plafonne avec 173 €/m², car la salle est dédiée à la gymnastique, et est entièrement équipée d'agrès, mous-ses de protection. etc....

Meylan et Le Touquet sont équipés de manière classique pour un montant d'environ 70 €/m², tandis que Givenchy fait toujours le minimum avec 33€/m².



Environnement : stocker le carbone avec le bois

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.

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.

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

Test: face à la loi sur l'air.

Les 4 réalisations présentées ici ont été analysées suivant les critères de la loi sur l'air. Les tableaux ci-contre donnent le cubage de bois mobilisé pour chacune d'elles. La typologie « bâtiment sportifs » est caractérisée par les niveaux de classe suivant :
Classe 1: 25 dm³ /m²SHON
Classe 2: 30 dm³ /m²SHON
Classe 3: 50 dm³ /m²SHON

Au vue des tableaux de calcul ci contre, **les 4 gymnases s'inscrivent dans la classe 3.**

Le gymnase du Touquet affiche 67 dm³, et se situe un peu en retrait des autres réalisations, du fait d'une structure mixte, et de l'absence de vêture bois.

Lutter contre l'effet de serre : l'État s'engage.

Accord Cadre Bois Construction Environnement.

Compte tenu des atouts environnementaux du bois qui s'ajoutent à ses qualités naturelles, l'État (8 ministères), l'Ademe et 9 organisations professionnelles du BTP dont l'Union Sociale pour l'Habitat ont signé en 2001 un « Accord Cadre Bois Construction Environnement » dont le but est d'augmenter la part du bois dans la construction de 25% en 10 ans. Le détail de la charte et des engagements des 18 signataires peut être consulté et téléchargé sur le site : www.bois-construction.org

Loi sur l'air.

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie prévoit à l'article 21-5 l'emploi d'une qualité minimale de bois dans certaines constructions. Les organismes HLM pourront se référer à la méthode de classement élaborée par le Ministère de l'Équipement qui sera publiée prochainement dans un décret.

Cette méthode définit 3 classes et permet très simplement de mesurer la quantité de bois utilisée en dm³ de bois par m² de SHON (surface hors œuvre nette).

Elle permettra des incitations financières ou fiscales notamment dans les régions. Pour plus d'informations voir également : www.bois-construction.org

Ils ont dit...

« (...)le bois, matériau performant pour la construction, offre trois grands avantages d'un point de vue environnemental : c'est le seul matériau renouvelable ; ses production, transformation et mise en œuvre sont faiblement consommatrices en énergie ; son utilisation dans la construction permet de prolonger le rôle fixateur de carbone de la forêt (...) »

François Demarcq (ADEME)

« (...)les architectes sont particulièrement sensibles au choix des matériaux, reflet de leur création. Le bois, de par ses qualités techniques et esthétiques, est à la fois moderne et support d'un savoir-faire ancestral, ancré dans notre culture. Matériau vivant et renouvelable, le bois dans l'architecture est une réponse aux préoccupations environnementales de la planète (...)»

Dominique Riquier-Sauvage (UNSA)



Gymnase de Meylan

Réf	Elément d'ouvrage	Unité	Nb d'unité	Ratio bois en dm ³ / unité	Volume bois / élément d'ouvrage	% du volume
1	Plancher bois porteur	m ²		50	0	0,0
3	Ossature poteaux-poutres	ml	90	25	2 250	1,7
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	1 335	40	53 400	40,2
9	Bardage en lames de bois	m ²	2 380	25	59 500	44,7
14	Ossature bois non-porteuse	m ²	1 190	15	17 850	13,4
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>				>>>>>	133000	100
SHON de l'ouvrage >>>>				>>>>>	1350	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>				>>>>>	99	

Albertville, salle de gymnastique

Réf	Elément d'ouvrage	Unité	Nb d'unité	Ratio bois en dm ³ / unité	Volume bois / élément d'ouvrage	% du volume
3	Ossature poteaux-poutres	ml	80	25	2 000	2,2
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	1 000	40	40 000	44,4
9	Bardage en lames de bois	m ²	1 500	25	37 500	41,7
14	Ossature bois non-porteuse	m ²	700	15	10 500	11,7
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>				>>>>>	90000	100
SHON de l'ouvrage >>>>				>>>>>	1000	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>				>>>>>	90	

Le Touquet : salle de sport en milieu urbain

Réf	Elément d'ouvrage	Unité	Nb d'unité	Ratio bois en dm ³ / unité	Volume bois / élément d'ouvrage	% du volume
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	860	40	34 400	59,3
10	Bardage en panneau dérivé du bois	m ²	885	15	13 275	22,9
14	Ossature bois non-porteuse	m ²	690	15	10 350	17,8
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>				>>>>>	58025	100
SHON de l'ouvrage >>>>				>>>>>	860	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>				>>>>>	67	

Givenchy : un gymnase sur la plaine du moulin

Réf	Elément d'ouvrage	Unité	Nb d'unité	Ratio bois en dm ³ / unité	Volume bois / élément d'ouvrage	% du volume
3	Ossature poteaux-poutres	ml	140	25	3 500	3,6
4	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	m ²	1 200	40	48 000	49,8
9	Bardage en lames de bois	m ²	1 120	25	28 000	29,1
14	Ossature bois non-porteuse	m ²	1 120	15	16 800	17,4
Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³) >>>>				>>>>>	96300	100
SHON de l'ouvrage >>>>				>>>>>	1200	
Volume de bois en dm³/m² de SHON >>>>				>>>>>	80	

**Givenchy (Picardie):
un gymnase sur la
plaine du moulin**

**Albertville (Savoie):
extension pour une
salle de
gymnastique**

**Le Touquet (Picardie):
salle de sport en mi-
lieu urbain**

**Meylan (Isère):
volonté HQE de la
collectivité**



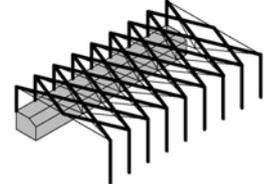
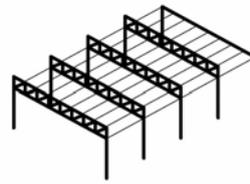
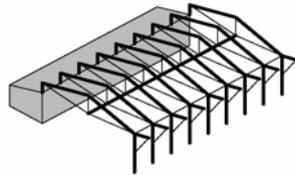
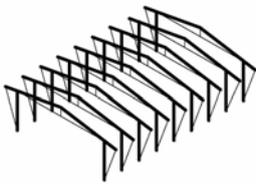
La structure principale du gymnase est constituée de portiques en lamellé collé, articulés en tête, et sous tendus avec un câble. Les extrémités des portiques dépassent vers l'extérieur pour porter les débords de toiture, et les efforts sont ramenés en pied de poteau par des cables.

La charpente est constituée de fermes sous tendues, réalisées avec des arcs lamellés collé et une sous tension par double câble. Les fermes sont posées sur des poteaux béton. Les murs sont à ossature bois, avec bardage intérieur et extérieur.

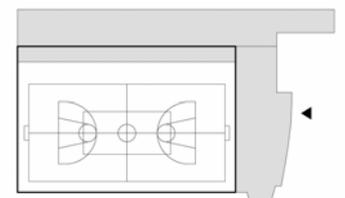
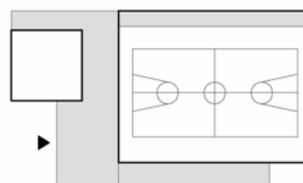
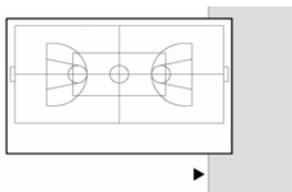
La structure de charpente est constituée de poutre mixtes lamibois et métallique. Elles sont portées par des poteaux métalliques, dans lesquels on a coulé du béton pour la stabilité au feu. Les parois sont à structure bois, et utilisent également du lamibois. Le parement extérieur est en stratifié tandis que le parement intérieur est en contreplaqué de tilleul.

La charpente est constituée de troncs de douglas écorcés, formant une nappe sous tendue par des câbles. L'ensemble de cette nappe est horizontal, et des entretoises entre structure et couvertures permettent de redonner une forme de pente. Les murs sont à ossature bois, avec bardage bois à l'intérieur comme à l'extérieur.

Vues axonométriques des gymnases



Vues en plan des gymnases; en gris figurent les locaux annexes.



Vues en coupe des gymnases

