

La filière bois en climat méditerranéen

Max ROLLAND
architecte associé
Tectoniques architectes et ingénieurs
Lyon-Bordeaux, France



CLT + MOB + FOB + CIRCAL 75R

Cross Laminated Timber + Mur à Ossature Bois + Façades à Ossature Bois + Aluminium recyclé

Le projet de la Gavotte consiste à recréer un cœur de quartier à partir de nouveaux équipements (*écoles, crèche, restaurant intergénérationnel et médiathèque*) et du retraitement complet des espaces publics.

Le quartier de la Gavotte se situe au nord de Marseille, aux Pennes-Mirabeau, chemin du Val Sec. Le site est marqué par un relief chahuté avec de forts dénivelés. Nous avons contourné cette contrainte en étageant les constructions dans la pente pour éviter, autant que faire se peut, de lourds ouvrages de soutènement qui impacteraient fortement le bilan carbone du projet. Une autre contrainte, moins visible, est apportée par le PPRI et des menaces de ruissellements qui nous ont conduites à relever l'assiette de toutes les constructions pour leurs mises hors d'eau.

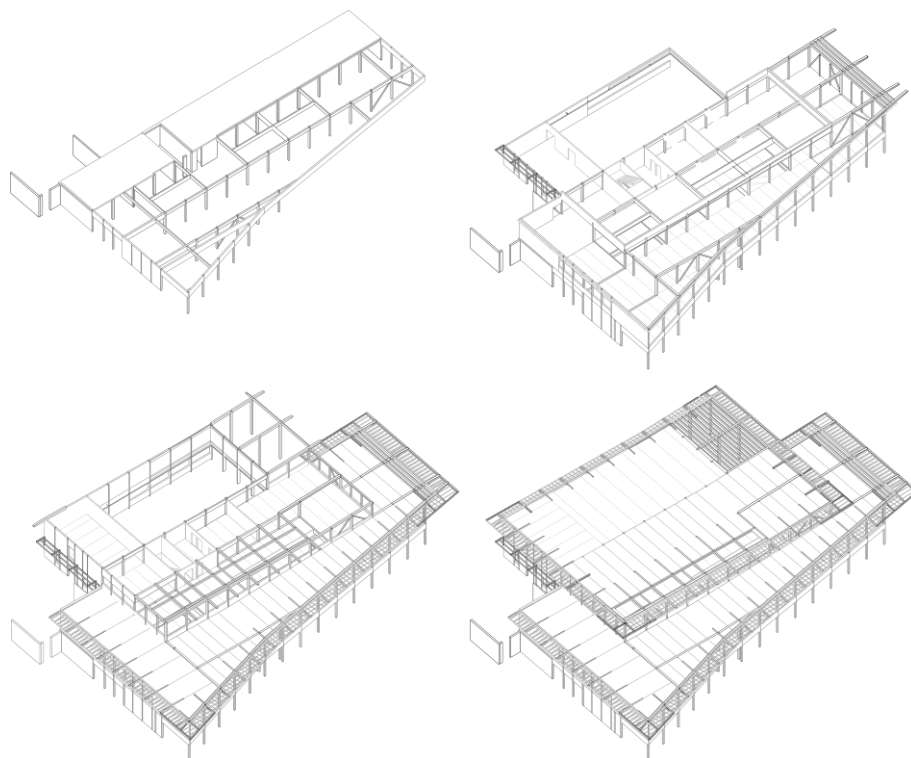


Le projet est réalisé en filière sèche réversible (*ce qui signifie qu'il pourra être démonté en inversion de la procédure de montage*). La plus grande partie des ouvrages est en bois (*CLT, FOB, MOB et poteau-poutre LC*) et bio-sourcée (*chanvre lin et coton*). Les socles sont en pré-murs béton, les remplissages intérieurs en briques de terre crue (*BTC*). Les châssis sont en bois et les menuiseries de mur-rideau en aluminium recyclé.

Il en arrive de partout !

Les ouvrages en bois sont, soit en CLT pour les planchers et les refends de contreventement (1 000 m³ utilisés), soit en MOB, en FOB ou en charpente pour les autres ouvrages (*notamment pour les larges dépassés de toitures sur lesquelles nous reviendrons*).

Si le fabricant d'ossature des MOB et des FOB est régional, le fournisseur de CLT (KLH) est Autrichien. Cette provenance illustre la difficulté de se fournir en France et d'autant plus sur des produits fabriqués en France à partir de bois français.



Pour mémoire, et selon les règles de calcul de l'actuel label E+C-, l'impact carbone d'un complexe plancher CLT avoisine les 50 kgCO₂/m², en prenant en compte l'hypothèse d'un CLT français (*ce qui est loin d'être simple à l'heure où Monnet Sève vient de stopper la production du PLX et où un des rares CLT en bois français est l'Hexapli, de Piveteau, qui ne pourra pas assurer seul la demande actuelle*). Si les contraintes d'approvisionnement nous poussent à envisager un CLT de provenance étrangère, ce qui est le cas pour le projet de la Gavotte, l'impact carbone passe alors à plus de 110 kgCO₂/m².

Il faut ajouter que le prochain calcul en ACV dynamique de la RE20 prendra en compte la capacité de séquestration du bois (*valeur négative d'impact entre -500 et -600 kgCO₂ eq pour 1 m³*). Ce nouveau calcul revalorisera fortement l'efficacité du bois dans le bilan carbone des constructions et creusera définitivement l'écart avec le béton qui même en formulation bas carbone reste très largement positif face au bois, très largement négatif.

Au-delà de cette bonne nouvelle, nous restons cependant très attentifs à la provenance et à la traçabilité des ressources puis à la distance entre leur lieu transformation et le site de construction. Cette dernière séquence peut être doublée dans le cas d'une préfabrication de macro-composants. La préfabrication des composants n'est en effet généralement pas effectuée sur le site de l'industriel qui fabrique des LC, du CLT, de l'OSB ou d'autres éléments. Il y a donc un transport de plus à prendre en compte.

Paradoxalement et finalement, le bois roule beaucoup plus que le béton.

Il y a aussi un arrière-plan plus politique avec la faveur accordée aux circuits courts en priorisant, dans l'ordre, le local, le régional, le national puis l'europpéen.

Aluminium recyclé pour les murs-rideaux

L'aluminier Technal et son fabricant-installateur SMMM ont réalisé, au moment de la pose sur le chantier de la Gavotte, une première en France avec des menuiseries en aluminium recyclé CIRCAL 75R.

Leur taux de matière recyclée post consommation, égal ou supérieur à 75 %, soit un impact de 2 kg de CO₂eq/kg d'aluminium en moyenne au lieu de 18 kg de CO₂eq/kg pour l'aluminium classique.

L'objectif du fabricant est de réduire encore plus cet impact, afin d'aboutir à un recyclage post-consommation total.

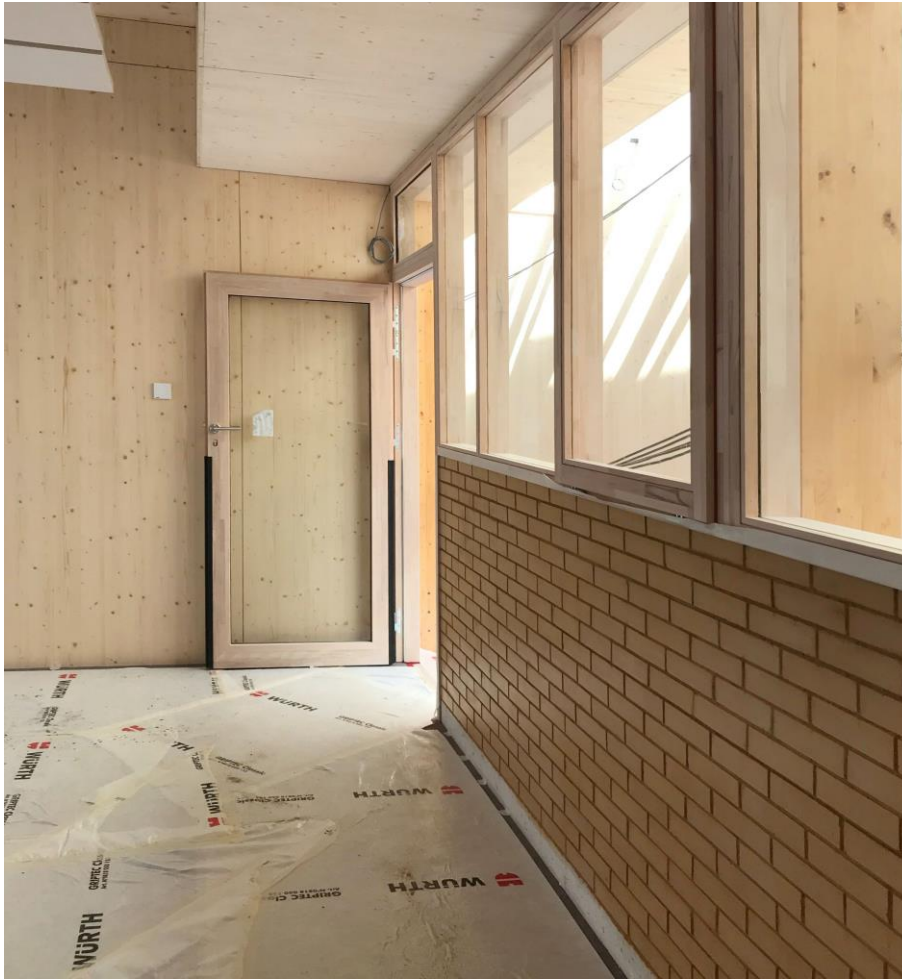


Cette évolution permet à l'aluminium de se replacer dans le périmètre des matériaux vertueux au plan environnemental. Ce qui est une bonne nouvelle ça, techniquement, les menuiseries en aluminium répondent parfaitement à nos besoins.

Pour la Gavotte nous avons prescrit des menuiseries en aluminium pour les murs-rideaux et les châssis bois (*en pin abouté lasuré*) pour les fenêtres classiques.

La terre crue, partenaire idéal de la construction bois

Des ouvrages en terre crue (*Briques produites par Argilus*) forment les remplissages des cloisons intérieures dans les classes. Ce dispositif contribue à la régulation hygrothermique de l'air intérieur et à l'inertie générale de la construction pour assurer le confort en période chaude. La terre crue est donc le partenaire idéal de la construction qui souffre de manière générique d'un manque d'inertie. Ce point technique est évidemment accentué par le contexte méditerranéen.



Nous attendons avec impatience des produits en terre crue plus expérimentaux comme les plaques de terre extrudée alias PT (dont le développement est en cours pour **Cycle Terre** par AMACO, CRATerre et QUARTUS). Ce produit permettrait d'affaiblir l'impact du coût de main-d'œuvre, assez pénalisant pour la mise en œuvre des BTC.

Mixité structurelle avec bois+béton+métal

Aujourd'hui, le bois et le béton se regardent avec méfiance voir avec défiance tandis que le métal joue sa partie en solitaire. Par ailleurs, les difficultés rencontrées par les récentes opérations tout bois, notamment pour les immeubles de belle et moyenne hauteur, nous incitent à reconsidérer nos approches et à sortir des dogmes radicaux.

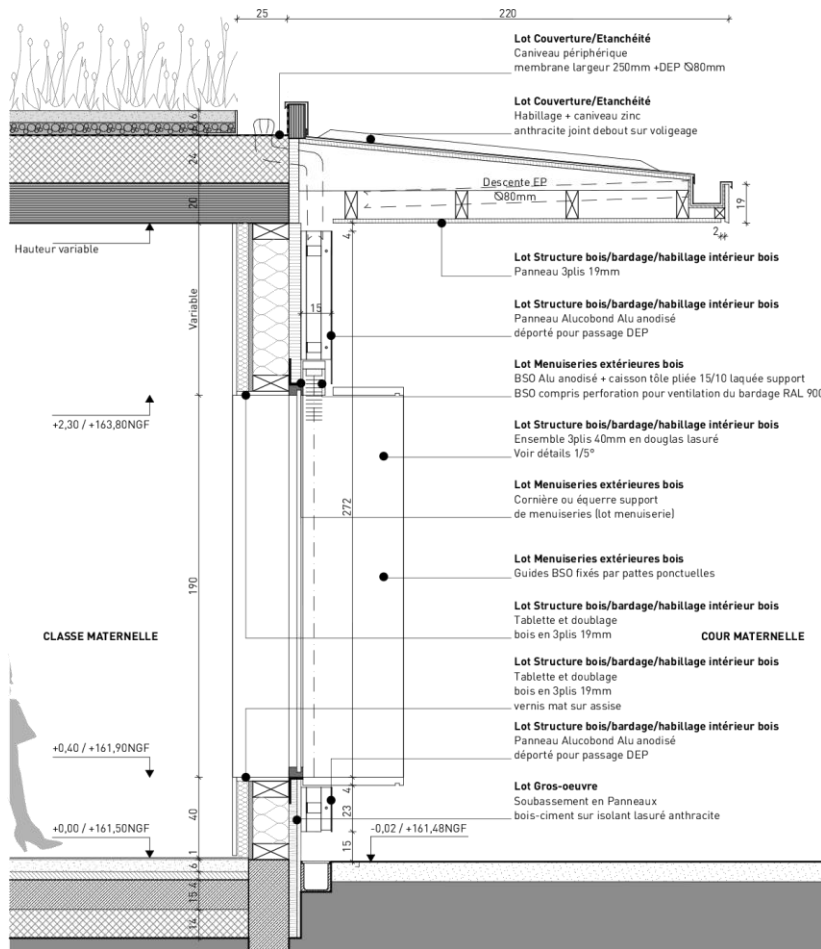
L'opération de la Gavotte, illustre une approche raisonnée qui valorise les complémentarités des différents systèmes constructifs. Elle sollicite les trois grandes familles structurelles (*Bois, béton et métal*) en les utilisant là où elles sont le plus performantes, techniquement et économiquement.

Le béton est valorisé en infrastructure, soubassement, soutènement et pour les gaines de distributions verticales de la médiathèque.



Le bois est utilisé pour la structure primaire en poteaux-poutres, pour les planchers en CLT simple ou en CLT caissonnés, pour l'ossature des macro-composants de façades. Ces macro-composants sont appliqués en mur-manteau devant les structures primaires. Le métal est enfin utilisé en complément des structures bois, en particulier pour porter les larges débords de toits. Nous avons déjà réalisé un dispositif avec de très larges débords (écoles à Rillieux en livraison 2015) mais nous avons à l'époque projeté les CLT intérieurs directement sur l'extérieur. Outre qu'il place la plaque de CLT à cheval dedans-dehors (pas parfait pour les réactions différentielles) il projette une charge propre importante sur le porte-à-faux, ce qui conduit à épaissir la plaque, qui devient ensuite plus lourde et qui finit par piquer légèrement du nez, victime de son propre poids. Cette petite leçon de porte-à-faux nous rappelle que le CLT est lourd et massif et qu'il embarque beaucoup de bois y compris, parfois, au-delà du strict nécessaire.

Le dispositif charpenté de la Gavotte est donc le fruit de cette expérience. Le CLT est interrompu au droit des façades et remplacé par une charpente mixte bois-métal. Outre le gain de poids propre, cette mise en œuvre permet d'intégrer les caniveaux et les descentes dans l'épaisseur du complexe. In fine, la sous-face est habillée par une plaquede trois-plis qui restitue un aspect très proche de la sous-face du CLT des écoles de Rillieux.



Clarifier les interfaces entre corps d'états et faciliter le réemploi des composants

L'imbrication des ouvrages et des matériaux est une source de grandes complications et de malfaçons, au moment de la réalisation mais aussi, par conséquent, au moment de la déconstruction.

Notre équipe développe une stratégie de clarification des interfaces entre ouvrages et particulièrement entre les ouvrages maçonnés et les ouvrages assemblés. Les premiers travaillent avec des tolérances en centimètres tandis que les seconds sont dimensionnés aux précisions de la découpe numérique.

Les premiers se transforment et se réemploient de manière lourde avec un retour en début de cycle (*agrégats et vrac ferrailles*) tandis que les seconds se démontent et se réemploient éventuellement tel quel (*les morceaux de bois sont déjà aujourd'hui les composants « stars » du réemploi*).

Tous les points critiques sont repérés dans la fabrication de notre projet et sont traités dans le sens d'une clarification relationnelle. La seule imbrication qui subsiste concerne le scellement des ferrures qui n'a pas posé de problèmes sur le chantier de la Gavotte. En termes de déconstruction, les pièces en bois retrouvent leur autonomie par un simple déboulonnage tandis que les connecteurs acier seront désincarcérés au moment de la déconstruction du béton avec une faible chance de réemploi (*recyclage basique du matériau dans ce cas*).

L'albédo sous Atex

En construction bois, la question du revêtement de façade est ouverte car toutes les solutions sont à peu près envisageables : *des lourdes ou des légères, des fines ou des épaisses, des métalliques ou des minérales, et bien sûr du bois sous toutes ses formes.*

Cette capacité transformiste est source de liberté mais crée de nombreux dilemmes architectoniques. A partir du moment où l'aspect d'une façade n'a plus de lien direct ou imposé avec la constitution physique de cette même façade, une bipolarité s'installe.

La force (*vous êtes libres*) devient une faiblesse (*vous pouvez faire n'importe quoi*). Tectoniques, comme son nom le suggère, se pose cette question depuis très longtemps mais nous sommes encore en phase d'expérimentations et de questionnements. Le projet de la Gavotte est un nouveau jalon.

Pour l'opération des Pennes Mirabeau, nous avons augmenté l'impact de certains critères avec dans l'ordre : qualité d'aspect et de lumière, albédo des surfaces, pérennité du produit, planéité du matériau.

L'albédo est encore méconnu des concepteurs et c'est pourtant un critère majeur de nos prescriptions futures. L'albédo est le pouvoir réfléchissant d'une surface, c'est-à-dire le rapport de l'énergie lumineuse réfléchi à l'énergie lumineuse incidente.

Le dérèglement climatique en cours nous impose une grande vigilance. Les bâtiments et les surfaces sombres vont souffrir. Les bâtiments clairs et réfléchissants seront plus tranquilles, particulièrement dans le sud.

Nous avons abaissé l'impact d'autres critères et notamment la boulimie énergétique de l'aluminium (*qui n'est malheureusement pas d'origine recyclée comme le CIRCAL 75R des murs-rideaux*) pour faire le choix des plaques Larson. En conséquence de ce choix, nous avons dû obtenir une ATEX sur la mise en œuvre de ce produit (*plaques utilisées à plus de 10 mètres de hauteur, zone de sismicité 3 et fixation sur support bois*).