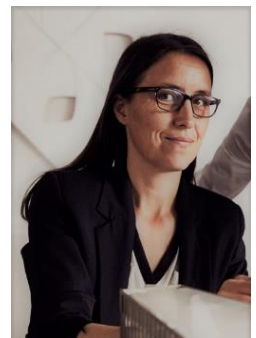


Immeuble de bureaux en structure bois Green Office ® Enjoy : Lot 09 Zac Batignolles, Paris 17^{ème}

Manon Vaillé
Baumschlager Eberle Architectes
Paris, France



Julien Brisebourg
Bouygues Immobilier
Issy-les-Moulineaux, France



ENJOY un immeuble de bureaux en bois



photographie @ L. Zylberman

Programme : bureaux et commerce

Surface plancher : 17 400m²

Maître d'ouvrage : Bouygues Immobilier (Issy-les-Moulineaux)

Investisseur : Caisse des Dépôts (Paris)

Conception : Baumschlager Eberle Architectes, (Paris)

Architecte associé : Scape, (Paris)

Paysage : Latz + Partners (Kranzberg, Allemagne)

Développement durable : Energelio (Lille-Seclin)

Fluides : Barbanel (Bagneux)

BE Structures : Scyna 4 – Infrastructures (Ivry-sur-Seine) et AIA ingénierie - Superstructures (Nantes, Paris)

BE Façade : Arcora (Rueil Malmaison)

BE Acoustique: Lamoureux (Paris)

Architecte coordinateur (ZAC): Atelier François Grether (Paris)

Aménageur : Paris Batignolles Aménagement (Paris)

Entreprises principales (CC CET):

Les Maçons Parisiens (Gros Oeuvre)

Mathis (Structure bois)

Arbonis (façades y compris murs à ossature bois)

Engie (lots techniques)

Chantier en cours : livraison prévue à l'automne 2018

Certifications : GreenOffice® (marque déposée de Bouygues Immobilier)

BREEAM (Very Good), NF Bâtiments Tertiaires Neuf – Démarche HQE,

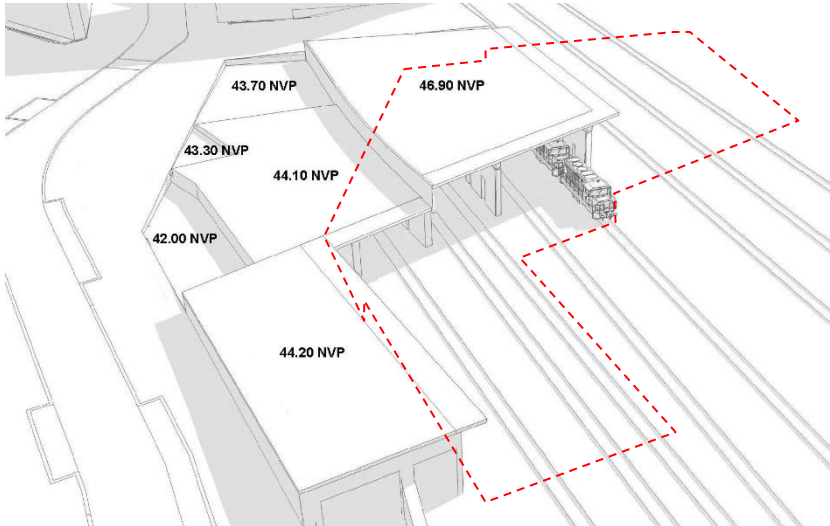
BBCA, BIOSOURCE, BIODIVERCITY, BEPOS Efficacité

1. Contraintes de site et genèse du bois

1.1. Le site

Le terrain s'inscrit sur une emprise foncière d'une surface de 3 350 m² environ, qui se développe entièrement sur une dalle béton existante recouvrant le faisceau ferré de la SNCF. Proche du pont Berthier reliant les secteurs ouest et nord de la ZAC, le lot O9 s'insère entre le paysage ferroviaire du faisceau Saint-Lazare et la voie nouvelle dite nord-sud, dans le prolongement des lots de bureaux O5 et O7.

Il n'y a donc aucune pleine terre, et l'ouvrage de dalles existant constitue l'ensemble du terrain, créant une topographie particulière de béton et de plateformes.



Topographie en plateformes de la dalle béton constituant la parcelle

1.2. Le bois

Les charges admissibles de la dalle SNCF, par endroit plus faibles, nous ont amenées à concevoir le bâtiment en structure bois afin d'alléger la structure (gain de 30% sur le poids du plancher) et permettre de construire la surface demandée au programme. La structure bois a en effet permis de construire deux niveaux de plus sur la partie de dalle située à la pointe de la parcelle par rapport à la faisabilité de l'aménageur.



Axonométrie structurelle – AIA ingénierie

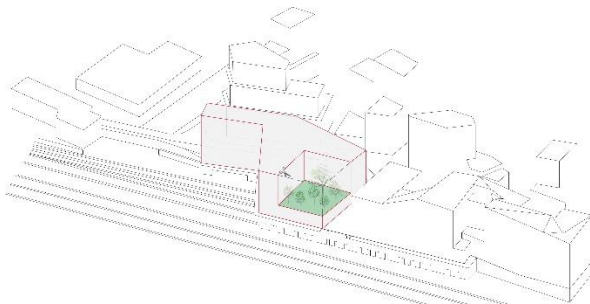
2. Le projet

2.1. Insertion urbaine et composition

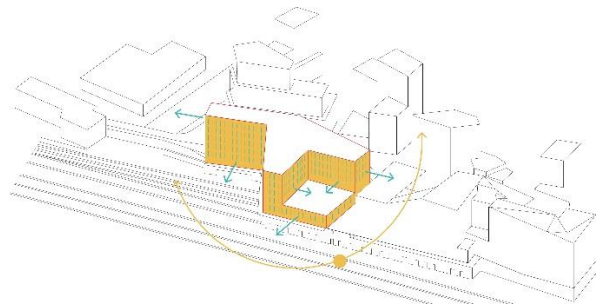
De nombreuses contraintes urbaines, programmatiques et structurelles ont porté ce projet vers une densification importante.

Afin de faire de ces contraintes un atout, il a été envisagé de suivre une organisation en trois ailes dont chacune bénéficie d'orientations et de vues différentes. Chaque aile offre une implantation en cohérence avec son environnement.

Un bras de bâtiment d'un étage sur la partie Sud de la dalle relie les deux ailes Sud et Est et permet d'installer un décor paysager en gradin. Son gabarit, moins haut et plus fin, équilibre les masses construites et assure une liaison avec les façades sur rail des autres lots.



Créer un jardin sur le paysage des voies ferrées

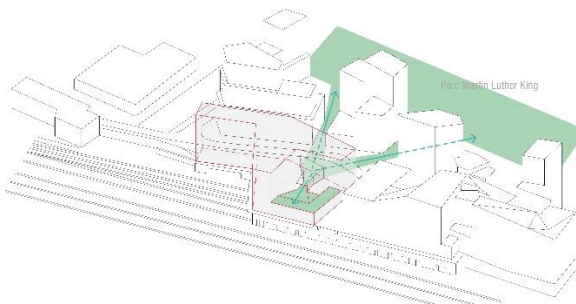


Optimisation de l'exposition des vues

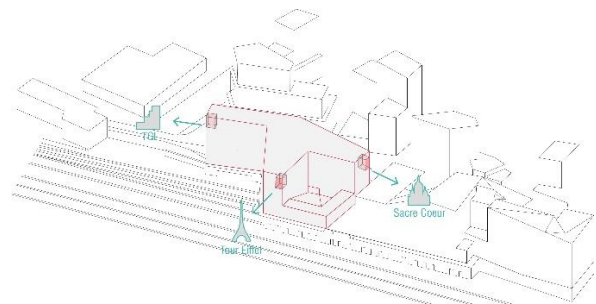
Lier et intégrer le bâtiment au système urbain est indispensable. Chercher les connexions visuelles, les continuités urbaines de façade sur rue et sur rails, les interfaces entre les RDC des autres lots et l'espace public, sont autant de sujets qui ont été au cœur de notre réflexion.

Le projet est volontairement orienté à la fois pour l'espace public et les bâtiments voisins. L'implantation en limite de parcelle le long de la voie Nord-Sud, permet de construire l'espace public et la percée vers le parc.

Une continuité visuelle et paysagère par le hall d'entrée est créée entre le parc et l'espace vert de notre parcelle.



Créer une connexion entre le parc et le bâtiment

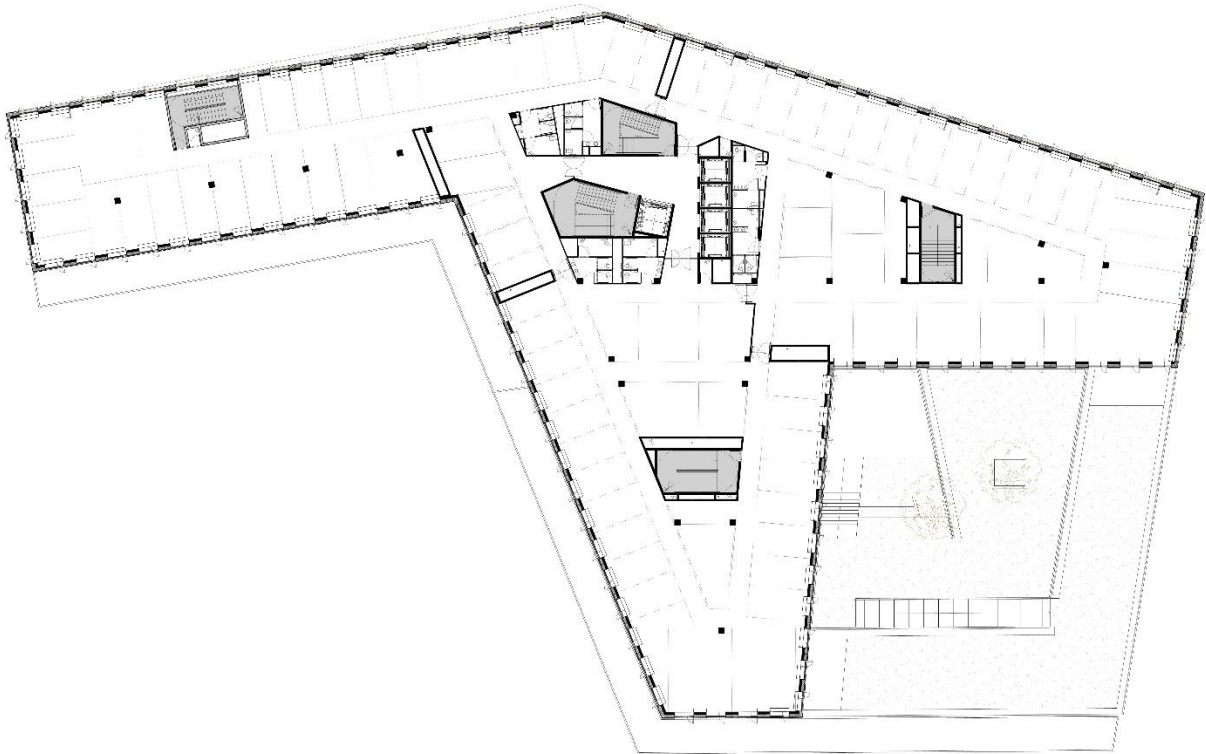


Créer des loggias urbaines, ouvertes sur le paysage

Des « fenêtres urbaines » sont créées sur chaque pignon du bâtiment afin de capter les vues et l'orientation offerte par chacune. Ces espaces, assimilables à de grandes loggias à l'air libre, permettent d'offrir une respiration dans le bâtiment, et un confort d'usage. Le dynamisme créé en façade casse la régularité de la trame et donne à lire un point de repère identifiable, une exception dans la trame dont l'intérêt est d'accroître l'identité du bâtiment.

2.2. Structure primaire et flexibilité

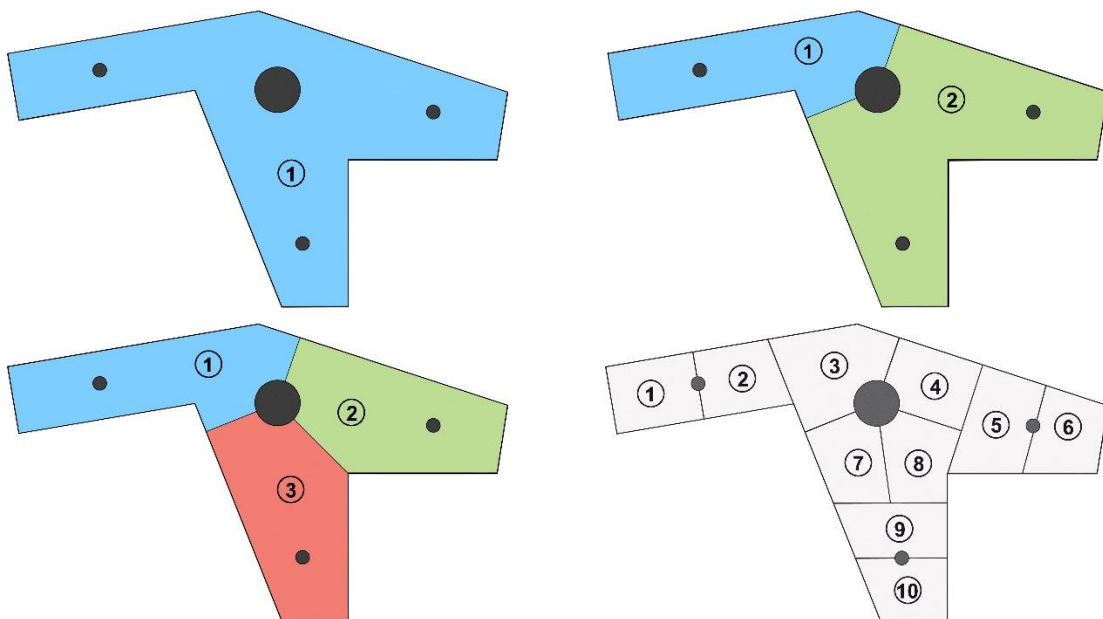
Le bâtiment est conçu sur le strict principe du "plan libre", et cela selon trois principes : compacité, modularité et ouverture.



Plan d'un étage courant

Le premier terme se traduit par la grande largeur des plateaux sur lesquels sont disposés l'essentiel des services. La rationalité s'exprime dans une disposition simple et logique des circulations verticales et horizontales. Ainsi le bâtiment est accessible par un hall d'entrée situé en son centre qui dessert des noyaux de circulations verticales justement disposés. Cela permet de rediviser aisément les plateaux.

La modularité est favorisée par trois facteurs : la géométrie orthogonale, une structure porteuse totalement indépendante du cloisonnement et une trame standard d'implantation des cloisons de 1,35 m.



Scenarii d'occupation

Notre troisième volonté est celle de l'ouverture. Les ailes du bâtiment ne sont jamais fermées sur elles-mêmes mais donnent toutes sur l'extérieur de façon à laisser pénétrer la lumière et à dégager des vues pour tous. Les terrasses urbaines à chaque pignon au cinquième étage offrent des vues cadrées sur le Sacré-Cœur, la Tour Eiffel, et le futur tribunal de grande instance de Paris.

2.3. Façades



L'usage d'un matériau pérenne était fortement souhaité pour nos façades.

L'environnement à la fois parisien et industriel, nous a amené à réfléchir à des matériaux issus d'un langage commun. Ce matériau commun entre le monde industriel et l'urbanisme parisien est le métal. A l'image des toitures parisiennes en zinc, ou des voies ferrées, ou les ballastes rouillés, nous avons choisi un bardage métallique pour les façades.

De la même manière les fenêtres verticales sur la façade rappellent les dimensions standards d'une façade Haussmannienne.

Aussi, afin de se conformer à cette image, le choix des teintes de bardage feront référence aux teintes des immeubles Haussmanniens, dans des tons clairs et assez neutres.

Le bardage est rapporté sur une ossature secondaire non visible. Le calepinage des éléments métalliques suivra une trame verticale et les nez de dalles seront capotés par une bande de bardage horizontale. L'ensemble est fixé sur des murs à ossature bois.



Perspective côté rails @luxigon

2.4. La Conception Structurale

Ce bâtiment de 17 400 m² a été conçu dans l'esprit d'utiliser le bon matériau au bon endroit. Ainsi, il se compose de 2 niveaux de Rez-de-Chaussée en béton posés sur boîtes à ressorts, de 6 niveaux en bois et d'un dernier niveau en métal.

Cette structure multi matériaux permet de tirer profit des avantages de chacun d'entre eux.

L'ossature verticale :

- En RdC, l'ensemble des éléments sont en Béton Armé afin d'assurer la fonction de socle de bâtiment venant s'appuyer sur des boîtes à ressorts. De plus, cette structure doit être stable au feu 2 heures ;
- Du R+1 au R+6, 2 systèmes de porteurs verticaux cohabitent. Celui de façade est composé d'un système de poteaux en bois tous les 2,70 m et supportant une poutre bois. En intérieur, ce sont également des poteaux bois, mais ceux-ci portent des poutres métalliques. Ce choix d'intégrer du métal permet de réduire les hauteurs des poutres et ainsi de pouvoir passer les réseaux techniques ;



photographie Bouygues Immobilier – Façade

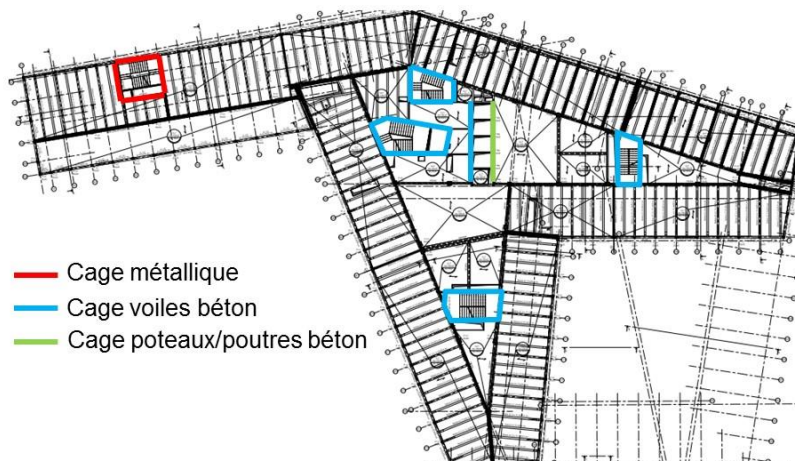


photographie Bouygues Immobilier – Porteur intérieur

- Au R+7 qui est un niveau technique, l'ensemble de la structure est métallique.

Les cages d'escaliers et d'ascenseurs :

Toutes les cages d'escaliers et d'ascenseurs sont réalisées en béton armé, excepté celle sur la partie de dalle située à la pointe de la parcelle. En effet, cette dernière est en structure métallique afin d'alléger au maximum les descentes de charges.



Extrait plan – AIA ingénierie

L'ossature horizontale :

- Le plancher Haut du RdC est en Béton Armé afin d'assurer le coupe-feu entre la partie commerce et les bureaux ;
- Les planchers des étages courants sont en bois selon 2 systèmes :
 - o En zone de premier jour, il s'agit d'un système associant des solives d'entraxe 1,35 m en Lamellé Collé à un panneau CLT d'épaisseur 14 cm. Ces solives bois restent apparentes en sous-face ;
 - o En zone centrale, un panneau CLT de forte épaisseur réalise le plancher et permet la circulation des gaines techniques en plafond.



photographie Bouygues Immobilier – Plancher de 1^{er} jour

- En toiture terrasses, pour des raisons acoustiques et afin d'avoir une pente nulle, les planchers sont mixte bois-béton selon le procédé SBB®. La liaison mécanique entre les solives bois et la dalle béton armé se fait à l'aide de ces connecteurs brevetés.



photographie Bouygues Immobilier – Plancher mixte en toiture

La stabilité du bâtiment :

Des joints de dilatation découpent le bâtiment en plusieurs blocs. Les stabilités transversales et longitudinales du bâtiment sont assurées par les cages d'escaliers et d'ascenseurs réalisés en béton armé faisant office de noyaux rigides.

De plus des contreventements métalliques situés en façades et à l'intérieur du bâtiment complètent la stabilité générale du bâtiment.

A chaque niveau, la stabilité horizontale du bâtiment est assurée par l'effet diaphragme des planchers (dalle Béton au RdC ou plancher bois aux étages).

3. Le bois : points forts et points faibles

3.1. Le bois : points forts

Un bâtiment très performant d'un point de vue environnemental

L'immeuble, qui sera livré en septembre 2018, vise les certifications HQE™ « Bâtiments Tertiaires 2015 » – avec un passeport HQE™ « Exceptionnel » Bureaux et « BREEAM International 2013 – Offices – Niveau Very Good » ainsi que les labels BiodiverCity et Bâtiment biosourcé.

Enjoy » s'inscrit dans les ambitions portées par la Ville de Paris pour atteindre la neutralité carbone 2050. « Enjoy » c'est 2 700m³ de bois, donc 520 tonnes de CO² captés, le bois jouant le rôle d'un stockeur de carbone. Sa construction majoritairement en bois a permis une économie de carbone de 2 900 tonnes équivalent CO² par rapport à ce même projet en tout béton (étude béton réalisé en phase APS).

En Juillet 2016, ce projet a été distingué comme le plus grand immeuble tertiaire en France à être labellisé BBCA.

Poids de la structure

A performances acoustiques (DnT,A ≥ 45dB) et structurelles (stabilité au feu 1h) équivalentes, ce plancher bois est 30% moins lourds.

Cela a permis pour cette opération de créer 2 niveaux de planchers en plus sur une aile, soit environ 800 m² et de réduire les boîtes à ressort (dimensions et impacts de ces boîtes liés directement aux poids qu'elles supportent).

Ambiances intérieures



Perspective intérieure des bureaux

Au-delà des avantages techniques de la structure bois, cette dernière laissée en partie apparente dans les espaces des bureaux apporte une ambiance intérieure inédite et chaleureuse. Le bois également utilisé en matériau de finition, dans le hall et les paliers par exemple est perçu comme un rappel de la structure.

Chantier propre

Grâce à la construction bois, le chantier est extrêmement propre et peu bruyant.

Sur le chantier, les charpentiers ne travaillent qu'avec du petit matériel portatif peu bruyant.

De plus, le coulage du béton étant absent, cela évite tous les désagréments liés à ce travail et à la mise en place d'étais occasionnant des « obstacles » pour les corps d'état secondaires.

Un chantier bois est donc beaucoup plus facilement accepté par les riverains et par les compagnons travaillant sur site.

Rapidité de mise en œuvre de la structure et de la façade manteaux

Pour réaliser ce bâtiment de 17 400 m², il est prévu 18 mois de chantier.

Concernant les niveaux en structures bois, il a fallu environ 16 jours pour chacun des étages de 2 400 m². Les planchers sont arrivés préfabriqués en module de 2,70 x 7,50 m soit environ 20 m² de posé en une seule fois.

Concernant les façades, elles arrivent totalement préfabriquées du pare-pluie au pare vapeur avec les menuiseries intégrées. Ce qui permet de poser des cadres de 3,60 m de haut jusqu'à 12 m de long (environ 40 m²).



photographie @ L. Zylberman

Etant donné la forme bien spécifique du projet, il s'avère que le temps gagné n'est pas tellement significatif vis-à-vis d'un chantier en Béton Armé.

De plus, comme il n'y a pas d'étalement dans le bâtiment, les corps d'états technique peuvent intervenir au plus tôt.

3.2. Le bois : points faibles

Acoustique intérieure

Le bois étant léger, il doit très souvent s'associer à d'autres matériaux pour répondre aux exigences acoustiques du programme.

Les retours d'expériences sur les constructions bois n'étant pas très importants, Bouygues Immobilier a décidé dès le début des études de réaliser des tests acoustiques au CSTB afin de définir le meilleur complexe de plancher pour satisfaire aux exigences.

Réglementation

Façade :

Le bâtiment ayant une hauteur totale d'environ 30 m, une procédure d'Atex a été nécessaire pour la façade. En effet, celle-ci est constituée d'un mur à ossature bois reprenant des cassettes métalliques. Ce principe n'étant pas régi par les réglementations en vigueur, ni les DTU et ni les Avis Techniques, le Bureau de Contrôle a demandé que cette procédure soit mise en place.

Malgré un Atex traité au plus tôt par le Bureau d'Etudes Façade et repris par l'entreprise dès la signature du marché, le chantier a tout de même été impacté par les aléas liés à ce type de procédure.

Il apparaît nécessaire que la filière bois travaille avec les industriels pour que des systèmes complets soient validés et ne puissent plus être assujettis aux procédures d'Atex qui malgré toutes les démarches amont s'avèrent longues, fastidieuses et trop aléatoires.

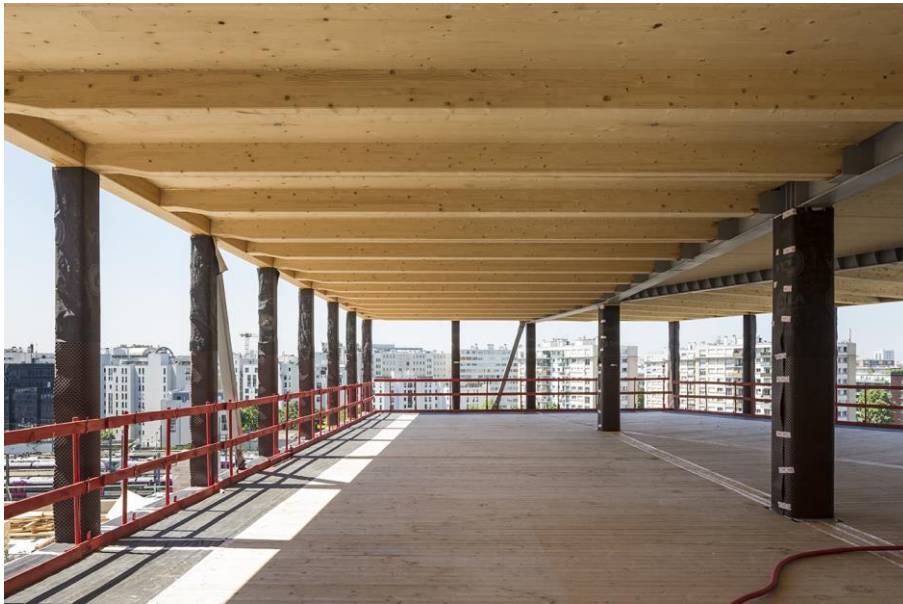


photographie @ Luc Boegly

Toiture accessible en bois :

Après de multiples recherches et échanges avec le Bureau de Contrôle, il s'est avéré qu'il n'était toujours pas possible de réaliser de terrasse accessible aux utilisateurs sur support bois. En effet, tous les systèmes bois demandaient une pente et des dispositions trop spécifiques pour le projet. Etant donné qu'il y avait une volonté de limiter au maximum les Atex, une solution de plancher mixte bois-béton sous Avis Technique a dû être mise en place. Ce système permet grâce à sa dalle en béton armé de s'affranchir d'une pente.

3.3. Conclusion



photographie @ Luc Boegly

La structure bois, dont l'utilisation dans ce projet est pourtant née d'une contrainte, apporte une plus-value indéniable en termes d'intérêt, de communication et de commercialisation. Cela s'explique en partie par la présence du bois dans les espaces intérieurs qui apporte ce côté atypique et chaleureux recherché en bureaux.

Pour arriver à un tel résultat, il a fallu traiter deux éléments indispensables en construction bois :

- Les détails : Chacun d'eux ont dû être analysé d'un point de vue architectural, réglementaire, structurel, acoustique et étanchéité (à l'eau et à l'air) ;
- La synthèse : La Maquette BIM a été primordiale pour mener à bien ce travail.

Pour ce faire, le choix des partenaires dès le début du projet est un élément déterminant. Sans une maîtrise d'œuvre aguerrit à la construction bois et innovante, mais aussi des entreprises spécialisées dans ce domaine, un projet d'une telle ampleur n'aurait probablement pas vu le jour.