

GOUNOD

Équipe

ÉPOC - NEY wow - ENESTA - Natura Mater - ST47



Analyse du contexte :

L'avenue Gounod est une **avenue large** typique des voiries répondant à un aménagement automobile de la ville avec une zone de recul avant. La largeur de la rue en fait un **atout pour la façade avant** puisque le vis-à-vis est amoindri et la luminosité augmentée (façade orientée sud-est). Les parcelles concernées se trouvent par contre proches de l'angle de l'îlot offrant une **situation inverse en façade arrière** : plus de vis-à-vis et moins de luminosité (Nord-Ouest avec grande ombre portée venant de l'angle de l'îlot).

L'avenue Gounod est encore plantée par des arbres en voirie dans sa partie nord, démontrant tout le potentiel de l'élargissement des voiries : les avant jardins et les arbres offrent une intimité inédite aux façades avant dans cette portion de rue. La présence d'**arbres en voirie fait d'ailleurs partie de la définition d'une avenue**. Les arbres ont visiblement été enlevés dans la partie de rue qui nous concerne, ce qui a pour effet de rendre cette section moins verte et moins intime (seule portion de rue sans arbre autour du rond-point).

Les gabarits construits de la rue oscillent entre R+2 et R+4 avec un **niveau de corniche assez découpé** sur l'ensemble, répondant principalement à une logique de typologie de maison unifamiliale / petits immeubles à appartements juxtaposés. Les bâtiments environnants sont principalement maçonnés (variété de teintes, mais forte présence de teinte claire (rouge, orange, jaune) dans la section de rue qui nous occupe) ou d'aspect minéral.

La plupart des bâtiments voisins développent une **architecture en bel étage**, les garages étant pour la plupart semi-enterrés. Les outils architecturaux utilisés aux étages supérieurs sont le **bow-window** combiné ou non au balcon rendant l'**alignement de façade non linéaire** (au même titre que les corniches).

Le site est très **bien distribué en transports en commun** (métro, bus) et en **espaces verts** (parc Astrid, parc Joseph Lemaire, parc des étangs, espaces verts et cyclables le long du canal).

Réponse au contexte par le projet :

Le site présente la particularité d'être entre deux mitoyens à la profondeur très différente (14.30m pour Gounod 101 / 8.30m pour Verdi 3). Le mur existant de la maison démolie n°107 construite préalablement à l'immeuble d'angle Verdi 3 fait 10,30m avec une situation d'angle peu qualitative pour Verdi 3 (situation d'angle mort).

Le projet développe une **géométrie de raccord entre les mitoyens** opérant une série de retrait depuis la profondeur maximum (14.30m). La situation de mitoyenneté avec Verdi 3 s'en trouve améliorée par la limitation de la profondeur à 9m30.

La façade arrière reprend les trois travées du bâti préexistant, développant une **progression volumétrique pour raccorder les deux profondeurs de mitoyens**.

La situation proche de l'angle rend l'**espace extérieur arrière relativement enclavé** et peu lumineux - peu propice à être redécoupé en jardin individuel. La présence d'une zone de recul à l'avant végétalisable incarne le pendant de l'espace arrière. Afin de désenclaver la situation en intérieur d'îlot il nous semble pertinent de profiter du bâtiment pour faire **un pont entre les espaces extérieurs avant et arrière** et de caractériser deux espaces extérieurs collectifs : un parvis végétal à l'avant et une cour végétalisée à l'arrière.

La zone de recul avant n'est pas / plus dédiée à la voiture (au vu de la situation très connectée du site, la fonction de parking n'est pas retenue au privilège d'un **large parking pour 22 vélos**), mais devient le parvis commun. La zone est dès lors remblayée et végétalisée.

Renforcer la végétalisation de l'avenue permet ponctuellement la présence d'arbres / végétation à rue (arbres historiquement présents).

En matière d'usages, la zone de recul prend la forme d'un **parvis**, ouvert et accueillant. La zone est végétalisée et permet de s'asseoir sur les bancs / muret.

En élévation, la volumétrie rencontre également une situation de raccord à réaliser entre Verdi 3 (rez+4) et Gounod 107 (R+3). Le raccord entre ces deux niveaux de corniches permet la découpe du volume en élévation, tout en étant conforme au RRU.

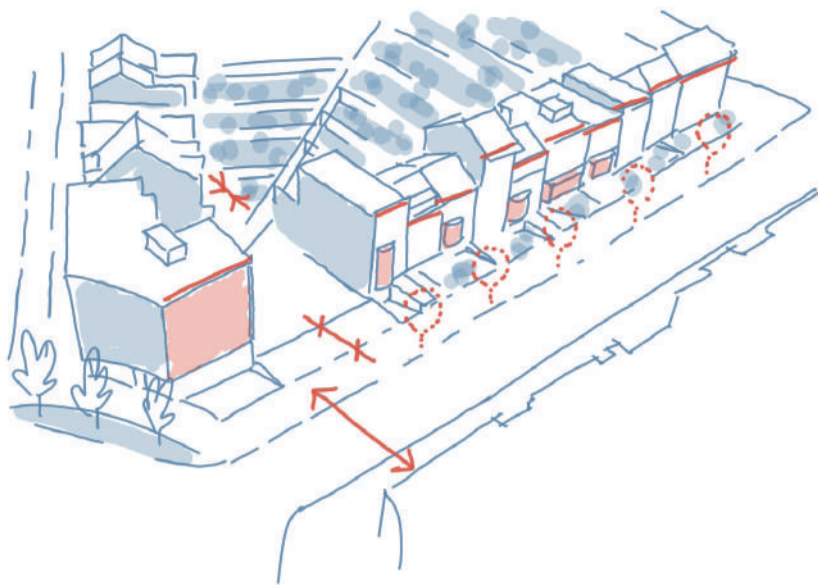
Le volume développe ainsi un R+4 avec une partie du quatrième étage en retrait de l'alignement.

Ce volume **maximise le nombre de m2 tout en maintenant une intégration au contexte** :

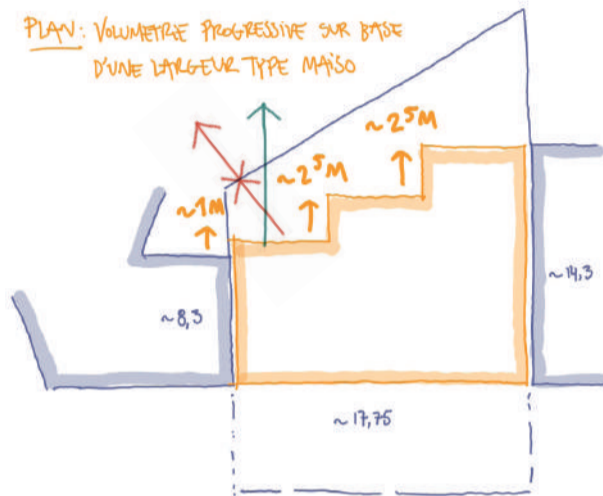
- traitement d'un volume non uniforme en raccord avec les largeurs parcellaires de la rue
- variation des hauteurs de corniche

Le socle du bâtiment est généreusement ouvert afin d'ouvrir les espaces extérieurs les uns sur les autres et sécurisé par un portail d'entrée sur lequel la végétation peut s'accrocher.

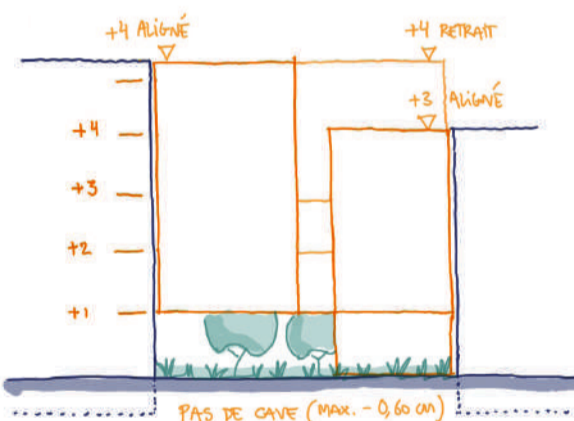
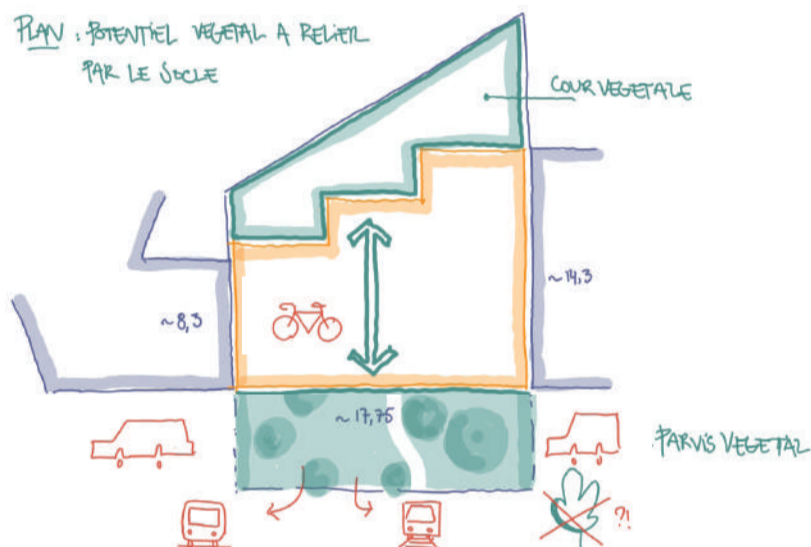
Le contexte d'angle de l'îlot pousse à **maximiser le nombre de chambres à l'arrière** et **dégager de larges séjours en façade avant**. Développer les espaces de séjours en façade avant permet de bénéficier de lumière et d'un vis-à-vis éloigné.



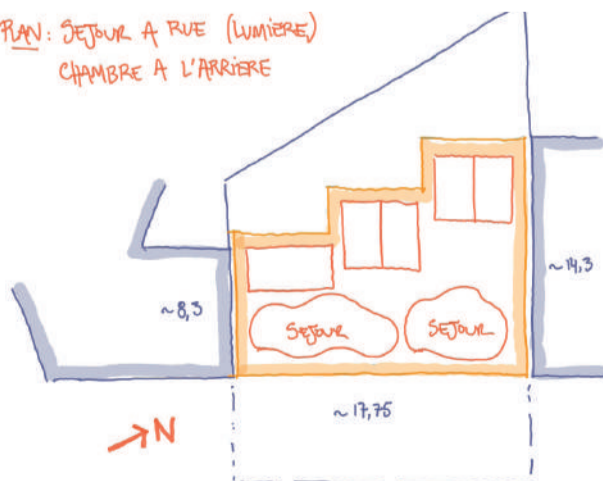
PLAN : VOLUMÉTRIE PROGRESSIVE SUR BASE D'UNE LARGEUR TYPE MAÏSO



PLAN : POTENTIEL VÉGÉTAL À RELIÉ PAR LE SOCLE



PLAN : SÉJOUR À RUE (LUMIÈRE) CHAMBRE À L'ARRIÈRE



Le plan type développe un logement une chambre et un logement 4 chambres. Ce plan est aisément varié aux étages afin de créer 3 duplex 4 chambres tout en évitant l'implantation d'un ascenseur dans le projet :

- un des duplex est implanté au +2/+3
- deux duplex sont implantés au +3/+4

Le projet développe ainsi **7 logements** :

- rez-de-chaussée : 1 logement 1 chambre PMR
- 1er étage : 1 logement 1 chambre + 1 logement 4 chambres
- 2ème étage : 1/2 duplex 4ch + 1 logement 4 chambres
- 3ème étage : 1/2 duplex 4 chambres + 1/2 duplex 4 chambres + 1/2 duplex 4 chambres
- 4ème étage : 1/2 duplex 4 chambres + 1/2 duplex 4 chambres

Ce sont **avant tout de grands logements** que l'on a privilégiés dans ce projet, conscient du manque de logements «familiaux» à Bruxelles, avec 22 chambres au total dans le projet : 14 simples et 8 doubles.

La diversité des profondeurs de bâtisses nous a amenés à installer une cage d'escalier centrale permettant de **desservir les logements par leur centre** - afin de développer systématiquement les pièces de vie en façade.

L'escalier ne se veut pas être une «cage», mais plutôt **une faille dans le bâtiment différenciant deux volumes bâtis** sur l'alignement. Ces volumes reprennent une largeur de bâti à rue correspondant aux petits immeubles / maisons des rues environnantes, rendant l'échelle du bâtiment plus familière et intégrée. La cage d'escalier extérieure est couplée à une structure secondaire en acier qui abrite des terrasses filantes privatives aux logements. Chaque logement dispose d'un espace extérieur privatif. Cet espace volontairement long permet un **filtre d'intimité et d'appropriation** entre la rue et le cœur du logement. De larges châssis ouvrant en façade avant permettent un **rapport intérieur / extérieur avec la terrasse** qui agrandit les espaces de vie. La structure de terrasse joue également un **rôle de pare-soleil** afin de se prémunir des surchauffes. Cette structure n'est pas sans rappeler les oriel / bow-window et décrochés de façade environnant en ré-interprétant leur matérialité.

Habitabilité

Les logements dessinés sont de «type» logements sociaux, mais leur dessin devra être adapté au maître de l'ouvrage final du projet - certains points devant faire l'objet d'ajustement (cuisine ouverte / fermée ? aménagement pièces d'eau ?). Tel que conçu, l'aménagement des appartements permet suffisamment de flexibilité pour permettre d'autres aménagements que ceux proposés.

Les logements sont tous prévus **traversants**, garantissant une **double orientation** et une ventilation naturelle des logements. Les logements s'organisent avec une profondeur de bâti différente, mais autour d'un principe général :

- un accès central par l'extérieur
- les séjours en façade avant
- les chambres sont implantées en façade arrière (et avant pour les duplex)
- et les pièces d'eau dans l'espace central du plan.

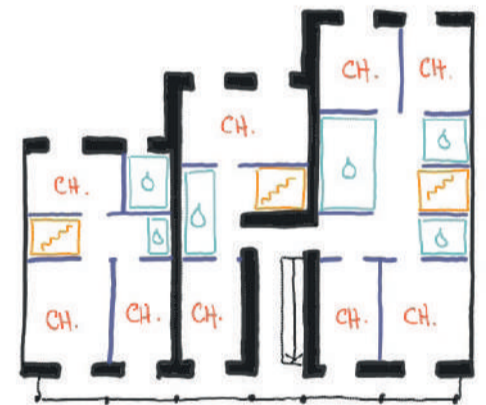
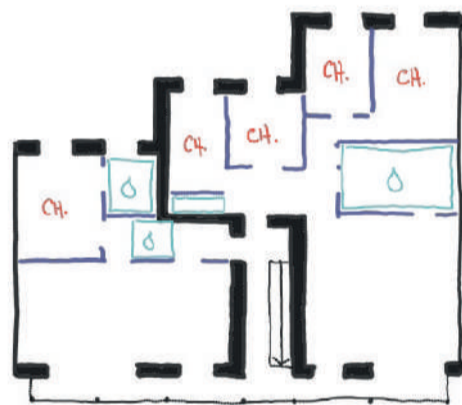
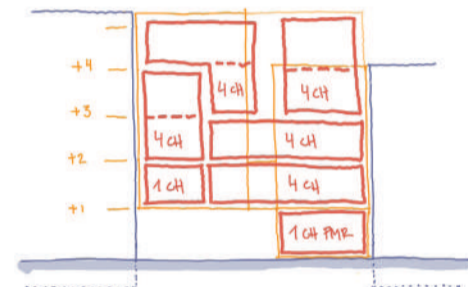
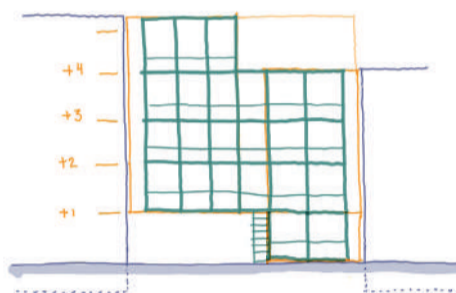
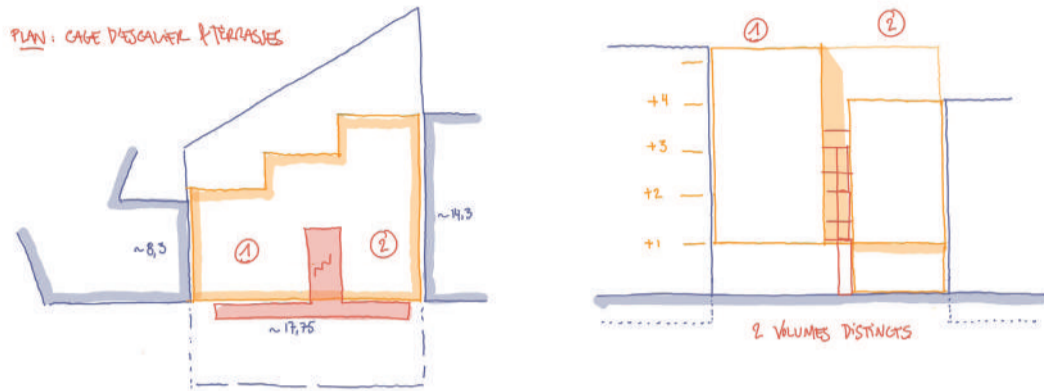
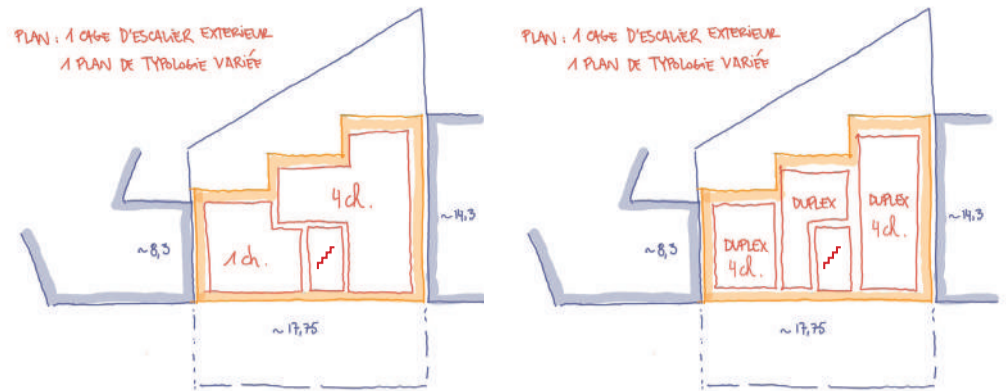
Cette organisation structurée par des murs de refends intérieurs permet une superposition des fonctions et une flexibilité du plan afin de le faire varier entre des simplex et des duplex.

L'accès extérieur au logement ne se faisant pas par un sas intérieur, soutient la volonté d'un rapport direct entre le logement et la rue - à la **manière d'une maison**. Ceci implique une moins grande compacité au profit d'un rapport à la ville décloisonné. Chaque logement devient ainsi une «maisonnette» superposée. Le rapport à l'extérieur est renforcé encore par l'implantation de terrasses filantes en façade qui prolonge les séjours au-delà de la limite de la façade.

Les espaces techniques / sanitaires étant concentrés au centre du plan, les espaces de vie en façade peuvent bénéficier d'une hauteur maximale sous plafond (270cm) en maintenant un gros-œuvre en CLT apparent. **Le bois est présent dans les logements**, mais pas nécessairement au sol, car ceci peut poser des problèmes d'entretien / durabilité.



Intérieur - JOLLY
époc architecture - Ney Wow



Abords

La valorisation des espaces extérieurs par leur aménagement fait partie intégrante du projet. La zone de recul aménagée en parvis végétal, l'espace rangement vélo sous le bâtiment et la cour arrière plantée sont liées dans leur aménagement. Ces espaces se veulent ouverts et une **transparence est apportée depuis la rue** jusqu'à l'intérieur de l'îlot.

L'aménagement d'un parvis végétal à hauteur du trottoir pose la question de la gestion de la différence de niveau (+-135cm) entre la rue et le jardin arrière en contrebas. La plupart des constructions voisines de l'av. Gounod profitent d'un accès au jardin via un escalier extérieur entre le bel-étage et le niveau de jardin (au niveau des garages). Nous privilégions ici un **accès de plain-pied** avec remblai du jardin et une **gestion en palier** du jardin grâce à de petits murs de soutènement combiné à des marches d'escalier. Les vues directes sont gérées dans le jardin soit par des massifs plantés au sol sur 1m90 de largeur, soit par les murs de jardin (minimum 1m90 de hauteur). L'intimité du logement au rez-de-chaussée est gérée de trois manières :

- différence de niveau de +-1m30 entre le niveau du logement et le niveau du jardin arrière
- massif végétal planté en pied de façade arrière
- jardin à rue avec une haie créant une distance visuelle

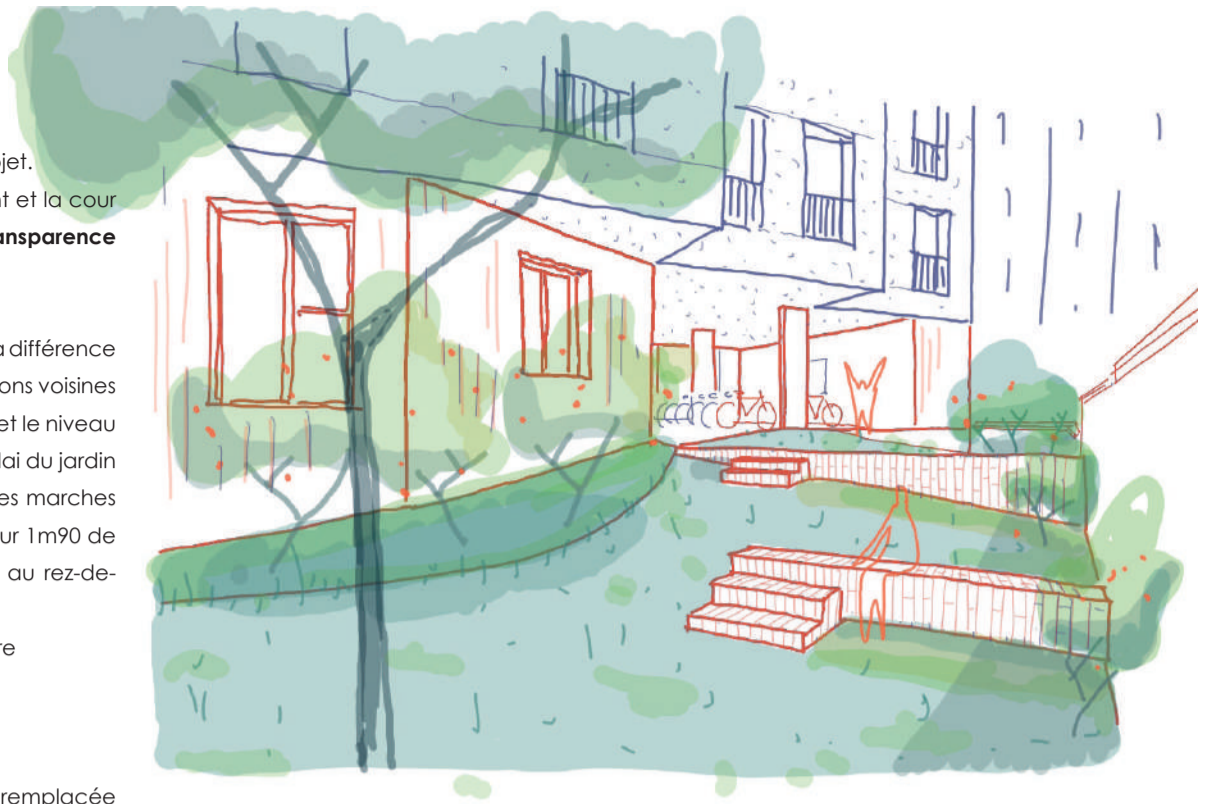
Le mur de jardin existant du n°105 est aujourd'hui une clôture en béton. Cette clôture est remplacée par un mur de jardin en maçonnerie.

L'aménagement minéral des abords est réalisé avec une **brique / pavé de ré-emploi** utilisé pour le matériau de sol et pour les éléments de soutènement (bacs plantés, muret). Le côté minéral des abords est dégressif depuis la rue vers le jardin.

L'aménagement végétal des abords fera l'objet d'une sélection d'espèce indigène et mellifère afin de renforcer la biodiversité Bruxelloise (fourniture possible via le collectif schaarbeekois Bûûmplanters). En discussion avec la maîtrise d'ouvrage, un jardin de cueillette (petits fruitiers) pourrait être développé au profit des habitants de l'immeuble.

Le caractère ouvert du socle et la **connexion directe entre l'entrée à rue et le jardin collectif** font en sorte que le socle du bâtiment devient un endroit où l'on se croise et se rencontre.

Une ferronnerie comprenant deux portails d'entrée et les boîtes aux lettres, sécurise le site tout en maintenant une transparence entre la rue et le jardin arrière.



Condominio à Milan - Lanzone

Vito e Gustavo Latis



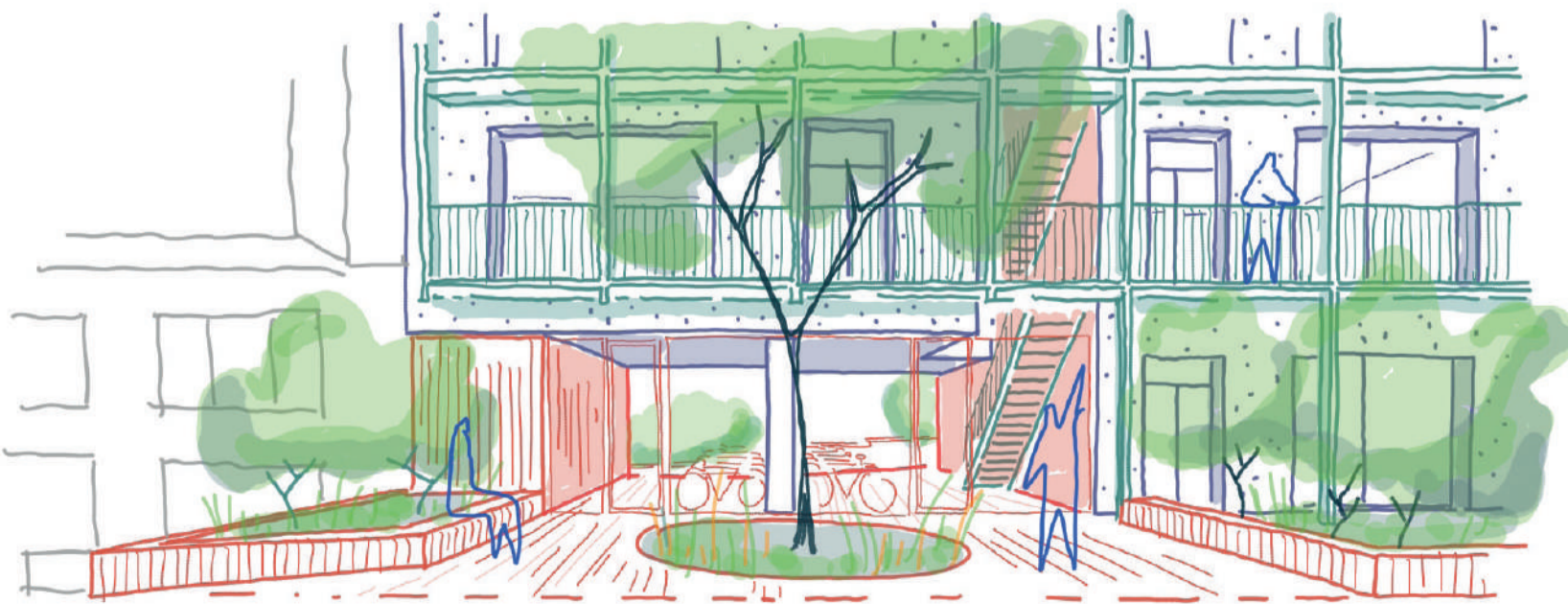
Co-housing à Berlin - R50

Heide & von Beckerath, ifau und Jesko Fezer



Jardin intérieur ensemble de logement Cadix à Antwerpen

Landinzicht





Complexes constructifs et durabilité

L'échelle du projet semble être appropriée à des choix ambitieux en termes de façon de construire. C'est pourquoi nous faisons la proposition d'un **bâtiment en bois, démontable au maximum et isolé par des isolants naturels**.

Les matériaux

Il est proposé de travailler un bâtiment au langage architectural simple et intégré à son environnement bâti.

Les matériaux extérieurs sont choisis en fonctions de la structure :

- sur les façades en **ossature isolée en ballots de paille** : il est proposé de travailler au moyen d'un système de type **Lime-etics sur laine de bois** (enduit à la chaux sur isolant naturel) - système testé en matière de réaction au feu. Cet enduit naturel permet une finition de type minérale (voisins directs = brique et pierre) et la chaux permet d'apporter des nuances et un aspect texturé à l'enduit.
- sur les façades en **CLT isolées en laine de bois** : il est proposé de travailler avec une **brique de parement de réemploi**, utilisant en partie le même isolant en laine de bois que la facade en ossature. Le fait que ces façades soient sans/avec peu de percement, il n'y a pas d'exigence particulière pour le format de cette brique (pas de calepinage en fonction de baie) ce qui rend le projet flexible en fonction de l'offre de réemploi sur le marché. Les briques seront assemblées avec un **mortier de chaux**, permettant leur démontabilité.
- en toiture, une étanchéité lestée par une toiture verte extensive sur isolant à nouveau en laine de bois (non collée pour démontage aisé).

Le parvis avant et la zone vélo sous le bâtiment sont proposés en pavé/brique sur chant de réemploi de la même teinte que les briques de façade.

À l'intérieur des logements, il est proposé :

- de maintenir le CLT apparent aux murs et plafonds (tout en protégeant un des deux côtés du CLT au feu)
- de limiter au maximum les zones de faux plafonds
- un revêtement de sol de ré-emploi
- des sanitaires issus du marché du ré-emploi
- des cloisons intérieures non portantes en structure bois (démontable)

Nous avons accordé une attention particulière à la sélection des matériaux, en mettant en avant l'utilisation de **matériaux biosourcés, recyclables et locaux**. Ces choix sont guidés par leur capacité à stocker du CO2 et à minimiser leur impact environnemental en fin de vie, tout en offrant un confort optimal, notamment en ce qui concerne la qualité de l'air. En plus de cela, nous proposons des systèmes de construction secs et démontables pour les éléments ayant le plus d'impact.

Nous avons développé des systèmes de construction qui combinent intelligemment le bois avec une isolation biosourcée locale.

Nos isolants, enduits, chapes, et complexes pour planchers, sols et toitures sont basés sur une sélection restreinte de matériaux cohérents : des isolants sous forme de fibres végétales (produites à moins de 150 km), des enduits naturels à base de chaux, et des **chapes d'argile** ou de chaux-chanvre. Nous avons également examiné d'autres éléments pour optimiser l'utilisation de matériaux durables.

En limitant la diversité des produits sur le chantier, nous réduisons les déchets inutiles et récupérons soigneusement les surplus d'isolation pour les renvoyer vers la filière de transformation, dans le cadre d'une approche «cradle-to-cradle» en partenariat avec le fabricant. De plus, certaines parties du projet seront isolées avec des panneaux rigides en fibres végétales, tels que le bois ou la paille, en fonction de leur disponibilité à ce moment-là.

Nous avons mis en place un **système de sols secs** et locaux qui repose sur une couche de matériaux isolants sur laquelle une chape en terre locale est posée. Cette approche offre des performances acoustiques et thermiques supérieures aux solutions traditionnelles, tout en évitant l'utilisation excessive de ciment et de béton. De plus, elle permet une mise en oeuvre plus rapide des sols. Pour l'isolation de la toiture plate, nous utilisons des fibres végétales, telles que la paille ou le bois, sur lesquelles une membrane imperméable lestée est installée afin d'éviter l'utilisation colle pour pouvoir **favoriser sa réutilisation**.

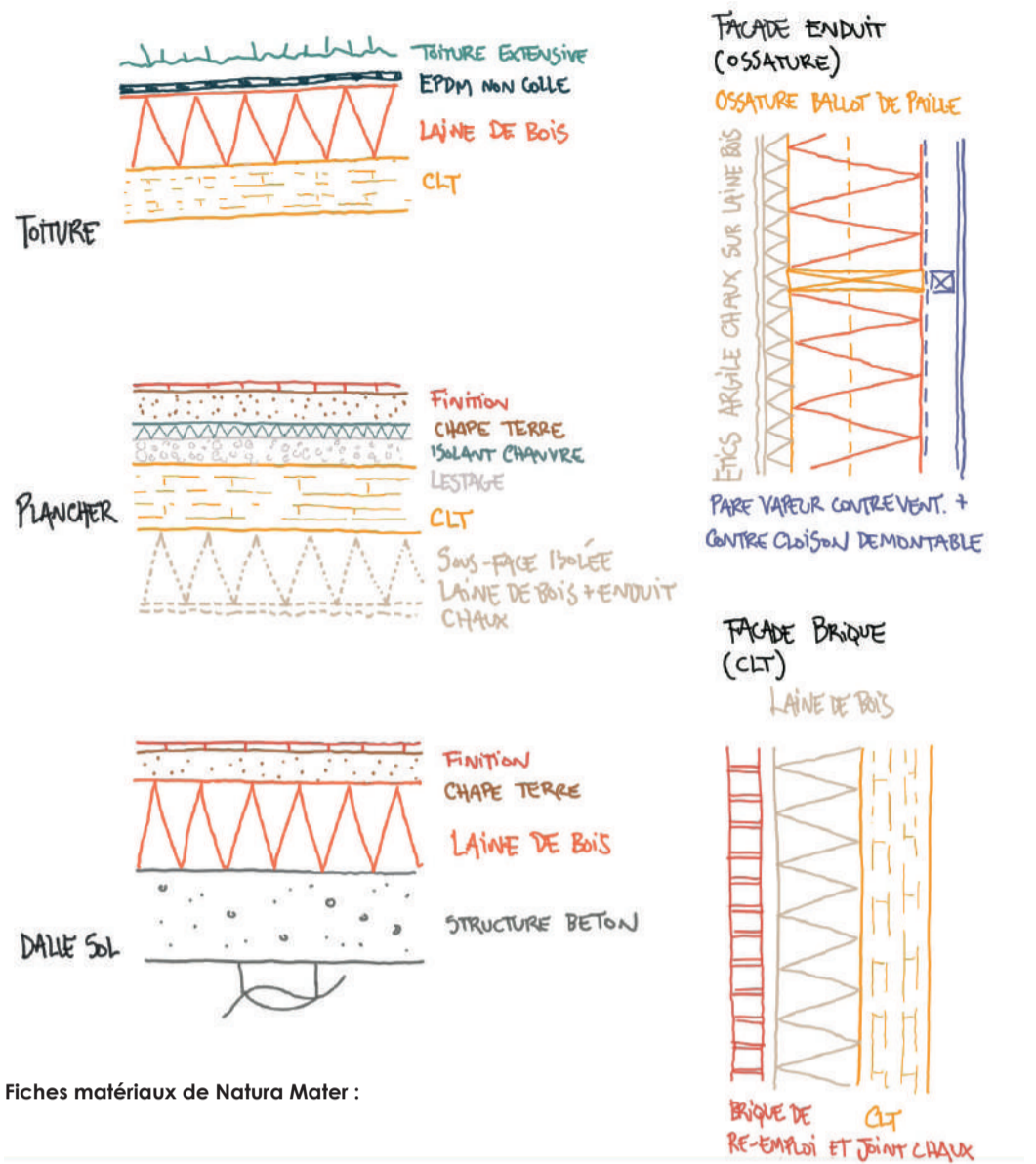
En ce qui concerne l'acoustique, les matériaux à base de fibres ou de résine végétale absorbent le son de manière exceptionnelle, notamment les isolants à base de coton recyclé. Le liège, quant à lui, offre un confort acoustique tout en ajoutant une touche esthétique. Il peut rester visible, évitant ainsi la nécessité de couches inutiles de revêtement et de finition. Des briquillons ou des coquillages seront placés à chaque étage afin d'obtenir 90kg/m² pour lester acoustiquement les niveaux.

Les systèmes

En plus de la sélection de matériaux, nous proposons également des systèmes de construction secs et démontables pour les éléments ayant le plus grand impact.

Notre réflexion se concentre sur l'optimisation des matériaux, la réduction du nombre de matériaux différents utilisés, et la possibilité d'éliminer des couches inutiles.

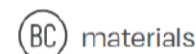
En ce qui concerne les chapes sèches, nos éléments sont conçus pour être démontables, ce qui facilite leur installation sans nécessiter de temps de séchage. De plus, ils peuvent être démontés en cas de modification ultérieure.



Fiches matériaux de Natura Mater :

Quelle alternative à la chape de ciment ?

Natura Mater propose un produit géosourcé à base de terre de Bruxelles : la Chape-ter



La Chape-ter est une chape en terre coulée qui peut être transportée et coulée sur place avec un camion et une pompe de béton standard. De cette manière, la Chape-ter offre une alternative facile et énormément plus durable que la chape en béton.

Très faible impact
Terre récupérée des chantiers à Bruxelles
Made in Bruxelles

Fiche technique sur demande	
Matériau	Terre crue de bxl
Taille (cm)	Entre 5 et 10 cm
Prix indicatif	€50/m2 (pour 8cm, fourniture et pose)
Densité	2096 Kg/m3
Réaction au feu	



Quel élément de finition pour le Mur Extérieur proposer en alternative au crépi acrylique ?

Natura Mater propose un produit Géosourcé à base de Chaux : le Unilit Coating



Un enduit à base de chaux pour les façades. Application sur isolant rigide, briques etc. La chaux est un produit naturel. On peut la trouver partout et il n'y a pas d'additifs spéciaux nécessaires afin d'obtenir un matériau efficace. Grâce à ses propriétés physiques on bénéficie également d'un confort intérieur qui est sain, et qui réduit fortement les risques d'allergies. La chaux ne retient ni l'eau ni l'humidité pendant longtemps, au contraire: le matériau permet une migration en douceur de la vapeur d'eau.

Chaux naturelle
Bonne perméabilité à la vapeur
Prêt à l'emploi

Unilit 65	
Matériau	Chaux
Couleurs	Disponible en 24 Couleurs
Prix indicatif	30 € / m² (3 couches - 8mm, 8mm, 4mm)
Couvrance	15 kg/m²/cm d'épaisseur
Réaction au feu	Euroclasse A1



Quelle alternative à la frigolite pour l'isolation thermique d'un mur extérieur ?

Natura Mater propose un isolant souple biosourcé à base de fibre de bois : le Gutex Thermowall



Le bois, matière première renouvelable et recyclable.
Bonne capacité thermique et régulation de l'humidité.
Résistant à l'humidité grâce à un traitement hydrophobe.

Depuis plus de 80 ans
CO2 neutre
QAI A+

Fiche technique	
Matériau	Fibre de bois
Épaisseurs (mm)	120 à 200 mm
Prix indicatif	45 €/m² (160 mm)
Conductivité thermique	λ = 0,038 W/mK
Réaction au feu	Euroclasse E



1 Performance énergétique

1.1 Isolation de l'enveloppe

Afin de respecter la réglementation PEB pour les constructions neuves, les valeurs suivantes seront visées pour l'enveloppe des logements :

- Isolation des parois : $U \leq 0.12 \text{ W/m}^2.K$
- Isolation de la dalle de sol : $U \leq 0.15 \text{ W/m}^2.K$
- Triple vitrage : $U_g \leq 0.6 \text{ W/m}^2.K$
- Etanchéité à l'air : $n_{50} \leq 1.0 \text{ vol/hr}$
- Soins particuliers pour minimiser les ponts thermiques : les nœuds constructifs seront de « types » conformes.

Le bâtiment sera isolé afin d'atteindre les objectifs de la PEB en termes de besoin net de chauffage ($15 \text{ kW/m}^2.an$).

1.2 Ventilation

En vue d'une bonne performance énergétique, des groupes double-flux individuels avec récupération de chaleur sont proposés (système D). Ce choix est motivé par :

- Contribution à une meilleure étanchéité à l'air ;
- Minimisation des pertes énergétiques par ventilation ;
- Meilleure isolation acoustique par rapport au bruit de la rue.

Le choix d'un système individuel permettra de mieux optimiser la récupération (pas d'influence des logements pas chauffés) et de mieux réguler (augmentation des débits en fonction de l'occupation).

1.3 Chauffage et ECS

Afin de répondre à l'objectif d'un système de chauffage décarboné, un système avec de pompes à chaleur air-eau communes a été choisi. Celles-ci alimenteront un ballon tampon pour le système de chauffage sol et un ballon pour le système de production d'eau chaude sanitaire (ECS).

Les avantages d'un système avec pompes à chaleur air-eau communes sont :

- Possibilité d'avoir de très petites puissances de chauffage (de l'ordre de 3 kW) adaptées aux besoins des logements ;
- Une seule unité extérieure à prévoir ;
- Une seule énergie à installer dans les communs, pas de compteurs gaz, ni de trémie et local compteurs gaz, pas besoin d'évacuation des fumées des chaudières
- Le ballon d'eau chaude est alimenté par la pompe à chaleur du chauffage.

Un système de géothermie serait plus performant. Sa faisabilité a été vérifiée sur le site BrugeoTools. Cependant, étant donné l'historique du site, la faisabilité de sa mise en place devrait être analysée d'abord.

1.3.1 Émetteurs chauffage

Les appartements seront chauffés par un système de chauffage sol pour optimiser le rendement des pompes à chaleur. Le système de chauffage sera installé dans un local technique au rez-de-chaussée et alimentera via deux gaines verticales les 7 logements. Une place a été prévue en toiture pour l'unité extérieure.

1.3.2 Régulation du chauffage

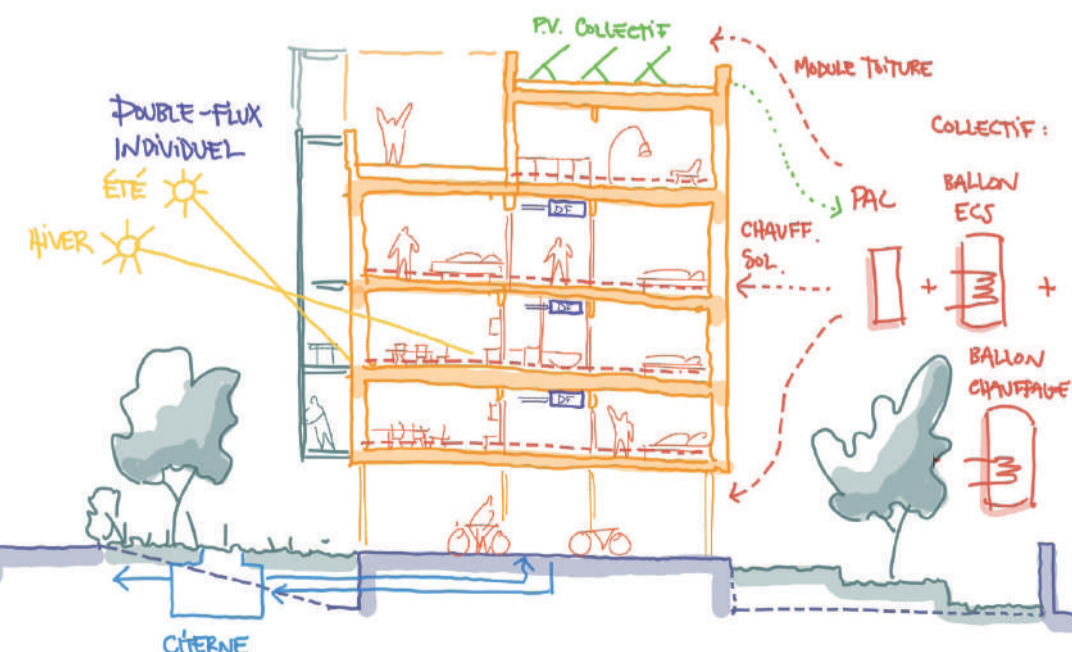
La régulation de la température de départ sera faite par une sonde de température extérieure. Des thermostats seront installés pour chaque zone de chauffage sol.

Afin de permettre aux occupants d'encore mieux maîtriser leur consommation, une vanne deux voies sera installée à l'arrivée du circuit de chauffage dans chaque appartement. Celle-ci sera pilotée par un thermostat d'ambiance et permettra de programmer et couper complètement le chauffage du logement.

1.3.3 Eau chaude sanitaire (ECS)

L'eau chaude sera produite dans un ballon alimenté par le même système que le chauffage. Une boucle d'eau chaude alimentera les logements avec un piquage principal par logement. La longueur de celle-ci sera optimisée pour être la plus courte possible et elle sera isolée afin de limiter les déperditions.

A noter qu'une alternative à cette proposition pour l'ECS serait d'utiliser le circuit de chauffage pour alimenter dans chaque appartement des boosters (petites pompes à chaleur eau-eau avec ballon de stockage). Combiné avec des panneaux photovoltaïques, le système permettra en été d'auto-consommer la production d'électricité.



1.3.4 Comptabilité énergétique

Des compteurs intégrateurs seront installés à l'entrée du chauffage dans chaque logement afin d'avoir un relevé exact des consommations de chauffage des occupants. Pour l'ECS, un compteur de débit d'eau sera prévu à l'entrée de chaque appartement, avant le collecteur qui alimente les différents points de puisage. Si le système avec boosters est préféré, dans ce cas le seul compteur d'eau froide individuel du logement sera suffisant, le booster étant alimenté en eau froide.

1.4 Surchauffe

Les façades sont orientées Est-Sud-Est et Ouest-Nord-Ouest. Les terrasses à l'avant serviront de casquettes aux appartements de l'étage inférieur. Les ombrages créés par les immeubles adjacents côté Sud (immeuble donnant sur le rond-point) et avenue E. Ysaye (à l'arrière) devraient permettre de limiter le risque de surchauffe. Le fait que les appartements soient tous traversants facilitera également la création de courant d'air pour rafraîchir les logements en soirée. Des stores seront prévus pour les appartements au dernier étage. La nécessité de mettre des stores ailleurs sera évaluée en fonction de l'indice de surchauffe de la PEB.

2 Électricité

2.1 Éclairage

Des luminaires LED seront installés.

Dans les espaces communs, des détecteurs de présence et sondes de luminosité seront prévus afin d'économiser au mieux l'électricité.

2.2 Renouvelables

La toiture permet d'installer au moins 18 kWc (correspondant à 42 panneaux). Cette installation produira de l'ordre de 16 MWh/an. Cette production permettra de réduire la consommation en énergie primaire CEP dans le calcul de la PEB pour les unités UAN.

Grâce aux gains de certificats verts à Bruxelles, l'installation est généralement rentabilisée en moins de 7 ans. A noter qu'une alternative est de faire appel à un tiers investisseur qui prendra en charge l'investissement initial.

3 Gestion de l'eau

Il est prévu de collecter l'eau de pluie de la toiture pour alimenter des citernes qui serviront de bassin d'orage et de réserve d'eau de pluie. Celles-ci seront installées à l'avant du bâtiment dans la zone de recul.

Nous proposons d'installer un volume tampon de 10 m³ comme bassin d'orage et deux volumes similaires en plus (20 m³) pour la récolte de l'eau de pluie pour l'alimentation des robinets d'arrosage et d'entretien ainsi qu'éventuellement l'alimentation des toilettes des logements aux étages inférieurs (la quantité d'eau récoltée ne permettant pas d'alimenter tous les appartements).

Des filtres adéquats autonettoyants seront prévus en amont de la citerne afin que les crasses ne viennent pas obturer les conduites. Les robinets d'eau de pluie seront d'une couleur différente et clairement identifiés par un sigle 'EAU NON-POTABLE'.

4 Impact environnemental – études TOTEM

Les scores Totem par m² de parois pour les façades et les toitures de la solution retenue ont été comparés avec des alternatives.

Pour les façades, différentes compositions de parois ont été comparées. Pour une même valeur U (et donc un même score Energie dans TOTEM), on obtient les scores matériaux suivants :

	Matériaux [mPt/UF]
Enduit + EPS + CLT	6.6
Brique de réemploi + Panneau fibre de bois + CLT	7.4
Enduit + panneau de fibre de bois + ballots de paille dans ossature bois	7.9
Brique + PUR + CLT	13.0

Les deux compositions retenues qui donnent un score environnemental très satisfaisant sont la façade en ossature bois avec ballots de paille pour les surfaces avec finition en enduit et celle en CLT avec panneaux de fibre de bois et briques de réemploi ex situ.

Pour la toiture, les parois suivantes ont été comparées, à nouveau avec une même valeur U pour vérifier le score matériaux :

	Matériaux [mPt/UF]
Membrane EPDM + Panneau fibre de bois + CLT	8.8
Membrane EPDM + Laine de roche + CLT	12.5
Membrane EPDM + Panneau PUR + CLT	14.9

La paroi avec les panneaux en fibre de bois donne le score environnemental le plus intéressant et a été retenue.

Pour la dalle de sol, différentes compositions ont également été comparées dans TOTEM pour un même niveau d'isolation.

	Matériaux [mPt/UF]
Béton + membrane PE + Panneau PUR + chape + lino	18.3
Béton + membrane PE + Laine de bois + PV + chape + carrelage réemploi	16.2
Béton + membrane PE + Laine de bois + PV + chape + carrelage réemploi	18.3
Béton + membrane PE + Panneau Liège expansé + chape + lino	22.7

Le matériau Chape-ter à base de terre crue n'est pas disponible dans TOTEM. Une chape traditionnelle a été utilisée à la place. La composition avec l'isolation en laine de bois est proposée.

A noter que dans TOTEM, Une différence de 20% ou plus entre les scores de 2 types d'élément est considérée comme significative. Les résultats obtenus démontrent que la composition proposée permet d'atteindre un score environnemental parmi les plus faibles selon TOTEM.

I. DESCRIPTION DE LA MISSION

Notre mission a pour objet d'assurer la stabilité pour la construction de sept logements pour le projet « Gounod » situé à Anderlecht.

La particularité de notre approche pour ce projet, réside dans la recherche d'un système structurel qui se veut à la fois :

- pouvoir des solutions architecturales multiples permettant de répondre au programme défini dans le présent marché ;
- efficace et rationnel (économique) dans l'utilisation des matériaux et ressources, « travaillant » la matière suivant les efforts à reprendre ;
- conçu simultanément et en symbiose à la réflexion architecturale pour faire intégralement partie de l'identité du bâtiment ;
- considérer les enjeux environnementaux, sociaux et urbanistiques (nuisances) des produits, procédés et solutions utilisés sur le projet. Pour cela, nous allons principalement promouvoir le principe constructif de la préfabrication en structure bois.

II. CRITÈRES D'ANALYSE

L'analyse de la stabilité du bâtiment se base sur les méthodes de calculs prescrites par les normes de référence. Les Eurocodes, en vigueur dans ce domaine, mentionnent les règles à suivre pour assurer la bonne tenue des structures dans le temps. Ils donnent des critères de résistance et de déformation des structures, les valeurs de charges à considérer suivant l'usage du bâtiment et les coefficients de sécurité que doivent respecter les nouvelles constructions, tant sur les charges que sur les matériaux utilisés. Les exigences relatives à la durabilité concernent : la conception structurale, le choix des matériaux, les dispositions constructives, l'exécution, le contrôle de qualité, les inspections, les vérifications et les mesures particulières.

De plus, l'analyse a d'ores et déjà tenu en compte de la note de synthèse de Gamaco concernant le sinistre avenue Gounod qui fournit de grandes lignes directrices notamment concernant les futurs fondations.

III. PRESENTATION DE LA SUPERSTRUCTURE

De par les attentes du maître d'ouvrage en terme de réemploi, défi climatique et autres préoccupation environnement et de par la volonté de l'équipe de conception de promouvoir des matériaux durables et une construction peut émettrice de CO2, il nous a semblé cohérent de proposer un bâtiment en structure en bois. De plus, ce type constructif est particulièrement adapté à ce type de projet (milieu urbain, bâtiment R+4, etc.).

Nous présentons les deux systèmes constructifs principalement utilisées dans notre projet, à savoir le CLT et l'ossature bois. Ensuite, les avantages et points d'attention de la construction bois sera présenté. Enfin, la structure du projet sera présentée.

III.a. Matériaux

Panneaux massifs CLT

L'ensemble de notre projet, utilisera un système constructif à base de grand panneaux massifs de type CLT pour l'entièreté des planchers et également pour les murs de contreventement et les parois intérieures.

Les panneaux CLT « Cross-Laminated-Timber » consistent en une multitude de couches de planches de bois aboutées, empilées perpendiculairement (à 90°) et reliées entre elles à l'aide d'adhésifs structuraux. La section transversale d'un panneau lamellé-croisé comportera au moins 3 couches orthogonales. Il arrive parfois d'utiliser une double couche longitudinale afin de fournir une plus grande résistance structurale dans la direction prépondérante ce qui sera utile sur notre projet. Ces panneaux sont habituellement fabriqués à partir de 3 à 7 couches (ou plus). Les panneaux bruts ont en moyenne une épaisseur de +6 à 30 cm, une longueur jusqu'à 18 m et largeur de 3 m.

Les panneaux en bois massif lamellé-croisé présentent de nombreux avantages :

- d'excellentes propriétés mécaniques,
- une résistance intrinsèque au feu,
- un montage et assemblage simple,
- un niveau de préfabrication très élevé,
- une durée de construction particulièrement courte grâce à la construction à sec,
- un matériau plus léger que le béton,
- une rigidité importante pour les voiles de contreventement et les diaphragme de planchers,
- un bilan carbone positif,
- un mode de construction durable et écologique avec de faibles nuisances(sonores, circulation, etc.),
- un espace de vie confortable et un climat intérieur sain,
- une liberté de forme,

Ci-après des exemples de références de notre bureau avec ce type de matériaux (noyau central, plancher pour le diaphragme de contreventement et façade en CLT)



Les closières : 2 Immeubles de 12 logements à Marchienne-au-Pont



Verreries : Immeuble de 14 logements à Jambes

Ossature bois

L'ossature est une technique très commune pour le bois. Elle est rapide d'exécution, peu onéreuse, très flexible en fonction des enjeux de conception du projet. C'est une technique que l'on peut considérer comme ancienne (en opposition au CLT et lamellé-collé et en mémoire des bâtiments médiévaux), qui a fait ses preuves et dont la main d'œuvre qualifiée est donc largement présente de nos jours. Les règles de l'art sont bien connues. Elle peut être montée sur place ou préfabriquée. La préfabrication en atelier des pans d'ossature rend une rapidité d'exécution surprenante, le temps de chantier se résume pratiquement au temps de montage. Ces pans sont des caissons constitués de montants et de panneaux contreventant (généralement de l'OSB). En atelier, on peut monter uniquement la partie structurelle et acheminer sur le chantier ces éléments du squelette. Ou bien, on intègre en même temps le second d'œuvre qui permet de poser de manière méticuleuse l'isolant et les menuiseries par exemple. De plus, l'ossature bois permet l'utilisation de tout type d'isolant en particulier la paille ou d'autres isolants biosourcés.

Cette préfabrication encourage rapidement une production locale dans la veine des circuits courts. D'un point de vue structurelle, la faible masse de cette technique est également avantageuse.



Ossature bois - Maison Bois et paille - ASBL habitat et humanisme

III.b. Aspects spécifiques de la construction bois

BIM et Préfabrication

Indéniablement, le bois est lié à une très grande préfabrication. Dans le cadre de ce projet, ce principe sera particulièrement mis en avant ce qui permettra un gain important sur la durée du chantier et la qualité d'exécution. L'ensemble de la structure sera conçu sur base d'un modèle 3D dessiné via le logiciel « Cadwork » spécialisé dans la construction bois. Ce qui permet d'intégrer un processus BIM propice à la préfabrication de la structure bois depuis le concepteur au monteur en passant par le fournisseur, façonneur. Tous les éléments sont modélisés jusqu'à la dernière vis de tel manière à anticiper et résoudre l'entièreté du projet avant le montage sur chantier.

Ney&Partners WOW pour la conception de la structure bois travaille avec Cadwork le même logiciel utilisé par les fabricants et monteurs en construction bois. De nombreuses collaborations par le passé via l'échange d'informations sur base de modèle Cadwork ont permis une préfabrication optimum de par le travail de qualité en amont.

Indéniablement, le bois est lié à une très grande préfabrication. Dans le cadre de ce projet, ce principe sera particulièrement mis en avant ce qui permettra un gain important en terme de durée de chantier.

Résistance et réaction au feu de la structure

De par le choix des matériaux utilisé (bois) les critères de résistance au feu sont atteints grâce au matériau lui-même. Pour le bois, le dimensionnement des sections en situation de feu est réalisé en considérant la perte de section correspondant à la durée d'exposition au feu. Il n'est dès lors pas nécessaire de prévoir des protections complémentaires de la structure, hormis pour les assemblages métalliques de la structure en bois pour lesquels on optera soit pour un moilage des pièces d'acier dans le bois ou pour une protection particulière (peinture intumescente). Cela permettra de laisser le CLT apparent au niveau des plafonds.

Acoustique

Les paramètres acoustiques des éléments bois dépendent fondamentalement de la technique de mise en œuvre. Pour la transmission du bruit solidien par exemple, plus le matériau est dense, plus le son se transmettra via l'élément. C'est pourquoi pour un mur CLT par exemple, comme pour un mur en béton, on pourra appliquer des complexes de parois types, optimisés pour l'isolation acoustique. Pour un projet exemplaire, il convient donc d'intégrer les notions d'acoustiques très tôt dans le processus de conception.

Selon l'avis des spécialistes-acousticiens du bâtiment, il semble que les aléas de mise en œuvre soient les principaux responsables d'une mauvaise isolation dans le bâtiment, quel que soit le matériau. En effet, selon les principes de cette science, un tout petit trou peut laisser passer une grande proportion d'ondes incidentes... La réalisation méticuleuse qu'impose à d'autres égards la construction bois, nous permettra de pallier ces imperfections de mise-en-œuvre (grâce à la préfabrication en usine et à la démarche BIM de modélisation Cadwork).

Vitesse d'exécution

D'expérience, pour ce projet on peut gagner 3 à 4 mois de chantier par rapport à une structure traditionnelle. D'une part parce que la structure est très fortement préfabriquée et se monte en grands éléments plans (murs et dalles de plancher et de toiture), mais aussi parce que c'est une technique sèche qui permet de travailler rapidement avec les parachèvements. Par exemple, on estime à 15 jours ouvrables le montage du gros œuvre structurel bois de la partie arrière et aussi à 15 jours ouvrables pour la partie avant.

Nuisance/Installation de chantier

La construction bois devient intéressante lorsque l'on est dans des situations délicates d'accès de chantier, dans des contextes urbains ou que l'on doit travailler vite afin d'éviter des nuisances pour le voisinage. On a besoin d'outils moins bruyants, moins lourds, plus petits, etc. L'installation de chantier sera beaucoup moins importante. Enfin, les chantiers bois dégagent beaucoup moins de poussière.

Circularité

La démontabilité de la structure est également prise en compte, avec des connexions conçues comme des éléments mécaniques pouvant être démontés si nécessaire, ce qui facilite le réemploi de la structure dans le futur. Cette caractéristique offre la possibilité de démonter et de réinstaller la structure dans un autre emplacement, de la réutiliser pour d'autres projets, ou encore de réutiliser le bois dans la menuiserie, contribuant ainsi à une approche circulaire de la construction.

Environnement/Écologie

Parmi tous ses avantages, la bienveillance écologique du bois est sans doute le plus recherché.

Au début du 21e siècle, la prise de conscience écologique a voulu qu'on s'intéresse aux besoins énergétiques d'un bâtiment pendant sa durée de vie. Dans ce cadre, le bois est tout-à-fait approprié puisqu'il possède une très bonne résistance thermique avec une conductivité de l'ordre de $\lambda=0,15 \text{ W/mK}$ contre 1,5 pour le béton armé ! Matériau sain, qui selon son application peut permettre de réguler l'hygrométrie d'un local, il peut être très apprécié pour le confort intérieur.

Aujourd'hui, l'impact environnemental d'un bâtiment n'est plus seulement étudié lors de la durée de vie du bâtiment mais aussi lors de son édification et de sa démolition. C'est pour ces études de cycle de vie que le bois prend tout son sens puisque son énergie grise est très faible. Naturel, il ne requiert pas autant d'énergie à la fabrication que l'acier ou le ciment. Dans bien des cas, il pourra être recyclé voire rétrocedé à la nature, on peut alors le qualifier de "cradle to cradle", du berceau au berceau.

Ce bilan carbone du bois est encore plus avantageux grâce sa capacité à stocker le CO2. Il est le seul matériau qui, même après son façonnage, transport et montage permet d'avoir un bilan carbone positif. Un mètre cube de bois contient environ 0,9 tonne de CO2 stockée.

Un éco-matériau bien peu énergivore c'est vrai, mais il faudra prendre garde à sa provenance : les forêts devront être certifiées selon des labels stricts qui témoignent d'une gérance durable de cette Nature.



III.c. Structure du projet

Fondations

Comme recommandé par la note de Gamaco et connaissant la situation particulière du projet, nous avons considéré que notre bâtiment sera fondé sur des micropieux d'une profondeur de 18 mètres permettant de s'ancrer dans l'Yprésien.

L'utilisation d'une structure bois présente un avantage. De par sa légèreté, elle permet de réduire les charges sur les fondations, ce qui contribue à minimiser les coûts.

Lors des phases ultérieures, il sera primordial de réaliser des sondages supplémentaires afin de localiser précisément les drains potentiellement présent sous le terrain afin de limiter les risques d'interférence.

Superstructure

Nous travaillons avec des voiles de murs et de plancher en CLT. Les épaisseurs sont respectivement de 120mm, 160mm et 200mm pour les murs porteurs, les planchers et les murs de contreventement.

Nous portons perpendiculairement au mitoyen. Les portées sont réduites en plusieurs travées via des poutres/colonnes en bois lamellé collé de sections standards ou via des voiles porteurs. Pour satisfaire les exigences acoustiques, les murs mitoyens sont dédoublés.

Une structure CLT a été choisie car cela permet une bien plus grande rigidité par rapport à un système poteaux-poutres. On retrouve principalement les voiles CLT au centre du bâtiment alors que les façades sont en revanche en ossature favorisant les ouvertures. Les façades à ossatures bois isolées en paille permettent d'intégrer des poutres, linteaux et colonnes afin de les renforcer ponctuellement.

Toiture

Tout comme les planchers, la toiture sera réalisée au moyen de panneaux CLT. Etant donné que les exigences acoustiques et de vibration sont moins strictes au niveau des toitures, celle-ci pourrait être réalisée au moyen de gîte de récupération. En effet, plusieurs acteurs bruxellois dont notamment Bati terre propose des sections de bois propice à notre projet.

Gestion des porte-à-faux du R+1

Coté cour, deux zones en porte-à-faux existent permettant de libérer de l'espace au rez-de-chaussée. De par sa grande rigidité, le CLT utilisé avec le principe du « drapeau » permet de solutionner ces deux décaissés de façade.

Gestion du blocage horizontal des mitoyens et contreventement

La note de synthèse de Gamaco concernant le sinistre avenue Gounod nous informe que le bâtiment Verdi 3 est auto-stable vis-à-vis des efforts de contreventement mais que des efforts horizontaux parasites peuvent exister suite au sinistre. Aucune valeur de ces efforts parasites n'a été transmise, cependant à ce stade du projet nous pensons pertinent de considérer les efforts suivants.

Nous avons évalué que ces potentiels efforts seraient de l'ordre de grandeur d'une charge d'anti-flambement des colonnes de Verdi 3 présentes au droit du mitoyen. Les efforts horizontaux considérées (1/20 de la descente de charge) sont sensiblement inférieurs aux efforts de vent. Les efforts de contreventement sont donc ici dimensionnant face aux potentiels efforts parasites venant des mitoyens. Une attention particulière est néanmoins nécessaire lors de la face temporaire (démolition + chantier) afin d'assurer le butonnage des deux mitoyens.

Le contreventement du bâtiment est donc assuré par des voiles CLT ainsi que par les planchers CLT qui font office de diaphragme dans le plan horizontal. Parallèlement aux mitoyens, étant donné que de long mur continu sont mobilisable, des voiles CLT d'une épaisseur de 120mm suffisent. Perpendiculairement aux mitoyens, des voiles CLT de 200mm d'épaisseur sont nécessaires car leurs longueurs sont plus faibles.

Puisqu'il était trop contraignant d'un point de vue architectural d'aligner les niveaux des dalles à ceux du mitoyen, le système de murs de contreventements perpendiculaires aux mitoyens (CLT200) permet de s'affranchir du butonnage continues entre les plancher de deux mitoyens.

à gauche : Localisation des murs de contreventement RDC

à droite : Localisation des murs de contreventement R+1 et étages supérieurs

■ CLT 200mm

■ CLT 120mm

