COLLÈGE NIKI DE SAINT PHALLE

CONSTRUCTION D'UN COLLÈGE BOIS PAILLE À ÉNERGIE POSITIVE
SECTEUR ARTEM, 54 000 NANCY

“Ce projet vise l’excellence environnementale. Le collège Niki de Saint Phalle est conçu dans une démarche de construction passive (Passivhaus), avec son ossature bois et son isolation paille. Il est le premier collège à énergie positive de la Région Grand Est et le premier ERP en R+3 réalisé en bois et paille en France”

PRÉSENTATION DU PROJET

Favoriser l'intégration urbaine...

Un dessin à la fois prismatique et furtif. L'enjeu de cette élégante proposition était l'intégration du collège à son environnement bâti, plus encore au campus qui l'accueille, conçu par l'agence ANMA. Cette silhouette énigmatique interpelle autant qu'elle répond à la figure expressive de la galerie Artem filant le long d'établissements universitaires parmi lesquels compte l'École Nationale Supérieure d'Art et de Design de Nancy.

... et sociale

Le collège Niki de Saint Phalle est né de la réunion de deux établissements scolaires dont certains enfants sont issus de familles défavorisées. L'ambition de la Métropole et du Département, en plaçant ce nouvel équipement au sein d'un campus universitaire, est d'ouvrir l'horizon de ces jeunes adolescents et de favoriser leur développement personnel dans un environnement stimulant. Dans cet esprit d'intégration, les espaces de restauration sont mutualisés avec le Crous et l'université. De même, le 1% artistique imaginé pour le collège a été pensé par Jocelyn Cottencin, en interaction avec l'École Nationale Supérieure d'Art et de Design de Nancy.

Une architecture de bois...

Si le bois permet de faire vivre les forêts et de lutter contre l'effet de serre, il est un matériau chaleureux, léger et solide, au fort pouvoir hygrothermique. Le recours au bois et l'utilisation d'isolants biosourcés (paille, fibre de bois et ouate de cellulose) permettent de réduire considérablement l'impact carbone du projet, tout en en améliorant l'efficacité énergétique. Par ailleurs, le poids du lot 'gros œuvre' a été fortement diminué puisque de nombreux éléments ont été préfabriqués et montés en atelier.

... et de paille

Dans son appel d'offres, la maîtrise d'ouvrage réclamait la mise en œuvre de matériaux biosourcés sans que ceux-ci ne soient spécifiés. En parcourant la Lorraine, MU Architecture a identifié des acteurs dont la production de paille est destinée à la construction. Les machines des producteurs locaux produisent des ballots de 36 centimètres d'épaisseur, une dimension généreuse allant au-delà du nécessaire. Ces proportions ont nécessité de développer une structure en bois parfaitement adaptée. À travers ce projet, les charpentiers ont pu se former à la mise en œuvre de la paille, laquelle a été associée à de la ouate et à de la fibre de cellulose.

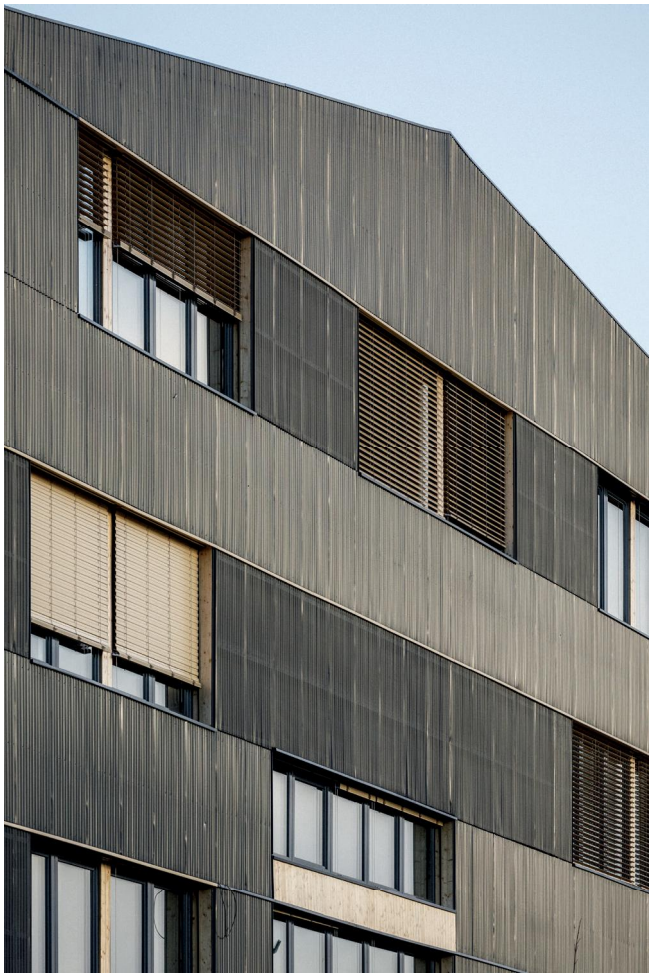
Façade sud-ouest sur cour

Un équipement au service de la transition écologique

Des brasseurs d'air et une centrale adiabatique assurent le confort thermique au sein du collège en maintenant, tout au long de l'année, une température constante. L'ensemble a par ailleurs été conçu pour qu'il n'y ait aucun besoin en chauffage et en refroidissement et que les besoins en Energie soit inférieur à 15 kWhEP/m² ("Près de la moitié des bâtiments en France ont été construits avant 1975. Leur consommation moyenne est d'environ 240 kWh énergie primaire /m²/an alors que les exigences actuelles se situent autour de 50 kWh/m²/an" Source Ministère de la transition ecologique). Des murs épais ont, en ce sens, été conçus ; ils présentent une épaisseur de 60 centimètres dont, 36 sont remplis de paille. L'ensemble des détails techniques, notamment les jonctions entre la structure et l'enveloppe, a été parfaitement étudié pour obtenir une étanchéité complète à l'air et ainsi répondre au label PassivHaus.

Anticipation du dérèglement climatique et temporisation des eaux pluviales

La Métropole de Nancy a revu ses prévisions climatiques ; si aucune action mondiale n'est imaginée pour endiguer le réchauffement climatique, elle annonce par anticipation une pluviométrie accrue en Lorraine dans les années à venir. Aussi, de nouvelles contraintes ont été fixées pour ce projet, notamment l'absorption in situ de 100 % des eaux pluviales reçues pour n'en rejeter aucune en dehors de la parcelle. Cette ambition s'est révélée d'autant plus délicate que l'infiltration par les sols est, à cet endroit, particulièrement difficile. Deux stratégies ont été en conséquence imaginées. La première a porté sur la création, sous le terrain sportif et la rue nord, d'un « réservoir» composé uniquement de gros cailloux de calcaire formant des vides (35% environ) et donc un volume de rétention d'eau (172m³). La seconde a proposé la mise en place d'une toiture végétalisée épaisse, laquelle permet de stocker l'eau (35m³) et d'étaler le temps d'infiltration. Si la pluie pénètre ce sol situé en hauteur, l'eau y demeure un certain temps avant d'être naturellement et progressivement évacuée dans la cour, via une noue de récupération paysagère ou via la "chaussée réservoir" décrite ci avant.



Matérialité de la façade

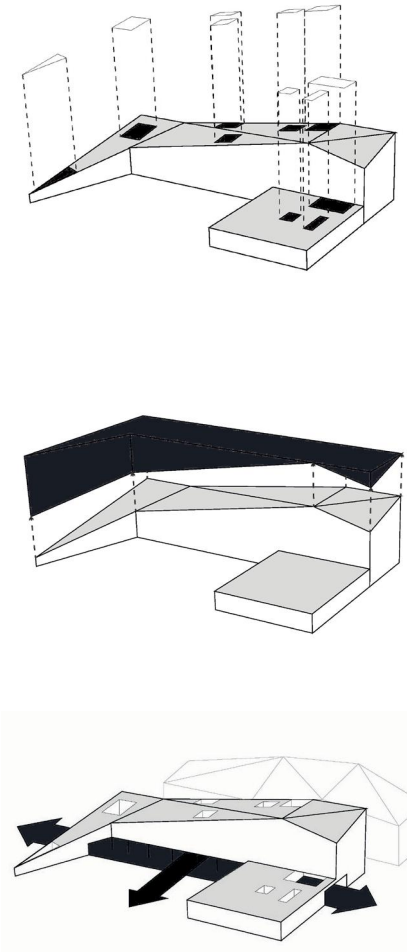
La lisibilité des espaces

Le plan du collège Niki de Saint Phalle a été pensé pour que tout un chacun puisse s'orienter facilement. La compréhension immédiate des espaces et de leur articulation est un principe fondateur du projet. Depuis l'entrée, une large perspective mène vers le préau et la cour. Le grand hall d'entrée est également généreusement ouvert sur les deux niveaux supérieurs. L'escalier qui l'anime met en scène les circulations. Cette lisibilité du plan est soulignée par le traitement de l'ensemble. Les sous-faces en bois du hall se retournent notamment sur les murs à l'intérieur. Cette matérialité participe d'une lecture aisée de l'espace. Les circulations sont en outre dilatées pour offrir plus de confort mais aussi des surfaces libres d'occupation, ouvertes à tout type d'usage.

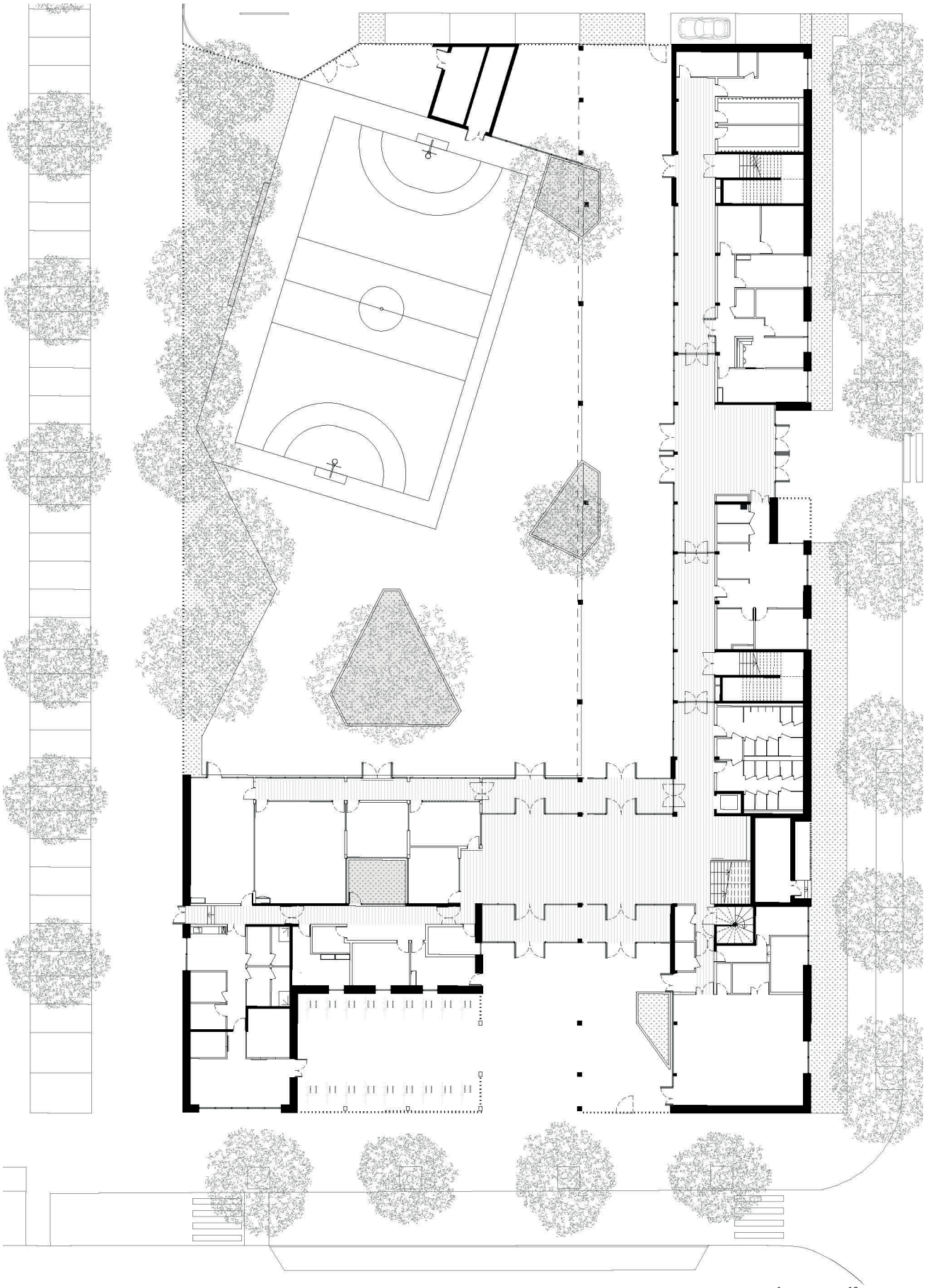
Mission mobilier et réemploi

L'agence MU a pris le parti audacieux d'associer une stratégie de réemploi à la mission de création du mobilier. Chaises, tables et bureaux des deux anciens établissements scolaires réunis au sein du collège Niki de Saint Phalle ont été récupérés et transformés par une association de réinsertion professionnelle.

Plan de masse



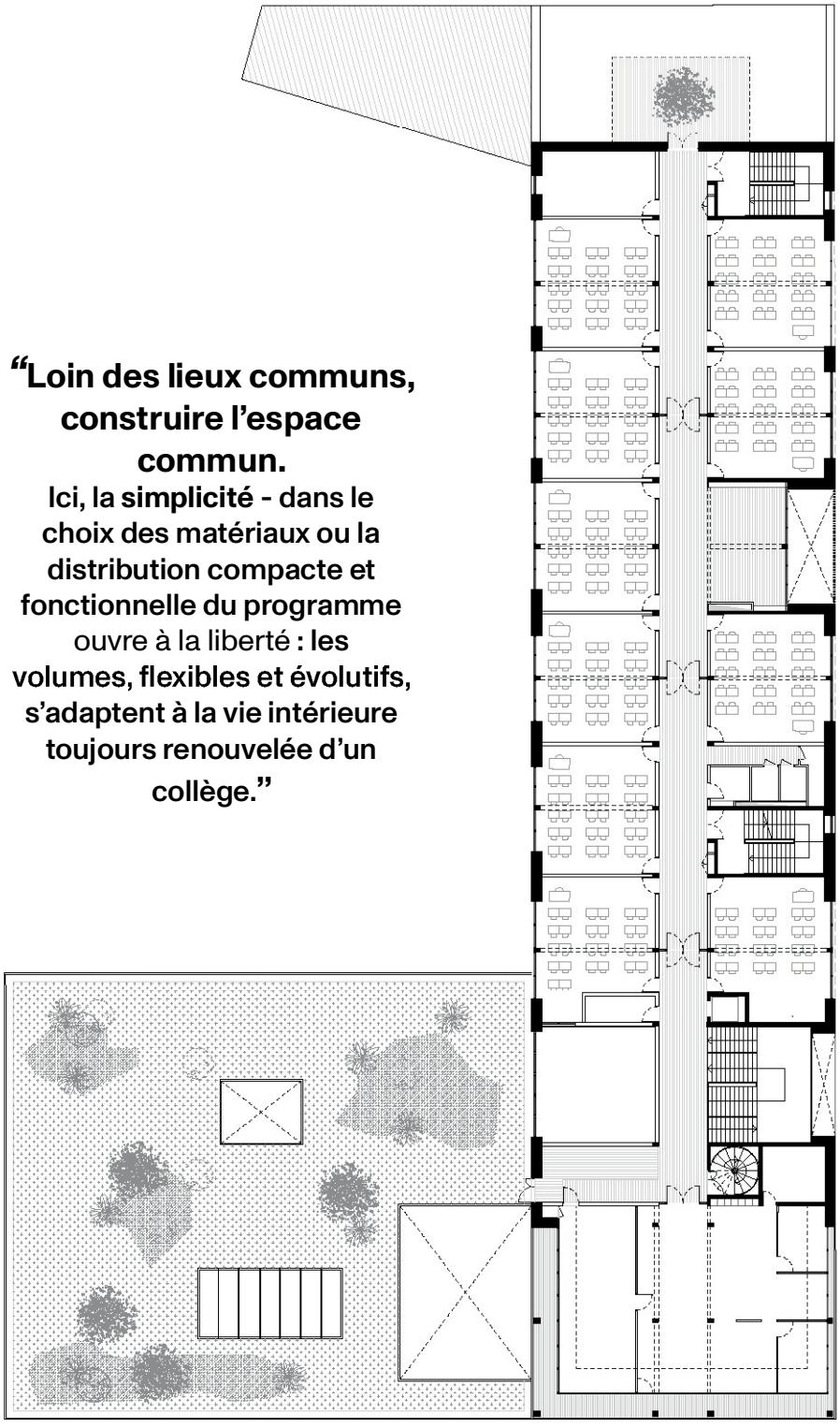
Schémas de principe du projet



Plan du rez-de-chaussée

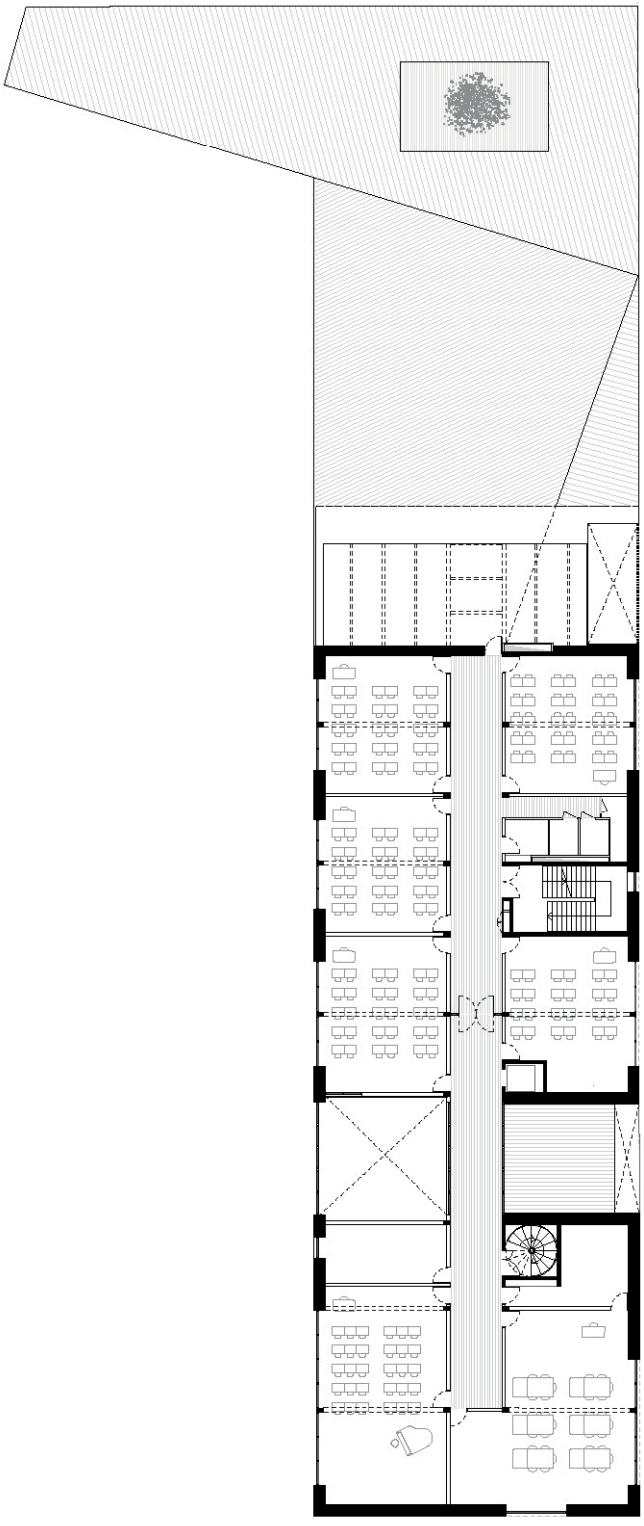
“Loin des lieux communs, construire l’espace commun.

Ici, la simplicité - dans le choix des matériaux ou la distribution compacte et fonctionnelle du programme ouvre à la liberté **: les volumes, flexibles et évolutifs, s’adaptent à la vie intérieure toujours renouvelée d’un collège.”**

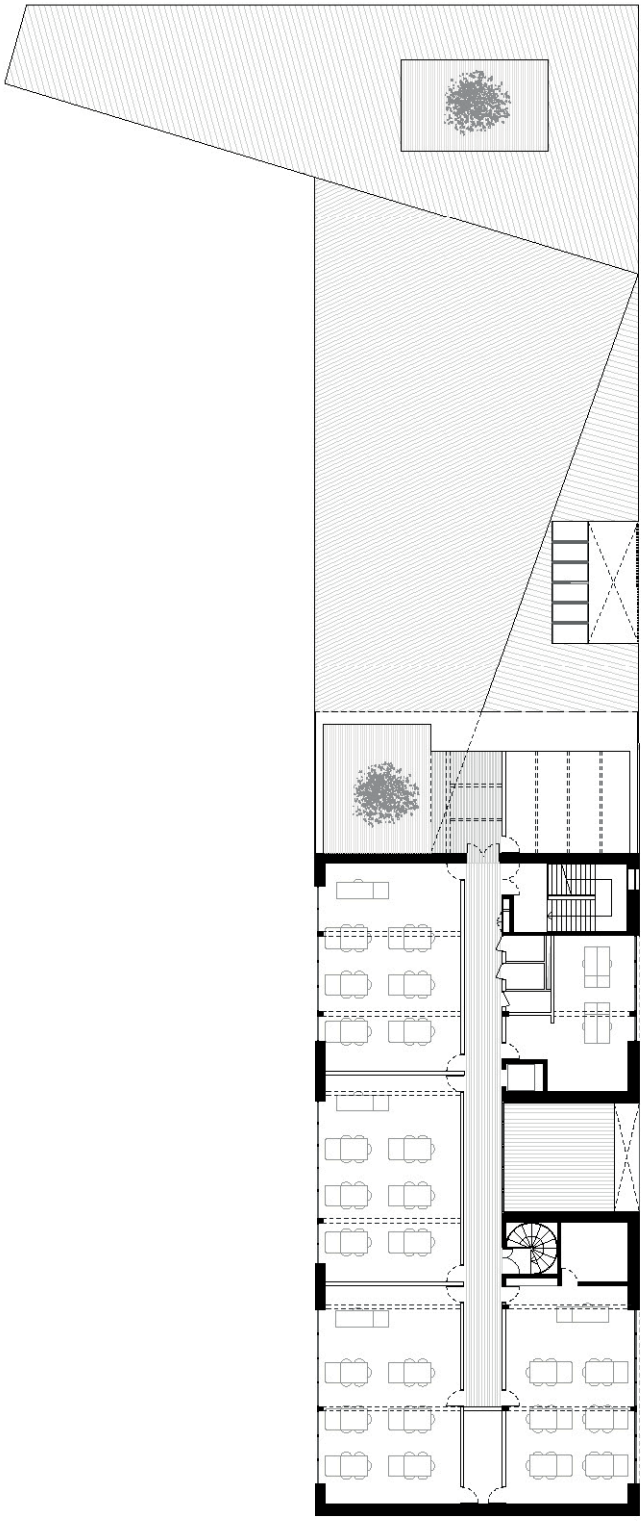


Plan du 1er étage

1 m *10 m*

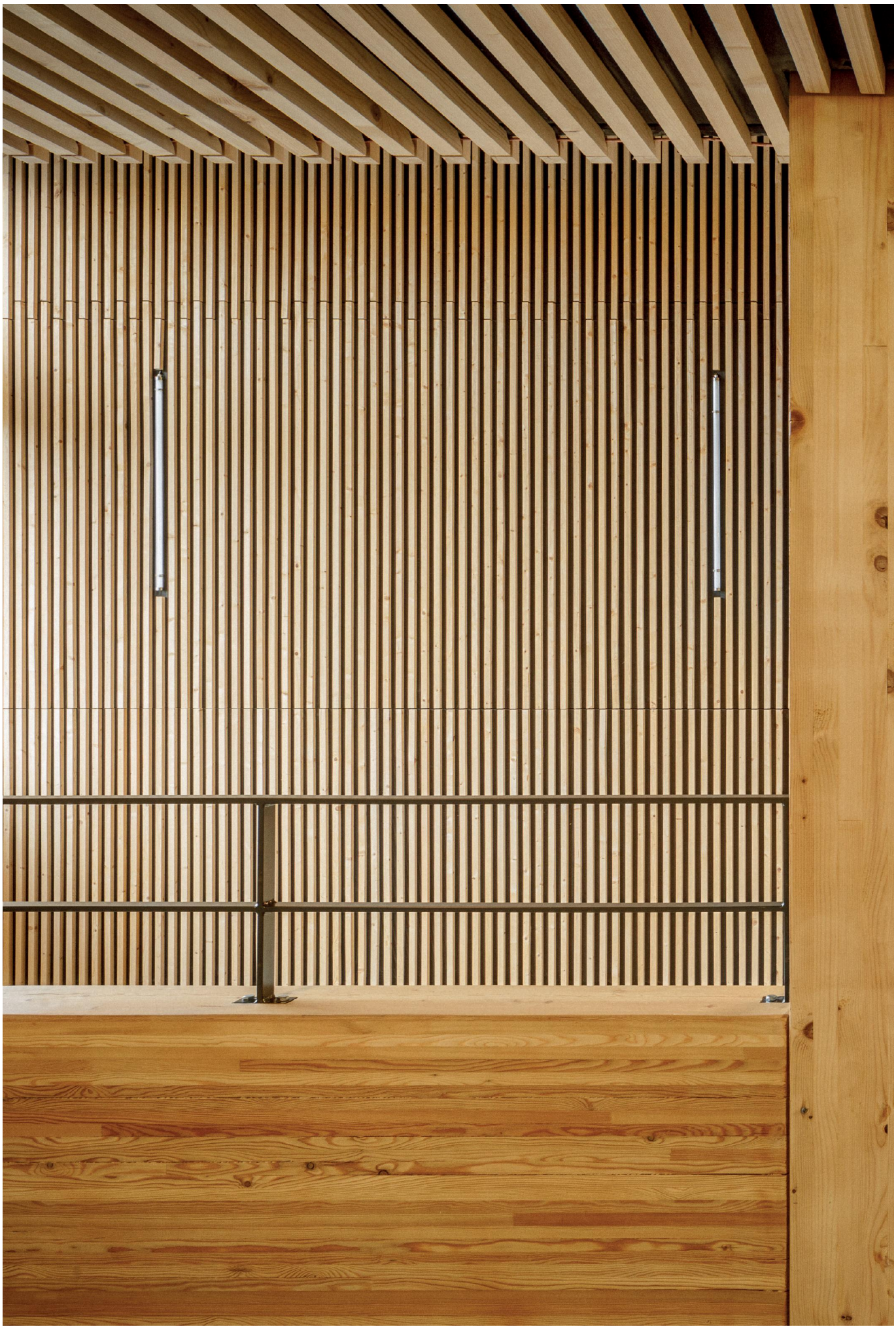


Plan du 2ème étage



Plan du 3ème étage

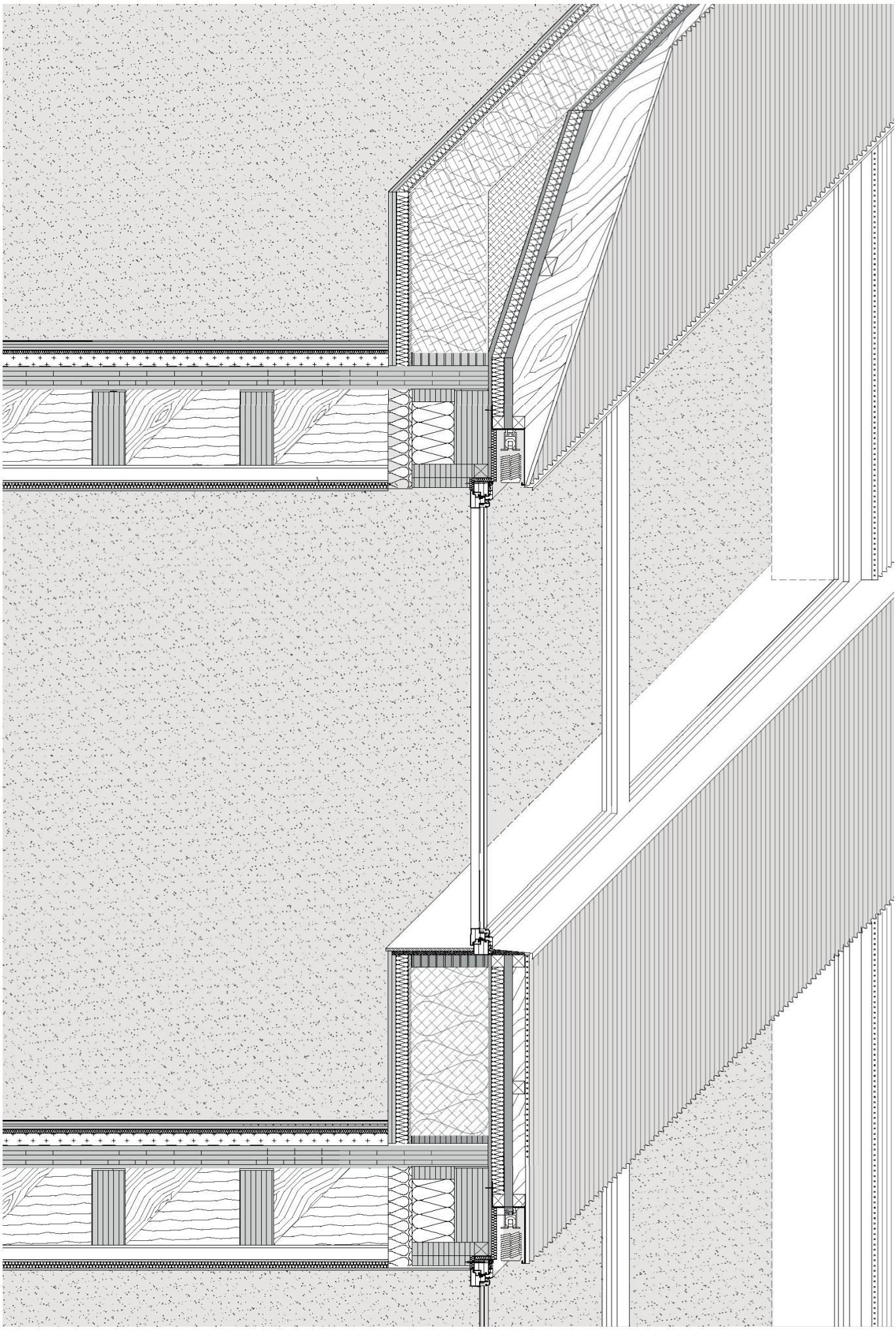
BOTANIQUE



La paille est l'un des matériaux qui respectent le plus l'environnement. Elle est naturelle, renouvelable, biodégradable et disponible localement. Elle est propre sur chantier, saine à vivre, hygrorégulatrice et de bonne résistance mécanique lui assurant une bonne durabilité.

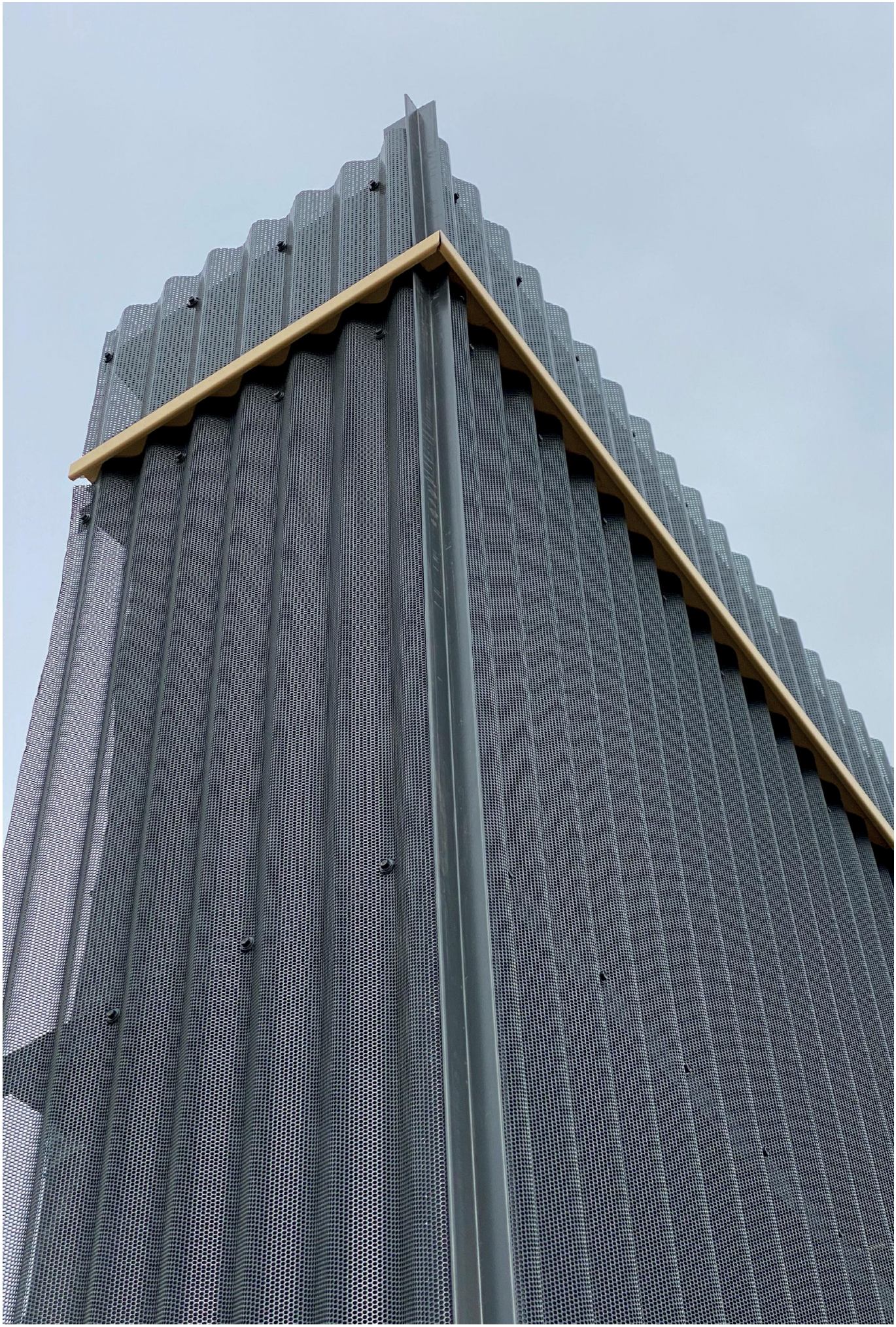
Le bois est un matériau de construction d'avenir. Il permet de faire vivre les forêts et de lutter contre l'effet de serre. C'est un matériau chaleureux, léger et solide, avec un fort pouvoir hygrothermique.

Coupe transversale

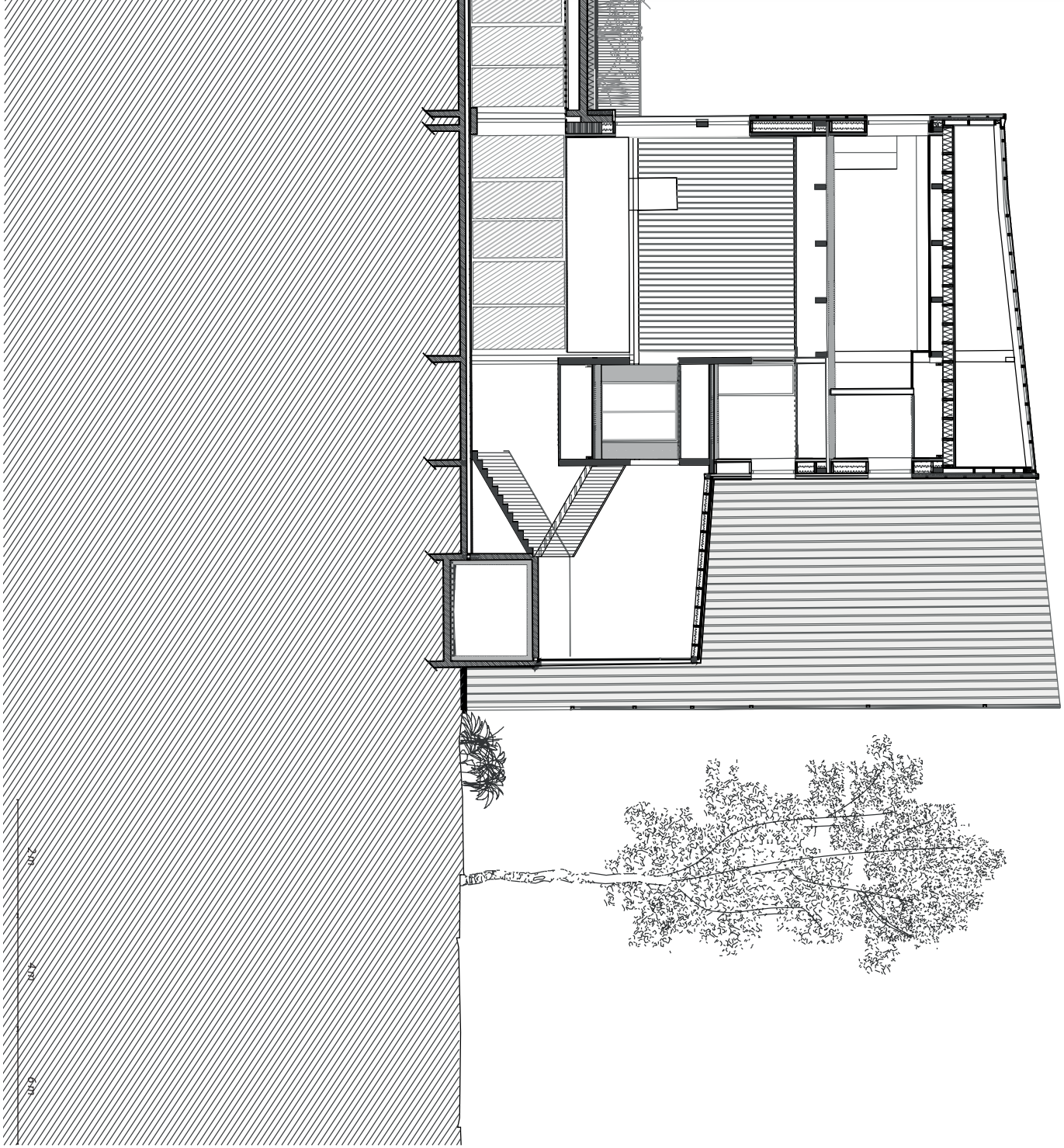


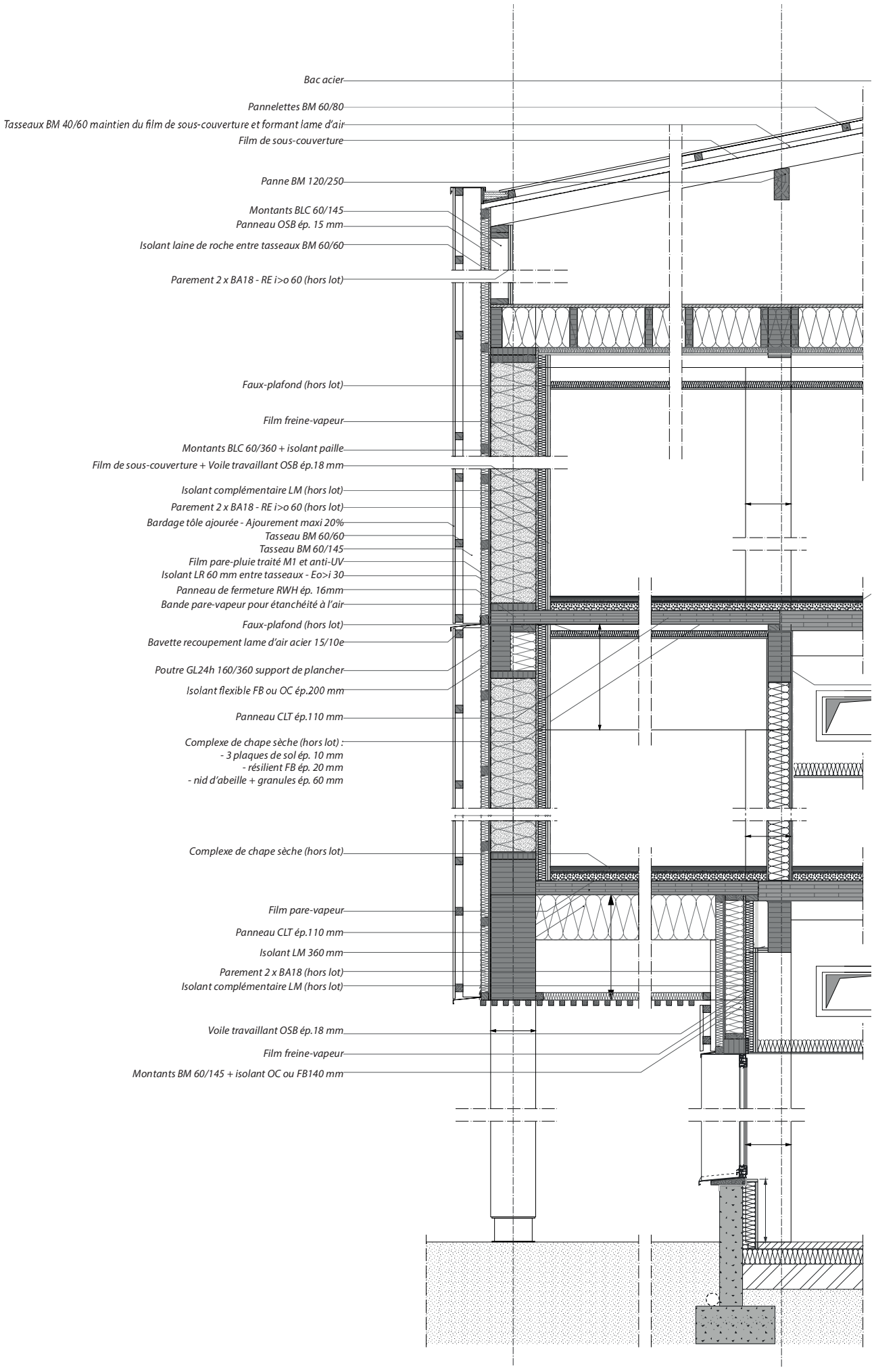
Détail de façade

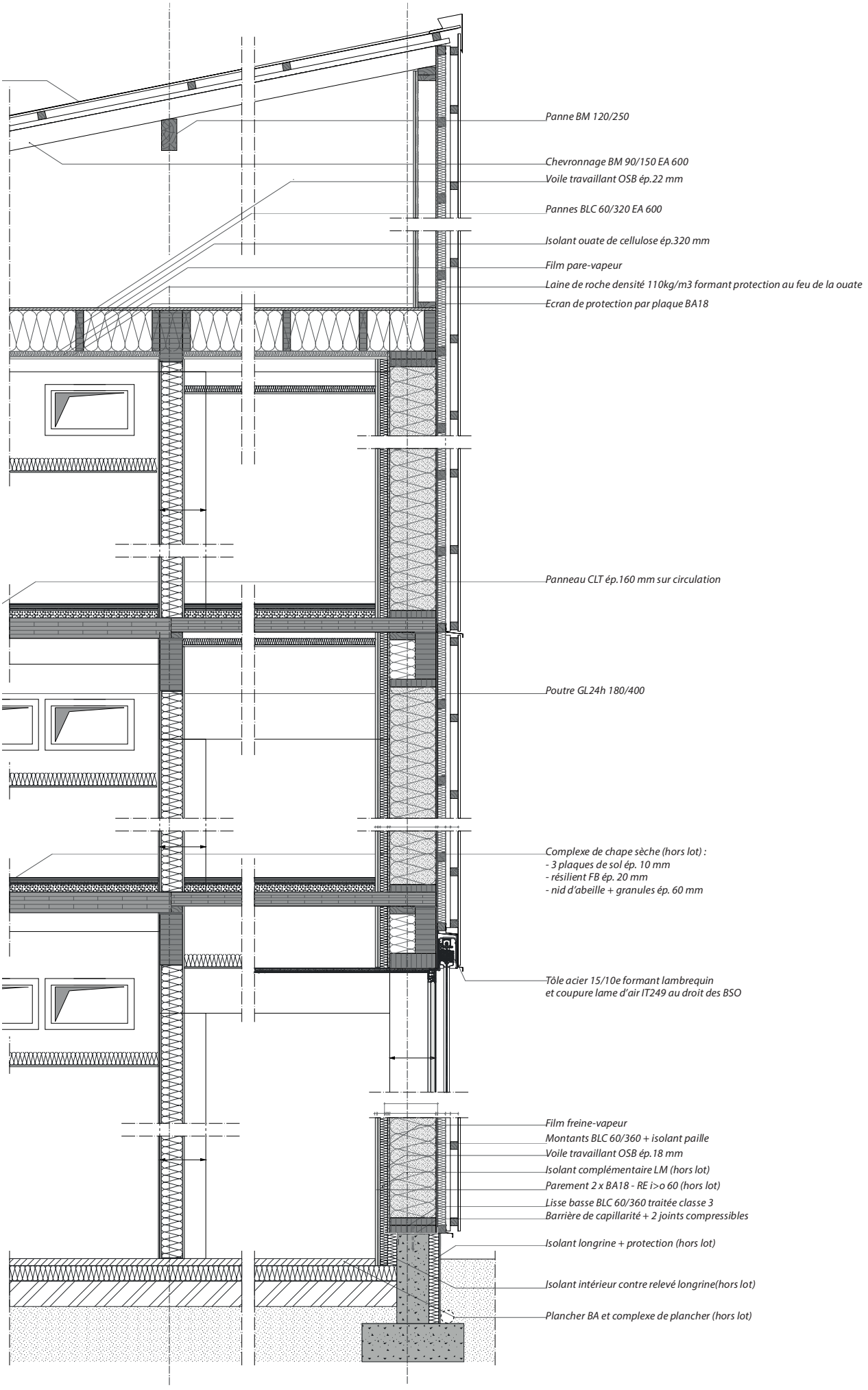
50cm



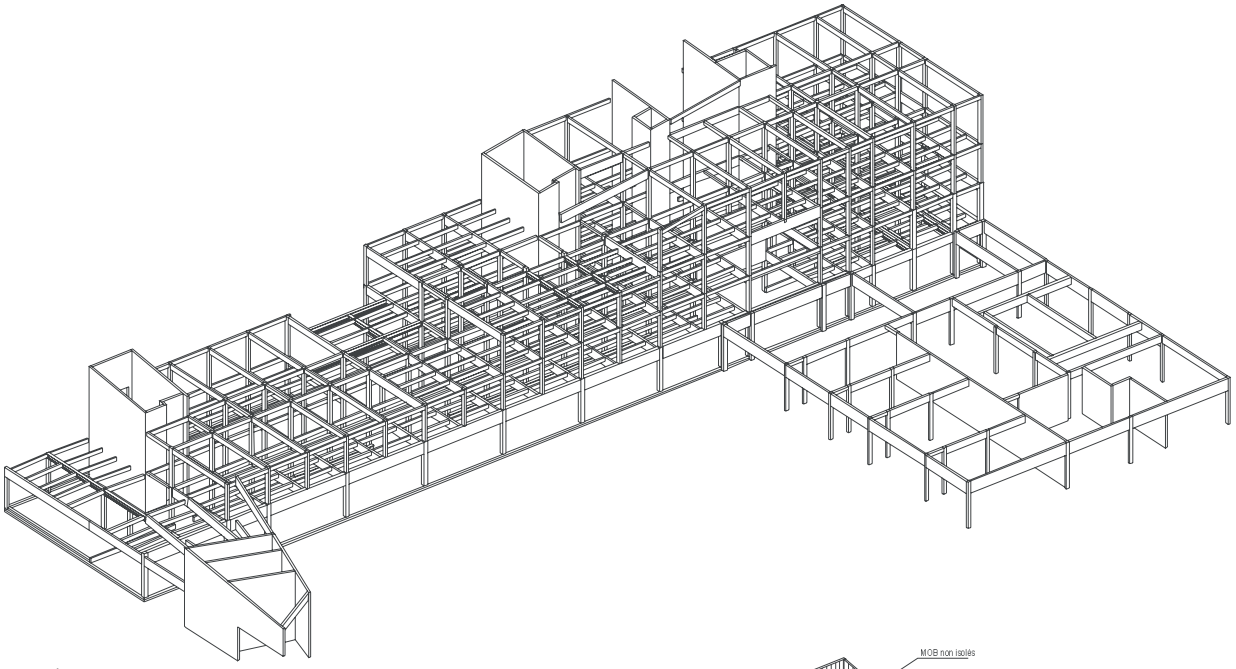
Coupe transversale


2m
4m
6m

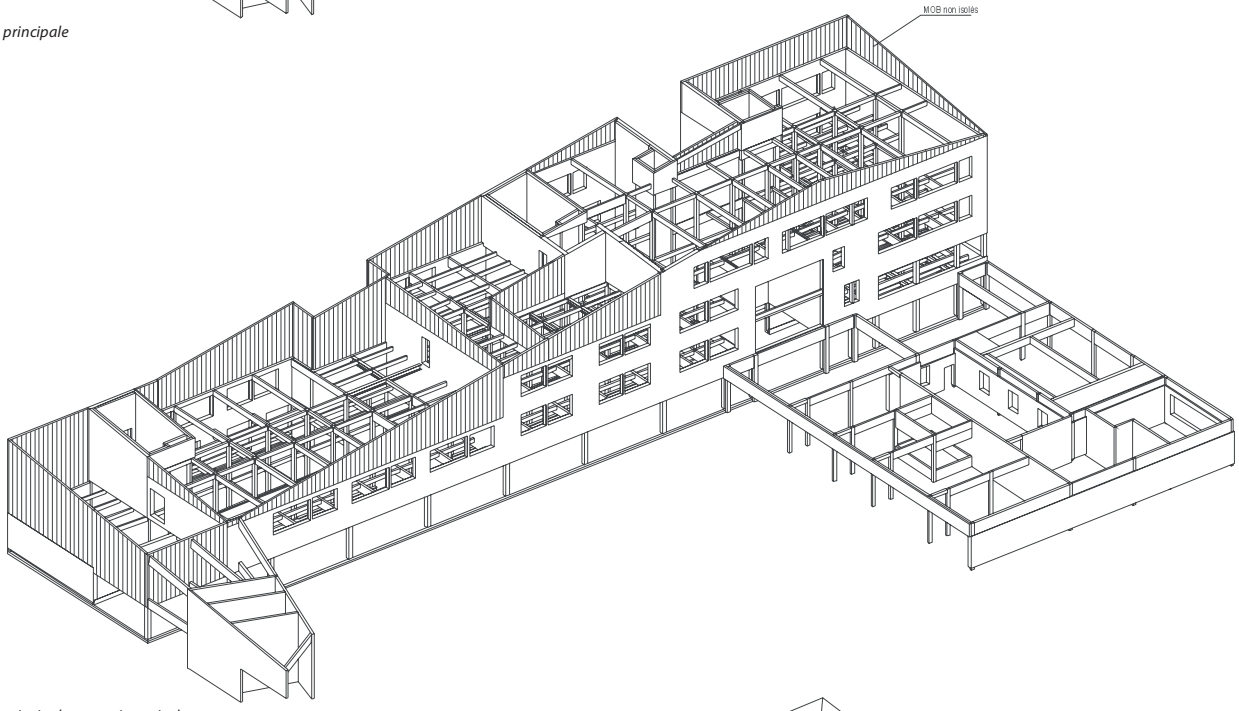

Bac acier
Pannelettes BM 60/80
Tasseaux BM 40/60 maintien du film de sous-couverture et formant lame d'air
Film de sous-couverture
Panne BM 120/250
Montants BLC 60/145
Panneau OSB ép. 15 mm
Isolant laine de roche entre tasseaux BM 60/60
Parement 2 x BA18 - RE i>o 60 (hors lot)
Faux-plafond (hors lot)
Film freine-vapeur
Montants BLC 60/360 + isolant paille
Film de sous-couverture + Voile travaillant OSB ép.18 mm
Isolant complémentaire LM (hors lot)
Parement 2 x BA18 - RE i>o 60 (hors lot)
Bardage tôle ajourée - Ajourement maxi 20%
Tasseau BM 60/60
Tasseau BM 60/145
Film pare-pluie traité M1 et anti-UV
Isolant LR 60 mm entre tasseaux - Eo>i 30
Panneau de fermeture RWH ép. 16mm
Bande pare-vapeur pour étanchéité à l'air
Faux-plafond (hors lot)
Bavette recoupement lame d'air acier 15/10e
Poutre GL24h 160/360 support de plancher
Isolant flexible FB ou OC ép.200 mm
Panneau CLT ép.110 mm
Complexe de chape sèche (hors lot) :
- 3 plaques de sol ép. 10 mm
- résilient FB ép. 20 mm
- nid d'abeille + granules ép. 60 mm
Complexe de chape sèche (hors lot)
Film pare-vapeur
Panneau CLT ép.110 mm
Isolant LM 360 mm
Parement 2 x BA18 (hors lot)
Isolant complémentaire LM (hors lot)
Voile travaillant OSB ép.18 mm
Film freine-vapeur
Montants BM 60/145 + isolant OC ou FB140 mm


Panne BM 120/250
Chevronnage BM 90/150 EA 600
Voile travaillant OSB ép.22 mm
Pannes BLC 60/320 EA 600
Isolant ouate de cellulose ép.320 mm
Film pare-vapeur
Laine de roche densité 110kg/m3 formant protection au feu de la ouate
Ecran de protection par plaque BA18
Panneau CLT ép.160 mm sur circulation
Poutre GL24h 180/400
Complexe de chape sèche (hors lot) :
- 3 plaques de sol ép. 10 mm
- résilient FB ép. 20 mm
- nid d'abeille + granules ép. 60 mm
Tôle acier 15/10e formant lambrequin
et coupure lame d'air IT249 au droit des BSO
Film freine-vapeur
Montants BLC 60/360 + isolant paille
Voile travaillant OSB ép.18 mm
Isolant complémentaire LM (hors lot)
Parement 2 x BA18 - RE i>o 60 (hors lot)
Lisse basse BLC 60/360 traitée classe 3
Barrière de capillarité + 2 joints compressibles
Isolant longrine + protection (hors lot)
Isolant intérieur contre relevé longrine(hors lot)
Plancher BA et complexe de plancher (hors lot)

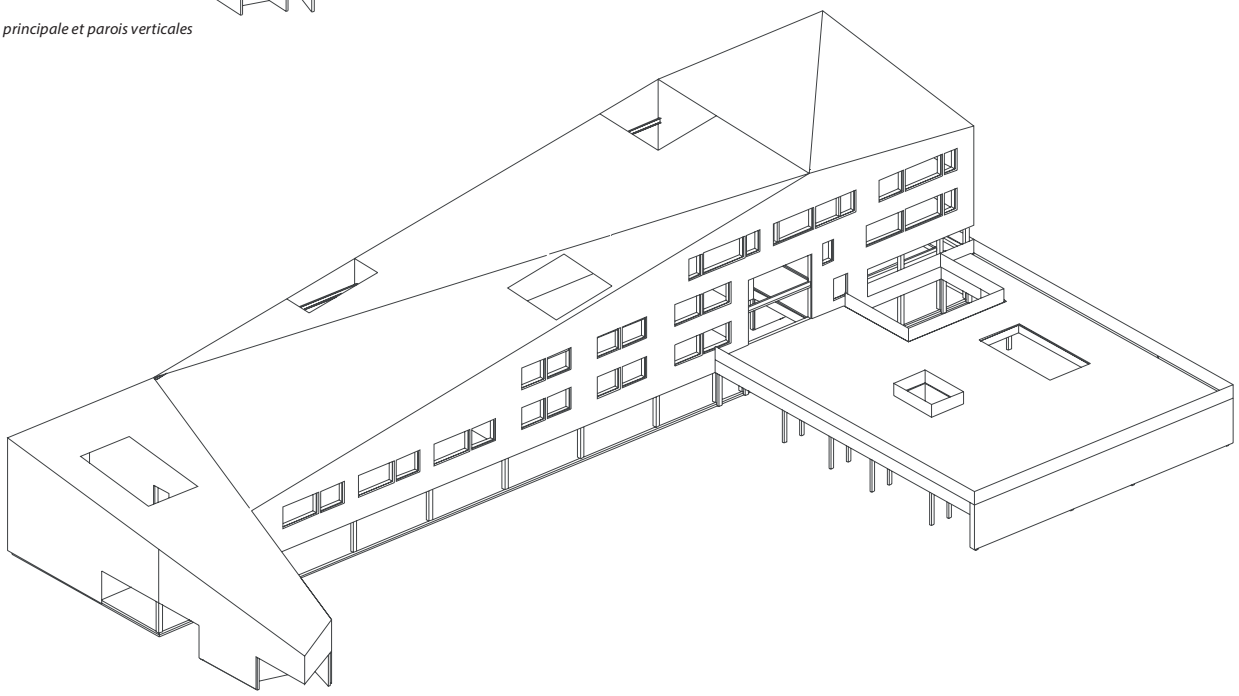
UPERIO



Structure principale



Structure principale et parois verticales



Axonométrie avec parements et couvertures

Axonométrie décomposée, Gaujard technologie SCOP

LES CARACTÉRIQUES TECHNIQUES

Méthodologie

Définition et partage d'une stratégie basée sur les caractéristiques du site et les objectifs du programme :

- Écoute réciproque et travail de synthèse piloté par l'architecte mandataire ayant conduit : À l'optimisation des volumétries, la rationalisation des descentes de charges et des passages de réseaux, l'optimisation du traitement thermiques et du principe d'ouverture, etc.
- Validation des grands principes dès l'esquisse notamment via des études d'ensoleillement, simplification de l'enveloppe thermique par analyse des plans / coupes, validation des principes d'ouverture par études d'éclairage naturel, etc.

- Equivalent Passiv Haus (besoin chaud <15 kWh/m².an, consommations totales < 120 kWh/m².an visé).
- Performance de l'enveloppe (avec prise en compte triple vitrage et photovoltaique): Bbio projet = 24.10 Bbio max = 70.00
- Consommation en énergie primaire du bâtiment : Cep projet = 21.10 kWhep/m²/an, Cepmax = 77,00 kWhep/m²/an. Par rapport à la RT2012 (en vigueur à date de permis de construire) Bbio = Bbio max moins 65% / Ceo = Cep max moins 73% BEPOS : E3C2
- Confort d'été maitrisé à la livraison et à l'horizon 2050 (validation de confort suivant le diagramme de Givoni sur un fichier météo moyen et sur un fichier météo critique 2050 (Nancy Scénario IPCC A1B 2050).
- Projet lauréat de l'appel à projet « Bâtiments exemplaires passifs » de la région Grand Est – Dispositif Climaxion.

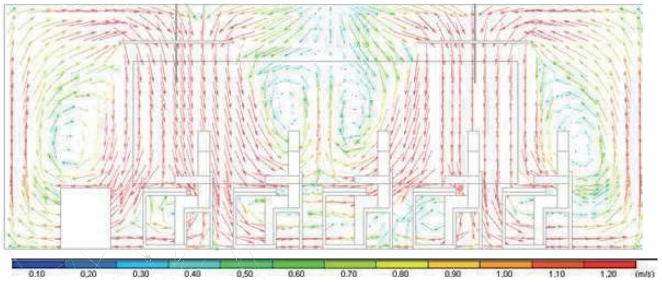
Performances

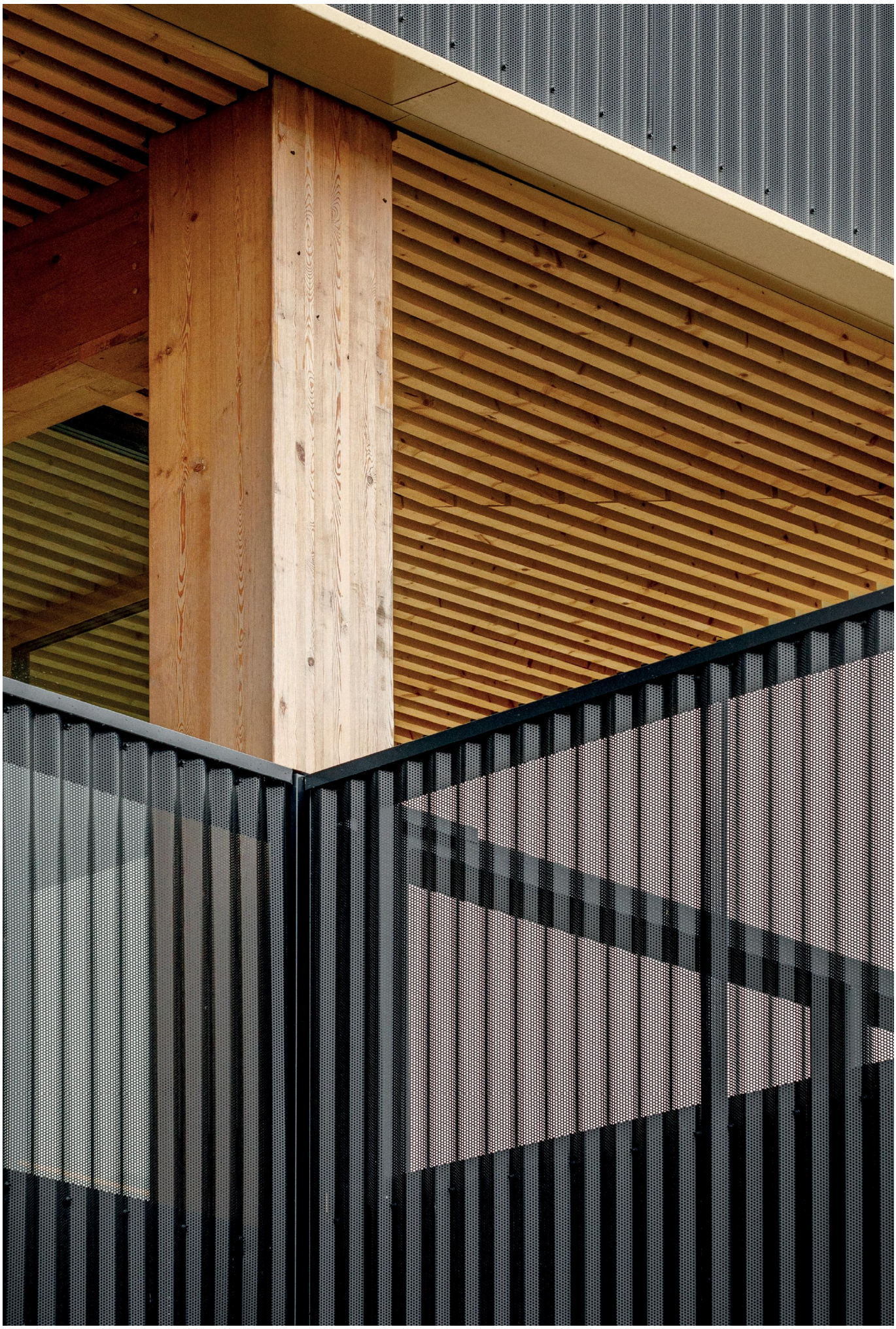
- Le système constructif : poteaux-poutres bois et de planchers bois CLT accueillants une chape sèche.
- Isolation des murs est faite de bottes de paille en remplissage de façade (MOB) + doublage laine de roche intérieur et extérieur (croisement des couches), Up = 0,12 W/m²/K,.
- Isolation des planchers hauts inaccessibles : caissons bois avec remplissage ouate de cellulose, Up = 0,11 W/m²/K.
- Menuiseries bois-alu, triple vitrage 74/54, Ug= 0,50 W/m²/K, Uw ≤ 0,92 W/m²/K.
- Protection solaire : Brise-soleil orientable et repliable sur l'ensemble des espaces d'activité (qui permettent la ventilation naturelle de confort en journée tout en offrant une protection très efficace).
- Brasseur d'air plafonnier dans les salles de classe.
- Centrale de traitement d'air double flux avec récupération de chaleur et module adiabatique (pour rafraichissement de l'air neuf hygiénique en période estivale).
- Raccordement au réseau de chaleur ESTIA Blandan Médreville, contenu CO2 : 91 gCO2/kWh, taux d'énergie renouvelable 64%.

Dimensionnement

- Identification de l'inconfort par simulations thermiques dynamiques.
- Définition de la vitesse d'air à cibler pour atteindre les objectifs de confort via le diagramme de Givoni (jusqu'à 1 m/s visé pour limiter l'inconfort à moins de 20 h / an sur un fichier météo critique 2050).
- Validation des vitesses d'air par étude des écoulements fluides (CFD) sur la base des caractéristiques réelles des brasseurs d'air,
- Benchmark brasseur d'air : identification des produits ayant la consommation la plus faible dans la gamme de débits d'air souhaités (les brasseurs qui présentent un meilleur rendement mais pour des débits trop élevés sont par exemple exclus car risques de générer des surconsommations non justifiées).
- Définition de la trame des brasseurs comme le meilleur compromis entre nombre de brasseur d'air et homogénéité du confort local (densité de brasseur : 4 brasseurs par salle courante de 55 m^2).
- Etude de la consommation des brasseurs pour valider l'impact projet : identification des périodes d'inconfort nécessitant l'activation du brasseur d'air, identification de la vitesse à laquelle le brasseur devra être utilisé, calcul de la consommation moyenne annuelle des brasseurs et comparaison avec les autres alternatives au traitement de l'inconfort d'été.

Choix des brasseurs d'air pour le confort d'été



Modélisation CFD, Ecoulement fluides sous les brasseurs

- Choix des brasseurs d'air pour le confort été
- Nécessité de répondre à l'augmentation des températures tout en évitant la mise en place d'une climatisation active (moins de consommation, absence de machine thermique utilisant des fluides frigorigènes à fort potentiel de réchauffement climatique, maitrise des opérations de maintenance, etc.).
- Volonté de permettre aux utilisateurs de gérer localement leurs conditions de confort (il est possible d'adapter l'utilisation du brasseur au besoin local, en les activant ou non et en modulant leur vitesse).