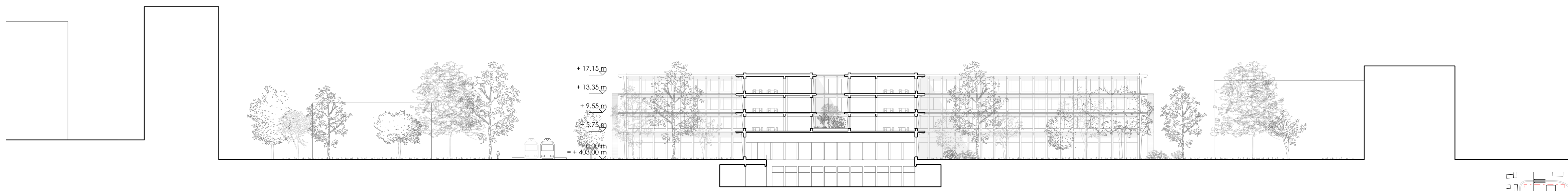


Plan situation 1 : 500



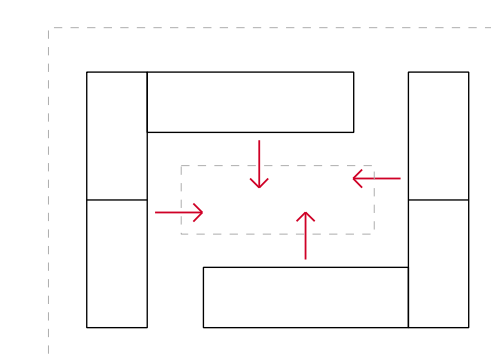
Coupe longitudinale 1 : 500



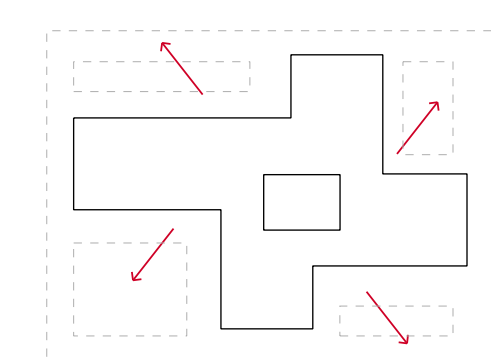
SITUATION

Le nouveau groupe scolaire ES II Confignon vient prendre place au cœur du futur quartier des Cherpines, à la jonction entre les communes de Confignon et de Plan les Ouates. Situé à la lisière de la place de Cherpines, et aux abords de la grande prairie, le nouveau groupe scolaire propose une réponse urbaine, juste et mesurée.

Il crée un dialogue entre minéral et végétal avec les deux espaces publics majeurs du nouveau quartier, tout en se positionnant comme un outil de socialisation pour les habitants. Si les bâtiments d'habitation du quartier sont construits en périphérie afin d'offrir des cœurs d'îlots plus intimes et végétalisés, le bâtiment de l'ES II vient à l'inverse, occuper le centre de la parcelle avec une volumétrie rayonnante, pour s'ouvrir sur sa périphérie, et activer ainsi toutes les zones de son environnement.



Implantation résidentielle

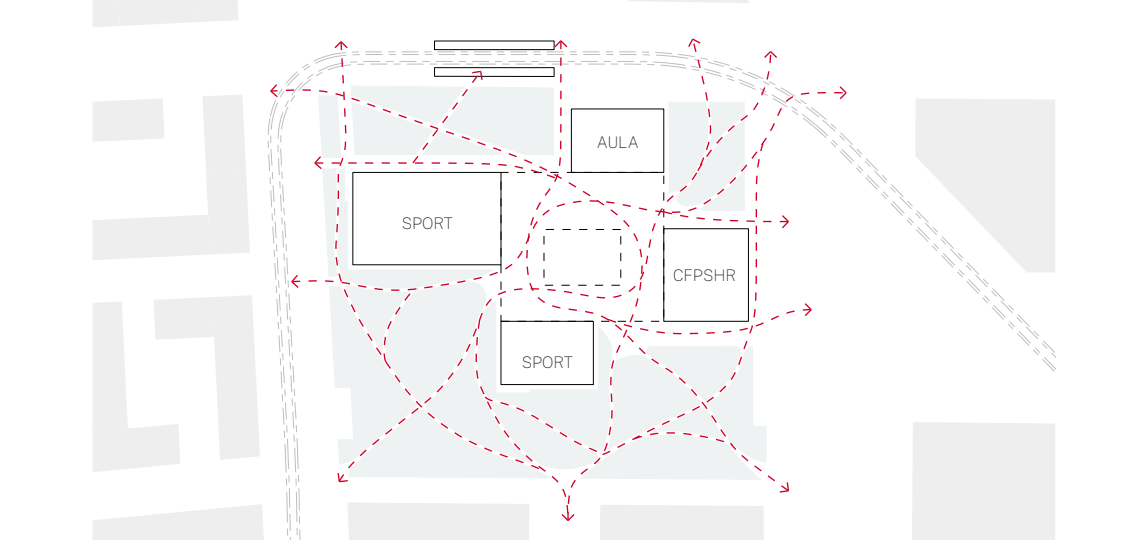


Implantation publique

Articulé autour de quatre entrées, le projet active distinctement, chaque espace en relation avec son environnement immédiat et les unit par sa morphologie urbaine. Sur la partie nord-ouest, un parvis longitudinal, en graviers ensemencés, vient répondre à l'échelle conséquente de la place des Cherpines, afin de donner une limite à celle-ci, tout en offrant une entrée principale au groupe scolaire.

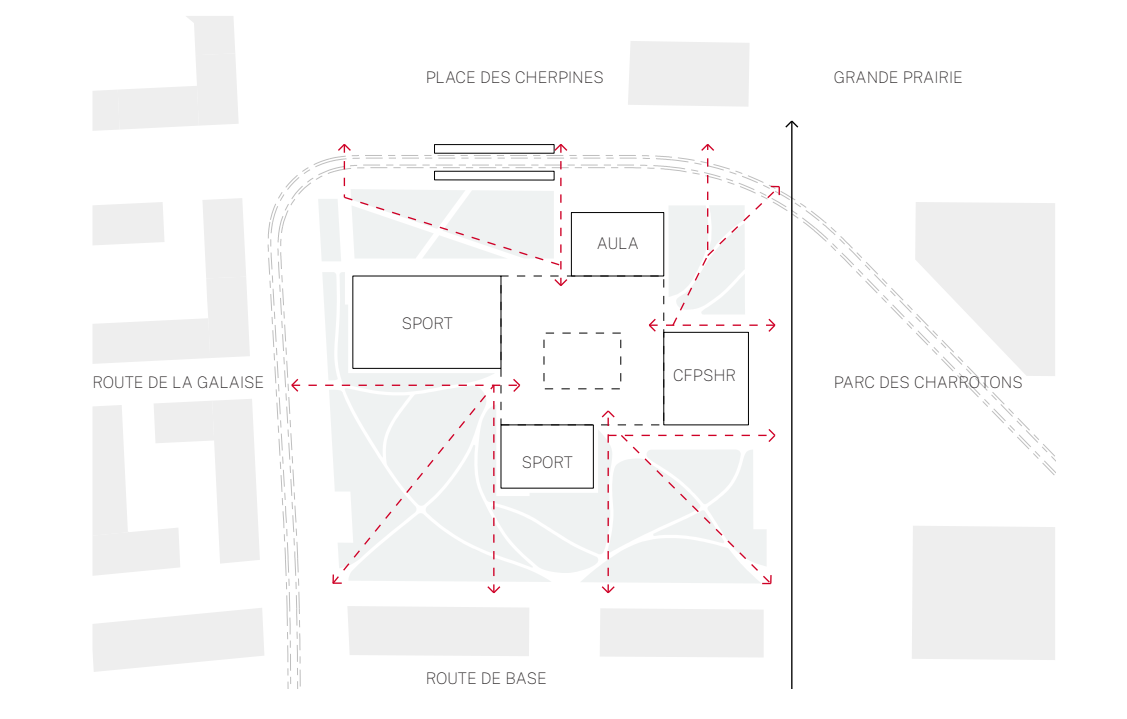
Sur la partie nord-est, une végétation plus dense accueille le jardin humide, afin de recueillir les eaux de pluie en surface et dialoguer avec la grande prairie, servant ainsi de transition entre cette dernière et la place des Cherpines.

Au sud, l'effervescence et l'agitation de la place des Cherpines font place, à l'envie de se ressourcer et un parc forestier se dévoile. Il marque une transition verte entre les habitations avoisinantes et l'ES II, et vient délicatement se fondre dans le parc des Cherpines au sud-est pour finalement ne former qu'un tout.

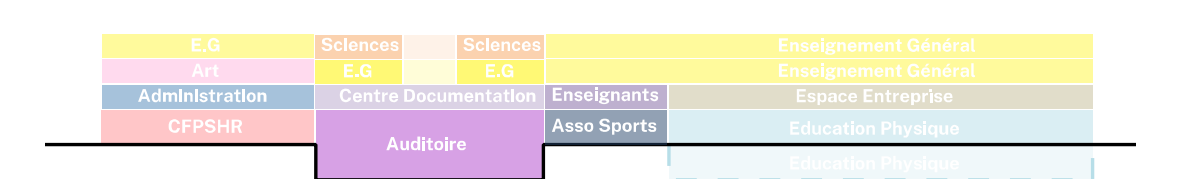


Perméabilité

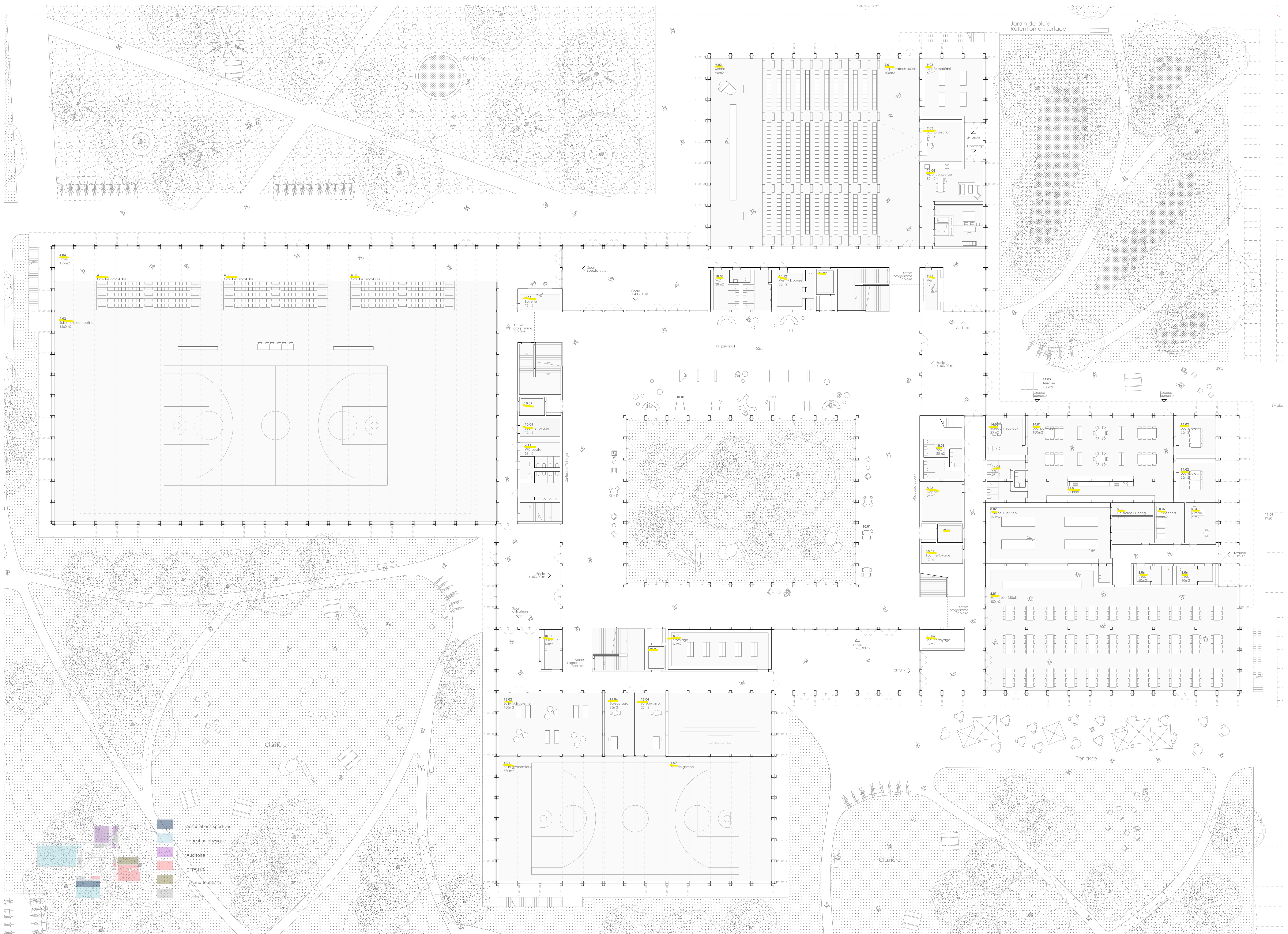
La volumétrie rayonnante du projet produit une rupture d'échelle constante et offre une vision fragmentée, qui permet d'atténuer l'échelle du bâtiment tout en proposant une réponse urbaine à l'échelle du quartier. Le projet vient volontairement créer une distance avec les habitations avoisinantes et assume pleinement son caractère public en concentrant le volume bâti au nord-est de la parcelle. Le groupe scolaire ainsi que les espaces extérieurs sont vecteurs de cohésion sociale et d'inclusivité aussi bien pour les usagers de l'école que pour tous les habitants du quartier.



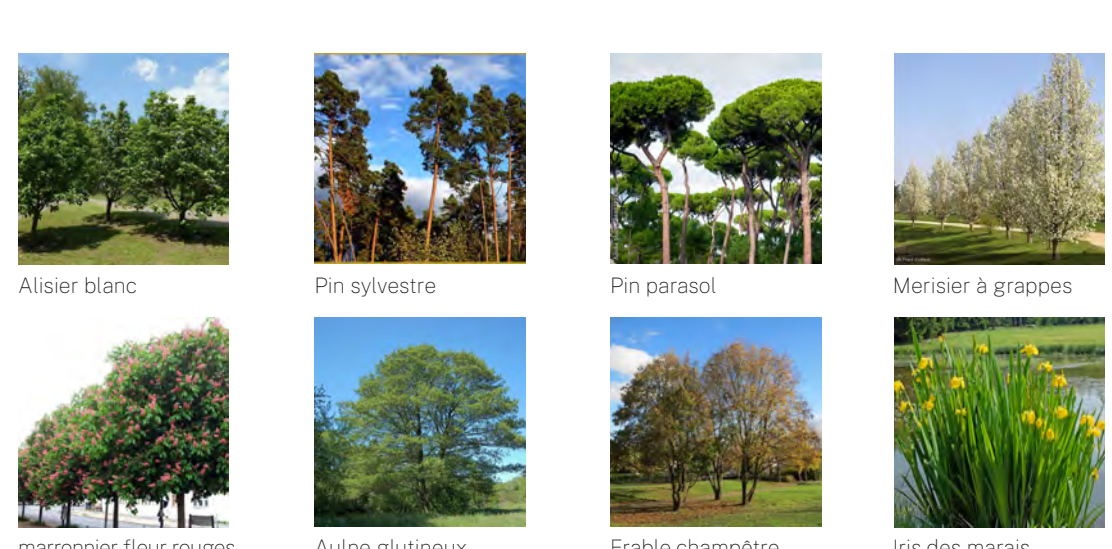
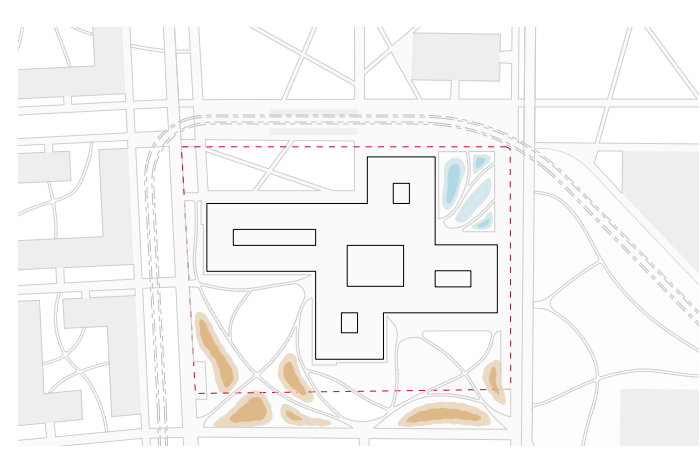
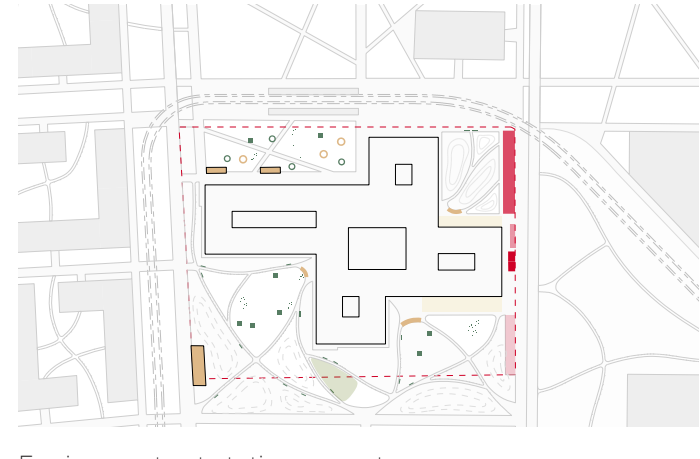
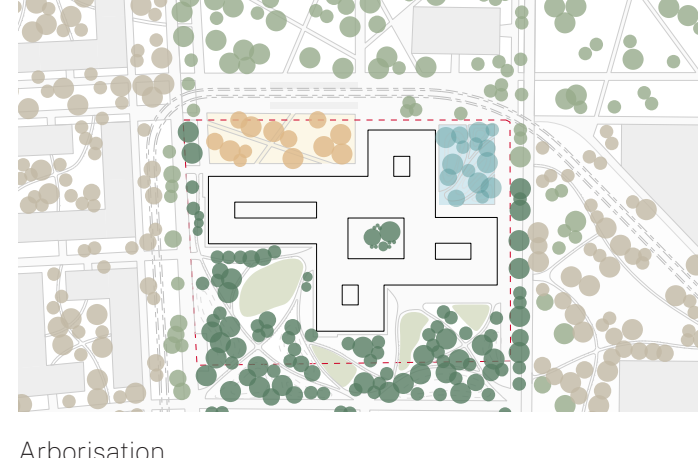
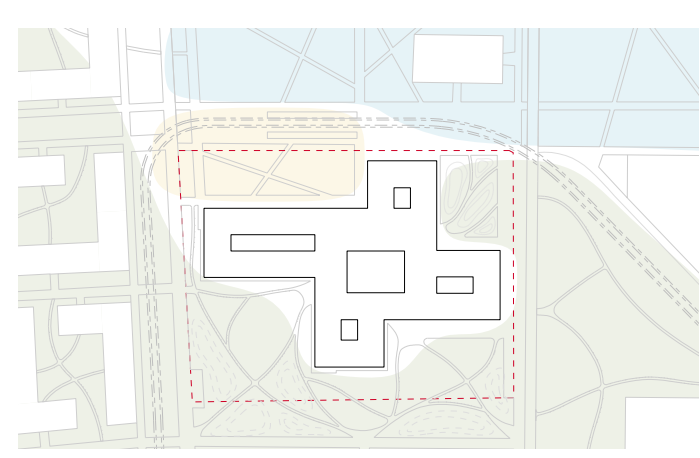
Accès et connexions au site



Organigramme fonctionnel



Rez-de-chaussée 1 : 200



AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

Lors de l'élaboration d'un plan d'urbanisme de grande envergure, il est essentiel de prendre en compte les développements à proximité. Chaque lot ou espace a ses propres caractéristiques et impacts potentiels sur le paysage environnant, ce qui nécessite une approche intégrée et adaptée à chaque situation.

Dans le cas spécifique, l'objectif est de valoriser et de développer la strate arborée présente dans la région de Confignon, en justifiant l'aménagement à une échelle plus restreinte, aux espaces limitrophes de la parcelle. Il existe plusieurs leviers de projet et d'éléments sur lesquels nous nous appuyons pour atteindre cet objectif, tels que l'aménagement du parc des Molliers, la renaturation de l'Aire, le futur parc du Vuillonex et l'histoire liée à la production arborée du site.

En ce qui concerne les espaces limitrophes, il est important d'adapter le projet en fonction de leurs caractéristiques et de leur usage spécifique. La place publique de la ruche peut être conçue en continuité avec le parc situé au nord-est, ce qui permet de renforcer la cohésion entre tous les espaces.

Dans la partie nord du projet, en lien avec la desserte par le tramway, nous créons une place publique centrale et visible à l'échelle du futur quartier. Enfin, dans l'espace généreux du sud-est, nous installons des arbres de grande taille tels que des chênes ou des hêtres, plantés le long de cheminements en matière argilo-calcaire et révélant des clairières équipées, afin de créer une ambiance forestière plus dense.

La planification d'opérations de valorisation paysagère et de création d'espaces végétalisés nécessite une approche intégrée prenant en compte les caractéristiques du territoire et les programmes à proximité. En maximisant la présence d'arbres et en créant une atmosphère forestière adaptée à l'aménagement des espaces limitrophes, nous créons un environnement urbain singulier, plus agréable et plus sain pour les habitants.

CONCEPT

Le projet dans toutes ses composantes tend à minimiser les mouvements de terre et à favoriser la biodiversité, en privilégiant le végétal sur le construit, le perméable à l'imperméable et les cycles de l'eau. Les aménagements extérieurs donnent à lire le lieu comme un trait d'union entre les différentes composantes de ce nouveau quartier en devenir.

Le projet cherche à concevoir des espaces publics résilients qui interrogent autant le paysage que leur future fonction urbaine. Un réseau de sentiers perméables en matière argilo-calcaire participe à créer une ambiance forestière tout en orientant les usagers vers les différentes entrées du bâtiment.

AMÉNAGEMENT DU PARC

Le concept révèle un projet où le végétal structure l'espace et sert de base dans le processus d'appropriation du site par ses usagers.

Au sud, de grands espaces arborés appartenant au sous-bois fédèrent de grandes clairières composées de fleurs des champs (pâquerette, pissenlit, coquelicot, reine des prés etc.) propices au délassement et aux activités récréatives. Des arbres indigènes à grand développement (chêne pédonculé, pin sylvestre, tilleul à petite feuille, érable plane, ailier blanc et bouleau commun) sont plantés en bosquet, au rythme des cheminements de la forêt.

Au nord-est, les jardins humides sont accompagnés d'une végétation paludéenne, à la fois refuge pour la faune (saules, aulnes, phragmites, iris des marais et roseaux), respectueux des milieux humides proches du quartier (paysage de l'Aire), mais également gardien d'îlot de fraîcheur.

Sur la placette nord, des arbres au grand développement sont installés en solitaire ou en bosquet pour garantir une surface d'ombrage conséquente (Pin parasol, Marronnier commun ou encore Tilleul argenté). Les usagers peuvent s'asseoir, s'y retrouver ou attendre leur tramway.

Enfin, sur la place des Cherpines, le parc s'étend et est caractérisé par des arbres aux floraisons remarquables qui façonnent l'espace et attirent le regard (Mérissier à grappes, Cerisier, Érable champêtre).

GESTION DES TERRES ET DES EAUX PLUVIALES

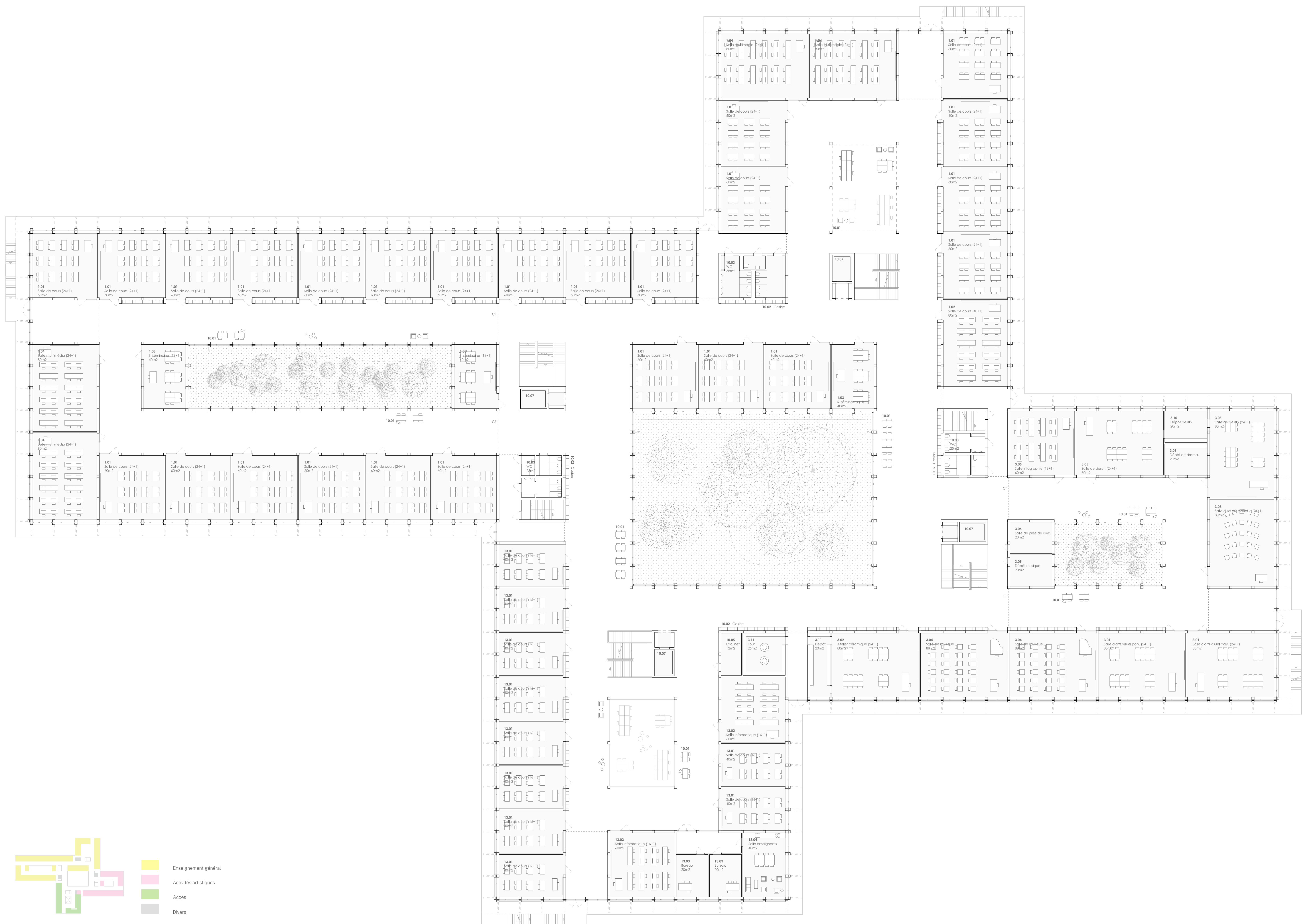
Afin de réduire au maximum l'empreinte carbone des matériaux d'excavation, le projet vise à profiter de la modularité des formes des espaces extérieurs en renforçant l'image singulière de la forêt.

En effet, la mise en place de modèles permet de renforcer le caractère forestier du projet tout en contrainant l'accès aux espaces des sous-bois, favorisant ainsi l'installation de la faune et de la flore. Les modèles permettent également la mise en valeur de grandes clairières, propices au délassement des usagers. Ainsi, sans modifier la nature intrinsèque du projet, la mise en place de modèles sur des hauteurs comprises entre 0,80 et 1,50m permet la réutilisation d'environ 3000m³ sur place.

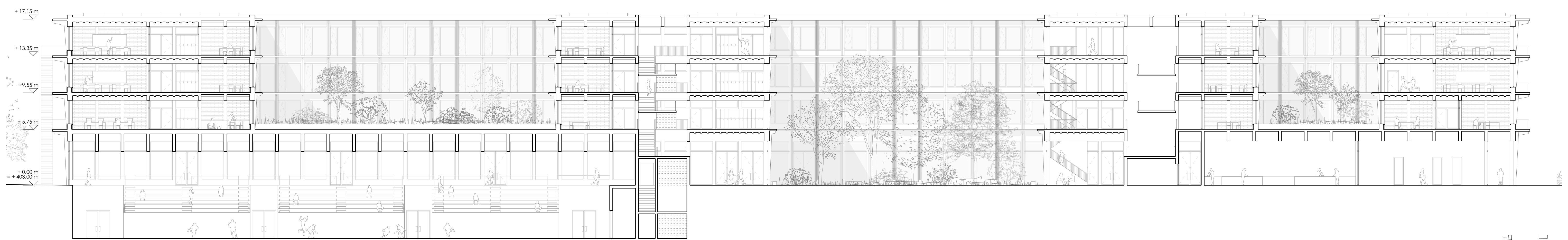
Concernant la gestion des eaux, le projet fait la part belle aux revêtements perméables. En effet, que ce soit pour les cheminements, la placette, les grandes parcelles, il s'agit d'infiltrer l'eau au maximum pour éviter le tout tuyau.

Un espace de rétention des eaux d'environ 540 m³ est prévu au nord-est de la parcelle, point bas topographique du périmètre du projet. Ici, le jardin en creux est tantôt accessible afin que les usagers puissent se rafraîchir et profiter de la présence de l'eau et devient inaccessible lors de fortes pluies. Ce jardin de pluie est propice au développement d'une végétation de milieu semi-aquatique et permet à une petite faune de se développer de manière protégée.



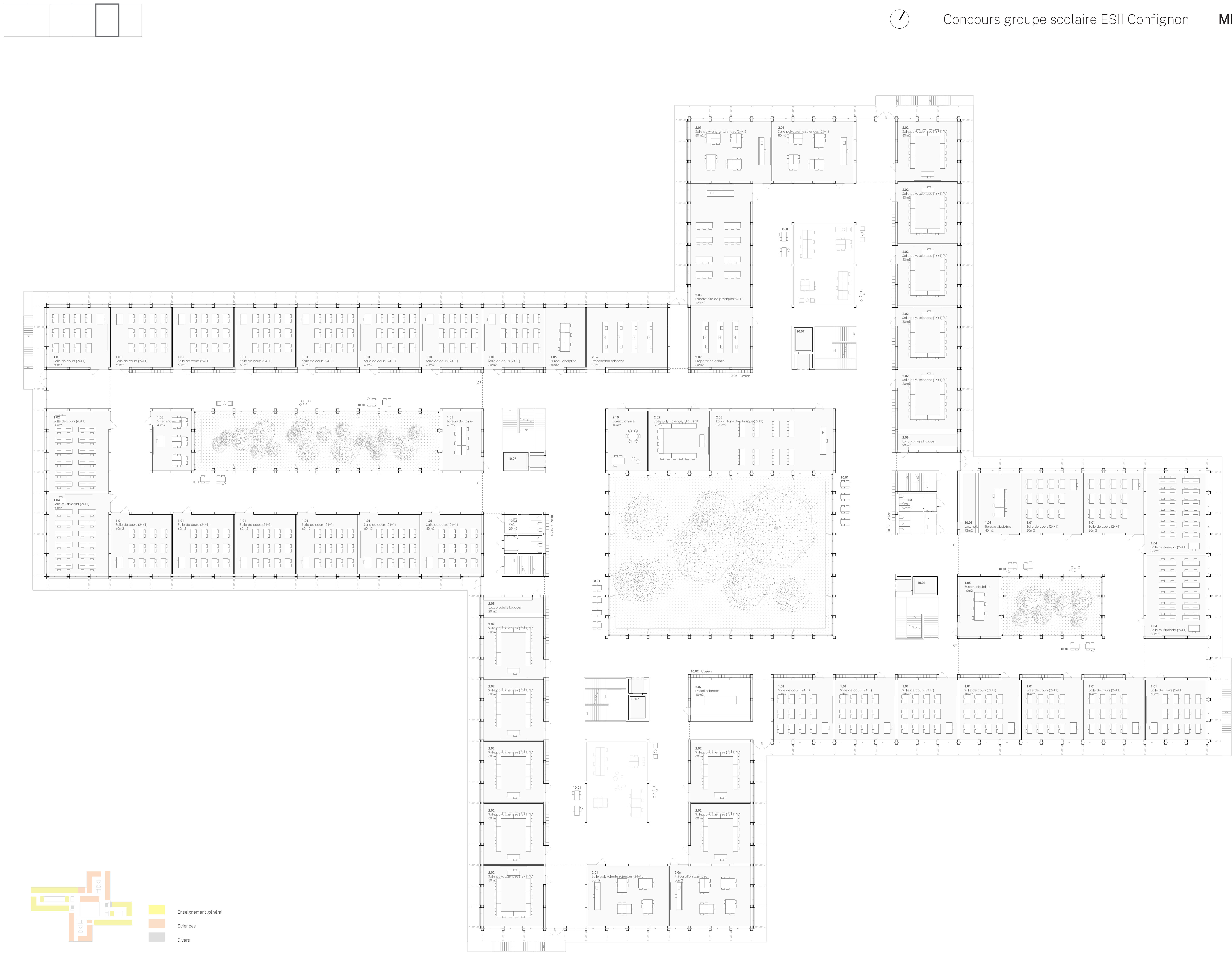


Plan du 2ème étage 1 : 200

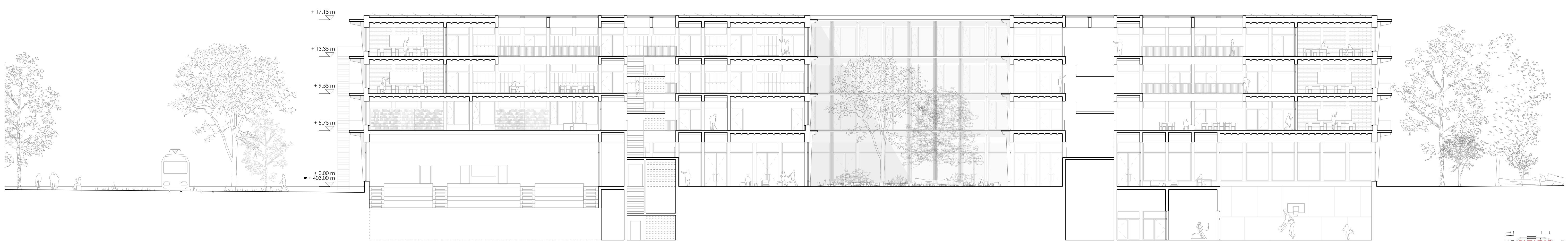


Coupe patio 1 : 200





Plan du 3ème étage 1 : 200



Coupe atrium 1 : 200

EXCAVATION, GESTION DES DÉCHETS ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Les fouilles du projet ont été optimisées pour limiter les déplacements de terre, 35% des terres excavées seront réutilisées dans le projet : au sein de la construction en terre (saison capacité logistique et qualité des terres), pour le modelage du projet paysager et pour couvrir 100% de la demande en terre végétale du projet paysager. Pour se faire la terre végétale décapée pour le chantier sera ramassée sur site et des pépinières de sol seront créées afin de valoriser 10% des terres excavées.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Nous avons choisi des matériaux de construction nobles et vernaculaires, uniquement là où ils ont un sens. Ils permettent une construction durable et qui favorise les circuits courts. La terre non stabilisée qui compose les dalles et les murs pourra être retournée à la terre sans autre forme de traitement une fois le bâtiment détruit, de même que les parois en bois massif. Les connecteurs pour la structure bois sont en acier recyclé et pourront être démontés pour être réutilisés dans un bâtiment futur.

Ces matériaux ne seront pas sujet aux pénuces car présent en abondance à Genève, ceci aura l'avantage de permettre une modification du bâtiment sans changement d'architecture dans le futur. Selon la doctrine de sobriété, aucune finition ne vient recouvrir les éléments constructifs, favorisant le désassemblage et la fin de vie.

EVALUATION CARBONE

Les choix constructifs et structurels ont été analysés en fonction de leur poids carbone afin de respecter les objectifs de l'administration cantonale et communale, en proposant un bâtiment ambivalent et exemplaire qui servira de modèle. Bien que non-complétable dans les normes Suisses, le bâtiment permet un stockage temporaire de carbone biogénique au sein de sa structure et de son isolation bio-sourcée d'au moins 1 466 173 kgCO₂eq/m² réduisant le poids carbone de la structure portante de 251 kgCO₂eq/m² à 1,68 kgCO₂eq/m².

ESPACE NATUREL ET BIODIVERSITÉ

L'implantation du projet sur la parcelle permet la création d'une généreuse ceinture végétale au sud produisant un espace tampon de rafraîchissement naturel sur la partie la plus exposée du bâtiment à l'aide de grands arbres. Des haies vives indigènes associées aux noues permettent une infiltration des eaux tout en luttant contre les effets d'îlot de chaleur.

Une grande attention est portée aux essences d'arbres plantées en fonction de leur rôle dans le projet. Le projet prévoit une canopée de 61% (hors surfaces bâties). La continuité des trames verte, bleue et brune est garantie à travers la parcelle, créant ainsi des corridors de biodiversité et d'infiltration d'eau.

Aucun obstacle ne vient perturber les cheminement de la petite faune au sol. Des nichoirs et différents boîtes sont intégrés dans la façade et les aménagements paysagers, tout comme la zone humide, afin de garantir des lieux de vie et de reproduction/modification à un large panel de faune et flore. Cette proximité avec l'école est d'autant plus importante qu'elle a un rôle éducatif. Afin de garantir un milieu de croissance optimal pour la flore, un taux de 92% de terre fine (hors surfaces bâties), c'est-à-dire sans interruption de couche entre la roche-mère et l'air, est garanti.

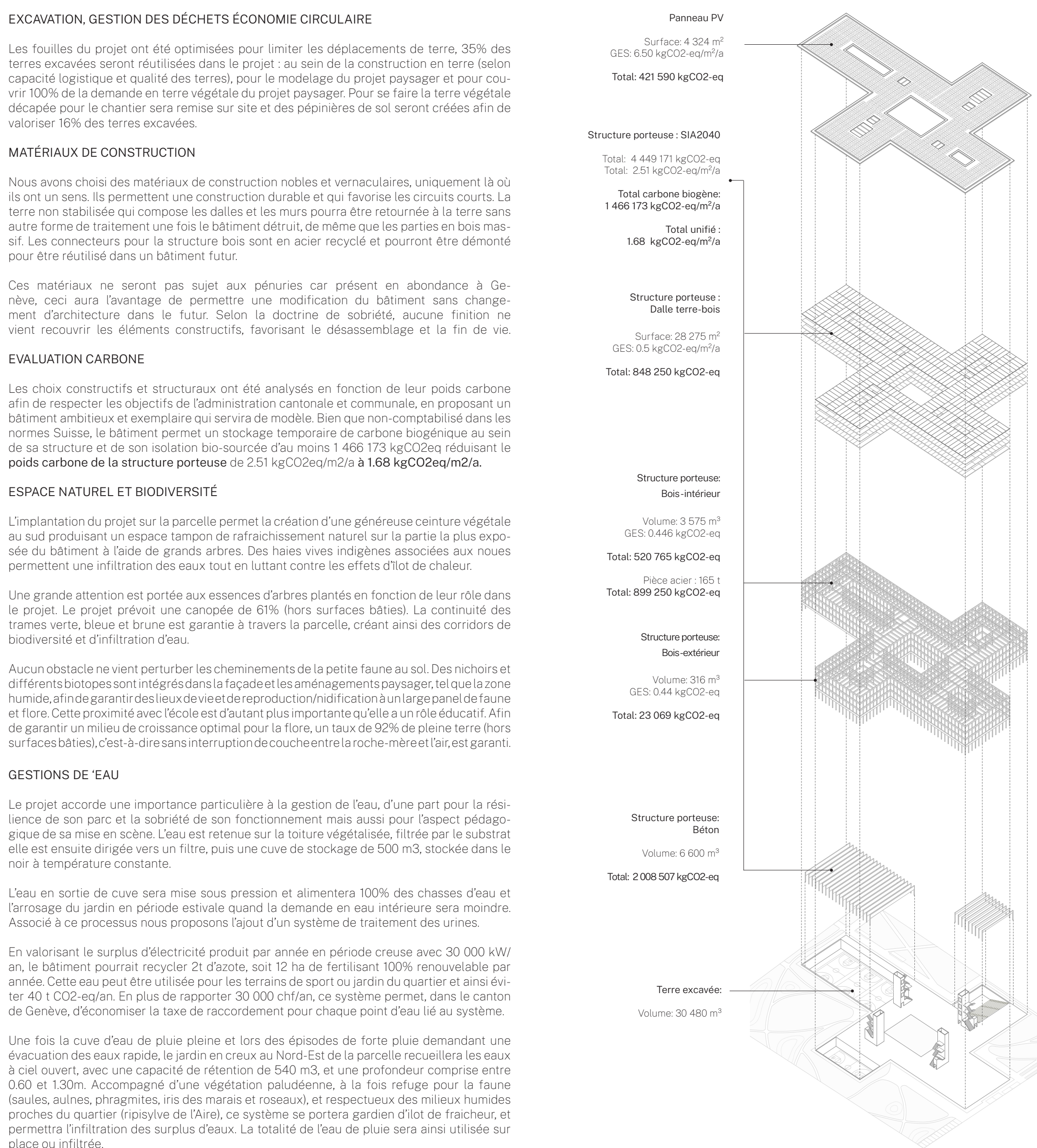
GESTIONS DE L'EAU

Le projet accorde une importance particulière à la gestion de l'eau, d'une part pour la résilience de son parc et la sobriété de son fonctionnement mais aussi pour l'aspect pédagogique de sa mise en scène. L'eau est retenue sur la toiture végétalisée, filtrée par le substrat et est ensuite dirigée vers un filtre, puis une cuve de stockage de 500 m³, stockée dans le noir à température constante.

L'eau en sortie de cuve sera mise sous pression et alimentera 100% des chasses d'eau et l'arrosage du jardin en période estivale quand la demande en eau intérieure sera moindre. Associé à ce processus nous proposons l'ajout d'un système de traitement des urines.

En valorisant le surplus d'électricité produit par année en période creuse avec 30 000 kWh/an, le bâtiment pourrait recycler 21 d'ozote, soit 12 ha de fertilisant 100% renouvelable par année. Cette eau peut être utilisée pour les terrains de sport ou jardin du quartier et ainsi éviter 40 tCO₂eq/an. En plus de rapporter 30 000 chifon, ce système permet, dans le canton de Genève, d'économiser la taxe de raccordement pour chaque point d'eau lié au système.

Une fois la cuve d'eau de pluie pleine et lors des épisodes de forte pluie demandant une évacuation des eaux rapide, le jardin en creux au Nord-Est de la parcelle recueillera les eaux à ciel ouvert, avec une capacité de rétention de 540 m³, et une profondeur comprise entre 0,60 et 1,30m. Accompagné d'une végétation palustre, à la fois refuge pour la faune (saules, aulnes, phragmites, iris des marais et roseaux), et respectueux des milieux humides proches du quartier l'Inysvive de l'Aire), ce système se portera gardien d'îlot de recharge, et permettra l'infiltration des surplus d'eau. La totalité de l'eau de pluie sera ainsi utilisée sur place ou infiltrée.



CONCEPT STRUCTUREL ET MATÉRIALITÉ

Pour un projet de cette envergure, le défi de maximiser les matériaux biosourcés est énorme et nécessite une approche novatrice. L'évolution de la recherche et du développement des techniques de construction en bois a jusqu'ici ouvert de larges perspectives aux systèmes mixtes bois-béton.

Pour ce projet une étape supplémentaire est franchie pour améliorer le bilan carbone face aux systèmes mixtes. Le développement d'un plancher en bois à solive en bois massif, dont l'intervalle entre les solives est rempli de terre naturelle sans additif plus recouvert d'un panneau contreplaqué en bois (CLT), est le produit d'une start-up suisse, Rematter AG.

Ce système offre des caractéristiques écologiques bien supérieures à tous les systèmes actuels de planchers en bois. En contrepartie, le système Rematter fixe des contraintes dimensionnelles (max 210 x 4,20 m) liées d'une part à l'emploi de bois massif pour les solives et d'autre part à la préfabrication robotisée des éléments. Bien entendu, toutes les caractéristiques normatives actuelles en matière de résistance au feu, isolation phonique, comportement vibratoire et bien sûr de résistance statique, sont garanties. La mise en œuvre à grande échelle de ce système mixte bois-terre a nécessité la recherche d'une norme optimale, unique et répétitive qui puisse être compatible avec les exigences du programme architectural.

CONCEPT

Le projet s'articule intégralement dans une trame unique et bidirectionnelle de 2,65 m. Des modules de planchers de 5,30 m (2x) et 7,95 m (3x) de longueur pour 2,65 m de largeur viennent s'insérer dans cette trame portée constituée de sommiers longitudinaux en BLC (GL28h) de 30x60 cm et transversaux de 20x60 cm, également en BLC (GL28h).

La descente des charges repose sur des poteaux BLC (GL28h) de 30x30 cm, disposés de façon systématique dans la trame de 2,65 m. La qualité des bois est adaptée aux charges et aux sollicitations. Habituellement, le BLC de base est toujours de classe GL28h en épaisseur ou siccité, mais il peut aussi être relié à base de hêtre ou de frêne pour atteindre GL48h, voire plus. L'utilisation du bois suisse tant pour le BLC normal (épicaépin) que pour le BLC à haute résistance (hêtre/frêne) est non seulement possible mais recommandée.

Pour la toiture et les planchers du 3ème et du 2ème étage la trame structurelle est régulière et superposée, ce qui réingère aucune difficulté statique et rend le système Rematter très intéressant car répétitif et efficace. Le développement d'une trame de 2,65 m dans les 2 directions apporte de grands avantages pour la construction en bois du fait que les charges sont très diffusées dans un grand nombre de poteaux. Enfin, cette situation confère de nombreuses possibilités d'adaptabilité de la structure face à des modifications d'affectations dans le temps.

Enfin, dans le cadre de la construction de ce bâtiment, nous avons opté pour l'utilisation maximale de la préfabrication, afin de réduire les délais de montage et d'assemblage sur le chantier, tout en garantissant une qualité de fabrication élevée.

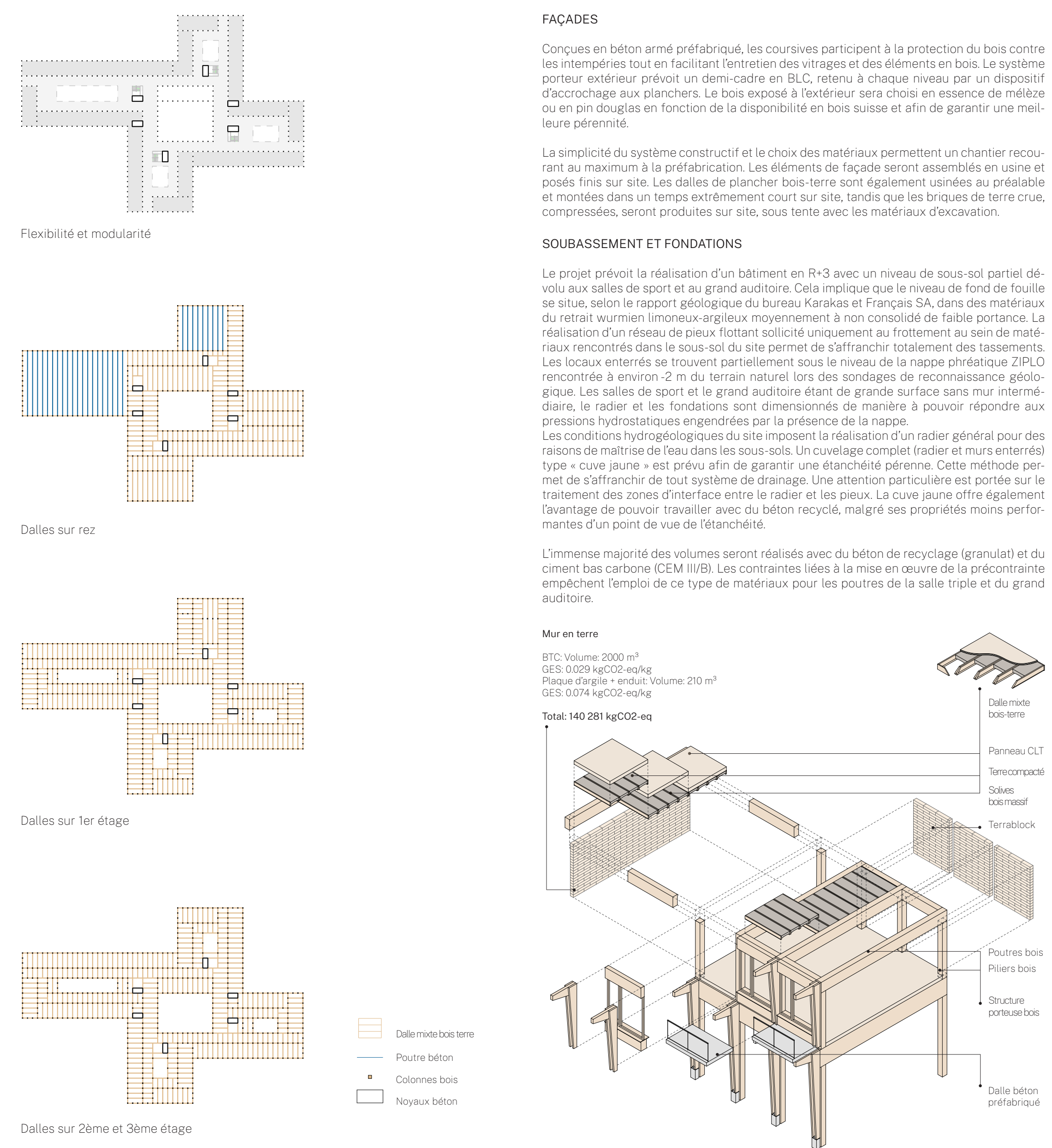
SPÉCIFICITÉS

Au rez-de-chaussée, des espaces de grandes dimensions doivent être aménagés, et par conséquent couverts par les 3 niveaux de locaux et classes situés au-dessus. Dans le respect de la trame de 2,65 m, des sommiers linéaires sont disposés au-dessus de ces espaces et relient les piliers des étages. Pour la salle de gym tréfilé ainsi que l'auditorium, le recours à des sommiers en T, en béton armé recouvert, est indispensable. Une table de compression de 2,65 m réalisée ainsi la dalle du plancher du 1er étage tandis que les piliers en béton de 30x30 cm, préfabriqués à haute résistance, respectent l'image de la structure générale du bâtiment.

Pour le hall principal et la salle de gym simple, des sommiers en BLC de très haute résistance (GL48h) mesurant 30x150 cm sont à même de transférer les charges provenant des étages, sur des piliers de dimensions constantes à 30x30 cm en BLC de très haute résistance. Enfin, le restaurant d'application ne présente pas de grandes portées mais nécessite un décalage de 80 mm d'épaisseur et pourra être optimisé dans la suite du projet. Au-dessus de la salle de gym tréfilé et du grand auditorium, l'effet de disque est réalisé en béton armé du fait des sommiers en T joints. Enfin, les 6 noues béton, disposées de façon régulière, assurent convenablement la stabilité de l'ouvrage sans recourir à des contreventements dans les façades.

STABILITÉ ET CONTREVENTEMENT

Les grandes dimensions et la forme en moulin du projet plaident pour des planchers rigides (GL48h) mesurant 30x150 cm sont à même de transférer les charges provenant des étages, sur des piliers de dimensions constantes à 30x30 cm en BLC de très haute résistance. Enfin, le restaurant d'application ne présente pas de grandes portées mais nécessite un décalage de 80 mm d'épaisseur et pourra être optimisé dans la suite du projet. Au-dessus de la salle de gym tréfilé et du grand auditorium, l'effet de disque est réalisé en béton armé du fait des sommiers en T joints. Enfin, les 6 noues béton, disposées de façon régulière, assurent convenablement la stabilité de l'ouvrage sans recourir à des contreventements dans les façades.



FAÇADES

Conçues en béton armé préfabriqué, les coursives participent à la protection du bois contre les intempéries tout en facilitant l'entretien des vitrages et des éléments en bois. Le système porteur extérieur prévoit un demi-cadre en BLC, retenu à chaque niveau par un dispositif d'accrochage aux planchers. Le bois exposé à l'extérieur sera choisi en essence de mélèze ou en pin d'épicéa en fonction de la disponibilité en bois suisse et afin de garantir une meilleure pérennité.

La simplicité du système constructif et le choix des matériaux permettent un chantier recourant au maximum à la préfabrication. Les éléments de façades seront assemblés en usine et posés finis sur site. Les dalles de plancher bois-terre sont également usinées au préalable et montées dans un temps extrêmement court sur site, tandis que les briques de terre crue, compressées, seront produites sur site, sous tente avec les matériaux d'évacuation.

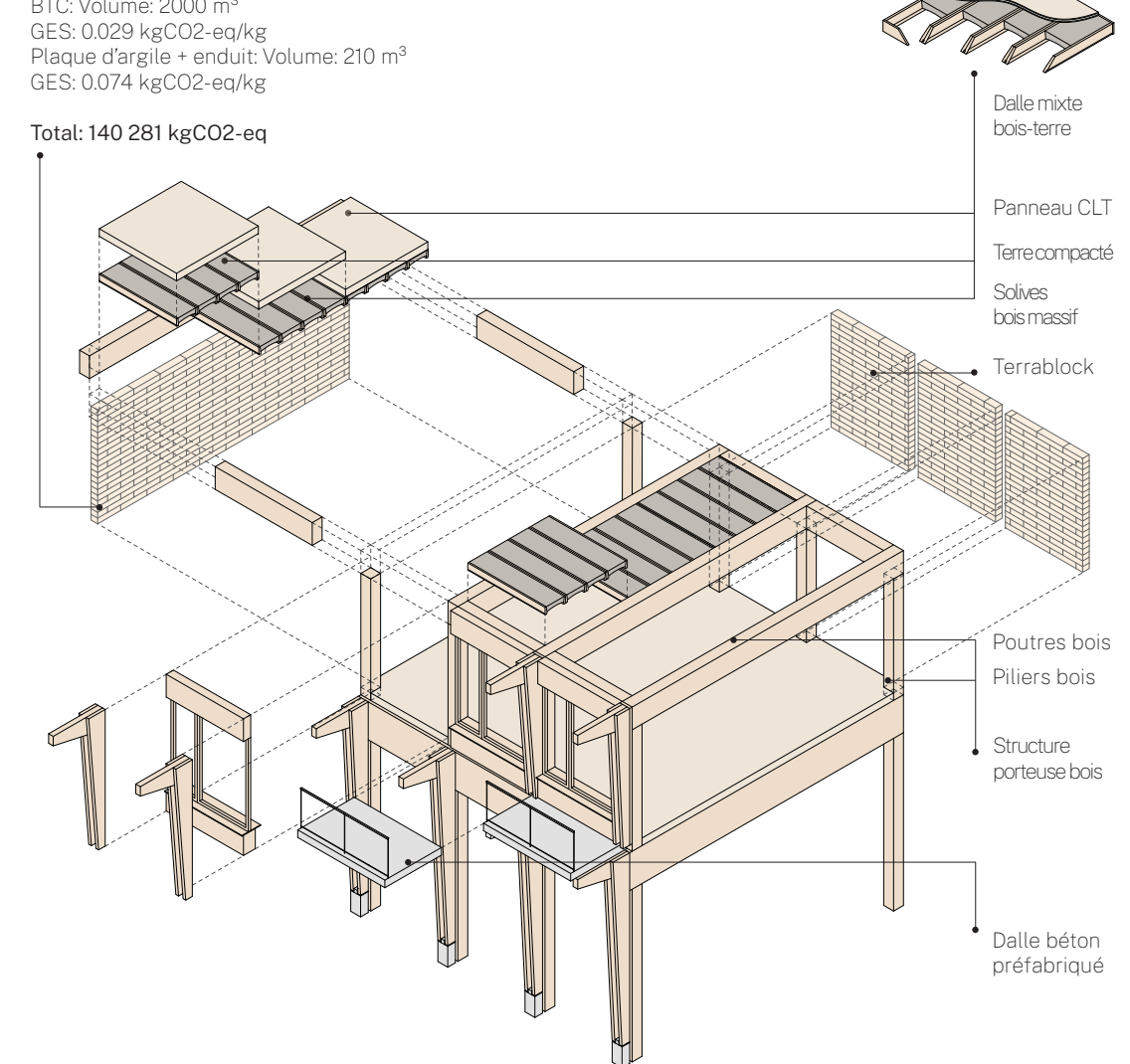
SOUBASSEMENT ET FONDATIONS

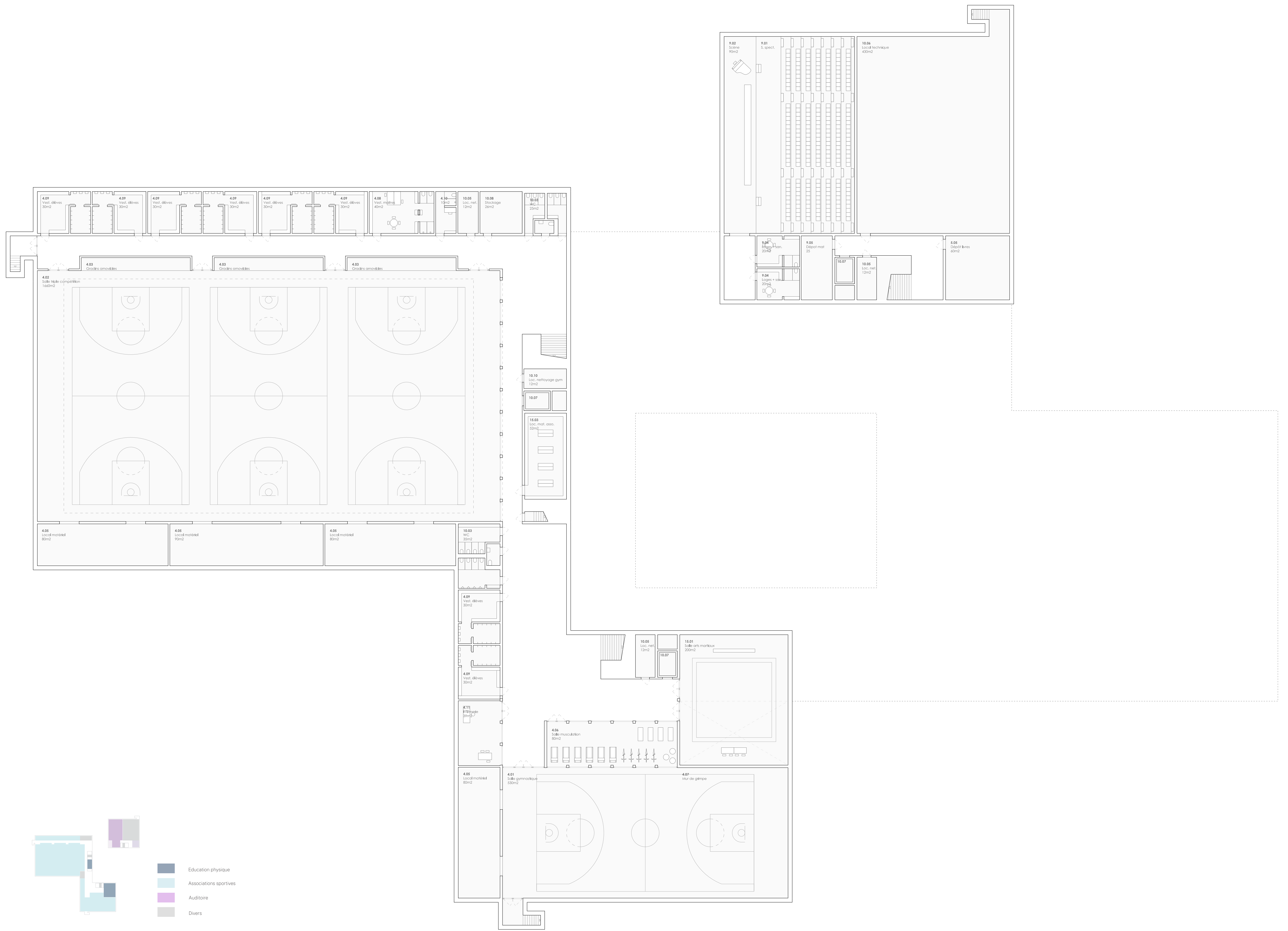
Le projet prévoit la réalisation d'un bâtiment en R+3 avec un niveau de sous-sol partiel dévolu aux salles de sport et au grand auditorium. Cela implique que le niveau de fond de fouille se situe, selon le rapport géologique du bureau Karakeci et François SA, dans des matériaux de retrait wurmien limoneux-argileux moyennement à non consolidé de faible portance. La réalisation d'un réseau de pieux flottant sollicité uniquement au traitement au sein de matériaux rencontrés dans le sous-sol du site permet de s'affranchir totalement des tassements. Les locaux enterrés se trouvent partiellement sous le niveau de la nappe phréatique ZP10 rencontrée à environ -2 m du terrain naturel lors des sondages de reconnaissance géologique. Les salles de sport et le grand auditorium étant de grande surface sans mur intermédiaire, le radier et les fondations sont dimensionnés de manière à pouvoir répondre aux pressions hydrostatiques engendrées par la présence de la nappe.

Les conditions hydrogéologiques du site imposent la réalisation d'un radier général pour des raisons de maîtrise de l'eau dans les sous-sols. Un couvage complet (radier et murs enterrés) type « cuve jeune » est prévu afin de garantir une étanchéité pérenne. Cette méthode permet de s'affranchir de tout système de drainage. Une attention particulière est portée sur le traitement des zones d'interface entre le radier et les pieux. La cuve jeune offre également l'avantage de pouvoir travailler avec du béton recyclé, malgré ses propriétés moins performantes d'un point de vue de l'étanchéité.

L'immense majorité des volumes seront réalisés avec du béton de recyclage (granulats) et du ciment bas carbone (C3M/IB). Les contraintes liées à la mise en œuvre de la précontrainte empêchent l'emploi de ce type de matériaux pour les poutres de la salle tréfilé et du grand auditorium.

Mur en terre



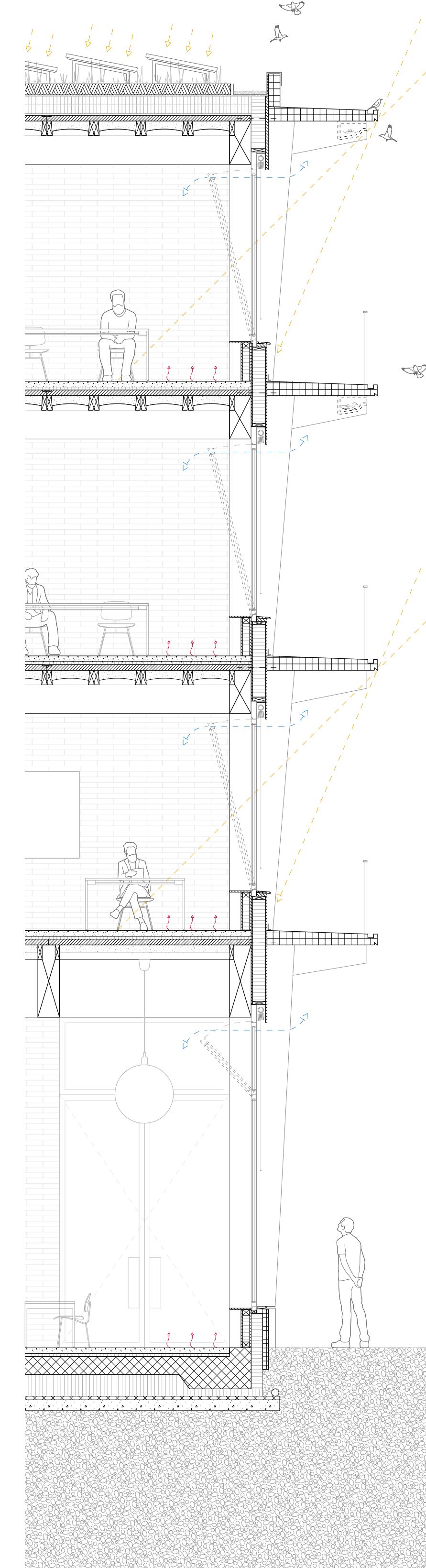


Plan du sous-sol 1 : 200



Plan façade 1 : 50

- Photovoltaïque :**
 GES 6.50 kgCO₂-eq/m²
 UPR 5668 gWh/m²
 Energie Grise 28.0 kWh/m²
- Toiture :**
 Panneaux solaires
 Plantation-aménagement
 surcouche végétal 250mm
 Lés antiracine 20mm
 Échafauds bois/mousse bicouche
 Isolation thermique biosourcée
 Pare-ventur 240mm
 Structure porte-à-faux/multi-bois terre
 -Poutre bois BLC épaisseur (GL28H) 300 x 600 mm
 -Panneaux bois trois plis CLT 80 mm
 -Solive bois massif 60 x 200 mm
 -Remplissage terre naturelle sans additif 140 mm
 GES 1.56 kgCO₂-eq/m²
 UPR 3078 gWh/m²
 Energie Grise 14.4 kWh/m²
- Plancher type :**
 Chape ciment poncée 80mm
 Isolation phonique biosourcée 40mm
 Dalle béton bois giré 300 x 600 mm
 -Poutre bois BLC épaisseur (GL28H) 80 mm
 -Solive bois trois plis CLT 80 mm
 -Solive bois massif 75 x 200 mm
 -Remplissage terre naturelle sans additif 140 mm
 GES 1.04 kgCO₂-eq/m²
 UPR 3699 gWh/m²
 Energie grise 12.7 kWh/m²
- Courserie balustrade :**
 Acier inox tube vertical D: 68 mm
 Acier inox main courante 50 x 100 mm
 Acier inox maillage
 GES 5.47 kgCO₂-eq/m²
 UPR 10745 gWh/m²
 Energie grise 25.8 kWh/m²
- Courserie : dalle :**
 Dalle béton préfabriquée
 Structure bois Massif C24 160 mm
 140 x 200 mm
 GES 1.3 kgCO₂-eq/m²
 UPR 3323 gWh/m²
 Energie grise 4.0 kWh/m²
- Façade Structure :**
 Demarche bois massif BLC épaisseur GL140 2 x 80 x 370 mm
 Couche vent 80 mm
 Isolation périphérique biosourcée 300 x 300 mm
 Poutre Bois BLC épaisseur (GL140) 80 mm
 GES 1.2 kgCO₂-eq/m²
 UPR 2742 gWh/m²
 Energie grise 33.2 kWh/m²
- Façade contre-cœur :**
 Panneau extérieur bois massif 3 plis 20 mm
 Couche vent 180 mm
 Isolation périphérique biosourcée 300 x 30 mm
 Cornue lamage vertical 40 mm
 2 x Panneau bois massif 3 plis 100 mm
 Isolation périphérique biosourcée 100 x 30 mm
 Cornue lamage vertical 300 mm
 Panneau bois massif 3 plis 20 mm
 GES 0.34 kgCO₂-eq/m²
 UPR 6656 gWh/m²
 Energie Grise 7 kWh/m²
- Vitrage :**
 Menuiserie Bois intérieur / extérieur
 Traitement U-GS Wm2.K
 Store à lamelles
 GES 2.40 kgCO₂-eq/m²
 UPR 4722 gWh/m²
 Energie grise 11.54 kWh/m²
- Dalle contre terre :**
 Chape ciment concré 80 mm
 Isolation phonique 40 mm
 Dalle en béton armé recyclé 250 mm
 Isolation thermique en vermiculite
 Béton maigre recyclé 300 mm
 Fausse RVE 50 mm
 Nette géotextile non tissée
 Chaille
 Sol de fondation
 GES 4.06 kgCO₂-eq/m²
 UPR 7198 gWh/m²
 Energie grise 16.8 kWh/m²
- Mur contre terre :**
 Mur épaisseur béton armé 250 mm
 Couvissage type couvé jaune
 Isolation thermique en vermiculite
 Nette filtrante 300 mm
 GES 3.39 kgCO₂-eq/m²
 UPR 6656 gWh/m²
 Energie grise 11 kWh/m²



Coupe détail 1 : 50

