



#### STABILITÉ

**SERVAIS ENGINEERING ARCHITECTURAL**  
Rue de la Belle Jardinière, 318  
4031 Liège  
+32(0)42754104  
info@servais.partners

#### TECHNIQUES SPÉCIALES - PEB

**ENERG-IR**  
Rue de la Station 63/a  
1360 Perwez  
081/22.17.25  
muriel@energ-ir.be

# FACULTE D'ARCHITECTURE DE L'ULB

SEPTEMBRE 2022

**AVIS DE MARCHÉ**  
Rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment L  
et son réaménagement pour l'intégration de  
la faculté d'architecture

**POUVOIR ADJUDICATEUR**  
Service « Projets & Constructions »  
Avenue Adolphe Buyl, 121  
1050 Bruxelles  
02/ 650.26.19

**DOCUMENT 3,4,5 - NOTE D'INTENTION**



DOCUMENT 3 - UNE BROCHURE ÉTABLISSANT LA VISION POUR LE PROJET	4- 16
DOCUMENT 4 - UN DOCUMENT ÉTABLISSANT LA MÉTHODOLOGIE POUR L'APPROCHE BUDGÉTAIRE	17 - 18
DOCUMENT 5 - METHODOLOGIE DE TRAVAIL	19

## DOCUMENT 3 : PHILOSOPHIE DU PROJET

La note d'ambition pour l'aménagement de la Faculté d'Architecture s'appuie sur trois objectifs principaux : **une identité forte, l'intégration à la ville et l'appartenance à l'ULB.**

Ces trois ambitions sont couvertes par une exigence plus ample: l'Université doit affirmer son **exemplarité** dans les politiques et projets qu'elle entreprend. Dans ce sens le réaménagement de la Faculté d'Architecture doit être saisi par l'ULB comme **un laboratoire des bonnes pratiques** à l'échelle urbaine, architecturale et environnementale. Il s'agit de revendiquer de manière affirmative un rôle de fer de lance à travers un projet concret et à grande échelle.

Le réaménagement du bâtiment L en Faculté d'Architecture est en outre chargé d'une adresse particulière à ses usagers architectes qu'ils soient enseignants ou étudiants. **Quels messages partager, quelles attitudes adopter, quels espoirs porter par l'acte architectural dans un monde marqué par le 'nouveau régime climatique' ?** Comment se tenir devant et dans ce futur bâtiment mu par une proposition qui n'occulte pas les complexités d'un futur incertain tout en fabriquant un outil apte à stimuler les possibles et faciliter l'action collective.

Nous sommes conscients de la part très importante des enjeux normatifs, des contraintes techniques et du planning serré qui conditionnent ce projet. Nous avons cependant choisi de structurer notre note en établissant en amont **6 critères d'exemplarités**. Ces enjeux fondateurs doivent servir de **lignes d'exigence communes** pour la conception mais aussi permettre à l'ULB et à la Faculté d'Architecture de revendiquer ce rôle d'éclairer vis-à-vis de la société civile et du monde politique.

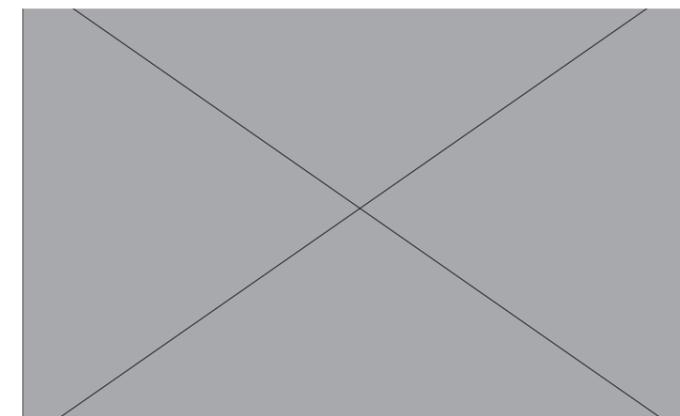
Nous détaillons ensuite le fonctionnement interne du futur équipement. Il est en effet évident que **sans un projet d'aménagement intérieur stabilisé toute projection quant au calendrier de rénovation de l'enveloppe restera illusoire**. Nous avons donc choisi de pousser le plus loin possible les plans, coupes et élévations afin que la fonctionnalité interne, et ses implications sur les façades, puisse être appréciées et validé en amont de la phase prioritaire de rénovation de l'enveloppe.

Nous avons ensuite mis l'**accent sur les qualités spatiales intérieures** des différents espaces proposés (ateliers, cafétaria, rue intérieure etc...). En plus des plans, ces illustrations permettent d'engager une première **réflexion sur les enjeux de matérialité, de réemploi, de circularité et d'atmosphère intérieure**. Sujets, seront affinés en phase 2 des études et des travaux, il s'agit de donner à ce stade une orientation quant à l'identité des futurs espaces offerts aux étudiants.

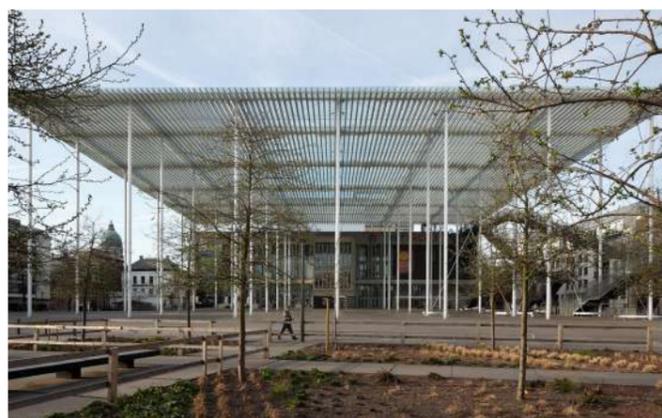
Les quatre références reprises sur cette page ont activement nourri les fondements de notre proposition de l'échelle urbaine au détail.



Rambla / Barcelonne / Ildefonso Cerda



Batiment U et L / Bruxelles / Eugène François



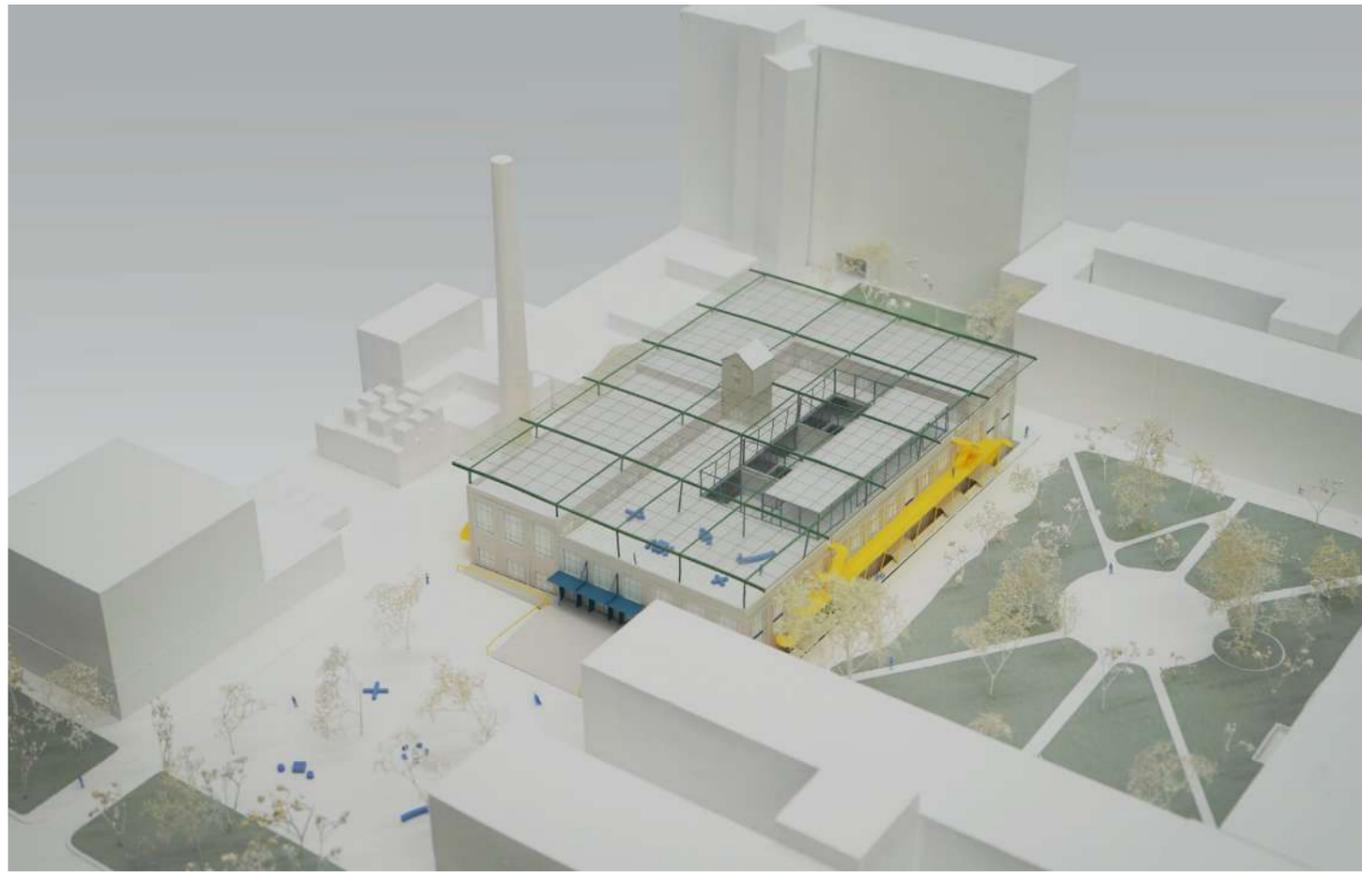
Theaterplein / Anvers / Studio Bernardo Secchi & Paola Viganò



Ecole d'Architecture / Rouen / Patrice Mottini



Plan d'implantation



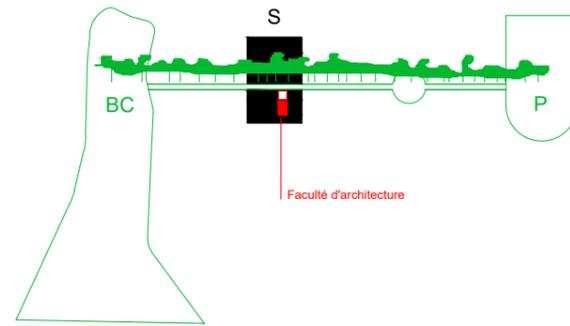
Maquette d'étude

## 6 ENGAGEMENTS D'EXEMPLARITE

### 1. RESTRUCURER ET RENATURER L'ESPACE PUBLIC

La Faculté et son futur parvis s'inscrivent sur un axe urbain reliant le bois de la Cambre, le campus du Solbosch, le cimetière d'Ixelles et le campus de la Plaine. C'est à cette échelle métropolitaine que s'inscrit l'ambition du Plan Guide visant à restructurer et renaturer les espaces publics de l'ULB. Les avenues Heger, de l'Université et de la Couronne y sont envisagées comme une rambla piétonne largement arborée.

Le parvis de la Faculté s'adresse à cet axe vert où il se présente sous la forme d'une place dégagée, une respiration ouverte aux activités extérieures, un vide révélant la Faculté d'Architecture et l'ensemble des bâtiments entourant le square G à la ville. Dans une vision circulaire, le revêtement du nouveau parvis pourrait être réalisé au moyen des matériaux issus du dépeçage des espaces publics connexes.



Le parvis de la faculté est un parvis dégagé sur l'axe renaturé entre les deux campus

### 2. RENFORCER L'ARCHITECTURE PATRIMONIALE DU SQUARE G

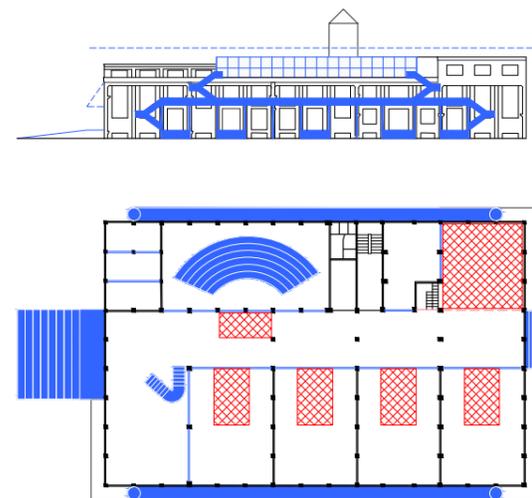
Le bâtiment L est situé au cœur d'un ensemble urbain historique à l'architecture fonctionnaliste et aux façades de briques et de béton. Ce quartier enclos traversé par des ruelles étroites est un témoin intact des débuts de l'urbanisation du Solbosch. La rénovation du bâtiment L et de ses façades doit s'inscrire dans cette logique d'ensemble. Afin de renforcer l'atmosphère patrimoniale et industrielle spécifique du lieu nous choisissons de conserver au maximum la matérialité, les détails, les proportions des façades existantes. Les objectifs de performance liés à l'amélioration de l'enveloppe sont obtenus par une série d'actions décrites dans la note spécifique dont l'isolation des toitures, des façades par l'intérieur ainsi que diverses améliorations performancielles complémentaires.



Les façades du bâtiment L sont préservées afin de maintenir l'atmosphère du quartier du Square G

### 3. ADAPTER ET DENSIFIER L'EXISTANT

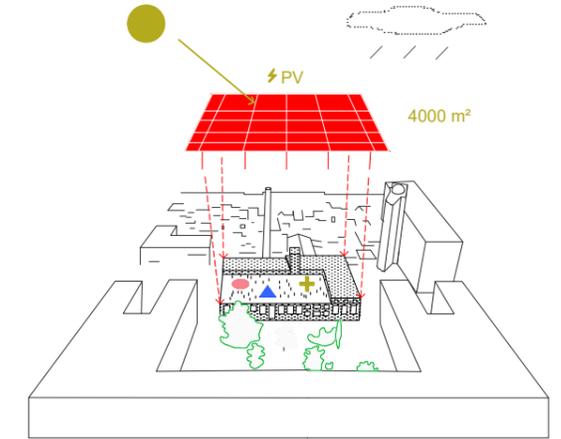
Nous choisissons d'inscrire le nouveau programme dans le volume du bâtiment L en s'appuyant et révélant les qualités spatiales et structurelles existantes. Le projet s'affirme comme une référence dans la politique d'adaptation et de densification de l'existant promue par le plan guide de l'ULB. L'actuel bâtiment L peut être lu comme l'adjonction de 6 halles mitoyennes sur triple hauteur et d'un volume ponctuel de bureau et de circulation. Les ateliers, auditorios, cafétéria de la Faculté s'insèrent dans ces halles dont la verticalité et l'éclairage zénithal sont intensifiés. Les démolitions intérieures sont chirurgicales. Les ajouts de parois et de planchers limités et signifiés par leur matérialité spécifique. Cette logique de travail dans les limites de l'existant permet de respecter les lignes extérieures du bâtiment en réduisant drastiquement le besoin de surfaces neuves.



L'organisation interne respecte la division des halles existantes. Les interventions de démolitions (rouge) et les ajouts sont limités et clairement identifiables (bleu)

### 4. ABRITER SOUS UNE TOITURE PRODUCTIVE

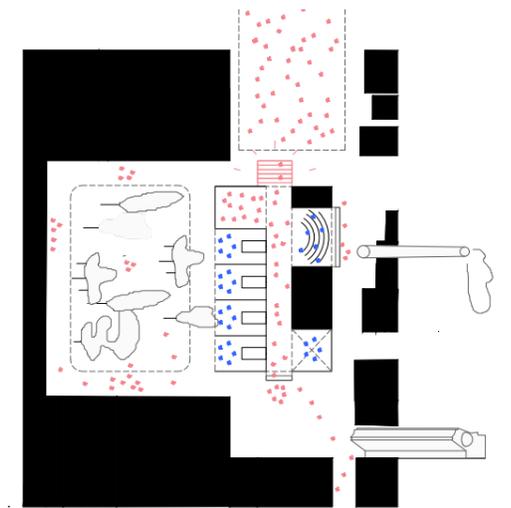
La dimension collective de la nouvelle Faculté est incarnée par le caractère partagé et productif de sa toiture. Cette identité renouvelée du bâtiment L est portée par une couverture dont les rôles sont multiples. La canopée inscrite à grande échelle la Faculté comme l'un de ses « palais collectifs » évoqués dans le Plan Guide. La toiture légère structure un espace extérieur protégé de la pluie ou les enseignements et rassemblements en plein air peuvent se dérouler toute l'année. La couverture légère et filtrante est aussi une surface couverte par 2500m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques. Une machine productive participant d'une politique renouvelée de l'ULB en termes de gestion énergétique. Le grand toit commun coiffe la Faculté d'Architecture mais soutient des enjeux qui embrassent les ambitions environnementales de l'Université à plus grande échelle.



Un toit pour la Faculté à l'échelle de l'Université

### 5. UN BÂTIMENT TRAVERSÉ PAR L'UNIVERSITÉ

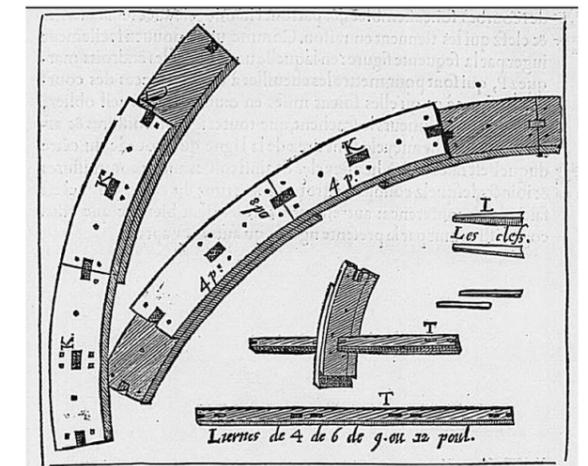
L'ambition d'une Faculté ouverte à l'Université dans un bâtiment actuellement clos est obtenue par quatre opérations. La première est la création d'une adresse évidente sur l'Avenue Heger en dégagant un parvis polyvalent, en rétablissant une symétrie de façade, en soulignant l'accès par un escalier confortable et des sas abrités. La seconde est l'ouverture d'une rue traversante au cœur du bâtiment autour de laquelle s'organise l'enchaînement de la cafétéria, de auditorios et des ateliers. En troisième par l'ajout de coursives sur les façades latérales multipliant les possibilités d'accès et révélant la dynamique d'usage de la Faculté. La quatrième consiste à multiplier les vues internes obliques garantissant l'interaction entre étudiants et révélant aux visiteurs l'activité spécifique des ateliers de projets.



Le parvis, l'escalier, la rue intérieure, l'auditorium et les ateliers accessibles assurent l'ouverture de la Faculté à l'Université

### 6. UN LABORATOIRE DES MATÉRIAUX LOCAUX

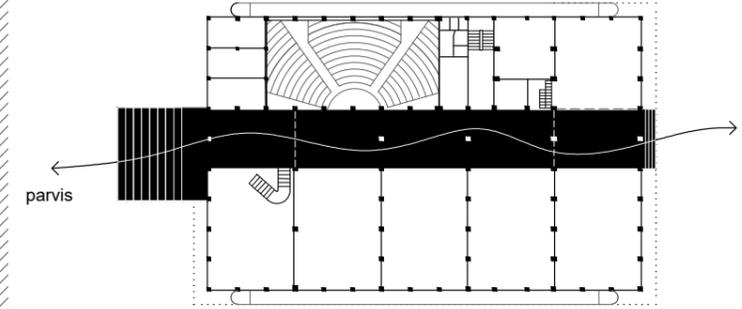
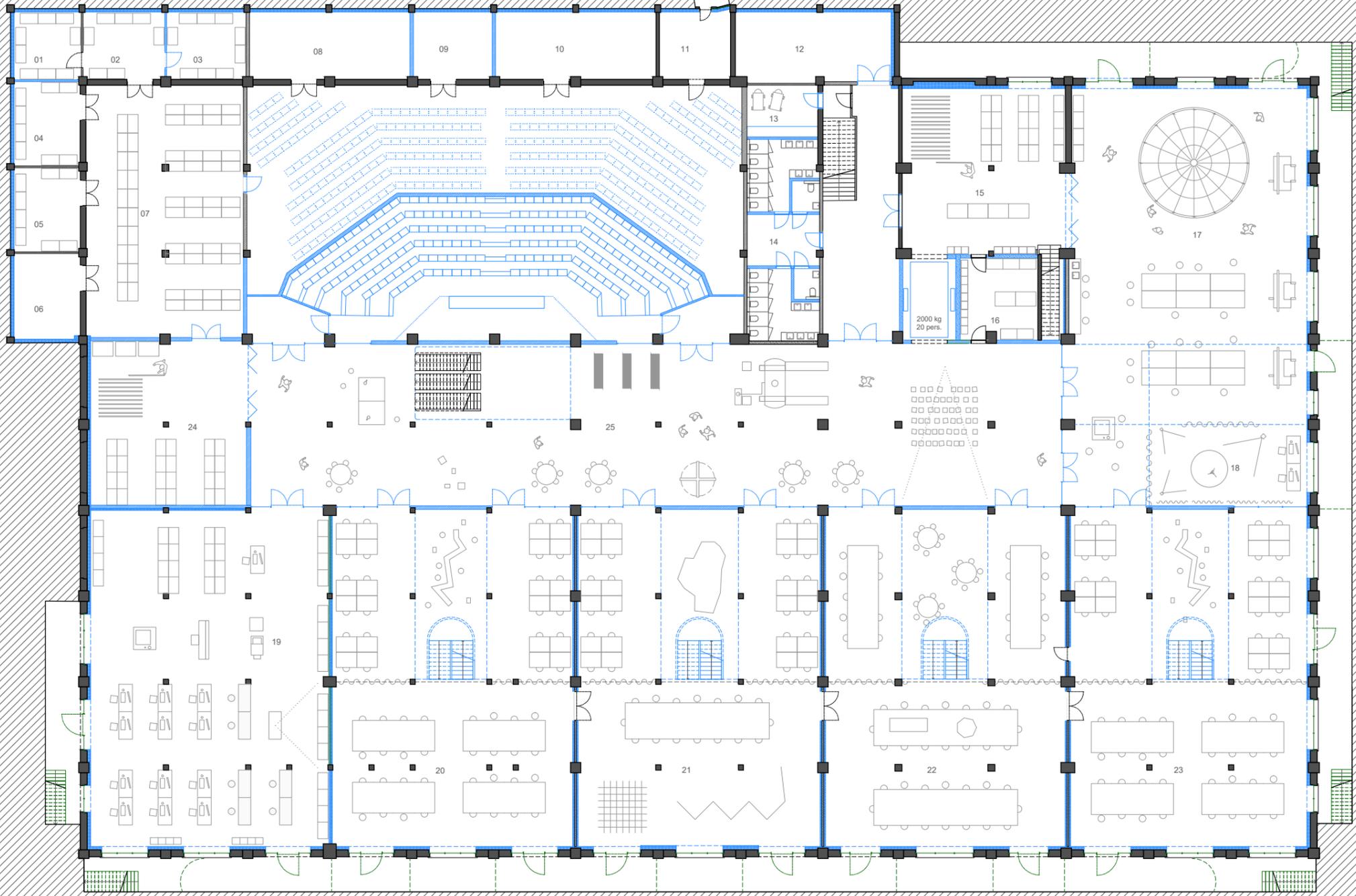
Dans « l'abri souverain » que constitue l'enveloppe du bâtiment L, les démolitions sont ponctuelles, et les ajouts limités. Ces interventions restreintes et précises feront l'objet d'une double attention. En termes d'écriture nous proposons d'en partager la conception avec des architectes et designers prometteurs. Cafétéria, auditorios, ateliers seront abordés comme des projets dans le projet. Ceci garantira à la Faculté une atmosphère plurielle apte à questionner la notion d'auteur unique. Ces sous projets seront pensés à partir d'une attention spécifique aux ressources donnant l'opportunité à la Faculté d'explorer des mises en œuvre innovantes à partir de matériaux locaux, biosourcés ou issus du réemploi. Le projet de Faculté tient avec la même attention la production d'un espace stimulant et diversifié et une vigilance lucide quant aux manières de le mettre en œuvre.



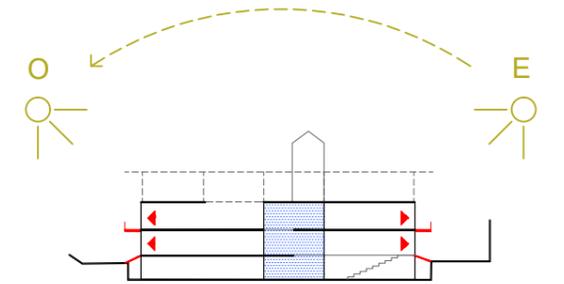
La Faculté comme laboratoire de recherche quant au bon usage des matériaux en période de crise de ressources. A la manière du travail sur la réduction des sections de bois dans les charpentes de Philibert de l'Orme

VOLET 1 : ENVELOPPE  
VOLET 2 : AMENAGEMENT

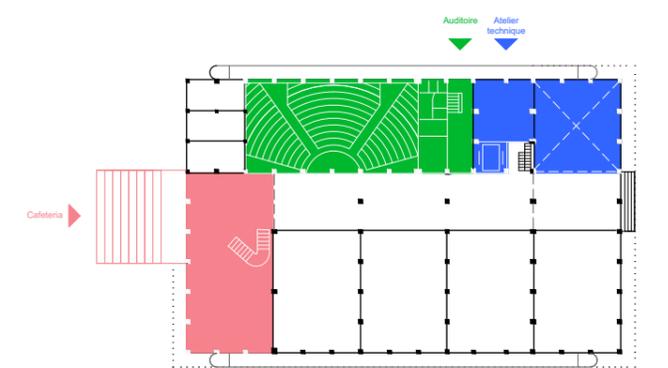
- |   |  |
|---|--|
| 01 STOCK TRAVAUX MA (1) - 15 m <sup>2</sup> | 13 LOCAL ENTRETIEN - 12 m <sup>2</sup>     |
| 02 STOCK TRAVAUX MA (2) - 18 m <sup>2</sup> | 14 SANITAIRES - 50 m <sup>2</sup>          |
| 03 STOCK TRAVAUX BA (1) - 18 m <sup>2</sup> | 15 ATELIER MULTI STOCK - 90 m <sup>2</sup> |
| 04 STOCK TRAVAUX BA (2) - 19 m <sup>2</sup> | 16 MAGASIN - 21 m <sup>2</sup>             |
| 05 STOCK TRAVAUX BA (3) - 19 m <sup>2</sup> | 17 ATELIER MULTI - 310 m <sup>2</sup>      |
| 06 LOCAL SERVEUR - 19 m <sup>2</sup>        | 18 STUDIO IMAGE - 45 m <sup>2</sup>        |
| 07 STOCK ETUDIANT - 135 m <sup>2</sup>      | 19 SERVICE PRINT & SALLE INFO -            |
| 08 LOCAL DATA - 35 m <sup>2</sup>           | 20 ATELIER BA (5) - 277 m <sup>2</sup>     |
| 09 REGIE - 16 m <sup>2</sup>                | 21 ATELIER BA (6) - 277 m <sup>2</sup>     |
| 10 LOCAL TECHNIQUE - 35 m <sup>2</sup>      | 22 ATELIER BA (7) - 277 m <sup>2</sup>     |
| 11 LOCAL TECHNIQUE - 16 m <sup>2</sup>      | 23 ATELIER BA (8) - 277 m <sup>2</sup>     |
| 12 LOCAL HT - 35 m <sup>2</sup>             | 24 RUE INTERIEURE - 450 m <sup>2</sup>     |



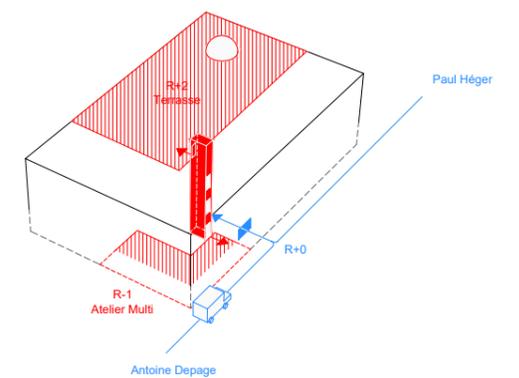
Le bâtiment est traversé par une rue intérieure sur trois niveaux étages qui assure une grande interaction entre étudiants



La rue intérieure éclairée zénithalement alimentent la majorité des ateliers qui peuvent évacuer par les coursives qui leur servent également de terrasses.



L'auditoire et la cafétéria sont accessibles et isolables en cas d'activité nocturne ou pendant le week-end. Le pôle technique dispose d'une entrée dédiée sur la rue de desserte

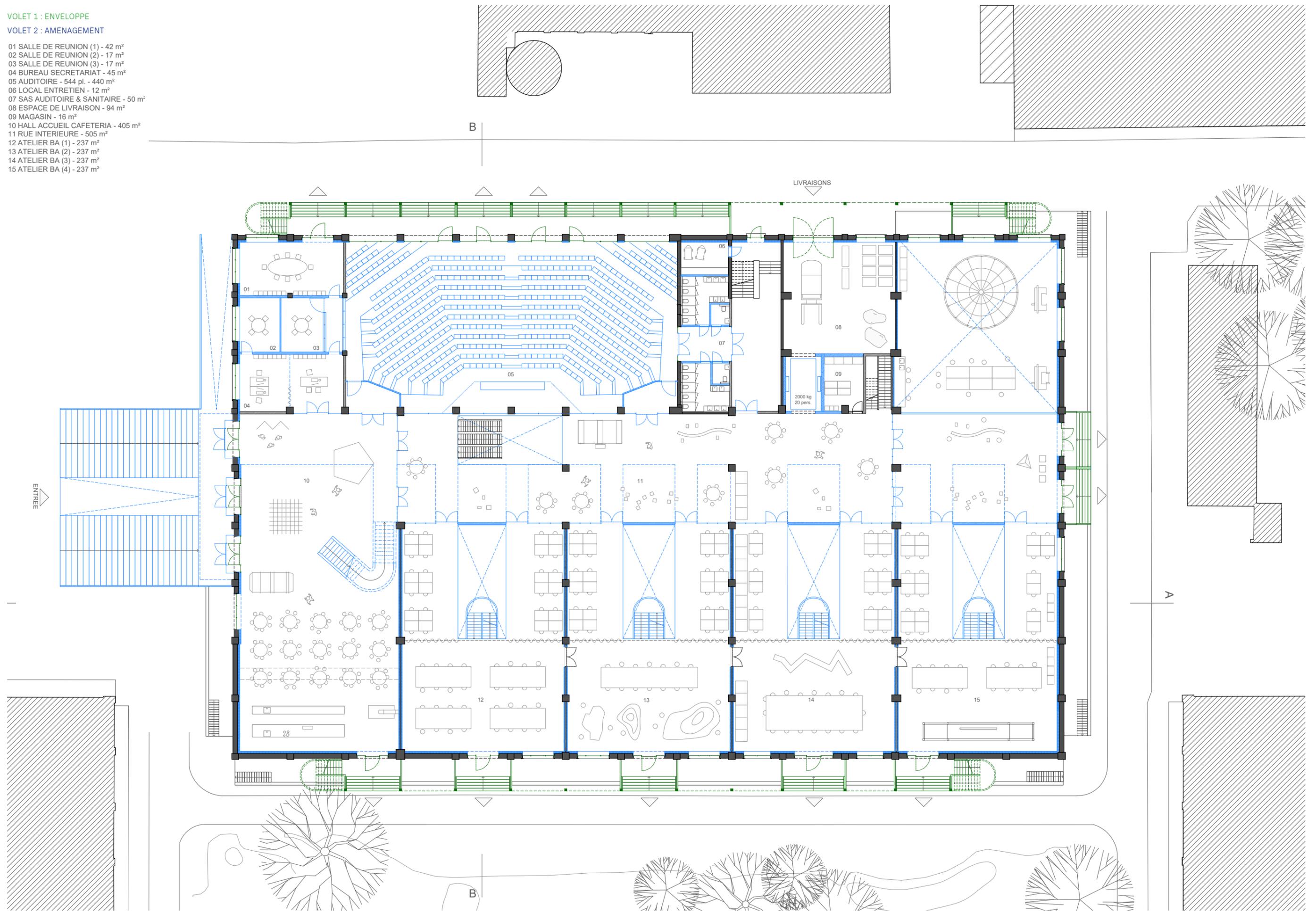


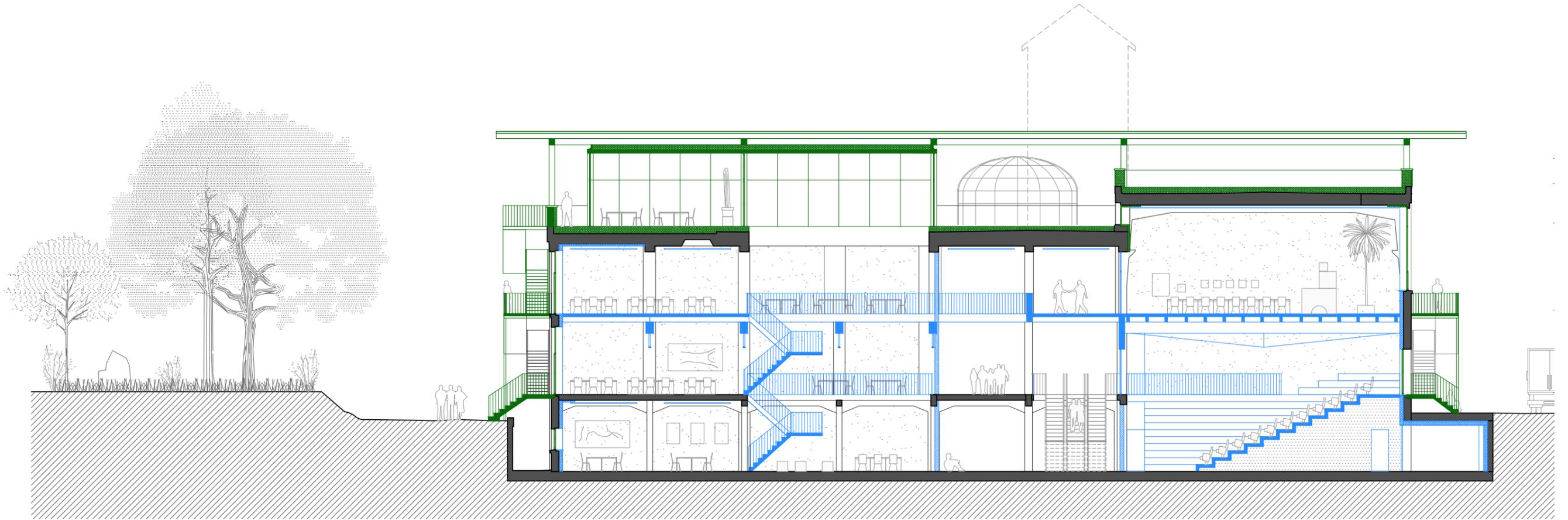
L'atelier de construction en sous-sol et la toiture productive sont reliés par monte-charge accessible de plain-pied depuis la rue de desserte

VOLET 1 : ENVELOPPE

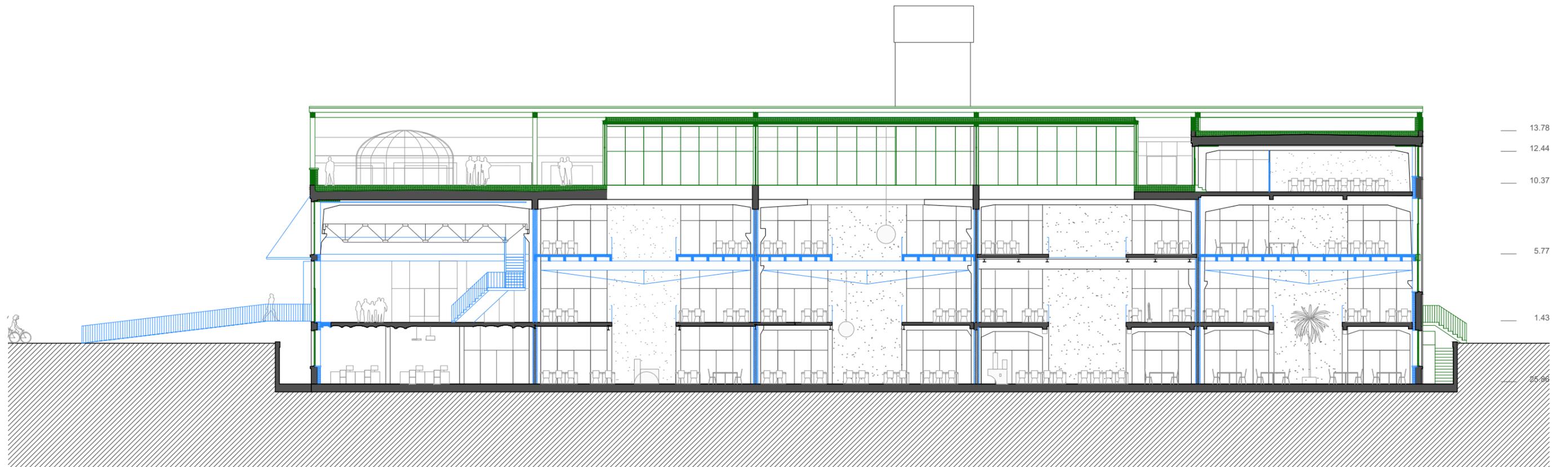
VOLET 2 : AMENAGEMENT

- 01 SALLE DE REUNION (1) - 42 m<sup>2</sup>
- 02 SALLE DE REUNION (2) - 17 m<sup>2</sup>
- 03 SALLE DE REUNION (3) - 17 m<sup>2</sup>
- 04 BUREAU SECRETARIAT - 45 m<sup>2</sup>
- 05 AUDITOIRE - 544 pl. - 440 m<sup>2</sup>
- 06 LOCAL ENTRETIEN - 12 m<sup>2</sup>
- 07 SAS AUDITOIRE & SANITAIRE - 50 m<sup>2</sup>
- 08 ESPACE DE LIVRAISON - 94 m<sup>2</sup>
- 09 MAGASIN - 16 m<sup>2</sup>
- 10 HALL ACCUEIL CAFETERIA - 405 m<sup>2</sup>
- 11 RUE INTERIEURE - 505 m<sup>2</sup>
- 12 ATELIER BA (1) - 237 m<sup>2</sup>
- 13 ATELIER BA (2) - 237 m<sup>2</sup>
- 14 ATELIER BA (3) - 237 m<sup>2</sup>
- 15 ATELIER BA (4) - 237 m<sup>2</sup>





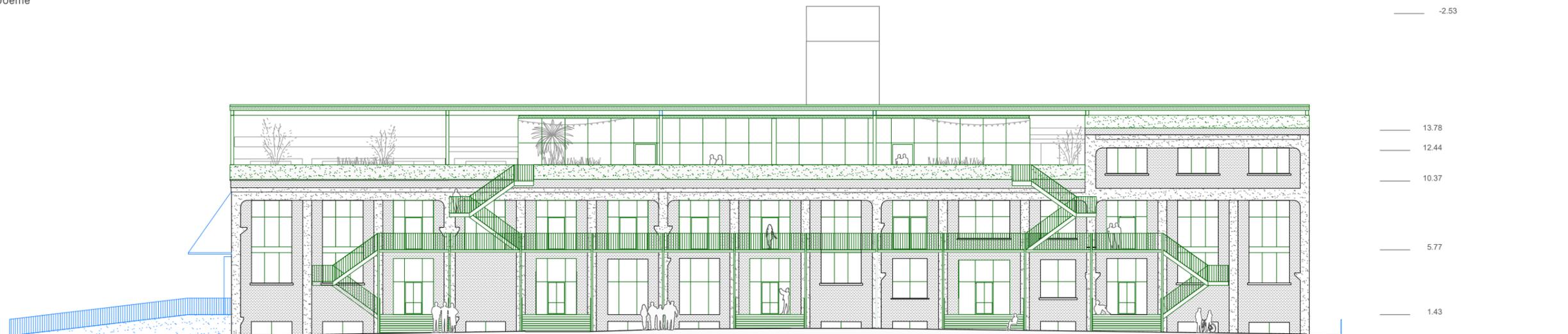
Coupe BB 1/300ème



Coupe AA 1/300ème



Façade Est 1/300ème



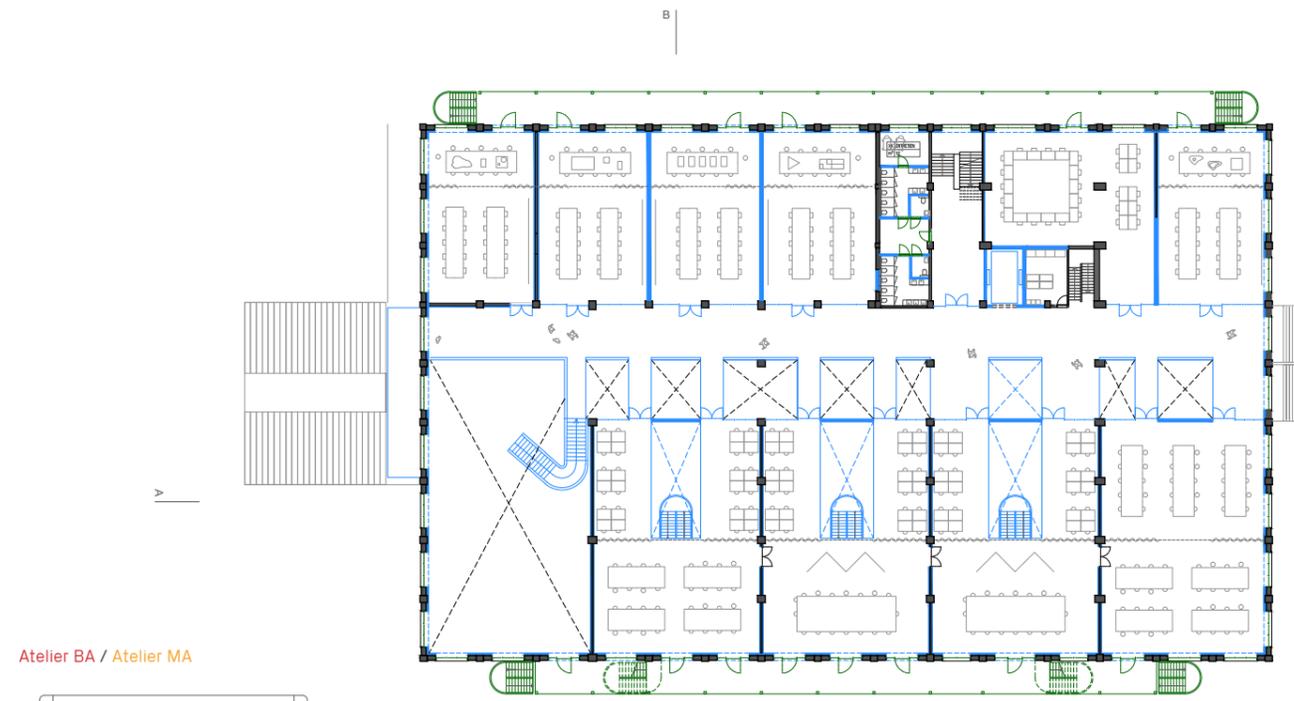
Façade Ouest 1/300ème



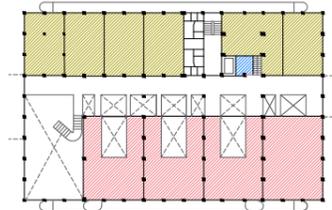
Façade Nord 1/300ème



Façade Sud 1/400ème



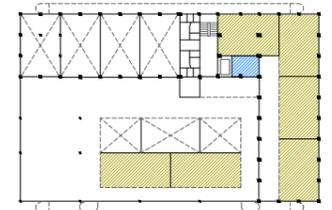
Atelier BA / Atelier MA



Plan du 1er

1/500ème

Atelier BA / Atelier MA



Plan de toiture

1/500ème



### Le pôle public

La dimension publique de la nouvelle Faculté est incarnée par le vaste espace d'accueil polyvalent sur double hauteur qui s'ouvre largement sur le parvis. Cette halle, qui conserve des éléments patrimoniaux existants, est équipé d'un comptoir de cafétéria. La halle peut être isolé du reste du bâtiment pour servir d'atelier partagé en relation avec l'étage inférieur comprenant le laboratoire informatique.

L'espace d'accueil offre une visibilité et un accès aisé aux locaux administratifs et à l'auditoire de 550 places.

Les revêtements de sols sont conservés, les murs enduits à la chaux sur un isolant minéral, une cimaise en bois continue garni le pied des parois pour faciliter les accrochages.



Récupération du carrelage



Colorimétrie des éléments industriel - Lycée Hotelier - Caruso St John



Halle polyvalent - ENSAV Nantes- Lacaton Vassal



### La rue intérieure

Un axe de distribution traversant de 8 mètres de large sur triple hauteur permet au public de parcourir le bâtiment de part en part. Depuis cette rue intérieure se dévoile l'activité étudiante, l'auditoire de 550 places et les de bacheliers. L'auditoire est configuré en largeur afin d'intensifier le rapport à l'orateur comme dans l'actuel auditoire Victor Bourgeois ou la Salle Cortot d'Auguste Perret. La pente de l'auditoire assure l'apport de lumière à l'étage inférieur du bâtiment. La rue intérieure sert d'espace d'espace expositions temporaires. Les planchers et les coursives ajoutés sont réalisés intégralement en panneaux de bois CLT cloués d'origine locale. La rue intérieure est éclairée par trois verrières qui surmontent les ateliers.

### Le pôle technique

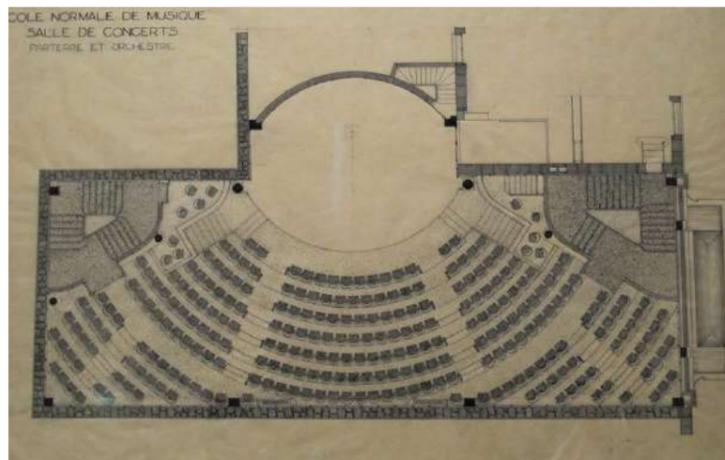
Le pôle technique est situé en bout de la rue intérieure et le long de la ruelle de desserte à proximité des bâtiments occupés par les services techniques de l'ULB. Cette position le situe de manière visible sur l'entrée piétonne depuis l'avenue Depage et à proximité des accès automobile. L'atelier de construction, et l'atelier maquette sont situés à l'étage inférieur. Cet étage mais aussi la toiture sont reliés par un monte-charge disposant d'une zone de déchargement intérieure au niveau de la voirie.



Central Sint Martins - Stanton Williams



Iseip - CLT cloué - Bureau Nord



Salle Cortot - Auguste Perret



### Le pôle Ateliers

Les ateliers de bacheliers sont rassemblés par trois dans les halles existantes. Cette organisation superposée et en parallèle des 12 ateliers permet une circulation horizontale et verticale assurant des modes de collaborations transversaux. Les plateaux sont percés en leur centre pour assurer un éclairage naturel jusqu'au bas du bâtiment. Un espace ample de 200m<sup>2</sup> est situé à proximité des baies extérieures qui donnent accès aux coursives. Les cloisons entre ateliers sont doublées par une cimaise en bois facilitant les accrochages. Les ateliers de masters sont situés aux étages supérieurs avec un accès privilégié à la toiture collective.

### Toiture productive

L'intégralité de la toiture existante est protégée par une canopée recouverte de panneaux vitrés transparents équipés de cellules photovoltaïques. Les 2500m<sup>2</sup> de panneaux permettent d'assurer une puissance suffisante à couvrir les besoins du bâtiment et des futurs constructions de l'Avenue Heger. Une vaste surface couverte est orientée vers le parvis et permet d'accueillir les workshops en extérieur de la Faculté. L'espace protégé par la toiture productive se mue en un belvédère collectif à l'échelle du campus.



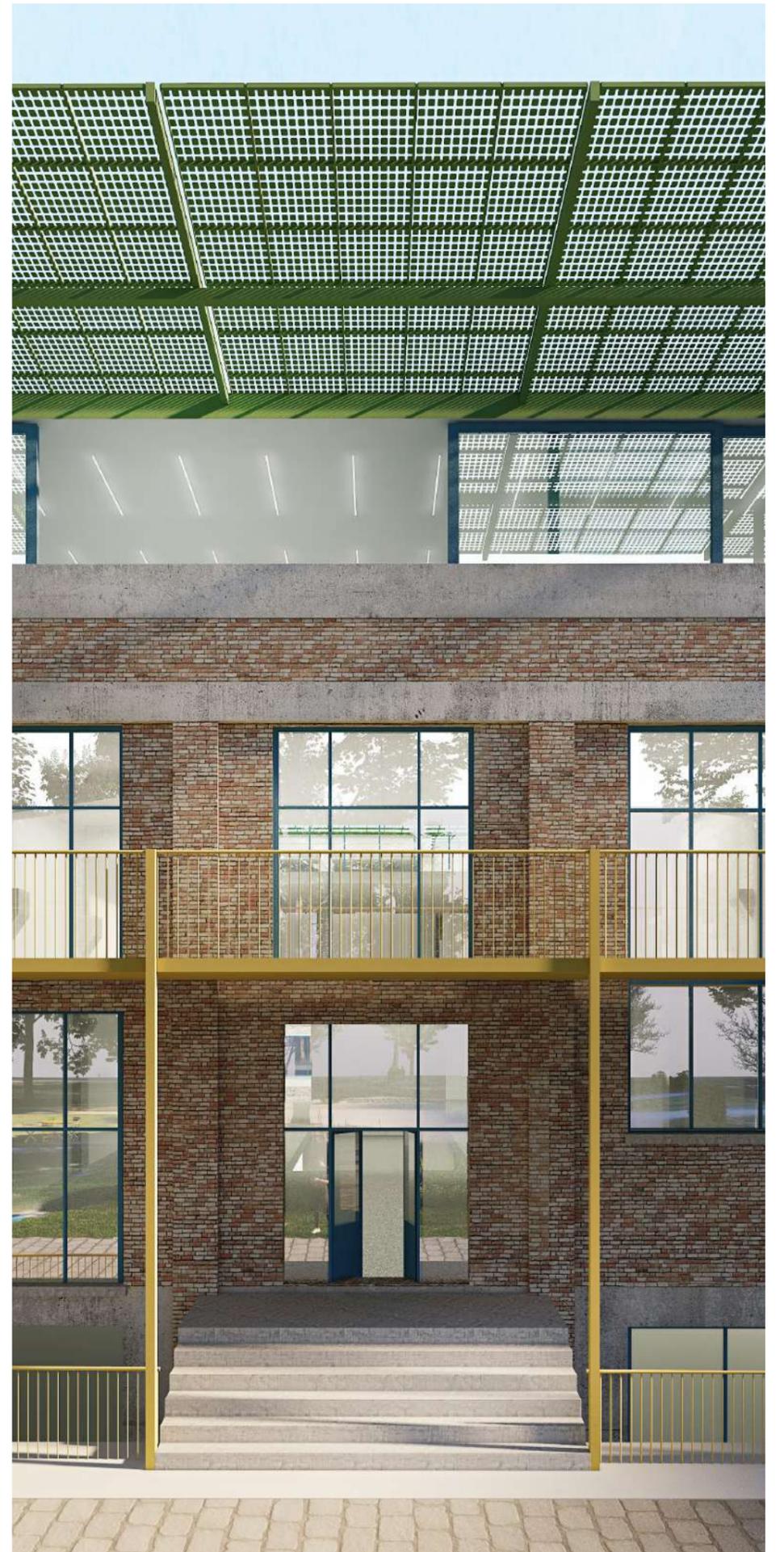
Ecole d'Architecture de Rouen Patrice Mottini



Toiture productive - Dyvik Kahlen



Toiture activée - BETC Paris - Jung architecture



# CHOIX CONCEPTUELS ET TECHNIQUES DE LA MISE EN

## OUVRE DE LA FAÇADE

La philosophie à adopter pour la rénovation de la façade du bâtiment L se situe à la rencontre de multiples perspectives. Elle doit combiner à la fois **enjeux environnementaux, respect du planning, protection du patrimoine et maintien des usages actuels pendant le chantier**. Elle incarne aussi l'expression esthétique de la stratégie de durabilité soutenue par la Faculté d'Architecture et l'ULB.

Le Plan de Relance Européen impose une rénovation de « l'enveloppe » permettant une réduction de la consommation d'énergie primaire de 30% et doit concerner au moins 25% de l'enveloppe. Cet objectif doit être atteint sans augmentation de surface des planchers. 60% des subventions concerneront les améliorations énergétique, 40% les travaux n'ayant pas d'impact sur les consommations. Il est souligné dans le cahier des charges que la « demande de subvention incluant l'isolation des façades par l'extérieur a été proposée sans prendre en compte le caractère patrimonial du bâtiment ». Il est aussi mentionné que « les auteurs de projets peuvent apporter une réponse critique aux critères en fonction du parti pris (technique / architectural...) de leur projet ».

Afin de répondre aux enjeux patrimoniaux, de respecter le planning des études et de délivrance de permis, de garantir l'usage interne des bâtiments et des leurs abords nous **choisissons de reporter l'enjeu d'amélioration énergétique des façades dans le volet 2 des travaux soit pendant l'aménagement intérieur des locaux**.

Dans le volet 1 nous procéderons à restauration des façades dans leur aspect historique, au remplacement des menuiseries extérieures, à l'isolation des toitures et aux mesures d'optimisation techniques permettant d'atteindre les critères exigés pour garantir la subsidiations.

Ne pas isoler les façades par l'extérieur permet de :

- Maintenir le caractère unitaire des bâtiments autour du square G et de la rue de services. La qualité de cet ensemble construit en briques et béton typique de leur caractère productif est souligné par l'étude patrimoniale effectuée par Urban. L'ensemble unitaire des bâtiments, avec en son cœur la future Faculté, forme un « quartier » du campus du Solbosch » dont l'identité doit être préservée et renforcée.
- Une vigilance patrimoniale est la garantie d'un accord aisé en terme de permis d'urbanisme et de respect des délais de procédures.
- La minimisation des travaux en façades assure aux usagers du bâtiment L mais aussi à tous les étudiants qui le côtoient des temps de travaux et des nuisances réduits.
- En coupe, l'épaississement des façades réduit de 20% la largeur des cours anglaises.
- Les choix d'améliorations des performances du bâtiment L serviront de modèles à d'autres opérations futures. Il est important que les enjeux techniques et architecturaux y soient traités avec intelligence et subtilité.

### Description de la mise en œuvre dans le volet 1

Dans le volet 1 la façade sera restaurée dans le respect de son dessin original ceci inclut :

- Audit des façades et des toitures
- La réparation des bétons endommagés
- Le nettoyage en profondeur des parements
- Le rejointoiement des briques
- Le remplacement des menuiseries existantes par des menuiseries à coupures thermiques suivant les aménagements intérieurs et dans le respect du caractère industriel du bâtiment
- La démolition de l'ajout en toiture datant des années 90
- La surélévation des acrotères
- L'isolation et l'étanchéité des toitures
- L'installation des coursives et escaliers d'évacuation
- La construction de la canopée productive et des surfaces neuves sur le toit.

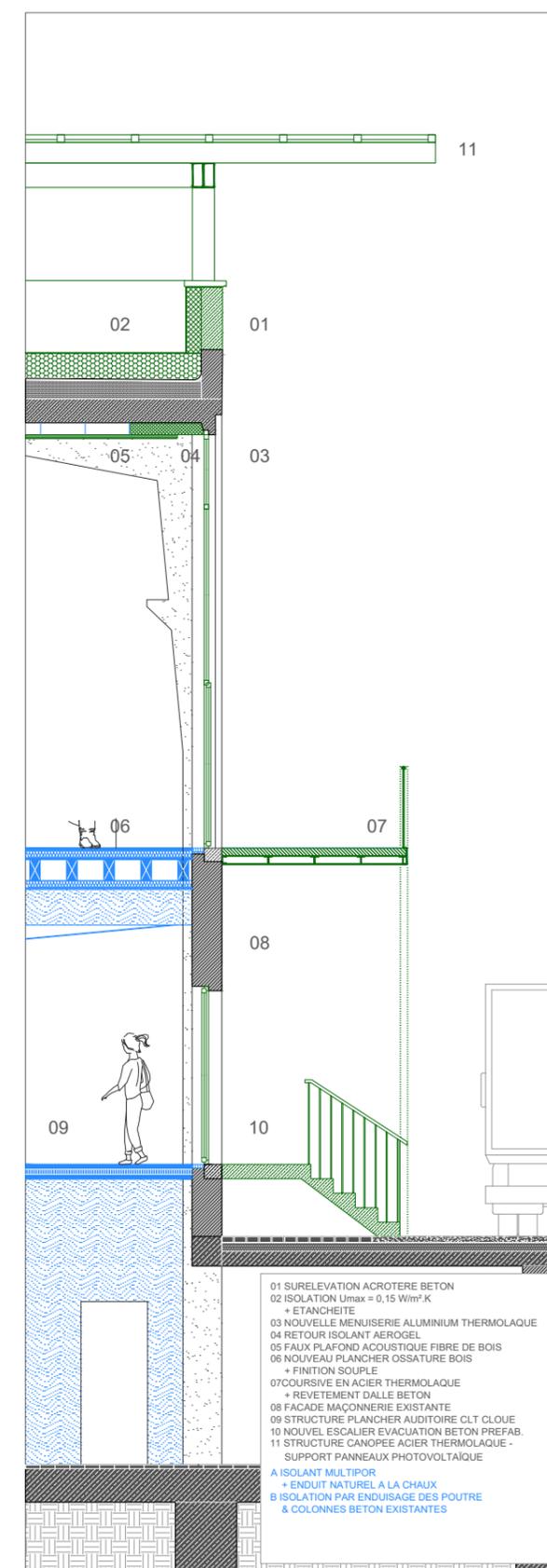
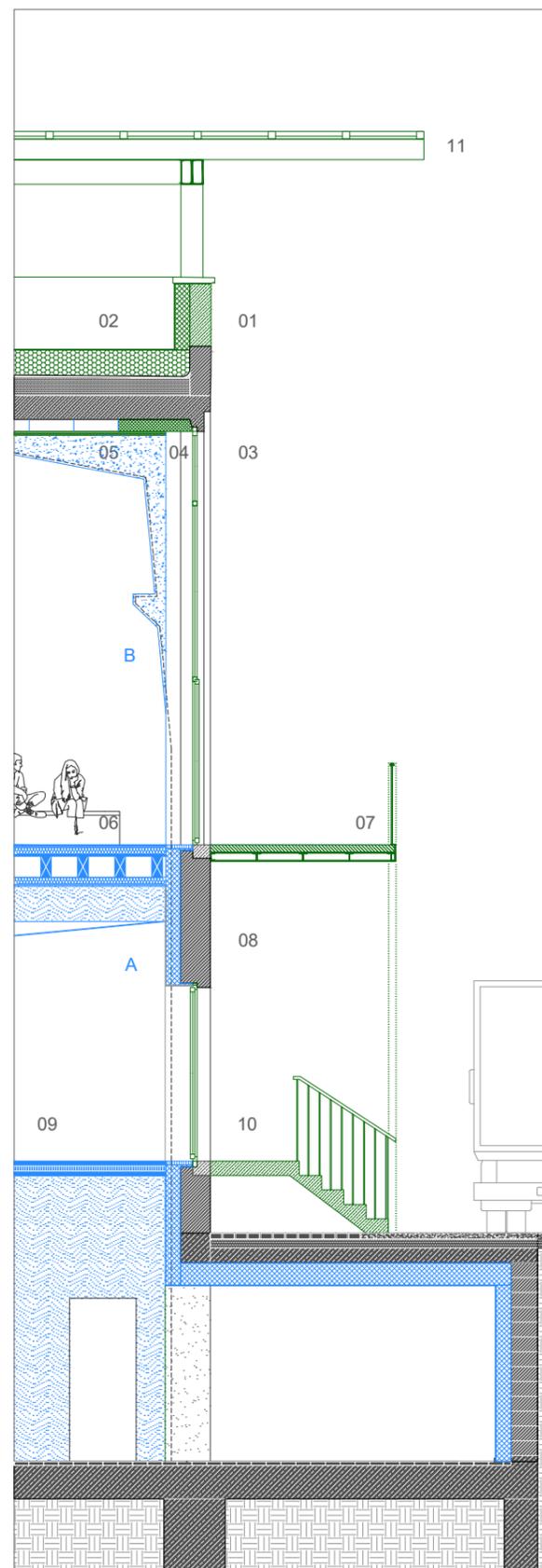
Le bâtiment présente un mélange de menuiserie en acier fortement subdivisée et de menuiseries en bois. La restauration des menuiseries ou leur remplacement par un profilé identique nous semble complexe au vu des objectifs énergétiques recherchés et des difficultés d'entretien des vastes surfaces vitrées. Nous proposons un dessin neuf respectant le rythme des subdivisions historiques, offrant des pans de verre de tailles modérées et permettant l'installation de plusieurs ouvrants assurant la ventilation naturelle des locaux. Les ensembles menuisier existants seront répertoriés et remis en œuvre sous forme de cloisons intérieures.

### Description de la mise en œuvre dans le volet 2

Notre scénario de base compris dans nos estimations prévoit la l'isolation des façades pleines par l'intérieur dans le respect des exigences PEB en utilisant un isolant thermique minéral de type Multipor d'une épaisseur de 20cm. 80% des planchers touchant les façades sont neufs ou peuvent être désolidarisés des façades permettant d'assurer une continuité de l'isolant.

Il nous semble cependant important d'envisager un scénario alternatif qui ferait l'hypothèse de ne pas isoler les façades pleines. Celles-ci représentent en effet moins de 20% des surfaces déperditives dominées par une très vaste toitures et dalle de sol et de larges surfaces vitrées. Nous effectuerons en amont du projet une analyse fine des avantages et inconvénients de cette hypothèse mais aussi des divers modes d'isolation possible. Cette étude permettra de mettre en comparaison :

- Les coûts CO2 en énergie grise des scénarios au regard du coût de consommation
- La réaction physique du bâtiment et des matériaux selon le mode d'isolation choisi
- Les coûts d'investissement et de retour
- L'impact d'usage et esthétique dans les locaux
- Les nécessités d'isolation selon le type et la durée des occupations



# STABILITE

## Philosophie générale

L'intervention est caractérisé par son pragmatisme et sa sobriété et propose :

- la conservation et valorisation des structures préexistantes ;
- des solutions dites de « basses technologies » (low tech) ;
- des système constructifs simples, aisément disponibles et accessibles au plus grand nombre, à la fois en termes de compétences techniques (tant pour les entreprises que pour les propriétaires-usagers) que financières (tant pour les propriétaires-investisseurs que pour les usagers) ;
- des matériaux pérennes, idéalement extraits et/ou produits localement.

## Analyse des structures existantes

Dans le cas précis du projet de la Faculté d'Architecture de l'ULB, sur base tant de la visite du bâtiment - qui ne présente pas de désordre sur base de son occupation actuelle - que de l'analyse des quelques plans historiques à disposition, il apparait évident qu'une très grande proportion des structures se doit d'être conservée. Cette conviction, pleinement en accord avec la logique BAMB – Buildings As Material Banks, sous-tend pleinement toute notre approche des bâtiments comme « structure des possibles ».

Cela étant, au il conviendra néanmoins, lors de la phase d'études, d'engager des investigations structurelles afin de confirmer à la fois la réelle capacité des structures (colonnes/poutres/dalles), y compris en toiture, de déterminer leur résistance au feu (R60) et d'instruire la question de l'éventuelle carbonatation des bétons. Ces sondages, qui doivent principalement permettre de déterminer les armatures (nombre-diamètre-position) et leurs enrobages associés, devront nécessairement s'accompagner d'études complètes de structure préalablement à la réalisation des travaux.

## Interventions structurelles

Les interventions structurelles sur le bâtiment sont, à quelques rares exceptions, des interventions qui procèdent majoritairement par ADDITION :

- à l'extérieur du squelette en béton existant
- à l'intérieur du squelette en béton existant

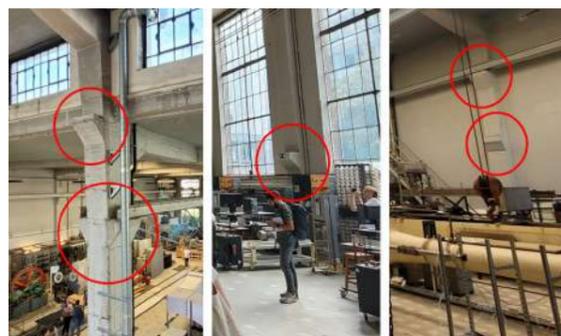
## Interventions structurelles à l'EXTERIEUR du squelette en béton existant :

Celles-ci sont principalement liées à l'ajout de terrasses, coursives et d'escaliers et rampes d'accès en structure acier, pleinement auto-stables et dès lors structurellement indépendantes de la structure existante du bâtiment. En toiture, une grande structure, constituée de simples colonnes et poutres en acier supporte une couverture en panneaux PV et se stabilise sur les ailes déjà construites au dernier niveau.

## Interventions structurelles à l'INTERIEUR du squelette en béton existant :

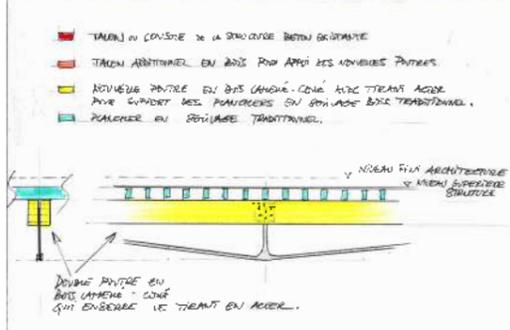
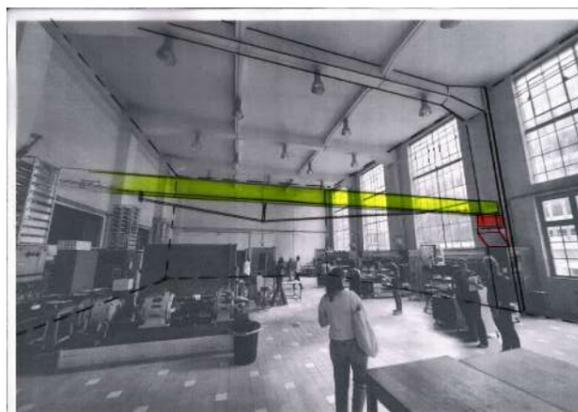
Celles-ci sont principalement liées à l'ajout de nouveaux planchers. Les principes élaborés sont simples :

- prendre appui sur les portiques en béton armé existants qui présentent, à de très nombreux endroits, des talons ou consoles « disponibles » pour l'appui de nouvelles structures



Consoles réutilisées pour supporter les nouveaux planchers

- utiliser des matériaux à faible empreinte environnementale : l'usage du bois est privilégié. Des solives traditionnelles en bois massif abouté constituent la structure des planchers. Le bois lamellé-collé est utilisé pour les poutres principales. Dans les deux cas, la section garantit à elle seule la résistance au feu exigée.
- privilégier des éléments de structure légers (donc facilement manipulables à l'intérieur du bâtiment lors de la construction) et secs (pour s'assurer d'un temps de construction réduit au minimum)
- privilégier des modes constructifs simples : les planchers de type traditionnel en bois sont simplement appuyés sur des poutres en bois sous-tendues et les poutres sous-tendues sont simplement appuyées via talon ou suspente sur les consoles des structures existantes
- garantir le caractère démontable des structures : les appuis des solives de planchers (en bois) sont totalement réversibles puisqu'elles sont simplement déposées sur la partie supérieures des poutres. Les poutres de 15 m de portée ont des assemblages facilement réversibles : celles-ci sont constituées d'une double section rectangulaire en bois LC qui enserre le tirant en acier, simplement et directement connecté via des organes de type tige filetée.



Principe des planchers bois massifs

# TECHNIQUES SPECIALES

## PRINCIPES GÉNÉRAUX DES INSTALLATIONS TECHNIQUES SPÉCIALES – PHASE 2 (SITUATION FINALE)

### CHAUFFAGE

- Raccordement sur la chaufferie centralisée existante
- Anticipation du passage progressif à la basse température ; tout notre réseau de distribution et émission est réalisé dès à présent au régime 50/40.
- Emission
  - via batterie hydraulique locales intégrée au réseau de ventilation hygiénique dans les locaux à forte occupation (caféteria, auditoire, ateliers, etc.)
  - via convecteurs statiques dans les locaux administratif ou à occupation limitée

### VENTILATION

- Ventilation mécanique contrôlée double flux avec échangeur de chaleur (rendement EN 308 > 80%)
- Le dimensionnement est réalisé dans le respect de l'arrêté royal sur le bien-être des travailleurs afin de garantir une qualité d'air optimale ainsi que l'arrêté ventilation et arrêté PEB. Dans les locaux à occupation fortement variable (Auditoire, ateliers, caféteria, salles de réunions par exemple), des clapets de modulation du débit (VAV) sur base d'une sonde locale de CO2 sont prévus ; ceci afin d'adapter le débit au besoin spécifique du local et éviter toute sur ventilation (et donc consommation) en période d'inoccupation ou d'occupation partielle.
- Tenant compte de schémas d'utilisation potentiels avec horaires d'occupation variables, plusieurs centrales de traitement d'air sont prévues dans une optique de grande flexibilité :
  - 1 centrale spécifique pour l'auditoire ;
  - 1 centrale pour les ateliers ainsi que les étages rez+01 et rez+02 dans leur globalité ;
  - 1 centrale pour les parties communes au sous-sol et rez-de-chaussée

### ELECTRICITE

- Production d'électricité par panneaux solaires photovoltaïques sous forme d'une canopée globale semi transparente (> 3.000 m²)
- La production attendue étant supérieur au besoin du bâtiment seul, elle sera valorisée avec les autres bâtiments du site

### ECLAIRAGE

- Armatures d'éclairage exclusivement équipées de lampes économes en énergie (LED)
- Commande dans les circulations communes par poussoirs temporisés ou détecteurs de mouvement à relance intermédiaire (pas d'extinctions intempestives)
- Commande dans les locaux techniques par détecteurs de présence (pas de mouvement)

### INCENDIE

- Détection incendie centralisée adressable généralisée conforme S21-100

## EAU DE PLUIE

- Valorisation des eaux de pluie via citernes
- Chasses d'eau type flush (pas de réservoir, moins de risque de fuite, etc)
- Robinetteries à débit limité
- Choix de matériaux inertes pour les toitures par rapport au lessivage par pluies et n'entraînant pas de pollution dans les eaux de ruissellement.

## PRINCIPES GÉNÉRAUX DES INSTALLATIONS TECHNIQUES SPÉCIALES – PHASE 1 – SITUATION TRANSITOIRE

Lors de cette phase 1, réalisée en site occupé, seules les mesures suivantes sont mises en œuvre :

- Centrale de traitement d'air des futurs ateliers
- Distribution et émission ventilation hygiénique conforme à la situation existante afin de répondre aux impositions PEB liée au permis d'urbanisme portant notamment sur le remplacement des complexes châssis-vitrages (les gainages et dispositifs d'émission seront démontés / stockés / nettoyés et réutilisés lors de la phase 2 afin de répondre au nouveau partitionnement des locaux)
- mise en œuvre d'un éclairage performant (led) sous forme d'un LAAS (light as a service)

## MESURES EN VUE DE RÉDUIRE LES NUISANCES ACOUSTIQUES

La première mesure est de sélectionner des équipements peu bruyants. A cet effet, les centres de traitement d'air sont sélectionnées afin que le débit nominal représente ~ 70 % du débit maximal autorisé. Tous les gainages seront équipés de silencieux directement en aval de l'unité. Les rejets d'air vicié et prise d'air neuf seront également équipés de silencieux afin de ne pas occasionner de nuisance vers l'extérieur.

En aval de chacune des bouches de distribution, un silencieux acoustique flexible d'~ 1mètre sera posé. Ce flexible permet d'éviter la transmission des bruits d'un local à l'autre. Pour finir, le réseau est dimensionné à faible vitesse afin que la distribution d'air en elle-même tant dans les gainages qu'au passage des bouches ne génère pas de bruit. Nous dimensionnons l'ensemble de l'installation de ventilation afin de répondre au critère de limite inférieure suivant NBN EN 13779 applicable au tertiaire ; soit toujours les exigences les plus contraignantes afin de garantir le confort optimal des utilisateurs. Les équipements générant des vibrations (CTA, surpresseurs) sont tous posés sur silentbloks au minimum. Pour les équipements les plus sensibles, ils seront mis en œuvre sur un socle monté sur ressort assurant une atténuation optimale.

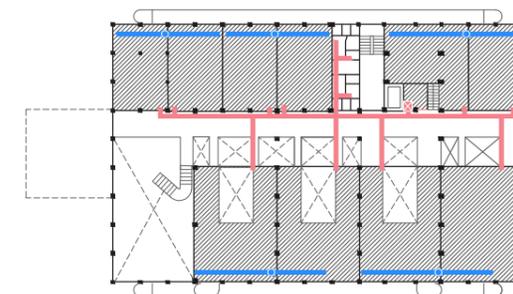


Schéma des pulsion et extraction

# APPROCHE DURABLE

## UNE ARCHITECTURE PÉRENNE

La discipline architecturale a une responsabilité littérale vis-à-vis de la durabilité. Les bâtiments doivent durer dans le sens premier du terme. Cette exigence de pérennité inclut la capacité des espaces à accueillir positivement les changements de programme mais aussi à la dimension constructive et technique qui doit résister aux altérations tant par la qualité de mise en œuvre et que la fiabilité des matériaux. Elle exige des architectes et bureaux d'études un travail sur la simplification et la réduction des systèmes techniques embarqués dont la complexité et l'obsolescence sont source de nombreuses déconvenues. Notre projet appartient à cette forme de durabilité qui tient moins à une forme de neutralité flexible qu'à la confiance dans une identité stable et accueillante qui s'inscrit dans les esprits et perdure au-delà des modes et des usages passagers.

Le bâtiment L constitue en soi un exemple de durabilité. Ceci tient dans son squelette ponctuel utilisant avec parcimonie le béton, à ses éléments de second œuvre limités, ses matériaux de finition acceptant positivement le vieillissement et un langage architectural immuable. En choisissant de préserver au maximum l'identité interne et externe du bâtiment, en ajoutant uniquement ce qui est nécessaire et en implémentant les optimisations énergétiques indispensables et dans la perspective de leur pérennité nous œuvrons à un projet durable.

### Le projet de Faculté : laboratoire de la durabilité

Le projet de la Faculté est l'occasion de mobiliser les diverses ressources de l'Université autour des enjeux cruciaux de durabilité, de bilan CO2, de sourçage des matériaux et de technologies innovantes. Il s'agira comme le propose le projet CAP 2030 de « s'appuyer sur l'expertise, l'analyse et la rigueur scientifique de nos experts internes pour faire de nos campus des lieux d'expérimentation et d'innovation ». Les hypothèses quant à l'isolation ou non des façades, le bilan carbone des matériaux embarqués, le bon usage de la toiture productive sont des sujets de réflexions que nous souhaiterions développer avec les centres de recherche de l'ULB mobilisés par les enjeux de durabilité.

### Un bâtiment à l'usage élargi

Si l'on analyse l'usage réel des espaces de production de la Faculté d'architecture les locaux sont utilisés maximum 50% de l'année. Dans une vision holistique et durable l'usage partagé des locaux est un vecteur important d'optimisation des ressources. Le plan du projet est pensé pour permettre des usages partagés aisés. Chaque locaux est potentiellement autonomisable de l'ensemble du bâtiment par les possibilités d'accès extérieurs offertes par les escaliers et coursives. Outre le partage des auditoriums, cafétaria pendant l'année scolaire il est tout à fait possible d'offrir à la communauté universitaire et aux citoyens une ouverture élargie des locaux pour soutenir des activités associatives ou de formation pendant les périodes creuses des soirées ou des vacances scolaires. La Faculté s'ouvre à la ville au delà d'un simple effet d'image.

## ÉLÉMENTS REMARQUABLES EN TERMES DE MATÉRIAUX

### S'appuyer sur un budget carbone

La masse bâtie du bâtiment L représente un budget carbone déjà dépensé fait de plusieurs centaines de m3 de béton, de briques locales et d'acier issus des haut fourneaux wallons. Chaque modification du bâtiment représente un ajout à ce budget carbone et alourdi le poids environnemental du projet. Nous proposons d'établir en amont du projet un calcul précis du carbone embarqué dans les matériaux et d'évaluer les choix non pas uniquement au regard des économies d'usage mais du coût global des matériaux en terme de CO2. L'ambition serait de créer un projet qui exploite au moins 75 % de la masse et du bilan carbone des matériaux existants et qui mette en œuvre des matériaux neufs dont le bilan carbone soit le plus neutre possible.

### Stratégie de réemploi des matériaux existants

La manière la plus simple de limiter le bilan carbone est d'exploiter au mieux matériaux déjà présents dans le bâtiment. A cette fin nous avons entamer un inventaire des matériaux exploitables. Il s'agira dès la phase d'esquisse de compléter ce travail qui permettra de maintenir de nombreux éléments en place (revêtements de sol, menuiseries intérieures et éventuellement extérieures, escaliers en acier, pont roulant, mobilier...). Le diagnostic sera constitué à partir des méthodologies développées par l'asbl ROTOR. Il permettra de vérifier l'état et le potentiel et le mode de réemploi des matériaux. Pour les éléments à évacuer ce diagnostic permettra de développer les bases d'un marché de travaux de démontage. Un cahier des charges sera établi visant à la valorisation des éléments (vente) hors site ou à reconditionner hors site pour une utilisation ultérieure in-situ. Cela permet d'exploiter les périodes durant lesquelles le bâtiment est accessible pour des travaux ponctuels; d'accompagner les démontages préalables des précautions nécessaires à travers un cadre juridique clair et de garantir la qualité des matériaux de réemploi extraits

### Méthodologie de choix des matériaux neufs

Le projet propose de signifier de manière explicite les matériaux neufs qui seront mis en œuvre. Ceci génère une esthétique spécifique où les matériaux sont affirmés à la fois pour leur vertus écologiques et leurs qualités esthétiques. Nous établissons une méthodologie de choix des matériaux fondée à la fois sur leur poids en terme de CO2 et sur leur provenance locale apte à soutenir un secteur industriel qui pourra bénéficier de l'aura du programme de nouvelle Faculté.

Pour chaque intervention d'amélioration énergétique impliquant la mise en œuvre d'un matériau neuf, la quantité d'énergie incorporée sera calculée et comparée avec le émissions de CO2 opérationnelles évitées par cette intervention. Comme l'approvisionnement en énergie devient plus durable, l'importance relative du carbone incorporé devient plus importante. Le carbone incorporé est donc un facteur important de choix car il s'agit d'émissions déjà réalisées.

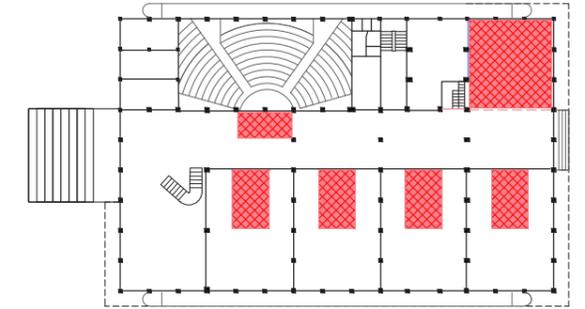
### Participer à renaturer le campus

Le bâtiment L a une part modeste dans le projet de végétalisation du campus. A l'échelle du Solbosch la verdurisation de l'avenue Heger et des vastes surfaces de parkings minérales constitue en effet les enjeux majeurs de renaturalisation. A l'échelle du projet le parvis est considéré comme une zone dégagée ouverte aux activités revêtue d'un revêtement de sol absorbant fait de dalle de réemploi. Les pieds des murs des façades Nord et Sud sont prévus pour être recouvert de plantes grimpantes. La composition du fond des cours anglaises, dont la largeur est préservée, sera étudiée pour être partiellement planté.

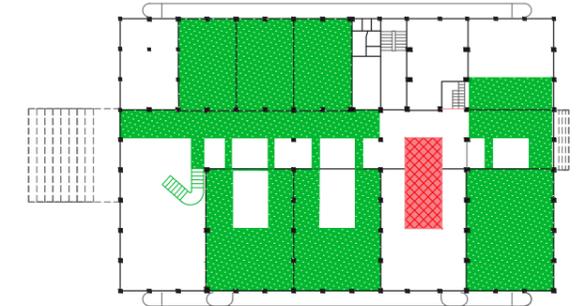
### Une vitrine des matériaux locaux

La pression environnementale actuelle sur les matériaux de constructions est l'occasion d'une relocalisation des outils de productions et des sources d'approvisionnements. Comme l'était le bâtiment L à sa construction le projet peut devenir une vitrine de ces initiatives émergentes qui développent en Belgique des filières artisanales ou industrielles innovantes. Les matériaux envisagés à ce stade sont :

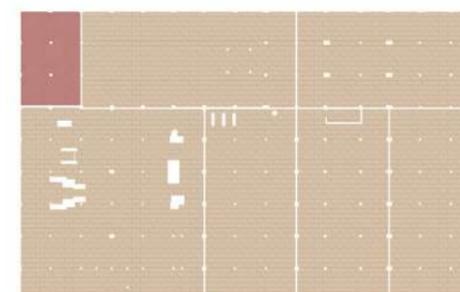
- Panneaux CLT cloué belge
  - Isolants en fibre végétale issue de la tonte
  - Enduit d'argile issu des terres d'excavations
  - Peinture à base de féculé de pomme de terre
  - Bois de la Forêt de Soignes
  - Robinetterie
- Mariembourg  
Sambreville  
Bruxelles  
Bruxelles  
Bruxelles  
Bruxelles



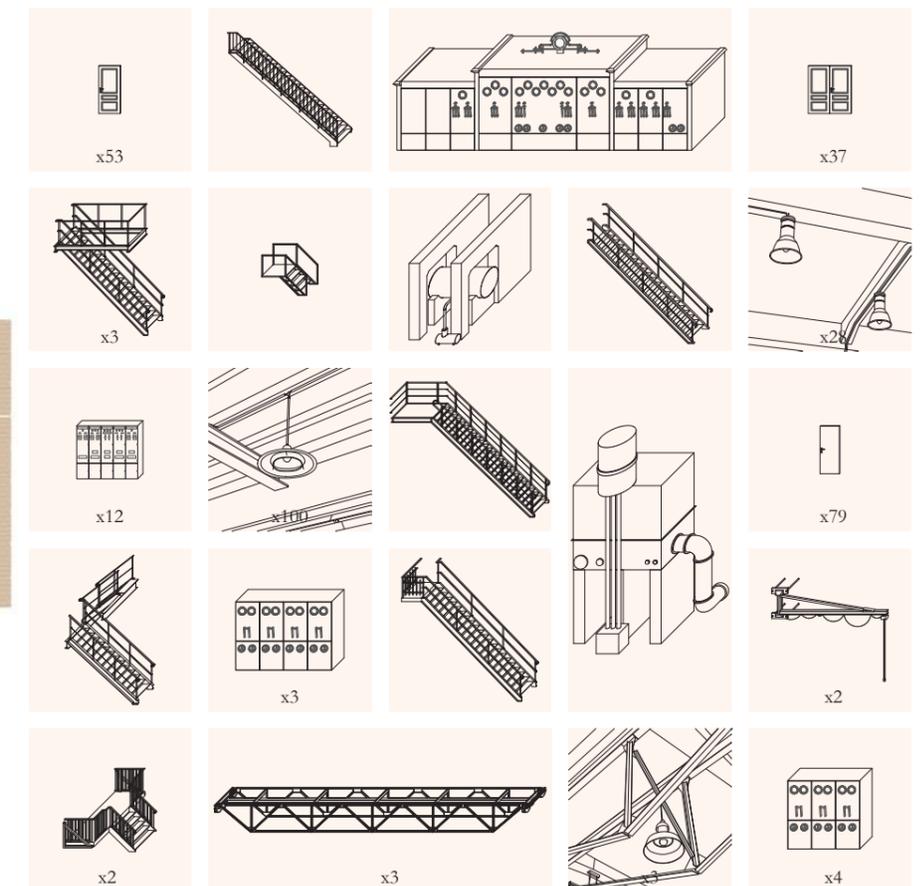
Zone de plancher à démolir R+0



Zone de plancher à démolir et à ajouter R+1



Inventaire des revêtements de sols existants à conserver et renover au R-01 et R+0



Premier inventaire des éléments intérieurs à réemployer

## SECURITE INCENDIE

La faisabilité de ce projet spécial nécessite un concept de sécurité incendie solide vu la configuration particulière des locaux. Nous avons soumis notre projet à un spécialiste en sécurité incendie pour en valider les principes à ce stade. Sur le plan spatial et organisationnel, le bâtiment prévoit une ouverture maximale entre les différents étages. Une division classique en étages formant des compartiments séparés n'est donc pas souhaitable, ni immédiatement réalisable compte tenu de la structure actuelle. Nous avons choisi de considérer le bâtiment dans son ensemble comme un compartiment unique sur plusieurs étages. Cette solution devra faire l'objet d'une demande de dérogation auprès du SPIntérieur (équivalence du niveau de sécurité).

La sécurité incendie de ce dernier est assurée par :

- La gestion des fumées par du désenfumage
- Équiper l'ensemble du bâtiment d'un système de sprinklage hydraulique, d'un système de contrôle des centralisé et d'un système d'alarme incendie
- Conformité maximale avec les normes de base (chapitre bâtiment de bas) en termes de l'évacuation des occupants et le la résistance au feu.

La forme du projet se prête parfaitement pour l'intégration d'un système d'évacuation des fumées. La fumée est collectée automatiquement au point le plus haut du toit et est déchargé par les volets. L'aménée se fait par plusieurs ouvertures aux niveaux -1. La même installation peut servir pour l'automatique refroidissement nocturne. En option, le bâtiment peut être divisé en plusieurs des compartiments de fumée via des rideaux de fumée, mais la nécessité d'une telle mesure n'est pas certaine. Le principe d'évacuation consiste à permettre aux utilisateurs de s'échapper de n'importe quel point du bâtiment par deux voies différentes, en utilisant des escaliers d'évacuation compartimentés. Le bâtiment comprend actuellement un escalier compartimenté intérieur que nous maintenons. Tous les locaux sont de plus évacuables par deux sorties en façades donnant sur des coursives elle-même dotée de deux évacuations.

### STRATEGIE ENERGETIQUE

#### Approche générale

Il s'agira de donner la priorité aux mesures présentant le plus grand intérêt énergétique/écologique et financier :

- Optimiser l'enveloppe de déperdition et soigner l'étanchéité à l'air (débits de fuite non contrôlés)
- Opter pour une gestion de l'air neuf hygiénique limitant des déperditions actives
- Recourir aux énergies renouvelables
- Sélectionner les équipements en fonction de leurs coûts mais aussi de leurs performances tout en se positionnant par rapport aux objectifs 2050 et zéro énergie fossile (anticipation de l'évolution de la chaudière centralisée)

Notre volonté est d'offrir des locaux sains, confortables et extrêmement économes en énergie. Nous visons l'obtention du label **PEB A+ en situation finale de rénovation**.

L'accent a été mis sur la performance des choix posés mais également la fiabilité des solutions proposées qui assurent un bâtiment performant, durable et fiable. En parallèle, le confort des occupants est placé au centre des attentions.

Les choix techniques sont également posés en veillant à la facilité d'utilisation. Un système performant est avant tout un système qui est parfaitement compris et maîtrisé, tant par les concepteurs que par les utilisateurs.

#### Durabilité et fiabilité

Nous avons intégré cette réflexion lors de la sélection des installations techniques afin que les entretiens soient aisés mais également qu'il y ait un minimum d'interventions complémentaires liées à des dysfonctionnements en optant pour la mise en œuvre d'équipements de protection des installations.

Afin de protéger les installations de chauffage, un échangeur de chaleur est prévu en entrée de bâtiment. Ainsi le réseau de distribution local reste totalement indépendant de la chaudière centralisée et le contrôle de la qualité d'eau s'en trouve optimisé.

Concernant la ventilation, s'agissant de centrales de traitement d'air double flux, en complément du remplacement des filtres, seul un contrôle du bon fonctionnement des modules de régulation est à réaliser chaque année. Les unités sont intégrés en toiture sous la canopée permettant un accès aisé tant pour les entretiens que pour le remplacement de pièces le moment venu.

#### Durabilité et flexibilité

Bien que notre bâtiment soit actuellement raccordé sur la chaudière centralisée, nous avons d'ores et déjà anticipé l'évolution probable et progressive de cette dernière vers une solution basse température. Le réseau de distribution et émission étant dimensionné suivant un régime 50/40°C.

Il serait tout à fait possible de dès à présent se positionné comme zéron énergie fossile pour ce bâtiment en optant pour une production de chaleur via pompe à chaleur air/eau à implanter en toiture. A noter que dans cette configuration, les PAC étant réversible, nous pourrions proposer un rafraîchissement estival dans les locaux disposant de batteries hydrauliques locales sur le réseau de ventilation (auditoire, ateliers, cafétéria). Ceci sans surinvestissement et surtout sans coût de fonctionnement puisque le besoin de climatisation est simultané à la pointe de production des panneaux PV ; pointe que bien souvent il n'est pas possible d'autoconsommer.

Nos solutions sont pensées afin d'être flexibles tel que le démontrent les points suivants :

- ré-équipement prévu en base afin de permettre la mise en œuvre de groupes hydrophores (alimenter les WC, les robinets des achines à laver, etc.) ;
- panneaux photovoltaïques équipés d'onduleurs individuels facilitant l'ajout ultérieur de modules complémentaires sans nécessiter le remplacement de l'onduleur principal ;

### PRINCIPES GÉNÉRAUX DES INSTALLATIONS TECHNIQUES SPÉCIALES – PHASE 2 (SITUATION FINALE)

Cette note fait écho à la description plus détaillée reprise dans la note spécifique aux orientations techniques à laquelle nous renvoyons.Nous pouvons synthétiser les éléments essentiels suivants :

- Distribution et émission en basse températureVentilation mécanique contrôlée double flux avec échangeur de chaleur (rendement EN 308 > 80%)

- Clapets de modulation du débit (VAV) sur base d'une sonde locale de CO2 dont les locaux à occupation fortement variable
- Echangeur de chaleur à roue permettant la récupération de chaleur mais également d'humidité (meilleure stabilité de l'HR en période hivernale)
- Production d'électricité par panneaux solaires photovoltaïques

#### Stratégie de contrôle des surchauffes

S'agissant d'un problème majeur dans les constructions neuves, nous avons opté pour les stratégies suivantes :

- Vitrage à facteur solaire bas (33%) tout en conservant une transmission lumineuse à 70%
- By-pass modulant et intégral sur la ventilation mécanique qui permet de pratiquer le freecooling et le nightcooling dès que la température extérieure est plus faible que la température intérieur (pour autant que cette dernière dépasse un seuil réglable (de l'ordre de 23°C en général)).
- Les châssis périphériques dans chaque local disposent d'ouvrants qui assure la ventilation transversante intensive

### STRATÉGIE ET MESURE EN VUE DU RESPECT DE LA RÈGLEMENTATION PEB

Nous nous positionnons de manière à atteindre un standard PEB au minimum conforme à celui exigé pour les bâtiments neufs et anticipons le passage futur au « zéro énergie fossile » ; seule la dalle de sol de présente par un U conforme car nous devons réaliser des études complémentaire pour valider la faisabilité de son isolation. Grâce à notre importante surface de panneaux photovoltaïque, le bâtiment est à énergie positive. Concrètement, nous agissons sur les critères suivants :

- combinaisons performantes et priorité aux matériaux écologiques et sains (certification NIBE, …)
- Etanchéité à l'air soignée (max. 2 vol/h)
- Valeurs de parois visées :
  - Façades : U max : 0,24 W/m².K
  - Toitures : U max : 0,15 W/m².K
  - Complexes châssis-vitrages : Uw max : 1,5 W/m².K

Dossier <span> </span> : ULB – faculté d'architecture						Note Techniques spéciales	
Grâce à notre importante surface de panneaux photovoltaïque, le bâtiment est à énergie positive.							
Non	UR	EMC (dB(A))	CEP (kWh/h)	Etch	Ventilation		
ULB	<span style="color:red">●</span>		<span style="color:green">●</span> <b>-4,68 [48,94]</b>		<span style="color:green">●</span>		
<b>Exigences des Parois (U/R)</b>							
<b>Exigence de Consommation Spécifique en Energie Primaire (CEP)</b>							
<b>Exigences des installations techniques (Etch)</b>							
<b>Exigences de Ventilation (Ventilation)</b>							
<b>Classe énergétique</b>							
Classe énergétique: <span style="background-color:green; color:white; padding: 2px;"><b>A+</b></span>							
Resultat PEB obtenu en phase 2							

### STRATÉGIE ET MESURE EN VUE DU RESPECT PLAN DE RELANCE – PHASE 1 (SITUATION TRANSITOIRE)

Les résultats atteints lors de cette phase sont essentiel dans le cadre de l'obtention des subsides liés au programme OCRE. Nous avons apporté un regard critique au regard de la valeur patrimoniale du bâtiment et recalculé le résultat OCRE en privilégiant les interventions suivantes :

- Isolation des toitures
- Isolation des constructions en toiture (bâtiment en L)
- Mise en place de la canopée composée de panneaux photovoltaïques semi-transparents
- Mise en œuvre d'une ventilation hygiénique conforme à la

- situation existante ; la centrale de traitement d'air des futurs ateliers sera à ce effet déjà mise en œuvre.
- Mise en place d'un éclairage performance basé sur des armatures led dans le cadre d'un contrat LAAS (light as a service)

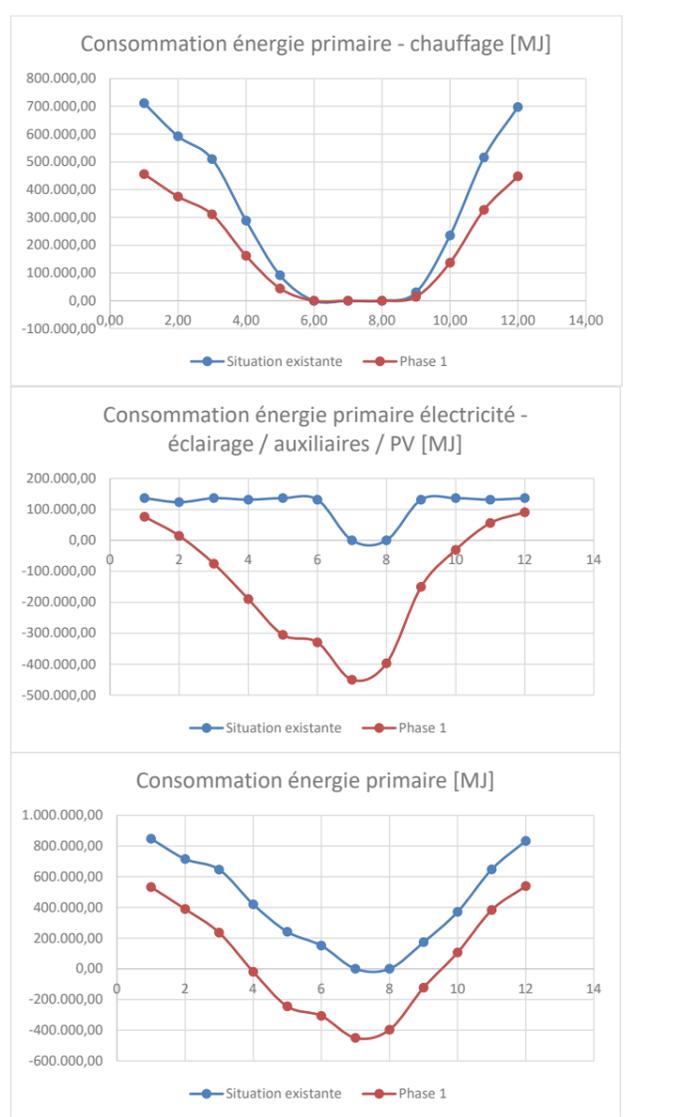
L'ensemble de ces interventions sont conformes aux interventions requises en phase 2 ; il s'agit à proprement parlé d'interventions rationnelles et durables constituant le premier pas et n'entravant en rien les interventions planifiées dans le cadre de la phase 2.

#### La simulation du pourcentage de réduction vérifiée avec l'outil OCRE miet en évidence une économie d'énergie primaire de 35,50 % .Le tableau est consultable en Annexe

Sur base de nos propres calculs, tenant compte de manière précises des mesures retenues, les interventions permettent de réduire de :

- 85 % la consommation d'énergie primaire globale du bâtiment
- Presque 40 % de la consommation d'énergie primaire liée à la chauffe uniquement.

Les différentes valeurs chiffrées sont consultables en annexe 02.



Réduction en energie primaire obtenue en phase 1 en conformité avec le plan de Relance