

04

**fascicule A3**

# fascicule A3





ÉCOLE COMMUNALE LES BRUYÈRES

# Les Bruyères

fascicule A3



## une généreuse compacité

### Entre ville et campagne

Situé dans une partie excentrée de la région bruxelloise, le projet s'implante dans un environnement caractérisé par les rangées de maisons homogènes regroupées à proximité de l'école des Bruyères, par la présence d'immeubles en hauteur le long de l'avenue van Overbeke et par les morceaux épars de paysage formant autant de traces du passé agricole de la commune. Les plans d'alignements successifs et les opérations immobilières développés depuis plus d'un demi-siècle ont durablement marqué ce morceau de territoire où la recherche d'un équilibre entre l'urbain et le paysage est permanente.

Le conformisme des gabarits voisins datant des années cinquante et la présence d'une zone de verdure qualitative sur la parcelle offrent à ce projet des contraintes intéressantes à exploiter pour proposer une implantation qui tienne compte de la préservation de la quiétude des habitations existantes tout en offrant des espaces d'enseignement de grande qualité. En effet, comment implanter un programme scolaire prédéfini tout en assurant une bonne intégration morphologique et paysagère ?

Tout en mettant à l'honneur les qualités urbanistiques de la commune de Ganshoren oscillant entre urbanité et ruralité, l'ambition du nouveau projet se doit de répondre à une volonté de proposer une articulation urbaine subtile entre le quartier d'habitation existant et la zone verte à l'intérieur de la parcelle tout en offrant une expression architecturale forte pour le quartier.

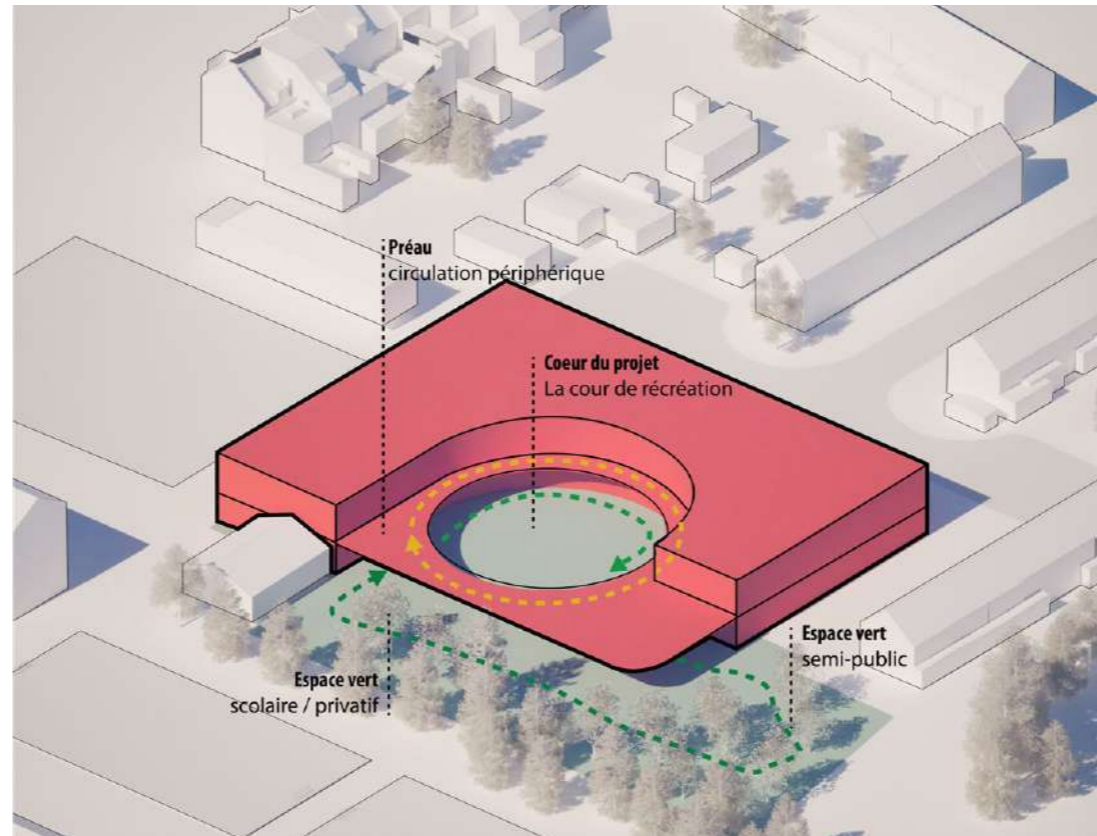
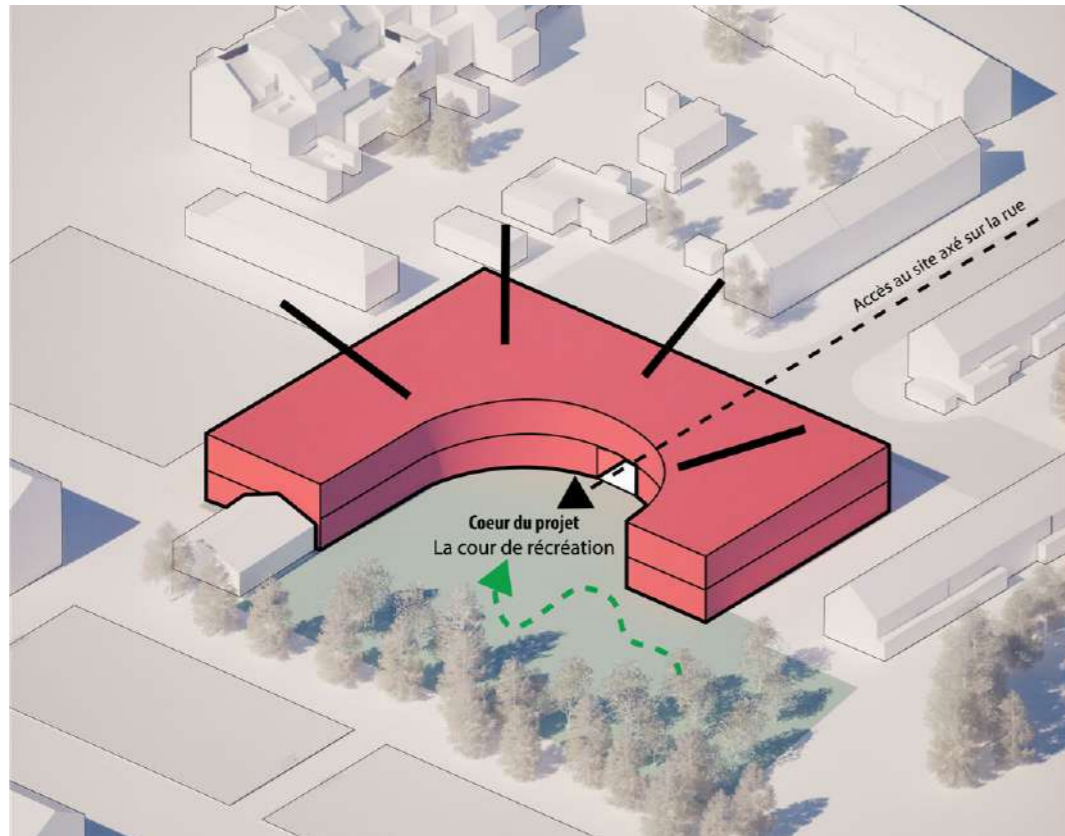
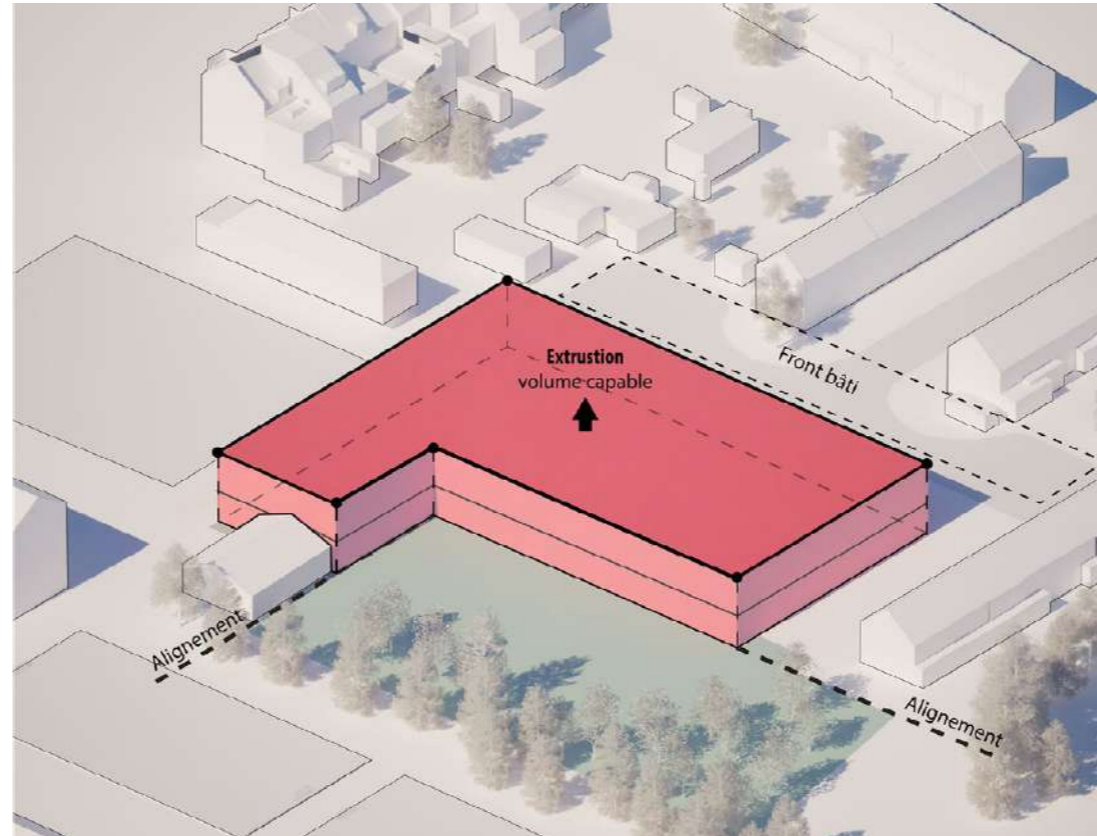
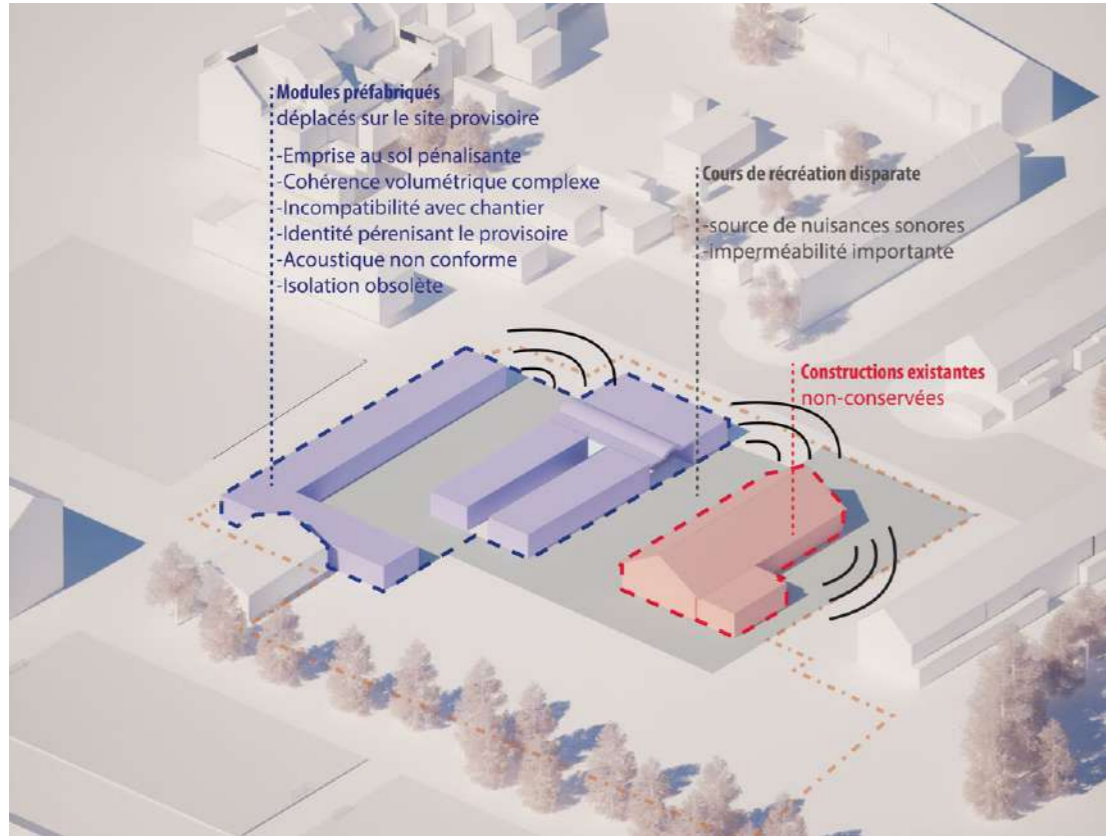
### Préfabriqués existants

La demande initiale du projet qui nous est soumis part du postulat de départ que certains des bâtiments préfabriqués existants sur la parcelle devraient être maintenus pour des raisons budgétaires, à savoir : limiter le coût d'investissement de la nouvelle école et éviter de devoir rembourser des subsides récents pour l'achat de ces préfabriqués.

A nos yeux, ce postulat qui se veut à priori louable pour la santé financière de la commune de Ganshoren génère de nombreux problèmes d'ordre architectural, opérationnel et pédagogique. En effet, le maintien de ces constructions à un seul niveau pénalise grandement l'objectif de minimiser l'emprise au sol des constructions en zone de sports et de loisirs en plein air. D'un point de vue architectural, cela ne permet pas de générer une cohérence volumétrique et programmatique avec la nouvelle école projetée. D'un point de vue opérationnel, le fait de maintenir ces préfabriqués sous-entend que les enfants actuels vont être répartis sur deux sites différents pendant la période des travaux, ce qui générera de nombreuses difficultés au quotidien. Cela obligerait l'entreprise des travaux à phaser de manière complexe le chantier où il serait difficile d'assurer le bon fonctionnement des quelques classes maternelles présentes sur le site lors de la construction du nouveau projet. En effet, dès l'installation de chantier, l'espace récréatif, les

# approche urbaine

## une généreuse compacité



zones calmes ainsi que la cohabitation entre les fonctions semble être mise à mal. Il est inimaginable que la période de sieste puisse être opérante durant le chantier. Dès lors, tant pour la sécurité des enfants que leur santé (sommeil, génération de poussière, etc.), il serait préférable qu'ils soient tous regroupés sur un site à part. De plus, à moyen terme, lors du remplacement des modules préfabriqués, l'école sera une nouvelle fois pénalisée lors d'une éventuelle phase de travaux supplémentaire. De plus si on maintient des pavillons préfabriqués après le chantier cela va générer, à moyen terme des difficultés pédagogique pour les jeunes élèves du premier cycle. Tant dans les nombreux déplacements entre les différents bâtiments générés par ce potentiel maintien que dans la qualité d'isolation phonique des construction préfabriquées au droit de la cours récréation fonctionnant à des horaires décalés, il convient d'imaginer un autre futur pour ces pavillons et ne pas pérenniser cette situation précaire dont l'école a trop souffert.

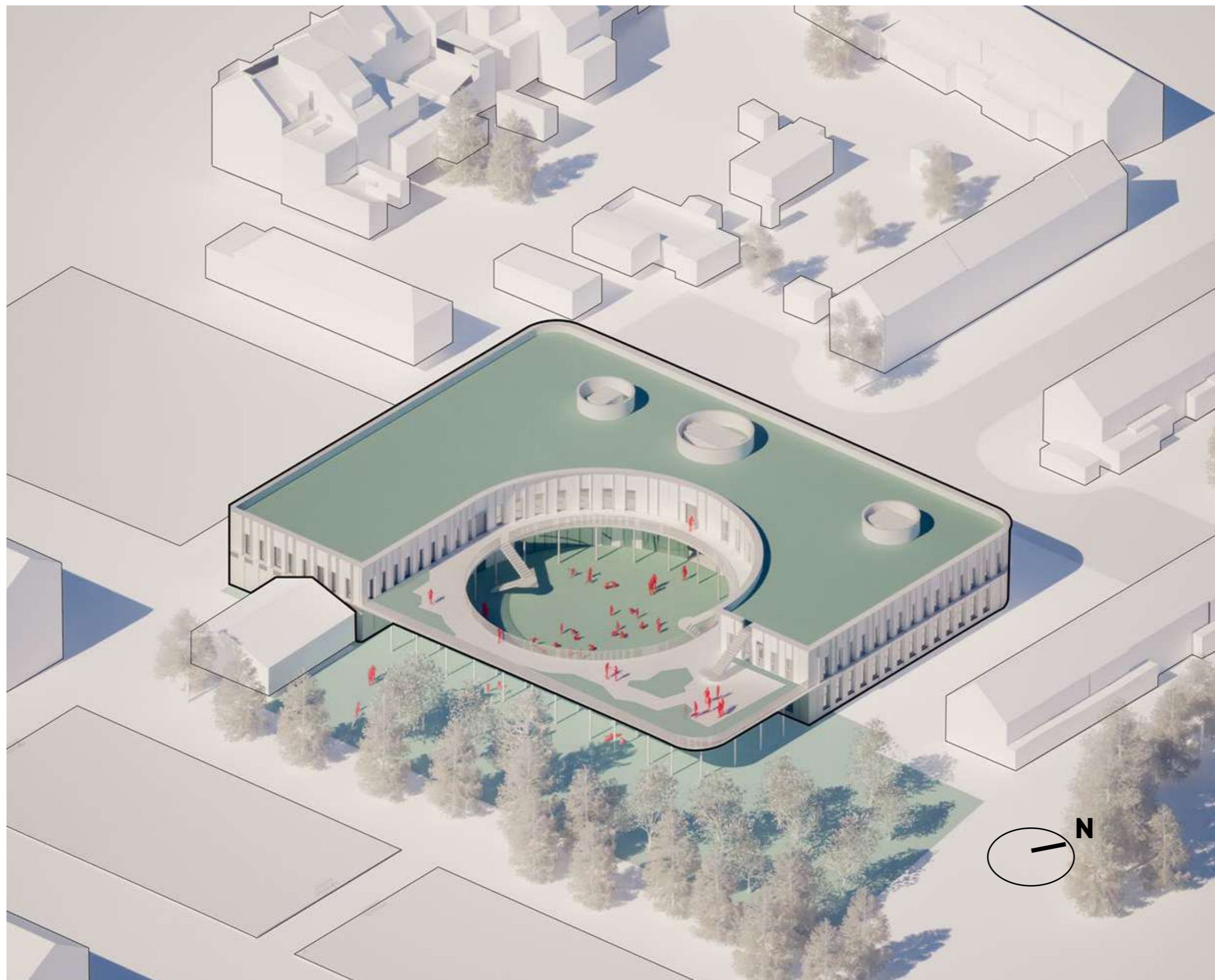
Pour insuffler un nouvel élan à cette nouvelle identité recherchée par l'école Les Bruyères, il convient d'imaginer un bâtiment à même de dialoguer avec le quartier tout en restant dans l'épure budgétaire disponible. Pour ce faire, il est proposé que ces deux préfabriqués soient intégrés dans la phase de déménagement sur le site au droit de l'église St-Cécile de manière à regrouper l'ensemble des enfants sur un seul site. Ensuite, tout en restant propriété de la commune de Ganshoren grâce aux subsides régionaux (Fonds régional bruxellois de refinancement des trésoreries communales), il est proposé de maintenir la fonction d'équipement public afin de compléter une opération réserve du Contrat de quartier durable « Villas de Ganshoren ». En effet, dans la programmation du CQD il était prévu l'extension de la maison des jeunes (opération 1.6) qui a été mise en réserve. L'ajout des deux constructions préfabriquées au droit de la maison des jeunes serait aisément réalisable et ce, à moindre frais. Pour rappel, les objectifs du CQD vise à s'appuyer sur les équipements en place en favorisant les pôles existants, à rendre visible et ouvrir les équipements et espaces associatifs en place, à valoriser les équipements favorisant les rencontres intergénérationnels et multiculturels et à favoriser l'émergence d'équipements et/ou espaces associatifs permettant de lutter contre l'isolement et favorisant la vie de quartier.

### Intégration urbaine

Sans la contrainte du maintien des préfabriqués et afin de préserver l'objectif budgétaire du cahier des charges, nos études ont menées à la recherche d'un volume efficace dont le gabarit est en phase avec son contexte direct et dont l'emprise au sol est minimisée. En effet, le nouveau volume capable s'implante en tenant compte de la préservation et des alignements des espaces verts au droit de la parcelle tout en complétant la perspective urbaine du clos Wagner par un nouveau front bâti. Pour respecter les gabarits des rangées de maisons voisines et éviter d'impacter l'ensoleillement de celles-ci, le nouveau volume est limité à un R+1 et permet de se fondre au maximum dans le cadre verdoyant. Le choix d'un volume unique permet d'offrir une identité cohérente et unifiée pour l'école par rapport au quartier.

## approche urbaine

### une généreuse compacité



A partir de ce gabarit capable, notre vision va nous amener à le tailler, le creuser pour qu'il réponde aux enjeux du site et au programme. En effet, par souci d'intégration urbaine, la morphologie va s'adapter. L'école propose une volumétrie très minimale qui s'apparente à un parallélépipède dont les angles arrondis suggèrent la continuité sur les façades latérales. En son centre, une grande faille invite les usagers à y pénétrer. Ce n'est que lorsqu'on emprunte ce passage couvert, que l'on découvre un volume évidé qui s'ouvre vers la nature. Le volume de l'école s'oriente vers l'espace vert à l'intérieur de la parcelle en dégageant en son centre un creux à même d'abriter une nouvelle cour de récréation. Ce décaissé permet à la fois à l'espace vert d'être étendu dans l'enceinte de la future école et d'offrir une véritable centralité à l'école. Cette attitude formelle ambivalente est assumée par la recherche d'une certaine fermeture au droit du quartier qui est contrebalancée par une grande ouverture spatiale au centre de l'école. Néanmoins une grande ouverture est réalisée entre le parvis du clos Wagner et la nouvelle cour de récréation pour permettre d'y loger l'accès principal de l'école tout en préservant une perméabilité visuelle forte entre les espaces ouverts.

Cette séquence visuelle est renforcée par l'adjonction d'un préau circulaire clôturant le mouvement en creux du bâtiment. Ce préau aéré renforce la centralité de l'école offrant également une clarté d'organisation. Ce grand cercle venant creuser le volume en son centre, on comprend que toutes les fonctions s'organisent autour de ce cœur planté et que les fonctions interagissent visuellement entre-elles grâce à cette forme enveloppante. « Centralité » n'est pas opposée à « ouverture ». Bien au contraire, le volume se dématérialise côté Sud pour connecter ce centre au reste du terrain végétalisé. La nouvelle cour de récréation de forme ronde est une zone sécurisée et ludique ouverte sur le paysage du bois adjacent. La captation du bruit de la cour de récréation est augmentée par cette forme organique préservant la quiétude du voisinage. La mise en place de circulations extérieures génère une multiplicité de zones récréatives et d'appropriation par les élèves et les professeurs augmentant significativement les surfaces d'usage et d'aménagements paysagers. Dès lors, la nature se retrouve au cœur du projet de l'école tout en dialoguant avec son contexte environnant.

#### Aspects juridiques

Le statut administratif du contexte environnant fournit toutes les clés afin d'aménager les parcelles concernées. En effet, la zone de sport et de loisirs en plein air et la zone verte permettent d'identifier les contraintes administratives qui généreront l'édification du volume de l'école. Même si l'emprise du projet dépasse les 20% défini par le PRAS, la proposition se veut pertinente au regard de l'ensemble des demandes du maître de l'ouvrage. En outre, l'ambition du projet est en phase avec les conclusions de la réunion projet définissant comme axes prioritaires : « limiter l'impact du gabarit au maximum ; veiller à la gestion du bruit généré par les cours de récréation sur le voisinage, veiller à une implantation à l'échelle des occupants sans monter trop haut ; veiller au confort des enfants et à la sécurité et ne pas trop asphalté pour garder un maximum de pleine terre ; préserver l'espace vert public proche ».





## une ordonnance du mouvement

### Expression architecturale

Faisant suite au travail de sculpture opéré sur le volume afin de l'intégrer à son contexte morphologique et paysager, il en ressort une expression à la fois minimale et organique. Les formes douces appuient le concept de la fluidité des espaces et des circulations. Ces formes douces ont également pour but de créer un cadre apaisant et ludique pour les enfants. Ce langage est aussi une passerelle pour dialoguer avec le travail du paysage.

Par exemple, l'usage du bois en façade s'est imposé assez rapidement au regard de la volonté très forte de dialoguer avec le paysage. L'ordonnance des louvres verticales qui la rythme donnent l'impression d'un bosquet architectural. La base en panneaux strié de couleur verte donne au projet un ancrage harmonieux au paysage. La volonté de travailler très généreusement au niveau des plantations est dès lors émise par ce socle qui va se fondre au fil du temps dans ce cadre vert.

Cette expression architecturale à la fois contemporaine et simple, nous ont amené à travailler avec des modules de façades préfabriquées en bois ordonnant les ouvertures en façade de manière régulière. Scandés par des modules de largeur régulière, les façades en bois sont marquées par des joints verticaux saillants contrebalançant l'horizontalité de l'implantation volumétrique. Ces louvres sont disposées de manière aléatoire pour renforcer la lecture dynamique du projet tout en ne gommant pas la régularité de son mode constructif.

La recherche de la clarté au niveau du plan se traduit dès lors également en façade. Ainsi, les façades sont basées sur une modulation stricte et proposent de grandes baies vitrées tant pour les classes que pour les espaces collectifs offrant une grande qualité de lumière naturelle à chaque espace. Un simple jeu de proportion et de hauteur entre les types de baies, anime avec sobriété le langage des façades qui s'ouvrent généreusement sur le paysage et sur les espaces extérieurs. La distinction d'orientation s'exprime à travers le positionnement des allèges et la profondeur des louvres qui viennent animer l'ensemble des façades. En effet, selon l'orientation, celles-ci jouent un rôle prépondérant au maintien d'un climat sain pour l'école puisqu'elles jouent le rôle de pare-soleil. En outre, elles favorisent une qualité de lumière non-éblouissante pour les classes.

Au final, il en résulte des façades vivantes et dynamiques tout en préservant la sobriété de leur expression. La perception du bâtiment, de tout point de vue, devient une expérience de l'instant et du mouvement, presque ludique. En effet, grâce aux volumétries adoucies et à l'ordonnance des trames, les façades se perçoivent de manière différente en fonction du point de vue.

# approche paysagère

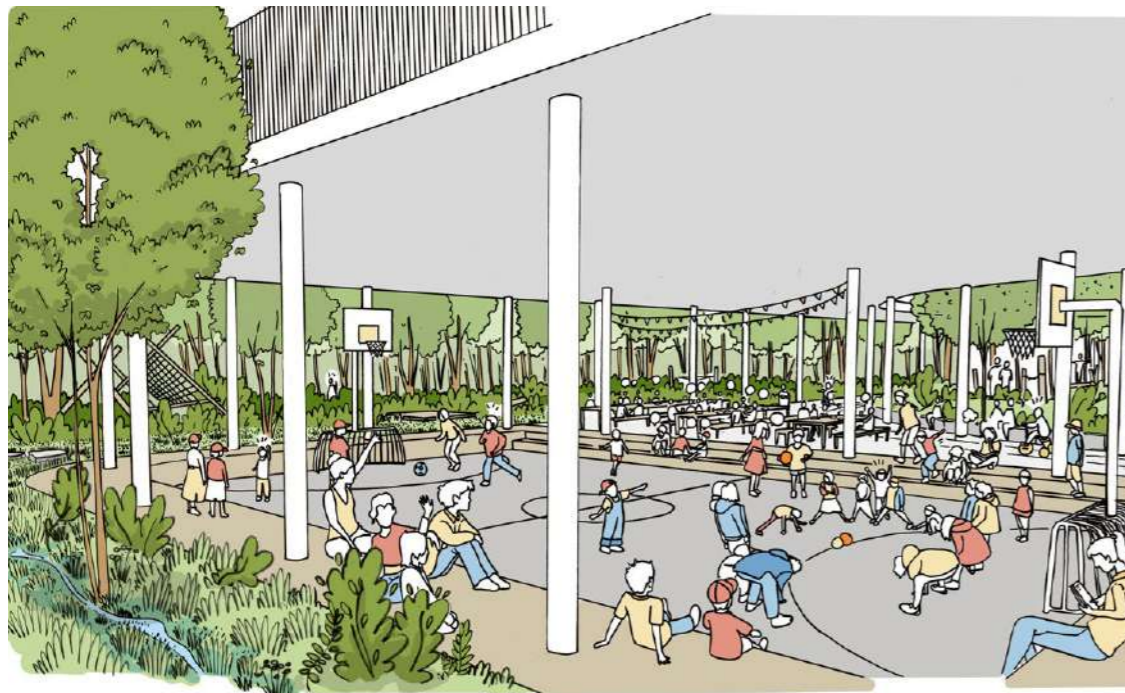
## une école en sous-bois



Vue sur la cour centrale des maternelles, le jardin-forêt



Vue sur le Petit Bois des primaires



Vue sur le Préau couvert et sa tribune circulaire



Vue à vol d'oiseau, depuis le Clos Jacques Wagner en direction du nouveau parvis arboré de l'école

## une école en sous-bois

### Intégration paysagère

Située sur un ancien plateau agricole relié aux marais de Ganshoren, l'école des Bruyères est implantée aujourd'hui dans un tissu urbain dense mais avec la présence d'espaces libres plus ou moins verts. On remarque que d'autres écoles sont implantées à proximité. C'est l'opportunité de créer un réseau d'espaces verts et de mobilités douces entre chacune d'elles, imaginées dans un 'Parc-Ecole'.

L'école des Bruyères, au cœur de ce futur maillage vert et bleu, est ainsi intégrée dans un écrin de verdure avec comme nouvelle centralité, le parvis de l'école des Bruyères. Non seulement, il devient un lieu d'attente convivial et de rencontres, mais il peut permettre de gérer dans le futur les eaux pluviales du futur maillage vert et bleu. La présence de la voiture est adoucie et insérée dans des bosquets. Un chemin piéton traverse désormais une place au sol rendu perméable. De grandes assises en bois et des supports vélos ponctuent et accueillent les habitants sur une place arborée.

### Principes d'un socle d'usages et de nature

Par la forme architecturale et les structures paysagères, les espaces extérieurs sont organisés selon les enseignements et les futurs usages.

Au centre est situé la cours de récréation des maternelles, dit le jardin-forêt, accessible et visible depuis la rue. Les buttes et les creux multiplient les surfaces au sol et ainsi les usages. Les cépées et les petits arbres sont privilégiés afin de valoriser l'échelle humaine. Deux buttes sont reliées aux paliers des escaliers comme nouveaux supports de jeux pour y installer cabanes, toboggans, tubes...

Tout autour, le préau couvert est donné pour les maternelles et primaires. Un terrain de sport est encastré dans le sol avec une tribune circulaire permettant de s'y installer. Temps de pause et de jeux y sont possibles même par temps de pluie.

Puis 'le Petit Bois' est le terrain d'aventure et de nature pour les primaires. On y accède par une combinaison de pas japonais installés dans le jardin de pluie, jouant de limite naturelle, filtre vert et recueil des eaux pluviales. Ici, c'est faire avec le vivant. Nous densifions la strate arbustive, conservons au maximum les arbres existants et replantons là où c'est nécessaire. De petites clairières de jeux et de détente parcourent ce nouveau bois et un accès est donné au jardin aromatique Wagner.

Enfin au premier étage, des assises s'intègrent dans des massifs champêtres. Une pergola, reliée à la toiture extensive où y est installée une serre, accueille les enfants pour des cours de cuisine en extérieur et des temps de pause pour les professeurs.

Entre jeux de glisse, jeux d'eaux, jeux d'équilibre, assises, observatoires...une multitudes de parcours possibles et d'histoires sont données aux enfants pour inventer et jouer avec la nature.

# approche paysagère

## une école en sous-bois

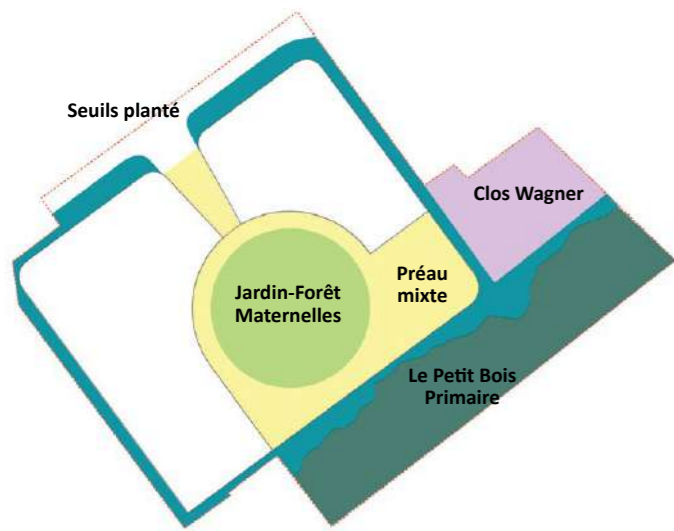


SCHÉMA 1 - Status et milieu

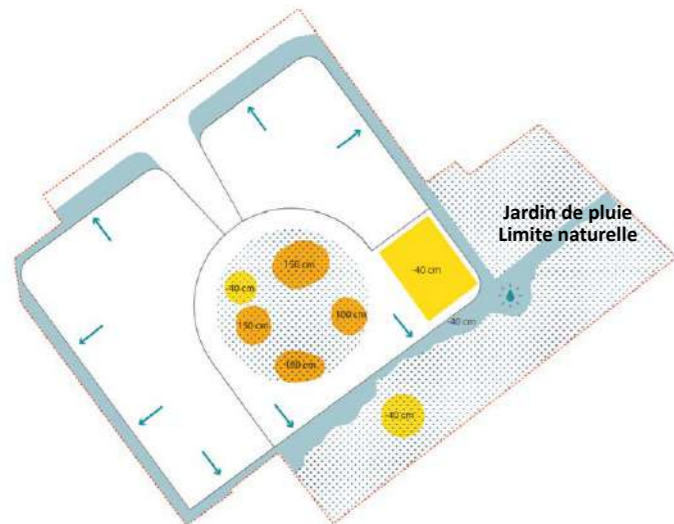


SCHÉMA 2 - Topographie et geation des eaux pluviales

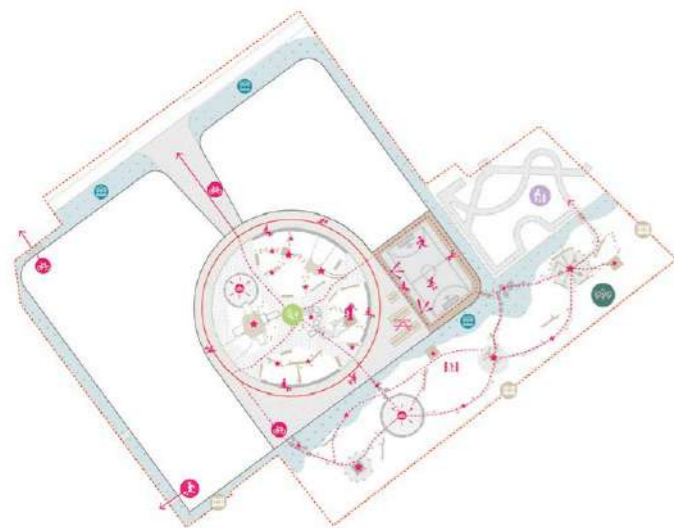


SCHÉMA 3 - Mobilités et usages



Références de projets de cours de récréation arborées et appropriables



Références du Jardin-Forêt au Petit Bois



Référence d'un école dans un sous-bois

### Des cours verts et praticables

Lors de la conception et de la réalisation d'une cour de récréation, tout l'enjeu, pour nous et de par notre expérience, est d'en faire un lieu d'accueil pour tous ! Les espaces de jeux, d'aventures et de pause sont reliés et aménagés de façon à permettre leurs utilisations par des tranches d'âge spécifiques, seul ou en groupe, pour des activités passives ou actives.

Par ailleurs, nous maximisons les espaces plantés, la récupération des eaux pluviales dans le jardin et les matériaux perméables. L'objectif est de renforcer la présence de la nature et son impact climatique pour donner aux élèves un cadre vert rafraîchissant et inspirant.

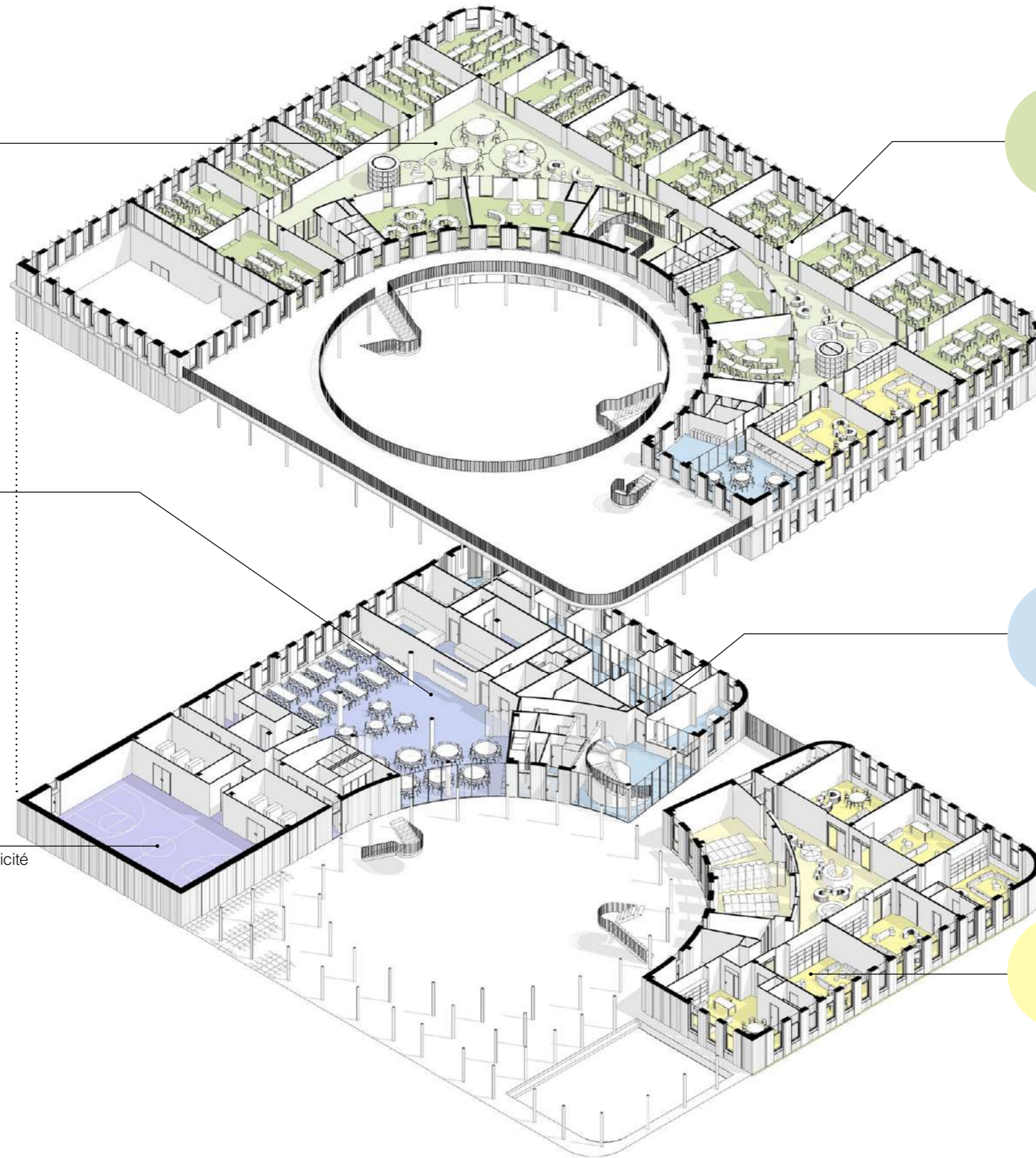
Pour ce qui est de l'apparence générale du site, nous préférons privilégier des matériaux et des plantations à l'allure naturelle en adéquation avec l'idée de se reconnecter avec la nature. Aussi les arbres, devant être supprimés pour l'implantation du bâtiment, deviendront une ressource pour le projet et serviront de support de jeux et de biodiversité dans le sous-bois.

Nous suggérons de privilégier un assortiment de plantes à l'allure spontanée et de sous-bois, composé principalement d'espèces indigènes, que nous avons l'habitude d'utiliser. Celles-ci ont fait leurs preuves dans les conditions climatiques et les types de paysage qui sont les nôtres. Elles favorisent la biodiversité et présentent un intérêt pour de nombreux insectes. De plus, ces espèces s'acclimatent très bien dans ce contexte urbain. Les plantes peuvent être utilisées en fonction de leur valeur ludique. Certains fruits (comestibles), branches et feuilles spécifiques peuvent être utilisés comme éléments de jeu « mobile ». Par ailleurs, la couverture végétale retenue présente une portée éducative. Elle est conçue de manière à pouvoir constituer un terrain de jeu pour les enfants (par exemple, les plantations sont très résilientes si leurs branches sont cassées).

Les plantations comme les matériaux durs sont « monkey proof », faciles à entretenir, et restent attractifs et fonctionnels sur le long terme.

Outre le choix des techniques et des matériaux, nous trouvons surtout qu'un processus de conception responsable et participatif est un principe important en termes de durabilité ! Peut-être même le plus important...





**Zone primaire**

classes des cycles P3-P4 & P5-P6  
salles polyvalentes  
agora  
sanitaires

**Zone primaire**

classes du cycle M3-P1-P2  
salles polyvalentes  
agora  
sanitaires

**Zone réfectoire**

réfectoire  
sanitaires  
cuisine  
réserve & rangements  
local poubelle

**Zone sportive**

salle de sport / psychomotricité  
rangements  
vestiaires  
sanitaires

**Zone administrative**

secrétariat  
direction  
bureaux  
salles de réunion  
infirmerie

**Zone maternelle**

cycle M0-M1-M2  
agora  
sanitaires  
local sieste  
local psychomotricité  
rangement extérieur

**expérience spatiale**

**Enjeux programmatiques**

La clarté initiée par la volumétrie est prolongée dans les choix de répartition des différents pôles au sein de l'école. L'identification de ceux-ci se veut limpide pour l'ensemble des utilisateurs. Limité volontairement à deux niveaux pour en faciliter l'usage au quotidien, l'école propose une scission claire entre les cycles d'enseignements. L'ensemble des classes primaires sont disposées à l'étage libérant le rez-de-chaussée, à connotation plus « publique », qui abrite les fonctions communes (pôle administratif, réfectoire, sport) et le pôle des classes maternelles (M0-M1-M2).

Le parti pris initial nécessite d'intégrer à la future programmation les locaux abrités par les préfabriqués actuels (classes maternelles) tout en limitant la taille du projet à l'objectif d'environ 3.700m<sup>2</sup> brut de manière à restreindre son emprise et rester dans l'épave budgétaire disponible. Pour se faire, la forme de la volumétrie va être exploitée pour mutualiser les surfaces disponibles en un tout cohérent et éviter les pertes d'espaces inutiles. Ces différents choix se veulent le reflet de l'organigramme imaginé par le maître de l'ouvrage. Néanmoins, le projet va plus loin puisqu'il permet d'améliorer l'efficacité du pôle maternelle en regroupant les classes d'accueil, de 1er, 2e maternelle et offre plus de flexibilité d'usage des classes polyvalentes partagées par tous les élèves de primaire.

Dès lors, au premier étage, les locaux de classes ont été implantés au calme au droit des façades extérieures du bâtiment tandis que les locaux polyvalents ont été regroupés vers la cour de récréation. Entre ces locaux dédiés aux cours en classes, il se dégage un espace central, appropriable par les enfants et les professeurs pour servir à la fois d'espace de circulation et d'agora. L'espace agora se veut être la formalisation de cette nouvelle pédagogie où les couloirs ne servent pas que pour la circulation. Cette « circulation augmentée » est l'extension naturelle des classes. Au-delà des casiers et des porte-manteaux, des ateliers thématiques peuvent y être organisés entre les classes adjacentes tout comme la tenue de cours de remédiation pour certains élèves. On peut imaginer que cet espace pourra prendre différentes formes selon le type de classes environnantes : espaces de dilatation pour les jeux en maternelle, la tenue de cours d'informatique pour les plus grands. Cet outil mis à disposition des enseignants permettra une grande flexibilité dans le temps.

En effet, cet espace permettra d'offrir une nouvelle lecture pédagogique souhaitée en offrant des espaces de rencontres, de détente, de travail où l'ensemble des flux convergent. Cette organisation va permettre aux élèves de différents âges de se croiser, aux groupes de travailler, d'accéder aux autres pôles de l'école et à la cour de récréation. Tout en courbes, l'espace de l'agora est, à la fois, un geste architectural spatialement riche qui qualifie un usage réel de l'espace de circulation et une fonction maîtresse dans l'articulation des flux au sein de la nouvelle école. C'est véritablement la formalisation du « tronc commun » souhaité par le nouveau pacte d'excellence. Depuis cet espace baigné par la lumière naturelle, de grandes ouvertures permettent

## approche programmatique

### expérience spatiale



de communiquer visuellement avec les classes alentour pour multiplier les interactions entre élèves tout en offrant une plus grande perméabilité lumineuse (espace traversant). Tant les classes que les locaux polyvalents bénéficient de cloisons vitrées donnant sur l'espace central permettant de l'illuminer naturellement tout en ayant une forme de contrôle social sur les activités qui s'y déroulent. Au premier étage, le plafond de l'agora est équipé de fenêtres de toiture permettant de baigner de lumière naturelle cet espace central favorisant l'usage réel de celui-ci.

Les classes possèdent toutes les mêmes proportions rectangulaires permettant différents agencements en plans à l'aide d'un mobilier simple. Toutes les classes sont munies d'un « mur » de mobilier et d'un évier. Les classes sont librement affectables par le corps enseignant selon la pédagogie souhaitée. Bénéficiant d'un accès privilégié à une terrasse extérieure, la salle des professeurs est volontairement excentrée du pôle administratif pour offrir une respiration aux professeurs, loin du brouhaha des élèves pendant les cours de récréation.

Le rez-de-chaussée se voit affecté par les pôles sport, réfectoire, administratif et le pôle maternel. Ce dernier qui bénéficie d'une autonomie de fonctionnement de par des accès indépendants, regroupe six classes maternelles (accueil, 1er, 2er années), des sanitaires spécifiques ainsi qu'un grand local sieste / espace polyvalent. En effet, au regard des fiches conseils de la Fédération Wallonie Bruxelles, il nous a semblé préférable d'implanter un seul grand espace pouvant être séparé en deux parties à l'aide d'une cloison mobile. L'usage de cet espace pourrait être mutualisé entre les siestes et un local de psychomotricité. Mais jamais en même temps pour des raisons évidentes de non coactivité au sein de l'enseignement maternel. Il en va de même pour l'espace agora des maternelles qui, au-delà de sa fonction de distribution pourrait trouver un véritable usage polyvalent pour les élèves et les professeurs. Sur l'aile opposée, la partie administrative se développe le long de la façade faisant face au parvis avec le secrétariat à proximité de l'entrée principale et du hall d'entrée. La cuisine et ses dépendances techniques sont implantées en partie supérieure du réfectoire qui bénéficie de trois accès distincts (un depuis le hall d'entrée, un depuis le pôle sportif et un donnant directement sur la cour de récréation. Cette dernière joue un rôle prépondérant dans la distribution de l'ensemble de l'école de par sa position centrale.



#### Gestion des accès & des circulations

A l'image de la forme du bâtiment, la gestion des accès se veut limpide. Depuis le parvis du clos Wagner, l'accès principal de l'école se déploie sur une largeur de 10m afin d'accueillir les élèves. Clôturé par une grille, ce passage couvert extérieur permet de rejoindre directement la cour de récréation, véritable cœur extérieur de l'école. Depuis ce passage couvert, on peut également accéder au pôle du premier cycle des maternelles ou vers le hall d'entrée intérieur abritant l'escalier principal et l'accès

## approche programmatique

### expérience spatiale



vers la partie administrative et le réfectoire. Cette configuration permet de multiplier les modalités de gestion d'entrée des élèves selon les âges, les saisons et l'horaire tout en limitant la quantité de personnel nécessaire à la surveillance. Un accès secondaire pour les professeurs et le personnel administratif est situé à proximité de l'angle ouest du bâtiment où un local vélo dédié permet d'accéder à la partie réfectoire et administrative sans passer par l'entrée principale. Sur cette partie du bâtiment, on y retrouve également l'accès indépendant de Sibelga à la cabine Haute Tension. Compte tenu de la présence d'un chemin d'accès carrossable séparant le bâtiment des terrains de tennis, il est proposé d'y implanter l'accès public aux pôles sportif et réfectoire. Utilisée par les habitants du quartier, cette entrée permet de compléter la présence des équipements publics sportifs déjà présents sur cette partie du site (tennis et pétanque). Cette entrée indépendante du reste de l'école permet d'accéder aux sanitaires, aux vestiaires de la salle de sport et au réfectoire. En face de cette entrée pour un usage externe, les élèves disposent en journée d'un accès indépendant donnant directement à la cour de récréation.

La douceur des formes organiques des circulations horizontales se retrouvent également dans le dessin des escaliers. Un escalier principal situé à l'intérieur permet depuis le hall d'entrée d'accéder directement au premier étage. Cet escalier est complété par deux autres circulations accessibles depuis l'extérieur multipliant à l'envie les possibilités ludiques d'arpenter le bâtiment. La disposition simple de ces circulations verticales permet un usage exclusif à l'intérieur du bâtiment (par exemple en hiver), hybride ou uniquement par l'extérieur selon les saisons, l'autonomie des élèves ou le projet pédagogique soutenu par l'école. Au premier étage, trois sas permettent de connecter la coursive extérieure. Ces sas thermiques permettent d'offrir suffisamment de sorties de secours tout en abritant les sanitaires. Cette logique est reprise au rez-de-chaussée pour le pôle maternel.

Les escaliers extérieurs reliant la cour de récréation centrale et la coursive se veulent aussi le support aux jeux pour les plus petits (cabanes, toboggans). Enfin un dernier escalier permet d'atteindre la toiture pour accéder à des zones de potagers urbains et à l'entretien des installations techniques.

# approche programmatique

## expérience spatiale

### Zone sportive

salle de sport / psychomotricité  
rangements  
vestiaires  
sanitaires

### Zone réfectoire

réfectoire  
sanitaires  
cuisine  
réserve & rangements  
local poubelle

### Zone administrative

secrétariat  
direction  
bureaux  
salles de réunion  
infirmierie

### Zone maternelle

cycle M0-M1-M2  
agora  
sanitaires  
local sieste  
local psychomotricité  
rangement extérieur

### Zone primaire

classes des cycles M3-P1-P2 / P3-P4 & P5-P6  
salles polyvalentes  
agora  
sanitaires



Rez-de-chaussée



Premier étage



Salle de sport (16.)



Réfectoire (9.)



Classe primaire (31.)



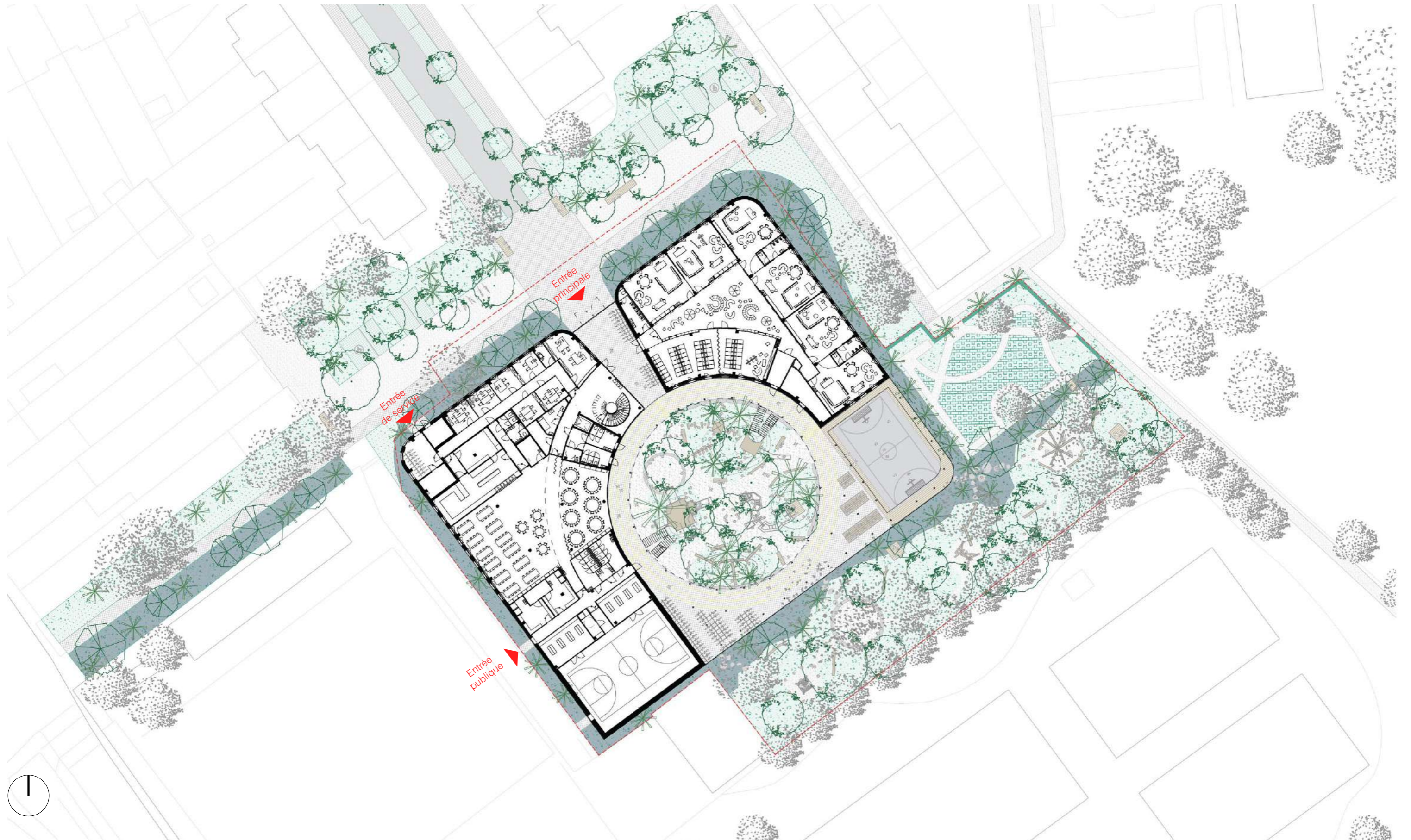
Agora (32.)



Salle des professeurs (28.)

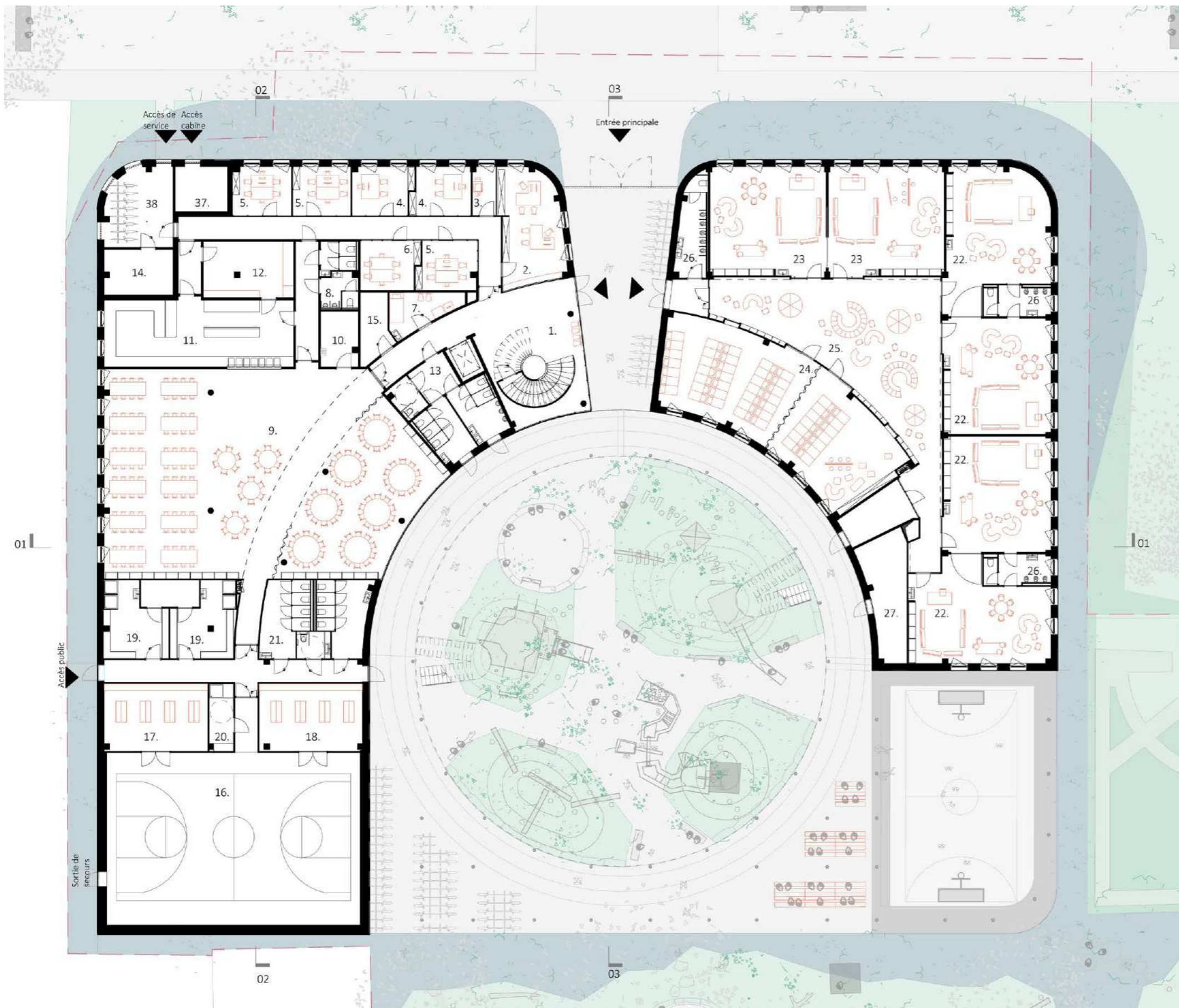


**approche programmatique**  
plan d'implantation



# approche programmatique

## plan du rez-de-chaussée



### Zone administrative

1. Hall d'entrée 120.76 m<sup>2</sup>
2. Secrétariat 30.09 m<sup>2</sup>
3. Local photocopieuse 5.06 m<sup>2</sup>
4. Bureau direction 12 m<sup>2</sup>
5. Bureau polyvalent 12.38 m<sup>2</sup>
6. Salle réunion direction 12.49 m<sup>2</sup>
7. Infirmerie 10.24 m<sup>2</sup>
8. Sanitaires du personnel 8.95 m<sup>2</sup>

### Zone réfectoire

9. Réfectoire 280.05 m<sup>2</sup>
10. Rangement réfectoire 9 m<sup>2</sup>
11. Cuisine 55.81 m<sup>2</sup>
12. Réserve 22.01 m<sup>2</sup>
13. Sanitaires 33.02 m<sup>2</sup>
14. Local poubelle 13.46 m<sup>2</sup>
15. Rangement rdc 8.37 m<sup>2</sup>

### Zone sport

16. Salle de sport 191.27 m<sup>2</sup>
17. Rangement matériel école 30.27 m<sup>2</sup>
18. Rangement matériel tiers 30.11 m<sup>2</sup>
19. Vestiaires élèves 18.08 m<sup>2</sup>
20. Vestiaire prof / PMR 7 m<sup>2</sup>
21. Sanitaire mixte 35.4 m<sup>2</sup>

### Zone maternelle

22. Classe maternelle M0 & M1 54 m<sup>2</sup>
23. Classe maternelle M2 55 m<sup>2</sup>
24. Local de sieste 107.71 m<sup>2</sup>
25. Local de psychomotricité 118.8 m<sup>2</sup>
26. Sanitaires 28.81 m<sup>2</sup>
27. Rangement extérieur 20.57 m<sup>2</sup>

### Zone technique

37. Cabine haute tension

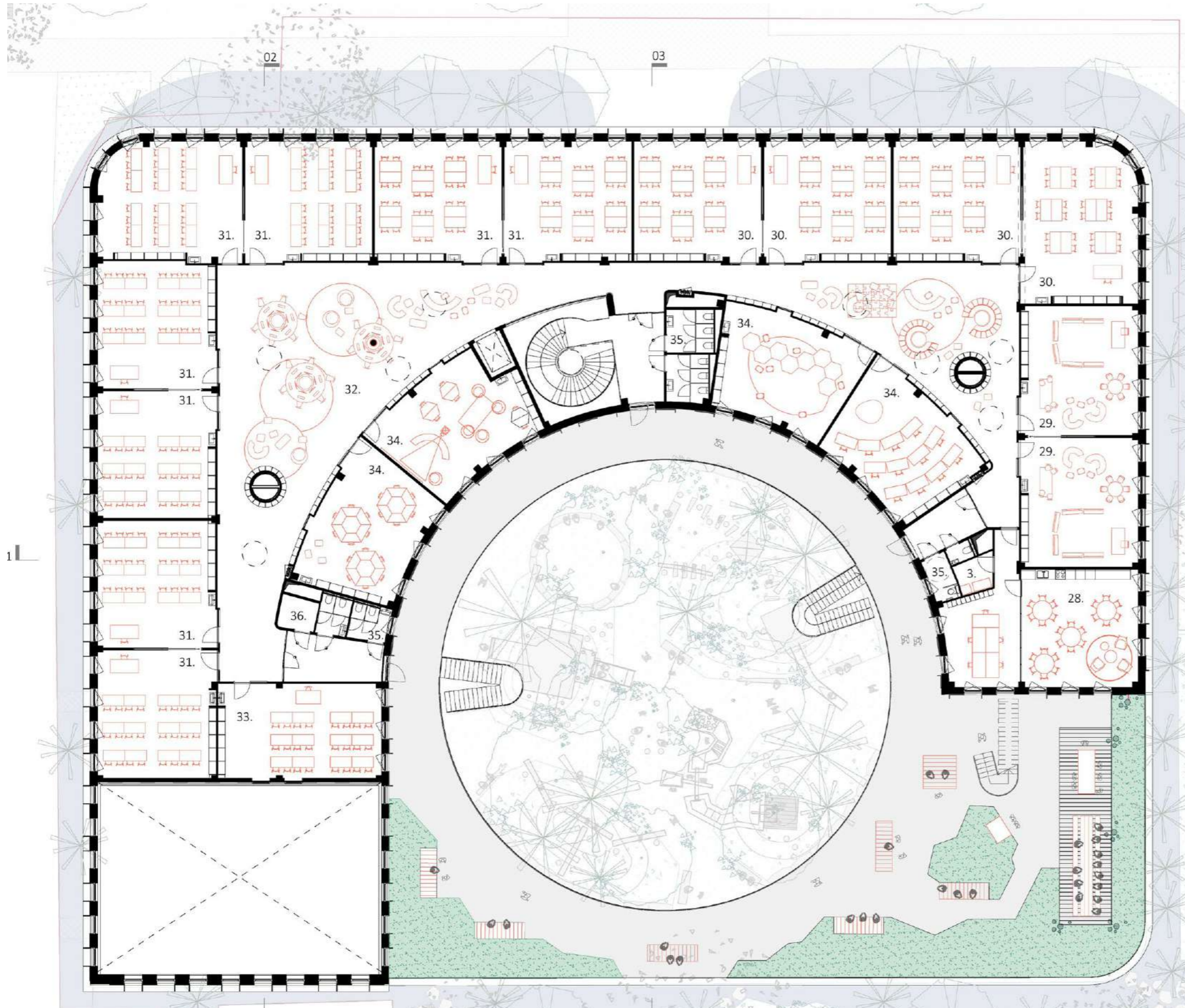
### Zone extérieur

38. Local vélos dédié aux professeurs



# approche programmatique

## plan du premier étage



### Zone administrative

- 3. Local photocopieuse 4.37 m<sup>2</sup>
- 28. Salle des professeurs 80.41 m<sup>2</sup>

### Zone primaire

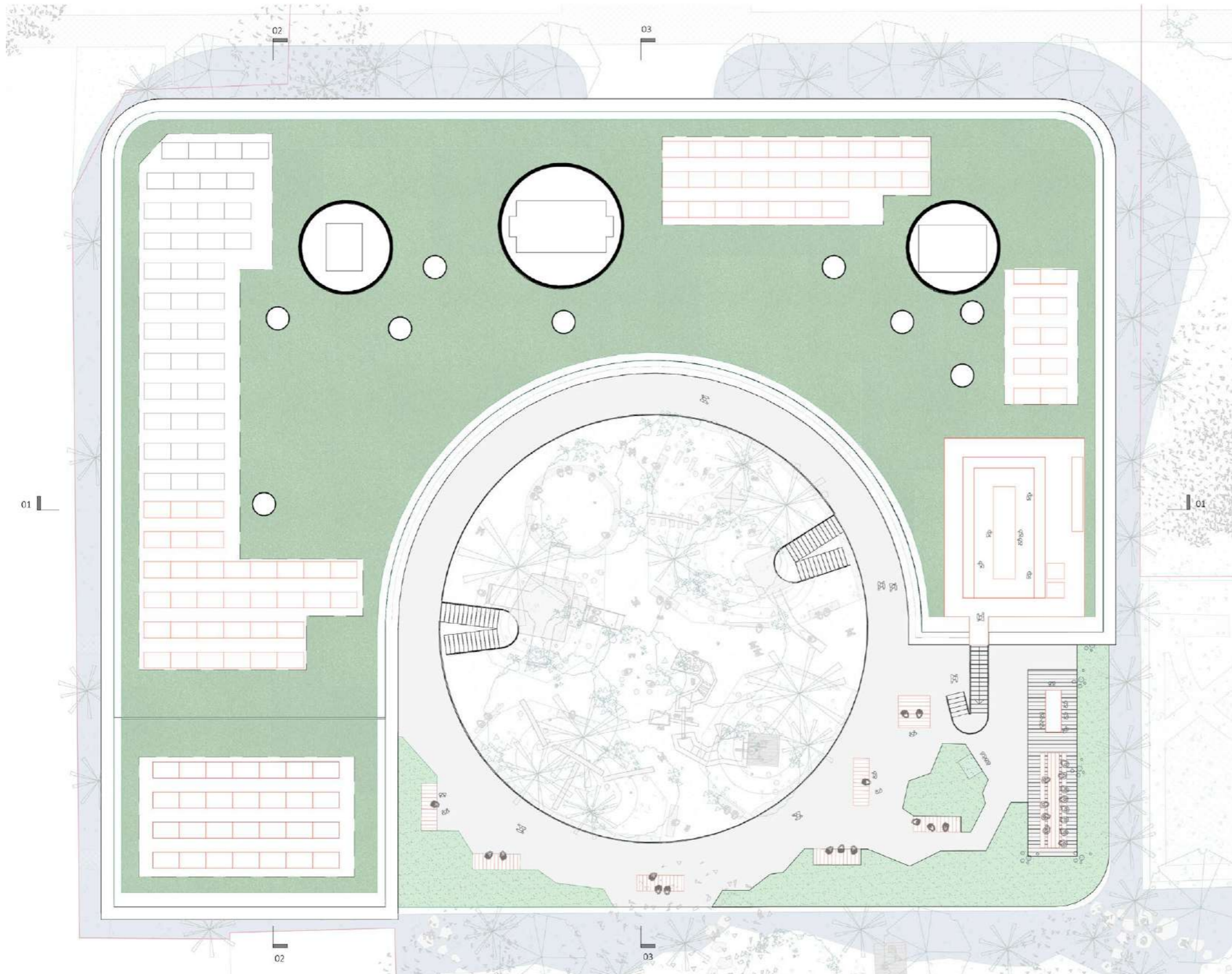
- 29. Classe maternelle M3 54.76 m<sup>2</sup>
- 30. Classe primaire P1-P2 55 m<sup>2</sup>
- 31. Classe primaire P3-P6 54 m<sup>2</sup>
- 32. Espace agora 366.17 m<sup>2</sup>
- 33. Salle de néerlandais 55 m<sup>2</sup>
- 34. Salle polyvalente 52 m<sup>2</sup>
- 35. Sanitaires élémentaires 31.64 m<sup>2</sup>

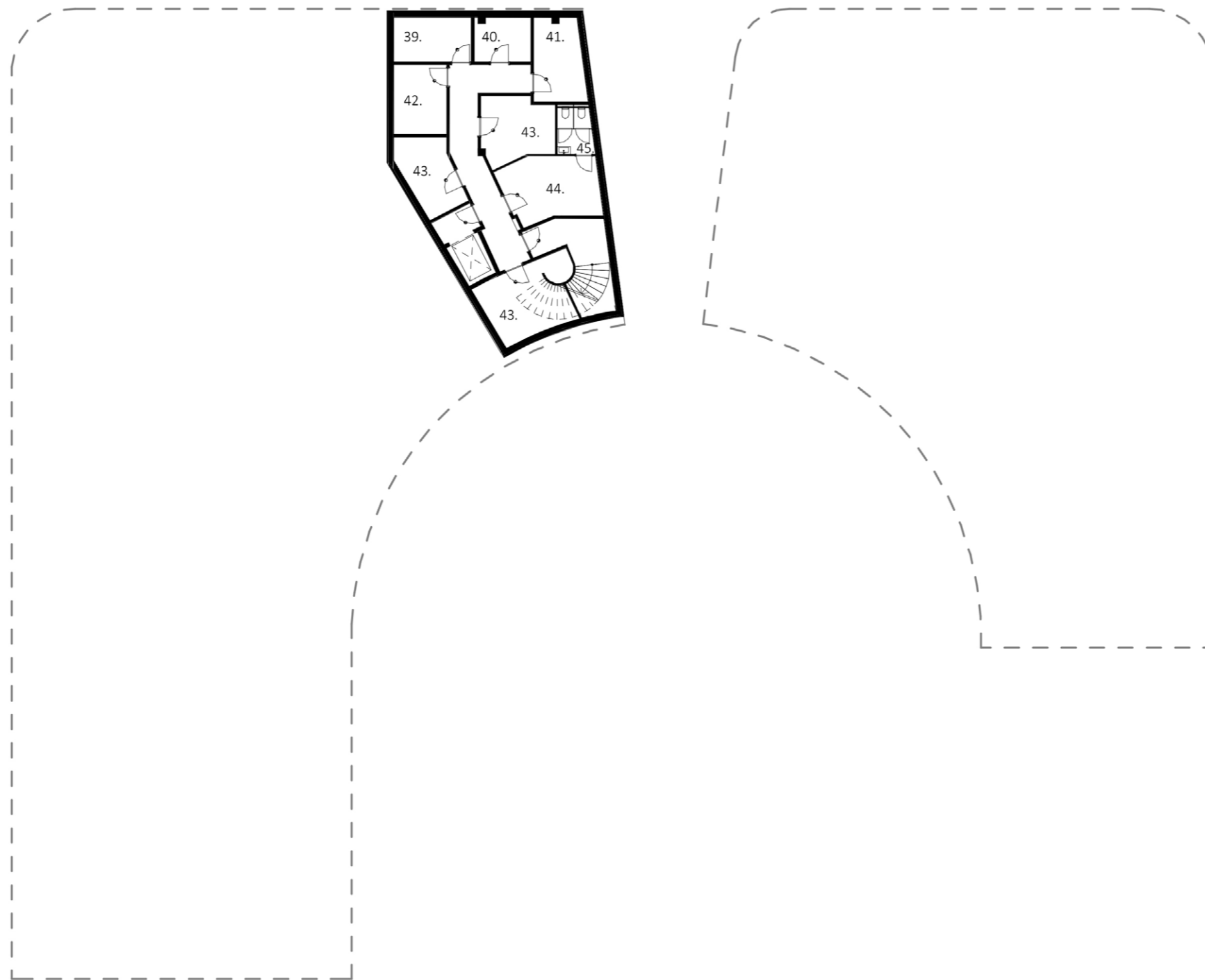
### Zone réfectoire

- 36. Rangement matériel d'entretien étage 4.22 m<sup>2</sup>

# approche programmatique

## plan de la toiture





**Zone technique**

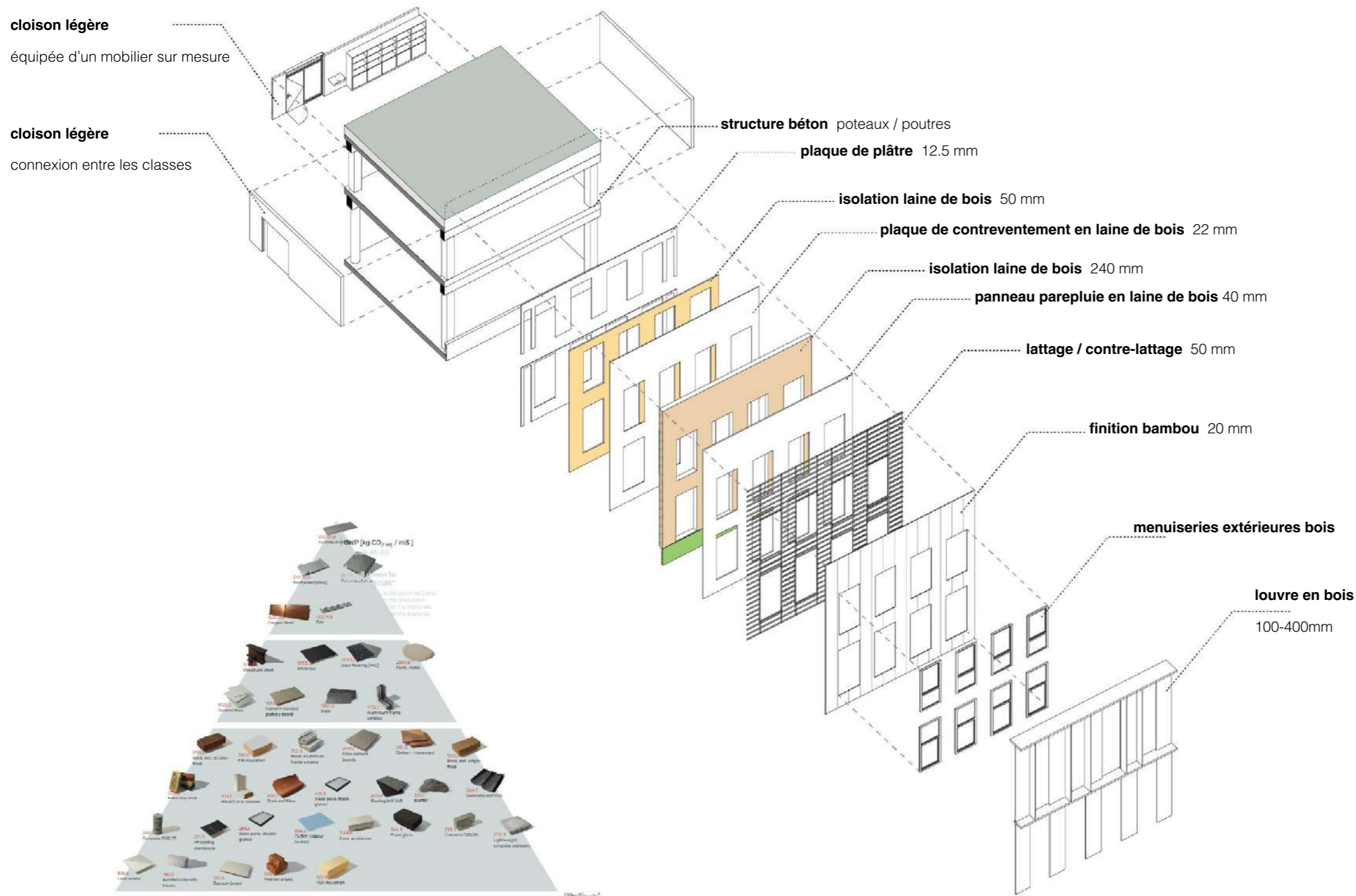
- 39. Locaux compteurs (élec) 9.58 m<sup>2</sup>
- 40. Locaux compteurs (eau) 6.89 m<sup>2</sup>
- 41. Local HVAC 11.31 m<sup>2</sup>
- 42. Local data 10.3 m<sup>2</sup>

**Zone administrative**

- 43. Archives 40.37 m<sup>2</sup>
- 44. Vestiaire nettoyeuses 16.24 m<sup>2</sup>
- 45. Sanitaire personnel 4.81 m<sup>2</sup>

# approche constructive

## circularité, modularité, flexibilité



En 2019 le CINARK, « Centre for Industrialised Architecture de la Royal Danish Academy », a développé cette pyramide peu connue pourtant très utile. Elle permet de comparer, par exemple, les empreintes de CO2 entre différentes catégories de matériaux ou entre types de matériaux au sein d'une même catégorie. Elle permet également de visualiser les différents types d'impacts environnementaux des différents matériaux. L'objectif est de fournir un moyen simple d'obtenir une vue d'ensemble rapide de la durabilité relative des différents matériaux de construction.  
<https://www.reemploi-construction.brussels/news/article/la-pyramide-des-matieres-de-construction/>

## circularité, modularité, flexibilité

### Une méthodologie pour des choix durables

Il a été fait appel à Natura Mater, une agence de guidance et sourceurs de matériaux durables, pour nous aider dans nos choix de matériaux et nos réflexions sur l'économie circulaire. Cette agence nous guidera tout au long du processus afin de concrétiser les ambitions du projet. La réflexion sur la durabilité des matériaux se fait sur plusieurs niveaux et à des temporalités différentes, et cette réflexion permettra au programme de se doter d'un fil rouge de durabilité. La vision est basée sur trois piliers : des matériaux sains pour un environnement sain, la préfabrication et sa dimension sociale et des systèmes constructifs modulaires et flexibles.

### Des matériaux sains pour un environnement sain

Les matériaux biosourcés et géosourcés détiennent des propriétés uniques de régulation hygrométrique, de déphasage thermique et d'isolation. Lorsque le bien-être et la santé de l'usager sont mis au premier plan (qualité de l'air intérieur, confort d'été comme d'hiver, performance acoustique, régulation de la condensation...) le choix de matériaux naturels s'avère bien avisé. A une échelle plus macro, ces matériaux sont dotés d'un bilan carbone et d'un impact climat négligeables, étant fabriqués à partir de matières premières abondantes avec des procédés de transformation peu énergivores (paille, chanvre, bois, graminées). Comme le montre la pyramide des matériaux, les choix se sont orientés vers des éléments excluant le recours à des procédés de fabrication issus de la pétrochimie. Ce sont les éléments à la base de la pyramide qui ont été privilégiés. A titre d'exemple concret, les structures des façades et les éléments de remplissage des façades seront en bois certifié FSC ou PEFC. Pratiquement, l'ensemble des façades extérieures sont constituées de caissons en ossature bois, isolées à l'aide de laine de bois, munies de menuiseries en bois et recouvertes, à l'étage, de bois labélisé (bambou) et au rez-de-chaussée, de panneaux composites naturels. Ces choix se veulent le reflet d'un aspect naturel en lien avec la pédagogie de l'école. A titre d'exemple, le bambou est un matériau durable qui présente une combinaison unique de croissance rapide, de faible impact environnemental, de flexibilité et de durabilité.

### Préfabrication et dimension sociale

Au-delà des matériaux durables, les systèmes modulaires ou démontables ont été privilégiés, ayant recours à la construction sèche pour les travaux les plus impactant (façades et cloisonnement intérieur).

Le recours à la préfabrication des façades en caissons bois permet une meilleure gestion des matériaux, ce qui réduit les pertes et les déchets sur le chantier. En réduisant le gaspillage de matériaux, en optimisant le processus de construction et de transport, la

# approche constructive

## circularité, modularité, flexibilité



Plafond à base de fibres de bois



Sol en marmoleum



Caissons bois en fabrication à l'atelier (bois et isolation en fibre de bois)



préfabrication peut contribuer à réduire l'impact environnemental global du projet. La préfabrication peut réduire la quantité de déchets de chantier, contribuant ainsi à réduire l'impact environnemental global de la construction. Cela simplifie le processus de gestion des déchets de construction. En contrôlant les matériaux utilisés en atelier, il est plus facile d'atteindre des normes élevées en matière d'isolation thermique et acoustique, ce qui améliore la performance énergétique et le confort des bâtiments.

En outre, les ateliers de l'avenir (partenaire réalisant les caissons bois) est une entreprises de travail adapté qui offre des opportunités d'emploi aux personnes en situation de handicap (sourds et malentendants et personnes présentant des déficits mentaux), favorisant ainsi leur inclusion sociale et professionnelle. L'embauche de personnes handicapées contribue à la diversification de la main-d'œuvre, ce qui apporte de nouvelles compétences et perspectives à l'entreprise et plus particulièrement au monde de la construction. La préfabrication en atelier nécessite des compétences spécifiques pour la conception, la fabrication et l'assemblage des caissons. Cela peut créer des emplois spécialisés dans l'industrie de la construction et de la fabrication pérennisant dès lors l'emploi des personnes en situation de handicap.



La préfabrication des murs ossatures bois en atelier offre de nombreux avantages en termes de qualité, de rapidité, de sécurité, de société, d'image et d'efficacité globale de la construction. Elle nécessite une planification minutieuse et une coordination précise entre l'atelier et le chantier afin d'en tirer pleinement parti.



Misapor - granulats de verre cellulaire recyclé



Caissons bois prêts à être livrés



AGC building - façade en bardage bambou (@Samyn & partners)

### Systèmes constructifs modulaires et flexibles

La résilience du bâtiment dans le temps se traduit par un plan flexible constituée d'une grille structurale formée par un système de poteaux-poutres en béton. Ses dimensions permettent au bâtiment d'être modulé et d'évoluer sans effort dans le temps. En effet, la hauteur sous-plafond au rez-de-chaussée est de 4.00m et celle du 1er étage de 3.00m. Dès lors, inutile de démolir pour le faire place à une nouvelle affectation. En effet, le choix structural s'étant porté sur un « squelette » simple de conception dont les cloisons légères viennent clore les espaces entre eux, il est facilement imaginable de le transformer dans le temps. L'utilisation de caissons pour les éléments pleins de façades permet le démontage facile des façades, tout en gardant la structure primaire de poteaux-poutres. Les systèmes de cloisons qui sont composés uniquement de matériaux secs les rend démontables assez simplement. Ces transformations peuvent consister à redessiner les espaces de classes pour les faire évoluer selon le programme pédagogique, reconfigurer l'école dans son entièreté ou changer d'affectation

### Matériaux géosourcés proposés :

- Façades : Caissons en bois labélisé préfabriqués munis de panneaux pare-pluie et contreventement en fibre de bois. Le tout recouvert de bardage en Bambou (neutre en Co2 et grande stabilité dans le temps) ;
- Isolation des parois hors-sol, plafond et toiture plate : panneaux en fibre de bois ;
- Dalle de sol (sous dalle du rez-de-ch.) isolée à l'aide de granulats en verre cellulaire recyclé (impact Co2 5x moindre que PUR) ;
- Parachèvements intérieurs : revêtement de sol en linoléum (marmoleum à base de toile de jute et huile de lin), revêtement partiel des murs intérieurs à base de panneaux de bois et faux-plafond de type organic.

### Principe de préfabrication des caissons bois

Les éléments structurels des parois sont préfabriqués sous forme de parois 2D en atelier et acheminés d'un seul tenant sur chantier. Ils sont manutentionnés à l'aide d'une grue et raccordés (fixations + resserrages + étanchéités) à la structure béton. L'ensemble des caissons sont également couturés entre eux pour des raisons de stabilité (sauf au droit d'un joint de dilatation). Pour les parois du présent projet, les longueurs des caissons feront environs 7m80 (distance entre deux axes structurels – équivalent à une classe). Cela permet de minimiser le temps de montage sur site et également le nombre de raccords entre parois. Seule exception, les éléments aux coins du bâtiment et au centre du bâtiment seront de largeurs réduites afin de respecter l'apparence courbe souhaitée par les architectes.

**Le revêtement de façade en bambou** est considéré comme un matériau durable pour plusieurs raisons :

- Croissance rapide : Le bambou peut atteindre sa maturité en seulement 3 à 5 ans, ce qui est beaucoup plus rapide que les autres arbres qui peuvent prendre des décennies pour atteindre leur maturité.
- Faible impact environnemental : Le bambou est une plante à faible impact environnemental, car il ne nécessite pas de pesticides ni d'engrais pour croître. De plus, sa croissance rapide aide à absorber plus de dioxyde de carbone que les autres arbres.
- Flexibilité : Le bambou est un matériau très polyvalent qui peut être utilisé pour une variété de produits, tels que des meubles, des revêtements de sol, des panneaux de particules et des accessoires de construction.
- Durabilité : Le bambou est un matériau durable et résistant qui peut durer pendant des décennies sans se dégrader. Il est également très résistant aux termites et aux moisissures, ce qui le rend idéal pour une utilisation dans des environnements humides.

## note acoustique

### Impositions acoustiques

Les critères acoustiques pris en considération dans le cadre du projet sont les suivants :

- Norme NBN S.01.400-2 confort normal (2012) – Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires
- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale (21 novembre 2002) relatif à la lutte contre les bruits de voisinage

### Points d'attention

#### Cloisons

Afin d'augmenter la flexibilité future de l'école, un système de cloison légère a été prévu. Le nombre de plaques et leurs masses surfaciques combiné avec un système de montant qui optimise le découplage a été sélectionné afin de garantir un isolement de minimum 44dB entre classe, et minimum 32dB entre classe et zones de circulation.

Entre la salle de sport et la classe/salle polyvalente, compte tenu des performances très importantes à atteindre en termes d'isolement aux bruits aériens et de transmission de bruits d'impact, il a été décidé de désolidariser complètement cette salle par rapport au bâtiment scolaire - joint de dilatation – et de réaliser les murs en maçonnerie.

#### Planchers

Afin de se conformer à la norme, les planchers qui séparent le niveau +1 du rez de chaussée est composé de hourdis, 375kg/m<sup>2</sup>, avec une chape flottante au-dessus. Ce système permet, grâce à sa masse, de garantir un isolement aux bruits aériens important ; et d'éviter la transmission de bruit de chocs grâce au matelas élastique prévu entre la chape et les hourdis.

#### Façades

Le site se trouve dans un environnement relativement calme. Il se trouve dans un clos, à plus de 140m des grands axes routiers et le niveau de bruit sur site est compris entre 55dB(A) et 60dB(A). Comme la cour de récréation est partagé entre les élèves de maternelle et de primaire, afin d'éviter de devoir surdimensionner les façades, les classes ne donnent pas sur la cour de récréation.

Ces 2 facteurs permettent d'avoir un indice d'isolement global de façade relativement bas, D<sub>Atr</sub> ≥ 26dB. Malgré cet environnement calme, les éléments de façade en caissons bois procure un isolement de 48dB tel qu'imposé par la norme.

### Temps de réverbération

Un point très important dans les écoles est la qualité acoustique dans les salles qui est représenté par le temps de réverbération. Afin de respecter les impositions de la norme tout en préservant les qualités esthétiques de ce bâtiment il est prévu de réaliser un traitement partiel du plafond dans les classes, bureaux et les zones de circulations avec des panneaux de fibres de bois (type Heraklith).

Dans la zone agora, qui est en base une zone de circulation, qui nécessite selon la norme un traitement acoustique partiel – surface d'absorption équivalente à 40% de la surface au sol – il a été décidé de placer un faux-plafond en fibre de bois (ou laine minérale comprimé) sur l'ensemble du plafond, coefficient d'absorption  $\alpha_w = 1,0$ , ce qui représente une surface d'absorption équivalente à 100% de la surface au sol.

Ce traitement permettra de se rapprocher du temps de réverbération demandé dans le cahier des charges, à savoir 0,6 secondes.

Dans le réfectoire il a également été décidé de traiter l'entièreté du plafond avec ces panneaux de fibre de bois.

Et dans la salle de sport, un traitement complet du plafond et une partie des murs seront recouverts avec ces panneaux absorbants.

En ce qui concerne le local photocopie, le local de rangement de la salle de sport, et le local du personnel de nettoyage, dans un souci d'économie, vu l'utilisation ponctuelle de ces locaux et l'absence d'imposition dans la norme, il n'a pas été prévu de traitement acoustique.

### HVAC

La ventilation est assurée par un système double flux centralisé. Afin d'éviter que le bruit passe d'un local à un autre par le gainage, des flexibles acoustiques de minimum 1m de long ont été prévus avant toutes les bouches de ventilation : pulsion et extraction.

Les groupes se trouvent en toiture, sur des appuis antivibratoires, et un écran est prévu autour des groupes afin de se conformer aux impositions du permis d'environnement (respect de l'ordonnance bruit).

Le chauffage est assuré par des pompes à chaleurs placées en toiture. Suivant le niveau de bruit produit par ces pompes à chaleurs, un socle flottant et un écran acoustique seront placés afin de garantir les impositions de niveau de bruit dans les classes et vers l'environnement.

### Limitation du niveau de bruit à l'extérieur en limite de propriété

L'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale (21 novembre 2002) relatif à la lutte contre les bruits de voisinage impose que les niveaux de bruit produit par les installations techniques mesurés à l'extérieur (en limite de propriété) soient limitées aux valeurs suivantes : Les valeurs limites sont des valeurs exprimées en dBA. Elles dépendent de la période de référence et sont fonction de la zone d'immission dans laquelle les mesures sont effectuées.

Les zones sont celles définies par le Plan Régional de l'Affectation au Sol (PRAS) dans le cas présent le bâtiment se situe en zone 3 : **zone de sports ou de loisirs de plein air.**

Le tableau suivant donne les valeurs limites d'application, à savoir le niveau de bruit spécifique émis par l'installation [L<sub>sp</sub>], ainsi que le nombre [N] d'événements produits par l'installation par période d'une heure, définis par le dépassement du seuil [S<sub>pte</sub>], ne peuvent dépasser les valeurs reprises ci-dessous :

Période	Valeurs limites en dBA									
	A			B			C			
Zones	L <sub>sp</sub>	N	S <sub>pte</sub>	L <sub>sp</sub>	N	S <sub>pte</sub>	L <sub>sp</sub>	N	S <sub>pte</sub>	
Zone 1	42	20	70	36	40 <sup>a</sup>	10	66	30	5	60
Zone 2	46	20	70	39	45 <sup>a</sup>	10	66	35	5	60
Zone 3	48	30	78	42	48 <sup>a</sup>	20	72	38	10	72 <sup>a</sup>
Zone 4	51	30	80	45	50 <sup>a</sup>	20	76	40	10	72
Zone 5	54	30	80	48	54 <sup>a</sup>	20	80	42	10	78
Zone 6	60	30	80	54	60 <sup>a</sup>	20	86	48	10	78

Principes structurels

La structure est composée d'une ossature en poutres et colonnes en béton préfabriqués. Les dalles sont constituées de hourdis avec dalle de compressions pour les zones de forme rectangulaire et de prédalles pour les zones à géométrie plus compliquées.

Le volume de la salle de gym est lui constitué partiellement de prémurs afin d'éviter l'encombrement des colonnes. Les parois périmétriques du sous-sol et la cage d'ascenseur sont également exécutées en prémurs.

Les façades sont réalisées en caissons bois accrochés à la structure béton. Le contreventement du bâtiment est assuré par la cage d'ascenseur et un encastrement en pied des colonnes béton.

Etant donné les dimensions et la forme du bâtiment, un joint de dilatation es prévu.

Pour le préau/la coursive, une charpente métallique galvanisée (car extérieure), supporte des dalles en béton armé préfabriquées. L'ensemble du bâtiment est conçu REI60, en respectant les normes Incendie.

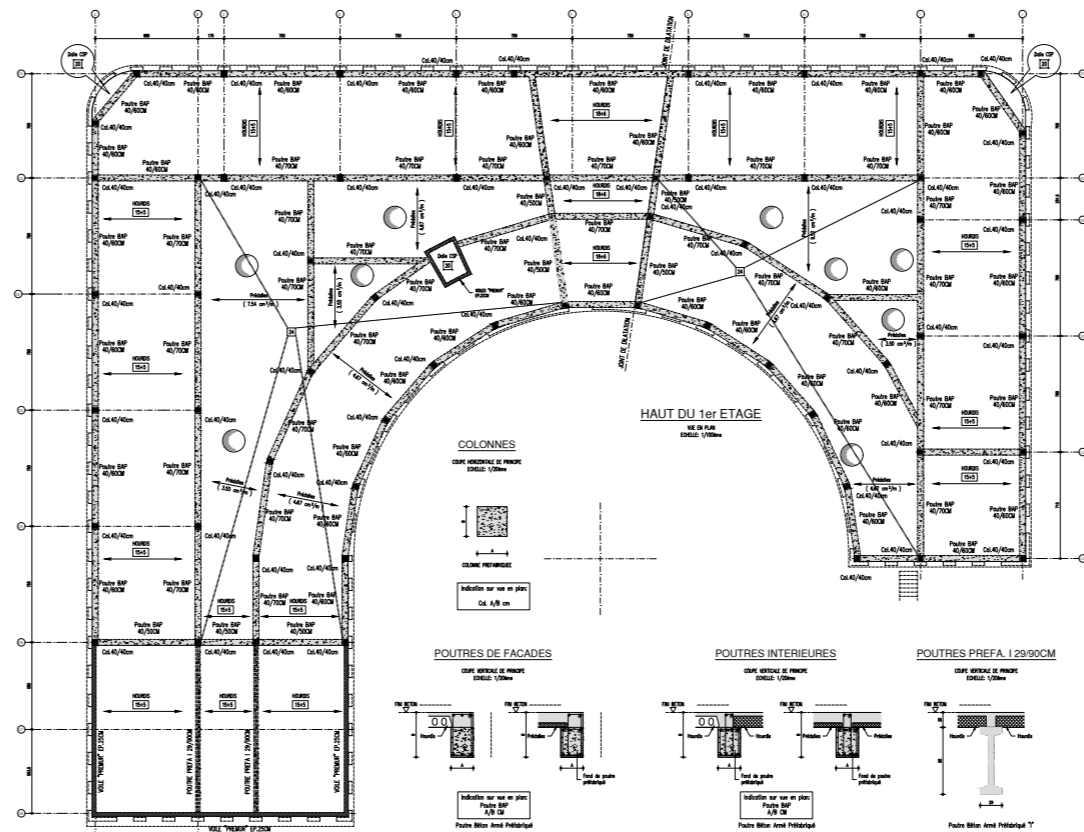
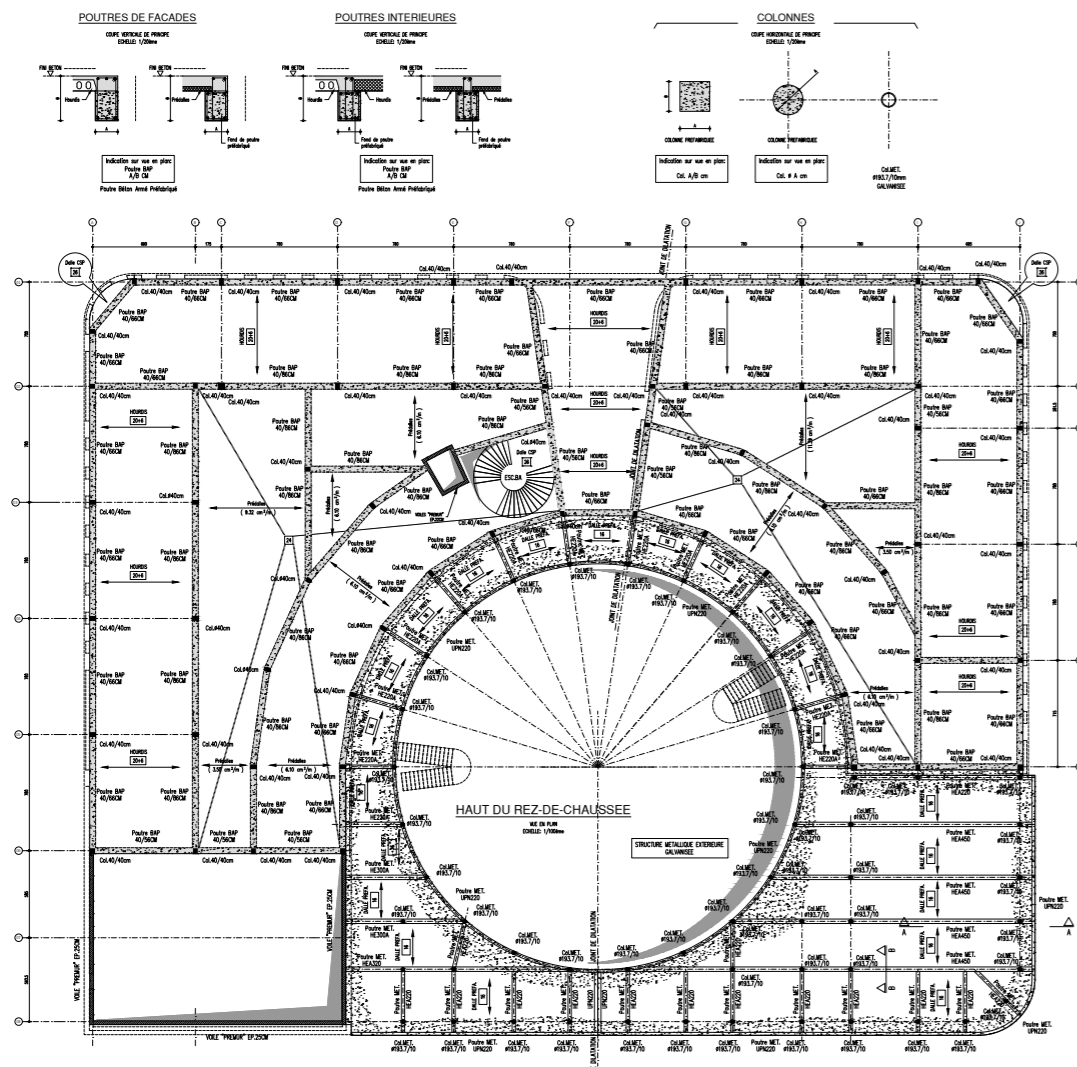
Sur base du rapport d'essais de sol reçu, les fondations du bâtiment seront constituées d'un radier, avec surépaisseur sous les colonnes. Pour la coursive/le préau, des semelles isolées sont envisagées sous les colonnes de la charpente métallique.

Flexibilité

La conception en poutres-colonnes de la structure permet une totale flexibilité des volumes et espaces : seules les colonnes, sont structurales. Les autres éléments verticaux sont des cloisons qui peuvent être déplacées selon l'envie en fonction de l'évolution des activités dans le bâtiment.

Rapidité d'exécution

Les différents systèmes constructifs choisis permettent une exécution rapide sur chantier. Pendant la période de mobilisation de l'entrepreneur et l'exécution du radier de fondations, la quasi-totalité des éléments constructifs peuvent être fabriqués en atelier avant un montage rapide sur chantier. En effet, aussi bien les colonnes, poutres et dalles en béton préfabriqué que les hourdis, les prédalles, les éléments de façade et la charpente métallique requièrent un montage aisé sur chantier. Seuls le radier, la dalle de compression des hourdis, le remplissage des prémurs et le béton de seconde phase des prédalles nécessiteront un bétonnage sur site, permettant des délais d'exécution très concentrés.



## Techniques spéciales / durabilité

Du point de vue environnemental, afin de répondre aux enjeux bas carbone, et de résilience, le projet a été étudié d'abord en architecture, mais en étroite collaboration avec le reste d'ingénieurs de conception, pour rationaliser l'utilisation de ressources et limiter le recours à des techniques coûteuses et consommatrices. Une symbiose des compétences et l'habitude du travail en équipe, entre les différentes disciplines de conception, permettent une réponse globale.

Depuis plusieurs années, notre équipe de conception propose des solutions et travaille sur des projets « ZÉRO ÉNERGIE FOSSILE », car nous sommes convaincus de l'urgence d'accélérer la transition énergétique et s'affranchir du gaz. Notre expérience à ce sujet nous permet de l'optimiser et d'aller encore plus loin, pour ce projet, dans cette approche ambitieuse, pour rendre notre solution très efficiente sous tous les angles.

Le projet développe un bâtiment en interaction positive avec son environnement. La priorité est l'habitabilité et le confort global des futurs occupants. Au-delà des questions purement techniques, la stratégie énergétique et environnementale aborde transversalement la question de la durabilité à travers les notions de :

- CONFORT : compris au sens large de plaisir, satisfaction, bien-être, en termes de climat intérieur et en lien avec l'environnement.
- PÉRENNITÉ : le projet est vu comme un défi sur le long terme dans sa robustesse, sa capacité à évoluer et la longévité des choix constructifs et esthétiques.
- LOW-TECH : des systèmes simples et non technologiques sont privilégiés plutôt qu'une complexification de la construction et une dépendance à la technique.
- Vision d'avenir ZERO ENERGIE FOSSILE

### Logique du Trias Energetica

Notre note s'articule autour du concept de trias energetica. Dans un premier temps, nous avons analysé et optimisé l'enveloppe du bâtiment en étroite collaboration avec toutes les disciplines présentes autour de la table, l'architecture, mais également le conseiller en matériaux, l'acousticien, la stabilité et l'entreprise. Au-delà de la diminution de la demande grâce à l'enveloppe, nous avons également tenu compte de l'énergie grise et des aspects de circularité du bâtiment pour poser des choix raisonnables et pérennes.

Nous avons ensuite travaillé sur les énergies renouvelables disponibles et pertinentes. Comme explicité en détail plus bas dans cette note, nous avons fait des allers-retours avec l'architecture/

l'enveloppe pour garantir le bon choix des sources d'énergies renouvelables. Il apparaît par exemple que **la géothermie n'est pas nécessaire dans notre projet grâce à une optimisation poussée des complexes de façade.**

A la première lecture écarter cette technologie dans le contexte actuel pourrait sembler une faiblesse, tant cette technologie est prisée. L'ensemble de l'équipe applique par ailleurs cette solution sur d'autres dossiers. Nous sommes au contraire convaincus que **notre solution ne présente que des avantages pour propriétaire et occupant.** Nous démontrons un maintien du confort même lors de vagues de chaleurs extrêmes. Le bâtiment pouvant à la rigueur servir d'abri tempéré pour les occupants des logements sociaux avoisinants puisque le confort y est toujours présent.

Se passer de géothermie offre également un budget pour d'autres actions prioritaires comme le choix de matériaux biosourcés essentiels dans le cadre de bâtiments scolaires.

Au niveau de l'entretien également, un manque de maîtrise de l'équilibre thermique du sol peut avoir des conséquences très gênantes comme cela s'est présenté sur d'autres projets, où il a fallu faire fonctionner des équipements de nuits ou en dehors des occupations pour recharger le sol.

Une partie de la toiture est occupée par des panneaux solaires photovoltaïques dont l'électricité sera en majeure partie autoconsommée.

Vient enfin la partie non-renouvelable des techniques mises en place. Grâce aux dispositions précédentes, elles sont d'ampleur limitées. **Nous avons fait des choix pour qu'au niveau de l'entretien et des coûts d'exploitation, ce soit le plus raisonnable possible** tout en prenant ou en visant les technologies les moins polluantes (voir détail des installations techniques plus loin dans ce document).



principe du trias energetica - source Guide batiment durable

## Conception bioclimatique

Plusieurs sont les priorités qui ont guidé les choix et solutions bioclimatiques retenues pour ce projet, afin de trouver l'équilibre optimal et de répondre aux contraintes parfois contradictoires :

- Garantir le confort thermique en hiver et en période chaude.
- Permettre une utilisation des espaces aisée et confortable aussi en qualité d'air et de lumière.
- Limiter un maximum la consommation en énergie.

### Orientation du bâtiment

Orientation et implantation : outils d'optimisation de la performance du bâtiment. L'implantation du bâtiment intègre plusieurs aspects pour optimiser son impact :

- La majorité des classes sont orientées NE ou NO pour éviter un ensoleillement direct trop important pendant les heures d'occupation. Prise en compte de la position réelle du soleil tout au long de la journée et de la végétation environnante. Limitation du risque d'éblouissement et de surchauffe. (Voir image de la course du soleil.)
- Un apport solaire adapté est toutefois garanti dans l'ensemble pour ne pas pénaliser le besoin de chauffage.
- Une utilisation audace de la parcelle : surfaces construites et non construites.

Cette disposition intelligente permet de réduire la consommation d'énergie liée au chauffage en même temps que le confort estival est garanti (voir plus loin). Comme le risque d'éblouissement est, en plus, réduit pour la plupart des classes, le temps d'utilisation de l'éclairage artificiel peut être optimisé.

### Conception très approfondie des façades

De nombreuses analyses et un travail important de coordination ont été réalisés par l'équipe de conception pour trouver la solution de façade qui répond de manière optimale et équilibrée à tous les enjeux :

- Renforcer l'identité et l'image du bâtiment, affirmer l'intention architecturale de cette intervention, aussi bien à l'échelle de l'école qu'à l'échelle du quartier.
- Score environnemental ambitieux et utilisation des matériaux biosourcés.
- Minimiser les pertes par transmission.

- Permettre un éclairage naturel de qualité.
- Contrôler le risque de surchauffe.
- Impact budgétaire réaliste et maîtrisé.

**Les façades retenues répondent à tous ces critères.** Notamment, grâce aux aspects suivants qui ont été tous analysés spécifiquement :

- Un rythme modulaire : simplicité, flexibilité, préfabrication.
- Un rapport optimisé de surface vitrée et opaque : équilibre entre déperditions, ensoleillement, éclairage.
- Parties opaques : Complexe multicouche (en bois, fibres de bois et laine de bois) étudié en détail pour garantir un niveau d'isolation très élevé.
- Parties vitrées : performances adaptées pour un bilan à l'optimum (déperditions / surchauffe)
- Dispositifs architecturaux verticaux en saillie. Ils ont été analysés et nuancés par orientation et par étage, avec des profondeurs et positions différentes pour contribuer à l'amélioration du confort en période chaude et pour rythmer la façade.
- Pas besoin de protections solaires mobiles extérieures pour garantir confort. (Voir partie confort estival et simulation dynamique.)

Cette solution de façade, avec son rythme et ses éléments de type exosquelette en bois, pourrait facilement se prêter à une adaptation pour une éventuelle évolution ultérieure du bâtiment, pour aller encore plus loin dans la protection contre les températures extrêmes. (Par exemple, en ajoutant des éléments horizontaux ou des protections mobiles low-tech entre les montants extérieurs existants.)

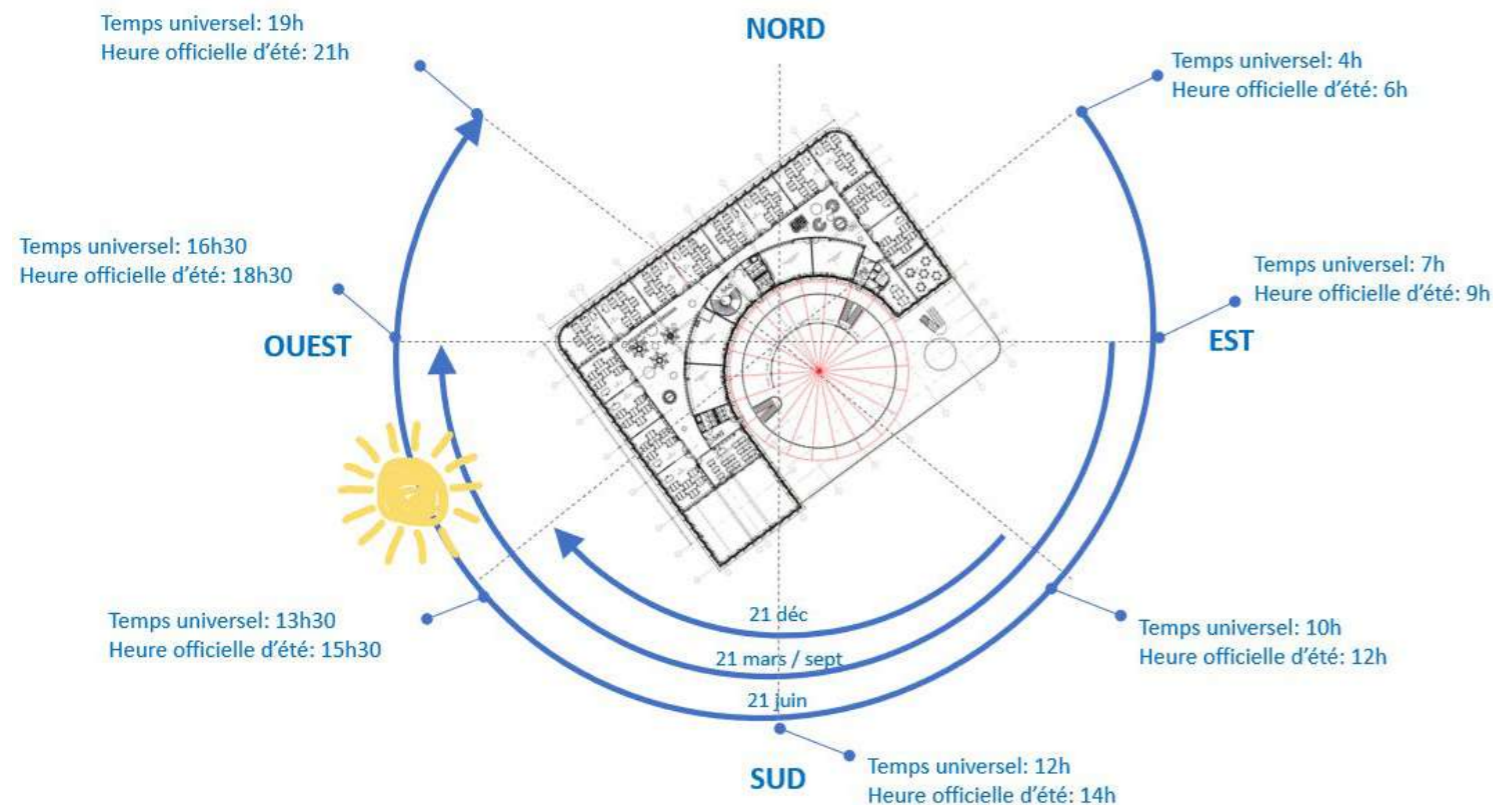
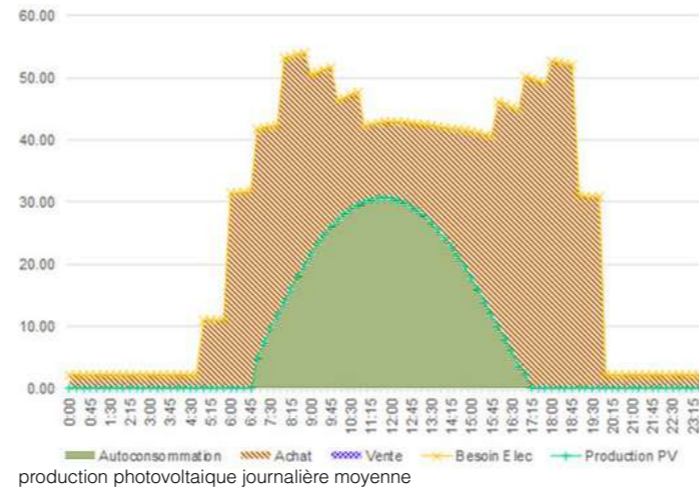
Notre objectif a été de concevoir un bâtiment très ambitieux, qui répond à tous les besoins actuels et des années à venir, avec de moyens rationnels : **une architecture « future proof »**. Mais, qui présente, en plus, un potentiel qui lui permettrait de s'adapter à d'éventuels scénarios non prévus actuellement : **« responsive architecture »**.

### Impact sur la consommation en énergie

La réflexion poussée sur la conception architecturale bioclimatique du bâtiment ensemble avec les choix techniques retenus ont permis d'atteindre une **performance énergétique exemplaire**, qui, au-delà de l'exigence PEB-NZEB, garanti un grand potentiel d'adaptabilité et d'évolution - (Voir note PEB.)

Le bâtiment, étant donné sa conception optimisée, pourrait, en fait, être conforme PEB sans à peine de complément en production solaire photovoltaïque. Cependant, notre proposition est beaucoup plus ambitieuse et, dans la **logique d'une vision d'avenir « zéro énergie fossile »**, nous avons décidé de profiter du potentiel photovoltaïque et prévoyons une installation pour autoproduire une partie des besoins en électricité.

- Favoriser l'autoconsommation et l'autonomie
- Une moindre vulnérabilité face aux éventuelles hausses de prix de l'énergie, très probables dans un scénario instable comme l'actuel.



## Confort estival – Simulation dynamique

Un des enjeux prioritaires actuellement est de garantir le confort estival. La surchauffe lors d'une vague de chaleur, ou même en mi-saison, est souvent devenue problématique. Nous proposons une combinaison de solutions à des échelles différentes pour garantir le confort en période chaude :

- Renforcer les caractéristiques d'îlot de « fraîcheur » de la parcelle avec une présence généralisée de végétation et d'eau dans les abords.

- A l'échelle du bâtiment, une conception bioclimatique très poussée (voir point précédent) qui garantit un environnement intérieur confortable sans avoir recours à un refroidissement actif. Pour y arriver, la simulation dynamique a été utilisée comme un vrai outil de conception, et pas seulement comme un pur moyen de vérification.

### Confort adaptatif - réel

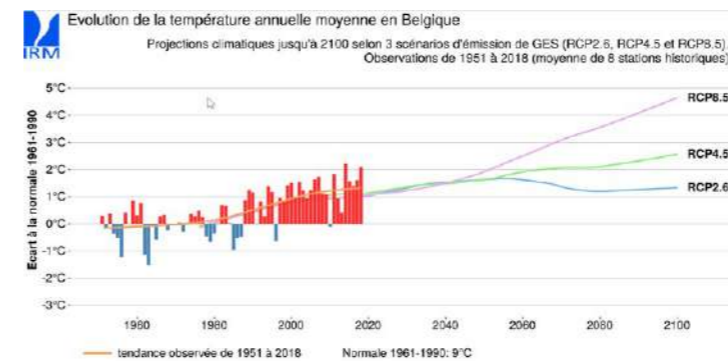
Comme spécifié dans le CDC, ce critère est évalué suivant la norme NBN EN 16798-1 Cat II.

En absence de refroidissement actif dans le bâtiment, l'évaluation du confort par simulation dynamique est faite sur base du confort adaptatif.

C'est un critère plus proche du confort réellement ressenti par le corps humain, car le corps a une certaine capacité d'adaptation aux conditions météo des derniers jours. Un niveau de confort défini par une température fixe n'est pas très représentatif de la réalité ressentie.

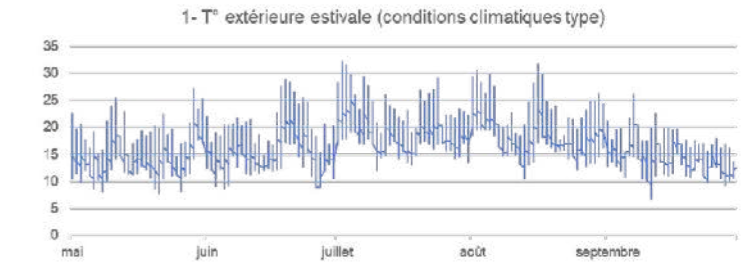
(Par exemple, sans refroidissement actif, avec des conditions extérieures de 40°C, ce n'est pas raisonnable d'établir le seuil de confort intérieur à une température  $\leq 25^\circ$ ).

### Analyse exigeante et tournée vers le futur

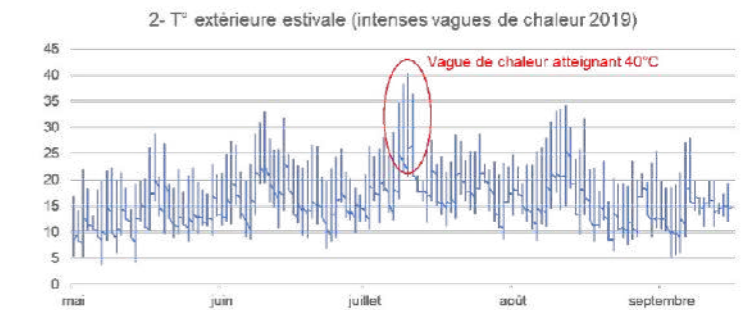


Les prévisions climatiques pour le futur étant pessimistes, nous avons utilisé deux scénarios pour nos simulations :

1. Climat estival type (actuel) : fichier météorologique type, représentatif du climat estival bruxellois actuel.



2. Climat estival extrême (prévisions futures) : fichier météorologique extrême, été 2019, avec de très fortes vagues de chaleur, épisode exceptionnel de canicule. Afin de faire une analyse sécuritaire, qui intègre les effets du changement climatique à l'horizon 2090.



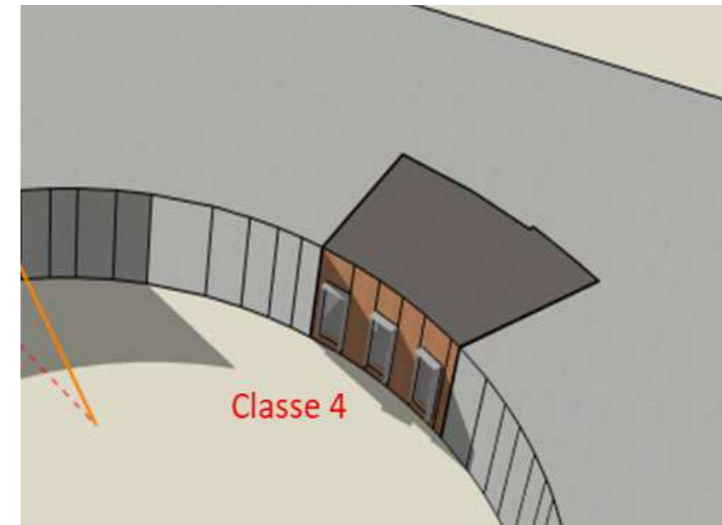
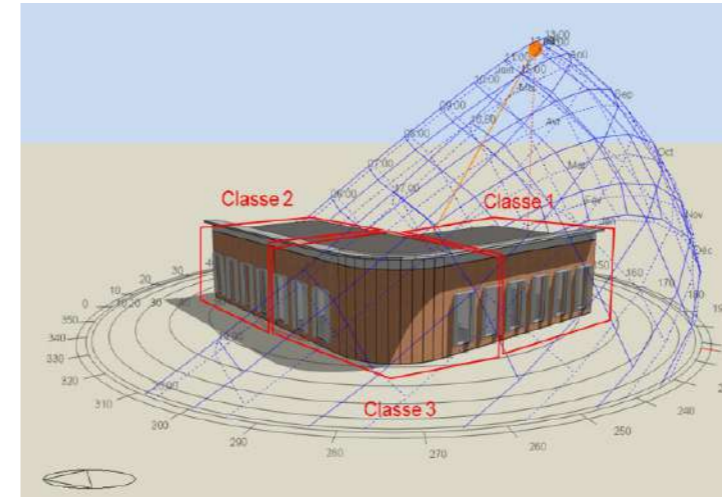
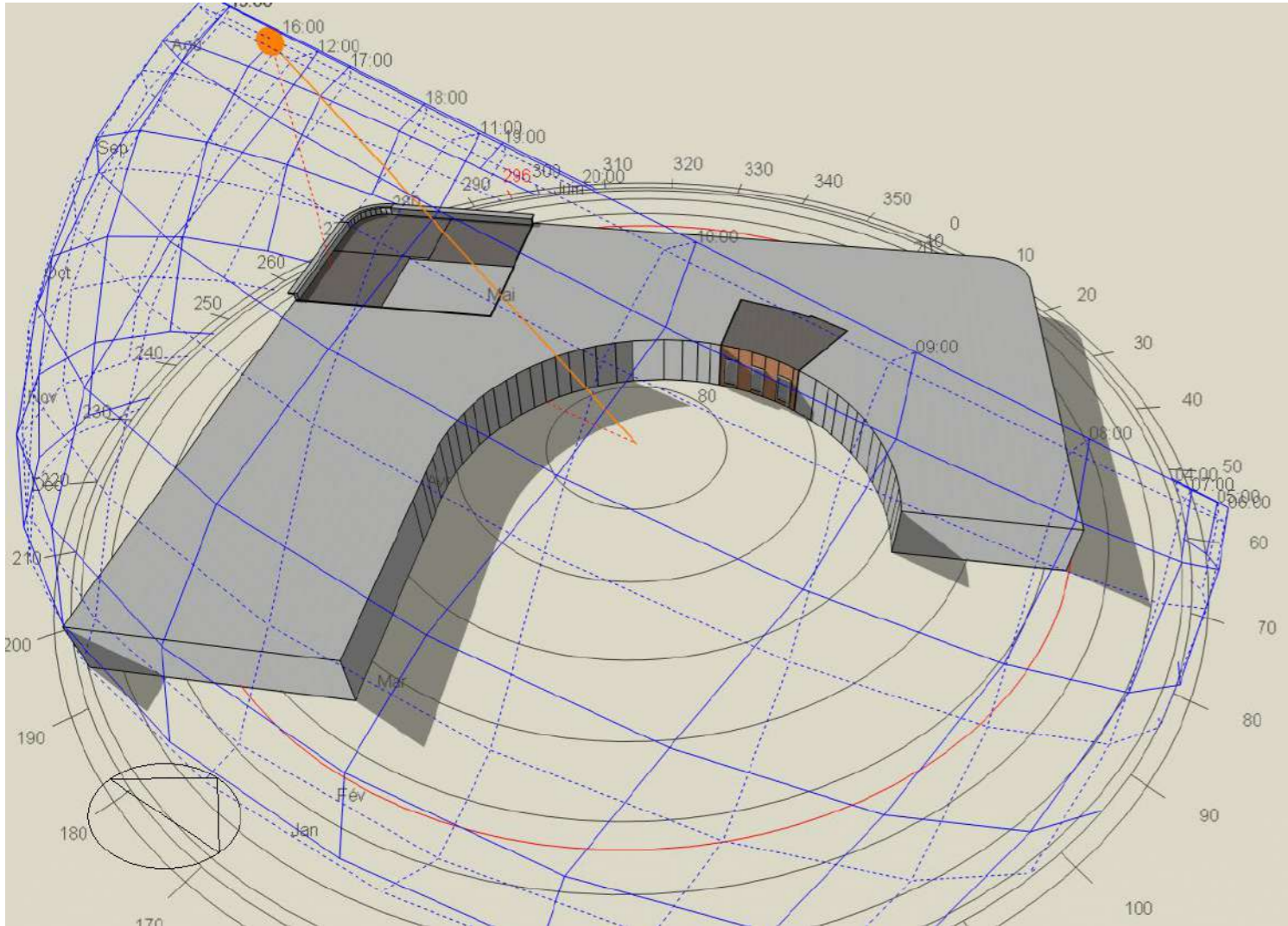
### Hypothèses de simulation

Suivant les spécifications du CDC plus les caractéristiques propres à notre projet.

C'est à noter que les heures et jours d'occupation, spécifiés dans le cahier de charges, sont de 7h30 à 19h30, tous les jours, même le weekend, même pendant les vacances.

Une ouverture des fenêtres est considérée aussi, évidemment, car c'est un facteur fondamental pour le confort ressenti et aussi pour l'expérience utilisateur (pouvoir agir). La consigne de température pour ouverture de fenêtres est :

$T^\circ \text{ ext} < T^\circ \text{ int} > 22^\circ\text{C}$



Résultats simulations dynamiques		Fichier météo 1 CLIMAT ESTIVAL TYPIQUE T°ext max : 32°C	
CLASSES	Nb heures dépassem confort	T° int max	% Dépassem annuel
Classe 1 : SO	39	29,8 °C	0,9%
Classe 2 : NO	10	28,9 °C	0,2%
Classe 3 : SO-NO	3	29,1 °C	0,1%
Classe 4 : SUD	22	29,4 °C	0,5%

Résultats simulations dynamiques		Fichier météo 2 CLIMAT ESTIVAL EXTRÊME T°ext max : 40,5°C	
CLASSES	Nb heures dépassem confort	T° int max	% Dépassem annuel
Classe 1 : SO	157	32,1 °C	3,6%
Classe 2 : NO	46	31,1 °C	1,1%
Classe 3 : SO-NO	51	31,3 °C	1,2%
Classe 4 : SUD	159	31,8 °C	3,6%

**Locaux étudiés par simulation dynamique**

Une sélection de 4 classes/salles a été réalisée pour couvrir les orientations les plus exposées au risque de surchauffe :

- Classe 1 : Orientation Sud-Ouest (SO)
- Classe 2 : Orientation Nord-Ouest (NO)
- Classe 3 : Double orientation Sud-Ouest/Nord-ouest (SO-NO)
- Classe 4 : Orientation Sud (S)

D'après les résultats, la classe la plus exposée serait la classe 1 SO.

A titre d'exemple, les graphiques des simulations propres à ce local sont illustrés à la page suivante.

**Interprétation des graphiques**

La limite supérieure pour la température de confort adaptative est la courbe grise.

On constate que **le confort est vraiment bien respecté**. Les dépassements de la température de confort sont très ponctuels et ils se concentrent notamment sur la période des congés scolaires, juillet-août. En outre, l'excès de température est très limité, quelques dixièmes de degrés, anecdotique, pour la plupart de ces cas.

Pour rappel, les hypothèses de simulation sont très sécuritaires concernant l'occupation de ces locaux, 7 jours par semaine, même les weekends et les congés, ce qui pénalise les résultats. Dans les conditions réelles d'utilisation, le confort sera encore d'avantage garanti.

**Interprétation et conclusion confort d'été**

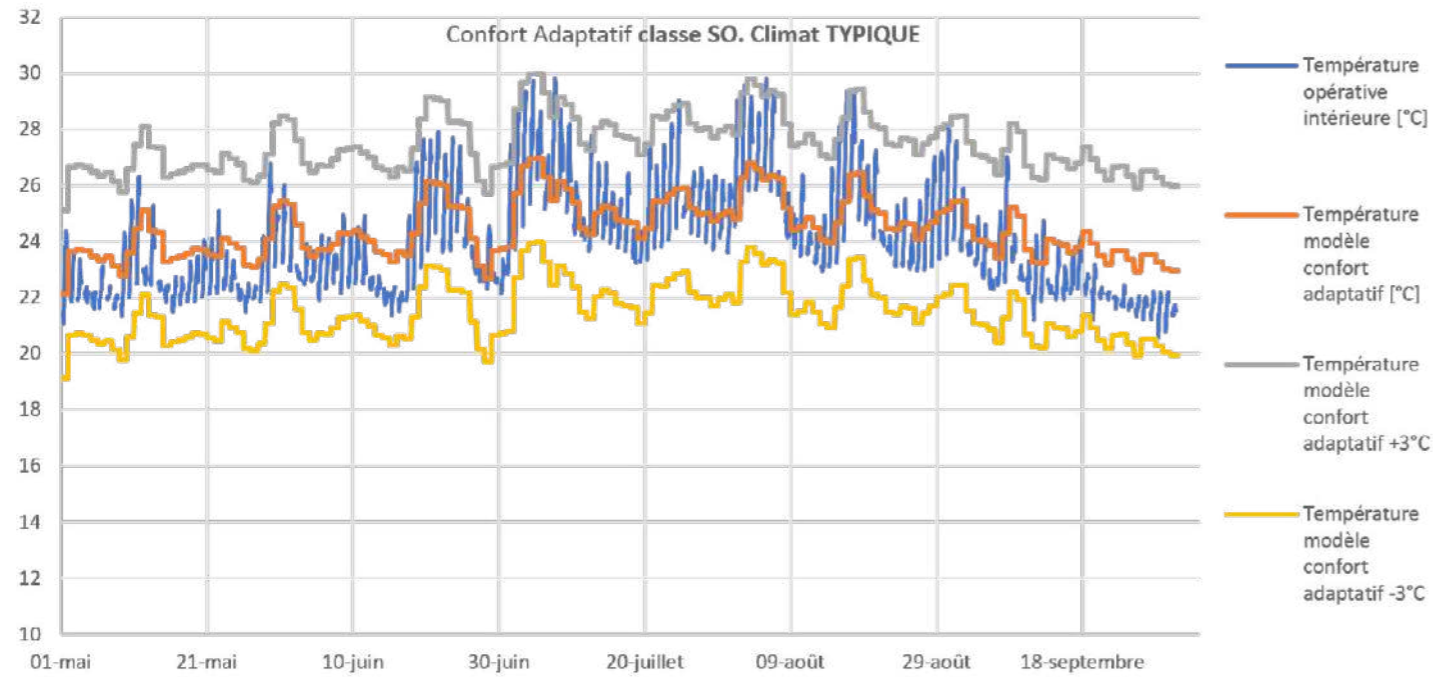
**Les résultats des simulations réalisées sont très positifs et rassurants.**

Pour les 4 classes, le dépassement du seuil de confort est inférieur à 1% du temps d'occupation pour le climat typique. Et même dans un scénario extrême le dépassement maximum est de 3,6%.

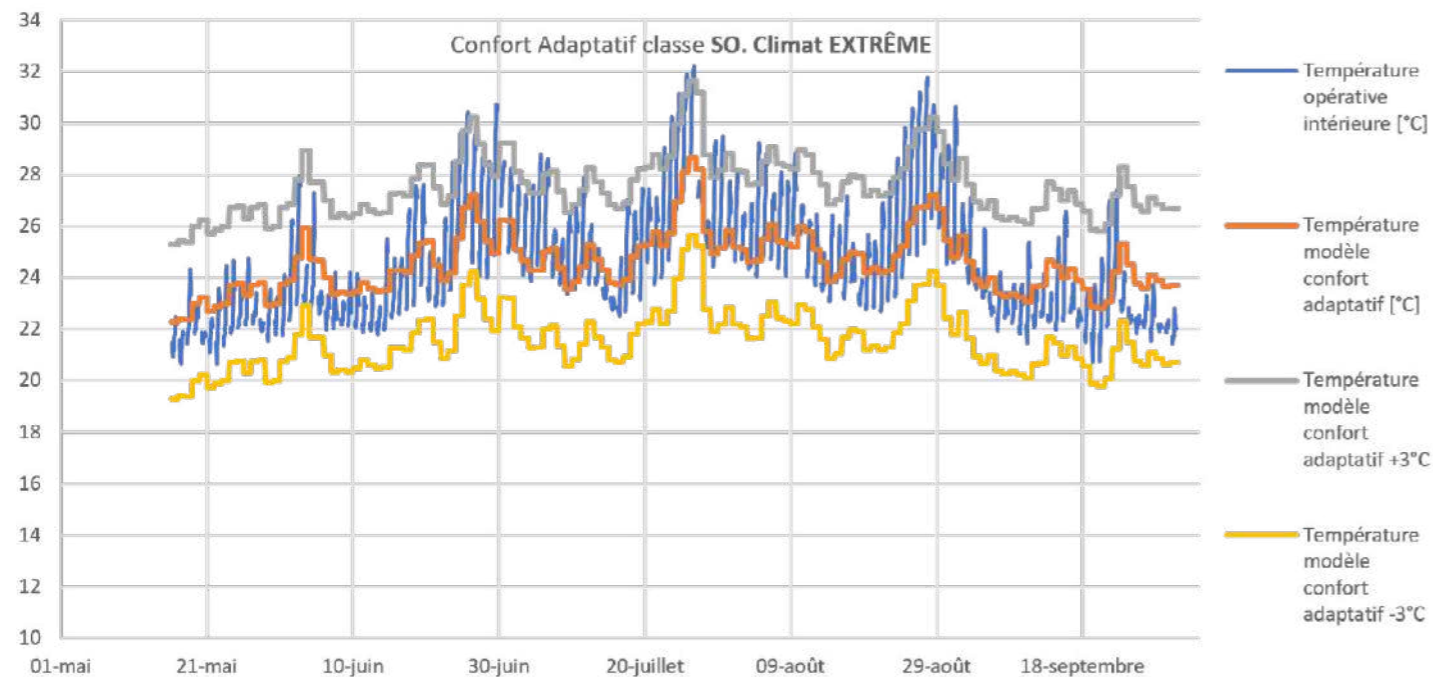
Quant aux températures maximales intérieures, elles restent toujours inférieures aux températures extérieures. D'ailleurs, la différence entre température extérieure et intérieure est spécialement favorable pour le cas du scénario extrême.

Tout ceci confirme le caractère très qualitatif et « futur proof » du bâtiment., qui répond de manière exemplaire aux périodes chaudes sans avoir recours à des technologies complexes.

Notre proposition pour l'école Les Bruyères est une solution performante, optimisée, et rationnelle suivant les moyens employés. C'est le résultat d'une conception transversale et coordonnée de toutes les disciplines pour atteindre des objectifs ambitieux.



Extrait de la période estivale pour le type de climat typique pour la classe 1 (coin SO)

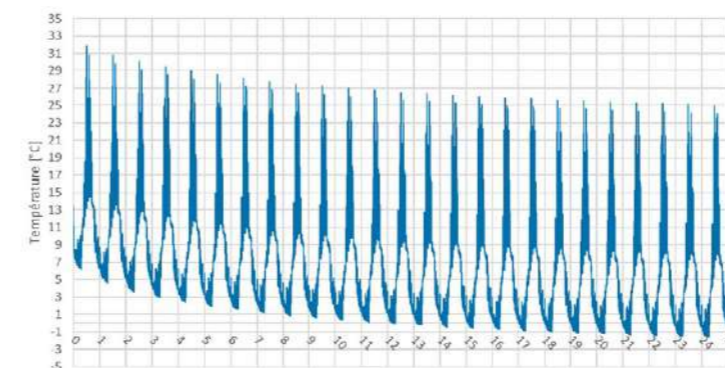


Extrait de la période estivale pour le type de climat extrême pour la classe 1 (coin SO)

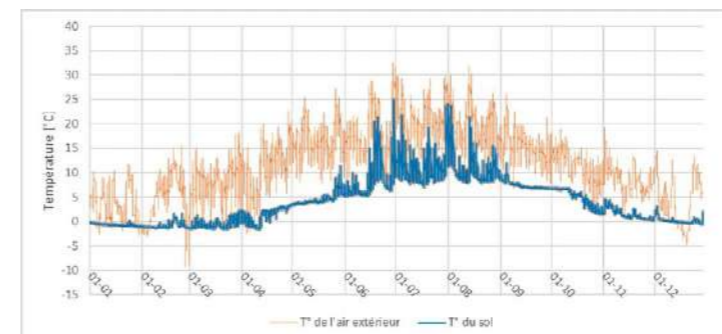
## Installations techniques

### Chauffage

Notre proposition est hors énergies fossiles. Afin de répondre aux besoins de chauffage, nous avons étudié en parallèle la pompe à chaleur air/eau et la géothermie (la riothermie n'étant pas possible après vérification). Après analyse de la simulation dynamique, le constat que le refroidissement n'est pas nécessaire, nous avons abandonné la géothermie. Le surcout de celle-ci avoisinait 175 000 €, pour des économies d'énergies de plus en plus faibles dans le temps car le sol se refroidit d'année en année lorsqu'on y puise des calories. Le SCOP des pompes à chaleurs propanes est élevé, 3,90 dans notre cas.



On voit sur la simulation EED ci-dessus que la température du sol diminue d'année en année.



Nous pouvons remarquer sur le graphique ci-dessus qu'en année 25, l'air extérieur est toujours plus chaud que le sol. Or c'est la température de la source qui donne à la PAC son COP favorable. Il est donc possible de conclure que dans notre cas, une géothermie serait défavorable. Nous optons donc pour la PAC air/eau.

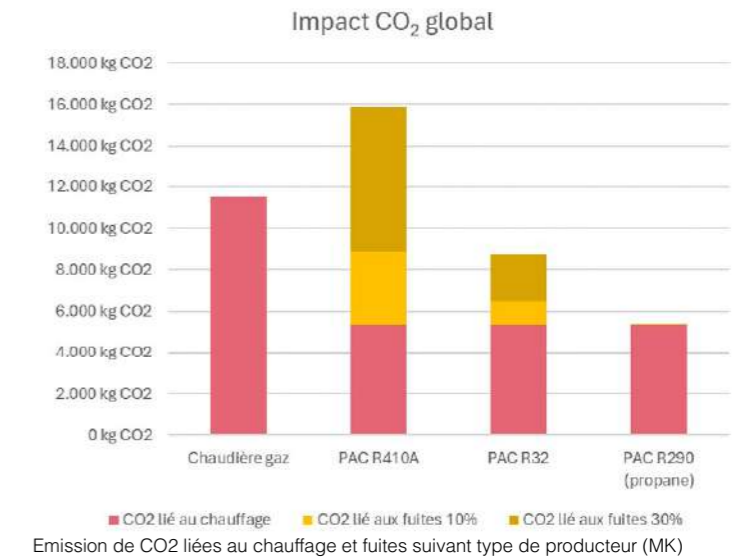
La PAC air/eau étant placée à l'extérieur, cela fait également de belles économies sur les espaces techniques (une PAC eau/eau et un collecteur devant être implantés en intérieur).

Au niveau du choix de la PAC, nous avons opté pour une pompe à chaleur monobloc au fluide naturel qu'est le propane (R290).

Les fluides tels que le R32 ou R410 sont des fluides brevetés qui coûtent cher au remplissage et à l'entretien et sont très polluants. Un point important qui est absent des bilans carbone est la fuite de fluide frigorigène pouvant le produire sur une installation de réfrigération ou une PAC. Or les fuites existent. Sur base d'une mesure en 1997, elles étaient de 30% de la masse de fluide par an (voir site energieplus), l'Ademe estime quant à elle qu'elles sont de ± 10% par an.

Suivant le type de fluide frigorigène, l'impact d'une fuite sera plus ou moins sévère. Nous avons comparé dans le graphique ci-dessous 3 PAC différentes et une chaudière. Le GWP (global warming potential) exprime le potentiel de réchauffement climatique du fluide par rapport au CO<sub>2</sub>. Pour le R410A, c'est 2088 (2000 x plus élevé), pour le R32, c'est 675. Pour le propane (R290) c'est 3.

Ce coefficient multiplié par le poids de fluides et par la perte (10 ou 30%) donne des émissions de CO<sub>2</sub> en plus.



On voit clairement sur le graphique ci-dessus qu'une chaudière à condensation peut être plus intéressante écologiquement qu'une pompe à chaleur traditionnelle et que notre pompe à chaleur est la plus écologique.

La distribution est réalisée en apparent au plafond du rez-de-chaussée au niveau des façades avec des piquages vers le haut et vers le bas pour alimenter les radiateurs. C'est une solution circulaire, il est en effet très aisé de modifier le circuit qui reste accessible en tout temps.

Les radiateurs sont posés perpendiculairement aux façades. Ils sont basse température (53°-45°C) et donc adaptés à la PAC. Ils sont équipés de vannes thermostatiques inviolables.

# approche constructive

## note techniques spéciales

### Ventilation

Nous avons au cours de l'élaboration du dossier étudié deux solutions de ventilation, à savoir le système C+ (amenées d'air par les châssis et extraction par ventilation dans les classes et couloirs) et le système D (amenée et extraction par ventilation mécanique avec récupération de chaleur).

Notre choix définitif s'est porté sur la ventilation à récupération de chaleur type D. Le débit considéré par élève est de 32 m<sup>3</sup>/h. personne et nous permet de rester sous les 900 ppm de CO<sub>2</sub>.

Les arguments qui nous ont conduits à ce choix sont les suivants :

- La ventilation double-flux nous permet de diminuer les besoins de chauffage par 2, voire 3.

Scénario 2 - Système C @100% Ventilation	École	Surf	Q Puls/Air neuf	P. Trans.	P. Vent.	P. Tot.	P. rel
	Total Pulsion	222 m <sup>2</sup>	3200 m <sup>3</sup> /h	3632 W	33951 W	35883 W	N.A.
	Classe 1	57 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	522 W	8288 W	8866 W	155 W/m <sup>2</sup>
	Classe 2	57 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	1173 W	8281 W	9454 W	167 W/m <sup>2</sup>
	Classe 3	54 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	703 W	8231 W	8935 W	166 W/m <sup>2</sup>
	Classe 4	55 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	1234 W	8254 W	9488 W	172 W/m <sup>2</sup>

Scénario 3 - Système D @100% Ventilation	École	Surf	Q Puls/Air neuf	P. Trans.	P. Vent.	P. Tot.	P. rel
	Total Pulsion	222 m <sup>2</sup>	3200 m <sup>3</sup> /h	3632 W	11291 W	14923 W	N.A.
	Classe 1	57 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	522 W	2844 W	3366 W	59 W/m <sup>2</sup>
	Classe 2	57 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	1173 W	2841 W	4014 W	71 W/m <sup>2</sup>
	Classe 3	54 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	703 W	2791 W	3495 W	65 W/m <sup>2</sup>
	Classe 4	55 m <sup>2</sup>	800 m <sup>3</sup> /h	1234 W	2814 W	4048 W	73 W/m <sup>2</sup>

- Les grilles dans les châssis sont un risque de nuisance acoustique et vu les débits, la longueur de châssis n'aurait pas suffi à amener tout l'air nécessaire.
- Le système D est plus efficace au niveau de la PEB, nous fait gagner près de 30% des points.

Nous prévoyons des **capteurs CO<sub>2</sub> dans les classes et réfectoire** avec une régulation du débit. La reprise se fait par un transfert via un flexible acoustique pour arriver dans le faux-plafond du couloir qui sert de plenum à la reprise en vrac au niveau des trémies.

La diffusion dans les classes se fait avec des grilles murales, ce qui est idéal.



Source : energiepluslesite.be

### Sanitaire

Les équipements sanitaires respectent les dispositions techniques et la description local par local. Nous proposons un **adoucisseur au CO<sub>2</sub>** car il est plus efficace et hygiénique que l'adoucisseur au sel.

Le réseau incendie est prévu et conforme aux normes de bases.

Comme spécifié dans la note de gestion de l'eau, la récupération d'eau de pluie n'est pas envisagée dans le projet car les toitures vertes provoquent peu d'écoulement. Il est de toute façon peu conseillé de mettre de l'eau de pluie récupérée dans les sanitaires de jeunes enfants.

Nous prévoyons les mesures suivantes de réduction de la consommation d'eau : réducteur de pression en amont du réseau, minimisation des longueurs de « bras mort », sélection de robinetteries et WC économes.

L'eau chaude sanitaire des douches de la salle de sport est préparée au moyen d'un **ballon thermodynamique** ayant les mêmes avantages et caractéristiques que la pompe à chaleur. Ce ballon peut alimenter 5 douches sans problème **sans boucle de distribution déperditive**. Les autres points de puisage en eau chaude sanitaire sont prévus avec boiler électrique.

### Electricité

Nous avons réalisé une estimation de la consommation électrique du bâtiment afin de sélectionner un transformateur adapté pour travailler avec le **meilleur rendement**.

L'architecture électrique choisie est telle que la mise en place des tableaux électrique permet de **réduire la quantité de câble** à mettre en œuvre.

### Installation photovoltaïque

A travers la conception du projet nous avons étudié en détail l'aménagement de la toiture pour trouver la solution optimale sous divers angles : flexibilité et fonctionnement technique, surface végétalisée, contrôle de l'impact visuel et acoustique, production d'énergie électrique photovoltaïque.

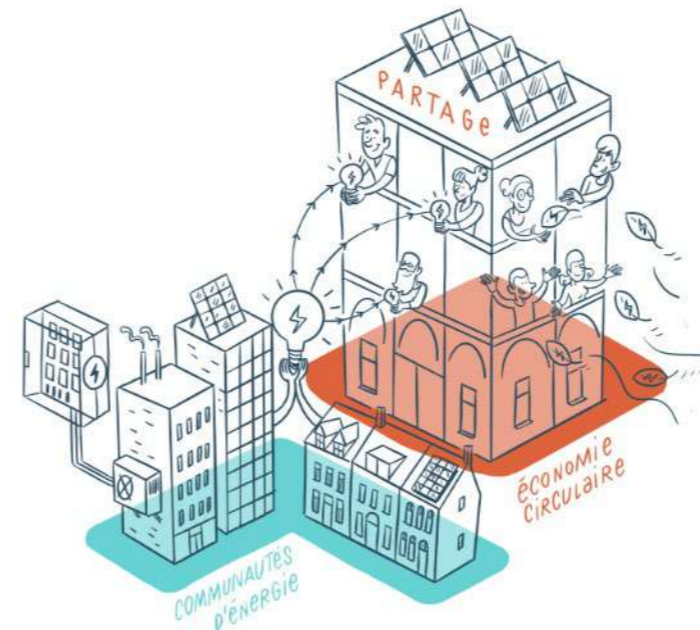
Cela nous a permis non seulement l'installation de base d'un champ solaire photovoltaïque, mais aussi d'offrir un important potentiel d'extension future.

Capteurs solaires prévus dans notre offre : installation de 40 panneaux de 400Wc, avec une puissance crête totale installée de 16 kWc.

Potentiel photovoltaïque extra : Nous sommes conscients que le scénario actuel n'est pas immuable, ni en termes de prévisions climatiques pour les décennies à venir, ni en termes des prix de l'énergie. Avoir donc un potentiel d'extension future de la production électrique locale a tout le sens et rend ce bâtiment encore plus évolutif, plus résilient.

Si le maître d'ouvrage souhaite ultérieurement aller plus loin dans l'autoconsommation, nous estimons que l'installation photovoltaïque peut être agrandie en toiture pour atteindre une puissance totale de l'ordre de 50-55 kWc. Des études plus détaillées seraient à réaliser dans ce cas-là.

La motivation pourrait être de devenir plus autonome grâce à l'autoconsommation, ou même de devenir un centre de production d'électricité verte pour bénéficier le quartier, par le biais d'une communauté de partage d'énergie.



source : Bruxelles-environnement

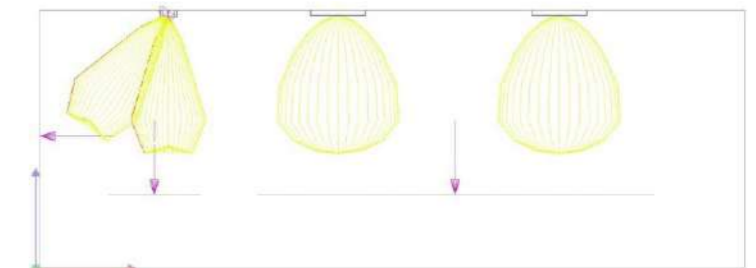
### Eclairage

Pour réaliser l'étude d'éclairage nous avons sélectionné des luminaires LED portant le marquage ENEC. Les luminaires principaux sont équipés de la technologie DALI adressable, permettant de **couper à distance** tous les luminaires d'une zone, ou de **régler l'intensité** des luminaires lorsque la pièce est équipée d'une sonde de luminosité. Des prescriptions particulières pour limiter l'éblouissement ou la résistance aux chocs ont été prise en compte. Les implantations proposées permettent de respecter les impositions de la norme NBN EN 12464-1. Nous avons obtenu des **résultats très satisfaisants concernant les performances d'éclairage**.

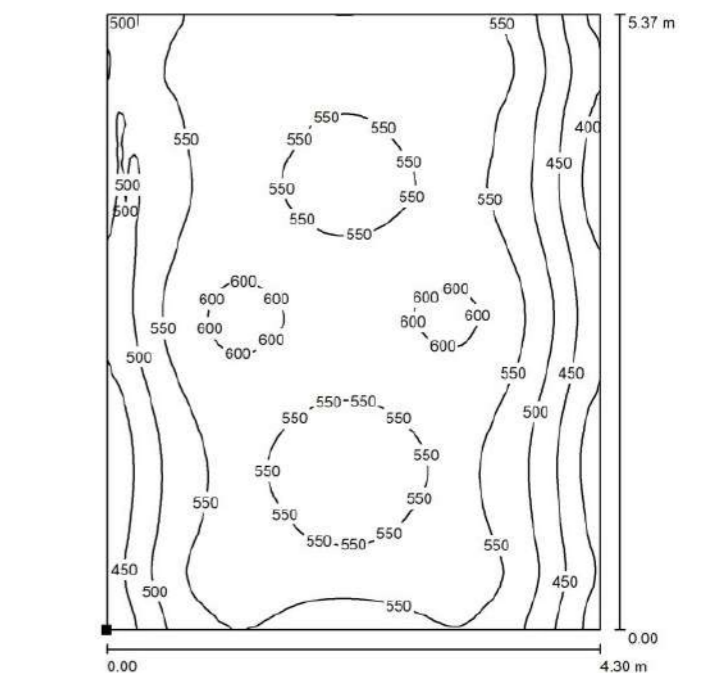
ATTÉNUATION	W/M <sup>2</sup> . LUMIÈRE
Classe maternelle	0,86
Classe primaire	1,00
Bureaux	1,50
Cuisine	0,92
Cantine	1,03
Sport	1,03
Couloir	1,39
Sanitaire	1,23
LT	1,49
Réserve	1,16

Résultats de l'étude statique d'éclairage en situation

A noter que la disposition des luminaires dans la salle de sieste souligne les courbures du bâtiment. Dans le cas particulier des classes primaires, nous avons proposé un éclairage inclinable pour éclairer autant le tableau que le bureau du professeur. Cette rangée de luminaires proche du tableau est commandée indépendamment des autres luminaires de la classes.



Coupe d'une classe primaire lors de l'étude d'éclairage et plans de référence associés



Courbe isophotes sur le plan de travail réservé aux bureaux des élèves

# approche constructive

## note techniques spéciales

Concernant la commande des luminaires, les détecteurs et les boutons poussoirs seront reliés à un bus KNX. L'allumage des pièces type « classes » ou « bureau » se fait par des boutons poussoirs. Un détecteur équipé d'une sonde de luminosité et d'un détecteur d'absence permettra de régler l'intensité lumineuse en fonction de la lumière naturelle. La fonction « détecteur d'absence » permettra d'éteindre les luminaires lorsque la pièce est inoccupée. Les luminaires des sanitaires sont équipés de détecteurs de présence temporisés. Les luminaires des locaux type classes, salles polyvalentes, sport et réfectoires sont de type DALI. Les luminaires des locaux techniques et zones de circulations sont asservies à des interrupteurs ou détecteurs locaux.

Certains espaces peuvent également être commandés par une horloge programmable. En dehors des heures d'activation par horloge, la commande est réalisée par des détecteurs de présence/mouvement. L'éclairage reste actif suivant la temporisation choisie.

De l'éclairage de sécurité est également prévu pour permettre aux personnes de gagner les sorties du bâtiment en cas de défaillance de l'éclairage normal. Ces appareils d'éclairage sont équipés d'une alimentation, et les implantations proposées sont conforme à la NBN EN 1838. Le système permet une autonomie de 60 minutes minimum.

L'éclairage de sécurité est muni d'une signalisation LED intégrée au luminaire, permettant de visualiser localement les différents états de fonctionnement. L'école disposant d'un réseau DALI, ces luminaires de sécurité s'y raccorderont également pour permettant la surveillance et la gestion à distance.

### Réseau informatique

Le réseau IP est réalisé au moyen de câblage basé sur une topologie étoile au départ des panneaux de brassage logés dans les racks informatiques. Un seul local informatique suffit pour distribuer l'ensemble de l'école, et de garantir les performances de 10 Gigabit Ethernet conforme à la Classe EA. Nous avons eu la volonté de mettre en œuvre des switches PoE+ permettant aux câbles Ethernet d'être compatibles PoE 802.3at, ce qui simplifie l'installation de câblage et réduit les coûts. En effet ce type de réseau permet l'installation de caméras, de wifi ou de système d'alarme avec un seul câble.

L'architecture proposée est polyvalente, et permet aux systèmes de parlophonie, contrôle d'accès et anti-intrusion d'être interconnectés.

### Contrôle d'accès et intrusion

Pour la sécurité de tous, les portes situées le long des chemins d'évacuation seront équipées d'une gâche électrique anti-panique.

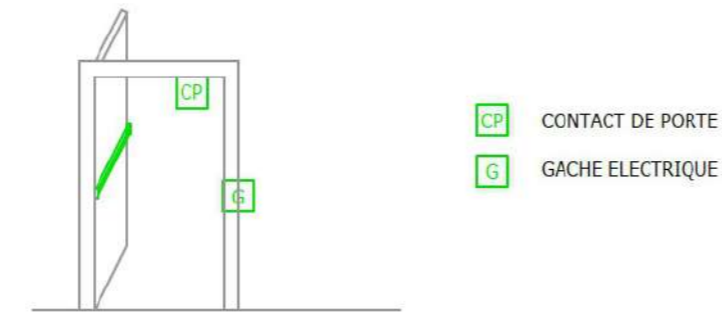


Schéma d'une porte équipée d'une gâche anti-panique

La porte pourra s'ouvrir depuis un côté via la gâche électrique qui sera activée. Depuis l'autre côté de la porte, une personne pourra déverrouiller la porte suivant le sens d'évacuation par une simple pression. La gâche électrique sera reliée à un contrôleur de porte qui lui-même sera relié à un rack informatique.

Les portes surveillées sont également équipées d'un contact de porte (ou contact magnétique), permettant de surveiller l'état des portes. Ces contacts sont reliés au système anti-intrusion.

### Sonorisation

Nous avons préconisé l'utilisation d'amplificateurs centralisés (en opposition aux haut-parleurs qui intègrent directement un amplificateur). Cela permet de limiter les coûts et d'avoir des amplificateurs de qualité qui sont réparables.

### Sécurisation

Du point de vue de la prévention contre les incendies, l'installation présentée est conforme à la norme S21-100. Une détection incendie est prévue, ainsi que des asservissements pour sécuriser les lieux.

La supervision des équipements de sécurité se fera via le réseau LAN. Tout sera centralisé sur un seul ordinateur et accessible avec une simple connexion internet

### Levage

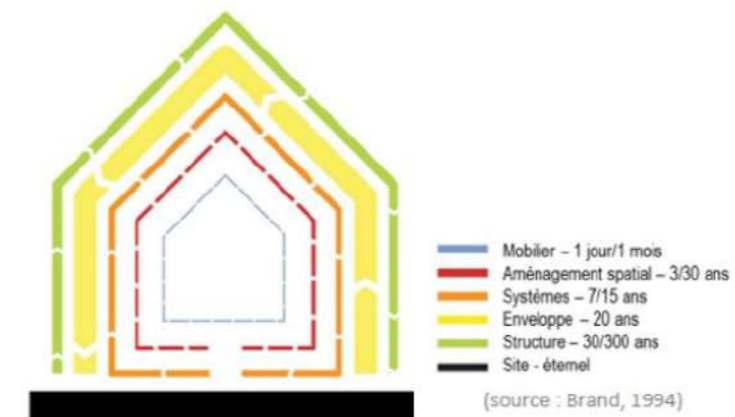
L'ascenseur demandé à l'annexe 06 est prévu. Un système de ventilation de trémie avec clapet de fermeture est prévu également afin de garantir l'étanchéité à l'air du bâtiment.

### Qualité de l'installation technique

Comme stipulé tout au long de la note, nos choix techniques sont le fruit d'une longue réflexion, en les limitant au maximum d'abord (low-tech) et en optimisant l'architecture, pour ensuite se poser les questions pour chaque technique du meilleur choix. Ces points sont étayés dans les chapitres précédents. Nous sommes bien entendu ouverts au dialogue avec les occupants pour affiner ces choix et prendre en compte le vécu du corps enseignant. Le choix n'a pas été fait au moins coutant mais est le résultat d'un compromis entre 1-robustesse, 2-impact écologique et 3-prix.

### Utilisation flexible

Nous avons prévu une utilisation flexible, tant au moment du dimensionnement que dans le choix des régulations locales et enfin dans le tracé des éléments. Il est en effet aisé de changer les installations par après car les techniques restent accessibles.



Les systèmes devant être remplacés tous les 7 à 15 ans (en pratique nous observons des durées supérieures)

L'utilisation différée en horaires des salles et leur location est rendue possible par le contrôle d'accès mais également des groupes de ventilation ou zones de ventilation et chauffage dédiés (modifiable par la régulation).

### Facilité d'entretien

L'entretien est facilité par le regroupement des productions et centrales d'air en toiture, celles-ci étant accessibles par un escalier. Les systèmes mis en place sont adaptés mais courants et ne demandent pas d'expertise spécifique de la part du personnel d'entretien.

Les techniques ne sont pas présentes dans les classes, permettant de travailler sur une modification aisément depuis le couloir, hormis pour les tuyaux de chauffage mais qui sont apparents.

### Facilité d'utilisation

Les réflexions qui nous guident dans le choix des techniques sont d'atteindre une bonne autonomie, une simplicité d'utilisation, un minimum d'entretien.

Nous souhaitons que le corps enseignant puisse se consacrer à 100% à l'enseignement sans être contraint par le bâtiment. Nous avons par exemple réussi à nous passer de protections solaires mobiles qui peuvent être gênantes et demandent l'intervention de l'adulte en classe.

L'éclairage et la ventilation s'adaptent automatiquement, des boutons de commande sont prévus de manière à ne pas avoir d'automatisme intempestif (devoir bouger dans le local pour allumer la lumière par exemple)

**gestion de l'eau**

La gestion de l'eau de pluie est essentielle en région bruxelloise. La stratégie pour ce projet est basé sur 3 piliers :

1. Favoriser le retour de l'eau à son cycle naturel ;
2. Temporiser l'eau provenant des surfaces imperméabilisées en cas de fortes pluies ;
3. Réduire la consommation d'eau potable ;

**Favoriser le retour de l'eau à son cycle naturel**

La toiture du bâtiment est entièrement végétalisée avec >10cm de substrat (semi-intensive), ce qui donne vie à trois processus essentiels pour les cycles naturels d'eau : filtration, évaporation et évapotranspiration. Les eaux qui ne sont pas retenues par la végétation sont dispersées dans **une noue infiltrante** autour du bâtiment. Toutes les descentes se situent en façade permettant un accès aisé pour l'entretien et une profondeur de noue réduite. La cour de récréation est pourvue de zones de plaines terres qui récupèrent et infiltrent les eaux de ruissellement provenant des surfaces semi-imperméabilisées.

**Zéro rejet à l'égout**

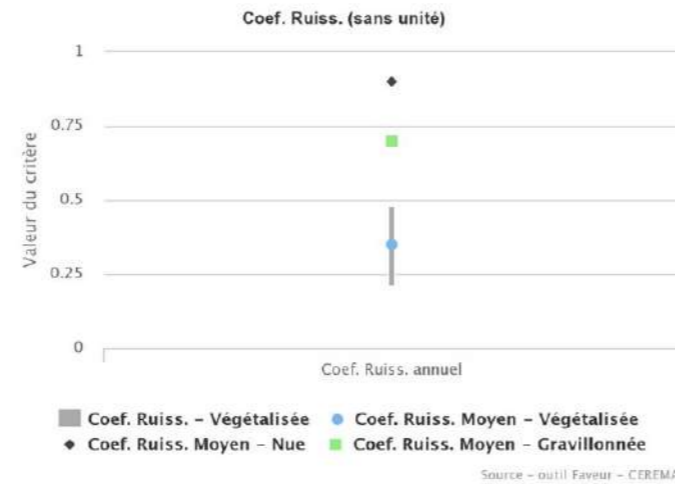
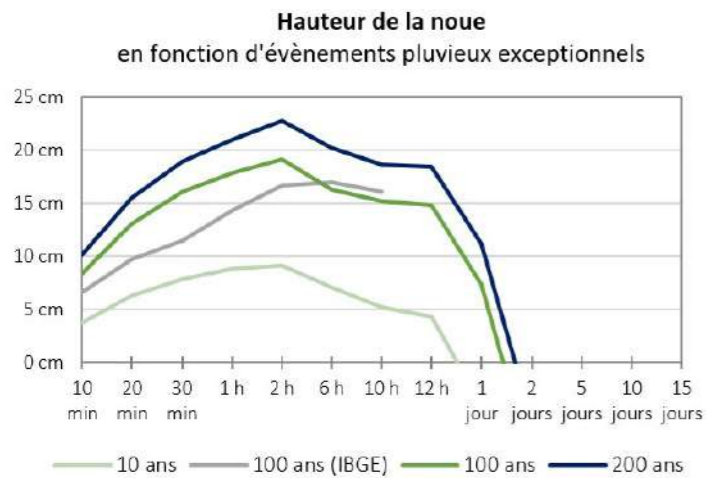
La combinaison de toitures végétalisées et de noues infiltrantes permet de **gérer des pluies d'intensité habituelle, moyenne et exceptionnelle sans rejet vers l'égout**. L'eau de ruissellement des abords est géré par la quantité importante de zones de plaines terres (bois, potagers, etc.).

La noue doit être dimensionnée pour temporiser et infiltrer au minimum **une pluie centennale**. Pour une noue de 725m<sup>2</sup> (cf. plans), le graphique ci-dessous indique la hauteur de lame d'eau moyenne à mettre en œuvre en fonction de différents évènements pluvieux. Sur base de ces calculs nous proposons dès lors une noue d'une hauteur de +/- 20cm pour atteindre largement cet objectif. La profondeur reste suffisamment faible pour être sécurisante pour les enfants et leurs parents.

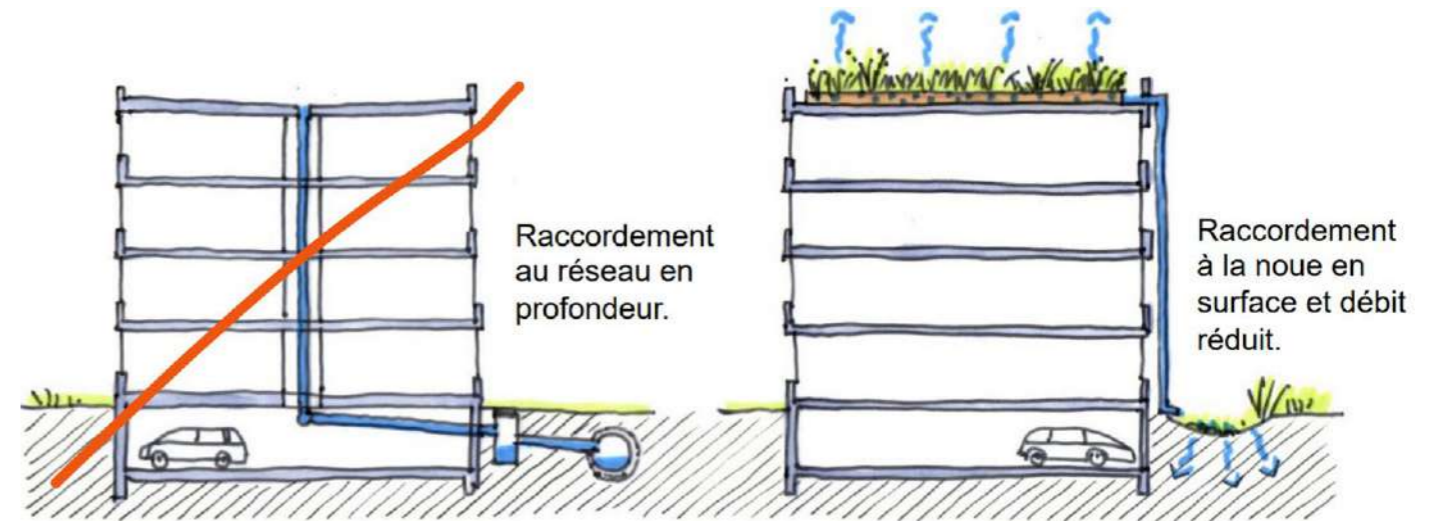
**Réduction de la consommation d'eau potable**

Au niveau technique, des réducteurs de pression en amont des réseaux sont installés pour réduire la consommation d'eau potable. Le réseau est également pensé afin de minimiser des longueurs de « bras mort » d'eau chaude sanitaire (boilers électriques et ballon thermodynamique proche des vestiaires). Finalement, la robinetterie, les WC et les urinoirs sont de types « économes ».

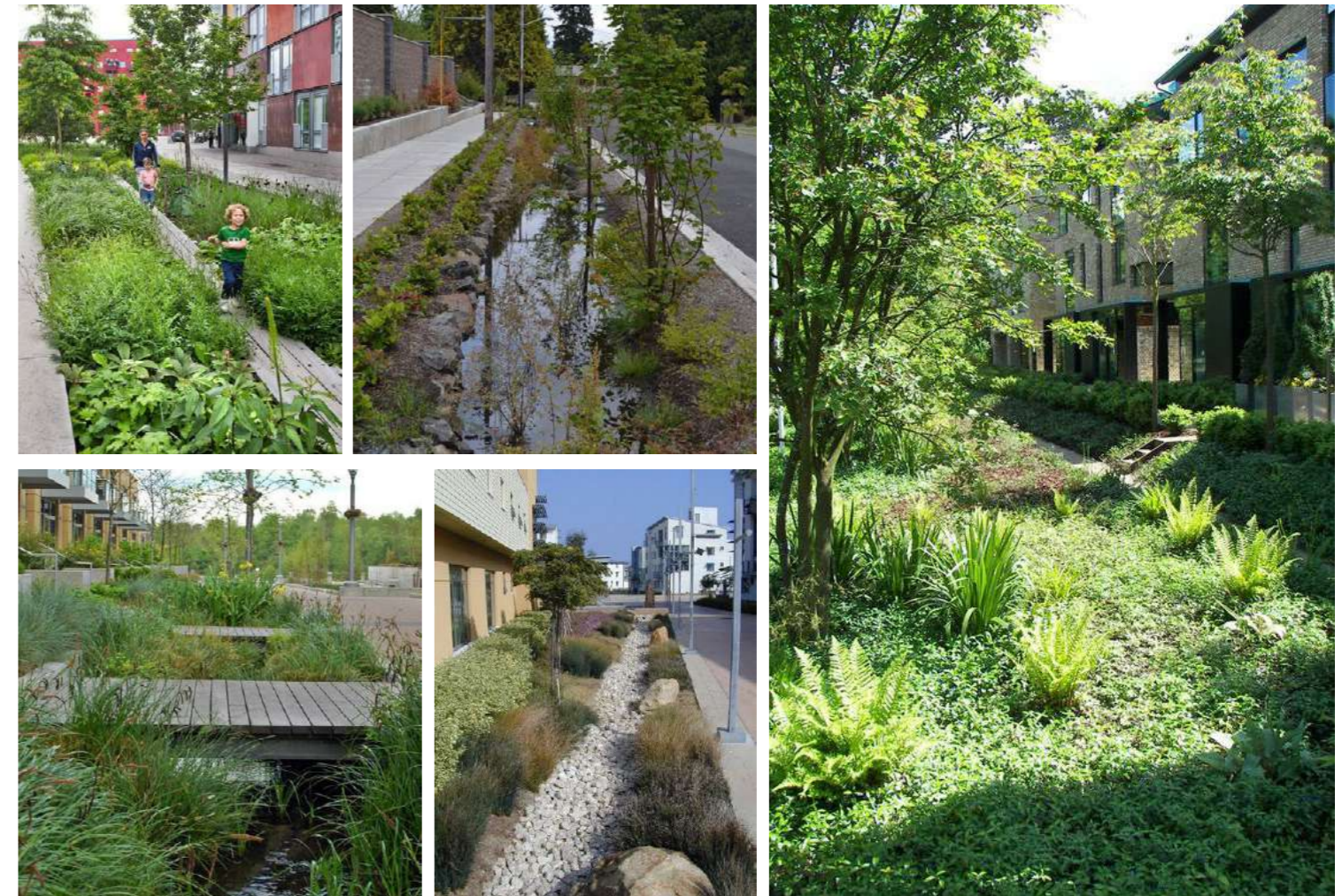
Concernant la récupération des eaux de pluie, diverses études pratiques démontrent que des toitures végétalisées >10cm peuvent retenir jusqu'à 75% de l'eau de pluie tombant sur la toiture (voir graphique ci-dessous). Cette propriété est bénéfique lorsqu'il s'agit de temporiser l'eau sur le terrain, **mais réduit la disponibilité en eau pour la récupération et la réutilisation**. L'eau qui ruisselle malgré tout jusqu'à la citerne est encrassée et des filtres (à entretenir) sont nécessaires pour obtenir un eau réutilisable.



De plus, dans un cadre avec des jeunes enfants, des précautions particulières doivent être prises pour éviter une contamination par l'eau non-potable. L'investissement (citerne, pompes, réseau de distribution, protections pour les enfants) **ne se justifie pas** étant donné que toutes les toitures du projets sont végétalisées >10cm.



Principe de la gestion de l'eau de l'école des BRUYÈRES



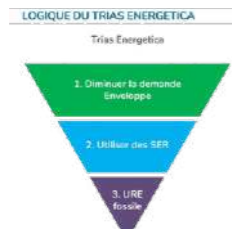
# approche constructive

## note techniques spéciales - résumé des mesures

### Durabilité transversale

à travers les notions de :

- confort
- pérennité
- low-tech
- zéro énergie fossile
- Vision d'avenir



### Performance énergétique exemplaire

**PEB(NZEB) + POTENTIEL FUTUR**

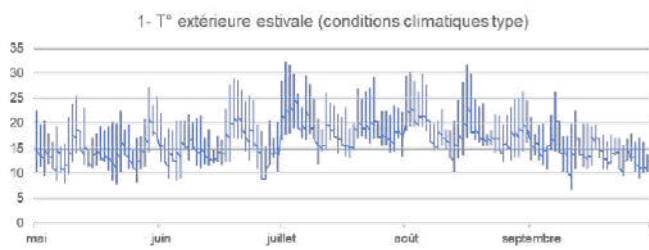
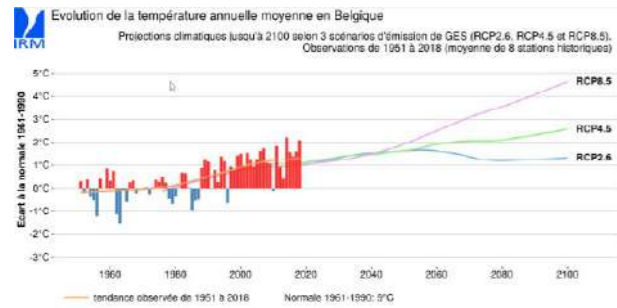
### Confort estival garanti sans refroidissement actif

Stratégie à double échelle :

- Parcelle : îlot de fraîcheur : Végétation + eau
- Bâtiment : conception bioclimatique très poussée

Double scénario pour simulations:

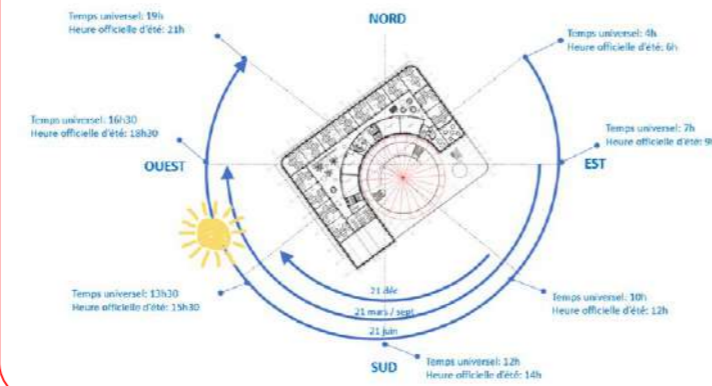
- Climat actuel
- Climat futur (suivant prévisions récentes pessimistes)



Résultats simulations dynamiques	Fichier météo 1 CLIMAT ESTIVAL TYPIQUE T°ext max : 32°C			Fichier météo 2 CLIMAT ESTIVAL EXTRÊME T°ext max : 40,5°C		
	Nb heures dépassem confort	T° int max	% Dépassem annuel	Nb heures dépassem confort	T° int max	% Dépassem annuel
<b>Classe 1 : SO</b>	39	29,8 °C	<b>0,9%</b>	157	32,1 °C	<b>3,6%</b>
<b>Classe 2 : NO</b>	10	28,9 °C	<b>0,2%</b>	46	31,1 °C	<b>1,1%</b>
<b>Classe 3 : SO-NO</b>	3	29,1 °C	<b>0,1%</b>	51	31,3 °C	<b>1,2%</b>
<b>Classe 4 : SUD</b>	22	29,4 °C	<b>0,5%</b>	159	31,8 °C	<b>3,6%</b>

### Orientation et course du soleil

La majorité des classes sont orientées NE ou NO pour éviter un ensoleillement direct trop important pendant les heures d'occupation.



### Architecture « future proof »

Bâtiment très ambitieux, qui répond à tous les besoins actuels et des années à venir, avec de moyens rationnels.

### « Responsive architecture »

Avec un potentiel qui lui permettrait de s'adapter à d'éventuels scénarios non prévus actuellement.

### Façades : conception bioclimatique et optimisation poussées

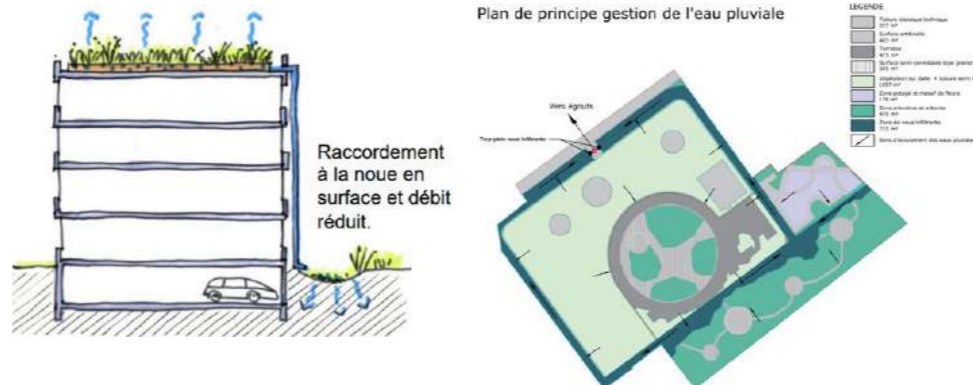
- Identité : rythme, matériaux, esthétique
- Budget maîtrisé : simplicité, flexibilité, préfabrication
- Score environnemental + matériaux biosourcés
- Minimisation déperditions + éclairage naturel de qualité: isolation ++ et proportion vitrée
- Contrôle risque surchauffe: proportion vitrée + dispositifs archi + pas besoin protections solaires mobiles extérieures.



### Gestion de l'eau

Retour à son cycle naturel, temporiser, réduire consommation d'eau potable.

- Toiture végétale + noue infiltrante
- Zéro rejet à l'égout (même en cas de pluie centennale)
- Dispositifs pour réduction de la consommation



### Systèmes techniques : autonomie, simplicité

Nous souhaitons que le corps enseignant puisse se consacrer à 100% à l'enseignement sans être contraint par le bâtiment et son utilisation.

- Facilité d'entretien
- Facilité d'utilisation et flexibilité : régulation, accessibilité, possibilité horaires différés, zonage : circularité

### Ventilation

2 solutions étudiées en parallèle : Système C+ et système D.

#### Système D : Retenu.

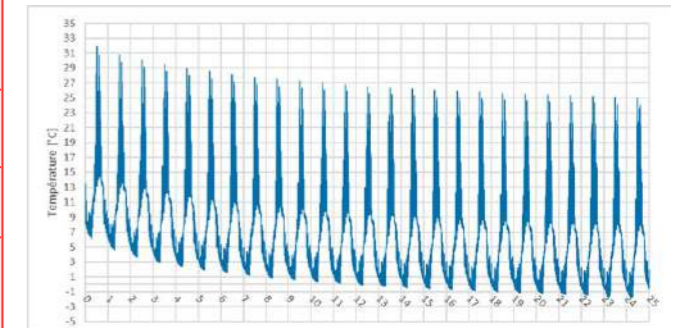
- Diminution des besoins de chauffage par 2
- Eviter risque de nuisance acoustique en raison de grands débits à amener.
- Amélioration PEB et du label énergétique.
- Qualité d'air poussée : régulation sur base de capteurs CO2

### Chauffage

2 solutions étudiées en parallèle : Géothermie et PAC air/eau.

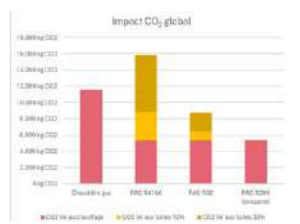
#### Géothermie : Non retenue.

Dans notre cas, elle serait défavorable, car la température du sol diminue d'année en année.



### PAC air/eau

- système retenu
- SCOP élevé (3,90)
- Fluide propane (R290) : réduction du GWP (global warming potential) : amélioration impact CO2



### ECS douches

- ballon thermodynamique : avantages comme PAC
- sans boucle : réduction déperditions

### Solaire photovoltaïque: 16 kWc + grand potentiel

- Favoriser l'autoconsommation et l'autonomie
- Moindre vulnérabilité face aux prix instables de l'énergie

### Eclairage:

- LED et très performant
- Technologie permettant une gestion à distance, régulation améliorée.
- Commande optimisée pour l'utilisateur et sonde de luminosité pour économie d'énergie..