

Dossier de présentation

La Petite Fabrique d'Ivry-Levassor

Octobre 2020

Extension du groupe scolaire Ivry-Levassor
Paris 13ème



Sommaire

Édito

Jacques Baudrier

Adjoint à la maire de Paris en charge de la construction publique, du suivi des chantiers, de la coordination des travaux sur l'espace public et de la transition écologique du bâti

01 Construire Autrement à Paris ?

Se positionner en « pilote » p. 4

02 Programme

Innover sur trois axes p. 5

03 Intervenants

Fédérer autour de l'écoconstruction...avec des futurs usagers bien sensibilisés p. 6

04 Un bâtiment bas carbone

Démonstration en cinq points p. 8

05 circuit court et économie circulaire

Une réflexion sur les matériaux p. 12

06 Confort dans un ERP bois et biosourcé

Un suivi de la performance dans le temps p. 14

07 La Petite Fabrique, une synergie d'acteurs

Construire AVEC p. 18



Jacques Baudrier

Adjoint à la maire de Paris en charge de la construction publique, du suivi des chantiers, de la coordination des travaux sur l'espace public et de la transition écologique du bâti

En 2018, Paris s'est doté d'un Plan Climat Air Energie ambitieux pour réduire son impact carbone et concevoir une ville résiliente et agréable d'ici 2050. Le secteur de la construction - avec 20% de la production des gaz à effet de serre - est un élément clé de la réussite de cette politique et les futures opérations sur les bâtiments publics doivent être à la hauteur de cette ambition.

La Direction des Constructions Publiques et de l'Architecture (DCPA) a engagé une réelle révolution dans son approche de la construction et cela dès la conception des bâtiments. Nous avons engagé un travail avec l'ensemble du secteur pour relever ce défi et changer les pratiques, concevoir des bâtiments low-tech peu énergivores avec des matériaux à faible impact environnemental. Pour cela il nous faut créer de nouveaux procédés constructifs, former les compagnons à ces nouvelles méthodes et soutenir la création de nouvelles filières d'approvisionnement.

Cette extension de l'école Ivry Levassor, la Petite Fabrique, est le premier équipement qui répond à l'ensemble de ces attentes architecturales. Imaginé par les équipes de la DCPA comme un démonstrateur, ce projet prouve qu'il est possible de construire durablement à Paris grâce aux matériaux bio-sourcés, aux circuits courts et au réemploi. Il nous montre aussi que nous pouvons sortir de la logique du « tout béton ».

La Petite Fabrique est un véritable condensé des savoirs qui sont facilement reproductibles dans les autres projets, il a été conçu comme une base de savoirs ouverte à toutes et tous. Nous souhaitons que ce projet soit la nouvelle doctrine de la construction à Paris des années 2020 pour toutes les maîtrises d'ouvrage. Il nous prouve qu'une architecture vertueuse et frugale peut associer confort et fonctionnalité pour les usagers.

01 Construire Autrement à Paris, CAP ?

Se positionner en pilote

En 2017, la Direction des Constructions Publiques et de l'Architecture crée la Passerelle Transition Écologique, afin d'agir concrètement pour mettre en œuvre les objectifs du Plan Climat de la Ville de Paris. Sa démarche se résume par une mise au défi : "Construire Autrement à Paris, CAP ?"

En 2018, la Passerelle s'est dotée d'une compétence de maîtrise d'œuvre architecturale interne dédiée à la mise en œuvre du projet démonstrateur la « Petite Fabrique » d'Ivry-Levassor. À toute petite échelle, ce projet se positionne en "pilote" au sens maritime du terme, en testant les dispositions techniques, réglementaires et contractuelles nécessaires pour favoriser le déploiement de l'écoconstruction en documentant finement les difficultés et les solutions trouvées.

Le projet constitue un point d'appui pour la sensibilisation, la structuration de l'accompagnement interne et l'appropriation de la démarche par les équipes de la Ville et les partenaires.

Pendant toute la durée du chantier, des visites ont été proposées tous les vendredis (ou presque) aux agents de la DCPA mais aussi de la direction du logement et de l'habitat, de la direction des affaires scolaires, de la direction des finances...et d'autres partenaires comme le CAUE, Fibois...

Le site internet du projet <https://passerelle-ecologique.paris/> a permis également de donner de l'information chaque semaine sur l'avancement du chantier avec la mise en ligne des « carnets de chantier » ... puis des visioconférences pendant le confinement « carnets de chantier confinés »



©Ville de Paris

Nathalie CHAZALETTE
Delphine PAILLARD
Architectes Maitrise d'œuvre interne
Paris, France

02 Programme

Innover sur trois axes

La démarche de la « Petite fabrique d'Ivry Levassor » peut se résumer en trois axes, une construction écoresponsable, performante, et favorisant l'inclusion sociale

Initié par le budget participatif de la Ville de Paris, la « Petite Fabrique d'Ivry-Levassor » est un projet de construction d'un petit bâtiment neuf de 228 m² de surface de plancher. Ce projet d'extension prend place au sein d'un groupe scolaire existant de 700 élèves (2 écoles élémentaires et 1 école maternelle).

Le programme fonctionnel comprend deux salles de bibliothèque et une salle de classe avec sa terrasse pédagogique. Le projet intègre également le traitement de la cour attenante en cour-jardin "îlot de fraîcheur".

Bois, paille, carton, réemploi, terre crue, panneaux aérovoltaiques en autoconsommation, fenêtres pariétodynamiques, ventilateurs sans pale, moustiquaires rafraîchissantes, le programme technique vise un bâtiment performant, écoresponsable, conforme aux normes et aux règlements, à prix équivalent !



©Ville de Paris

- Durée du chantier : 12 mois (comprenant 3 mois d'arrêt de chantier COVID puis chantier en effectif réduit de juin à septembre)
- Date prévisionnelle de livraison : Octobre 2020
- Surface de plancher : 228 m²
- Coût des marchés de travaux : 510 000 euros HT/travaux (hors électricité, plomberie, chauffage et VRD réalisés en régie, chantier école ou mécénat)

119

**Modules préfabriqués
en bois et paille**

03 Intervenants

Fédérer autour de l'écoconstruction ...

Le projet de la Petite Fabrique d'Ivry Levassor a été développé dans une logique partenariale avec les acteurs de la filière d'écoconstruction afin de placer les professionnels, les usagers et les bénéficiaires au centre de la réflexion.

Maître d'ouvrage : Ville de Paris - Direction des Constructions Publiques et de l'Architecture (DCPA) - Section locale d'architecture 5^e/13^e.

Maître d'œuvre : Ville de Paris - Direction des Constructions Publiques et de l'Architecture (DCPA) - Passerelle Transition Écologique - Nathalie CHAZALETTE et Delphine PAILLARD architectes, Elsa BORTUZZO, Samanah PEN POINT, Meije NIGON et Joanne MASSOUBRE, chargées de missions en alternance.

Bureau de Contrôle : Bureau Alpes Contrôles – Pôle Bois et Matériaux Biosourcés - François BRILLARD, Responsable du Pôle Bois et Matériaux Biosourcés, Pierig LE FOL, Géotechnique et Fondations, Vincent NANCHE, Étanchéité, Fabien RIGAULT, Responsable de l'Agence de Colombes

Pour accompagner les maîtres d'ouvrages dans leur recherche de performance environnementale, le Bureau Alpes Contrôle a réuni une équipe de spécialistes aux compétences spécifiques au sein de son Pôle Bois et Matériaux Biosourcés.

Entreprise principale lot bois : Société de Construction Écologique – Le Chênelet - Simon DEOM, responsable construction, Frédéric ROJAS, chef de chantier.

Avec 20 ans d'expérience dans la construction écologique et la préfabrication, l'expertise Chênelet se déploie particulièrement à travers l'utilisation d'écomatériaux performants, naturels, durables et permettant d'atteindre un très haut niveau de performance thermique. Chênelet accompagne depuis près de 40 ans des personnes en situation de précarité, peu ou pas qualifiées, pour s'insérer durablement sur le marché de l'emploi. Pour conduire sa mission, elle prend appui sur des activités porteuses, à forte valeur ajoutée et écologiques, dont la construction. Chênelet démontre ainsi la capacité de l'Économie Sociale et Solidaire à mettre en œuvre des solutions pertinentes pour répondre aux défis d'aujourd'hui en termes d'Emploi et d'environnement.

BE Bois : I+A Laboratoire des structures

BE Fluides : Manexi

Analyse Cycle de vie : Eco-Etudes – Luc FLOISSAC

Optimisation ventilation naturelle et panneaux aérovoltaiques : Jean-Luc COLLET architecte

Le projet de la Petite Fabrique a reçu le soutien de plusieurs mécénats de compétence :

ABVENT pour la réalisation d'images 3D pour le permis de construire et projet de maquette BIM (à l'étude)

ARTERIA pour la mise à disposition d'une plateforme de récupération des données pour 3 ans

ENGIE pour la mise en œuvre d'une toiture aérovoltaïque et d'une ventilation naturelle activée par cheminée thermique (études d'exécution, fourniture et pose)

...avec des futurs usagers bien sensibilisés !

... par des ateliers périscolaires du CAUE (Conseil Architecture Urbanisme et Environnement) de Paris !

Depuis septembre 2018, le CAUE de Paris anime des ateliers avec les enfants du groupe scolaire Ivry-Levassor, sur le temps périscolaire. L'objectif est de sensibiliser les élèves aux enjeux du changement climatique, à l'écoconstruction, aux matériaux biosourcés tout en suivant le chantier écoresponsable de la Petite Fabrique.



©Ville de Paris



©Ville de Paris

... et par des ateliers participatifs de fabrication de briques de terre crue

Au mois de juin 2019, les enfants de l'école d'Ivry ont participé à 14 ateliers de fabrication de briques de terre crue animés par Frédérique Jonnard de Terra Mano et Eugénie N'Diaye du collectif des Bâtisseuses.



©Ville de Paris



©Ville de Paris

04 Un bâtiment bas carbone

Démonstration en cinq points

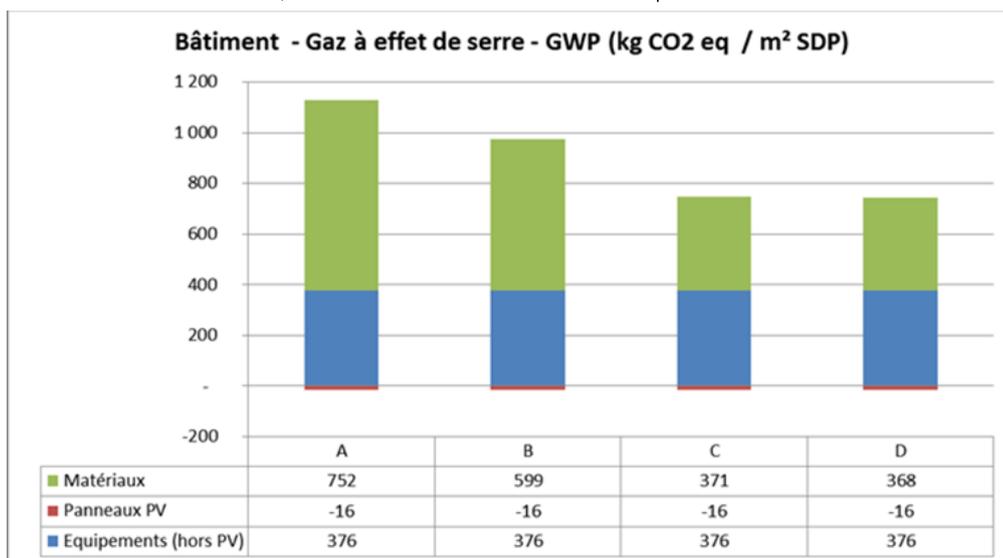
« Construire autrement à Paris », c'est rechercher tous les moyens de minimiser l'impact environnemental du projet en travaillant sur l'analyse de cycle de vie des matériaux et équipements utilisés.

1 - L'analyse de cycle de vie (ACV) : une aide à la décision

Depuis l'esquisse, l'étude ACV réalisée sur le logiciel Cocon-Bim par Luc Floissac « Eco-Études a été une aide à la conception et a permis de valider au cours du projet les choix réalisés par l'équipe de maîtrise d'œuvre et d'atteindre le niveau équivalent C2 dans le référentiel E+C-.

L'étude ACV a permis de comparer 4 variantes constructives (avec la même volumétrie de bâtiment)

- Variante A : structure béton et matériaux conventionnels
- Variante B : structure bois et matériaux conventionnels
- Variante C : structure bois et matériaux biosourcés
- Variante D : structure bois, matériaux biosourcés et réemploi – PROJET RETENU



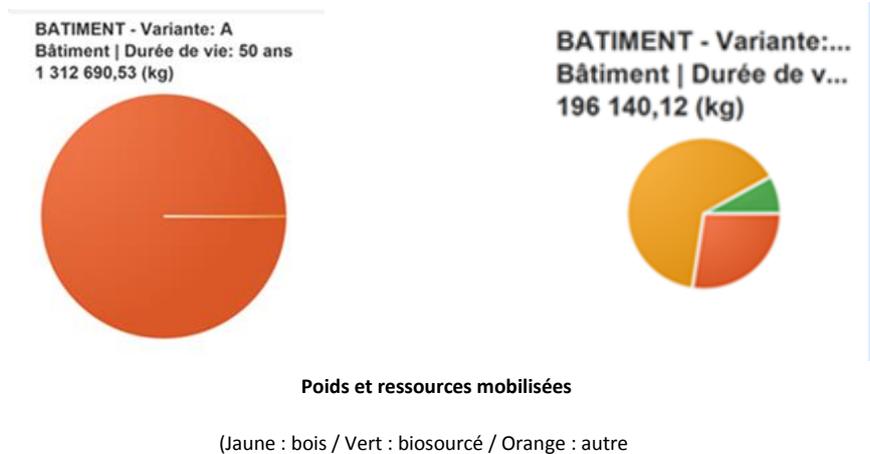
Le gain est de 50% au niveau des émissions de GES sur le poste des matériaux par rapport au même projet en construction conventionnelle (béton et laines minérales).

Matériaux uniquement				
Site kg eq CO2 / m² SDP	A	D	ratio D/A	moins value A
ACV Avril	771.06	386.83	50%	50%

Compte tenu des impacts forfaitaires obligatoires pour les équipements, le gain total estimé en GES sur le bâtiment est de 32%.

Impacts totaux (matériaux, équipements, service, énergie)				
Site kg eq CO2 / m² SDP	A	D	ratio D/A	moins value A
ACV Avril	1193.19	808.96	68%	32%

L'étude a également souligné la légèreté de la solution constructive choisie (et l'impact favorable qui en découle sur les fondations) et la part majoritaire du bois et des biosourcés dans la répartition du poids. La variante A en construction conventionnelle affiche un poids de 1 300 tonnes tandis que la variante biosourcée construite est seulement de 196 tonnes.



2 - Pieux vissés : une technique de fondation réversible adaptée aux constructions jusqu'à R+2

Les fondations du bâtiment sont constituées de 39 pieux métalliques vissés qui ont été implantés en 15 jours par l'entreprise Technopieux à une profondeur d'environ 3m. Ces fondations ne modifient pas la composition du terrain et pourront être retirées à la fin de la vie du bâtiment. L'intérêt environnemental de ce procédé constructif a été étudié au stade de l'esquisse par une analyse de cycle de vie (ACV) comparative avec une variante de fondation béton et le gain évalué est sensible : -46% d'émissions de gaz à effet de serre et -30% en énergie grise. Pour affiner encore cette évaluation, il serait nécessaire de réaliser une étude comparative à un stade ultérieur de dimensionnement des fondations béton.

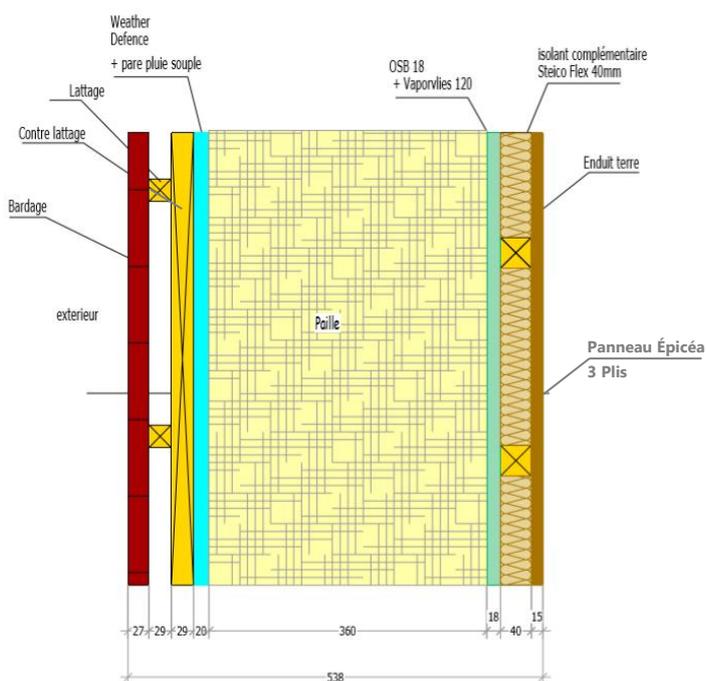
La technique des pieux vissés est une technique non courante en France et a été possible sur ce chantier grâce à l'avis technique de l'entreprise et à l'appui du bureau de contrôle dans le cadre d'une prestation spécifique liée au contrôle technique du dimensionnement.



3 - Isolation 100% biosourcée, structure et parement bois

Pour renforcer le caractère démonstrateur et reproductible, le petit bâtiment de la « Petite Fabrique » a été volontairement classé en établissement recevant du public ERP 2ème catégorie en tant qu'extension du groupe scolaire. Le bâtiment est construit avec une structure porteuse en caissons bois et remplissage paille, conformément aux règles professionnelles de construction en paille, préfabriqués en atelier. Un écran thermique à base de plâtre est posé côté extérieur et un bardage en mélèze prégrisé complète l'enveloppe du bâtiment.

Le bois du bardage est un mélèze de Sibérie qui est conforme aux exigences de la sécurité incendie applicable sur cet ERP de 2ème catégorie, grâce à sa densité naturellement beaucoup plus importante que celle des bois français.



© Ville de Paris – détails de construction et Fenêtre de vérité visible dans les bibliothèques

Coté intérieur des salles, le parement doit également répondre à des normes incendie et doit obligatoirement être classé M2...ce qui n'est pas le cas du bois massif naturel (M3) quel que soit l'essence choisie. Un vernis intumescent Tecknosafe possédant l'étiquette A+ a donc été appliqué sur le panneau 3 plis épicéa 19mm et un essai au FCBA a été nécessaire pour valider la pose sur tout isolant biosourcé.

L'essai réalisé par la Ville de Paris est désormais disponible en open source auprès des instances du Réseau National de la Construction Paille RNCP.

Les planchers et toitures ont été isolés avec des blocs de feuilles de carton alvéolaire collées et protégées par une membrane.

100 m³ De bois de structure et de parement	
56 m³ De carton recyclé	58 m³ De fibre de bois
225 Bottes de paille de 37 cm d'épaisseur	



© Ville de Paris – isolation en paille, et en carton alvéolaire

4 - Toiture terrasse accessible piétons sur support bois

Le programme fonctionnel du bâtiment et la conception bioclimatique ont justifié la création d'une terrasse paysagère accessible en lien avec la salle de classe. Ce point technique délicat au regard des portées importantes a nécessité une mise au point itérative pour valider la présence d'une lame d'air de 60 mm minimum sous le platelage de la toiture terrasse. Une étude réalisée à partir du logiciel Wufi et l'ajout de capteurs d'humidité et température au sein des structures ont été mis en œuvre pour documenter les données techniques.



5 - Une peinture biosourcée à 97 % et sans titane

La sous-face du plafond des salles de bibliothèques, 140 m² est peinte avec une peinture sans dioxyde de titane et biosourcée à 97 %, développée par l'entreprise Technic Production (Peinture végétale Luma). À base d'huiles de caméline, de bois et de coton avec une charge constituée par du kaolin et de la silice blanche, le produit affiche un taux de COV à 0.5g/l et les tests réalisés avec nos équipes de peintres en régie ont été concluants du point de vue du pouvoir couvrant, de l'absence d'odeur et de la facilité de mise en œuvre.

05 Circuit court et économie circulaire

Une réflexion sur les matériaux

1 - Valoriser la terre du Grand Paris

Afin de contribuer à l'inertie et la régulation hygrothermique du bâtiment, des adobes (briques en terre crue séchées naturellement) sont posées en parement intérieur de la façade Est des bibliothèques, et les parties hautes des murs sont enduites en terre crue. Le chantier de mise en œuvre de la terre crue a été sous-traité à **l'équipe du chantier d'insertion "Terre de Femmes"** mis en place par le "Palais de la Femme", et encadré par Frédérique Jonnard, et Eugénie N'Diaye / Les Bâtisseuses.

Afin de favoriser l'appropriation de la terre crue, une équipe de l'entreprise Terra Mano a animé en amont des ateliers de fabrication avec les enfants et l'équipe pédagogique de l'école.



760
Briques de terre
crue

© Ville de Paris

2 - Valoriser le bois local d'abattage de la ville de Paris

Avec l'aide des bûcherons de la Ville de Paris, le Chênelet a choisi des grumes issues du bois de Vincennes pour réaliser le platelage de la coursive et terrasse en chêne et les structures de la coursive et rampe en robinier et sophora.



5m³
de bois local

© Ville de Paris

3 - Valoriser les matériaux issus du réemploi

En collaboration avec Paris-Habitat, bailleur social de la Ville de Paris, nous avons pu travailler sur deux gisements de réemploi : 660 menuiseries bois et 80 portes en chêne, déposées lors d'opérations de réhabilitation.

Pour le gisement des menuiseries bois, l'appui du laboratoire santé de la Ville de Paris a été utile pour vérifier l'absence de plomb dans la peinture avant réemploi. Pour transformer ce gisement brut, nous avons monté un marché de recherche et développement avec Camille Muret de l'atelier R-Are afin de valider les conditions de production économique de leur transformation en mobilier.



Table en menuiseries récupérées travaillées en bois de bout

© Atelier R-Are

65

**Fenêtres transformées
en tables**

Pour le gisement des portes palières, nous avons recherché un menuisier volontaire pour se lancer dans la réalisation de l'escalier. Si la matière première lui est fournie gratuitement (cédée par Paris Habitat), l'opération demande plus de logistique, de main d'œuvre et de savoir-faire qu'un escalier standard puisque chaque porte doit être démontée et les éléments refaçonnés pour être assemblés. À coût équivalent, nous avons évité 1,5t de déchets et l'essentiel du budget a été transféré sur la valorisation de la main d'œuvre



80

**Portes transformées
en escalier**

Les pièces techniques et administratives du marché travaux ont été rédigées pour encourager le recours à des matériaux de réemploi pour l'ensemble des prestations du projet. Il précise qu'à caractéristiques mécaniques équivalentes, une altération esthétique pourrait être acceptée mais qu'en cas de refus du BCT ou du MOE, la fourniture neuve devrait être prévue sans surcoût.

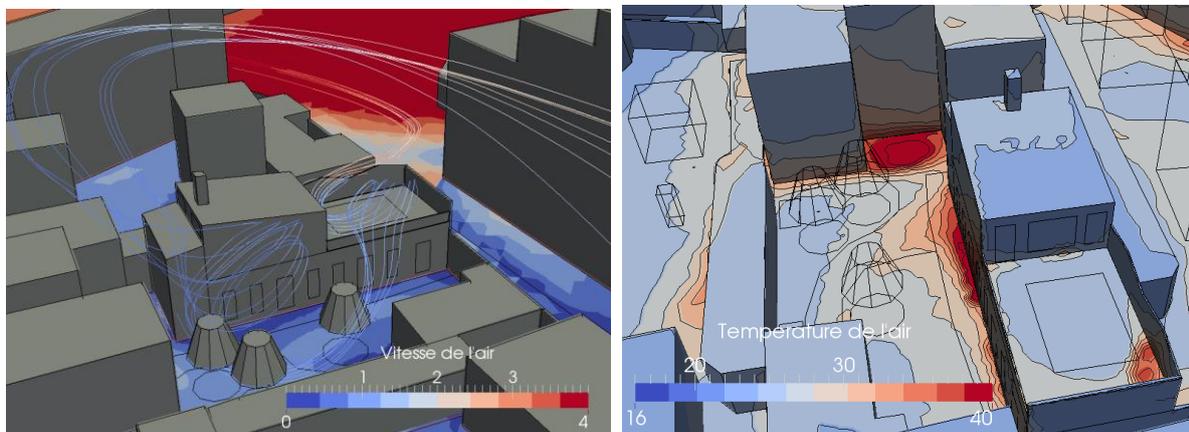
06 Confort dans un ERP bois et biosourcé

Un suivi de la performance dans le temps

« Construire autrement à Paris » c'est construire bas carbone mais c'est aussi construire un bâtiment performant au service du confort des occupants à travers toutes les saisons. Pour cela, plusieurs actions et dispositifs complémentaires ont été étudiés dans une logique d'écosystème adapté à l'usage et au climat.

1 - Bioclimatisme

La conception a pris appui sur les données climatiques et l'étude de simulation de microclimat urbain Solénéos qui ont en partie guidé les choix d'orientation et de volumétrie au moment de l'esquisse.



© Solénéos – Simulation des mouvements d'air et de la température

2 - Un écosystème

Nous avons cherché à mieux comprendre comment un bâtiment en structure bois et isolation 100% biosourcée constituait un écosystème qui interagissait avec les conditions climatiques mais aussi avec l'ensemble des dispositions et usages. Une simulation thermique dynamique (STD), des études de performance comparatives de déphasages et des planches pédagogiques ont été réalisées en collaboration avec le bureau d'études Manexi.

Les exigences de confort d'été ont été calibrées sur une utilisation du bâtiment toute l'année, y compris pendant les mois d'été et avec les différents systèmes complémentaires (protections solaires, brasseurs d'airs sans pales, inertie renforcée avec le parement en terre crue, sur-ventilation nocturne, moustiquaires rafraîchissantes...). La STD prévoit 0,5% d'heures d'inconfort dans les bibliothèques et 1% dans la salle de classe.

3 - Des systèmes au service du confort des usagers

Le projet a été l'opportunité de tester l'apport de systèmes techniques étudiés pour garantir le confort des usagers et limiter au maximum l'impact énergétique des installations.

- Des brasseurs d'air sans pales :

En été, les ventilateurs peuvent améliorer le confort en diminuant la température ressentie jusqu'à -4°C (par évapotranspiration). En hiver, à toute petite vitesse, le brassage de l'air améliore l'homogénéité de la température dans la salle. Les ventilateurs sans pales évitent l'effet cinétique qui peut être gênant pour la concentration, ils affichent une consommation d'énergie très faible (moins de frottement) et une hauteur de seulement 18cm.



© Ville de Paris

- Des radiateurs numériques

Sous leur coque en acier, les radiateurs numériques Qarnot abritent des unités centrales d'ordinateurs. En fonction de la demande de chauffage, l'entreprise Qarnot envoie plus ou moins de calculs réalisés dans l'ordinateur du radiateur en dégageant de la chaleur. Au lieu de perdre cette chaleur dans des Datacenters énergivores qui nécessitent une climatisation importante, l'énergie fatale (énergie inutilisée) fait office de chauffage. © Ville de Paris



© Ville de Paris

- Des centrales de traitement d'air décentralisé à récupération de chaleur

Les 2 BCD sont équipées d'une CTA double flux décentralisée qui réalisent la ventilation réglementaire et s'adapte à l'occupation grâce à des sondes CO². La consommation énergétique de ces équipements est très faible car l'air est introduit et rejeté à très petite vitesse par deux moteurs de 15 watts.

Ce système permet, en cas de nécessité de ventilation double flux, d'éviter des linéaires de gaines vers le moteur central et les nuisances potentiellement associées : difficultés d'équilibrage, travaux importants, nuisances sonores...

Le règlement sanitaire départemental impose normalement une distance de plus de 8m entre l'entrée d'air neuf et la sortie d'air vicié, mais des calculs préalables par le fournisseur ont permis au bureau de contrôle de valider le système avec une possibilité de surventilation de 4% pour maîtriser le risque de mélange d'air et garantir une qualité d'air ambiant.

- Des panneaux aérovoltaiques fonctionnant en autoconsommation et apportant en hiver un complément d'air neuf préchauffé.

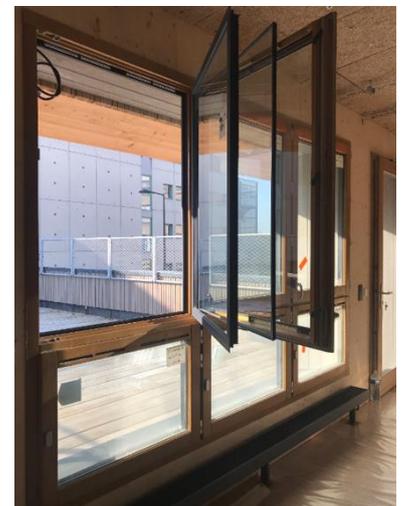
Produits par Systovi en France, ces panneaux ont la particularité de participer à la régulation thermique du bâtiment. L'air réchauffé derrière les panneaux solaires est injecté dans le bâtiment en complément d'air neuf préchauffé. L'hiver le Silicium monocristallin des panneaux chauffé grâce aux rayons du soleil permet d'injecter un air chaud la journée, par des gaines visibles dans la salle de classe.

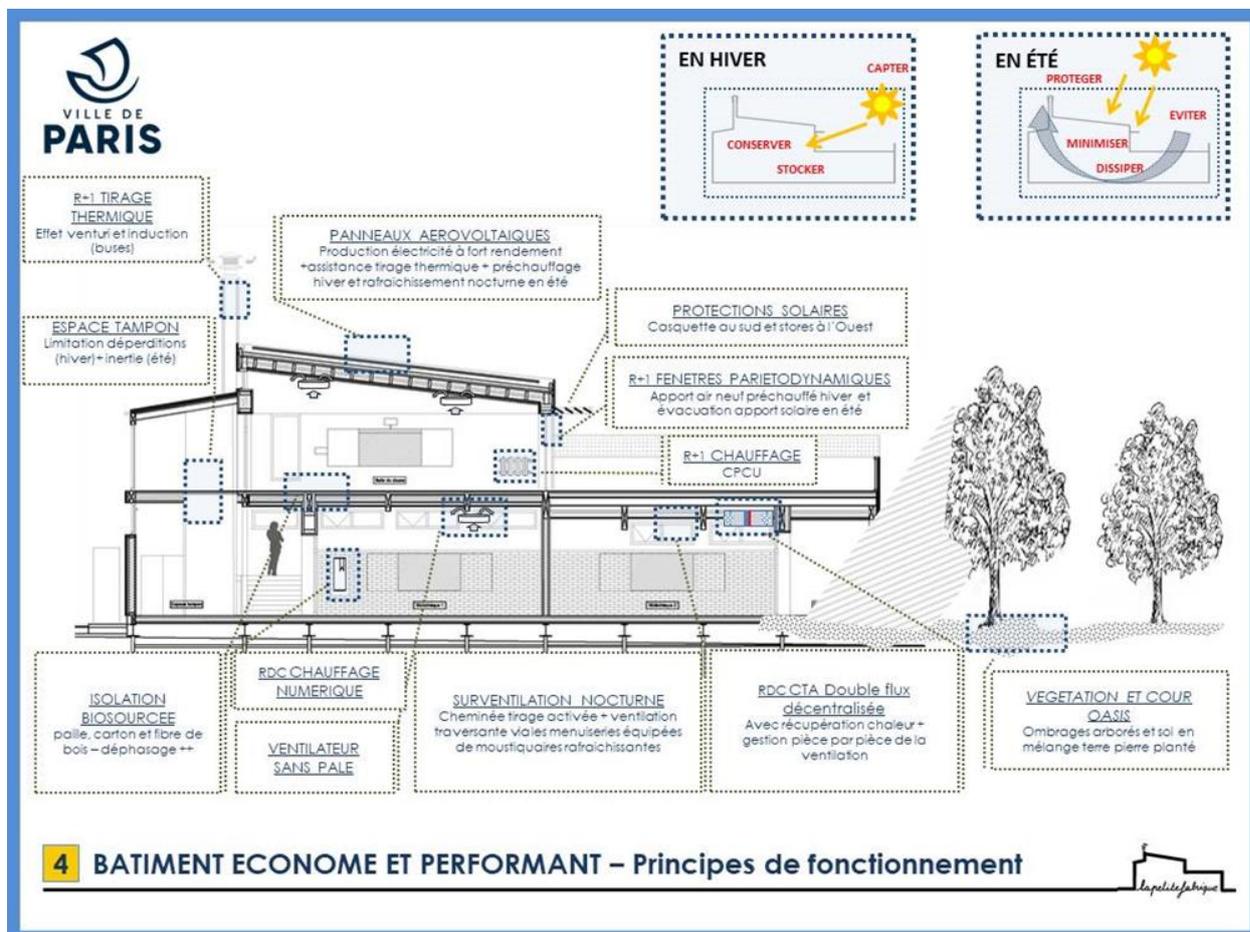
Au contraire la nuit en été, grâce à l'effet de radiation de la voûte céleste, le silicium devient froid la nuit et permet ainsi de rafraichir l'air intérieur de la salle en apportant de l'air 3 à 4 degrés plus frais.



© Ville de Paris

- Des menuiseries Pariétodynamiques et une cheminée de ventilation naturelle à tirage thermique et complément par injection. La cheminée de ventilation naturelle fonctionne grâce à l'effet thermique et venturi pour assurer une évacuation de l'air vicié de la salle de classe et l'entrée d'air neuf par les grilles pariétodynamiques. Les panneaux aérovoltaiques et la cheminée de ventilation naturelle ont été réalisés en mécénat de compétences avec Engie Solutions.





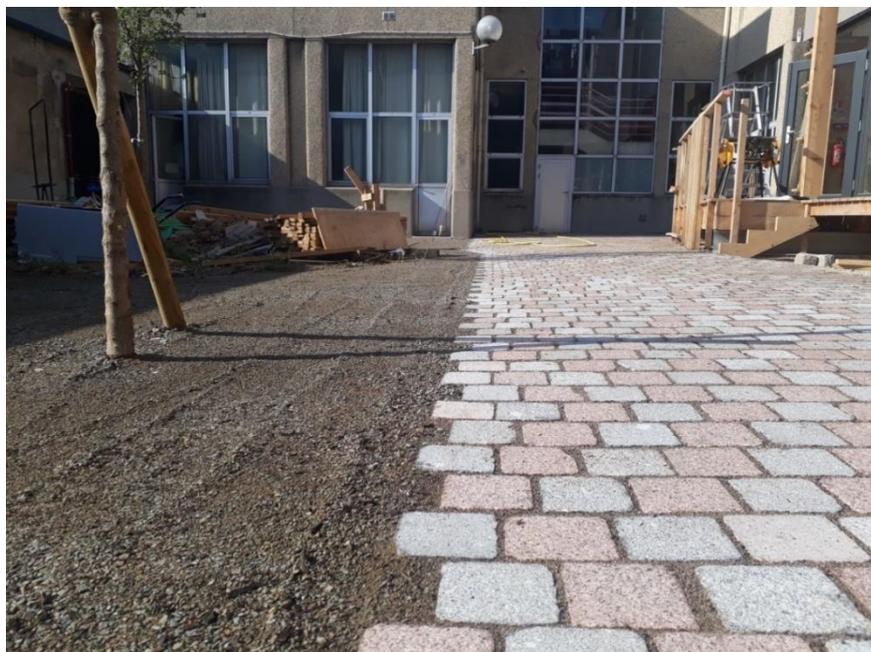
3 - 100 % de pluie infiltrée et une cour végétalisée

La cour de la Petite Fabrique, s'inscrit dans le programme des « cours d'école Oasis ». Jusque-là bituminée et imperméable, les travaux visent à en faire un îlot de fraîcheur durant l'été, et notamment les périodes de canicule, pour les enfants et éventuellement aux habitants du quartier hors des périodes scolaires.

Le traitement des sols est déterminant dans le cadre de ce programme, aussi il a été choisi pour la cour de la Petite Fabrique d'expérimenter des revêtements innovants: la Chaussée Végétale® et les Pavéverts®. Ils présentent l'avantage d'être perméables et végétalisés, tout en étant accessibles aux personnes à mobilité réduite et carrossables. La mise en œuvre est celle d'une chaussée classique avec une structure en grave compactée mais les derniers cm de grave sont amendés avec un mélange contenant des graines de plantes rases et des mycorhizes afin de structurer le sol tout en le rendant vivant.



Le test réalisé au printemps afin de bien comprendre la mise en œuvre et présenter le résultat aux usagers a été concluant, le reste de la cour a donc été réalisée par l'entreprise titulaire du marché à bon de commande de voirie SNTPP avec les conseils du paysagiste Arnaud Delacroix qui a breveté les produits.



110m²
Chaussée végétale®

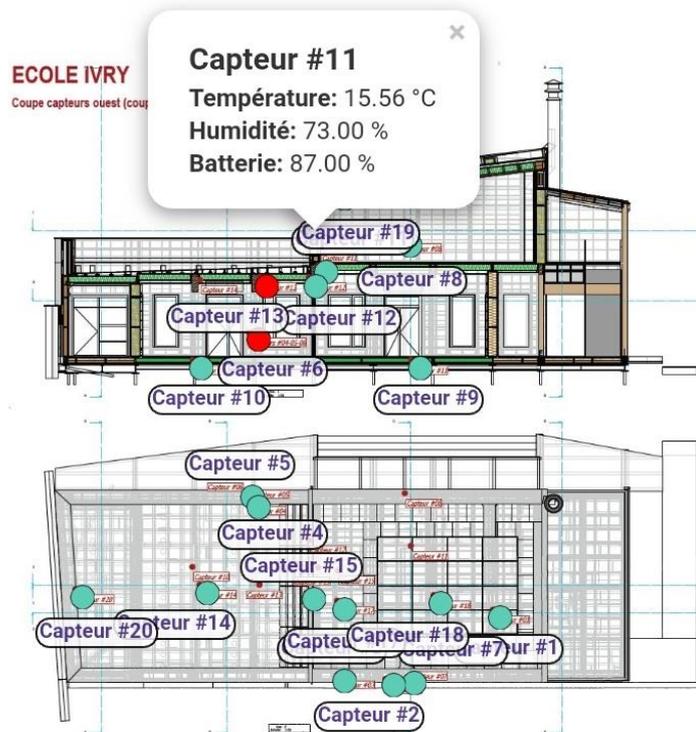
80m²
Pavévert®

80m²
Pleine terre

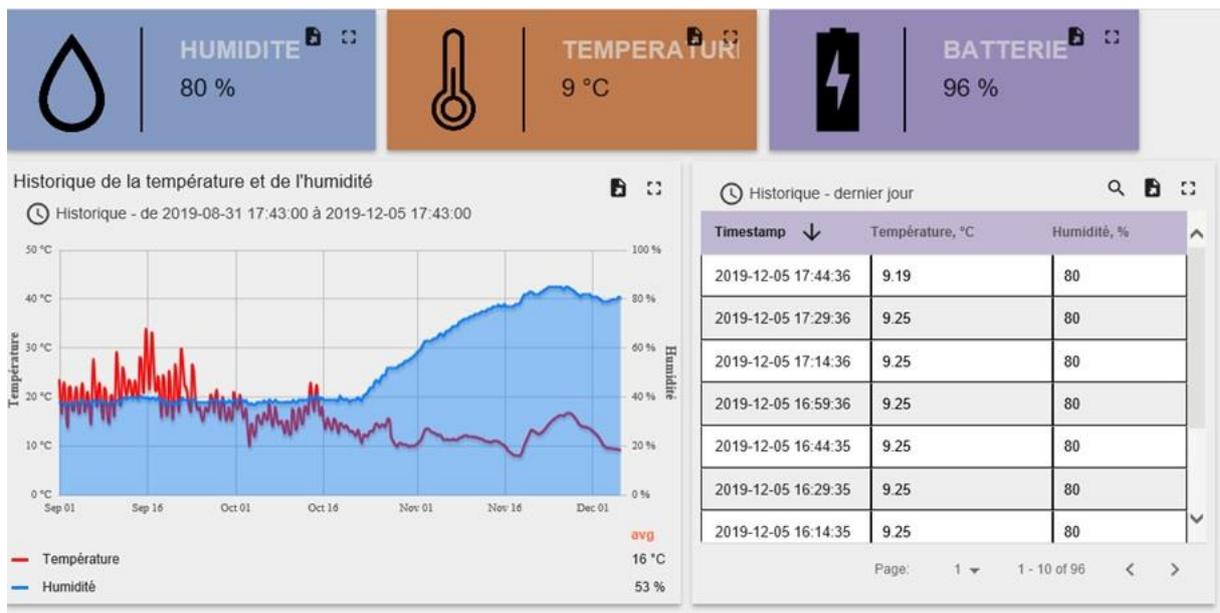
© Ville de Paris – Le revêtement vient d'être posé, dans quelques semaines les graines germeront.

4 - Des capteurs pour suivre les performances

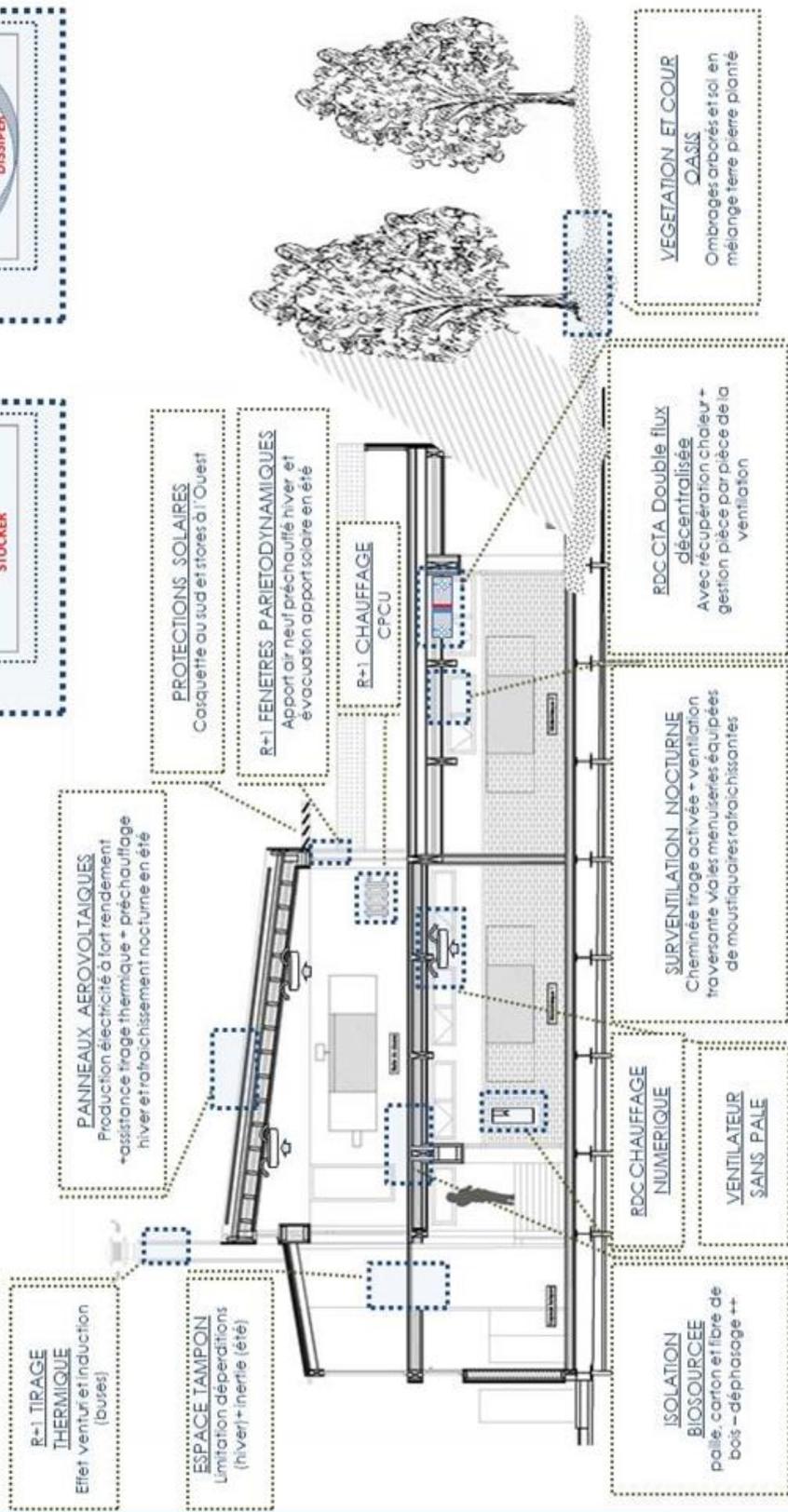
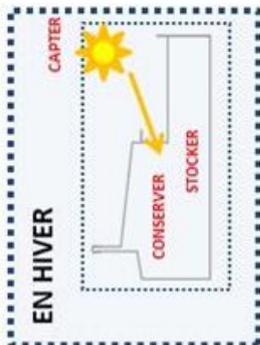
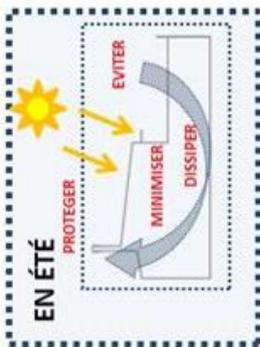
Pour suivre les performances du démonstrateur dans le temps, nous avons installé 20 capteurs à l'intérieur des parois verticales et horizontales. Ces capteurs de température et d'hygrométrie sont connectés à une plateforme d'extraction des données, mise à disposition par Arteria pour trois ans dans le cadre de son mécénat de compétences.



© Artéria – Extrait de la plateforme de données



© Artéria – Extrait de la plateforme de données



4 BATIMENT ECONOMIQUE ET PERFORMANT – Principes de fonctionnement

07 La Petite Fabrique, une synergie d'acteurs

« Construire AVEC »

Pour l'équipe de la Passerelle, « Construire Autrement », c'est aussi et surtout construire un écosystème humain fondé sur un socle de valeurs communes : construire sain, bas carbone, performant et à coût maîtrisé. Cette approche nécessite de réinterroger la manière de « faire projet » et surtout de faire équipe de façon transversale, pluridisciplinaires et collaborative.

Depuis son lancement, le projet a été fédérateur au sein des services de la ville. De nombreux agents ont donné de leur temps et de leur expertise pour permettre le développement de ce projet démonstrateur. Ils ont permis de valider des hypothèses de sol, de réaliser des tests plomb pour les matériaux de réemploi, des prototypes de chaussée végétale, des ateliers collaboratifs, des maquettes numériques, mais aussi de fournir du bois local, des pavés de réemploi, de mieux comprendre les questions techniques d'infiltration des eaux de pluie ou encore d'organiser des visites du chantier avec les enfants.

Alors, « **Construire Autrement** », c'est intrinsèquement "**Construire AVEC**" :

- avec des objectifs clairs du Plan Climat de la Ville de Paris voté à l'unanimité par les élus du Conseil de Paris,
- avec l'appui de l'élu adjoint en charge de la transition écologique du bâti,
- avec la confiance de l'équipe de la DCPA et du secrétariat général de la Ville de Paris,
- avec un bureau de contrôle technique missionné pour donner des avis sur des techniques non-courantes,
- avec des experts en simulation bioclimatique, en analyse de cycle de vie, en performances énergétiques low-tech, en qualité d'air,
- avec les experts internes des laboratoires de la Ville,
- avec une entreprise principale d'insertion à la pointe et sélectionnée au stade avant-projet détaillé pour participer à la mise au point du projet,
- avec une équipe de "doigts d'or" de la DCPA en régie pour les lots techniques,
- avec les pionniers de l'écoconstruction et les réseaux des filières de matériaux naturels,
- avec les "trouveurs" de solutions low-tech pour la ventilation et le confort des usagers,
- avec nos partenaires mécènes de l'opération : Abvent pour la maquette numérique, Arteria pour la plateforme des capteurs, Engie pour la mise en œuvre de l'aérovoltaïque et la ventilation naturelle assistée,
- Et bien sûr, avec l'équipe de la Mairie du 13^e, le CAUE, les enfants, les équipes pédagogiques et les 3 directeurs du groupe scolaire qui ont été partants pour tout !

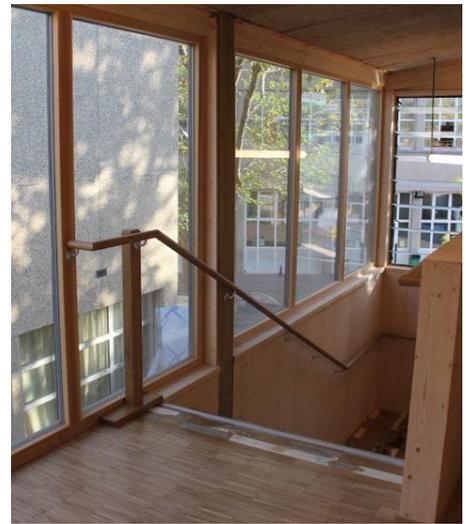
L'intensité sociale a été un levier important pour engager des expériences innovantes en économie circulaire aux côtés des acteurs de l'économie sociale et solidaire, historiquement positionnés sur le lien d'évidence entre ces deux objectifs. **La Petite Fabrique est donc aussi une fabrique de valeurs !**

Pour capitaliser cette expérience et formaliser les conditions de replicabilité et de déploiement, la passerelle transition écologique a créé un site internet de retour d'expérience technique, ouvert à tous avec l'ensemble des documents du projet en open-source : <https://passerelle-ecologique.paris/>

**[Dont les capsules vidéos qui retracent les étapes et enjeux du projet](#)
[Et la visite virtuelle](#)**



© Ville de Paris – Formation Pro paille et formation terre crue



© Ville de Paris – Salle de bibliothèque et escalier en réemploi



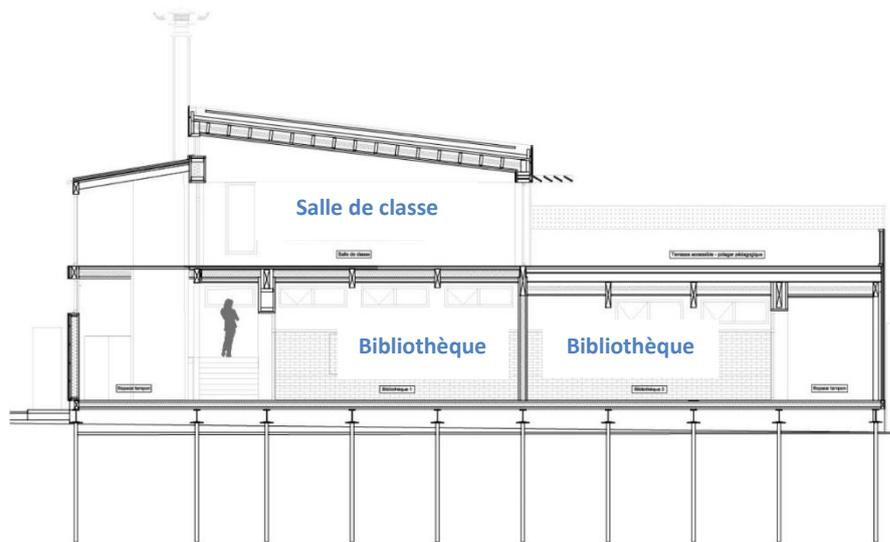
© Ville de Paris – Salle de classe à l'étage

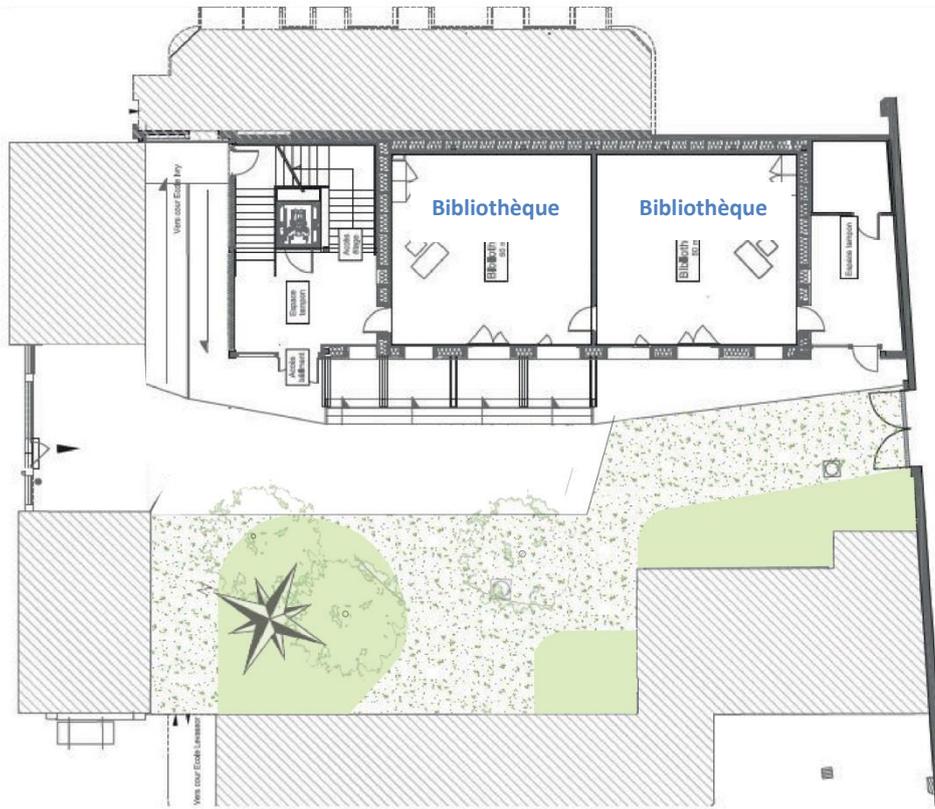


© Ville de Paris – Pergola et terrasse pédagogique



© Ville de Paris





PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE



PLAN DE NIVEAU R+1