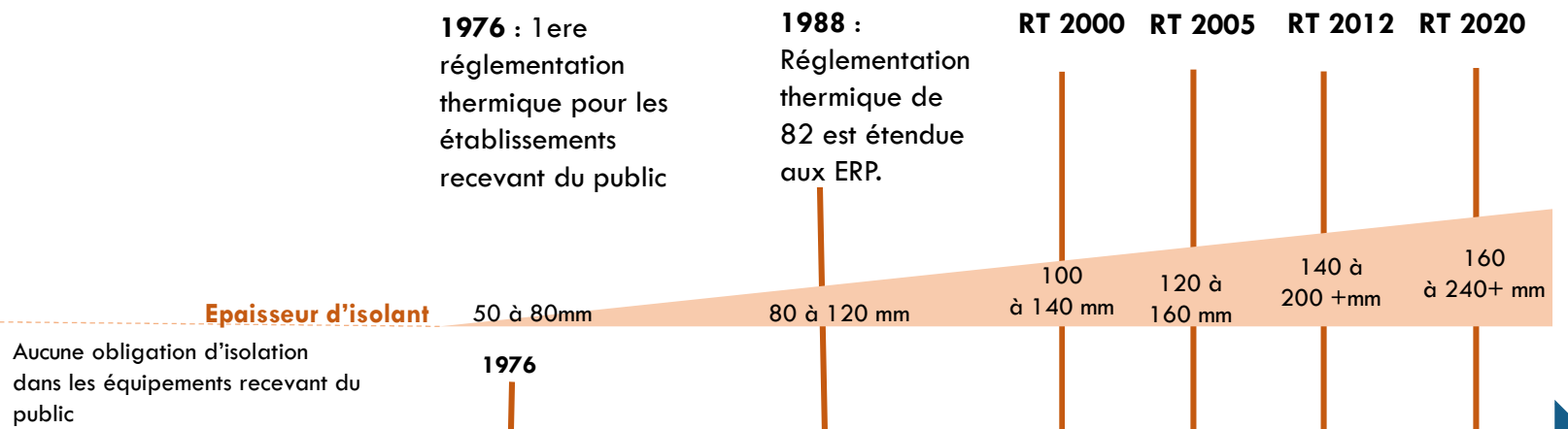


CLIMAT ET CONFORT DANS LES ÉCOLES PARISIENNES

Réglementations thermiques et l'isolation dans les écoles

(établissements recevant du public ERP)



Les températures de consigne dans les écoles

1881 : les lois Ferry : l'enseignement primaire est gratuit, laïque et obligatoire pour tous les enfants de 6 à 13 ans

1974 : la loi du 29 octobre 1974 instaure une limitation des températures de chauffage des locaux publics, y compris les écoles avec une **température maximale de chauffage à 19 °C**

2022 : plan de sobriété énergétique à Paris et **T° consigne de température à 18 °C** dans les établissements scolaires



Un poêle à bois dans une école Jules Ferry.

À l'époque des écoles « Jules Ferry »

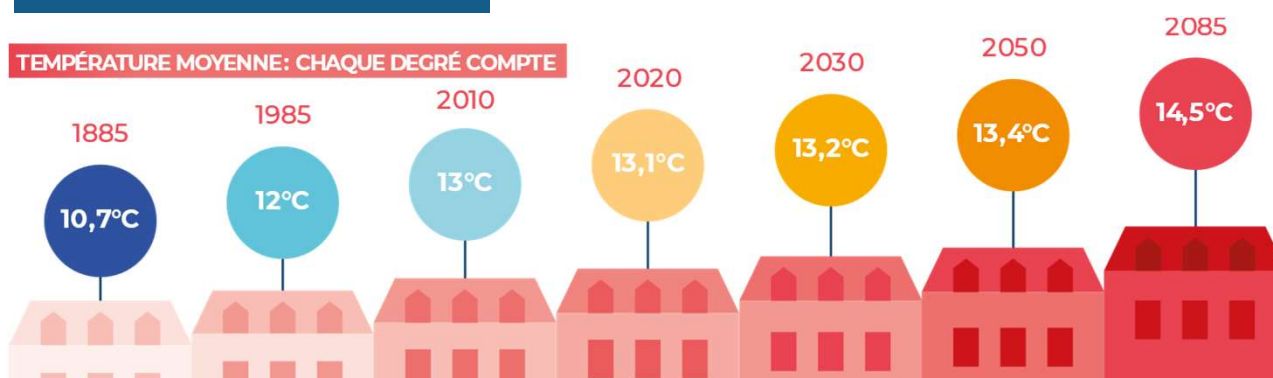
Dans les années 1880/1890, le chauffage des écoles est assurée par un **poêle à bois** ou à charbon dans chaque salle....et il est recommandé que la **température dans la salle ne dépasse pas 14 à 16 degrés** car on considérait que trop de chaleur affaiblissait les enfants et nuisait à la concentration !

33. *Poêles, conditions à remplir.* — Les poêles devront remplir les conditions suivantes :

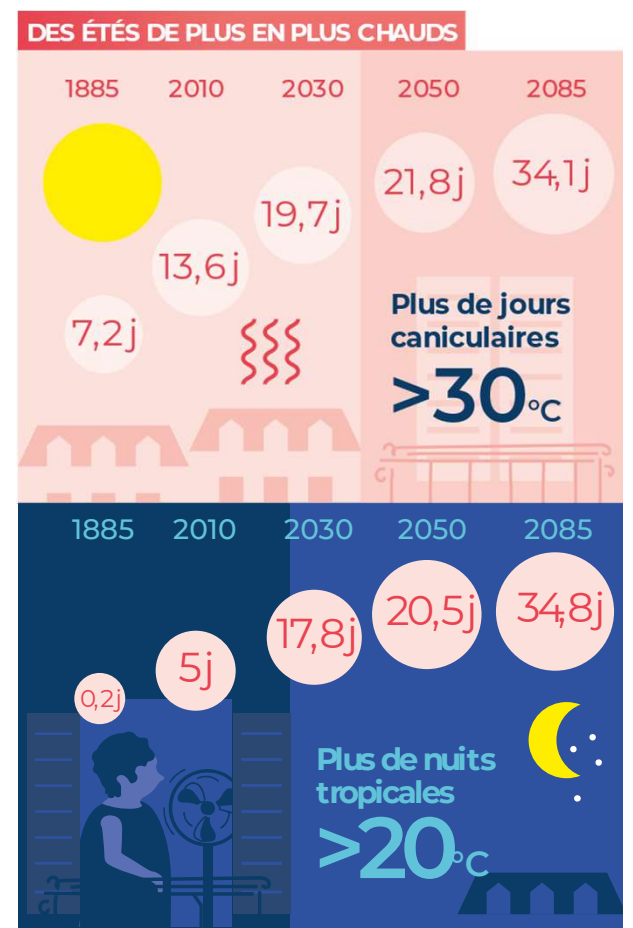
- 1° La surface de chauffe sera proportionnée aux dimensions de la salle à chauffer, de façon qu'en moyenne la température des salles atteigne 14 degrés centigrades et ne dépasse pas 16 degrés. Chaque classe sera munie d'un thermomètre placé à une assez grande distance du poêle.
- 2° Il y aura un poêle par classe ou pour deux classes contiguës.
- 3° Le poêle prendra à l'extérieur l'air pur nécessaire à la combustion et à la ventilation.
- 4° Il sera pourvu d'un réservoir à eau muni d'une surface d'évaporation.
- 5° Il devra être garni d'une double enveloppe métallique ou d'une enveloppe de terre cuite.
- 6° Il sera entouré d'une grille en fer.
- 7° Il ne devra être muni ni de four ni de chauffe-plats.
- 8° Il est interdit de faire passer le tuyau obliquement au-dessus de la tête des élèves.

Extrait du règlement pour la construction et l'ameublement des maisons d'école. Arrêté par le conseil de l'instruction publique et promulgué par arrêté ministériel du 17 juin 1880.

Et demain ?



UNE MARGE DE MANŒUVRE SUR LE LONG TERME

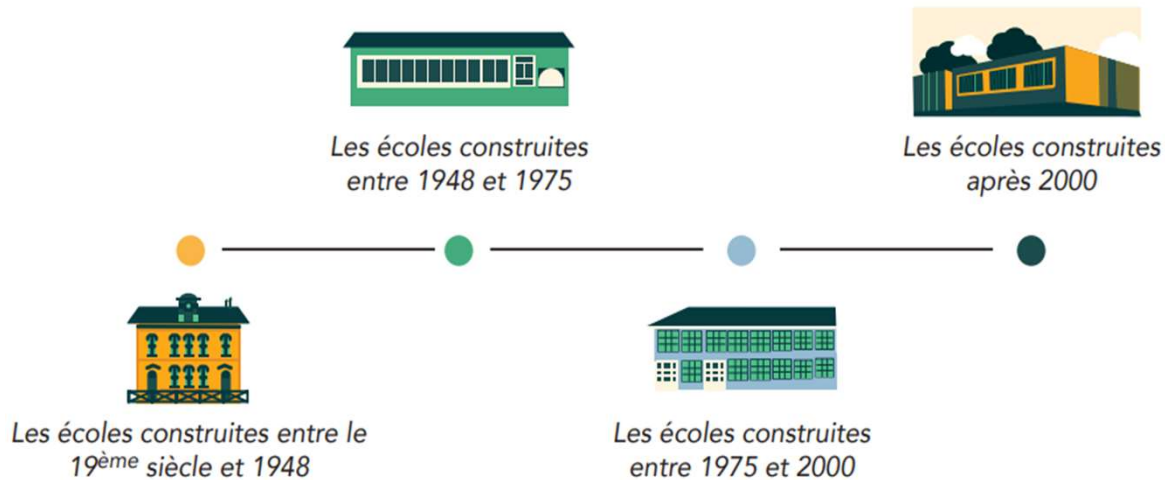


Extraits - 2021 - ville de Paris - actualisation du diagnostic de vulnérabilité - cahier 2 les évolutions climatiques à Paris - synthèse

PLAN CLIMAT, la ville de Paris se mobilise en pionnière sur ses bâtiments municipaux !

Le **Plan Climat 2024-2030** sonne la **mobilisation générale pour garantir l'habitabilité de Paris** dans un avenir proche, et engage le territoire dans une course contre la montre pour maintenir l'objectif de l'Accord de Paris et adapter la Ville . **Faire plus vite, c'est avant tout accélérer les efforts !**

Premier levier pour la neutralité carbone, la rénovation énergétique des bâtiments ! La VILLE DE PARIS a impulsé un grand plan de rénovation de son patrimoine, en premier lieu pour la rénovation globale et l'adaptation de ses écoles et crèches.



Extrait : Rénovation des écoles : intégrer le confort d'été – Guide pratique pour accompagner les décideurs locaux, les élus et les techniciens. Banque des territoires – Edurenov – CDC – Promodul novembre 2024.

LES ECOLES PARISIENNES

+1 Million
de m²

28,2 %
des Consommation

128 kW/m²/an
En moyenne (équivalent à un DPE C)

* Chiffre service de l'énergie de la DCPA – Ville de Paris année 2024

L'école Franc Nohain

Pour contribuer à la mobilisation des acteurs et engager au mieux ce grand plan de rénovations globales des équipements, la Ville a mobilisé la DCPA pour conduire, dans le 13^{ème} arrondissement :

LA RENO !

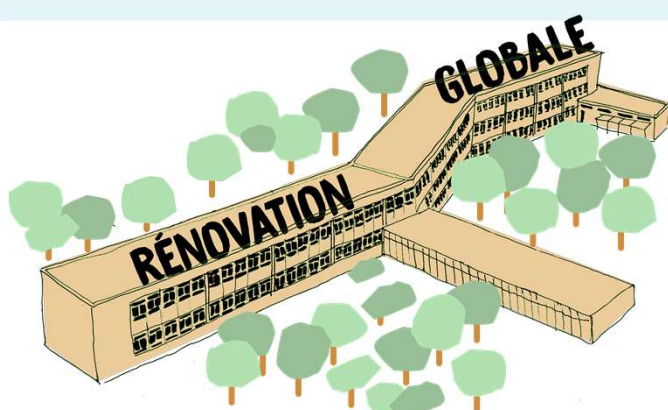
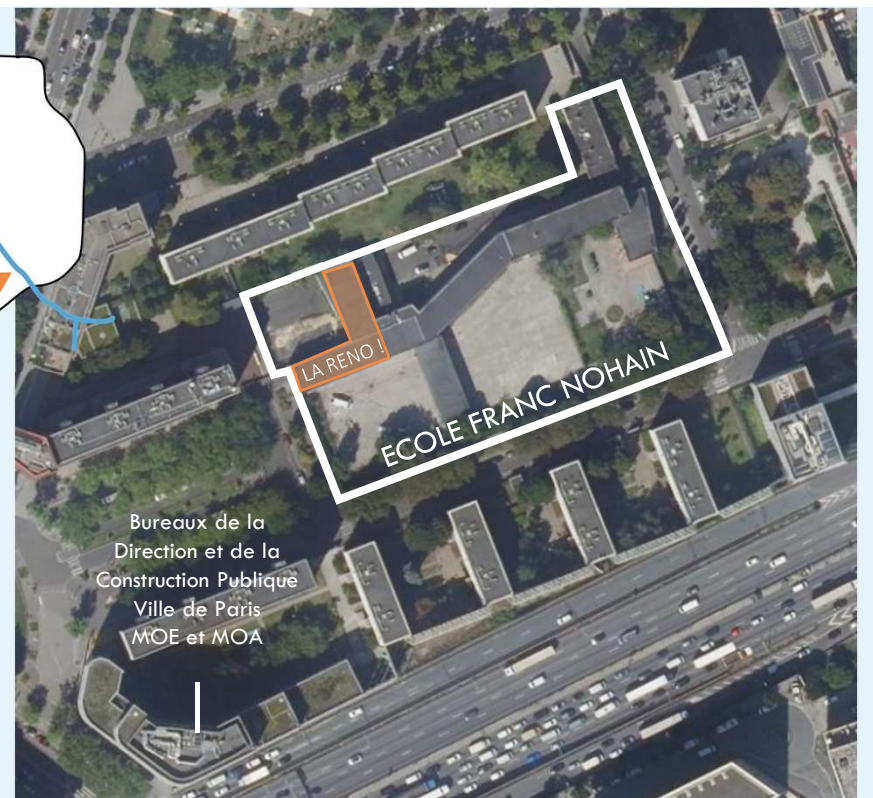
Un programme de rénovation pilote et temporaire
Janvier 2025 – Juillet 2026

PLATEAU TECHNIQUE POUR DES FORMATIONS À L'ÉCORÉNOVATION



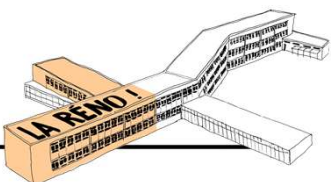
- centrée sur les enjeux d'évolution du bâti scolaire parisien
- Mobilisation de l'Académie du Climat pour accompagner le projet dans la sensibilisation et la formation de tous les usagers sur les enjeux d'adaptation climatique
- **Maitrise d'œuvre interne et entreprise en accord cadre**

PASSERELLE
TRANSITION ÉCOLOGIQUE



Et pendant ce temps se prépare la Restructuration globale ...
Juillet 2026 – Août 2029 (études et travaux)

Il s'agit d'une rénovation globale des bâtiments et espaces extérieurs comprenant des démolitions partielles et la création d'extensions. Le projet sera mené **en Marché Global de Performance par un groupement de maîtrise d'œuvre et d'entreprise externe**. Les travaux se dérouleront en plusieurs phases. Les espaces de LA RENO ! seront occupés par les enfants pendant ce phasage des travaux.



Décision de lancement du projet

LA RÉNO!

Janvier 2025

Mai 2025

Juillet 2025

Mai 2026

Remise des locaux
à l'école

Juillet 2026

Avril 2025
travaux préalables :
déplombage, isolement
chauffage...

**DIAGNOSTICS ET
ETUDES
CONCEPTION**
Maîtrise d'œuvre interne

**CONSULTATION
TRAVAUX**
Marché subséquent

TRAVAUX
TCE
Entreprise ELIEZ

FORMATIONS
et mise en place
de L'INSTRUMENTATION

Suivi de
l'instrumentation

**Rénovation globale
de l'école
en 2 phases**

Concertation et collaboration avec les usagers et les partenaires CAUE, Académie du Climat, Edurenov...

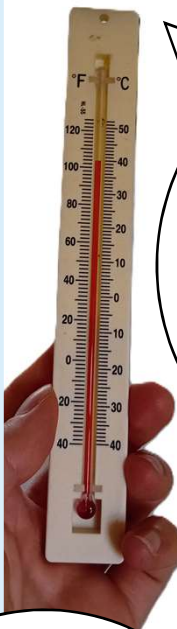


Acteurs

- **Maître d'ouvrage** : Ville de Paris DCPA-SAMO
- **Maîtrise d'œuvre interne** : Ville de Paris DCPA - Passerelle Transition Ecologique - Christelle Davrieux, Delphine Paillard, Jules Porée, Maya Ralambofiringa, Nathalie Chazalette
- **Gestionnaire** : DASCO – CASPE 5/13.
- **Exploitant** : SLA 5/13.
- **BET Maîtrise d'œuvre (structure et électricité)** : IPH ingénierie
- **BCT** : APAVE
- **CSPS** : 4G ingénierie
- **CSSI** : AKSSIMO
- **Réalisation des travaux** : ELIEZ (entreprise TCE)
- **Sous-traitants principaux** : Logelec, Norba, BG BAT, Menuistop, ABREK, AMB, Bahuel, Archicart
- **Vidéo** : Livedesigners – Antoine Bretillard, Communication service de l'énergie DCPA – Cyril Abbas
- **Maquette pédagogique** : Créalogic
- **Mobilier salle témoin** : Lao scope
- **Affichage salle témoin** : Baptiste Bureau/ Atelier Veroliv
- **Assistance à maîtrise d'usage** : One point avec Delphine Grinberg (sous-traitant) –programme EDURENOV (Banque des territoires)
- **Ateliers pédagogiques** : CAUE ateliers périscolaires ACADEMIE DU CLIMAT programme Ecodélégués.
- **Accompagnement EKOPOLIS** pour visite

1M2 de baie vitrée non protégée et exposée au soleil équivaut à 500 Watt soit l'équivalent d'un radiateur électrique *

* source : ACTEE le confort d'été une priorité pour les bâtiments publics



Température
le 1^{er} Juillet
2025 dans une
salle avant la
rénovation

A Franc-Nohain chaque salle à 15 m² de surface vitrée par salle donc ça fait un radiateur de 7500 Watts AAAARGHHH... et en plus il y a les occupants qui dégagent de la chaleur

On passe à
l'ACTION !



Les Objectifs :

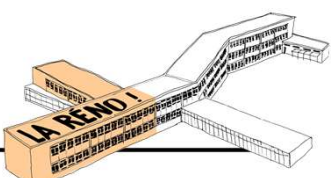
- ☐ **CONFORT D'ÉTÉ : TAUX D'INCONFORT inférieur à 2% du temps d'occupation ****
- ☐ **CONFORT D'HIVER**
- ☐ **CONFORT D'USAGE**
- ☐ **BAISSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE de 60 %**
- ☐ **VENTILATION NATURELLE ET QUALITE D'AIR**
- ☐ **BILAN CARBONE : 100%** isolation biosourcé ou réemploi – matériaux bois et cartons pour les aménagements intérieurs

** selon norme du confort adaptatif EN 16798



Financement

- **Financement** : Budget participatif « S'adapter au changement climatique » et « Paris Frais »
- **Mécénat de compétences** : AREP ingénierie
- **Programme Edurenov** - Banque des territoires





- Bâtiment vétuste
- Sol plombé
- Aucun ombrage du bâtiment au sud
- Salles trop chaudes en été... mais aussi en hiver
- Salles mal ventilées
- Lumière naturelle éblouissante et dysfonctionnement du tableau numérique



- Une acoustique confortable dans les salles
- Un apport solaire gratuit



Salle de classe avant travaux (sol déjà déplombé)

© Passerelle Transition Ecologique



Façade SUD avant travaux

© Passerelle Transition Ecologique

Données générales avant travaux

- **Année de construction** : 1955
- **Rénovation partielle années 80** : ajout de doubles fenêtres bois en intérieur sur façade sud et isolation toiture et allèges maçonnées.
- **Température moyenne**
 - en 1955 : 11,3 °C
 - En 2025 : 13,8 °C
- **Niveau de PPM (CO2)**
 - en 1955 : 313 ppm
 - En 2025 : 430 ppm
- **Type** : ERP de 3^{ème} catégorie type R
- **Usage** : Salles de classes élémentaires
- **Surface SDP** : 500 m² (6 salles de 55 m², couloirs et escalier)
- **Niveaux** : RDC et R+1
- **Localisation du bâtiment** : Isolé au centre de la parcelle entourée d'immeubles de logements
- **Orientations** : Nord pour le couloir , Sud pour les salles classes

Fluides avant travaux

- **Ventilation** : Naturelle par ouverture des fenêtres dans les salles de classe
- **Chaufferie** : Gaz avec sonde unique de température dans la cour nord
- **Emetteurs** : radiateurs en fonte sans robinets thermostatiques
- **Consommation énergie avant travaux** :
 - En énergie finale (sur les factures) sur la totalité du bâtiment (4000 m²) = 119 Kw/m²/an (DPE C)
 - Sur périmètre LA RENO (hors préaux, réfectoire etc...) Consommation simulée par STD fichier météo moyenné 2009/2023 Paris Orly = 79 kWh/m²/an

Simulation thermique dynamique (STD) permet de modéliser les échanges de chaleur entre un bâtiment (modélisé en 3D) et son environnement réel en intégrant les variations horaires de température, les apports solaires, l'inertie des matériaux, l'occupation par les usagers....

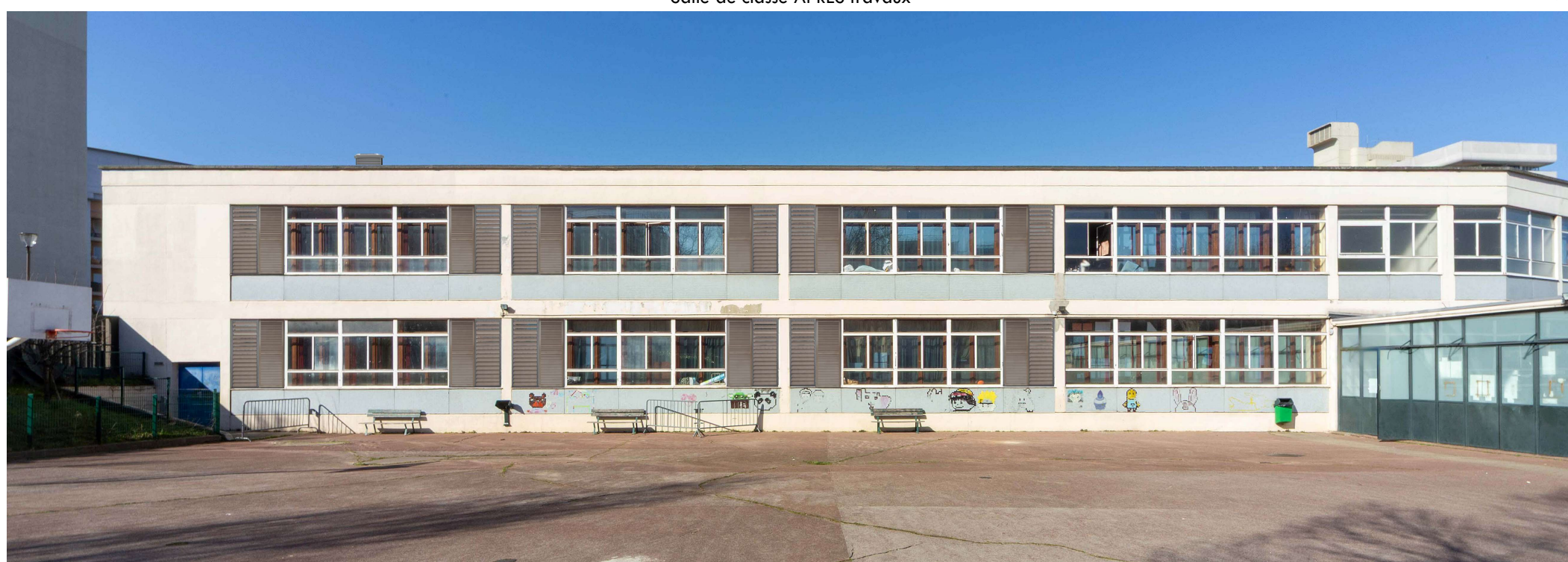


- confortables toute l'année
- mieux ventilées
- mieux éclairées
- chaleureuses
- modulables
- écologiques avec des occupants mobilisés !



Salle de classe APRES travaux

© Passerelle Transition Ecologique

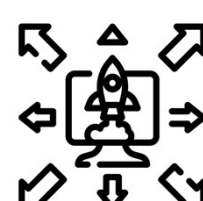


Façade SUD APRES travaux

© Passerelle Transition Ecologique

Travaux principaux

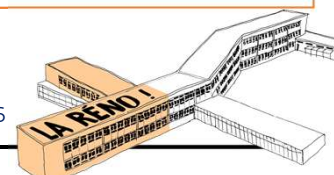
- ✓ Remplacement de 40 % des menuiseries sud et pose de protections solaires sur toute la façade Sud
- ✓ Dispositifs sécurisés pour sur-ventilation nocturne traversante
- ✓ Pose de 4 brasseurs d'air dans toutes les salles
- ✓ Séparation des réseaux de chauffage couloir/salle
- ✓ Maîtrise des volumes chauffés, ventilation naturelle et apports solaires
- ✓ Réemploi chauffage fonte et pose de panneaux rayonnants à eau chaude
- ✓ Isolation thermique biosourcée par l'intérieur des salles de classe et de la cloison salle/couloir
- ✓ Rénovation intérieure frugale et bas carbone
- ✓ Test cheminée de ventilation naturelle double flux au R+1
- ✓ Cloison légère, acoustique et mobile entre 2 salles de classes pour permettre une plus grande modularité d'usage
- ✓ Capteurs CO2 pour contrôle de la qualité d'air et consigne d'aération aux usagers
- ✓ Instrumentation pour suivi des performances

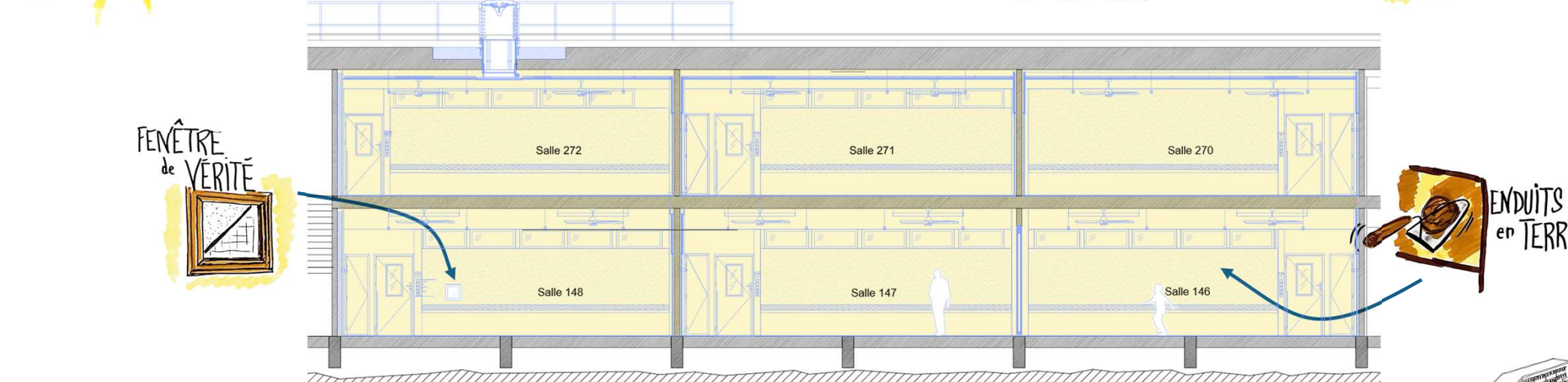
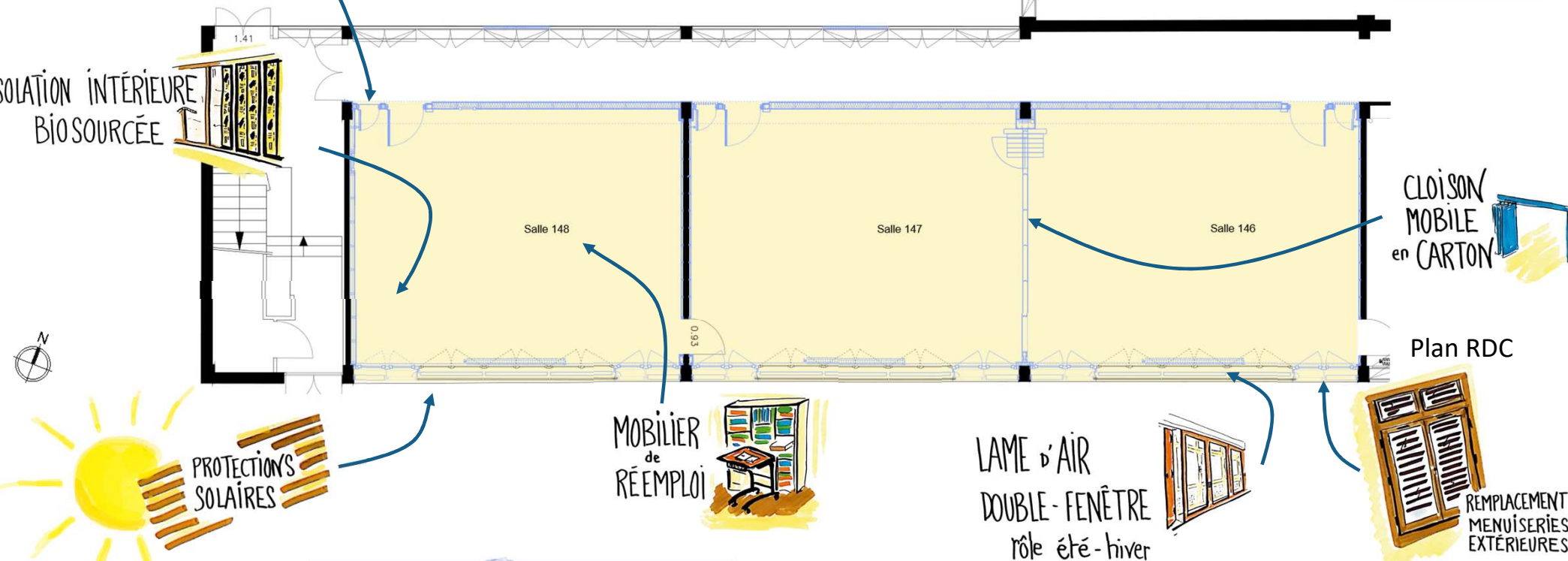
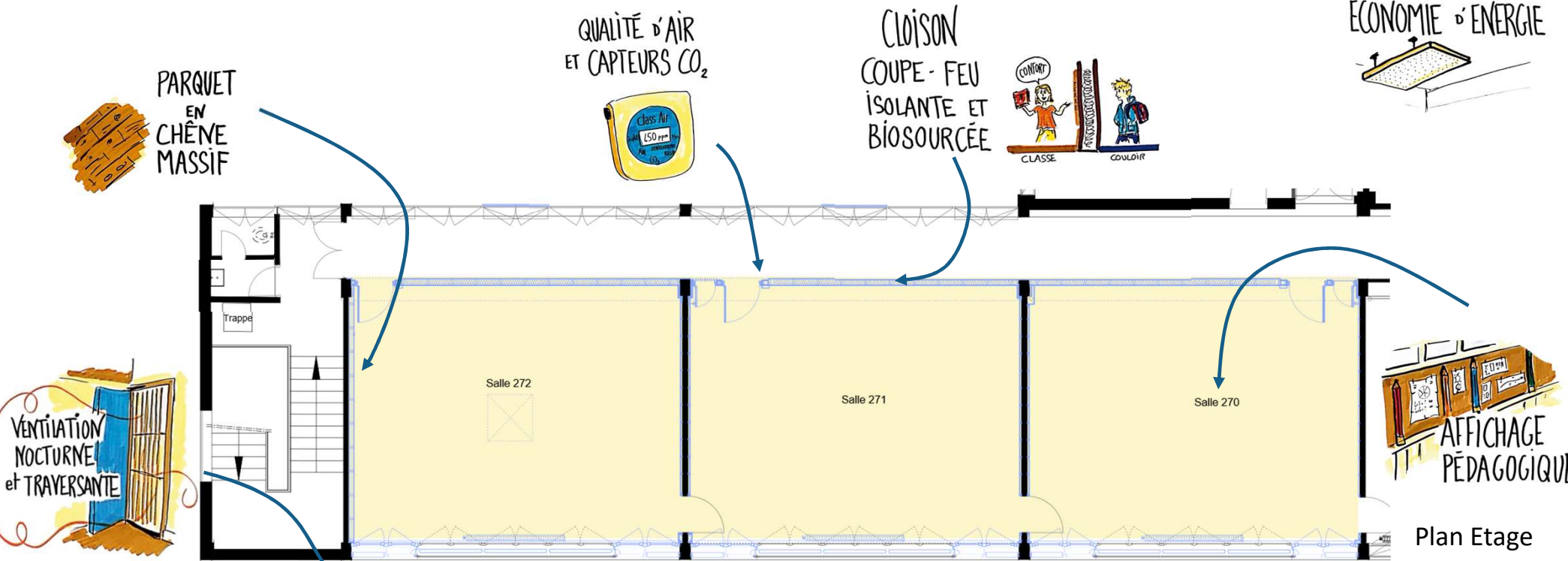
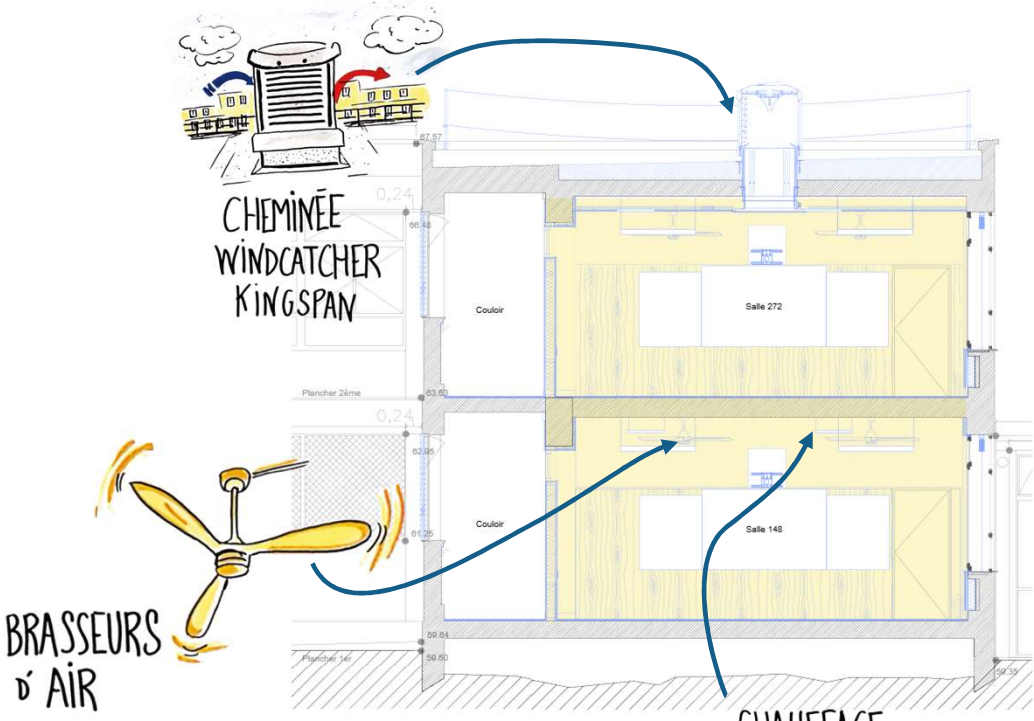
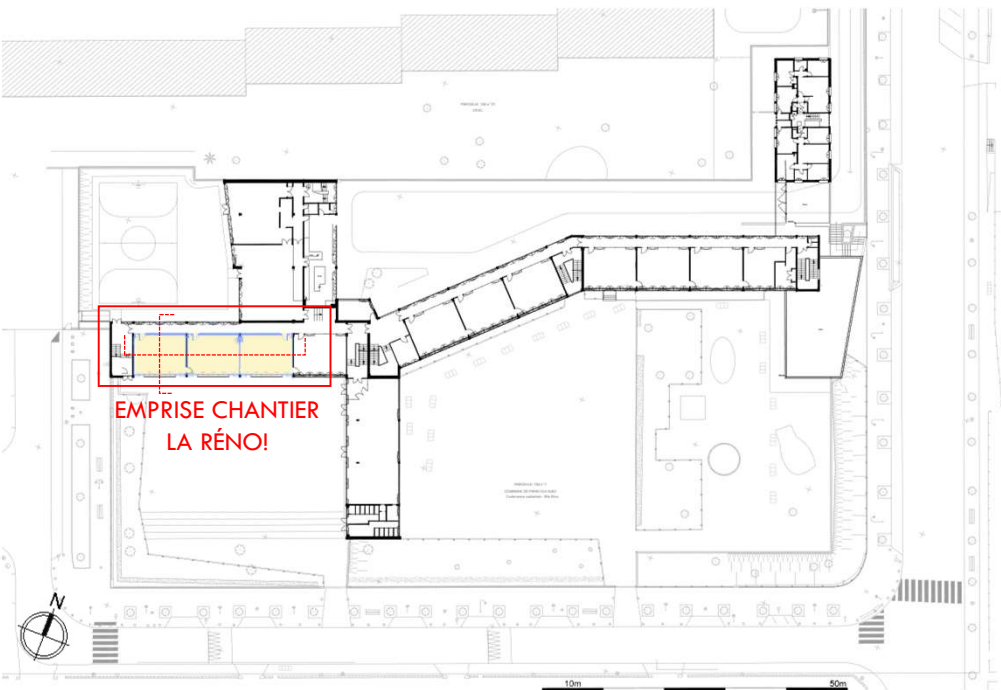


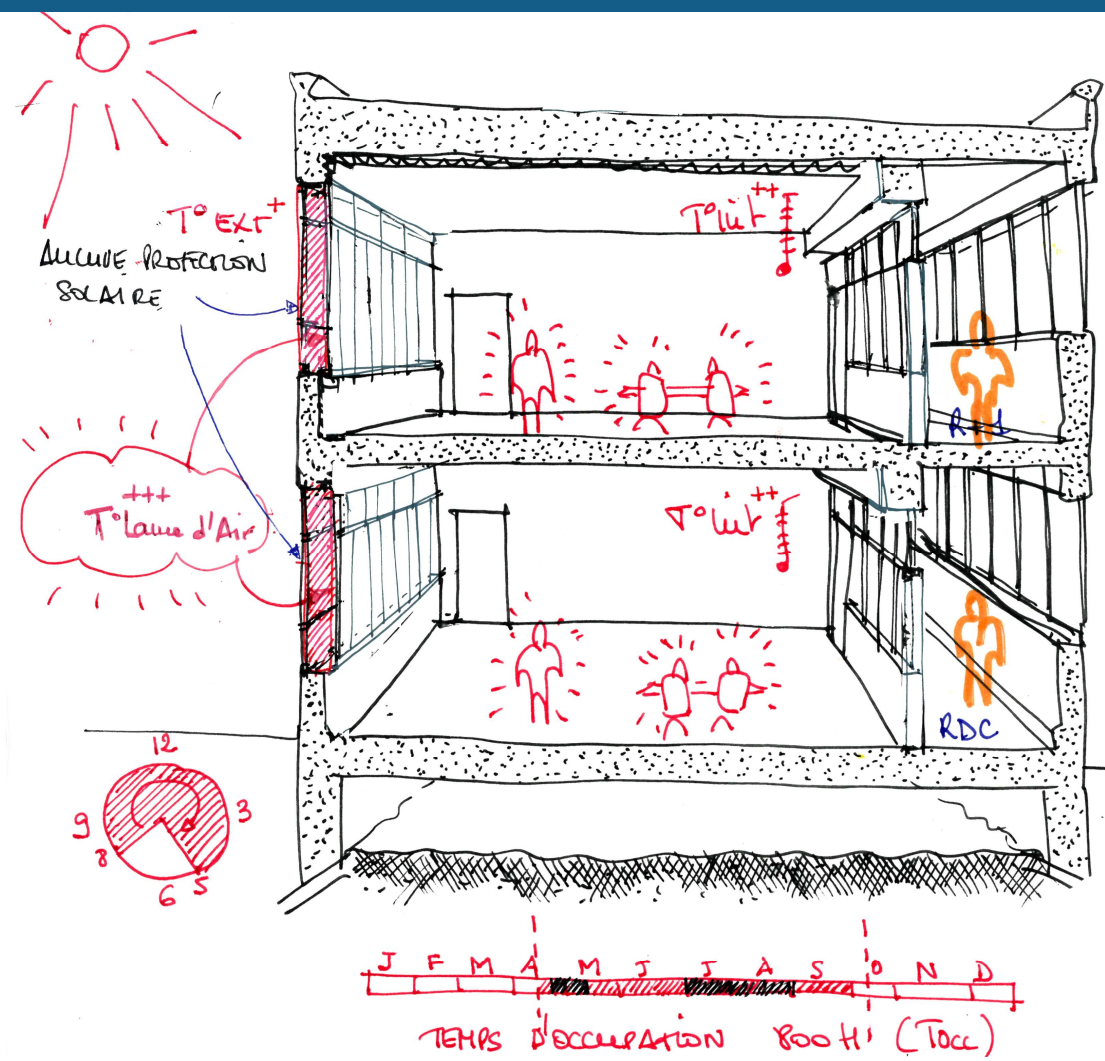
Collaborer Tester Evaluer Déployer
pour répondre aux objectifs de confort et de sobriété du Plan Climat de la Ville de Paris

Dimension pédagogique

- ✓ Mobilisation des occupants autour du confort thermique avec la démarche « Bien dans ma peau, bien dans ma classe ! »
- ✓ Visites du chantier avec les équipes pédagogiques et les élèves
- ✓ Ateliers de l'ACADEMIE du CLIMAT et du CAUE sur le temps périscolaire
- ✓ Salle témoin mobilier réemploi
- ✓ Salle témoin pour des dispositifs d'affichages pédagogiques
- ✓ Programme de formation/visite pour l'ensemble de la DCPA (1 500 agents) et ses partenaires
- ✓ Exposition pédagogique sur la construction en terre crue et formations techniques pour 45 agents de la DCPA





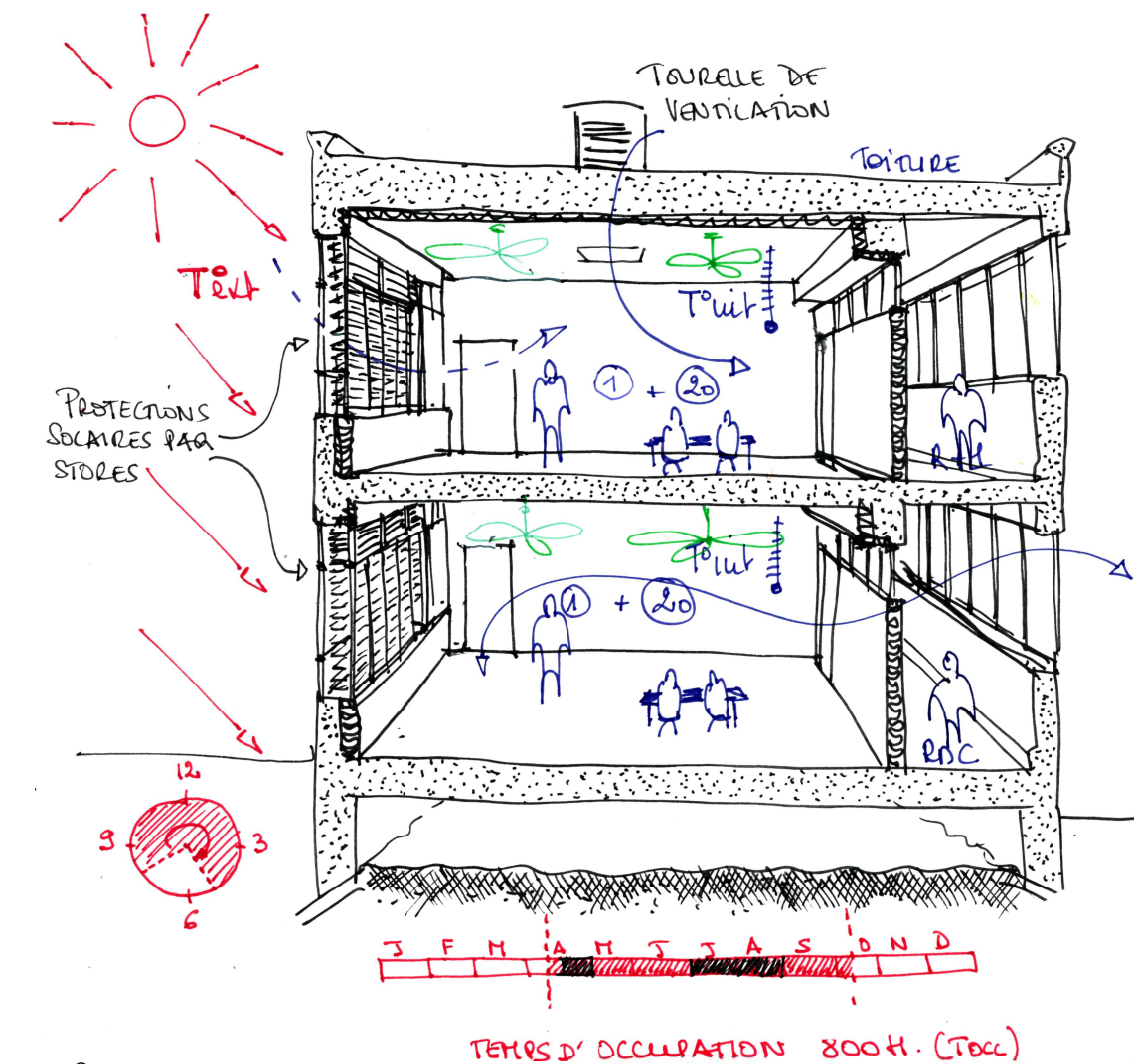


EXISTANT
TAUX d'INCONFORT EN ÉTÉ :



2030 = 78,5 % d'inconfort
2025 : moyenne de 450 heures soit 56% du Tocc
2030 : moyenne de 630 heures soit 78,5% du Tocc
2050 : moyenne de 677 h soit 85% du Tocc

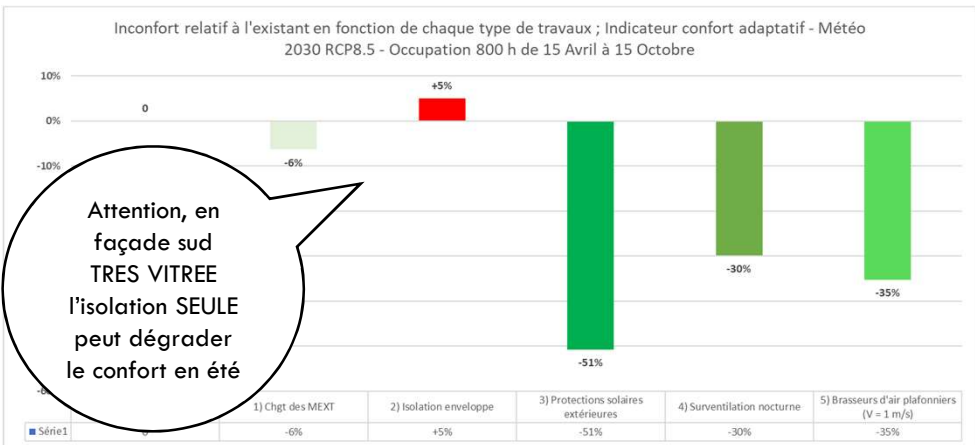
A partir de
mi-avril, on a
déjà trop
chaud !!!



PROJET LA RENO !
TAUX d'INCONFORT EN ÉTÉ :



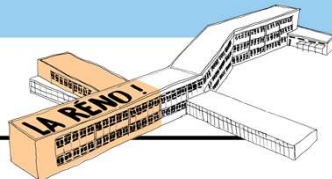
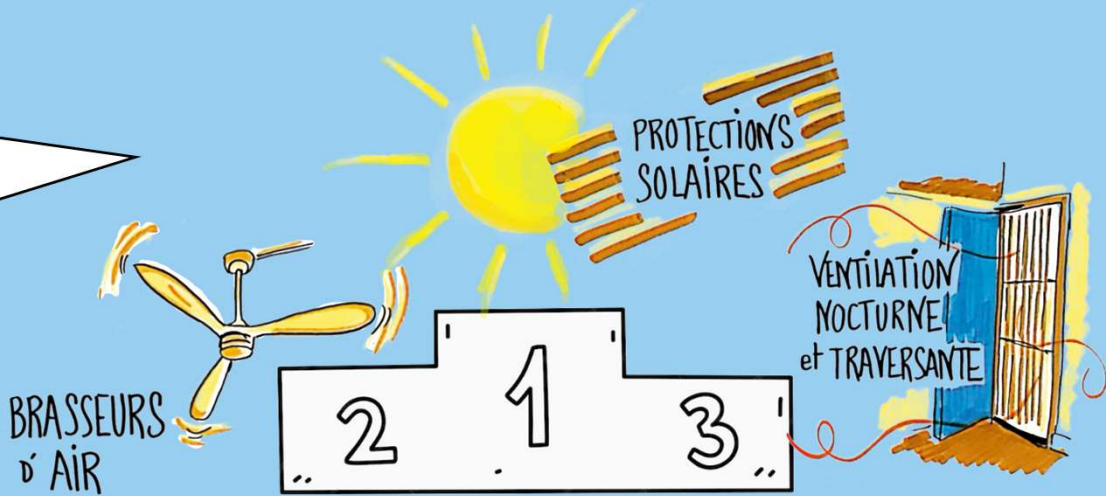
2030 = 0,5 % d'inconfort
2030 : moyenne de 5h soit 0,5% du Tocc
2050 : moyenne de 13h soit 1,75% du Tocc



Hypothèse de modélisation de la simulation thermique dynamique
Fichier météo Paris 2030 et 2050 RCP 8.5 PoE10
Scénario d'occupation :
26 personnes - juillet et août exclus - soit 800 heures d'occupation - du 15 avril au 15 octobre

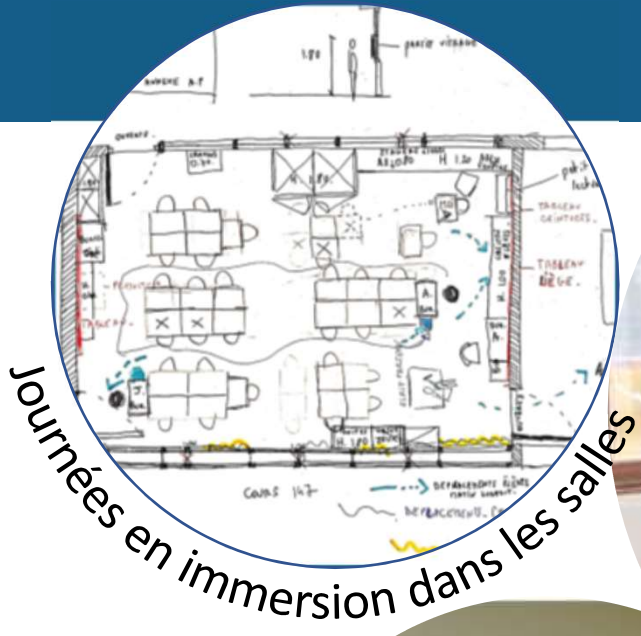
© Passerelle Transition Ecologique

A LA RENO !
51 % de
l'amélioration
est créée par
les protections
solaires



FAIRE AVEC LES OCCUPANTS

L'atteinte des objectifs, surtout pour le confort d'été, repose sur **l'implication des usagers**. Dès la conception et à toutes les phases du projet, une **collaboration active** s'est nouée entre les occupants et l'équipe du projet



Journées en immersion dans les salles



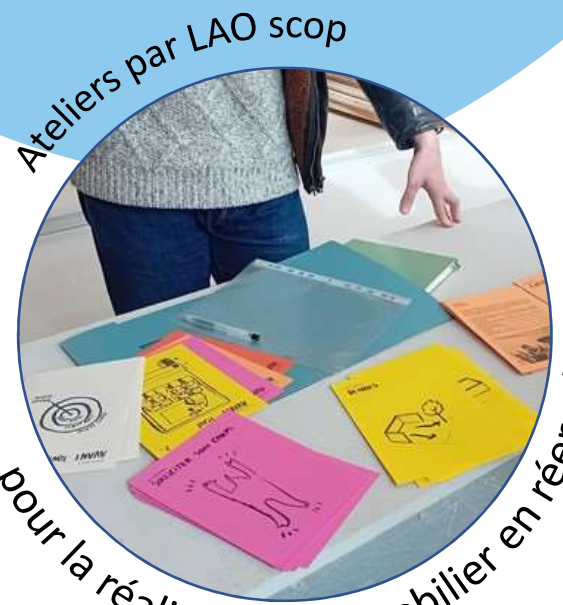
Visites de chantier



Exposition sur la terre crue avec le collectif MUD



Signalétique et guide usagers
Delphine Grinberg avec Onepoint



Ateliers par LAO scop pour la réalisation de mobilier en réemploi



Journée « Bien dans ma peau, bien dans ma classe »
de sensibilisation à la thermique



Reportage du chantier par les enfants avec le CAUE
Saïd est plaquiste. Son outil préféré est la visseuse. Il l'utilise pour fixer des éléments.



Dispositif d'affichage inventif en réemploi par Baptiste Bureau et Atelier Veroliv



Echanges avec le personnel d'entretien



Atelier terre crue avec le CAUE



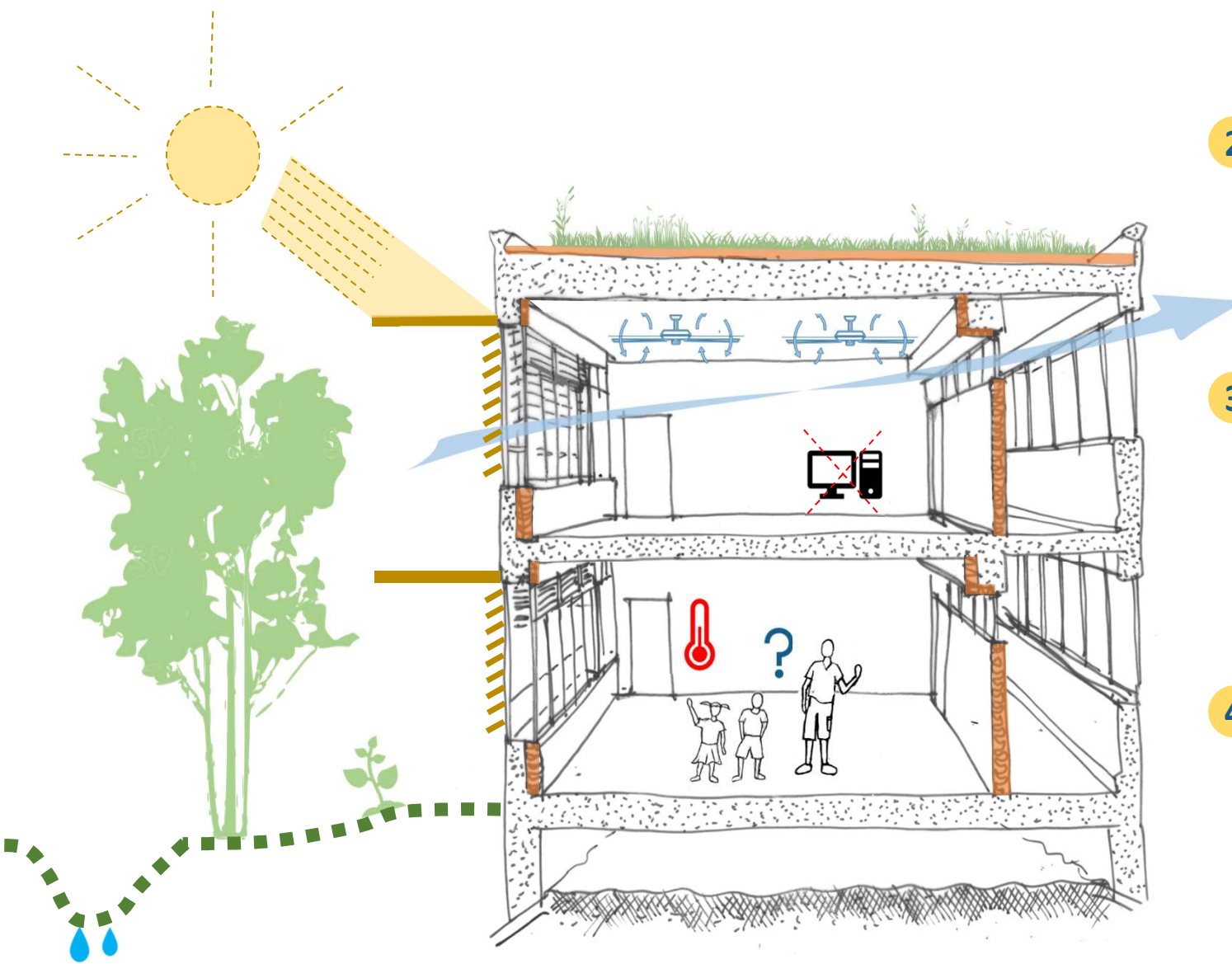
Maquettes pédagogiques



Fenêtres de vérité

Et à venir :
le retour d'expérience des usagers in situ et l'instrumentation pour le suivi des performances ...

CONFORT D'ÉTÉ



Et si ça ne suffit pas...

INSTALLER DES DISPOSITIFS DE RAFRAICHISSEMENT SANS CLIM

- Rafraîchissement adiabatique (Modules autonomes adiabatiques ou module couplé à une CTA)
- Géothermie peu profonde (Puits canadiens...)
- Réseau de froid (Fraîcheur de Paris)

1 QUESTIONNER LES USAGERS

- Cartographier et identifier les faiblesses du bâtiment
- Questionnaire usagers
- Relevés de température avant projet

2 EMPECHER LA CHALEUR DE RENTRER

- Isolation thermique
- Protections solaires extérieures
- En végétalisant
- Adaptation des MEXT

3 ATTENUER LES PICS DE CHALEUR EVACUER LA CHALEUR

- Utiliser l'inertie
Conservation des parois à matériaux à fortes inerties (béton, pierre, terre crue)
- Réguler l'humidité
Matériaux aux propriétés hygrothermiques
- Ventilation Naturelle
Ouvrants dédiés à la ventilation nocturne Dispositif de VNAT plus poussés : tours à vent, atrium, ..
+ Ventilation Mécanique (si nécessaire)
Surventilation hybride/mécanique/naturelle

4 RAFRAICHIR LES ABORDS DU BÂTI

- Végétalisation
- Utiliser l'eau
Récupération d'eau de pluie pour l'arrosage
Nouvelles paysagères
- Changer les revêtements
Revêtements perméables
Revêtements clairs avec albédo moyen 0,2 à 0,6

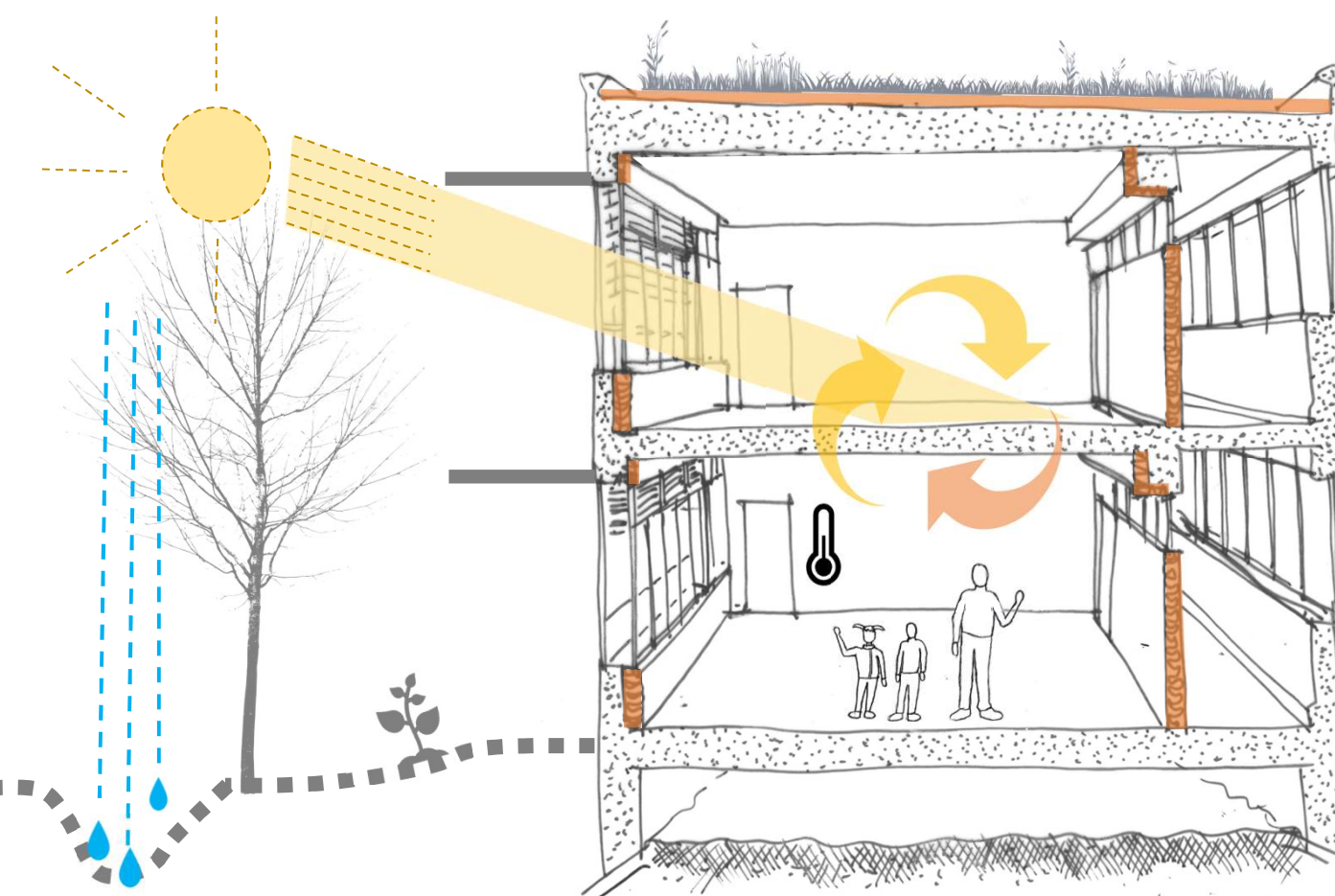
5 LIMITER LES APPORTS INTERNES

- Limiter les appareils électriques
- Repenser l'organisation
Espaces refuges refroidis/rafraîchis mais localisés
Adaptation des horaires

6 JOUER SUR LE CONFORT RESSENTI

- Ventilation naturelle
- Brasseurs d'air

CONFORT D'HIVER



1 CAPTER LA CHALEUR

- Maximiser les apports solaires

2 STOCKER LA CHALEUR

3 CONSERVER LA CHALEUR

- Isolation thermique
Isolation des murs verticaux
Isolation de la toiture
- Adaptation des MEXT
Passer du simple au double vitrage

4 DISTRIBUER LA CHALEUR

REEMPLACEMENT DES MENUISERIES EXTERIEURES

L'école Franc Nohain a été construite en 1955 avec de larges façades vitrées en acier simple vitrage (18m² par salle de classe !). Dans les salles de classe, dans les années 80, une fenêtre en bois simple vitrage a été ajoutée à l'intérieur créant ainsi une double peau.

Le diagnostic thermique du bâtiment a montré que ce système orienté plein SUD était particulièrement efficace en hiver : la lame d'air entre les deux fenêtres est isolante et le dispositif décuple les apports solaires par l'effet de serre.

ENJEUX / OBJECTIFS

- 3,6 m² minimum d'ouvrant pour la ventilation hygiénique en journée par salle
- 1 m² minimum de ventilation nocturne traversante (en prenant compte la perte de charge du à la présence des volets)
- Performance thermique et réduction des ponts thermiques
- **Système de ferrure sécurisée et pérenne**

REGLEMENTATOIN

- Dans la construction neuve, la réglementation vise un $U_w < 1,4$ W(m².K), en rénovation cela va dépendre de l'étude thermique. La DCPA s'est mis comme objectif un $U_w \leq 1,3$ W/m².K et $S_w \leq 0,35$

MATERIAUX / PERFORMANCES

- Coefficient de déperdition thermique : $U_w = 1.3$ W(m².K)
- Coefficient d'apport solaire : $S_w = 0.35$
- Vitrage : 44.2 / 14 ag / 33.2 ONEFe+We (Feuilleté avec warmedge)
- Bois : Pin (provenance Allemagne)
- Finition : peinture grise Ral 7040 int / ext

REVALORISATION DU VERRE PLAT

Les 12 menuiseries intérieures bois simple vitrage ont été déposées par l'entreprise NORBA et valorisées par atelier R-Are, le verre plat a été mis en filière de valorisation et le démantèlement a été réalisé en chantier participatif avec des jeunes lycéens se destinant au métier d'architectes.

ALERTES / PRECAUTIONS

Un travail a été mené avec NORBA, fabricant et poseur des fenêtres du chantier et la cellule maîtrise des risques de la DCPA pour valider des fixations sécurisées : des **paumelles à goupille avec axe à poser vers le haut**. La Fiche sécurité bâimentaire de la CMR a été mise à jour pour prendre en compte ce nouveau mode de fixation.



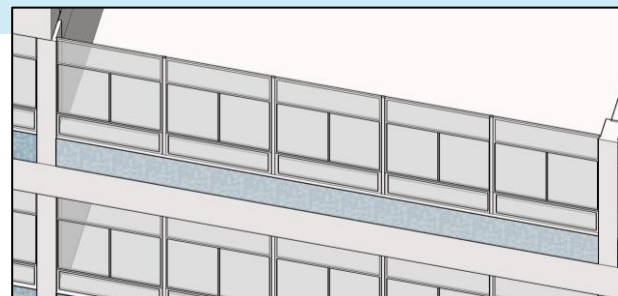
Extrait de la fiche sécurité de la cellule maîtrise des risques de la DCPA

✓ Axe-goupille engagé par le haut = sécurité renforcée ☺ !

Ces doubles fenêtres difficilement manipulables ne permettent pas de ventiler efficacement la salle de classe. Dans une démarche de frugalité, seules 2 doubles fenêtres ont été remplacées par les menuiseries doubles vitrage neuves et performantes. Elles permettent facilement la ventilation hygiénique et la sur-ventilation nocturne (voir les fiches 6 et 5). Pour éviter la surchauffe en été, des dispositifs ont été mis en place au droit de la double peau existante conservée (voir les fiches 1 et 13)

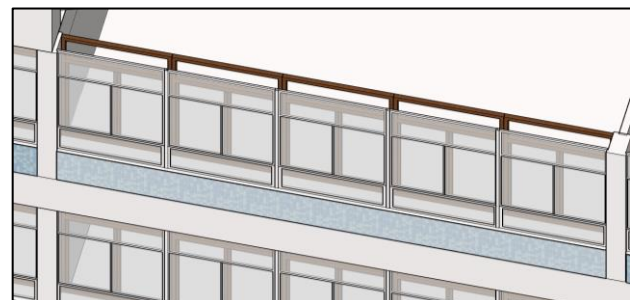
1955

Construction de l'école menuiseries acier simple vitrage



1980

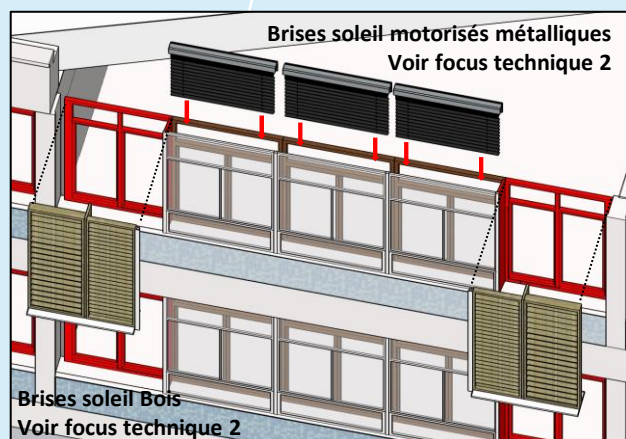
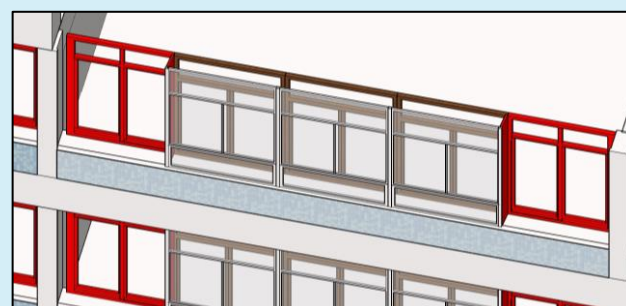
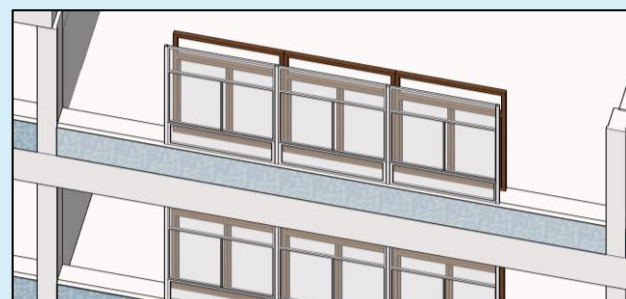
Première rénovation Ajout de menuiseries bois simple vitrage



2026

LA RENO !

Remplacement partiel des menuiseries + Ajout de protections solaires



Pour les enfants

Une doudoune c'est très léger et ça tient très chaud : c'est parce qu'il y a dedans beaucoup d'air. Et oui : **l'air c'est isolant !** C'est pourquoi le « double vitrage » des fenêtres a été inventé. Le double vitrage est composé de deux vitres distantes de quelques millimètres qui enferment de l'air. **Le double vitrage a été inventé en 1865** par le new-yorkais Thomas Stetson mais il n'a été vraiment utilisé qu'à partir des années 1970 dans la

construction. Ton bâtiment a été construit en 1955, c'est pourquoi les fenêtres d'origine sont en « simple » vitrage. Avant que les doubles vitrages soient vraiment mis systématiquement dans tous les bâtiments, par soucis d'économie et de facilité, on venait parfois rajouter une autre fenêtre aussi en simple vitrage pour améliorer l'isolation. C'est ce qui a été fait dans tes salles de classes dans les années 80.



A LA RENO, toutes les salles de classe sont orientées plein sud avec une surface vitrée d'environ 18 m² par salle de classe. Deux types de protections solaires ont été mises en œuvre : des Brises Soleil Orientables (B.S.O) en bois devant les nouvelles menuiseries et des BSO métalliques

mobiles entre les deux menuiseries existantes conservées. Sur les deux salles avec la cloison amovible (salle 146 et 147) des films solaires ont été posés en complément sur les vitrages des menuiseries acier extérieures.

ENJEUX / OBJECTIFS

- **L'action n°1 pour améliorer le confort d'été** : ne pas faire rentrer la chaleur dans le bâtiment.
- Avoir un dispositif amovible pour continuer de bénéficier des apports gratuits en hiver et de la vue sur l'extérieur
- Les usagers subissent de l'éblouissement qui les oblige à fermer les rideaux et allumer la lumière en permanence. Les vidéos projecteurs interactifs « buguent » lorsqu'il y a une trop forte intensité lumineuse.

REGLEMENTATOIN

- Entre les deux fenêtres, les BSO en métal sont assimilés à des stores intérieurs donc doivent être M2.
- A Franc Nohain, le fameux « C+D » est vérifié (distance entre deux fenêtre entre étage > 1,30m), les éléments de façade doivent donc être D-s2,d0 (M3). Un bois d'épaisseur ≥ 18 mm + masse volumique ≥ 400 kg/m³ = D-s2,d0 (M3) ce qui est le cas des BSO en bois en place

MATERIAUX / PERFORMANCES

- Les BSO en bois sont en **frêne européen thermo-traité**, le bois est chauffé à la vapeur à 215 degrés celsius ce qui lui confère une très bonne stabilité à l'extérieur. Le fabricant garantie le produit 20 ans.

Les protections solaires font partie des **5 actions sans regret** décrites dans « le Manifeste pour l'adaptation systématique du bâti aux vagues de chaleur »

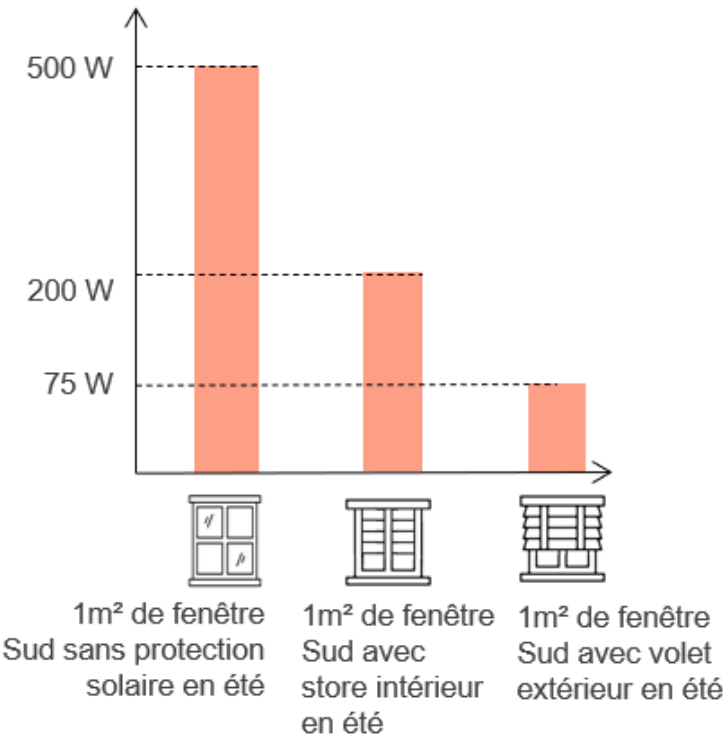
(octobre 2024 à l'initiative de étamine, amoès, indigo, EODD, florès, Pouget et Oasiis)

ALERTES / PRECAUTIONS

Pour les BSO comme ceux en métal, il y a souvent un vide en partie haute sans protection solaire. Il faut bien veiller à mettre en place un « **lambrequin** ». Il s'agit d'une partie fixe qui masque ce vide.

MISE EN ŒUVRE

La prise au vent est normalement à prendre en compte pour des protections mobile comme les BSO en métal. Dans le cas de LA RENO !, elles sont protégées par la menuiserie en acier existante, ce qui a permis de mettre un guidage par câble et non par rail. Pour toutes les protections solaires mobiles, le guidage par câble est à réserver aux baies très protégées, ou de très faible largeur. Il est conseillé de ne pas les prescrire en zone ventée. Au moins une fois par an, une maintenance est à réaliser sur les câbles afin de resserrer les boulons de serrage du câble.



Extrait du « Manifeste pour l'adaptation systématique du bâti aux vagues de chaleur »
<https://www.manifeste-batiment-durable.fr/?adaptation-vagues-chaleur>



BSO métalliques orientables



Brise Soleil Orientable en bois

Pour les enfants

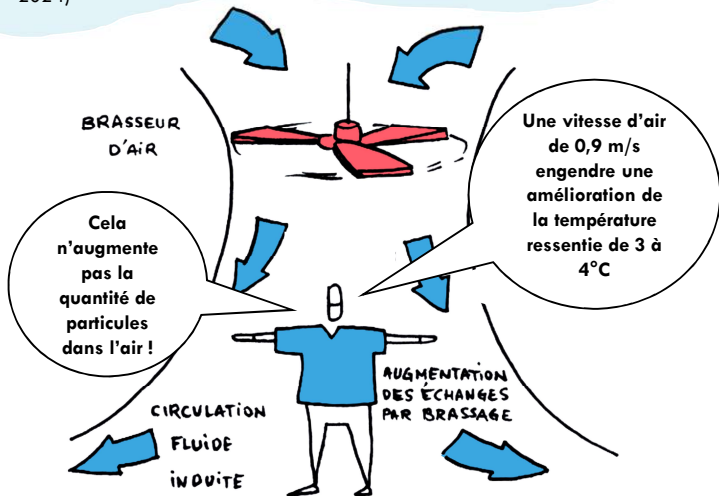
Comme toi sur la plage avec **ton parasol** et tes **lunettes noires**, le bâtiment a besoin d'être protégé des rayons du soleil sinon il fait très chaud et tu es ébloui ! En plus quand la lumière vient taper sur le tableau numérique, il ne fonctionne plus. Il faut

empêcher les rayons du soleil de rentrer dans la pièce et de la réchauffer... Les protections qui ont été mises en place te permettent de continuer à voir le ciel **toute la journée sans surchauffe** et de profiter de la **chaleur du soleil en hiver**.



Les **BRASSEURS D'AIR** font partie des **5 ACTIONS SANS REGRET** décrites dans le « Manifeste pour l'adaptation systématique du bâti aux vagues de chaleur »

(Etamine, Amoes, Eodd, Inddigo, Flores, Pouget Consultants, Oasiis, octobre 2024)



Le brasseur d'air est une **solution FRUGALE** – qui consomme peu d'énergie et permet d'améliorer sensiblement le confort des occupants.

A la RENO, chaque salle de classe est équipée de 4 brasseurs d'air **IZYFAN de diamètre 1m52**

Au rez-de-chaussée, la **hauteur sous pale est de 2,9m**

Au r+1, la **hauteur sous pale est de 2,60 m**

(le minimum recommandé est 2,3m)

La vitesse d'air résultant des 4 brasseurs d'air dépend de la hauteur des brasseurs, des distances entre brasseurs, des obstacles éventuels....

Les 4 brasseurs d'air sont reliés à une commande globale avec un réglage à 6 vitesses.

Vitesse	1	3	6
Watts	5	13	36,7
m3/h	6 851	9 471	13 226
db*	31,6	35	42,9

* puissance acoustique

Les guides de conception proposent des calepinages optimisés.

Voir guide de conception BRASSE : brasseurs d'air, une solution de sobriété et d'efficacité - ADEME et guide Brise www.guide-brise.org

FOCUS Fixation brasseurs d'air



Le plafond de l'étage est équipé d'un faux-plafond. Une **tige télescopique** fixée au support poutrelles/hourdis en béton par des **chevilles chimiques**. Le brasseur est ensuite fixée à la platine et le réglage en hauteur est réalisé par la tige télescopique.



Au rez-de-chaussée, il n'y a pas de faux-plafond. Les brasseurs d'air sont fixés directement dans le support poutrelles-hourdis béton par des **chevilles chimiques**.

Chaque brasseur d'air de **diamètre 1m52** pèse 6 kg mais l'effort est de **30 KG** avec la force de rotation.

Chaque brasseur est fixé par une platine et est équipé d'un **câble de sécurité** fixé sur la maçonnerie.

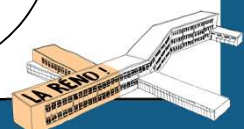
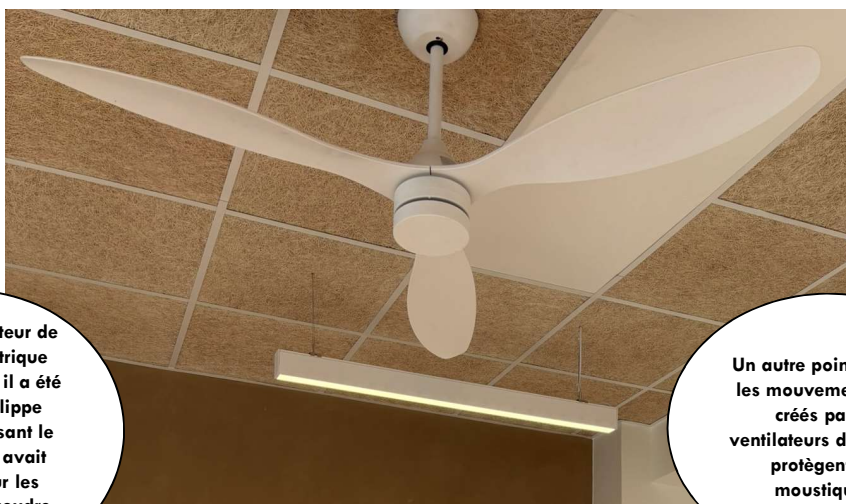
Un **test à l'arrachement** permet une préconisation de chevilles de fixations adaptées au support.

Dis Professeur Jules, de quand date le 1er ventilateur au plafond ?

Le 1er ventilateur de plafond électrique date de 1882. il a été créé par Philippe Diehl en utilisant le moteur qu'il avait inventé pour les machines à coudre **SINGER**

Les ventilateurs au plafond sont très courants dans les pays chauds...en Espagne, près 65% des logements sont équipés....et seulement 5% en France métropolitaine.

Un autre point positif : les mouvements d'air créés par les ventilateurs de plafond protègent des moustiques !



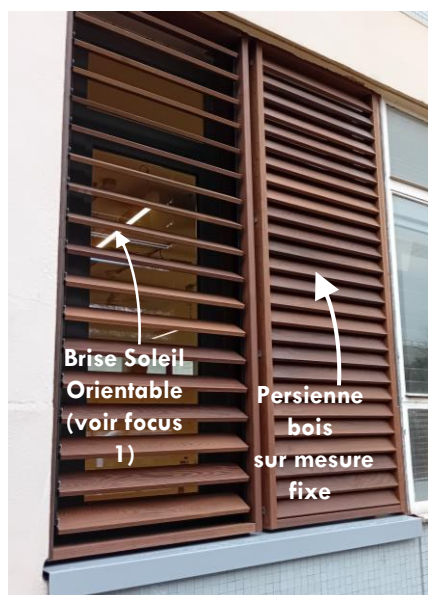
VENTILATION NOCTURNE ET TRAVERSANTE

Une solution est bien connue en période de canicule : ouvrir sa fenêtre la nuit et si possible faire des courants d'air. Une méthode plutôt facile à mettre en place chez soi et qui permet à coup sûr de se réveiller dans la fraîcheur. Dans une école, c'est un peu moins facile quand personne n'est là la nuit : et si il pleut ? et si quelqu'un pouvait rentrer ?

Par ailleurs, à LA RENO ! une combinaison de solutions a été mise en œuvre pour améliorer le confort d'été. L'une d'elle a été de mettre en œuvre des matériaux à forte inertie, comme la terre crue ou le plafond béton laissé à nu à rez-de-chaussée. Ces matériaux stockent en journée la chaleur et la restituent plusieurs heures. Pour que ce système fonctionne bien, il est d'autant plus important de pouvoir ventiler la nuit !

1

Persienne en façade sud
Pare pluie en frêne thermo-traité + Nouvelle menuiserie avec système de blocage en position ouverte



Le dispositif a été inspiré des abat-sons des clochers des églises : des éléments de bois avec une pente de 60° et recouvrement entre lame de 40% minimum



Une tige et un crochet maintiennent la fenêtre ouverte !

2

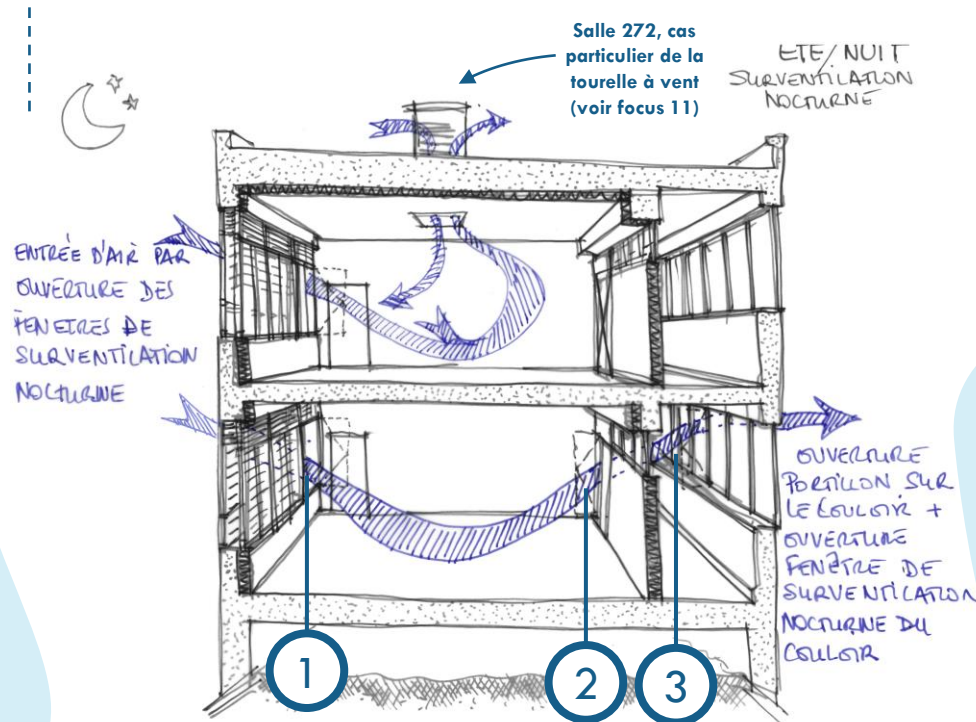
« Portillon » sécurisé dans le couloir Avec système de blocage en position ouverte via une ventouse + un dispositif anti-intrusion



Le soir les usagers ouvrent le portillon pour la ventilation et peuvent fermer à clé la salle de la classe sans qu'il n'y ait un risque d'intrusion. Le portillon en position fermé est coupe-feu comme la cloison salle/couloir. Pour plus de sécurité, une ventouse électromagnétique le maintient en position ouverte la nuit en été. En cas d'alerte incendie, le portillon se ferme instantanément et restitue le degré coupe-feu réglementaire. Une signalétique spécifique sera installée pour rappeler aux usagers les consignes de sécurité.

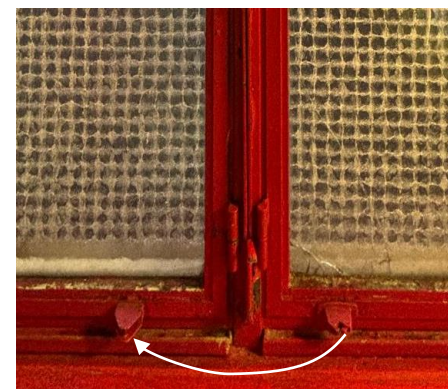
Deux types de fermetures anti-intrusion ont été développés **sans jamais avoir à percer le dormant coupe feu** :

- Dans la salle 270 un système classique en métal déployé
- Dans les autres pièces les restes des panneaux épica du chantier ont été assemblés en claustras.



3

Persienne en façade Sud
Pare pluie en frêne thermo-traité + remise en jeu du système de blocage à 180° en position ouverte des menuiseries acier existantes du couloir



Déjà 1955, le maintien des fenêtres ouvertes avait été pensé avec ce système très robuste de loquet à double rouleau

La ventilation naturelle nocturne repose sur **l'intervention des usagers et la bonne connaissance de leur bâtiment**. C'est pourquoi un travail sur une signalétique pérenne et pédagogique viendra compléter le dispositif.

Pour les enfants

1, 2, 3 ! C'est rafraichi ! Quand il fait chaud **avant de partir** il faut ouvrir la fenêtre de ta classe, le portillon à côté de la porte et la fenêtre du couloir et **MAGIE** : pendant que tu dors le vent va traverser le bâtiment et le rafraichir.

C'est très important, car il y a aussi des matériaux dans ta salle qui ont le super-pouvoir de stocker la chaleur la journée mais qui la libèrent seulement la nuit comme la terre sur les murs.

D'après les **simulations thermiques dynamiques**, le dimensionnement des ouvrants de ventilation nocturne du projet (en prenant en compte les pertes de charges dues aux persiennes et aux dispositifs anti-intrusion) la surventilation nocturne permettrait **une réduction de 30% de l'inconfort en été**

LAME D'AIR DOUBLE FENETRE – ROLE ÉTÉ/HIVER

La **façade sud** de l'école Franc Nohain est **largement vitrée**. Elle ne possède **pas de protections solaires** extérieures et est composé d'une **double fenêtre en simple vitrage** qui crée une **serre hermétique** qui chauffe dès les premiers rayons de soleils de la journée. Cette **lame d'air** entre les deux simples vitrages présente une **efficacité certaine en hiver** où les apports gratuits sont maximisés et par conséquent le besoin en chauffage diminué. Cependant, **en été et même**

déjà en mi-saison, la **lame d'air chauffe** jusqu'à atteindre des **températures supérieures à 50°C** (mesures réelles). Cela crée un **mur de chaleur** dans la pièce et rend les espaces inconfortables et même invivables pour les occupants.

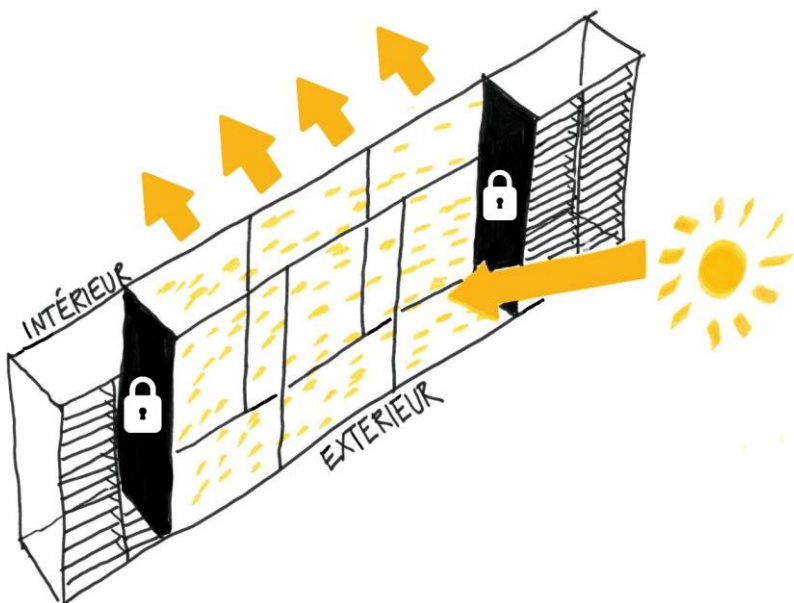
Le projet **la RENO** conserve une partie de cette double peau, pour ses **avantages en hiver**, tout en se protégeant de ces inconvénients en été. La solution privilégiée étant la **ventilation efficace de la lame d'air en été**.

FONCTIONNEMENT HIVER

OBJECTIF : laisser chauffer la lame d'air pour maximiser les apports solaires gratuits



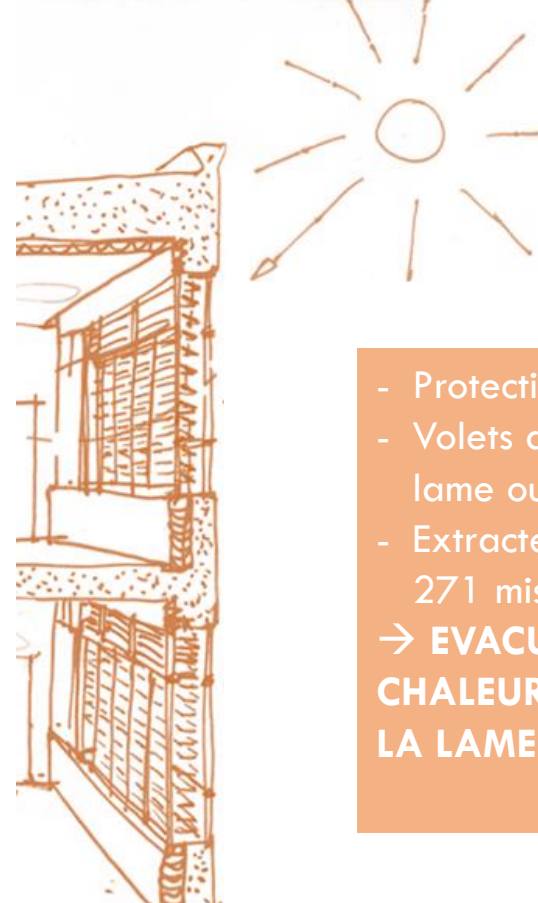
- Protections solaires relevées
 - Volets de ventilation de la lame fermés
- **MAXIMISATION DES APPORTS SOLAIRES GRATUITS**



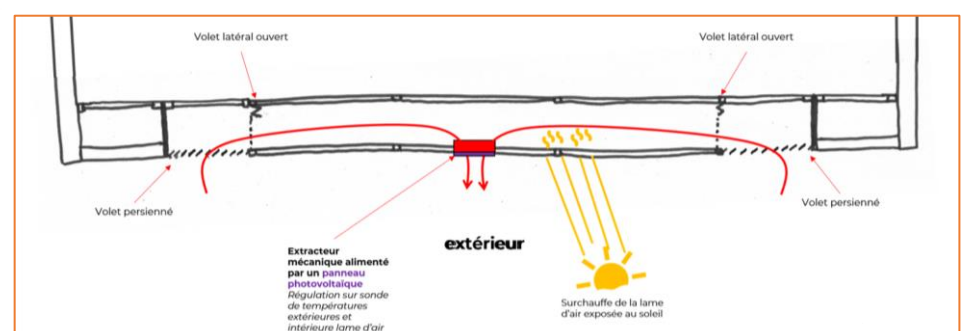
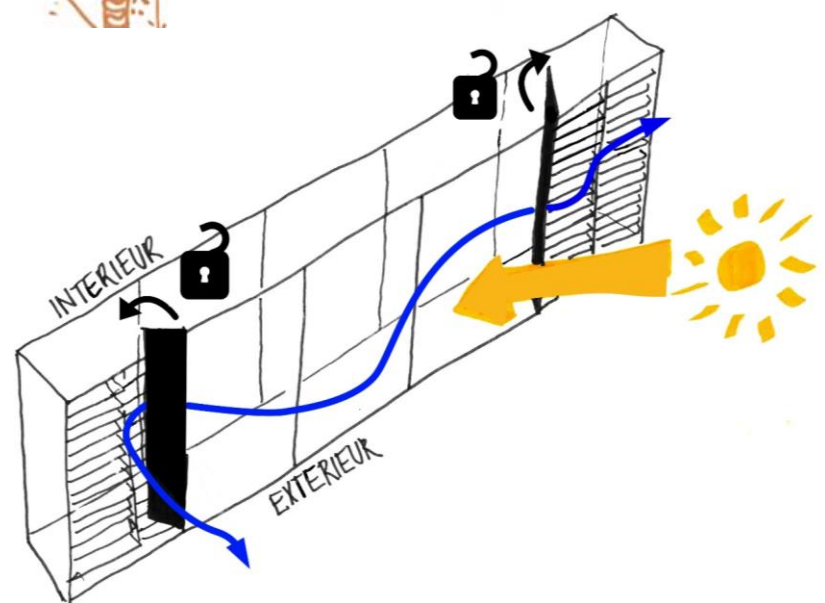
Selon les **calculs STD effectués**, la **double fenêtre permettrait de diminuer de 30% les besoins en chauffage** par rapport à une salle de classe identique sans double fenêtre (donc en simple vitrage)

FONCTIONNEMENT ÉTÉ

OBJECTIF : ventiler au maximum la lame d'air pour évacuer la chaleur qui s'accumule ; calculs = 9 vol/h de renouvellement



- Protections solaires baissées
 - Volets de ventilation de la lame ouverts
 - Extracteurs en salle 270 et 271 mis sur ON
- **EVACUATION DE LA CHALEUR ACCUMULEE DANS LA LAME**



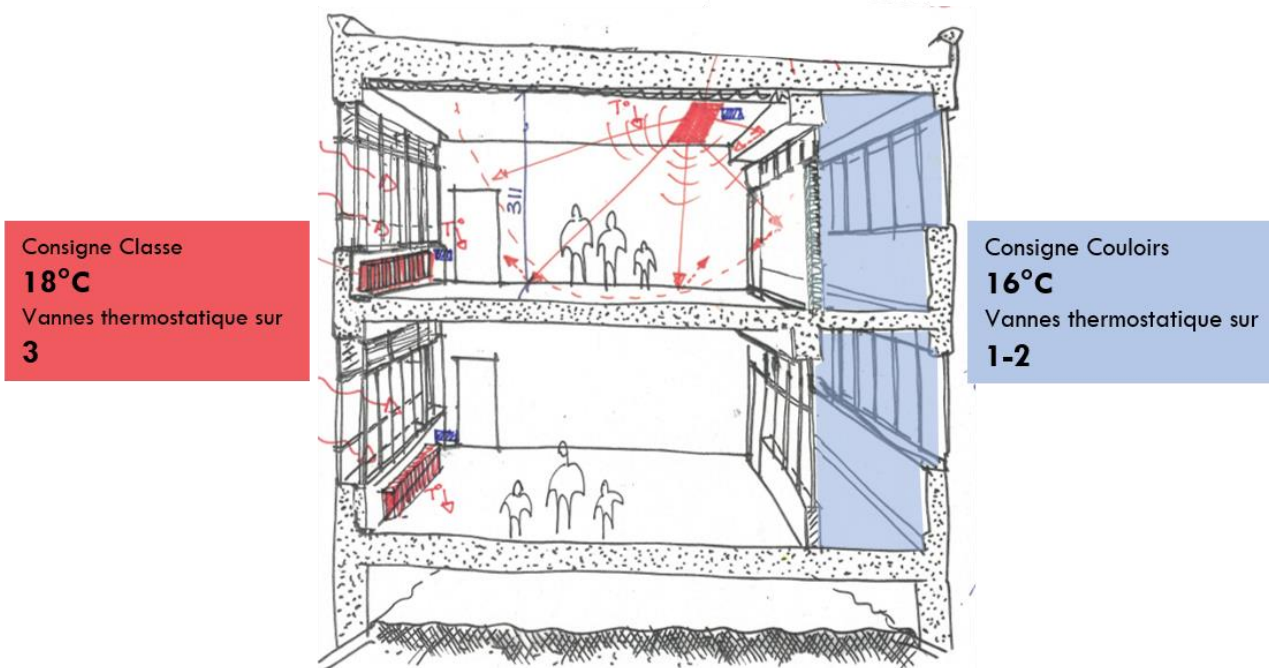
En plan : système complémentaire de ventilation mécanique solaire de la lame d'air (salle 271)



Le projet LA RENO s'articule autour de l'**isolation des salles de classe** et de la **réduction du chauffage dans les couloirs**, afin d'**optimiser les consommations énergétiques**, et de **concentrer le traitement thermique aux classes seulement**.

Également, le projet expérimente l'efficacité des **émetteurs de chauffage à rayonnement**, qui fonctionnent sur un **autre mode de transfert thermique** que les radiateurs classiques.

OPTIMISATION DU CHAUFFAGE – ECONOMIE D'ENERGIE



OPTIMISATION DU CHAUFFAGE :

- Consignes réduites
- **Vannes thermostatiques** pour les radiateurs salles de classe et couloirs
- **Electrovannes** pour chaque salle pour commander les panneaux rayonnants
- **Maximisation des apports gratuits** avec conservation de la **double fenêtre façade sud**

DES ECONOMIES D'ENERGIE ESTIMEES

- **-60%** sur les **consommations de chauffage** selon calculs STD
- **Sous comptage** séparé réseau couloirs et salles pour **instrumentation**

DEUX MODES DE TRANSFERT DE CHALEUR



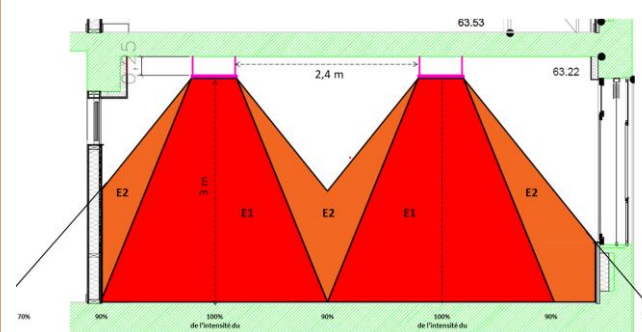
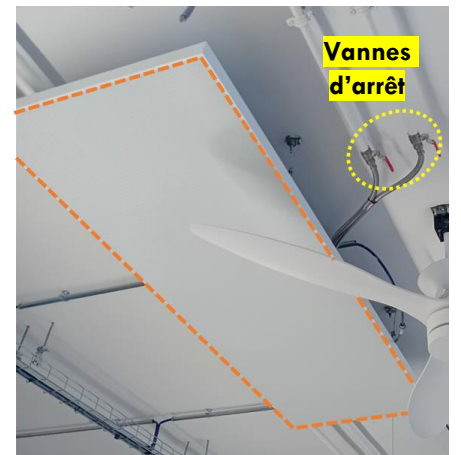
CONVECTION

Transfert de chaleur par **mouvement d'air**
Le radiateur **chauffe l'air**



RAYONNEMENT

Transfert de chaleur **sans déplacement d'air**. Les panneaux **chauffent directement les corps, les objets, les murs**



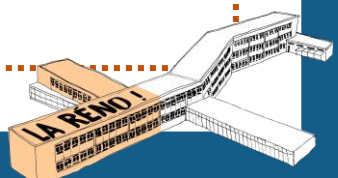
Les panneaux fonctionnent en **rayonnement**. Plus on s'éloigne du panneau, plus le rayonnement devient faible. Les panneaux sont disposés pour avoir un **taux de couverture maximisé**.

Radiateurs en fonte de réemploi in situ

- Chaque classe conservera un radiateur en fonte existant
- Des **vannes thermostatiques** ont été ajoutées
- Ces radiateurs ont fait l'objet d'un reconditionnement sur place : **désembouage, tests de pression, peinture**

Panneaux rayonnants plafonniers à eau chaude

- Chaque classe possède **4 panneaux rayonnants** au plafond afin de **répartir le rayonnement** de manière homogène
- Chaque classe est régulée par un **thermostat d'ambiance** qui pilote une **électrovanne** qui alimente ou non les panneaux selon le besoin
- Les panneaux du RdC sont perforés pour l'**acoustique**



CLOISON COUPE FEU ISOLANTE ET BIOSOURCEE

A la RENO ! Les salles de classes ont été isolées du couloir pour pouvoir différencier les circuits de chauffage et baisser les consommations du couloir sans impacter les salles de classe. La nouvelle cloison salle/couloir est entièrement bio et géo-sourcée

et CF 30 minutes. La nouvelle cloison étant environ 1,5 fois plus lourde que la cloison d'origine, une adaptation a du être mise en place pour permettre de la poser au RDC

ENJEUX / OBJECTIFS

- Assurer le Confort d'été
- Rechercher de l'Inertie
- Minimiser le Bilan carbone
- Baisser des consommations énergétique l'hiver
- Séparer les réseaux de chauffage couloir 12/16°C et salle de classe 18°C
- Garder de l'éclairage naturel depuis le couloir malgré les exigences d'écrans visuels

MISE EN ŒUVRE

- Une cloison en deux parties,
 - Ossature bois + ossature métallique
- Deux modes constructifs
 - Une ossature bois simple à R+1
 - Une ossature bois suspendue à RDC aux moyens d'étriers métalliques
- Un entre axe à respecter pour permettre la pose facile des plaques de terre de 125cm
- Une désolidarisation du système avec une bande résiliente de liège sur les 4 cotés
- Mousse coupe feu en pied de cloison
- Encoffrement de tous les montants qui sortent de la cloison en partie haute
- Idem pour les montants métalliques qui suspendent la cloison du RDC
- Isolation de la poutre coté salle de classe

MATERIAUX / PERFORMANCES

- Une bande résiliente en liège sur les 4 cotés
- Une ossature bois (classe 2) 60*145mm
- Isolation en laine de coton de 145mm
- Plaque de terre crue de 22mm posée coté salle de classe pour inertie du matériau
- Enduit de finition terre coté salle 10mm
- Plaque de Fermacell coté couloir 18mm, pour résistance aux sollicitations mécaniques
- R paroi=3,8m².k/w
- La paroi mise en place est EI60 pour une exigence réglementaire de 30minutes.

REGLEMENTATION

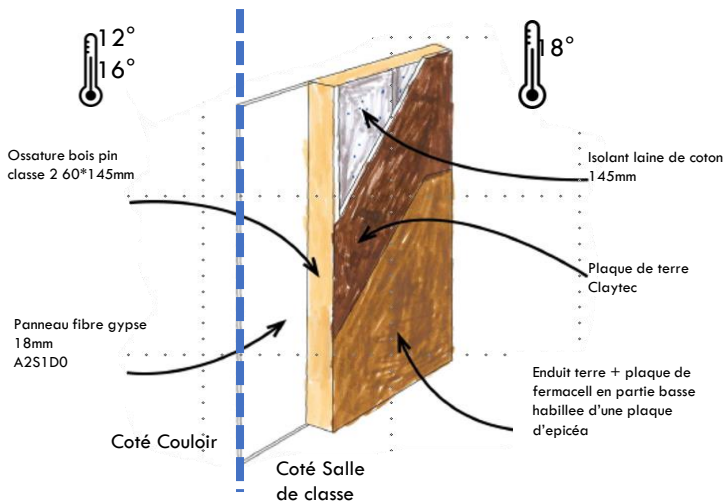
- ERP 3eme catégorie de type R
- Plancher bas du dernier niveau à - de 8m
- Stabilité au feu 1/2h et paroi sur couloir coupe feu EI30
- Porte et portillon PF 30min
- Imposte vitrée double vitrage isolante et PF1/2h
- Porte maternelle et portillon de chez MALERBA, avec PV pour cloison ossature métallique PF1/2h



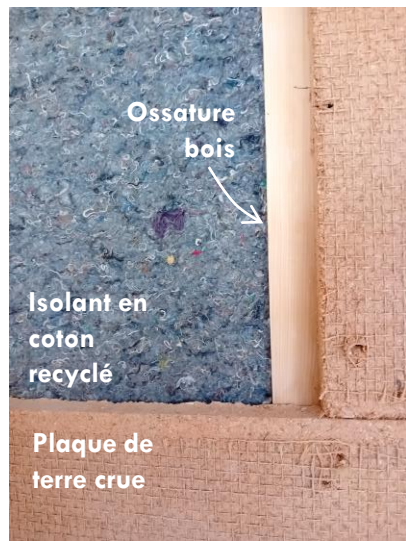
Cloison ossature métallique



Cloison ossature bois courante au R+1



Croquis réalisé par les enfants de l'atelier de sensibilisation à l'architecture - CAUE PARIS



ALERTES / PRECAUTIONS

- Bien vérifier le poids de la cloison avant/ après – par rapport au diagnostic structure du bâtiment
- Produit allemand, PV en allemand (résistance au feu EI90), à traduire
- Le référent biosourcé du BCT APAVE, a réalisé une analyse de risque car technique non courante
- Certains produits listés dans le PV de la cloison, ont dus être remplacés par d'autres produits , avec l'accord du BCT ;
 - laine de coton contre laine de jute (température de pyrolyse identique)
 - Fibre gypse contre plaque de terre (PV fermacell 1/2h et protection thermique des isolants combustibles (AM8))
 - Enduit terre de finition remplacé par un produit équivalent
- S'assurer de l'étanchéité de la paroi sur ses 4 cotés
- Attention aux portes PF 1/2h ou CF 1/2h dont les PV ne sont pas prévus pour être intégrés dans une Cloison ossature bois et qui nous ont contraints à utiliser un système d'ossature métallique compatible avec le PV de chez Malerba au droit des portes et portillons.
- Les châssis vitrés en partie haute de la cloison sont PF30minutes ET ISOLANTS, tous les fabricants de châssis CF ne sont pas en mesure d'assurer cette performance complémentaire .
- Prévoir une formation d'application des enduits terre, avec le fabricant des enduits
- Ce système de cloison entre 2 espaces intérieurs n'a pas besoin de pare vapeur, une étude WUFI a été menée pour s'en assurer



Cloison ossature bois au RDC

Pour les enfants

Grâce à cette nouvelle cloison, tu seras dans une salle de classe bien isolée, tu seras agréablement installé pour étudier, entouré de matériaux naturels et sains.

L'hiver tu seras bien au chaud dans ce petit cocon et l'été grâce à la terre crue sur les murs, tu seras plus au frais.

ISOLATION INTERIEURE BIOSOURCEE

- Les isolants biosourcés sont des isolants d'origine végétale ou animale. Ils sont sains, renouvelables, et/ou issus du recyclage .
- A la RENO ! ils sont d'origine végétale et nous en avons utilisé 3 différents
- Le chanvre, la laine de bois, et la laine de coton... Car il faut mettre le bon isolant au bon endroit !

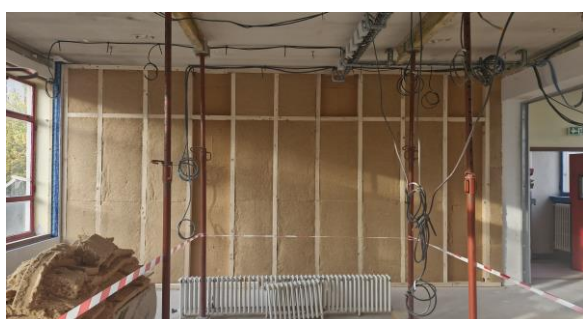
ENJEUX / OBJECTIFS

- CONFORT D'ETE
- Isolation par l'intérieur des bâtiments patrimoniaux
- Utiliser le bon matériau au bon endroit
- Assurer une bonne qualité de l'air avec des matériaux naturels
- Minimiser l'impact carbone

REGLEMENTATION

- l'article AM8 de la réglementation Incendie ERP exige une protection thermique des isolants combustibles ,
- Cahier du CSTB, 3728_V2 MAJ juillet 2024, isolant végétaux en ITI, mise en oeuvre
- Protection contre risque de condensation, et développement fongique au moyen d'un PARE-VAPEUR haute performance et Hygro variable

ISOLATION PAROI CAGE ESCALIER



Ossature bois classe 2 + laine de bois 40mm+100mm



Pare vapeur Hygrovariable INTELLIO de chez PROCLIMA



Accessoires étanchéité spéciaux pour prises et câblage

MISE EN ŒUVRE

- Selon notice des fabricants, DTA, ou autre doc technique d'appui , précisant les dimensions d'entre axe, le type d'ossature, les épaisseurs...
- Protection contre la condensation au moyen d'un pare vapeur , précision de pose et étanchéité totale du pare vapeur
- Protection au feu au moyen d'une plaque de finition:
- Finition allège : Une plaque de fermacell de 18mm
- Finition paroi escalier : une plaque de tripli épicea recouverte d'une peinture intumescente incolore pour répondre aux exigences de réglementation incendie minimum C S1D0

ALERTE / PRECAUTIONS

- Prévoir dans le CCTP ou demander en chantier la présence du fabricant de l'isolant choisi pour valider la pose et procéder à des formations des équipes de pose dès le début du chantier
- Avoir le bon matériel, de découpe , de mise en œuvre etc...check liste à faire avec les fabricants
- Les trames pour la mise en œuvre de l'ossature sont contraintes par la dimensions des plaques de finition à poser/ isolation
- **Ne pas laisser de trou dans la membrane pare vapeur**
- Réservation pour bloc électrique limité à 10cm², sinon, prévoir des blocs prises CF
- Aux points singuliers prévoir la réalisation de prototypes en appui des plan d'exé (ponts thermiques)
- Vérifier la bonne application du vernis intumescent avec la jauge peigne
- **Les blocs de béton de chanvre ne peuvent pas être revêtu, d'un simple enduit comme proposé par le fabricant, dans un ERP. REFUS DU BCT.**

Bloc
Béton de
chanvre
 $\lambda = 0,071$

Laine de
bois
 $\lambda = 0,036$

Laine de
coton
 $\lambda = 0,039$

NOS DEUX
ENNEMIS !!



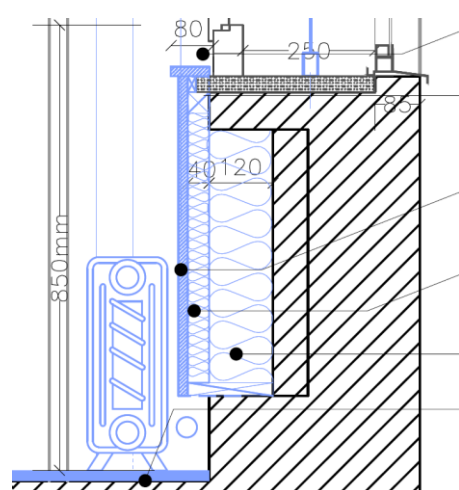
PV CLASSEMENT AU FEU
N°86/RC-11 VALABLE 5
ans
(fev 2030)



MATERIAUX / PERFORMANCES

- Laine de coton, issu du recyclage des vêtements , « métisse » de chez le relais dans la cloison sur couloir (voir fiche 10),
- Laine de bois 140mm, sur la paroi de la cage d'escalier , en deux couches de 40mm+100mm, protégée par une plaque d'epicéa, ignifugé $R=3,85\text{m}^2\text{.k/w}$
- Béton de chanvre (chaux + fibre de chanvre) 120mm + 40mm de laine de bois en allège façades Sud . $R=4,1\text{m}^2\text{.k/w}$, protégé par une plaque de fermacel

ISOLATION ALLEGE FACADE SUD



- Plaque de fermacell (fibre gypse)
- Pare-vapeur
- 40mm de laine de bois
- 120mm de béton de chanvre
- 40mm d'isolant existant dégradée

$R=4,1$
 $\text{m}^2\text{.k/w}$

Pour les enfants

A la RENO! avec ces parois qui sont maintenant bien isolées
tu n'auras pas froid l'hiver dans les salles !

LES FENETRES DE VERITE KESAKO?

Dans un bâtiment démonstrateur, et à fortiori lorsque l'on met en œuvre des matériaux jusqu'alors peu utilisés, et que l'on veut les mettre en avant, il existe un moyen simple et peu coûteux de garder la mémoire des travaux et de la composition des parois, ... « LA FENETRE DE VERITE » ...

C'est un châssis vitré, de préférence en bois, qui s'intègre à un endroit choisi dans la paroi, et qui prend la place de la dernière couche de finition. Elle permet ainsi de pouvoir garder l'œil sur les différentes couches de matériaux qui la composent.

ENJEUX / OBJECTIFS

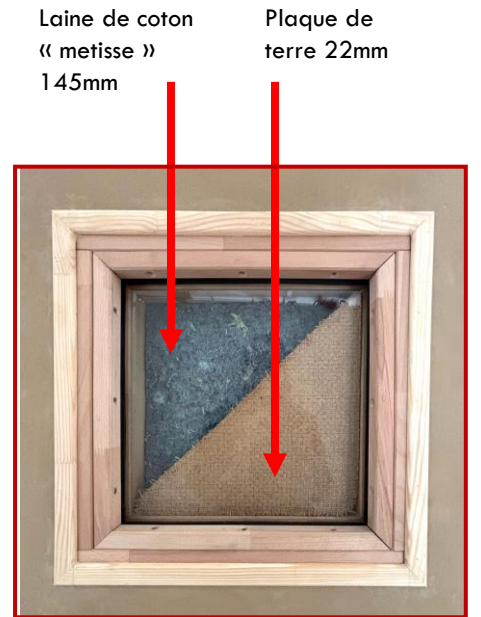
- Un fort outil Pédagogique de sensibilisation et de compréhension
- Laisse la mémoire du chantier,
- Reste visible toute la durée de vie du bâtiment

MISE EN ŒUVRE

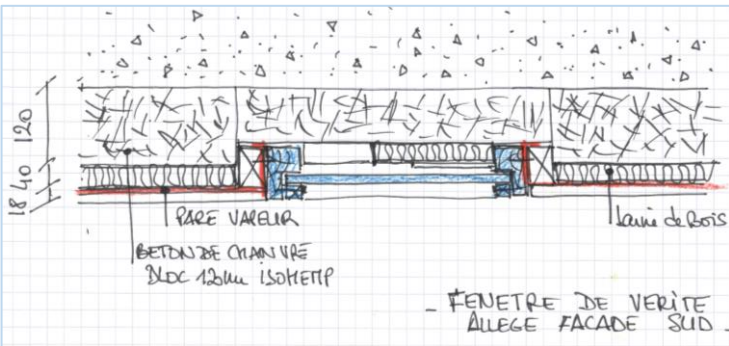
- Découpe des matériaux propre et précise
- Fixation dans les ossatures du chevêtre
- Gestion des nus des différents éléments
- Châssis idéalement à fleur de cloison



Fenêtre de vérité cloison du couloir



Zoom Fenêtre de vérité cloison du couloir

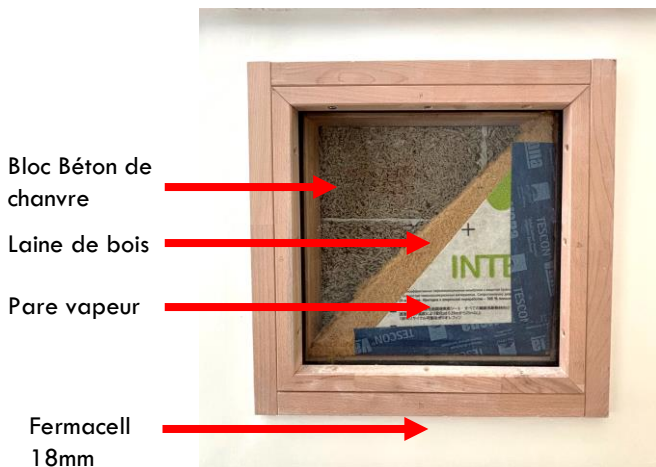


REGLEMENTATION

- Respecter le degré d'étanchéité au feu de la paroi posée, ici REi30
- Faire valider le PV du châssis et le degré CF par le BCT en amont

ALERTES / PRECAUTIONS

- Etanchéité à l'air à bien respecter au droit de la fenêtre de vérité
- Bien vérifier le degré Coupe Feu exigé
- Dimensions 60*60, pour garantir une bonne visibilité des matériaux
- Intégrer la description et la demande dès le CCTP
- Connaître les dimensions des profils bois pour mieux les intégrer à la paroi



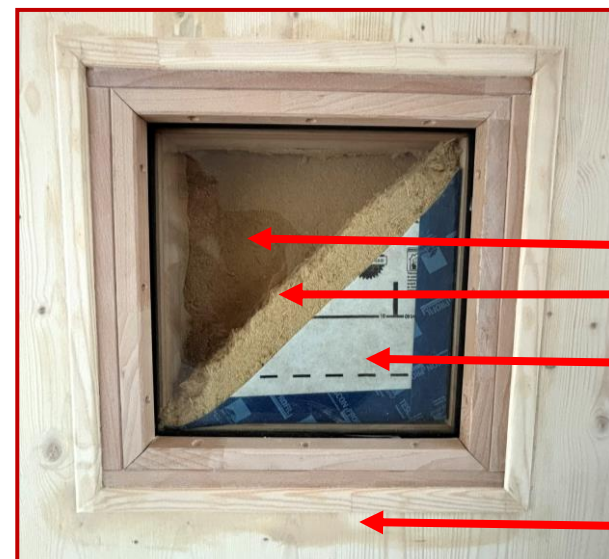
Fenêtre de vérité allège SUD



Fenêtre de vérité en travaux

MATERIAUX / PERFORMANCES

- Huisseries bois REI (Coupe feu)
- Vitrage coupe feu

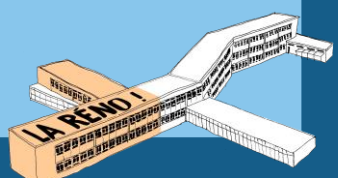


- Laine de bois 40mm
- Laine de bois 100mm
- Pare vapeur
- Plaque d'écépica 19mm

Pour les enfants

Une petite fenêtre, « vitre sur le mur » qui permet de se rappeler en quoi est faite la cloison, et quels matériaux sont enfermés

derrière le panneau de terre, de bois, ou de plâtre



Nous passons près de 80% de notre temps en intérieur.

En respirant, nous libérons du CO2 et l'air intérieur est rapidement moins bon que l'air extérieur...donc si on n'aère pas, le taux de CO2 monte dans la classe...surtout si on est nombreux !

La qualité d'air intérieur dépend de la **qualité de l'air extérieur**, de l'**occupation de la salle** et des **caractéristiques intrinsèques des matériaux et équipements** du bâtiment. L'air intérieur contient des polluants (composés organiques volatils COV) en concentrations plus

élevées que l'air extérieur. Le taux de CO2 est un bon **indicateur pour évaluer le taux de confinement et la nécessité d'aération**...pour diminuer le CO2 mais aussi diluer tous les autres polluants éventuellement présents dans l'air....

LED ALLUMEE VERTE :
de 400 à 800 pm

AUCUNE ACTION A FAIRE !



LED ALLUMEE ORANGE :
de 800 à 1500 pm

AERATION SIMPLE !



LED ALLUMEE ROUGE :
Au-dessus de 1500 pm

AERATION EN GRAND ou TRANSVERSAL

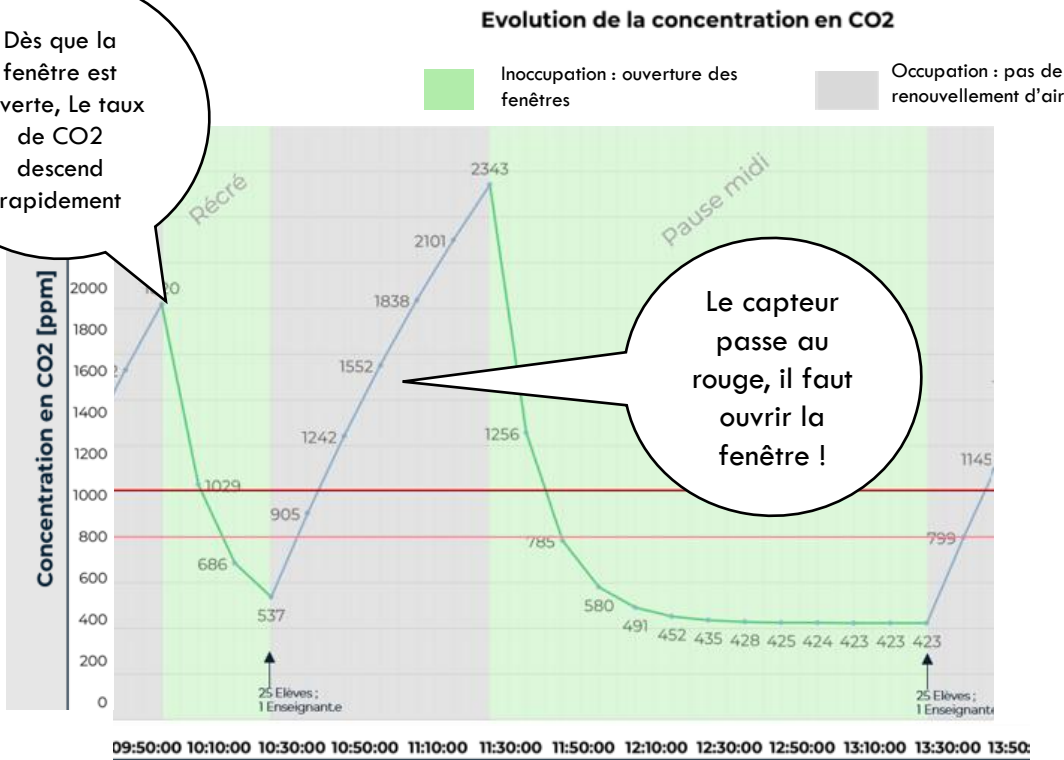


SI LE VOYANT PASSE A L'ORANGE : Aération simple Ouvrir une fenêtre pendant au moins 10min en laissant la porte de la salle fermée

SI LE VOYANT PASSE AU ROUGE : Aération en grand Ouvrir 2 fenêtres éloignées l'une de l'autre pendant au moins 10 minutes en laissant la porte de la salle fermée

Pour plus d'efficacité, aération transversale : ouvrir deux fenêtres + le portillon entre la salle et le couloir et une fenêtre dans le couloir...**Moins de 5minutes suffisent à renouveler complètement l'air de la pièce.**

Dès que la fenêtre est ouverte, Le taux de CO2 descend rapidement



La solution : **AERER** pour renouveler l'air intérieur régulièrement !

A LA RENO ! Chaque salle a une surface de **55 m2** et une hauteur à rdc de **3,24m** et de **3m** à l'étage.

Occupation maxi :
25 enfants + 1 enseignant



La réglementation en ventilation naturelle :

- ✓ **Volume par occupant :** chaque salle a 55m2 soit un volume de 165m3 a rdc et 178m3 a R+1 – C'est conforme à la réglementation qui impose 6 m3 par enfant (6X25) et 15m3 par adulte soit 165m3 minimum
- ✓ **Surface d'ouvrants :** la réglementation impose 3,6m2 et avec LA RENO nous avons 4 ouvrants de 1,6m x 0,8m soit 5,12 m2

A LA RENO, chaque salle de classe est équipée d'un **capteur pédagogique CLASS AIR*** qui permet de mesurer le taux de CO2 dans l'air intérieur.



Le capteur CLASS AIR a été choisi après avis du labo Santé SPSE de la Ville de Paris

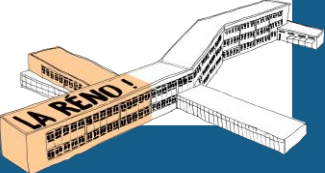


Tous les ans, il **faut étalonner le capteur... et c'est très simple !** Il suffit de poser le capteur à l'extérieur pendant 30 minutes en puis d'appuyer sur le bouton central pendant 5 secondes...le calibrage se fait automatiquement en 15 minutes...et c'est reparti pour un an !

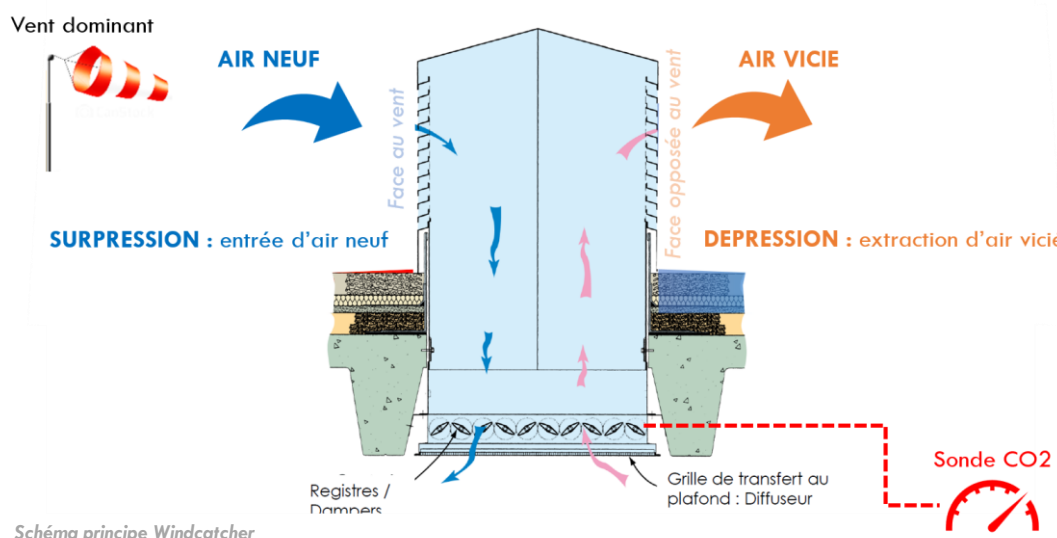
Attention aux COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ou COV !

Depuis le 1er septembre 2013, les produits de construction et de décoration vendus en France doivent posséder une étiquette qui indique, de manière simple et lisible, leur niveau d'émissions en polluants volatils. L'absence d'étiquette constitue une infraction.

Tous les produits de construction et de finition employés à LA RENO sont étiquetés A+ (très faibles émissions). C'est inscrit dans le socle des invariants pour les opérations conduites par la Ville de Paris sur ces ERP.



La **tourelle ou cheminée Windcatcher** – littéralement « **Attrape-vent** » - est un dispositif de ventilation **passif du fabricant Kingspan**, qui fonctionne avec l'utilisation des **vents dominants**. La tourelle permet d'assurer **l'amenée d'air neuf et l'extraction de l'air vicié** d'un local. La tourelle fonctionne en toute saison, pour assurer la **ventilation hygiénique** et la **ventilation de confort en été** (surventilation nocturne). La tourelle est équipée de **persiennes et de registres** qui s'ouvrent plus ou moins en fonction du besoin. Ces éléments sont **asservis** à différentes sondes (température intérieure/extérieure et CO2 intérieur) pour réguler au plus juste la ventilation du local.



Fonctionnement, maintenance, installation

- La tourelle fonctionne sur le principe de **surpression/dépression**.

La face qui prend le vent est en surpression = entrée d'air

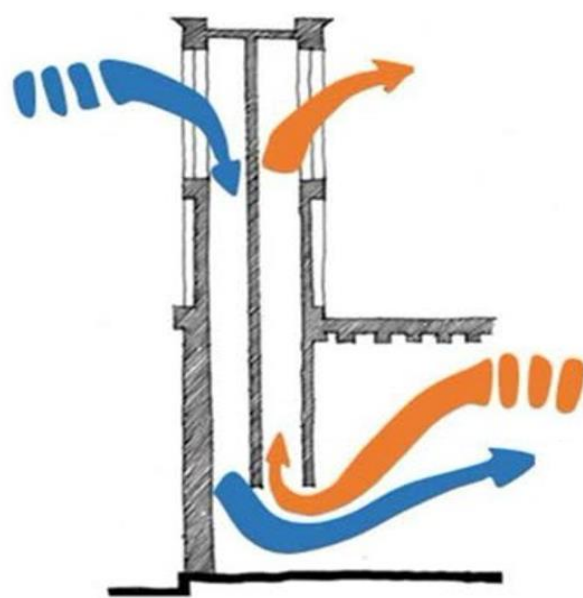
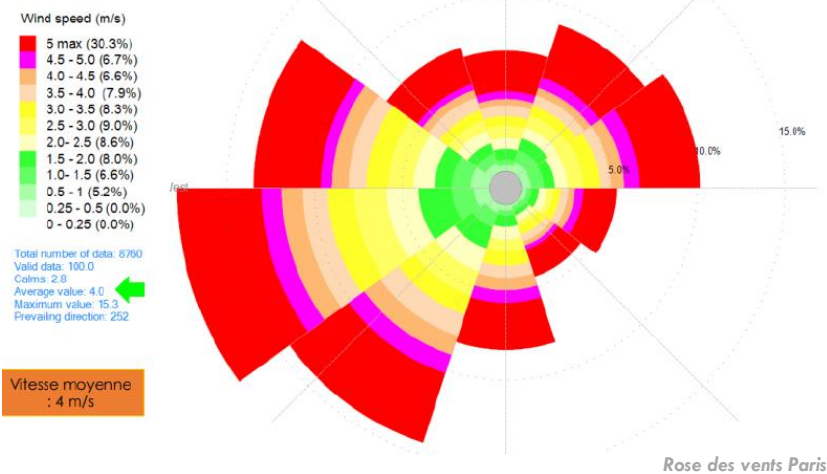
La face à l'opposé du vent est en dépression = sortie d'air

- Le système ne requiert **pas de maintenance** si ce n'est un **entretien annuel des registres et persiennes** (dépoussiérage). Kingspan fournit un manuel de maintenance de la tourelle.
- La tourelle s'installe en suivant le guide de pose et de câblage. Le prix de la tourelle inclus **une mise en service par Kingspan** qui vient **vérifier la pose et le bon fonctionnement du câblage**.

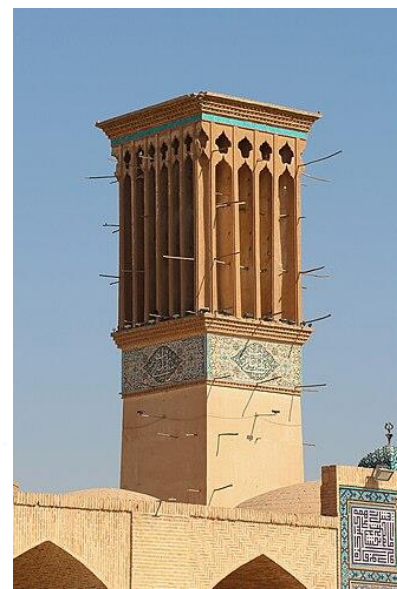
Dimensionnement

- Le fabricant effectue sa propre **étude de site** en prenant en compte **les vitesses de vent moyennes**. Il annonce alors, pour chaque modèle de la gamme windcatcher, les **débits de renouvellement d'air maximum** que la tourelle peut assurer en fonction du vent.
- Il est recommandé de choisir le modèle qui assure l'objectif de renouvellement d'air en fonction de **Vvent = 1 m/s**. Cela permet d'assurer le fonctionnement même en cas de faible vent.

Sur la RENO : la tourelle assure un renouvellement de 770 m3/h à 1 m/s de vitesse de vent !



Complexe Ganjali Khan à Kerman, IRAN



Le système Windcatcher reprend le principe des tourelles « **Badgir** » en Iran, littéralement « **attrape vent** ». Ces tourelles permettaient le **rafraîchissement passif** des espaces grâce aux vents dominants.

Pour les enfants

Il y a une cheminée au dessus de ta tête, qui ne sert pas à faire sortir de la fumée comme habituellement, mais plutôt à faire rentrer de l'air pur et sortir de l'air pollué ! Lorsqu'il y a beaucoup de vent, l'air peut rentrer dans la

pièce par la grille au plafond. C'est donc le pouvoir du vent qui te permet, dans cette salle, de respirer un air sain !



UNE CLOISON MOBILE EN CARTON 1ere en France!

Dans une école ou toutes les salles de classes sont les mêmes, est ce que cela ne serait pas une superbe idée, d'avoir le super pouvoir de réunir deux salles entre elles ? A la demande pour

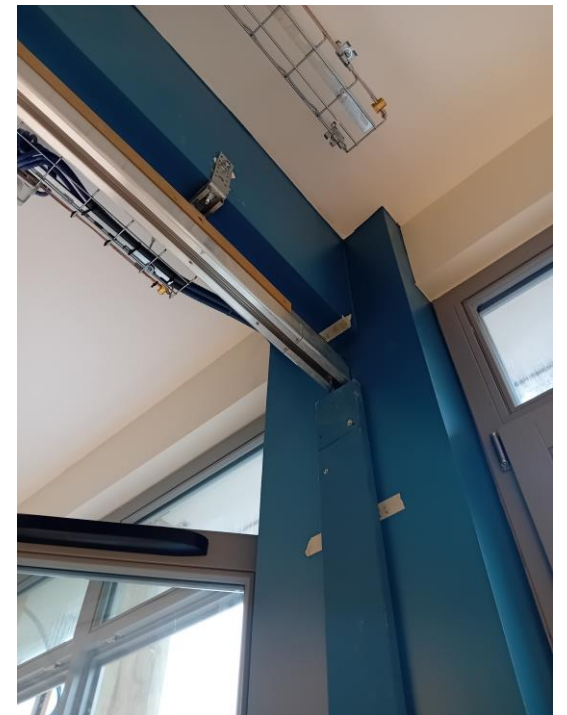
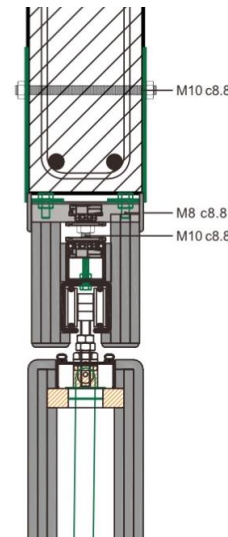
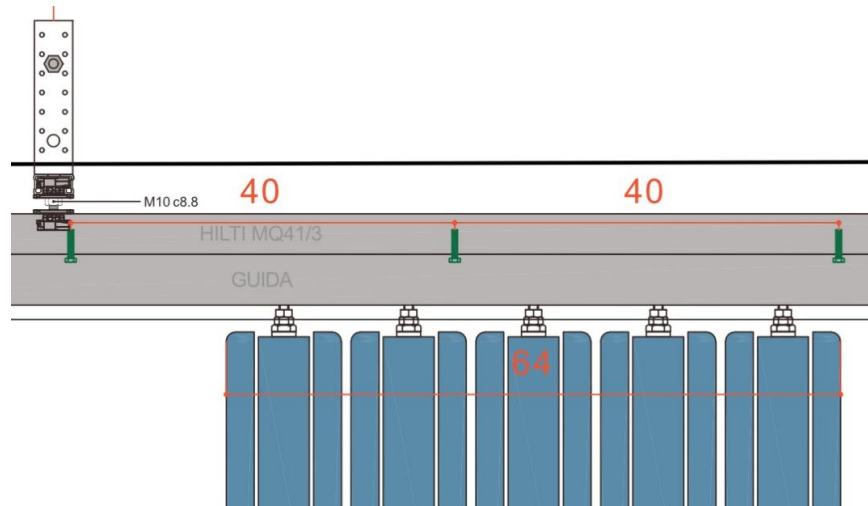
profiter d'une grande salle dans laquelle on pourrait trouver plein de nouvelles activités à mettre en place , sur le temps scolaire et sur le temps périscolaire !

ENJEUX / OBJECTIFS

- Créer une modularité des espaces
- Un système qui soit léger
- Une cloison facile à manœuvrer
- En matériaux Biosourcés
- Avec un bon bilan carbone

MISE EN ŒUVRE

- Une fabrication hors site
- Livraison de tous les éléments sur site (depuis la Sicile !)
- Pose ultra rapide sur sol fini
- Entreprise en autonomie totale



REGLEMENTATOIN

- Le bureau de contrôle a caractérisé cette cloison mobile comme un élément de mobilier avec une exigence de réaction au feu M3

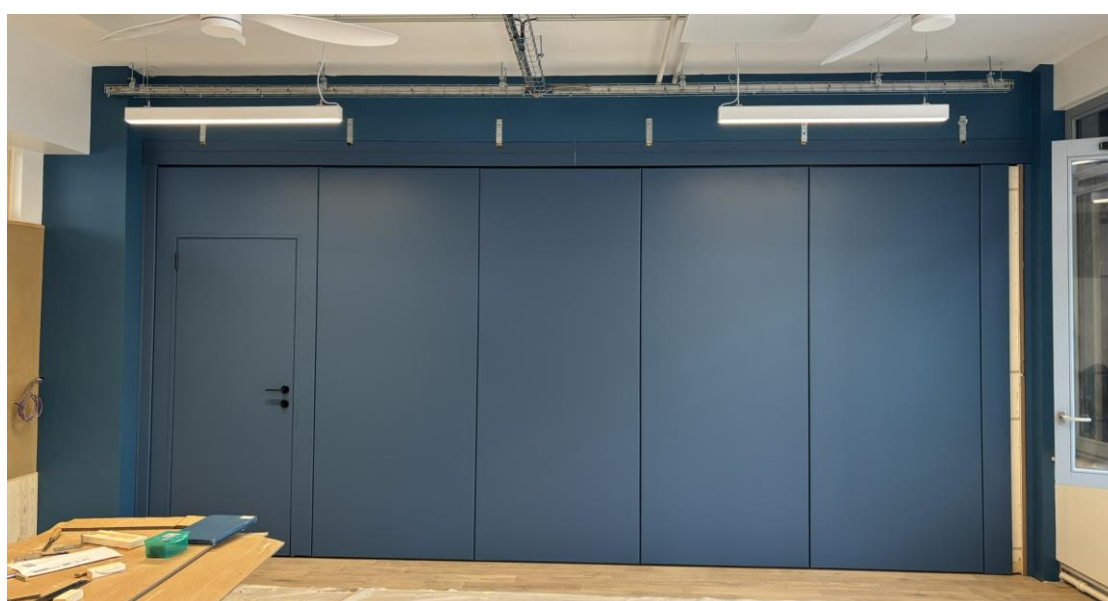
MATERIAUX / PERFORMANCES

- Panneaux en carton de 30mm et isolation intérieure en laine de bois de 60mm
- La réaction au feu de la paroi est bien supérieure aux exigences de sécurité incendie dans notre contexte.
- Acoustique par système de coussinet caoutchouc en partie haute et basse des panneaux mobilisable en position bloquée



ALERTES / PRECAUTIONS

- Faire un diagnostic des structures porteuses de la future cloison
- Vérifier la portance et le poids de la cloison
- Procéder à des essais à l'arrachement sur le type de support et de fixation envisagé
- Prévoir la cloison avec les traitements optionnels proposés, hydrofuge et ignifuge
- Demander un échantillon de couleur avant de commander
- C'est un produit italien, qui n'est fabriqué et commercialisé qu'en Sicile.



Pour les enfants

Avec cette cloison en carton qui coulisse , tu pourras profiter d'une nouvelle grande salle d'activité.

Lao scop, coopérative pluridisciplinaire d'architectes, designers et artisans, a mis à profit son expérience dans le domaine scolaire pour imaginer et réaliser une salle de classe entièrement meublée. Deux enjeux majeurs sont ressortis de la concertation avec les acteurs : que faire de la quantité astronomique de mobilier inutilisé stocké dans les caves de la caisse des écoles et comment intégrer les nouvelles pratiques pédagogiques des enseignants ?



Cave de l'école Ivry
Levassor (Paris 13^e)



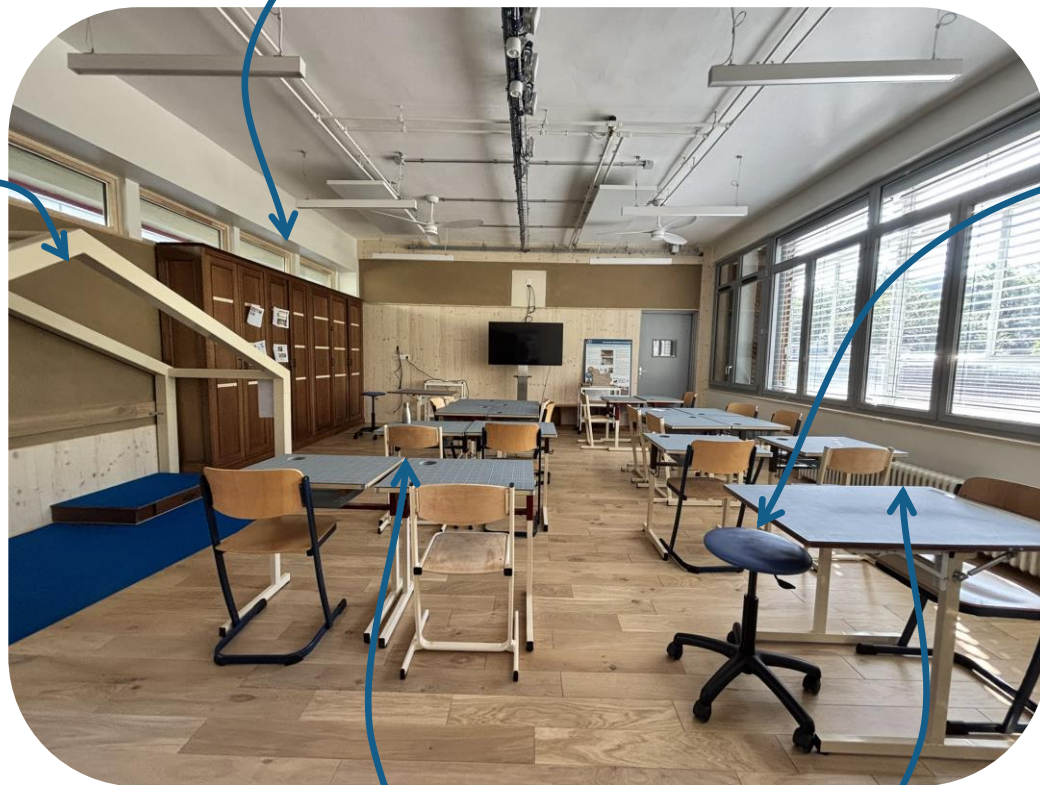
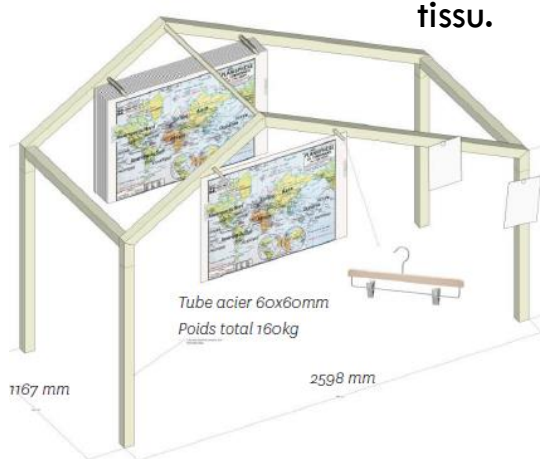
Le rangement

absent des stocks, systématiquement jeté quand inutilisé, c'est finalement d'anciennes armoires normandes qui servent de rangement. Trouvées dans une administration en déménagement dans le 19^e arrondissement, la profondeur est parfaite avec déjà des raques pour faire sécher les dessins. Quelques rails aimantés ont été ajoutés pour l'affichage et un verrou pour le casier de l'enseignant.

La cabane

Seul élément neuf de l'aménagement, « ce coin calme » permet de s'isoler, lire, se reposer, se réunir dans un petit cocon et est aussi un support d'affichage.

Des coussins ont été réalisés par les couturières de la Ville de Paris à partir de chute de tissu.



Les assises

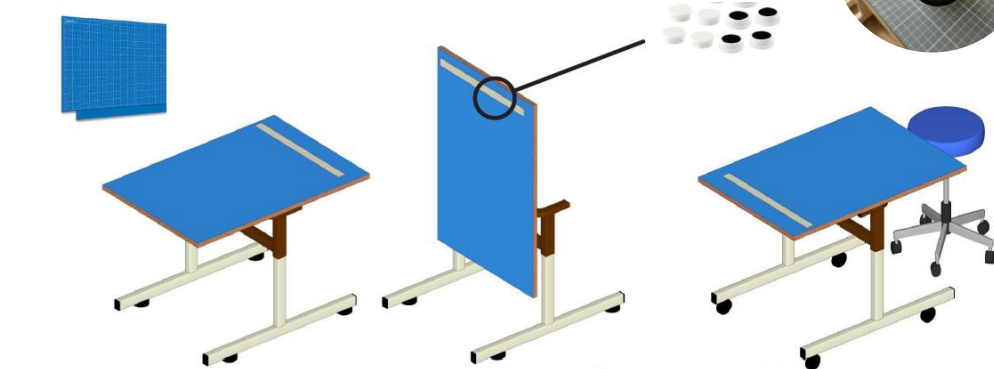
Les tabourets roulants, issus des stocks de la ville, ont été une demande explicite de l'équipe pédagogique : pour les enfants avec de l'hyperactivité mais aussi pour utiliser plus facilement le 4 murs de la classe comme support pédagogique

Les tables

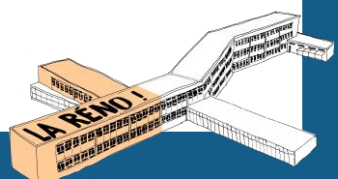
Mobilier très robuste, les tables sont facilement réemployables. Un modèle, très fréquent dans les stocks dormants, avec un système simple d'adaptation de la hauteur a été choisi. Quelques interventions de up-cycling ont été réalisées : la reprise du plateau avec des tapis de découpe, un casier amovible et une réinterprétation de l'encrier des premières tables d'écolier pour y insérer une gourde.

Suite à la demande de l'école qui a des effectifs variables, 4 Tables repliables ont été créées à partir des mêmes pieds. Compacts et faciles à ranger, elles servent aussi, repliées, de support d'affichage.

Modèle une place fixe

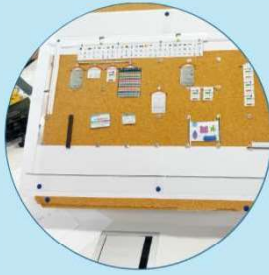


Modèle deux places repliable



CONCERTE LES USAGERS

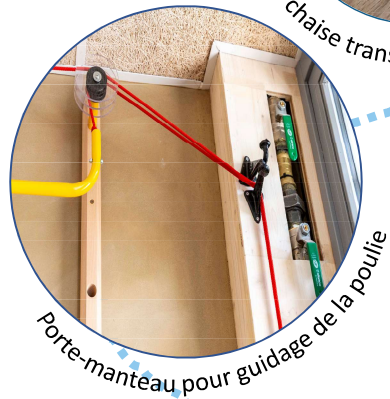
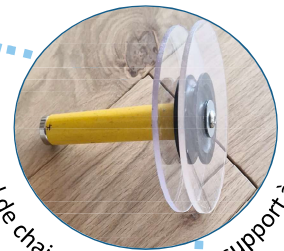
La salle témoin présentant différents dispositifs d’affichage est le fruit d’échanges entre l’équipe de conception-réalisation : Baptiste BUREAU, Delphine GRINBERG, Atelier VEROLIV ; les équipes pédagogiques & élèves ; et la Passerelle Transition Écologique.



SOURCING MATÉRIAUX



CHANTIER



A la **RENO** plan d'instrumentation permettra de produire des retours d'expériences sur 3 thèmes : la consommation d'énergie, le confort ressenti et la qualité d'air.

LA CONSOMMATION ENERGETIQUE

LE CONFORT RESSENTI

LA QUALITE D'AIR INTERIEURE

1) Mesure T°C, HR dans les salles de classes rénovées, existantes et couloirs

2) Mesure T°C, HR extérieure

3) Mesure T°C des lames d'air (double fenêtre)

4) Mesure des T°C de paroi

5) Mesure de la T°C ressentie par capteur boule noire

6) Mesure vitesse d'air pour Brasseurs d'air et pour la surventilation nocturne

7) Mesure flux lumineux en W/m²

8) Sous comptage de la consommation de chauffage (salles de classe et couloirs)

9) Mesure CO2 dans les salles de classe rénovées et existantes

LES DIFFÉRENTS APPAREILS UTILISÉS

1

9

- Capteur Température et Humidité

- Marque Pyres, modèle Class Air enregistreur

- Mesure et enregistrement données en continu + Affichage

- Récolte de donnée via câble usb et plateforme gratuite Class Air

2

3

- Capteur Température et Humidité

- Marque Testo, modèle 174H

- Mesure et enregistrement données en continu + Affichage

- Récolte de donnée via câble usb et plateforme gratuite Testo

4

- Capteur Température de contact pour paroi

- Marque Testo, modèle 905

- Mesure ponctuelle avec affichage

6

- Mesure vitesse d'air

- Marque Testo, modèle 400

- Mesure ponctuelle avec affichage + mesure sur quelques jours

- Récolte de donnée via data logger puis plateforme gratuite TESTO

5

- Mesure Température ressentie par boule noire

- Marque REED, modèle 6250

- Mesure ponctuelle avec affichage

7

- Mesure flux lumineux à travers un vitrage

- Marque Extech, modèle SP505

- Mesure ponctuelle avec affichage

8

- Sous comptage conso chauffage

- Marque Maddalena, modèle Microclima

- Mesure ponctuelle avec affichage

