



C'POSITIF
La revue de projet de Novabuild

C.A.U.E 
de Maine-et-Loire

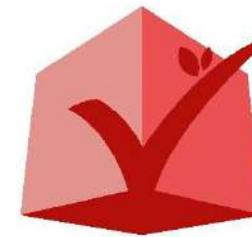
novabuild
PRENDRE SOIN DES TERRITOIRES



©Alain Martineau- Grégoire Architectes



©Émilie GRAVOUIELLE - Johanne SAN



C'POSITIF
La revue de projets de Novabuild

La rénovation thermique de groupes scolaires en Maine-et-Loire

Mardi 5 novembre à Angers (49)



C'POSITIF
La revue de projets de Novabuild



Jean-Pierre DUCOS

Directeur du CAUE
Du Maine-et-Loire

La rénovation
thermique de
groupes
scolaires
en Maine-et-
Loire
05/11/2024

CAUE 
de Maine-et-Loire

novabuild
PRENDRE SOIN DES TERRITOIRES



C'POSITIF
La revue de projets de Novabuild



Pierre-Yves Legrand

Directeur de Novabuild

La rénovation
thermique de
groupes
scolaires
en Maine-et-
Loire

C.A.U.E
de Maine-et-Loire

novabuild
PRENDRE SOIN DES TERRITOIRES

Valoriser votre projet

C'POSITIF est une revue de projets créé par Novabuild et l'URCAUE en 2018.

Une revue de projet ouverte à tous. Adhérent ou non adhérent de Novabuild, engagé ou non dans une démarche HQE.

L'objectif ?

Valoriser les projets durables du territoire et leurs acteurs.

Échanger entre professionnels et permettre de faire évoluer la profession.

Ouvert à tous type d'ouvrage :

- Bâtiment : logement individuel ou collectif, tertiaire public ou privé, etc.
- Infrastructure
- Aménagement

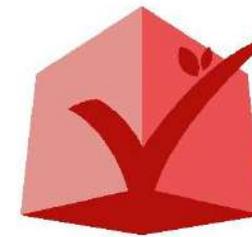
Et ce, à toutes les phases d'avancement !



©Alain Martineau- Grégoire Architectes



©Émilie GRAVOUIELLE - Johanne SAN



C'POSITIF
La revue de projets de Novabuild

La rénovation thermique de groupes scolaires en Maine-et-Loire

Mardi 5 novembre à Angers (49)

La rénovation thermique de groupes scolaires en Maine-et-Loire

Ecole élémentaire Bellevue à Murs-Erigné
par l'Agence Grégoire Architectes

Restructuration – Extension et rénovation de l'Ecole élémentaire Bellevue



VILLE DE MÛRS-ERIGNE

Programme :

Désamiantage complet du bâtiment existant

Mise à nu de la structure existante

Restructuration complète et extension du bâtiment existant

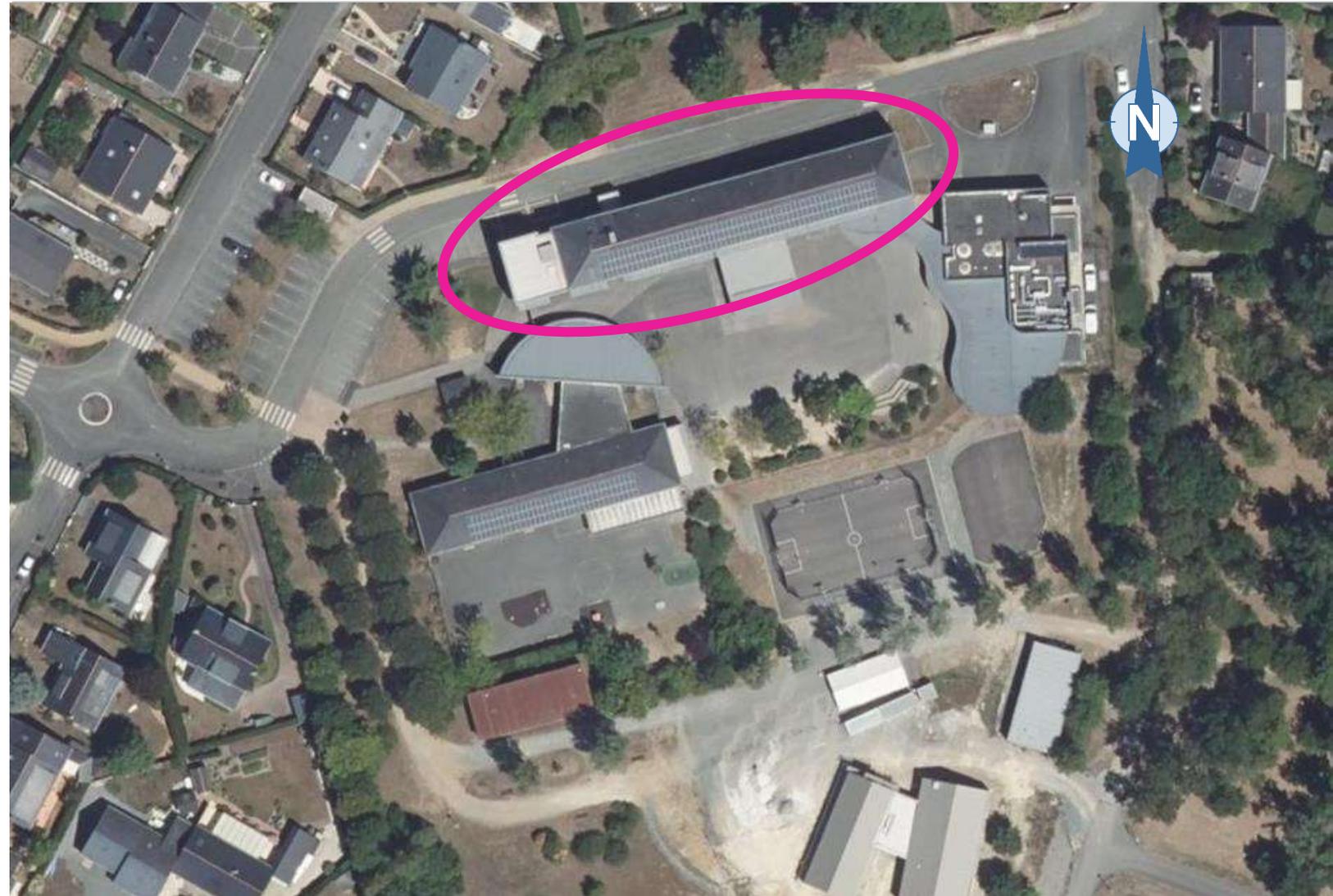
Rénovation énergétique globale

Mise en accessibilité et mise en sécurité du site et du bâtiment existant

Il avait été réalisé au préalable du démarrage des études un audit énergétique et un diagnostic amiante avant travaux

Le maître d'ouvrage avait des attentes importantes sur l'efficacité énergétique du bâtiment et le confort d'été des locaux

- **Type de programme : Ecole élémentaire**
- **Localisation : MURS-ERIGNE**



Acteurs du projet

- ❖ Maîtrise d'ouvrage : Ville de Mûrs-Erigné
- ❖ Maîtrise d'œuvre :
 - Agence Grégoire Architectes
 - Aforpaq (économiste)
 - ACE (Bet fluides – SSI)
 - Bet Arest (Structure)

- ❖ Entreprises :
 - TPPL (VRD-Espaces verts)
 - Justeau (Démolition-désamiantage)
 - Baumard (Gros-œuvre)
 - ACB (Charpente – Ossature – Bardage bois)
 - Dionneau (Couverture zinc)
 - Batitech (Étanchéité)
 - Body menuiserie (Men. ext.)
 - Menuiserie de l'Aubance (Men. Int.)

Informations clés

- ❖ Surface dans oeuvre : **1205 m²**
 - ❖ Coût des travaux : **1 654 783 € HT**
 - ❖ Durée du chantier : **12 mois**
 - ❖ Performance environnementale : Gain énergétique supérieur à 40% - confort hygrométrique et d'été largement accrus
 - ❖ Date de livraison : fin Octobre 2020
-
- Soniso (cloisons sèches – plafonds PP)
 - Techni-plafonds (Plafonds suspendus)
 - Maleinge (Chapes – Carrelage – Faïence)
 - Vallée Atlantique (Sols souples – Peintures)
 - Otis (Ascenseur)
 - TCS (Plomberie – Sanitaires – Ventilation - Chauffage)
 - Lumelec (Electricité)



Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Des lieux de vie plus sûrs et qui favorisent la santé

Résilience vis-à-vis
des risques

Qualité de l'air
intérieur

Qualité de l'eau

Sécurité et sûreté

Ondes
électromagnétiques

Des espaces agréables à vivre, pratiques et confortables

Confort
hygrothermique

Confort visuel

Confort acoustique

Fonctionnalité des
lieux

Accessibilité

Adaptabilité

Des services qui facilitent le bien vivre ensemble

Transports

Services

Bâtiments
connectés

Qualité de l'air
intérieur

Produits à faibles émissions en COV
Ventilation naturelle large de tous les locaux à occupation prolongée
Ventilation mécanique simple flux dans tous les locaux

Sécurité et sûreté

Fermeture effective du site
Une seule entrée sécurisée pour le public
Volets roulants sur l'ensemble des façades
Serrures électroniques pour les locaux mutualisés

Confort
hygrothermique

Isolation thermique par l'extérieure : murs manteaux en ossature bois isolés, rapportés en façades et fixés sur l'ossature béton existante
Protections solaires horizontales fixes sur l'ensemble de la façade Sud

Confort
acoustique

Traitement acoustique de l'ensemble des espaces – Plafond et sols.

Confort visuel

Dimensionnement des ouvertures et des protections solaires suivant l'étude de FLJ
Remplacement de l'ensemble des menuiseries extérieures

Fonctionnalité
des lieux

Modification des circulations verticales pour limiter les surfaces de circulations
Cloisonnements légers permettant les modifications futures

Adaptabilité

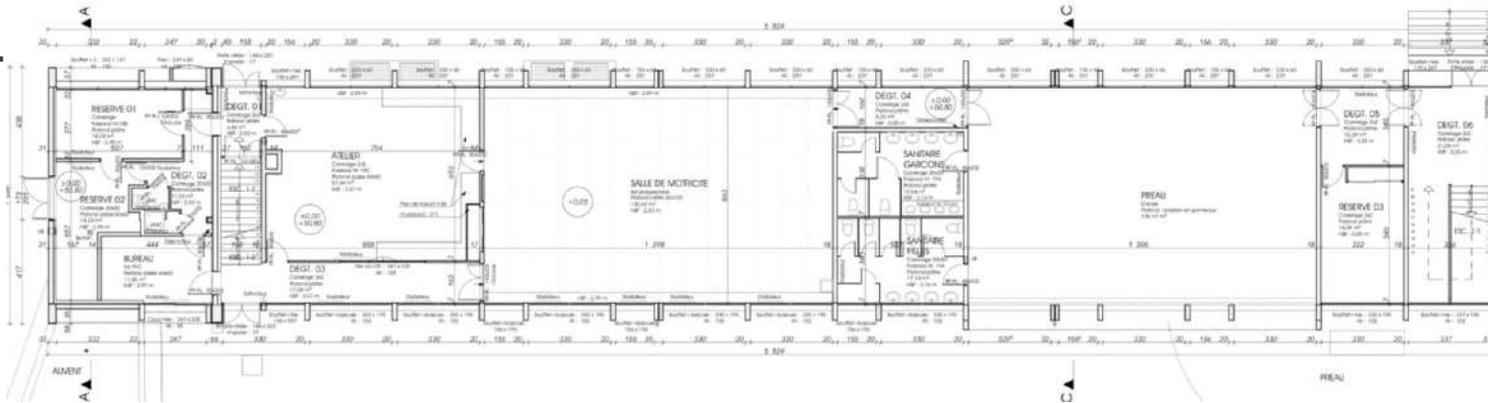
Façades Nord et Sud repoussées à l'extérieur des poteaux existants : intégration d'espaces de rangements et d'assises en périphérie

Accessibilité

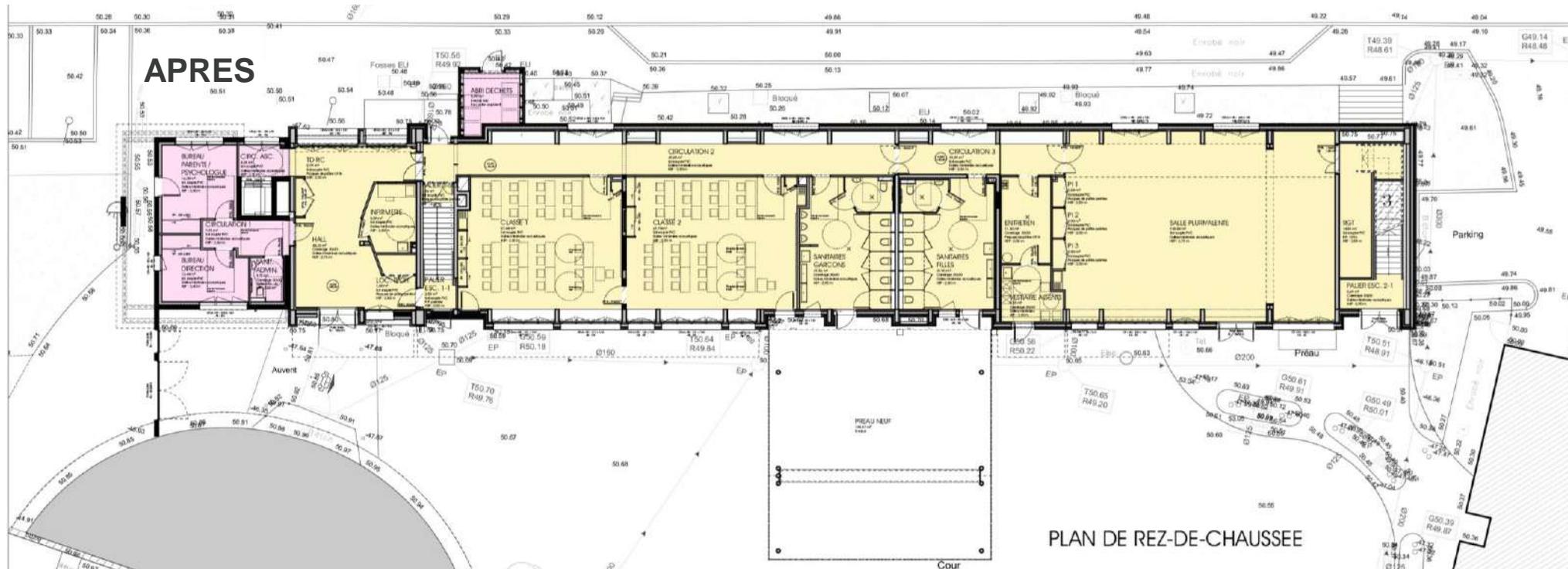
Accessibilité complète de tous les locaux – construction d'un ascenseur



AVANT

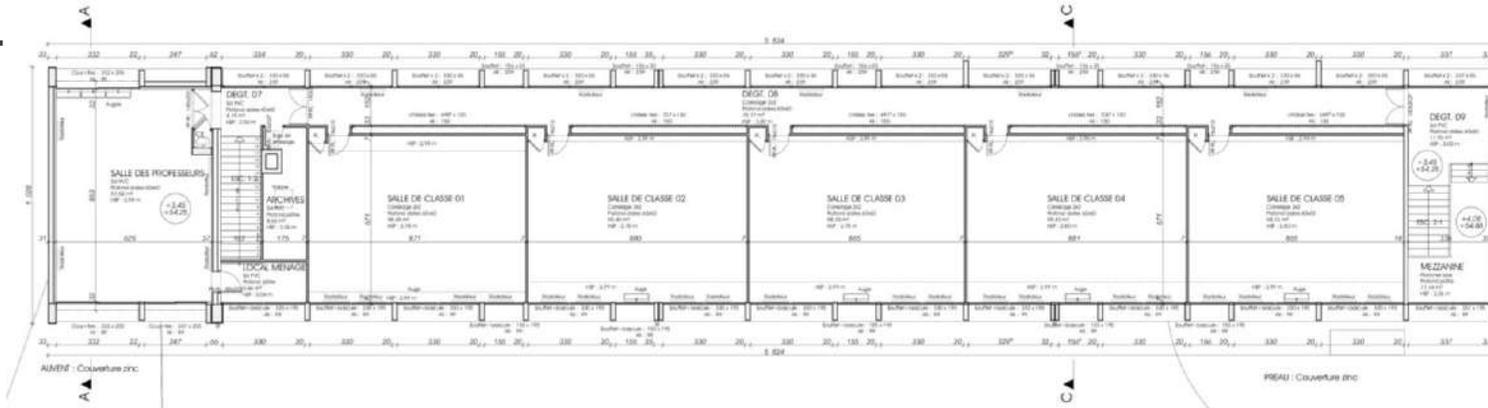


APRES

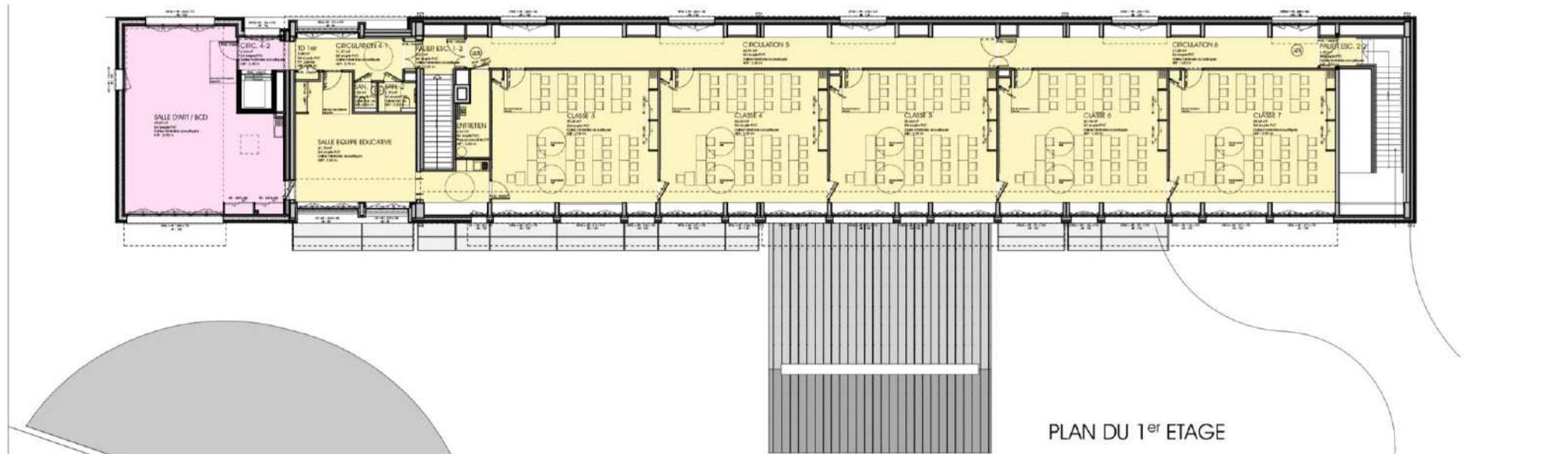


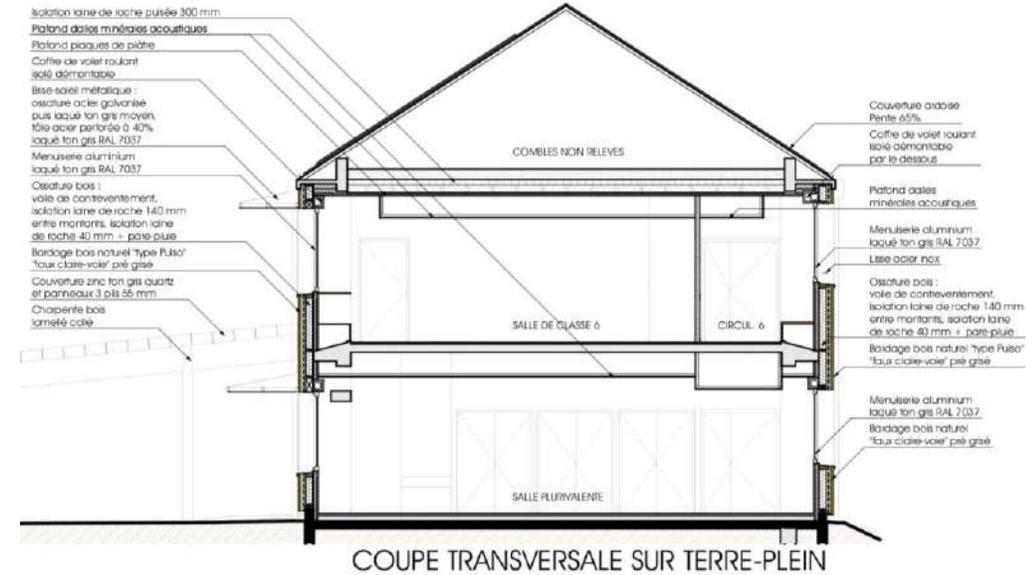
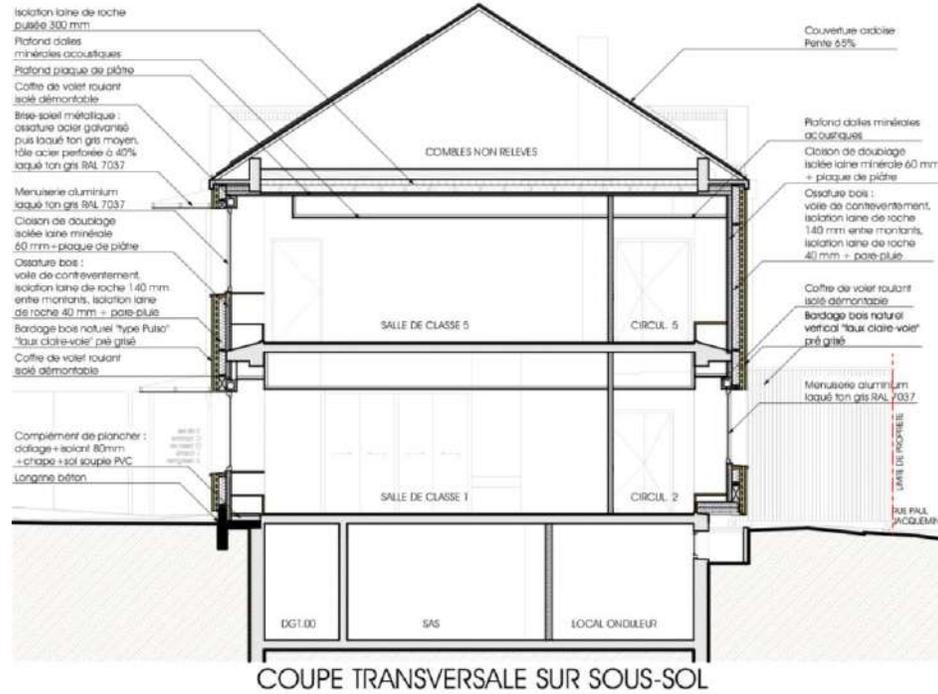
PLAN DE REZ-DE-CHAUSSEE

AVANT



APRES





Respect de l'environnement

Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Une utilisation raisonnée des énergies et des ressources naturelles

Énergie

Eau

Utilisation des sols

Ressources
matières

La limitation des pollutions et la lutte contre le changement climatique

Déchets

Changement
climatique

Impacts
en cycle de vie

Une prise en compte de la nature et de la biodiversité

Biodiversité



Énergie

Diminution de plus de 40% des besoins d'énergie relatives au chauffage, l'eau chaude sanitaire et la ventilation.

Ressources matières

Maintien de la production photovoltaïque existante.
Recours à des matériaux renouvelables sur des volumes importants : ossature bois – bardage bois.

Changement climatique

Limitation des besoins de chauffage et de climatisation par une isolation renforcée, la suppression d'un grand nombre de ponts thermiques et la pose de protections solaires.

Impacts en cycle de vie

Cycle de vie : Démontabilité simple des murs-manteaux – Ceux-ci sont fixés mécaniquement sur la structure existante, l'ensemble des matériaux de l'enveloppe sont facilement dissociable, tout comme les doublages.
Choix de matériaux renouvelable peu transformés sur de gros volumes : structure (murs ossature bois) – bardages (bardage bois prégrisé)





Performance économique

Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Optimisation des charges et des coûts

Coût d'entretien et durabilité de l'enveloppe

Maîtrise des consommations et des charges

Coût global

Déconstruction

Amélioration de la valeur patrimoniale, financière et d'usage

Valeur marchande

Valeur d'usage

Contribution au dynamisme et au développement des territoires

Valorisation des ressources locales

Attractivité



Performance économique

Coût d'entretien et durabilité de l'enveloppe

Déconstruction

Il n'y a pas de coût d'entretien spécifique pour l'enveloppe : recours à un bardage bois en Douglas prégrisé origine France – classe 3 – épaisseur 33 mm. Suivant les FDES collective, la durée de vie est de 50 ans.

Préau en charpente bois massive sur poteaux en acier galvanisé – Couverture en zinc
Les menuiseries extérieures sont en aluminium laqué – durée de vie 30 ans suivant FDES par défaut. Elles sont posées sur précadres dans le plan des doublages intérieurs isolés. Les volets roulants motorisés, en aluminium laqués, sont accessibles via des coffres intérieurs bois démontables, isolés phoniquement et acoustiquement (Coferming). Les encadrements des menuiseries extérieures sont en aluminium laqué.

De nombreux matériaux sont fixés mécaniquement, ils seront facilement séparables lors de la déconstruction du bâtiment.

Les consommations énergétiques sont limitées grâce au renforcement de l'enveloppe thermique, le traitement d'un maximum de ponts thermiques, l'éclairage naturel de tous les espaces (locaux et circulations) et la production d'électricité photovoltaïque.

L'habitabilité des locaux est renforcée par l'intégration de l'ensemble des espaces de rangement en périphérie.

Attractivité renforcée par le curage du bâtiment (suppression des matériaux dangereux – amiante) et le recours à des matériaux peu émissifs en COV. Image affirmant le recours massif au bois.



Maîtrise des consommations et des charges

Valeur d'usage

Attractivité



Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Organisation adaptée aux objectifs de qualité, de performance et de dialogue

Contexte

Engagement

Planification

Ressources et moyens

Pilotage pour un projet maîtrisé

Réalisation des activités

Commissionnement

Évaluation garante de l'amélioration continue

Évaluation

Amélioration



Management responsable

Dialogue avec le maître d'ouvrage :
Redéfinition du programme de travaux suite à l'absence de prise en compte de certains besoins des usagers.
Propositions esthétiques différenciées permettant une liberté de choix au maître d'ouvrage et aux usagers.

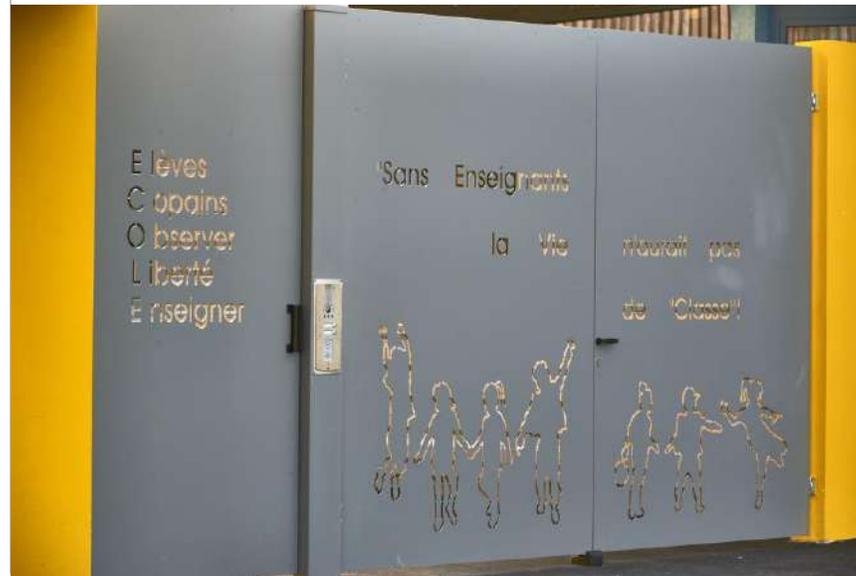
Évaluation

Organisation des restitutions après chaque phase d'étude :
Présentation du projet et des justifications des moyens employés suivant les objectifs visés.

Amélioration

Rénovation énergétique globale :
Reprise complète de l'audit énergétique : le BET fluides a réalisé un diagnostic plus poussé après finalisation du diagnostic global.

Budget d'opération :
Détail spécifique des coûts supplémentaires suivant les évolutions du projet.



Le point fort à retenir :

Rénovation thermique globale : parois verticales – toiture – une partie des planchers – traitement d'un maximum de ponts thermiques – en recourant massivement au bois.

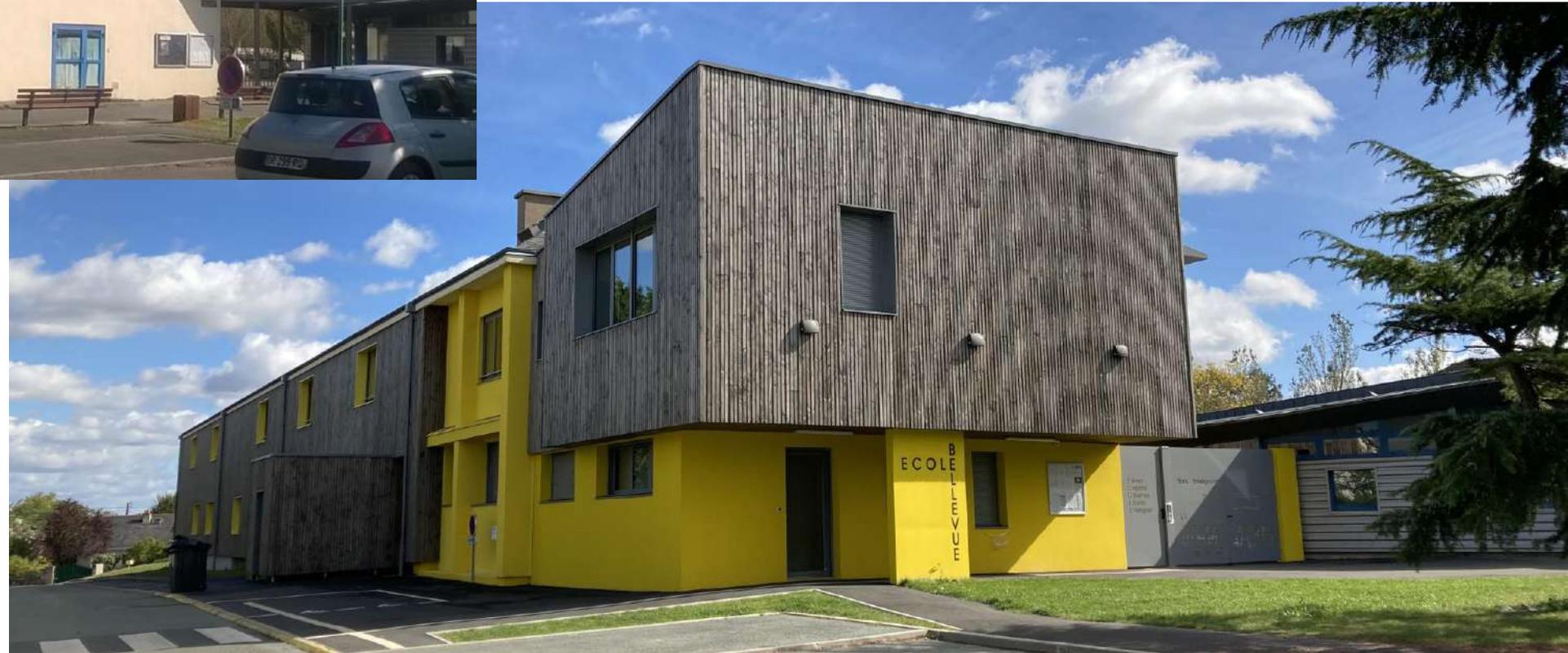
Enseignements :

- Démontrer de manière « scientifique » l'intérêt des solutions proposées (apports des études STD et FLJ)
- Renforcer les protections murales sur tous les espaces accessibles aux élèves
- Difficultés de fonctionnement des serrures électroniques au départ
- ...





Façade Nord





Façade Sud





Circulations en façade Nord



Salle de classe



Salle de motricité

Questions & Réponses



Pause-café



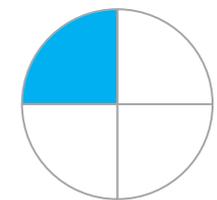
La rénovation thermique de groupes scolaires en Maine-et-Loire

Groupe scolaire Pierre et Marie Curie à Angers
par l'agence Johanne SAN Architecte

Restructuration du groupe scolaire Pierre et Marie Curie quartier Belle Beille – Angers



Stade du projet



- Programation
- Conception
- Chantier
- Maintenance

Acteurs du projet

- ❖ Maîtrise d'ouvrage : Ville d'Angers
- ❖ Maîtrise d'œuvre :
 - Architecte : Johanne San
 - Economiste OPC : Gousset
 - Structure : Even
 - Fluides énergie : AREA
 - Acoustique : Itac
 - Paysage : LUN
 - VRD : Chauveau Roussel Langlois...
- ❖ Entreprises :
 - Gros œuvre: Justeau
 - Structure bois, bardage isolation : Caillaud
 - Menuiseries bois: Parchard
 - Plomberie chauffage ventilation : Herve thermique
 - CFO CFA : Eiffage énergie
 - Espace vert : Id Verde



Informations clés

- ❖ Rénovation globale, agrandissement par trois classes supplémentaires, un restaurant scolaire et création d'une crèche de 18 berceaux
- ❖ SHAB ou SU : 3 216 m² (1 995 m² réhabilitation + 1221 m² de neuf)
- ❖ Coût des travaux : 4 900 000 € HT (1500€/m² moyen)
- ❖ Durée du chantier : 25 mois
- ❖ Construction RT 2012 -30%.
- ❖ Date de livraison : Réceptionné en septembre 2021
- ❖ Performance environnementale : rénovation thermique, matériaux biosourcés et végétalisation de la cour
- ❖ Concertation poussée et ateliers collaboratifs





GRUPE SCOLAIRE PIERRE ET MARIE CURIE

PHOTOS DE L'ÉCOLE AVANT TRAVAUX



Contexte territorial: NPNRU de l' éco quartier du Grand Belle Beille

- ❖ Ouverture sur le quartier
- ❖ Création d'une crèche 18 berceaux
- ❖ Amélioration du bien-être et des conditions de travail du personnel
- ❖ Démarche environnementale ambitieuse
- ❖ Biophilic Design
- ❖ Renaturation des cours



Intentions urbaines

- ❖ Création d'une nouvelle entrée adressée au quartier
- ❖ Composition d'un parvis pour l'équipement public





GROUPE SCOLAIRE PIERRE ET MARIE CURIE PLAN DE LA NOUVELLE ÉCOLE

- ❖ Intensification du site
- ❖ Adaptation à la topographie et accès PMR généralisé



Vue de la nouvelle école depuis la rue du colonel Sauveboeuf



Vue de la nouvelle école depuis la cour des maternelles

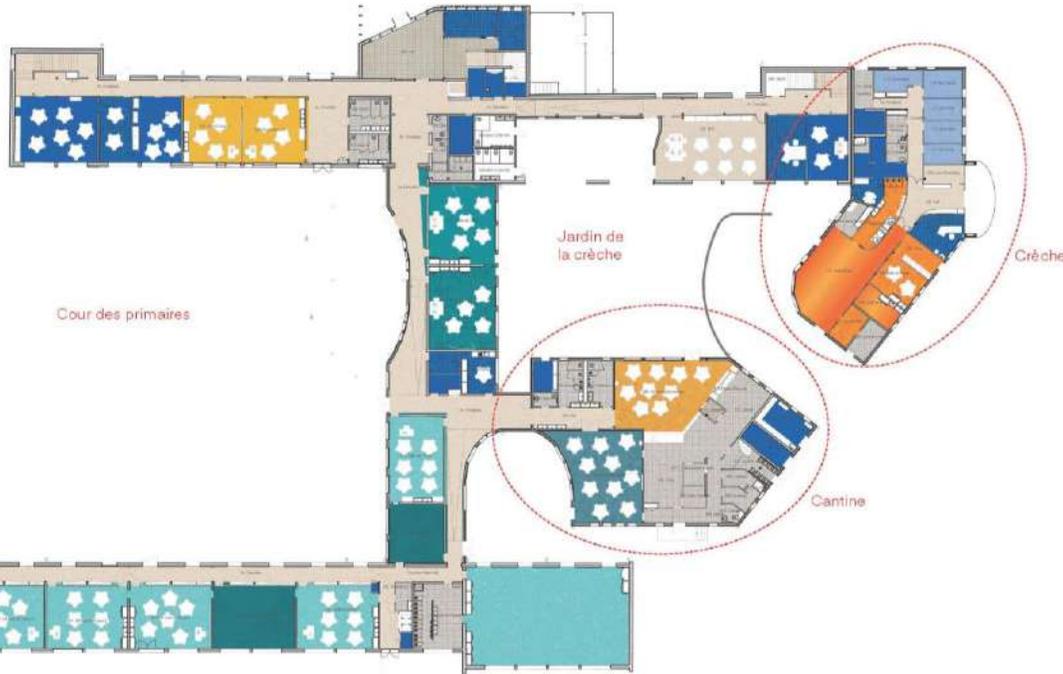


GROUPES SCOLAIRES PIERRE ET MARIE CURIE

LES COULEURS DANS L'ÉCOLE



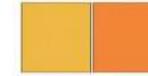
PLAN 1^{er} ÉTAGE - SALLES DES PRIMAIRES



PLAN REZ-DE-CHAUSSÉE

Cour des maternelles

• Primaire (jaune/orange)



• Maternelle (vert/bleu paon)



• Crèche (dégradé jaune/orange)



• Cantine (orange/vert)



• Espaces partagés (bleu sarcelle)



• Espaces adulte (bleu)



• Couloirs (gris beige)



- ❖ Lisibilité des circulations
- ❖ Signalétique et couleur



GROUPE SCOLAIRE PIERRE ET MARIE CURIE

PHOTOS DU CHANTIER



Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Des lieux de vie plus sûrs et qui favorisent la santé

Résilience vis-à-vis
des risques

Qualité de l'air
intérieur

Qualité de l'eau

Sécurité et sûreté

Ondes
électromagnétiques

Des espaces agréables à vivre, pratiques et confortables

Confort
hygrothermique

Confort visuel

Confort acoustique

Fonctionnalité des
lieux

Accessibilité

Adaptabilité

Des services qui facilitent le bien vivre ensemble

Transports

Services

Bâtiments
connectés

UNE APPROCHE GLOBALE ET SENSIBLE

Une école accueillante
Qui s'adresse à tous avec générosité



Le parvis de l'école rénovée



*Des teepees et un potager
pédagogique*

Qui invite la Nature

Qui suscite l'imaginaire



Le patio aux bananes

REUSSITE EDUCATIVE ET RENOVATION URBAINE

Un projet de Cité Educative



EN ACTION

RENOUVELLEMENT URBAIN
L'ÉCOLE
DANS LA COUR DES GRANDS

À Angers, l'école Pierre-et-Marie-Curie est la 15^e nouvelle école inaugurée dans le cadre du NPNRU. Après deux ans de travaux, les élèves et leurs enseignants découvrent l'établissement sous un jour nouveau. Cette réhabilitation montre l'exemple d'une nouvelle ambition pour la transformation de quartiers prioritaires: développer à grande échelle des pôles éducatifs, ouverts sur le quartier et accessibles aux habitants et proposant des services à un public plus large.

10_m 01153 n°1 - janvier 2022

Des guides pour « Bâtir l'école », ensemble

La mission de l'Éducation nationale a changé quatre fois en dix ans. En 2011, elle est devenue celle de 10 000 coordinateurs - enseignants, parents, élus, clubs, associations, grand public, etc. - ont travaillé à la définition de la mission. Plus récemment, elle a été confiée à la pédagogie, ouverte sur l'extérieur des lieux scolaires eux-mêmes. La mission et l'implication de l'enseignant. Ce travail a été soutenu par l'État et les collectivités territoriales. Les guides sont publiés en début d'année 2022.

EN ACTION



EN ACTION

3 Dames de France. Le directeur de projet urbain Pierre-Marie-Curie rappelle que « chaque paysan a un champ et chaque enseignant une classe ». L'école est un lieu de vie et de travail. Elle est un lieu de vie et de travail. Elle est un lieu de vie et de travail.

Les Cités éducatives transforment l'essai

En 2022, la France compte 200 Cités éducatives, contre 80 au lancement du programme en septembre 2019. Les Cités éducatives ont permis de transformer les quartiers prioritaires en lieux de vie et de travail. Elles ont permis de transformer les quartiers prioritaires en lieux de vie et de travail.

12_m 01153 n°1 - janvier 2022

337
construits ou rénovés en 2021 par l'ANRU. Des écoles ont été rénovées ou construites en 2021 par l'ANRU.

520
Appareils éducatifs, ordinateurs personnels, tablettes numériques ont été distribués dans les écoles de France.

EN ACTION

337
construits ou rénovés en 2021 par l'ANRU. Des écoles ont été rénovées ou construites en 2021 par l'ANRU.

520
Appareils éducatifs, ordinateurs personnels, tablettes numériques ont été distribués dans les écoles de France.

01153 n°1 - janvier 2022_13

Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Une utilisation raisonnée des énergies et des ressources naturelles

Énergie

Eau

Utilisation des sols

Ressources
matières

La limitation des pollutions et la lutte contre le changement climatique

Déchets

Changement
climatique

Impacts
en cycle de vie

Une prise en compte de la nature et de la biodiversité

Biodiversité

Rénovation énergétique du bâti existant

- ❖ Isolation par l'extérieur
- ❖ Protections solaires

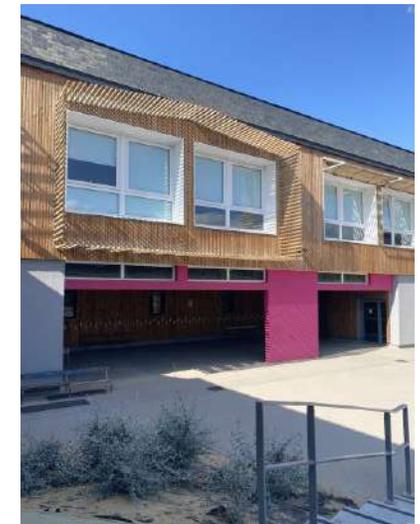
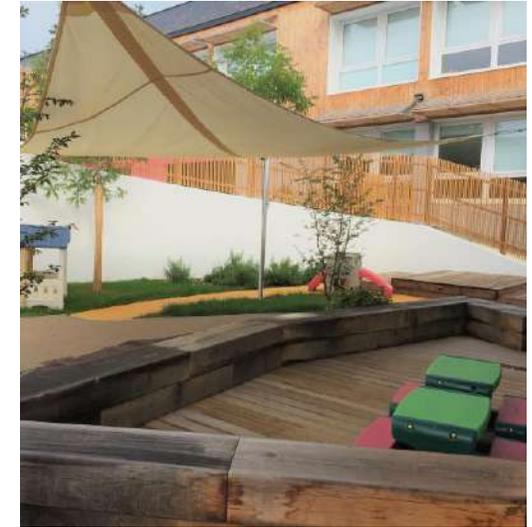
Construction performante

- ❖ Extensions en ossature bois et isolants biosourcés
- ❖ Choix de matériaux pérennes et robustes

Des Solutions techniques adaptées

- ❖ Réseau de chaleur urbain Biomasse
- ❖ Construction RT 2012 :

Bbio/Bbiomax=-24,97%
Cep/ Cepmax=-31,44%



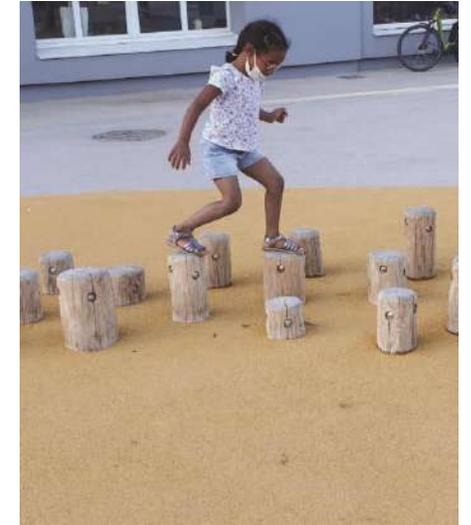
Construction Bas Carbone

- ❖ Lot 04 - Structure Mur à ossature bois, Isolation extérieure, Bardage
 - Murs à ossature bois+ charpente traditionnelle et lamellée collée
 - Isolation en laine de bois pour les extensions
 - Bardage en Douglas
 - Brise soleil bois en douglas
- ❖ Lot 10 - Menuiserie bois- intérieures et extérieures (Extension)
- ❖ Economie circulaire : radiateurs, mobilier



Renaturation des sols et végétalisation des cours d'école :

- ❖ Sols clairs
- ❖ Désartificialisation
- ❖ Jardin pédagogique
- ❖ Poulailier
- ❖ Plantations d'arbres et valorisation des existants
- ❖ Gestion des eaux pluviales
- ❖ Vastes préaux
- ❖ Design Biophilic
- ❖ Jeux non genrés





Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Optimisation des charges et des coûts

Coût d'entretien et durabilité de l'enveloppe

Maîtrise des consommations et des charges

Coût global

Déconstruction

Amélioration de la valeur patrimoniale, financière et d'usage

Valeur marchande

Valeur d'usage

Contribution au dynamisme et au développement des territoires

Valorisation des ressources locales

Attractivité



Un prix très maîtrisé (avant Covid)

- ❖ 4 900 000 € HT
- ❖ 1500€/m² moyen
- ❖ Maitrise des charges
- ❖ Un même niveau de performance entre rénovation et extension
- ❖ Valorisation d'une école des années 60 en une école accueillante et exemplaire





Rappel des objectifs HQE et des thèmes évoqués dans les certifications

Organisation adaptée aux objectifs de qualité, de performance et de dialogue

Contexte

Engagement

Planification

Ressources et
moyens

Pilotage pour un projet maîtrisé

Réalisation des
activités

Commissionnement

Évaluation garante de l'amélioration continue

Évaluation

Amélioration

LA QUALITÉ D'USAGE AU-DELÀ DE LA FONCTIONNALITÉ

Une co conception inspirée

- ❖ Interprétation des potentiels du site et du projet
- ❖ Enrichissement du projet architectural grâce à la participation des parents, des élèves et des équipes
- ❖ Adaptation à toutes les étapes de conception et de réalisation
- ❖ Ateliers menés avec les parents, les élèves, les enseignants et l'équipe pédagogique



*Ateliers participatifs
Johanne San*



L'ÉCOLE RÉINVESTIE

Laisser possible l'appropriation

- ❖ Se permettre de lâcher prise
- ❖ Conserver de la souplesse dans la définition des espaces et des usages
- ❖ Écouter pour s'autoriser des expérimentations
- ❖ Revaloriser la relation intérieur /extérieur



Inauguration de l'école



Le rapport intérieur/extérieur



La salle nuage



Des choix partagés avec l'équipe pédagogique

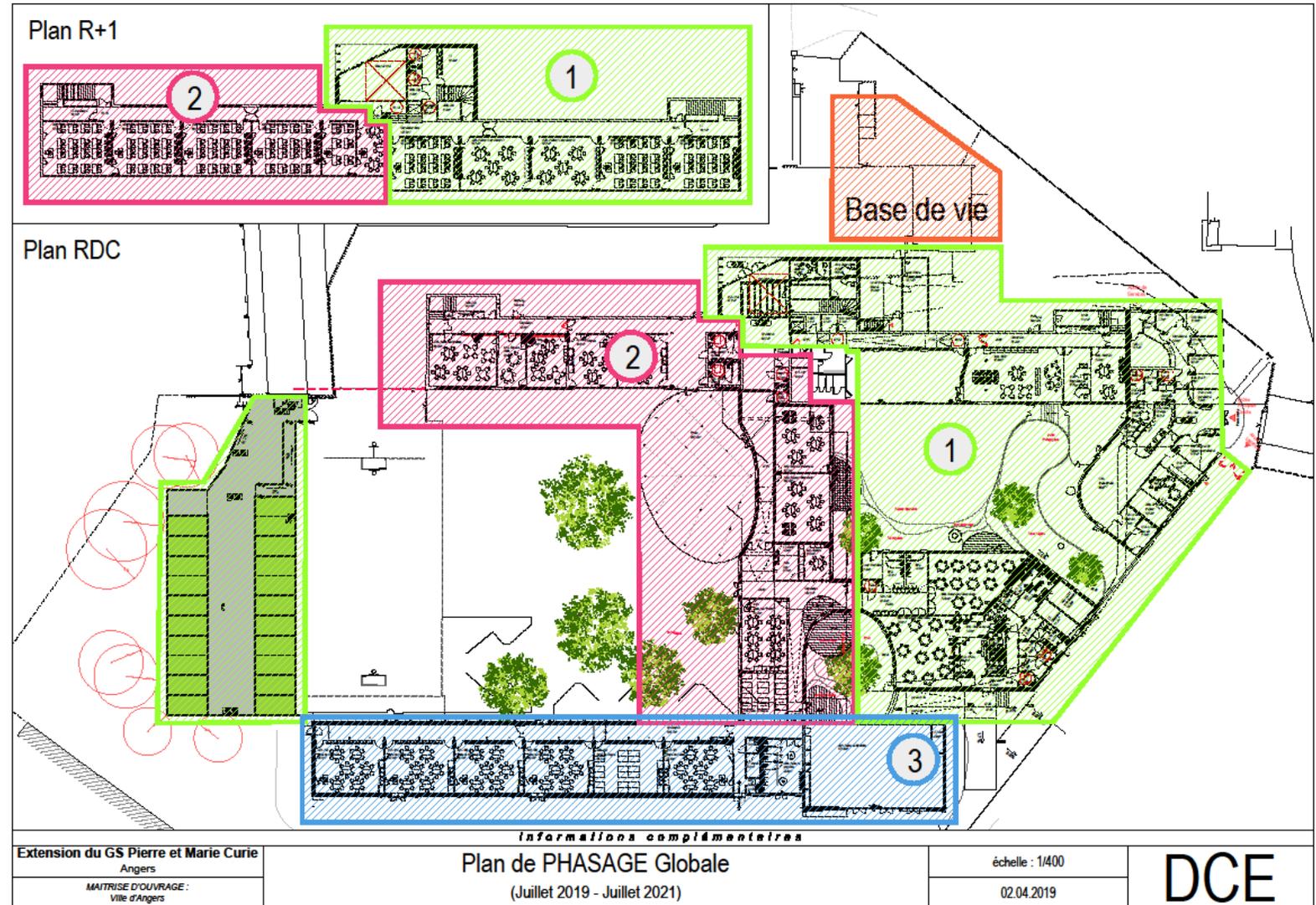
- ❖ Lisibilité de l'espace et repérage dans l'école
- ❖ Couleurs et Signalétique : un langage commun et choisi





Une planification coconçue avec les équipes enseignantes et la ville d'Angers

- ❖ Chantier en tant de Covid
- ❖ En site occupé
- ❖ 25 mois = 2 années scolaires





Prolongement de la démarche collaborative

- ❖ Visite de chantier avec les enfants
- ❖ Découverte des métiers du bâtiment



Le point fort à retenir :

- ❖ Une concertation à toutes les étapes du projet et de la réalisation

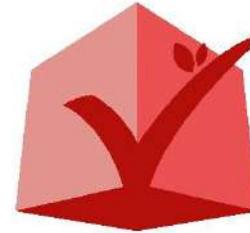
Enseignements :

- Facteurs de succès
 - ❖ Le dialogue et l'écoute comme fil conducteur
 - ❖ L'équipe doit lâcher prise pour laisser l'appropriation possible des usagers
- Les erreurs à éviter
 - ❖ Pousser le diagnostic le plus précis possible et revenir aux conclusions régulièrement
 - ❖ Ne pas lâcher sur le biosourcé
- Retours sur le fonctionnement en exploitation
 - ❖ Des paris sur des économies que l'on récupère dans le temps du projet



Questions & Réponses





C'POSITIF
La revue de projets de Novabuild

MERCI