



LYCEE POLYVALENT CAROLINE AIGLE

Nort-sur-Erdre

Région des Pays de la Loire – AIA ARCHITECTES – AIA INGENIERIE

REX matériaux biosourcés _ table ronde ICAM _ 10 novembre 2023



Chiffres clé

Lycée polyvalent d'enseignement 1 000 élèves, extensible 1 200, filières Aide à la personne et Aide aux entreprises

Vote des élus (MOA) : mars 2015

Programmation : janvier 2016

Concours MOE : 2017

Etudes de conception : 2017-2018

Chantier : 2018-2020 / 25 lots

Surface plancher : 12 057m²

Surface terrain : 2,5 Ha

Coût travaux : 24 millions d'euros

Coût TDC : 37M€ TDC

Durée du chantier : 27 mois (ouverture partielle septembre 2020 incidence COVID)

Date de livraison : novembre 2020



1^{er} lycée issu du Référentiel régional de sobriété architectural, technique et économique
AMBITIONS : -10% d'économie comparativement au ratio €/m²SP moyen des précédents lycées neufs



Contexte de l'opération

Labellisation-certification :

- Certification HQE Niveau Excellent
- Label Biosourcé Niveau 3
- Label BEPOS Effinergie E+C- : E3C1

Appel à projet :

- Projet OBEC : expérimentation E+C-
- Test Economie Circulaire Alliance HQE-GBC

Engagements Région:

- Référentiel sobriété architecturale, technique
- Performance économique et sociale

Techniques constructives :

- Socle Béton
- Murs à ossature bois / planchers mixtes bois/béton / isolation biosourcée + revêtements de sol naturel + peinture biosourcés

Cibles de la qualité environnementale :

- Cible 1 : Intégration à l'environnement immédiat
- Cible 2 : Choix intégrés des matériaux, produits et procédés
- Cible 3 : Chantier à faible nuisance
- Cible 4 : Gestion de l'énergie
- Cible 5 : Gestion de l'eau
- Cible 6 : Gestion des déchets d'activité
- Cible 7 : Entretien maintenance
- Cible 8 : Confort Hygrothermique
- Cible 9 : Confort acoustique
- Cible 10 : Confort lumineux
- Cible 11 : Confort olfactif
- Cible 12 : Qualité sanitaire des espaces
- Cible 13 : Qualité sanitaire de l'air
- Cible 14 : Qualité sanitaire de l'eau

Niveau atteint - Audit HQE Réalisation



PASSEPORT ENVIRONNEMENTAL

10★
HQE EXCELLENT





Respect de l'environnement

Choix des matériaux , approche bas carbone

CONSTRUIRE AUTREMENT : BIOSOURCÉ

- construction mixte bois/béton (1000 m³ dont 15% bois français) : structure en charpente et murs à ossature bois des étages du lycée et des logements de fonction, bardage des logements, plancher mixte bois/béton, plancher CLT, habillage en plafond bois, menuiseries intérieures et extérieures, mobiliers, etc provenant pour une partie d'une scierie locale située en Vendée
- isolation en chanvre/lin/coton (Pays de la Loire) : ressource cultivée et fabriquée en Vendée
- revêtement de sol linoleum composé de plus de 90% de matériaux naturels et 30% de matières recyclées
- peinture biosourcée à base d'huile de lin, de ricin et de poisson (murs)



CONSTRUIRE AUTREMENT : GEOSOURCÉ / RECYCLÉ

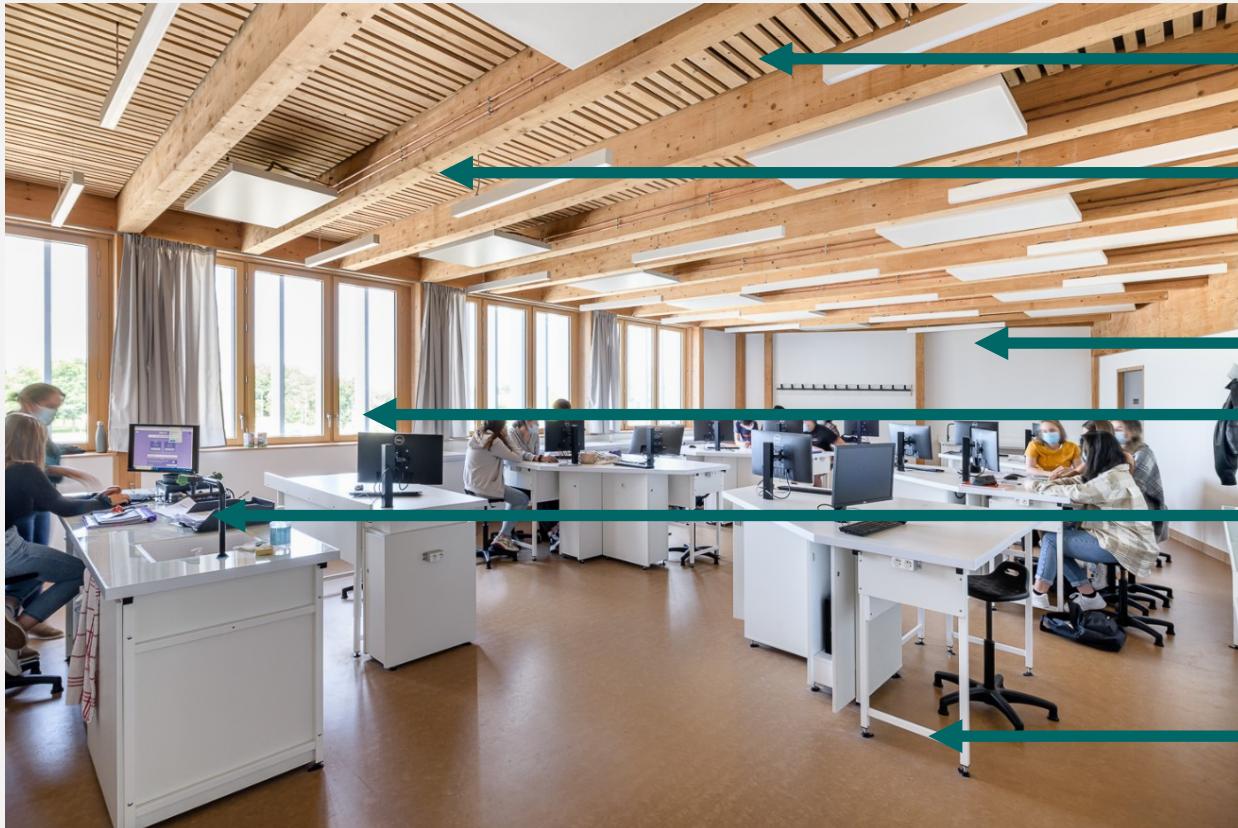
- peinture géosourcée à base de silice (plafonds)
- béton à granulat recyclé : certaines fondations, voiles de la Maison des Lycéens et dallages de la zone maintenance
- isolation en verre cellulaire (> 60% Produit recyclé issus de pare-brise)
- isolation laine de verre (> 60% Produit recyclé) avec liant végétal





Lycée Caroline Aigle

Synthèse des éléments biosourcés



Habilage bois
PEFC Epicéa :
Origine France

Solive plancher mixte
bois-béton / Ossature
bois Origine Europe

Peinture murale
biosourcée (huile de
ricin, de lin, de poisson)

Menuiserie mixte bois-
alu

Mur à ossature bois
Origine France

Linoléum naturel
(huile de lin, farine de bois,
farine de liège, toile de jute,
pigments et charge minérale)
34% de matériaux recyclés
77% de matériaux renouvelables
93% de matériaux naturels



Lycée Caroline Aigle

Synthèse des éléments biosourcés



Habillage bois massif
FSC : Origine Europe

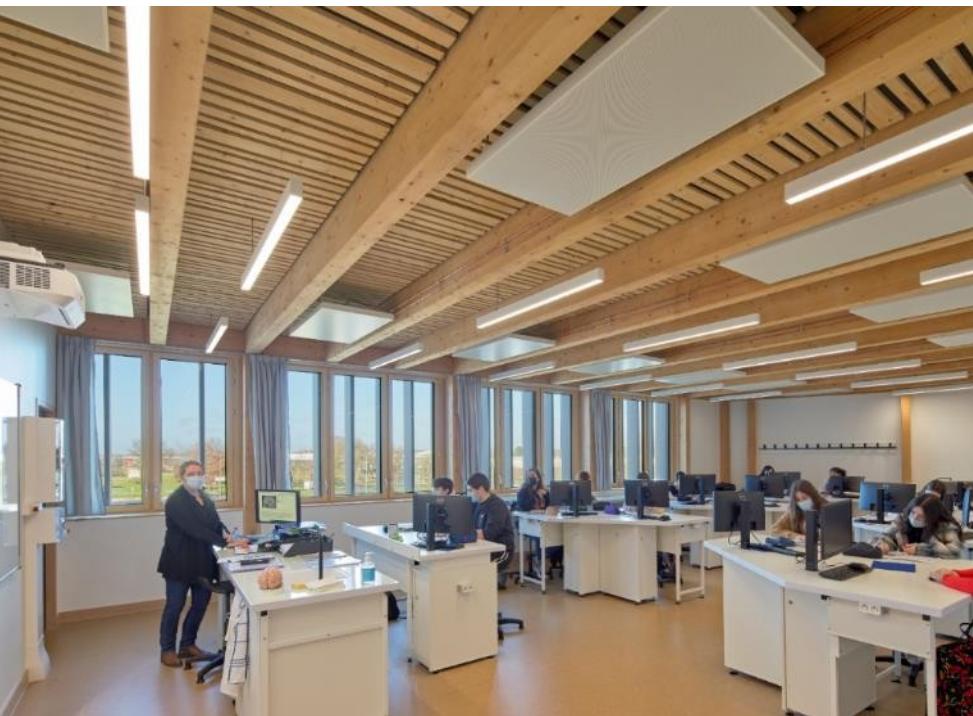
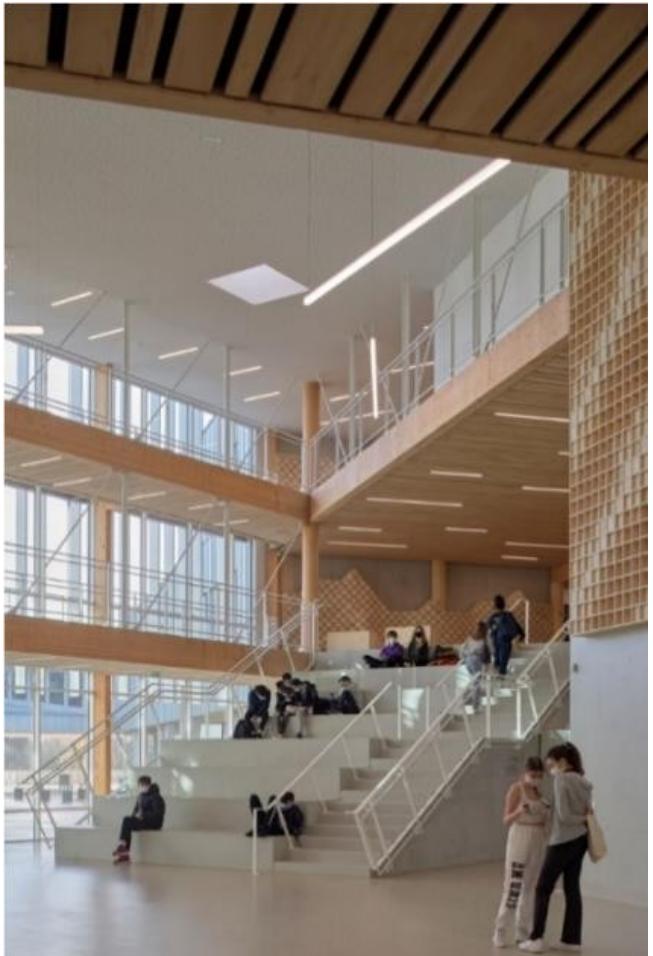
Béton à nu,
lasuré
(sobriété et
frugalité)

Mobilier en bois
(Métalobil)
PEFC
Epicéa
Contrecollé :
Origine France



Qualité de vie

Les MBS participent à la qualité de vie des usagers notamment par la qualité des matériaux et grâce à la biophilie.

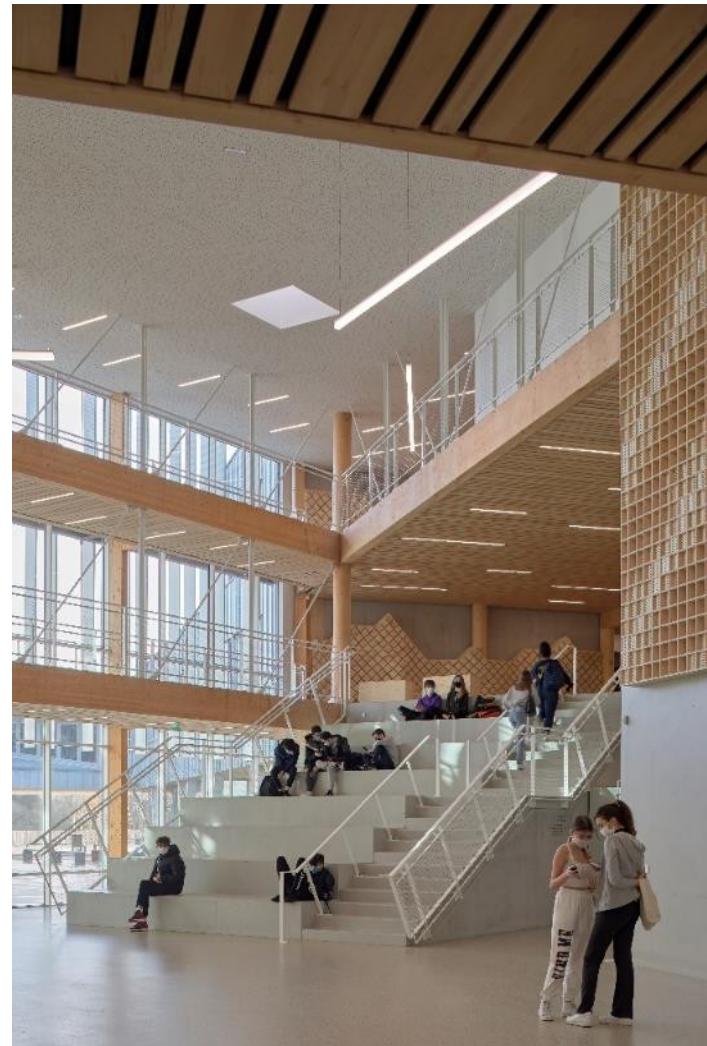




Qualité de l'air

Issus de ressources naturelles, les MBS contribuent à la qualité de l'air intérieur des bâtiments.

- Choix de matériaux sains à très faible émission en COVT/Formaldéhyde => Peinture biosourcée à base d'huile de ricin/lin/poisson et peinture géosourcée sans COV
- Choix de revêtement de sol en linoléum naturel
- Ventilation mécanique par insufflation et CTA avec niveau de filtration M5/F7





Confort hygrométrique

Les MBS, de par leurs compositions, améliorent le confort hygrothermique à l'intérieur des bâtiments.

- Contribution au confort d'été comme hiver
- Conception bioclimatique
- Dimensionnement des protections solaires
- Simulation Thermique Dynamique (STD) confort
- Confort d'été et d'hiver : performance de l'enveloppe, déphasage thermique, isolant biosourcé
- Accès à l'inertie
- Protection au vent dominant dans la cour

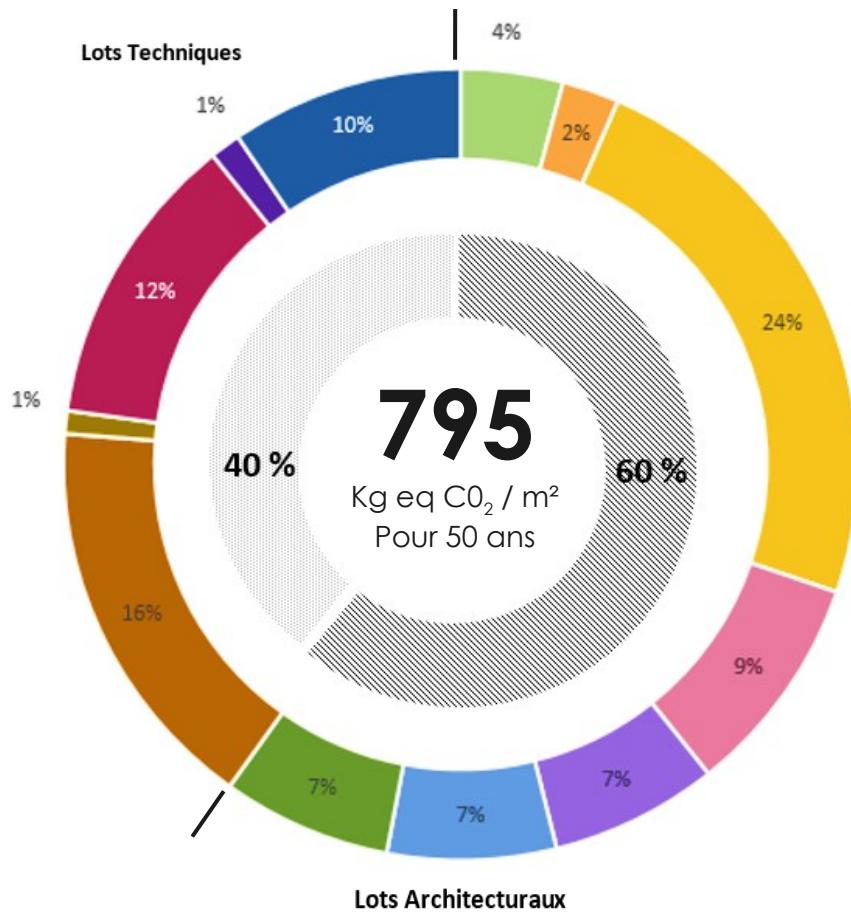




Respect de l'environnement

ACV Analyse du Cycle de Vie – Seuils matériaux

Les MBS, stockeurs de carbone et renouvelables, réduisent l'empreinte environnementale et carbone des ouvrages.



EXIGENCES DU LABEL ENERGIE CARBONE :

Seuils matériaux pour les autres bâtiments (dont enseignement) :

$$C1 \leq 1050 \text{ kg eq CO}_2 / \text{m}^2$$
$$C2 \leq 750 \text{ kg eq CO}_2 / \text{m}^2$$

Le projet atteint le **niveau C1** et se situe très proche du **niveau C2**.

Lots Techniques

- 1- VRD
- 2- Fondations et infrastructure
- 3- Superstructure - Maçonnerie
- 4- Couverture - Etanchéité - Charpente - Zinguerie
- 5- Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
- 6- Façades et menuiseries extérieures
- 7- Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Peintures - Produits de décoration
- 8- CVC
- 9- Installations sanitaires
- 10- Courant fort
- 11- Courant faible
- 12- Appareils éléveurs et autres équipements de transport intérieur



Respect de l'environnement

Consommation énergétique

Consommation d'énergie (phase projet) :

- **Cep** (kWh ep/m² SRT) = 38,5
- **STD (tout poste)** :
(kWh ep/m²/an) = 94,9
(kWh ef/m²/an) = 69,8

Consommation d'énergie après 3 ans d'exploitation (pleine charge 1000 élèves) :

71,3 kWhef/m²sp/an soit **80,4 kWhef.corr/m²sp/an** corrigés aux DJU trentenaires

Comparaison avec le reste du patrimoine immobilier pour 2022 :

Gain de 22% par rapport à la moyenne du patrimoine immobilier Régional (2 Mm²sp)



BILAN DE L'UTILISATION DES MBS DANS LE PROJET DU LYCEE DE NORT/ERDRE

- Les qualités environnementales des MBS :

- > peinture murale à base d'huile de lin (absence de COV et d'odeur, haute lessivabilité)
- > linoléum (recyclable, antibactérien)
- > bois (stockage du carbone réduisant ainsi l'émission des GES, biophilie)
- > Isolant végétale (déphasage/confort d'été, confort à la pose pour les compagnons...)

- Participe à la démarche d'Economie circulaire (démarche bas carbone, développement de filières locales, utilisation de déchets pour la production de certains matériaux biosourcés...)

- Faible surcout si intégrations dès les ambitions programmatiques :

- > surcout estimé à +10€ HT/m² SP (lots architecturaux)
- > cout du lycée de Nort/Erdre : 2 081€ HT/m² SP actualisé à juin 2023, comparativement à la moyenne des lycées construits précédents 2 416€ HT/m² SP)