

## Collège Bouéni

par antoine perrau / ⌚ 2020-05-31 14:23:39 / France / 👁 10546 / 🇫🇷 EN



Construction Neuve

Consommation d'énergie primaire :

**90** kWhep/m<sup>2</sup>.an

(Méthode de calcul : RTAA DOM 2012 )

### CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

Bâtiment économe

Bâtiment

< 50 **A**

51 à 90 **B**

91 à 150 **C**

151 à 230 **D**

231 à 330 **E**

331 à 450 **F**

> 450 **G**

Bâtiment énergivore

**Type de bâtiment** : Ecole, collège, lycée ou université

**Année de construction** : 2019

**Année de livraison** : 2019

**Adresse** : CCD6 Bambou Ouest 97604 BOUÉNI, France

**Zone climatique** : [Aw] Tropical humide avec hiver sec.

**Surface nette** : 5 536 m<sup>2</sup> SHON

**Coût de construction ou de rénovation** : 24 730 000 €

**Nombre d'unités fonctionnelles** : 900 Elève(s)/étudiant(s)

## Infos générales

Ce projet a remporté le Grand Prix des Trophées Bâtiments Résilients 2020.

Le collège de Bouéni est situé sur l'île de Mayotte. Il est soumis à des grands aléas climatiques : cyclone, tremblement de terre, inondations et glissements de terrain. Notre projet lauréat d'un concours a proposé des solutions conceptuelles et constructives originales ayant permis de faire face en phase travaux et livraison à des tremblements de terre à répétition et à une dépression tropicale forte. Nous nous sommes appuyés sur un mode constructif en filière acier, peu impactant sur le site, dans un environnement remarquable, des études en soufflerie physique ayant permis d'optimiser le dimensionnement du bâtiment pour la ventilation naturelle (architecture passive) et aux efforts sismiques et à une gestion des eaux pluviales en surface évitant l'obstruction et/ou la destruction des réseaux en cas de forte pluie et de séisme. Les résultats sont à la hauteur des ambitions puisque ce bâtiment bioclimatique aujourd'hui opérationnel donne toute satisfaction aux utilisateurs, après avoir affrontés les éléments avec succès.

## Démarche développement durable du maître d'ouvrage

### Description architecturale

Le parti architectural de ce projet **découle des préoccupations du maître d'ouvrage** développées dans le programme et de la visite du site avec ses échanges. Notre réflexion a suivi les critères de choix, sans hiérarchie :

- Respect du programme, qualité de fonctionnement et adaptation au site
- Economie globale du projet
- Qualité architecturale, environnementale et insertion

## Un projet conforme au programme

Notre projet ne déroge que ponctuellement au programme (optimisation d'espace). Pour le reste il se traduit par le **regroupement des unités fonctionnelles en entités lisibles et**

**identifiables, aisément appropriables.**

Un projet fonctionnel : l'organisation articulée depuis l'espace central de la cour identifié spatialement définit des locaux **facilement exploitables**, sans réaliser une cour fermée.

Un projet évolutif : le choix technique de **façades porteuses** libère l'espace et permet une **évolution facile du cloisonnement**.

Un projet « **mutualisable** » : l'optimisation des locaux et espaces a été exploitée autant que possible et a déterminé la position des locaux et espaces les uns par rapport aux autres pour atteindre cet objectif, en particulier la salle polyvalente, la restauration, le CDI et les équipements sportifs.

Un projet **sécurisant** : l'articulation depuis la cour et la disposition judicieuse des locaux de surveillance rendent ce **collège facile à contrôler et surveiller** tant au niveau des espaces intérieurs qu'extérieurs.

## Un projet économique à faible maintenance

Notre projet intègre le souci de **simplicité constructive**, gage d'un coût de construction maîtrisée et d'une maintenance aisée. Il se décompose en volumes simples, couverts par de larges toitures mono-pentes enveloppantes protégeant les façades et respecte les surfaces utiles.

Le recours à des **matériaux à faible maintenance** ou à maintenance nulle garanti une **exceptionnelle longévité de la plupart des ouvrages extérieurs**.

L'adaptation au sol minimisant les déblais rocheux par des constructions sur pilotis, des parkings au plus près de la topo et l'utilisation privilégiée des zones plus plates pour l'implantation de la cour et du stade **optimisent l'adaptation au sol**, dans un terrain à la pente marquée et contraignante.

Les équipements techniques ont été déterminés avec ces soucis de **simplicité, faible coût et maintenance réduite**.

## La qualité architecturale

La qualité a été recherchée au travers du respect des points précédents.

Elle découle du choix **d'une implantation douce** dans le site, de fonctionnements lisibles, du choix de matériaux naturels, durables, de protections climatiques, du traitement paysagé et de la finesse des détails mis en œuvre.

L'analyse du contexte nous a aussi amené à **tirer profit du site exceptionnel** qui nous est offert et permettre une exploitation optimale des vues pour les locaux hors enseignement.

Nous avons développé une **architecture équatoriale**, ou l'expressivité du projet découle d'éléments architectoniques tels que des brise soleils, de grands débords de toiture, une forte

porosité, des bâtiments de faible épaisseur, une omniprésence du végétal. Cette **expression est propre aux conditions climatiques et géographiques de ce territoire**, loin d'une architecture internationale banalisée et « passe partout ».

## La qualité environnementale

Dès le départ la philosophie qui a sous tendu notre concept a été celle de **l'impact minimal** tant visuel que physique sur le site. Pour ce faire nous avons organisé un projet se déployant de manière souple le long des courbes de niveaux optimisant les mouvements de terre. Ce choix a été amendé et renforcé par la volonté de préserver les arbres remarquables ponctuant ce site, les deux baobabs et le verger d'arbres fruitiers notamment.

La nécessité d'assurer une ventilation optimale des locaux pour assurer le confort thermique a aussi dicté des morphologies spécifiques du bâti, faible épaisseur de la trame constructive, construction sur pilotis optimisant la circulation d'air, toitures mono pente, patios avec puits dépressionnaires, optimisant les phénomènes de pression/dépression, orientations du bâti Nord Sud idéals pour la protection solaire et l'éclairage latéral dans les salles de classes.

Enfin, la volonté de préserver des corridors écologiques et une bonne transparence hydraulique, nous a amené à construire sur pilotis et à faire des césures assurant le libre écoulement des eaux de pluie en surface dans les talwegs existants, limitant ainsi l'accélération des ruissellements et l'érosion des sols si fragiles à Mayotte.

## Insertion dans le site

À la convergence des préoccupations de qualité architecturale et environnementale évoquées ci-dessus, la qualité d'insertion est ainsi aisément assurée par un impact minimal, un projet fractionné, dans la pente, dans une végétation préservée. Il s'agit bien ici de faire un équipement public lové dans les pentes et la végétation préservant au maximum un site majestueux de l'île aux parfums.

L'insertion dans le site est travaillée fortement avec :

- un étagement dans la pente des volumes les plus hauts
- un étagement des terrasses de vie, avec des jeux de rampes devenant des espaces d'évolution complémentaires aux grands espaces de la cour
- la conservation des grands arbres indigènes (baobabs) et domestiques (manguiers) afin de bénéficier d'ombrage et de participer au plenum d'inscription dans la pente
- des volumes simples avec des toitures suivant la pente pour les plus hauts (effet cumulatif aérodynamique et insertion)
- la mise en valeur végétale du site avec notamment la réalisation de jardins forestés en biodiversité indigène (site potentiellement conservatoire) formant écrien et continuité avec la pente du grand paysage
- le traitement doux des écoulements d'eau pluviales (conservation des petits noues, gestion aérienne dépolluante des eaux pluviales)

# L'image architecturale

Mayotte est une île jeune, et les références architecturales pour des programmes de cette envergure sont récentes. Les matériaux un temps employés comme le bois et la brique de terre crue, très intéressants en termes d'impact carbone et sur le plan du comportement bioclimatique, sont actuellement moins employés, au profit d'une filière béton assez omniprésente comme à la Réunion.

Aussi, nous avons recherché une approche différenciée et pertinente pour une architecture compétente et contemporaine à Mayotte. Notamment l'usage de filières sèches permet de retrouver ou de renouer avec l'immense compétence d'un bâtiment emblématique de l'île : la maison du gouverneur à Dzaoudzi.

Cette référence climatique savante conçue par les ingénieurs d'Eiffel nous a fortement inspiré pour la recherche d'une image architecturale différenciée et inventive. Dans le paysage vert et brun des pentes xérophiles de Bambo Ouest, le long pan des enseignements est ainsi traité avec des matières poreuses à structure blanche piégeant la lumière et pas la chaleur, derrière les masses boisées des premières pentes.

Les bâtiments développent ainsi une image intégrée d'architecture institutionnelle compétente et bioclimatique. Les effets de couleurs sont définis en pointillisme à la manière des dessins des bangas sur des éléments spécifiques : pare soleils des volumes d'accueil et de restauration, refends des volumes long pan (ocre des sols latéritiques), portes des locaux, édicules techniques spécifiques... Ces éléments comme la signalétique qui sera imaginée sont les apports de la domesticité nécessaire à la vie sociale du collège.

# L'architecture bioclimatique

Il est une évidence peu encore reconnue pour l'insertion, mais pourtant très nécessaire et citoyenne : celle de réaliser des équipements dont l'usage minimise les impacts carbone et donc les consommations d'énergie fossile. La climatisation standard des locaux est la plaie des milieux tropicaux et équatoriaux... C'est une réponse simplifiée qui n'est pas acceptable pour l'architecture ni pour la planète, car c'est l'architecture qui doit créer les conditions du confort et éviter ou limiter les systèmes actifs, dont la plupart posent par ailleurs des problèmes de santé.

Le projet est conçu comme une machine climatique dans la pente, ouverte aux brises marines et déployée aux faibles brises nocturnes. L'orientation des toitures parallèles à la pente, la très forte porosité des façades (près de 50%). Les effets qui suivent sont autant de dispositifs combinés pour irriguer au mieux et rafraichir au mieux les locaux intérieurs:

- débords de couverture
- couverture double peau thermo acoustique
- protection arborée des sols "durs" et des cours notamment
- double peau climatique

- soubassements ventilés (soulevés)
- tirage thermique par patios associés (voire par cheminée de désenfumage permanent - salle de restauration) .

En plus de la stratégie sur le site, un zonage thermique est mis en place dans les locaux à process comme la restauration et sa cuisine afin d'affiner l'optimisation énergétique.

## Un collège où il fait bon vivre

L'enfance n'est pas nécessairement préparée pour être cloisonnée dans des bâtiments institutionnels qui peuvent contraindre la capacité des élèves par leurs aspects mal étudiés ou peu adaptés. Un collège est un lieux de vie et d'enseignement. Aussi, la beauté des lieux (au sens de l'intensité générée par les lieux) est une condition sine qua non de la qualité de vie et d'enseignement.

Au confort généré par l'architecture bioclimatique, la largesse des espaces protégés extérieurs, il faut également mentionner :

Ø la partition acoustique avec la conception aéro acoustique du projet (zonage acoustique, orientations, effets de masques, etc...)

Ø le confort visuel, en terme de lumière du jour

Ø le confort visuel avec les vues sur le grand paysage de la baie où d'une cour arborée

Ø le confort visuel sans éblouissement par les orientations vers le nord et le Sud des baies des locaux de travail

Ø le confort pour la corporéité à travers des cours "douces" partiellement traitée en gazon synthétique

Ø le confort de déplacement par des rampes douces, une inscription différenciée des terrasses organisées sur le site

Ø le confort piéton à travers la protection des déplacements doux....

**Nous proposons donc un projet d'architecture tropicale, fonctionnel, adapté à un environnement préservé qu'il était indispensable de protéger autant que possible et qui puisse servir de base pédagogique à la préservation de l'île aux parfums.**

## Et si c'était à refaire ?

Nous aurions utilisé le bois à la place du métal ce qui aurait encore amélioré le bilan carbone, même si pour Mayotte, c'est un vrai changement que d'avoir pu faire un collège en filière sèche et non pas en béton.

## Plus de détails sur ce projet

🔗 Le projet a été étudié sur la base du référentiel HQE, même si aucune certification n'a été faite

## Crédits photo

LAB Réunion - Tand'M

## Intervenants

### Maître d'ouvrage

Nom : Rectorat de Mayotte

Contact : Blaise Tricon : [blaise.tricon@ac-mayotte.fr](mailto:blaise.tricon@ac-mayotte.fr)

🔗 <http://www.ac-mayotte.fr/>

### Maître d'œuvre

Nom : LAB Réunion - 2APMR mandataires

Contact : Antoine Perrau [ap@labreunion.fr](mailto:ap@labreunion.fr)

🔗 <https://labreunion.fr/>

### Intervenants

Fonction : Architecte

Tand'M

Stéphan Aimé

maitrise d'oeuvre d'exécution

---

Fonction : Bureau d'études structures

GECP & OMNIS

Alexandre Jennant

études structures et sismique

---

Fonction : Bureau d'études autre

INSET

Eric Ottenwelter

Etude et BET fluides

---

**Fonction :** Bureau d'étude thermique

LEU Réunion

Simon Chauvat

<https://www.leureunion.fr/>

Bureau d'étude thermique, QE, paysage

---

**Fonction :** Bureau d'études structures

I2M

Jean Marc Bouchut

bet structure métallique

---

**Fonction :** Bureau d'études autre

NATURALISTE DE MAYOTTE

Franck Coudray

Naturaliste

---

**Fonction :** Entreprise

SOGEA TRAVAUX

Claude Petit

entreprise VRD aménagements extérieurs

---

**Fonction :** Entreprise

SMTPC

Olivier Trassard

entreprise gros oeuvre maçonnerie

---

**Fonction :** Entreprise

SMAC

Virgile Virot

entreprise structure métallique- bardage - métallo textile

---



Fonction : Bureau d'études autre

Delhome acoustique

bet études acoustiques

---

Fonction : Bureau d'études autre

MBE

ANtoine Bajoux

bet vrd

---

Fonction : Maître d'œuvre

Michel Delafosse

Michel Delafosse

maitre d'oeuvre d'exécution et OPC

## Type de marché public

Marché global de performance

## Energie

### Consommation énergétique

Consommation d'énergie primaire : 90,00 kWh/m<sup>2</sup>.an

Consommation d'énergie primaire pour un bâtiment standard : 330,00 kWh/m<sup>2</sup>.an

Méthode de calcul : RTAA DOM 2012

Répartition de la consommation énergétique : Eclairage extérieur : 7305 kWh Eclairage intérieur : 21 448 kWh Climatisation : 9556 kWh VMC : 592 kWh Ventilation cuisine : 1082 kWh Ascenseur : 400kWh Brasseurs d'air : 14 990 kWh Eau chaude : 1000 kWh Restauration : 120 000kWh Divers : 15 000 kWh

### Consommation réelle (énergie finale)

Consommation d'énergie finale après travaux : 27,00 kWh/m<sup>2</sup>.an

Plus d'information sur la consommation réelle et les

# performances

Eclairage intérieur foisonnement de 0,8 Ratio bâtiment standard 100 kWh/m<sup>2</sup>SU/an

## EnR & systèmes

### Systemes

#### Chauffage :

- Aucun système de chauffage

#### ECS :

- Solaire thermique

#### Rafrâichissement :

- Groupe de Production d'eau glacée
- Ventilo-convecteur

#### Ventilation :

- Ventilation naturelle

#### Energies renouvelables :

- Solaire thermique

#### Plus d'information sur les systèmes d'énergies renouvelables :

Le projet d'une ferme photovoltaïque en surtoiture est à l'étude, elle doit permettre d'atteindre l'objectif d'un bâtiment à énergie positive.

### Bâtiment intelligent

Opinion des occupants sur les fonctions Smart Building :

## Environnement

### Environnement urbain

Surface du terrain : 34 443,00 m<sup>2</sup>

Espaces verts communs : 19 125,00

Dès le départ la philosophie qui a sous tendu notre concept a été celle de **l'impact minimal** tant visuel que physique sur le site. Pour ce faire nous avons organisé un projet se déployant de manière souple le long des courbes de niveaux optimisant les mouvements de terre. Ce choix a été amendé et renforcé par la volonté de préserver les arbres remarquables ponctuant ce site, les deux baobabs et le verger d'arbres fruitiers notamment.

La nécessité d'assurer une ventilation optimale des locaux pour assurer le confort thermique a aussi dicté des morphologies spécifiques du bâti, faible épaisseur de la trame constructive, construction sur pilotis optimisant la circulation d'air, toitures mono pente, patios avec puits dépressionnaires, optimisant les phénomènes de pression/dépression, orientations du bâti Nord Sud idéals pour la protection solaire et l'éclairage latéral dans les salles de classes.

Enfin, la volonté de préserver des corridors écologiques et une bonne transparence hydraulique, nous a amené à construire sur pilotis et à faire des césures assurant le libre écoulement des eaux de pluie en surface dans les talwegs existants, limitant ainsi l'accélération des ruissellements et l'érosion des sols si fragiles à Mayotte.

## Insertion dans le site

À la convergence des préoccupations de qualité architecturale et environnementale évoquées ci-dessus, la qualité d'insertion est ainsi aisément assurée par un impact minimal, un projet fractionné, dans la pente, dans une végétation préservée. Il s'agit bien ici de faire un équipement public lové dans les pentes et la végétation préservant au maximum un site majestueux de l'île aux parfums.

L'insertion dans le site est travaillée fortement avec en particulier :

- un étagement dans la pente des volumes les plus hauts
- un étagement des terrasses de vie, avec des jeux de rampes devenant des espaces d'évolution complémentaires aux grands espaces de la cour
- la conservation des grands arbres indigènes (baobabs) et domestiques (manguiers) afin de bénéficier d'ombrage et de participer au plenum d'inscription dans la pente
- des volumes simples avec des toitures suivant la pente pour les plus hauts (effet cumulatif aérodynamique et insertion)
- la mise en valeur végétale du site avec notamment la réalisation de jardins forestés en biodiversité indigène (site potentiellement conservatoire) formant écrin et continuité avec la pente du grand paysage
- le traitement doux des écoulements d'eau pluviales (conservation des petits noues, gestion aérienne dépolluante des eaux pluviales)

## Solution

COVERIB

ONDULIT

Laurent Pippinato

<https://ondulit.com/>

**Catégorie de la solution :** Gros œuvre / Charpente, couverture, étanchéité

Couverture multicouche à prestations élevées : isolation phonique (bruit impact de la pluie), haut pouvoir de réflexion solaire

Pas de problème spécifique

---

SMC2

SMC2

Samuel Guillermand

<https://www.smc2-construction.com/>

**Catégorie de la solution :** Gros œuvre / Charpente, couverture, étanchéité

Charpente métal textile avec type PVC précontraint et système de mise en tension par vérin mécaniques.



Très bon retour, assure protection solaire et lumière homogène pour la pratique sportive à très bon rapport qualité prix.

---

Crystalis volet roulant transparent

<https://www.provelis.com/nouveautes/le-volet-roulant-transparent/>

**Catégorie de la solution :** Second œuvre / Menuiseries extérieures

Volet roulant transparent utilisé en vitrage des salles de classes permettant une ouverture totale et donc une excellente ventilation naturelle (porosité maximale).

Pas de problème spécifique signalé.

Coûts

# Coûts de construction & exploitation

Coût total : 24 730 000 €

## Santé et confort

### Gestion de l'eau

Consommation annuelle d'eau issue du réseau : 261 573,00 m<sup>3</sup>

Consommation d'eau/m<sup>2</sup> : 47.25

Consommation d'eau : 290.64

Des bâches à eau ont été mise en place pour récupérer les eaux de pluie pour alimenter les sanitaires. Ce dispositif permet de faire face aux fréquentes coupures d'eau sur le site.

Eaux pluviales :

La gestion des eaux pluviales sur site est gérée de manière douce et à la parcelle. Ainsi, des dispositifs de temporisation/infiltration des eaux pluviales ont été installés sur le terrain. On retrouve ainsi, comme nous pouvons le voir dans le plan de masse ci-dessous, des noues paysagères aux abords des bâtiments et dans les parties les plus basses de la parcelle.

Les noues végétalisées sont des ouvrages, permettant de collecter et de réguler les eaux de pluie et de ruissellement en ralentissant leur écoulement vers un exutoire. Ce type de technique est adapté pour la gestion des eaux pluviales du projet de construction du collège Bouéni à Mayotte.

D'un point de vue technique, les noues végétalisées sont structurées de cette manière :

La perméabilité d'une parcelle est l'aptitude du terrain à temporiser et infiltrer les eaux pluviales. Ainsi, un sol dit « perméable » aura une plus grande capacité à gérer les eaux pluviales sur site (volume de stockage/infiltration plus conséquent). Un sol perméable est caractérisé par la nature de son revêtement. Ainsi, une surface en béton sera imperméable (Coefficient de perméabilité = 0) contrairement à une surface avec plusieurs strates végétales (coefficient de perméabilité = 1).

Perméabilité

REVETEMENT DE SOL Surface en m<sup>2</sup> Pourcentage (%) Coefficient Résultat

Béton balayé sur chaussée et accès 1 300 / 2,9% / 0,00

Béton balayé piéton 2 200 / 5,0% / 0,00

Dalle gazon béton 900 / 2,0% / 0,00

Dallage en pierre plate 1 020 / 2,3% / 0,00

Caillebotis 60 / 0,1% / 0,318

Enrobé à module élevé 1 280 / 2,9% / 0,00

Béton bitumineux 6 9401 / 5,6% / 0,00

Béton bitumineux coloré 1 720 / 3,9% / 0,00

Escalier béton 410 / 0,9% / 0,00

## BATIMENTS

Global (Emprise bâties RDC, hors toiture terrasse) 3 427 / 7,7% / 0,00

Toiture terrasse végétalisée 823 / 1,9% / 0,3247

## SYSTEMES VEGETAUX

SV1 Jardins forestiers 19 3954 / 3,7% / 1,019395

SV2 Jardins de la cour 667 / 1,5% / 1,0667

Fosse de plantation - arbres dans la cour 15 / 0,0% / 1,015

Projet 44 40710/ 0% 46%

Le coefficient d'imperméabilisation de la parcelle est de 54%, ce qui correct.

Les consommations d'eau potable

Poste de consommation	Ratio	Surface (m <sup>2</sup> )	Consommation journalière (litres)	Consommation annuelle (litres)
-----------------------	-------	---------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

Chasse d'eau/	4,5 litres/usages1	200300000		
---------------	--------------------	-----------	--	--

Eau des sanitaires (entretien, lave main, etc.)	1 litres/jour/pers	1200300000		
---	--------------------	------------	--	--

Restauration	4000 litres/jour	40001000000		
--------------	------------------	-------------	--	--

Jardins forestiers	2 litres/m <sup>2</sup> /jour	193953879014158350		
--------------------	-------------------------------	--------------------	--	--

Jardins de la cour	5 litres/m <sup>2</sup> /jour	66733351217275		
--------------------	-------------------------------	----------------	--	--

TOTAL CONSOMMATION D'EAU: 19078025

TOTAL CONSOMMATION D'EAU: 26157 m<sup>3</sup> /an

COUT CONSOMMATION D'EAU: 57 806 € /an

Hypothèse : coût moyen de l'eau à Mayotte : 3.03€/m<sup>3</sup>

Le projet aura donc une consommation en eau potable de 26.157m<sup>3</sup>/an.

A noter que ceci vaut pour la première année de fonctionnement car les jeunes plantations doivent être suffisamment alimentées pour pouvoir durablement se développer. A terme, la consommation pourra être abaissée.

## Qualité de l'air intérieur

Le concept de bâtiment en ventilation naturelle de confort (seul le bâtiment administratif est climatisé) permet d'obtenir une excellente qualité de l'air. Les simulation en soufflerie physique au laboratoire Eiffel de Paris tablent sur des taux de renouvellement d'air minimum de 15vol/heure assurant une excellente qualité de l'air par évacuation des polluants efficacement.

# Confort

## Confort & santé :

Ci-dessous un tableau récapitulatif des matériaux utilisés :

### **Matériaux / Usage / Description / Prolifération de micro-organismes/ Emissions de COV, toxiques, allergènes, etc, / Emissions de fibres et particules / Certification environnementale / Conditions de ventilation**

Acier galvanisé à chaud , Ossature, Portes des locaux techniques, Matériau inerte, Matériau inerte, Nulle , Fortement ventilé, PVC précontraint, Protection solaire

Membrane textile sur ossature en acier galvanisé Nulle

Présence de phtalates

Emissions de COV : Nulle

Fortement ventilé

Aluminium

Imposte et allège

Panneaux composites

Nulle

Matériau inerte

Nulle

Fortement ventilé

Polyéthylène

Imposte et allège

Panneaux composites

Possibilité de prolifération de micro-organismes si infiltration

Emissions en COV en faible quantité

Nulle

Non ventilé

Polycarbonate

Baies verticales

Volet roulant

Nulle

Emissions de COV

Nulle

Fortement ventilé

Tôle acier électro zingué

couverture

Nulle

Matériau inerte

Nulle

Fortement ventilé

Laine minérale

Imposte et allège

Cloisons doublage et plafonds suspendus

Possibilité de prolifération de micro-organismes si infiltration

Emissions de COV en faible quantité

Emission de particules fines possibles

Obligation de posséder une FDES

Non ventilé

Saniclip - Comepal

Séparations sanitaires

Stratifié compact

Possibilité de prolifération de micro-organismes

Emissions de COV en faible quantité

Emission de particules fines possibles

Moyennement ou fortement ventilé

Plâtre

Cloisons et doublage

Possibilité de prolifération de micro-organismes si infiltration



Emissions de COV en faible quantité

Emission de particules fines possibles

Moyennement ventilé

Béton

Parois verticales et dalles

nulle

Emissions en COV en faible quantité (agents de mouture, adjuvants, agents de moulage)

Nulle

Fortement ventilé

Fibres de bois résineux

Isolation toiture (thermique et acoustique)

Panneaux de fibres (fibralth)

Possibilité de prolifération de micro-organismes si infiltration

Emissions en COV en faible quantité

Emission de particules fines possibles

Acermi

NF EN

Non ventilé

Fibre minérale

Plafond

Plafond de la zone de préparation de cuisine

Possibilité de prolifération de micro-organismes si infiltration, Emissions en COV en faible quantité, Emissions de particules fines possibles, Non ventilé, Peinture

-

Murs maçonnés et plâtres, Nulle, Emissions en COV en faible quantité, Nulle

Eco-label européen, Moyennement ventilé, Faïence, Protection des murs (logements), Matériau inerte

Matériau inerte, Nulle, Colle labellisée NaturePlus, Moyennement ventilé, Grès cérame structuré, Sol, Zone préparation de la cuisine, Matériau inerte, Matériau inerte, Nulle, Colle labellisée NaturePlus, Moyennement ventilé

## Confort acoustique :

Acoustique :

Dans cette partie nous allons étudier le comportement acoustique de chaque local, en déterminant les indices d'affaiblissements des parois, les isolements acoustiques entre locaux et les temps de réverbération des locaux.

On notera qu'aux alentours du projet, aucune source de nuisance extérieure n'a été détectée.

### **Définitions des notions d'acoustique utilisées :**

Le son est une onde d'énergie qui traverse l'air de façon plus ou moins rapide. En fonction de son intensité, elle peut faire vibrer certains corps et donc être transmise aussi bien à travers l'air que des éléments solides, telles que les parois d'un bâtiment. Ainsi, lorsqu'un son est émis à l'extérieur d'un local, celui-ci peut être entendu à l'intérieur de celui-ci en fonction de l'intensité du son, mais aussi en fonction des propriétés physiques des parois séparatives.

Indice d'affaiblissement d'une paroi séparative

L'indice d'affaiblissement acoustique, noté R, permet de caractériser l'aptitude de la paroi séparative à atténuer la transmission de bruits. Plus sa valeur est élevée, plus la paroi atténue le niveau sonore des bruits transmis.

On s'intéressera ici à l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré pour un bruit rose et pour un bruit de trafic.

Isolement acoustique:

L'isolement acoustique d'un local correspond à la différence arithmétique des niveaux de pression acoustique entre le local où le son est émis et le local où il est reçu et il s'exprime en dB.

On s'intéressera ici particulièrement à l'isolement acoustique standardisé pondéré  $D_{nT,A}$  qui correspond à l'isolement acoustique aux bruits aériens entre deux locaux, en tenant compte du temps de réverbération du local de réception.

Avec

- $R_w + C$  l'indice d'affaiblissement de la paroi séparative ;
- $V$  le volume du local étudié ;
- $S$  la surface de la paroi séparative commune aux locaux d'émission et de réception (local étudié et local adjacent) ;
- $a$ , un coefficient correctif caractérisant la diminution de l'isolement due aux transmissions latérales.

## Temps de réverbération

On définit par temps de réverbération le temps en seconde que met le son pour que son intensité devienne le millionième de ce qu'elle était au départ (décroissance du niveau d'intensité de 60 dB). Il peut être assimilé à la présence d'un écho à l'intérieur d'un local. Celui-ci est réglementé dans les locaux d'enseignement par l'arrêté du 25 avril 2003, relatif à la limitation du bruit dans les locaux d'enseignement.

## Intelligibilité de la parole

On définit l'intelligibilité de la parole la capacité d'un monologue ou d'une conversation d'être comprise par un auditeur situé à proximité. Celle-ci dépend notamment du niveau de bruit ambiant, de l'absorption d'une partie du spectre sonore par les parois, des déformations acoustiques, etc...

Isolements acoustiques standardisés pondérés aux bruits aériens  $D_{nT,A}$  et  $D_{nT,A,tr}$  :

Les isolements acoustiques indiqués sont exprimés en dB à partir de l'isolement standardisé pondéré  $D_{nT,W}$ . Cette notation signifie que la différence des niveaux de pression acoustique mesurée par bandes d'octave ou de tiers d'octave entre deux locaux adjacents ou superposés doit être corrigée en fonction de la durée de réverbération nominale du local de réception.

Niveaux de pression acoustique pondérée du bruit de choc standardisé :

Les isolements vis-à-vis des bruits d'impact dus à la marche ou à des excitations solidiennes par les pieds du mobilier sont exprimés sous forme d'un niveau sonore standardisé maximum à ne pas dépasser  $L'_{nT,w}$ , calculé selon la norme NF EN ISO 717-2, lorsque la machine à choc normalisée excite le plancher considéré. Ce niveau sonore est corrigé en fonction de la durée de réverbération nominale du local de mesure.

Dans le contexte du collège de BOUENI, cette notion prend tout son sens notamment pour les salles de cours, mais également pour le CDI. Les usages étant sensiblement différents, le niveau de confort acoustique attendu est différent :

- dans les salles de classes, l'enseignant doit être entendu par l'ensemble des étudiants, quel que soit son emplacement dans la salle, sans favoriser les échos ;
- dans le CDI, n'ayant pas vocation à l'échange verbal, le niveau acoustique doit être maîtrisé, assurant aux usagers un espace de travail calme.

## Règlementation acoustique

L'arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement.

### Article 2 :

Voici le tableau des valeurs minimales d'isolement acoustique standardisé pondéré DnT,A entre locaux, exprimées en décibels :

## **LOCAL D'ÉMISSION LOCAL DE RÉCEPTION**

**LOCAL d'enseignement, d'activités pratiques, administration**

**LOCAL MÉDICAL, infirmerie, atelier peu bruyant, cuisine, local de rassemblement fermé, salle de réunions, sanitaires**

**CAGE d'escalier**

**CIRCULATION horizontale, vestiaire fermé**

**SALLE de musique, salle polyvalente, salle de sports**

**SALLE de restauration**

**ATELIER bruyant (au sens de l'article 8 du présent arrêté)**

Local d'enseignement, d'activités pratiques, administration, bibliothèque, CDI, salle de musique, salle de réunions, salle des professeurs, atelier peu bruyant.

Local médical, infirmerie.

43 (1)

50

43

40

53

53

55

Salle polyvalente.

40

50

43

30

50

50

50

Salle de restauration

40

50 (2)

43

30

50

55

(1) Un isolement de 40 dB est admis en présence d'une ou plusieurs portes de communication. (2) A l'exception d'une cuisine communiquant avec la salle de restauration.

### **Article 3 :**

D'autre part, l'article 3 énonce que le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé  $L_{n,Tw}$  ne doit pas dépasser 60dB. Si les chocs sont produits dans un atelier bruyant, une salle de sports, les valeurs de niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé,  $L_{nT,w}$ , doivent être inférieures à 45 dB dans les locaux de réception.

### **Article 4 :**

La valeur du niveau de pression acoustique normalisé  $L_{nAT}$  du bruit engendré dans les bibliothèques, centres de documentation et d'information, locaux médicaux, infirmeries et salles de repos, les salles de musique par un équipement du bâtiment ne doit pas dépasser 33 dB(A) si l'équipement fonctionne de manière continue et 38 dB(A) s'il fonctionne de manière intermittente. Ces niveaux sont portés à 38 et 43 dB(A) respectivement pour tous les autres locaux de réception

### **Article 5 :**

#### **LOCAUX MEUBLÉS NON OCCUPÉS**

#### **DURÉE DE RÉVERBÉRATION MOYENNE (exprimée en secondes)**

Salle de repos des écoles maternelles ; salle d'exercice des écoles maternelles ; salle de jeux des écoles maternelles.

Local d'enseignement ; de musique ; d'études ; d'activités pratiques ; salle de restauration et salle polyvalente de volume 250 m<sup>3</sup>.

0,4 Tr 0,8 s

Local médical ou social, infirmerie ; sanitaires ; administration ; foyer ; salle de réunion ; bibliothèque ; centre de documentation et d'information.

Local d'enseignement, de musique, d'études ou d'activités pratiques d'un volume > 250 m<sup>3</sup>, sauf atelier bruyant (3).

0,6 Tr 1,2 s

Salle de restauration d'un volume > 250 m<sup>3</sup>.

Tr 1,2 s

Salle polyvalente d'un volume > 250 m<sup>3</sup> (1).

0,6 Tr 1,2 s et étude particulière obligatoire (2)

Autres locaux et circulations accessibles aux élèves d'un volume > 250 m<sup>3</sup>.

Tr 1,2 s si 250 m<sup>3</sup> < V 512 m<sup>3</sup> Tr 0,15 <sup>3</sup>V s si V > 512 m<sup>3</sup>

Salle de sports.

Définie dans l'arrêté relatif à la limitation du bruit dans les établissements de loisirs et de sports pris en application de l'article L. 111-11-1 du code de la construction et de l'habitation.

(1) En cas d'usage de la salle de restauration comme salle polyvalente, les valeurs à prendre en compte sont celles données pour la salle de restauration. (2) L'étude particulière est destinée à définir le traitement acoustique de la salle permettant d'avoir une bonne intelligibilité en tout point de celle-ci. (3) Cf. article 8.

À noter que le site du collège Boueni n'est pas inscrit dans un périmètre lié au plan d'exposition au bruit des aérodrômes.

#### **Article 7 :**

La valeur de l'isolement acoustique standardisé pondéré DnT,A,tr, des locaux de réception cités dans l'article 2 vis-à-vis des bruits des infrastructures de transports terrestres est la même que celle imposée aux bâtiments d'habitation aux articles 5, 6, 7 et 8 de l'arrêté du 30 mai 1996 susvisé. Elle ne peut en aucun cas être inférieure à 30 dB.

#### **6.2.3. Caractéristiques acoustiques des parois du projet**

Après avoir énoncé les textes réglementaires, nous allons évaluer les caractéristiques du projet.

**L'indice d'affaiblissement** d'une paroi apporte de nombreuses informations concernant le comportement acoustique d'une paroi, notamment sa capacité à atténuer les niveaux sonores émis dans un local adjacent. Le calcul de sa valeur est nécessaire pour déterminer l'isolement acoustique d'une façade, qui peut être composée de divers éléments constructifs (murs, fenêtres, portes, grilles d'aération, etc.). Seul l'isolement acoustique d'une façade possède un caractère réglementaire.

La première étape consiste à identifier les différents matériaux de construction mis en œuvre afin de déterminer leurs indices d'affaiblissement respectifs.

*Figure 3 : Vue en coupe du bâtiment F*

L'ensemble des parois et leurs compositions sont repérés sur la vue en coupe du bâtiment F et leurs indices d'affaiblissement ont été évalués et synthétisés dans les tableaux suivants.

Nous rappelons que : plus l'indice d'affaiblissement RA, plus la paroi atténue les bruits émis dans les locaux adjacents.

## **Façades**

Typologie

Mur rideau à ossature aluminium + laine de roche

Epaisseur totale de la cloison

environ 100 mm

Nombre et épaisseur des plaques par parement

3 (tôle / polyéthylène / tôle)

Poids

5,61 kg/m<sup>2</sup>

Coefficient de transmission surfacique

$U = 5,6 \text{ W/m}^2.K$

Rw (C;Ctr)

-

**RA**

**40 dB**

## **Cloisons de séparation**

Typologie

Plaques de plâtre vissées sur une ossature en acier galvanisé type Placostil 120/70

Epaisseur totale de la cloison

120 mm

Largeur de l'ossature

70 mm

Nombre et épaisseur des plaques par parement

2 x 13 mm

Poids

42 kg/m<sup>2</sup>

Isolation

Laine minérale (U = 0,60 W/m<sup>2</sup>.K)

Rw (C;Ctr)

52 (-2;-7) dB

**RA**

**50 dB**

**Dalle**

Typologie

Paroi béton brut (avec enduit?)

Epaisseur totale

180\_ mm

Poids

432 kg/m<sup>2</sup> (2400 kg/m<sup>3</sup>)

Isolation

Aucune

Rw (C;Ctr)

-

**RA**

**58 dB**

Ln,w

77 dB

**Plancher**

Typologie

Plancher de type COFRADAL 200 Décibel avec sous-face micro-perforée

Epaisseur totale



200 mm

Poids

200 kg/m<sup>2</sup>

Isolation

Laine minérale (R = 3,14 m<sup>2</sup>.°C/W)

R<sub>w</sub> (C;Ctr)

58 (-2;-8) dB

**RA**

**56 dB**

Ln,w

78 dB

*Nota : les valeurs annoncées pour le COFRADAL 200 correspondent aux essais réalisés pour le COFRADAL 200 Décibelsans la sous-face micro-perforée.*

**Toiture**

Typologie

Tôle de couverture COVERIB ep 60/100

Epaisseur totale

60 mm

Poids

8,6 kg/m<sup>2</sup>

Isolation

Laine minérale (R = 0,50 m<sup>2</sup>.K/W)

R<sub>w</sub> (C;Ctr)

-

**RA**

**28 dB**

*Nota : l'index d'affaiblissement annoncé ne prend pas en compte la présence d'isolant sous-face.*

**6.2.4. Isolement acoustique standardisé pondéré, DnTA**

## **Local d'enseignement / Local d'enseignement**

Nota : l'objectif est de 40dB du fait de la présence d'une porte de communication

L'objectif visé est bien respecté.

## **Local administration / Salle polyvalente**

L'objectif visé est bien respecté.

## **Local administration / Local administration**

L'objectif visé est bien respecté.

À noter que les locaux bruyants (salle de sport, salle de musique) sont toutes situées dans le bâtiment G. Il n'y a pas de salle avoisinant la salle de sport et les deux salles de musique.

Le local médical avec le bureau de l'assistante sociale sont isolés dans la partie Est du bâtiment A.

### **6.2.5. Niveau de pression pondéré aux bruits de choc standardisé, $L'_{n,T,w}$**

Les objectifs de niveaux de pression acoustique pondérés du bruit de choc standardisé  $L'_{n,T,w}$  mesurés dans les différents locaux sont donnés dans le tableau ci-dessous :

#### **Local de réception**

#### **Objectifs du niveau de bruit de choc standardisé $L'_{n,T,w}$ [dB]**

##### **Salles du collège**

60

##### **Logements**

58

Pour le projet de construction du collège de Boueni, il est prévu la mise en place d'un plancher de type COFRADAL200.

#### **Niveau de pression acoustique normalisé, $L_{nAT}$**

Les équipements qui seront source de nuisance à l'intérieur des locaux seront :

- ventilo-convecteur cassette situés dans la salle de professeur et la salle de réunion

- ventilo-convecteur situé dans les bureaux
- Diffuseur carré dans le CDI
- Tourelle d'insufflation dans la laverie /cuisson
- Hotte d'extraction dans la cuisine
- Ascenseurs

Il en résulte que les objectifs à respecter sont inscrits dans le tableau ci-dessous :

### **Local de réception**

#### **Fonctionnement**

**permanent**

**Limité à**

#### **Fonctionnement**

**intermittent**

**Limité à**

#### **Niveaux NR**

#### **Hall**

38 dB(A)

43 dB(A)

35

#### **Bureaux**

38 dB(A)

43 dB(A)

35

#### **Salle de Réunion**

38 dB(A)

43 dB(A)

35

## **CDI / Salle polyvalente**

33 dB(A)

38 dB(A)

35

## **Salle de cours**

38 dB(A)

43 dB(A)

35

## **Locaux médicaux**

33 dB(A)

38 dB(A)

35

Tous ces équipements fonctionnent en continu et ne dépasseront pas 33dB(A). Ceci est spécifié dans le CCTP des lots concernés.

## **Temps de réverbération, Tr**

Afin de calculer les temps de réverbération, il est nécessaire de déterminer les coefficients d'absorption entre 125 et 4 000 Hz (fréquence de la voix humaine) de chaque matériau développé en parois intérieures du local. Ceux-ci ont été compilés dans le tableau suivant.

## **Coefficients d'absorption**

### **Matériau**

#### **alpha sabine**

**125 Hz**

**250 Hz**

**500 Hz**

**1000 Hz**

**2000 Hz**

**4000 Hz**

Béton

0,01

0,01

0,01

0,01

0,01

0,01

Plâtre

-

0,02

0,03

0,03

0,04

0,05

0,04

Baies fermées

0,1

0,1

0,1

0,1

0,1

0,1

Baies ouvertes

1

1

1

1

1

1

Fibralth 50 mm

0,55 (H)

0,11

0,24

0,66

0,68

0,66

0,76

COFRADAL 200

0,85

-

-

-

-

-

-

Les locaux fonctionnant en ventilation naturelle toute l'année, il est intéressant d'évaluer le temps de réverbération lorsque les baies sont ouvertes et lorsqu'elles sont fermées. Lorsque les baies sont ouvertes, celles-ci fonctionnent comme des absorbants parfaits, et lorsqu'elles sont fermées, leurs coefficients de réflexion correspondent à ceux d'un vitrage simple.

### **TEMPS DE REVERBERATION (baies ouvertes)**

#### **Local étudié**

**500 Hz**

**1000 Hz**

**2000 Hz**

**Tr60 calculé**

**Tr60 attendu**

**Salle de cours**

50 m<sup>2</sup> au sol

175 m<sup>3</sup>

Aire d'absorption équivalente =

74,11 m<sup>2</sup>

76,86 m<sup>2</sup>

76,60 m<sup>2</sup>

Temps de réverbération =

0,38 s

0,36 s

0,37 s

0,37 s

**0.4<Tr<0.8**

### **Salle de cours**

75,16 m<sup>2</sup>

236,06 m<sup>3</sup>

Aire d'absorption équivalente =

74,11 m<sup>2</sup>

76,86 m<sup>2</sup>

76,60 m<sup>2</sup>

Temps de réverbération =

0,57 s

0,55 s

0,55 s

0,56 s

**0.4<Tr<0.8**

### **CDI**

291 m<sup>2</sup>

1076 m<sup>3</sup>

Aire d'absorption équivalente =

215,07 m<sup>2</sup>

187,41 m<sup>2</sup>

178,56 m<sup>2</sup>

Temps de réverbération =

0.80 s

0.92 s

0.96 s

0.90

**0.6<Tr<1.2**

**Salle de sport**

203 m<sup>2</sup>

1218 m<sup>3</sup>

Aire d'absorption équivalente =

205,73 m<sup>2</sup>

230,19 m<sup>2</sup>

226,07 m<sup>2</sup>

Temps de réverbération =

0.95 s

0.85 s

0.86 s

0.88

**0.6<Tr<1.2**

**TEMPS DE REVERBERATION (baies fermées)**

**Local étudié**

**500 Hz**

**1000 Hz**

**2000 Hz**



**Facteur lumière naturelle** : Salles de classe FLJ entre 3,3% et 5,5% - autonomie en éclairage naturel à 300 lux (DA300) supérieure à 80%

## Carbone

### Emissions de GES

**Emissions de GES en phase d'usage** : 47,00 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an

**Méthodologie** :

Outil TEC TEC

**Emissions de GES avant usage** : 823,00 KgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>

**Durée de vie du bâtiment** : 50,00 année(s)

**Emissions de GES en nombre d'années d'usage** : 17.51

Le calcul a été fait sur la base d'un outil adapté aux DOM dans le cadre d'une étude financée par l'ADEME et l'AQC.

## Concours

### Raisons de la candidature au(x) concours

Le projet permet une ventilation naturelle de confort et une faible consommation d'énergie malgré les températures et l'hygrométrie élevées. Une étude en soufflerie a permis une optimisation de l'utilisation des vents dominants, soit en ventilation traversante soit avec un puit dépressionnaire. Son implantation parallèlement à la pente a réduit son impact sur le site. Une couverture double peau thermo acoustique a été installée, protégeant l'enveloppe des apports solaires. L'utilisation de volets roulants transparents dans les salles de classe assure une ventilation et une lumière optimales.

Le bâtiment est construit de façon à préserver le site et sa végétation avec une structure légère en filière sèche acier. Les dispositifs suivants ont aussi fait l'objet du plus grand soin : conservation des arbres indigènes et domestiques qui permettent aussi un ombrage naturel, réalisation de jardins riches en biodiversité indigène, étagement dans la pente des volumes les plus hauts et des terrasses de vie.

La résilience du bâtiment est assurée par de multiples outils : optimisation des dimensions pour permettre une ventilation et un éclairage naturels (architecture passive), gestion des

eaux pluviales en surface (évitant obstruction ou destruction du réseau en cas de séisme ou forte pluie), optimisation des descentes de charge afin de protéger le bâtiment des aléas sismiques.

## Batiment candidat dans la catégorie



Energie & Climats Chauds



Date Export : 20230829234938