



LYCÉE JACQUES AUDIBERTI (06)



MAITRE D'OUVRAGE	ARCHITECTES	BUREAUX D'ETUDES	AMO
<p>Région PACA</p> <p>Mandataire AREA</p>	<p>IN SITU BENAIM NIVAGGIONI ARCHITECTES</p> <p>MARIN ARCHITECTES</p>	<p>AG TEC</p> <p>CONSEIL PLUS INGENIERIE</p> <p>EXACT CA</p> <p>ENVIRO'THERM</p> <p>PCA SUD EST</p> <p>CEEC RADICCHI</p> <p>CP INGENIERIE</p> <p>> BE CFO-CFA-VDIE</p> <p>> BE fluides-acoustique</p> <p>> BE structure</p> <p>> BE QE-thermique</p> <p>> Coordonnateur SSI</p> <p>> Economiste</p> <p>> BE cuisine</p>	<p>INDDIGO</p>

Contexte

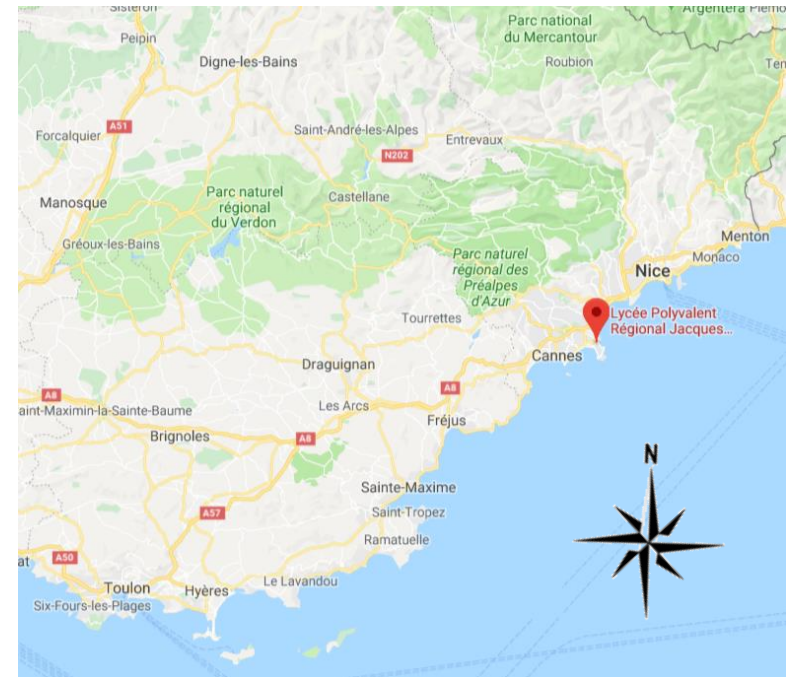
- **Ensemble peu lisible dans la ville :**

- > Plusieurs réaménagements / réorganisations depuis la construction en 1963
- > Des bâtiments de constructions différentes

- **Locaux peu fonctionnels :**

- > Un ancien internat utilisé pour l'enseignement
- > Répondre aux besoins d'un lycée de 1 600 élèves
- > Une demi-pension : 1 000 repas / jour

- **Opération en site occupé**



Enjeux durables du projet



- Améliorer la lisibilité du lycée dans la ville, réorganiser les espaces extérieurs et améliorer la fonctionnalité des locaux

- > Création d'un accès unique élèves
- > Ouverture du parvis sur l'espace public
- > Cour rendue aux élèves, végétalisation, accessibilité PMR et création d'un parking souterrain, augmentation des surfaces perméables
- > Clarification de l'organisation : redistribution spatiale des fonctions,
- > Bâtiment neuf : Restauration, CDI et salle polyvalente



- Améliorer le confort des bâtiments, en particulier thermique d'été

- > Protections solaires
- > Renouvellement d'air hydride : VMC simple flux + ouverture des fenêtres
- > Traitement du confort acoustique particulier des pièces de rassemblement, hall, foyer, réfectoire, salle polyvalente
- > Isolations des parois opaques
- > Reprise complète du système de chauffage



- Réduire les consommations d'eau

- > Mise en place d'équipements hydro-économiques
- > Bassin de rétention, de retard de rejet au réseau

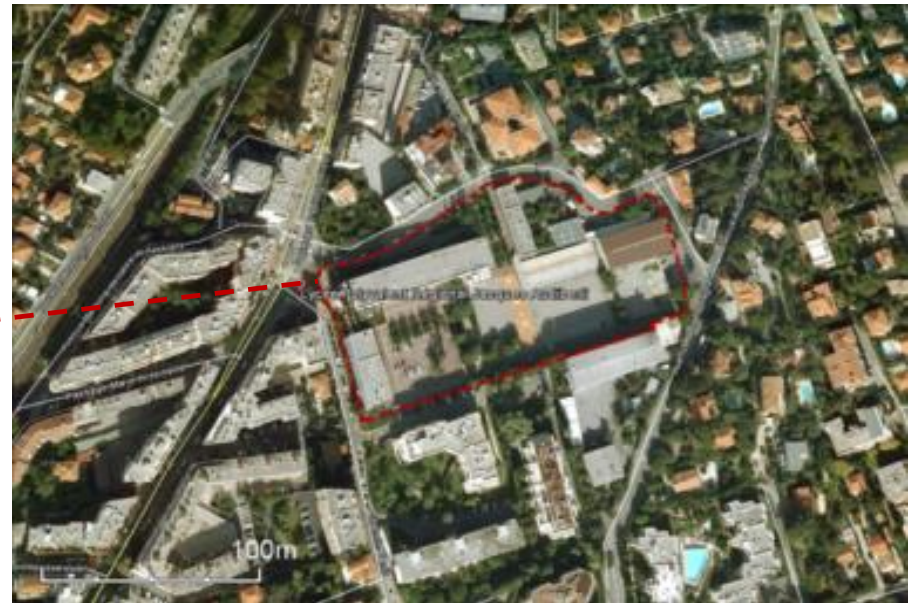
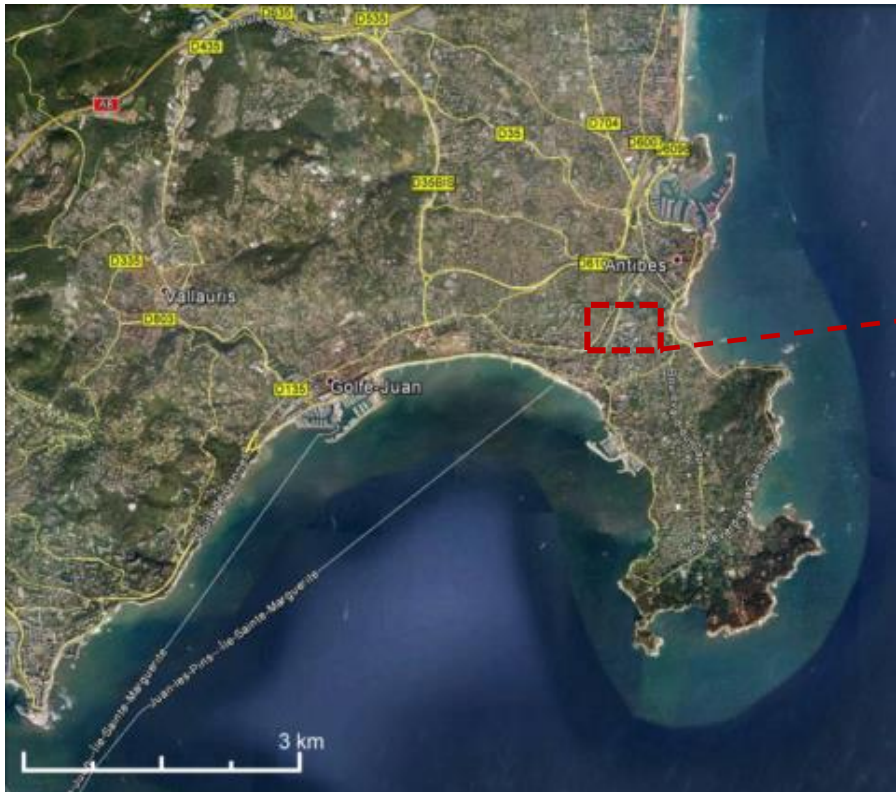
- Limiter l'impact environnemental

- > Conservation des bâtiments existants, amélioration avec une mise en valeur des structures existantes
- > Suivi de la démarche BDM par un AMO QE + BE QE de la conception jusqu'à 2 après la livraison



Le projet dans son territoire

Vues satellites



Le terrain et son voisinage

Vue aérienne Ouest

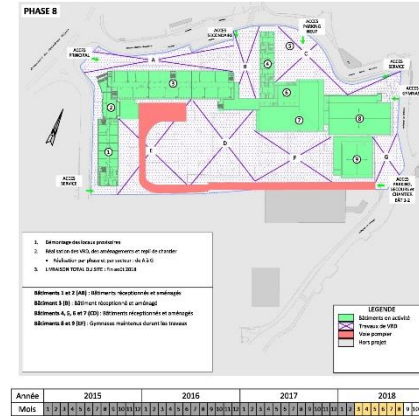
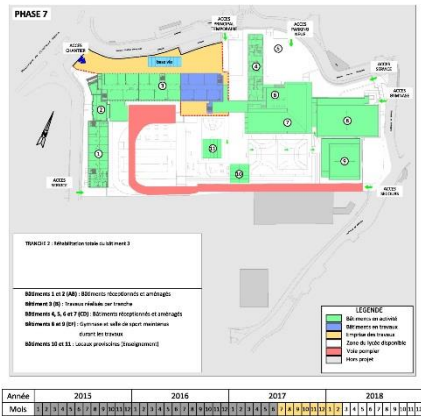
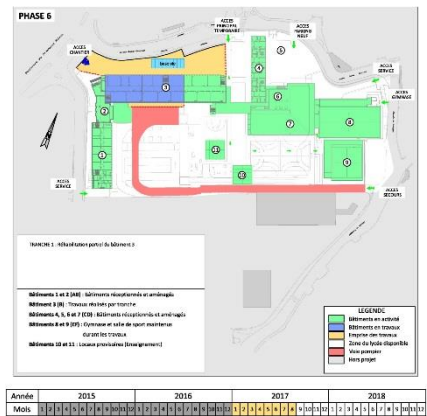
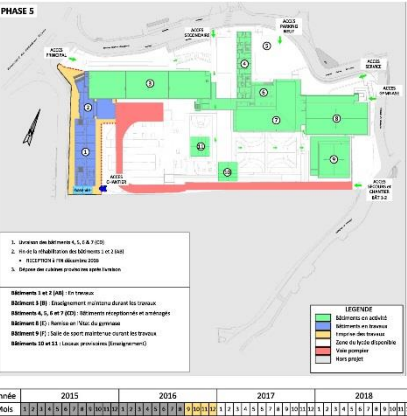
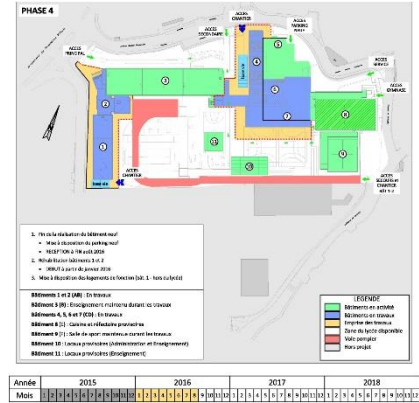
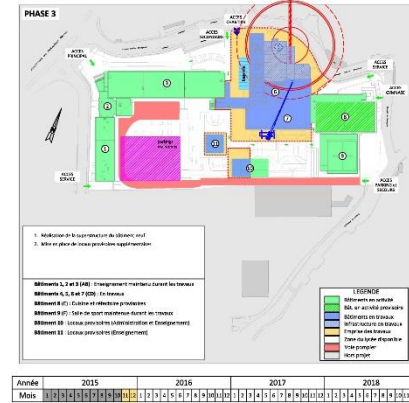
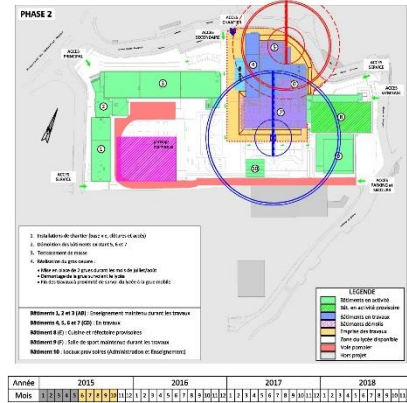
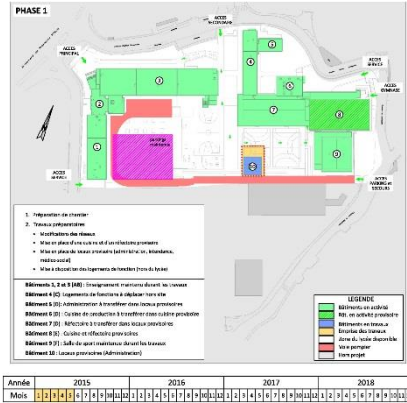


Plan masse

Sans échelle



Phasage




Hors :

- Désamiantage.....169 k€
- Démolition.....296 k€
- VRD/Espaces Verts.....971 k€

BUDGET ESTIMÉ PHASE APS
17,8 M€ H.T.


Hors :

- Désamiantage.....199 k€
 - Démolition.....100 k€
 - VRD.....842 k€
 - Espaces Verts.....98,5 k€
- (Total VRD+ Espaces verts... 940,5 k€)*

BUDGET ESTIMÉ PHASE PRO
17,5 M€ H.T. EN BASE
(+1,3M€ H.T. d'options diverses)  **-1,71%**

Hors :

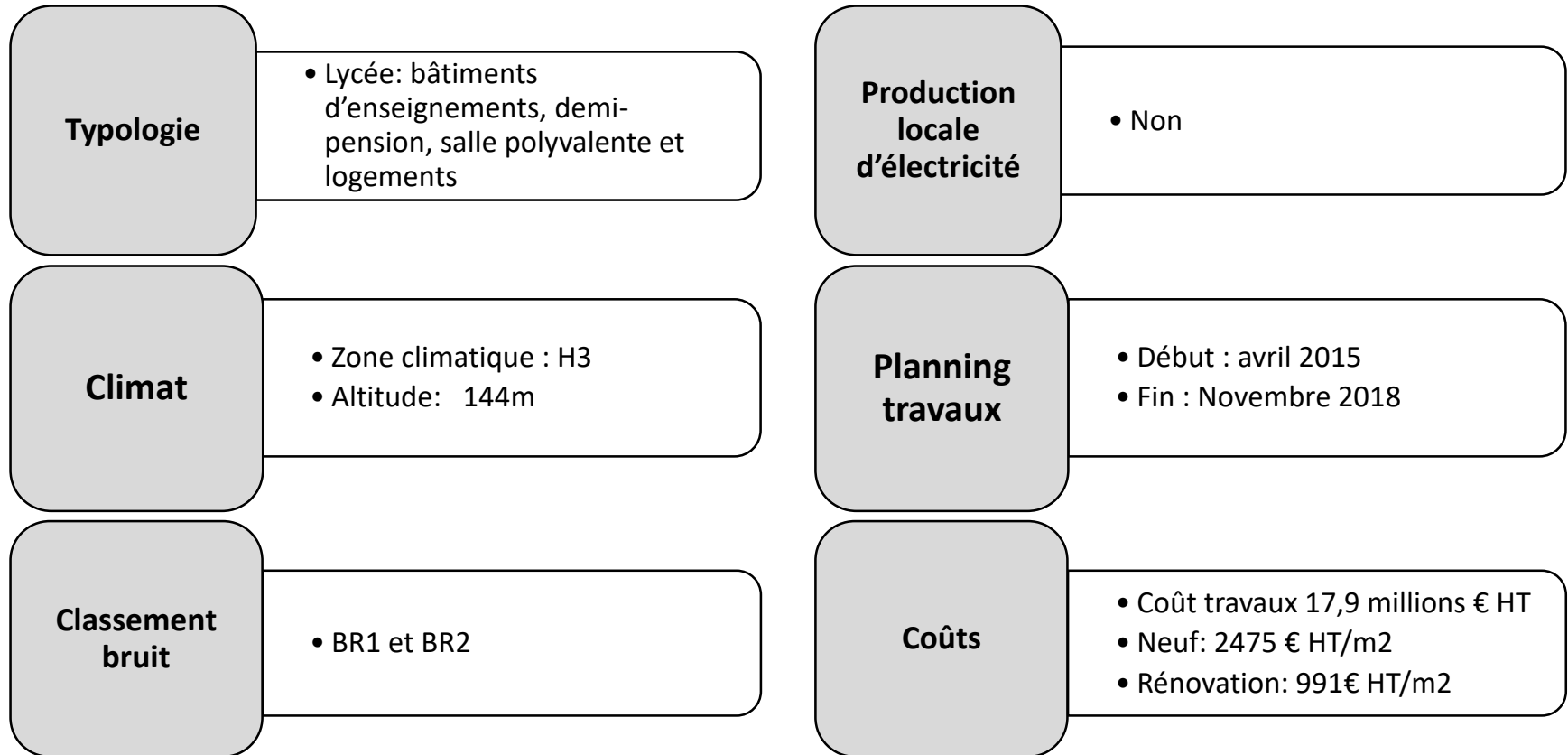
- Désamiantage.....186 k€
 - Démolition.....567 k€
 - VRD.....430 k€
 - Espaces Verts.....125 k€
- (Total VRD+ Espaces verts... 555 k€)*

MONTANT TRAVAUX
17,9 M€ H.T.
(options retenues)  **-5%**

RATIOS

2 475€ H.T./m² de sdp (neuf)
911€ H.T./m² de sdp (rénové)
11 200 € H.T./élève

Fiche identité



Fiche identité

BATIMENTS			
	A et B Enseignement	C Logement Enseignement	D Enseignement NEUF
Surface	10 859 m ²	2 764 m ²	2012 m ²
Ubât (W/m ² .K)	2	0,55	Bbio = 43 pts
Bbio	0,60 0,71		Bbiomax – 8%
Consommation d'énergie primaire (kWhep/m ² shon.an)	47 = Cref – 5% 34 = Cref – 34% 43 = Cref – 17%	72 = Cref – 42% BBC réno	91 = Cepref – 21%
	50 à 70% de gain sur consommations initiales	41% de gain sur consommations initiales	

Principes généraux . Bâtiments A & B . Enseignement

SYSTÈME CONSTRUCTIF	<ul style="list-style-type: none"> Murs béton 	CHAUFFAGE	<ul style="list-style-type: none"> Chaudières remplacées par 3 chaudières gaz condensation de 575 kW chacune
PLANCHER	<ul style="list-style-type: none"> Plancher béton sur vide sanitaire ou sous-sol isolé en sous face : EURISOL ISOTHERM $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$ ($U=0,26\text{W/m}^2\text{K}$ demandé) 	VENTILATION	<ul style="list-style-type: none"> Salle des classes : simple flux Bureaux : simple flux avec détection présence
MURS	<ul style="list-style-type: none"> Pignon ITE : KNAUF Xtherm ITEX + 130 mm, $R = 4,10 \text{ m}^2\text{.K/W}$ Allège menuiseries : 120 cm de laine de verre $R = 3,75$ 	RAFFRAICHISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> N/A
PLAFOND	<ul style="list-style-type: none"> Toiture terrasse : isolation polystyrène extrudé TOPOX CUBER ep. 20cm, $R = 6,50\text{m}^2\text{.K/W}$ 	ECS	<ul style="list-style-type: none"> BEC électriques instantanés près des points de puisage
MENUISERIES	<ul style="list-style-type: none"> Existante alu : $U_w=2,90\text{W/m}^2\text{°C}$ Bât 2 – neuves – alu rupt : $U_w=1,50 \text{ W/m}^2\text{°C}$ $U_g=1,0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ 	ECLAIRAGES	<ul style="list-style-type: none"> Mixte LED/basse consommation
CHANTIER VERT	<ul style="list-style-type: none"> Application charte « chantier durable » 	ETANCHEITE A L'AIR	<ul style="list-style-type: none"> $2\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$

Principes généraux . Bâtiment C . Logements

SYSTÈME CONSTRUCTIF	<ul style="list-style-type: none"> • Poteaux et plancher béton • Panneaux de façade bois 	CHAUFFAGE	<ul style="list-style-type: none"> • Sous-station • Radiateurs eau chaude
PLANCHER	<ul style="list-style-type: none"> • Plancher béton sur vide sanitaire ou sous-sol isolé en sous face : EURISOL ISOTHERM $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$ ($U=0,26\text{W/m}^2\text{K}$ demandé) 	VENTILATION	<ul style="list-style-type: none"> • Salle prof : DF avec récupération d'énergie • Logements : hygro B
MURS	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux ossatures bois : 40 cm de fibre de bois STEICOflex $R = 1,05 \text{ m}^2.\text{K/W}$ + 120 cm de laine de verre ISOMOB 35 $R = 3,40 \text{ m}^2.\text{K/W}$ 	RAFFRAICHISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
PLAFOND	<ul style="list-style-type: none"> • Toiture terrasse : isolation polystyrène extrudé TOPOX CUBER ep. 20cm, $R = 6,50 \text{ m}^2.\text{K/W}$ 	ECS	<ul style="list-style-type: none"> • Solaire + préparateur ECS semi-accumulation (chaufferie)
MENUISERIES	<ul style="list-style-type: none"> • Alu, rupt, ponts thermiques • $U_w=1,50\text{W/m}^2\text{°C}$ • $U_g=1,00\text{-fs-0,44}$ 	ECLAIRAGES	<ul style="list-style-type: none"> • Mixte LED/basse consommation
CHANTIER VERT	<ul style="list-style-type: none"> • Application charte « chantier durable » 	ETANCHEITE A L'AIR	<ul style="list-style-type: none"> • Logements : $1,2\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$

Principes généraux . Bâtiment D . CDI et Demi-Pension

SYSTÈME CONSTRUCTIF	<ul style="list-style-type: none"> • Murs béton 	CHAUFFAGE	<ul style="list-style-type: none"> • Sous-station • Radiateurs eau chaude
PLANCHER	<ul style="list-style-type: none"> • Plancher béton sur sous-sol isolé en sous face EURISOL ISOTHERM $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$ ($U=0,26\text{W/m}^2\text{K}$ demandé) 	VENTILATION	<ul style="list-style-type: none"> • Salle polyvalente, CDI : DF avec récupération d'énergie • Salle restaurant : DF
MURS	<ul style="list-style-type: none"> • Mur béton ITE – 16cm PSE : $U=0,18\text{W/m}^2\text{K}$ 	RAFFRAICHISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
PLAFOND	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux toiture : ISOVER Isofaçade 35R 20 cm $R = 6,50 \text{ m}^2.\text{K/W}$ • Toiture terrasse –PSE TOPOX CUBER ep. 20cm, $R = 6,50 \text{ m}^2.\text{K/W}$ 	ECS	<ul style="list-style-type: none"> • Préparateurs ECS semi-accumulation depuis réseau chaufferie
MENUISERIES	<ul style="list-style-type: none"> • Alu, rupt, ponts thermiques • $U_w=1,80\text{W/m}^2\text{°C}$ • $U_g=1,12 - f_s=0,44$ 	ECLAIRAGES	<ul style="list-style-type: none"> • Mixte LED/basse consommation
CHANTIER VERT	<ul style="list-style-type: none"> • Application charte « chantier durable » 	ETANCHEITE A L'AIR	<ul style="list-style-type: none"> • $1,2 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$

Chronologie du chantier

Constructions neuves



Démolition
Désamiantage

Gros Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

Charpente
bois

Finitions

Chronologie du chantier

Constructions neuves



Démolition
Désamiantage

Gros Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

Charpente
bois

Finitions

Chronologie du chantier

Constructions neuves



Démolition
Désamiantage

Gros Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

Charpente
bois

Finitions

Chronologie du chantier

Constructions neuves



Démolition
Désamiantage

Gros Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

Charpente
bois

Finitions

Chronologie du chantier

Constructions neuves



Mousse pré-comprimée pour l'étanchéité à l'air des menuiseries



Démolition
Désamiantage

Gros
Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

Charpente
bois

Finitions

Chronologie du chantier

Constructions neuves



Démolition
Désamiantage

Gros Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

Charpente
bois

Finitions

Chronologie du chantier

Tranche Ferme . Constructions neuves



Démolition
Désamiantage

Gros Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

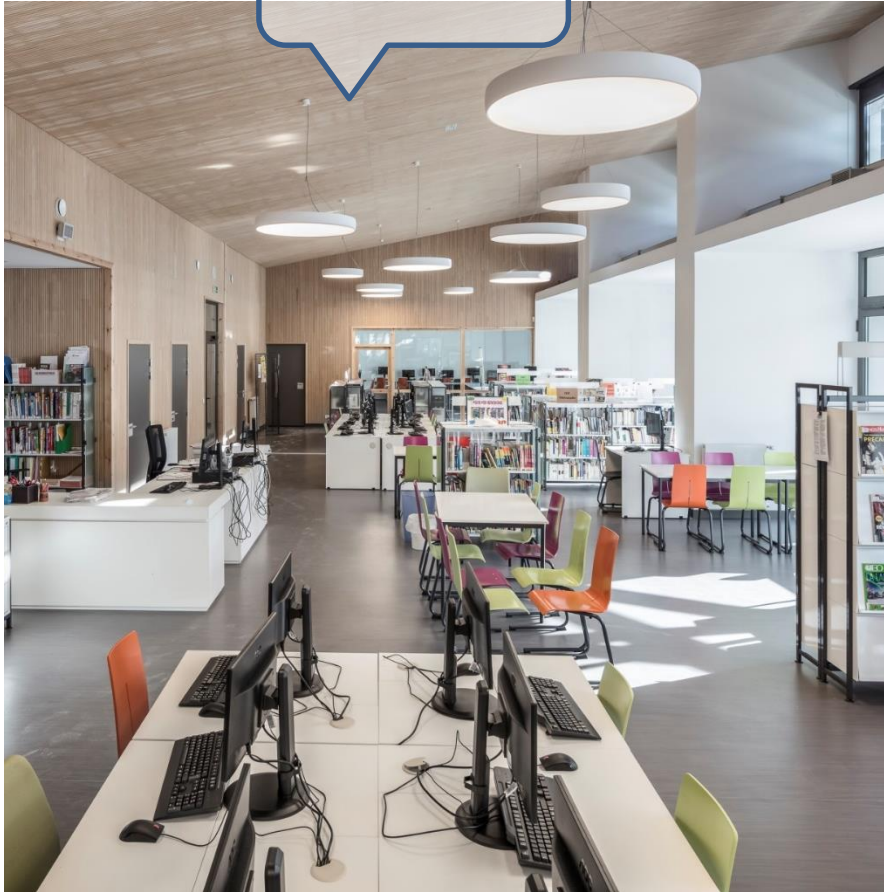
Charpente bois

Finitions

Chronologie du chantier

Constructions neuves

Plafond bois massif
Lignotrend



Démolition
Désamiantage

Gros Œuvre

Etanchéité

Menuiseries
extérieures

Cloisons
doublages

Charpente
bois

Finitions

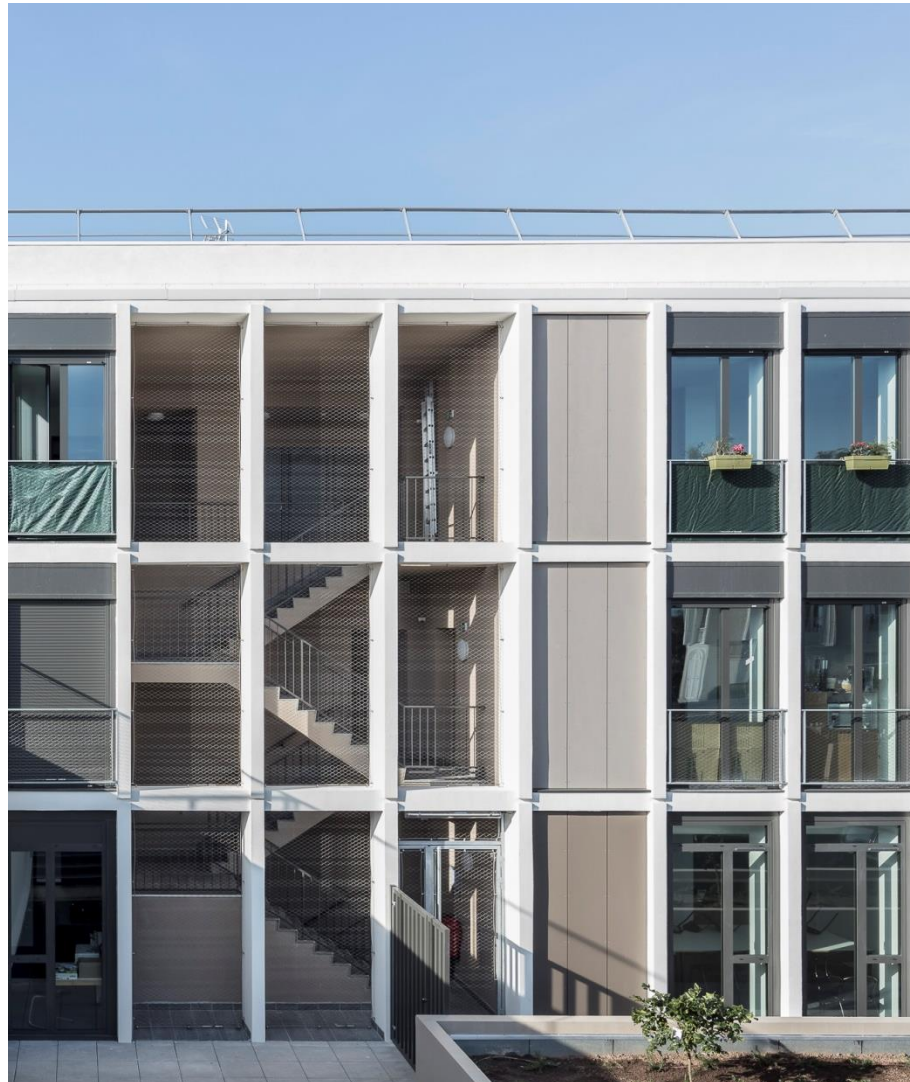
Façades

Vue d'ensemble



Façades

Bâtiment C



Bâtiment D

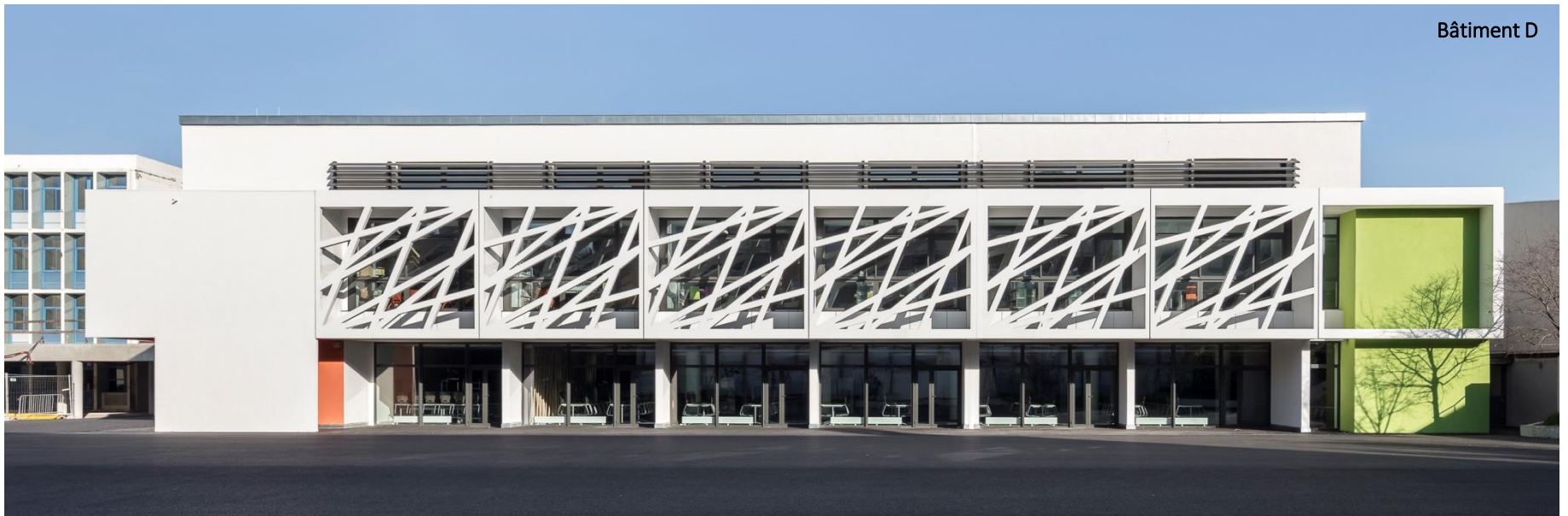


Projet fini

Bâtiment C

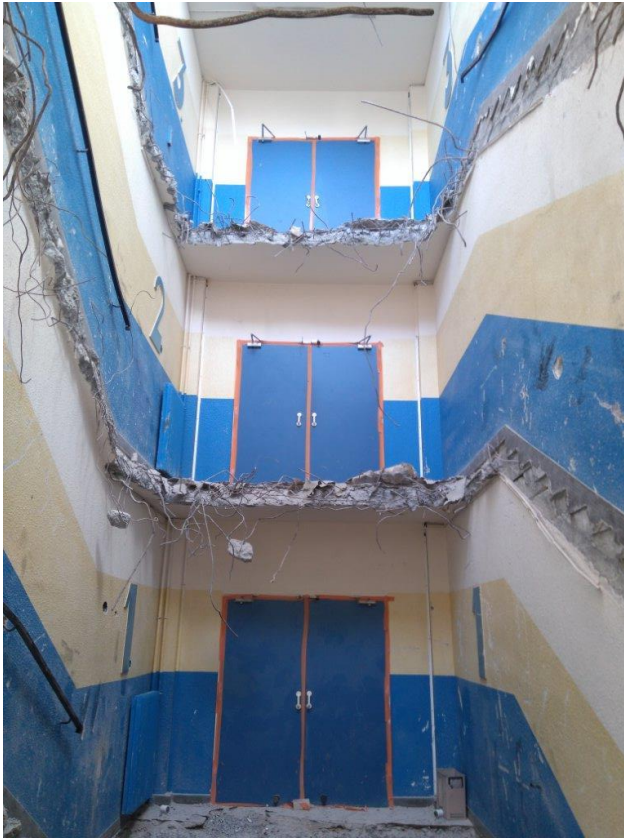


Bâtiment D



Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Menuiseries
existantes conservées

Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

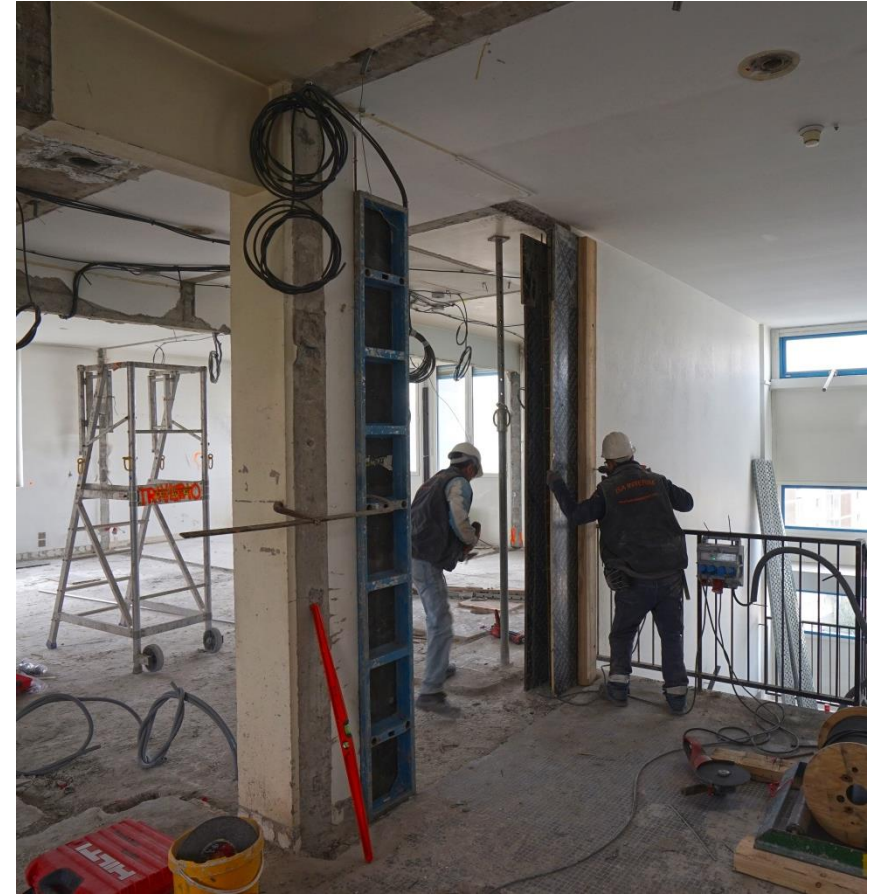
Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Chronologie du chantier

Réhabilitation bâtiments A & B



Désamiantage
Démolition

Gros
Œuvre

Toiture

CVC/Elec

Cloisons
doublages

Finitions

Façades

Extérieurs

Projet fini

Avant



A la livraison



Projet fini

Avant



A la livraison

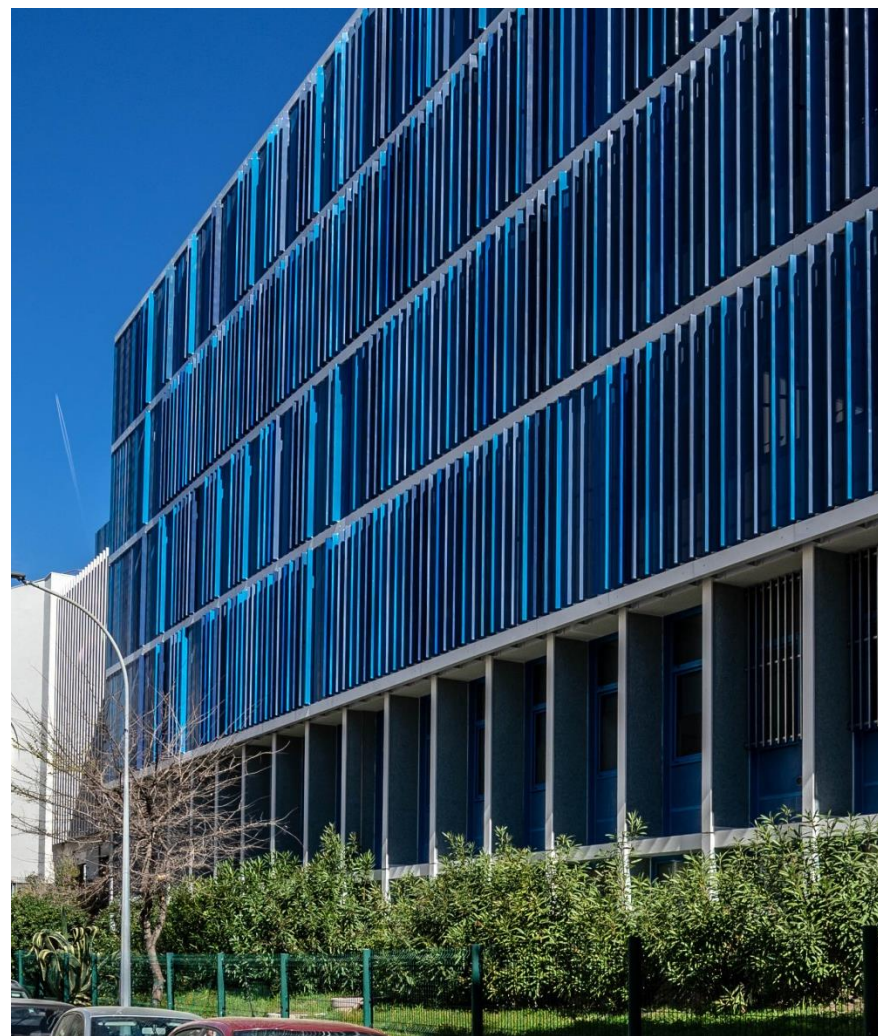


Projet fini

Avant



A la livraison



Projet fini

Avant



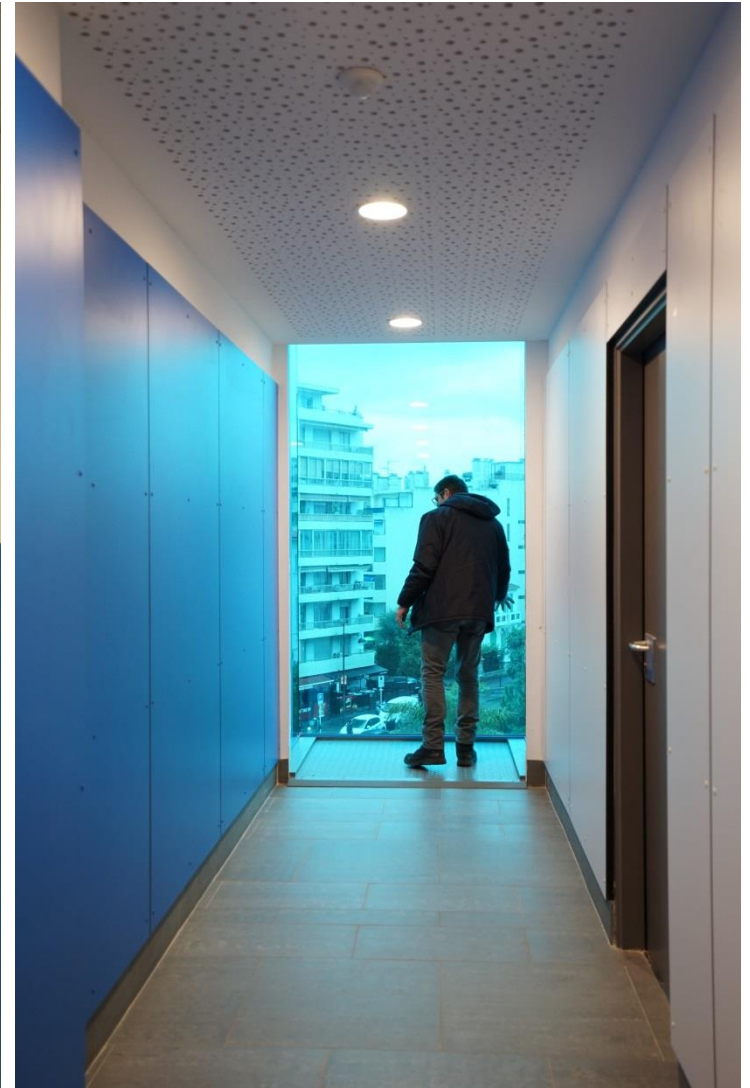
A la livraison



Projet fini

Avant

A la livraison



Eau

Réduction de la consommation en eau par l'usage d'appareils hydro-économiques tels que :

- > Chasses d'eau à double commande 3/6 litres
- > Limiteurs des débits
- > Robinets à pousoirs
- > Mitigeurs...

Comptages par bâtiment : suivi et maîtrise des consommations et « détection » d'éventuelles fuites

Végétalisations de surfaces pour limiter l'imperméabilisation du site, réaménagement de la cour et des surfaces

Gestion des eaux pluviales et retard du rejet des eaux au réseau via un bassin de rétention de 145 m³



Compteurs d'eau



Végétalisation



Bassin de rétention

Le chantier . La construction

Difficultés rencontrées

- **Site occupé**

- > Désamiantage
- > Gestion des nuisances particulièrement sensible

- **Gestion du planning**

- > Phasage
- > Démissions entreprises (carreleur, ascensoriste, peintre, liquidation plaquiste)

- **Maintien de la propreté**

- > Site occupé
- > Zone résidentielle
- > Sensibilisation

- **Suivi des indicateurs environnementaux**

- **Maintien des boites de lumière**

Le chantier . La construction

Les bonnes pratiques

- **Communication avec les usagers**

- > Mise en place d'un cahier de liaison
- > Présence régulière du représentant du lycée
- > Echange réguliers entre la MOE et le gestionnaire du lycée
M. Godart

- **Intelligence chantier**

- > Développement d'un process pour mise en place de la résille
- > Conservation des menuiseries DV de 2003



Menuiseries conservées



Process résille

Le chantier . La construction

Les bonnes pratiques :

- **Communication avec les compagnons**
 - > Mise en place d'une charte chantier faibles nuisances
 - > Distribution du livret d'accueil
 - > Sensibilisation environnementale et de sécurité
 - > Classeur Environnement sur site
 - > Tenu par Triverio/Lizee

- **Sensibilisation environnementale par MOE**
 - > Réunions dédiées
 - > Intervention régulière du chef de chantier auprès de l'ensemble des corps d'état

- **Produits et matériaux à faible impact**
 - > Peintures A ou A+
 - > Linoléum A+ et Ecolabellisé
 - > Colle EC1PLUS
 - > Bois certifié PEFC, traité labellisé CTB B+

Charte chantier faibles nuisances



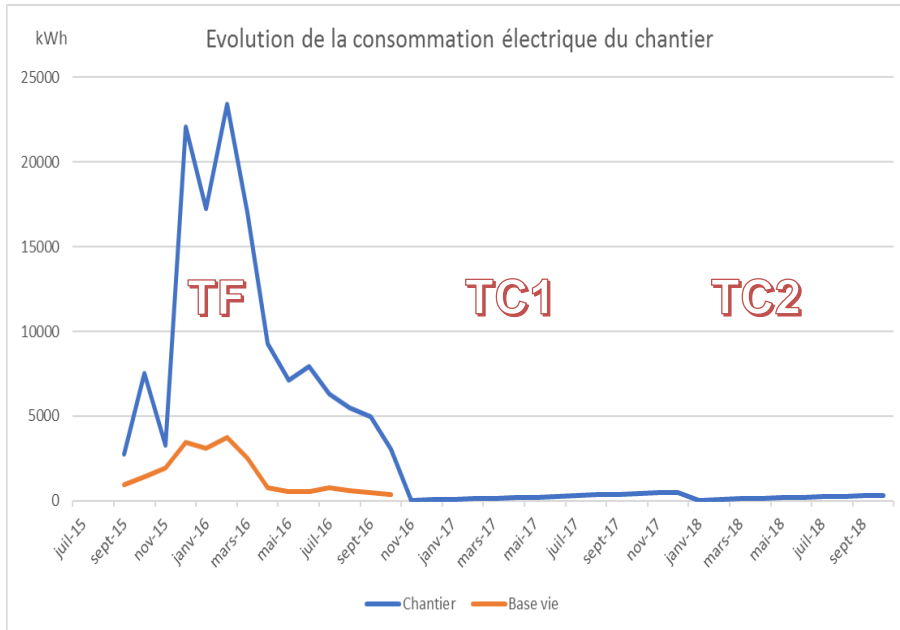
Peinture A+



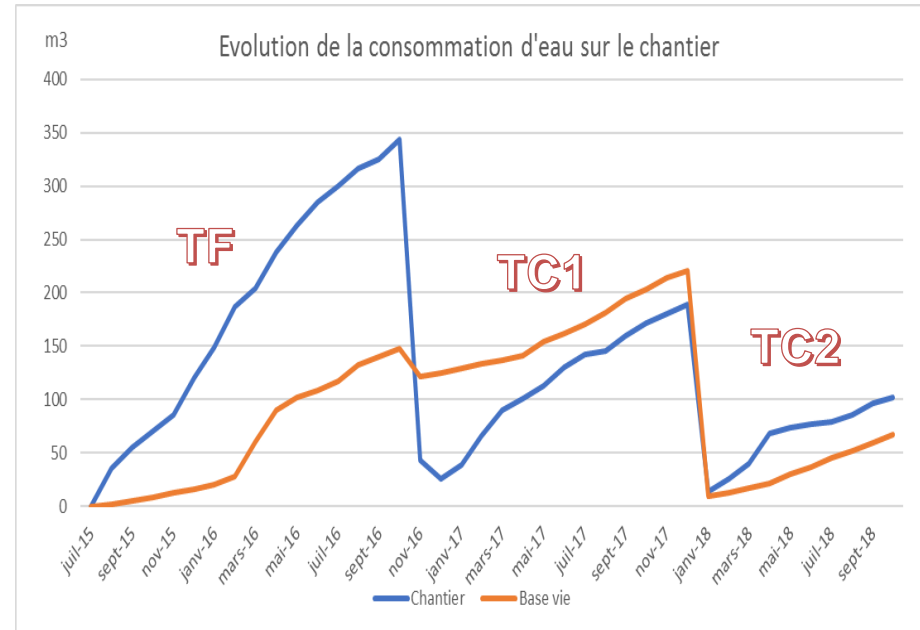
Colle sol PVC A+ EC1PLUS

Maîtrise des impacts environnementaux du chantier

Suivi des consommations d'eau et d'énergie



Bilan : 164 070 kWhélec



Bilan : 8858 m3 d'eau

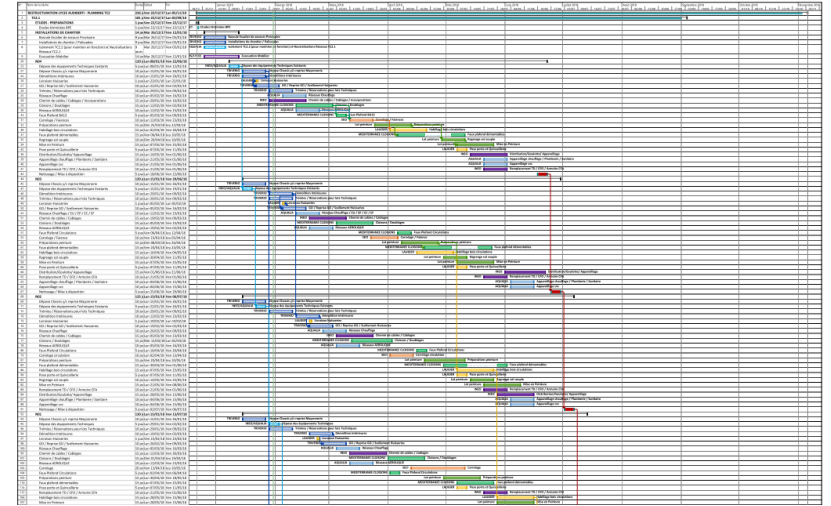
Base vie : 41%

=> Suivi des consommations d'électricité incomplet

Maîtrise des impacts environnementaux du chantier

Limiter les nuisances acoustiques

- > Phasage limitant les nuisances pour les élèves et les riverains
- > Planification des tâches bruyantes
- > Engins et matériel insonorisés
- > Plan d'installation de chantier limitant la marche arrière



Maîtrise des impacts environnementaux du chantier

- Limiter la pollution des eaux et des sols

- > Bac de décantation
- > Zone de stockage étanche
- > Huile de décoffrage 100% végétale et biodégradable



- Limiter les rejets dans l'air et les poussières

- > Arrosage du sol en été



- Problématique :

- > Laitances de béton parfois non traitées



Les déchets

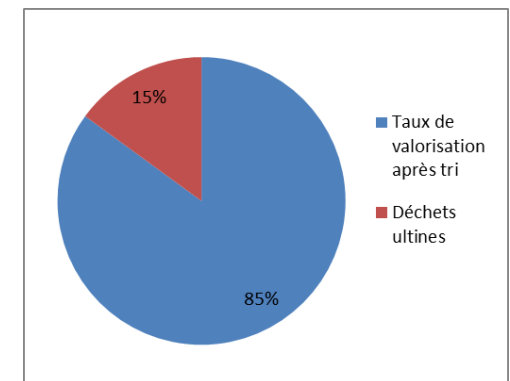
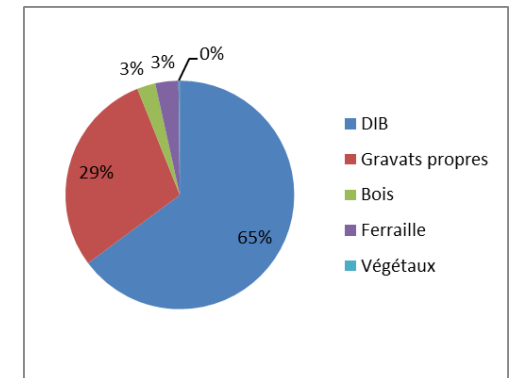
- Zone de tri
- Bennes déchets dangereux, ferrailles, emballages, déchets non dangereux, bois la plupart du temps
- Problématiques :
 - > Signalétique régulièrement non mise en place
 - > Tri pas toujours respecté



Les déchets

85 % de valorisation

Evolution de la production de déchets de chantier



Différents tests et étalonnages à la réception . Tests à GPA

● Tests d'étanchéité à l'air pour contrôle éléments d'enveloppe

Les travaux ont permis d'améliorer l'étanchéité dans le lycée :

- Pour les bâtiments scolaires existants et l'extension, les résultats sont satisfaisants
- Pour les logements, des problèmes de réalisation sont constatés. Des réserves ont été formulées et sont toujours d'actualité (étanchéité des menuiseries principalement).

Rappel des objectifs

- Logements / extension : 1.20 m³/h.m²
- Bâtiments réhabilités : 2 m³/h.m² ou un gain de 30 % par rapport à la perméabilité existante.

● Autocontrôles CVC / réalisés par les entreprises et joints au DOE

● Mesures acoustiques réalisées au cours du chantier

Les travaux ont permis d'améliorer la qualité acoustique dans le lycée ;

Les isolements de façades ont été nettement améliorés :

- 29 dB(A) avant travaux (mesures réalisées en phase diagnostic),
- 32 à 40 dB(A) après travaux (objectif de 30 dB(A)).

Les isolements entre locaux ont été également améliorés :

- Pour les extensions : toutes les mesures sont conformes aux objectifs réglementaires
- Pour les bâtiments existants, où aucune exigence réglementaire ne s'applique : la majorité des mesures sont conformes aux exigences réglementaires des bâtiments neufs (objectif fixé en phase étude). Seules quelques mesures sont inférieures et concernent des parois existantes conservées (bruit d'impact dans les circulations principalement).

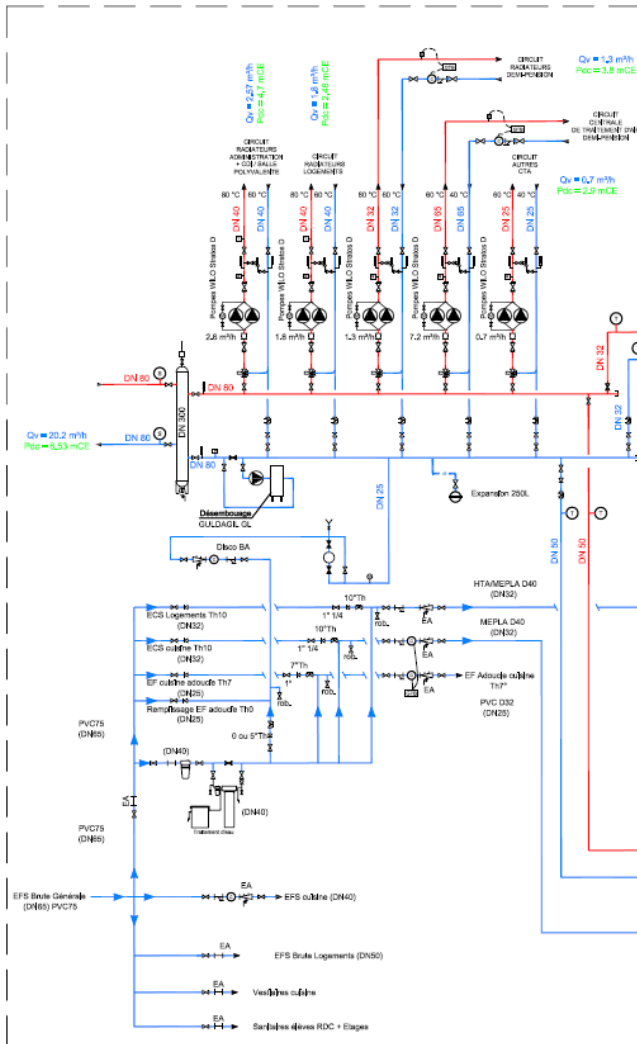


Qualité de chantier

Points forts du projet

- > Un phasage détaillé pour un chantier en site occupé
- > Sensibilisation tout au long du chantier : réunion de sensibilisation, ¼ d'heure environnement
- > La prise en compte des utilisateurs tout au long du projet
- > Accompagnement du personnel (formation GTC)
- > Prise en compte du ressenti des utilisateurs sur les différents types de protections solaires, commandes éclairage
- > Un chantier d'insertion sociale (18 414 heures)

A suivre en fonctionnement



- Suivi des consommations d'énergie
- Analyse des ressentis par les utilisateurs
- Prise en main de la GTC

Une GTC simplifiée a été mise en place pour l'ensemble du lycée. Les mises en service ont été faites au fur et à mesure : livraison par phase.

La prise en main et le suivi sont réalisés par M Godard. Son retour sur la GTC est le suivant :

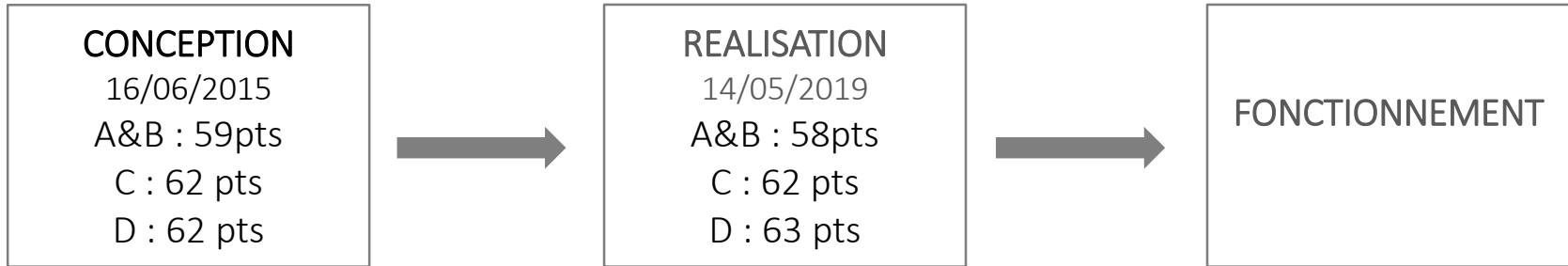
Aspects positifs :

- Outil facile d'utilisation
- Régulation et temporisation de l'éclairage par zone intéressant
- Suivi des consommations par bâtiment
- Contrôle des installations.

Aspects négatifs :

- Les sous-comptages des logements sont inexacts : étalonnage difficile à réaliser et encore en cours de mise au point
- Pas assez d'information sur la GTC mais conforme aux objectifs (M. Godard maîtrise la GTC et avait la gestion d'un lycée dans le Nord avec une GTC très complète).

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



CONCEPTION

16/06/2015

A&B : 59pts

C : 62 pts

D : 62 pts

REALISATION

14/05/2019

A&B : 58pts

C : 62 pts

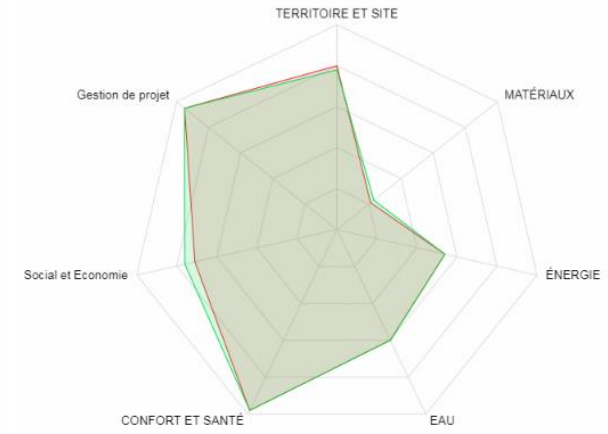
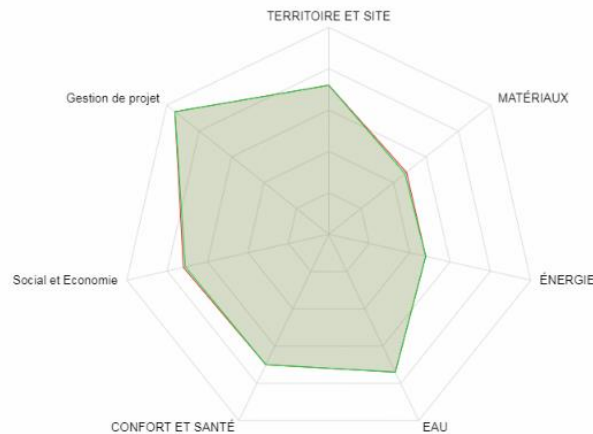
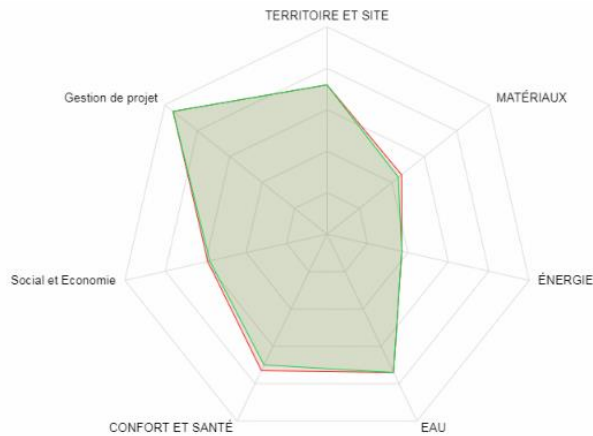
D : 63 pts

FONCTIONNEMENT

Enseignement A&B

Logements C

Demi-Pension D



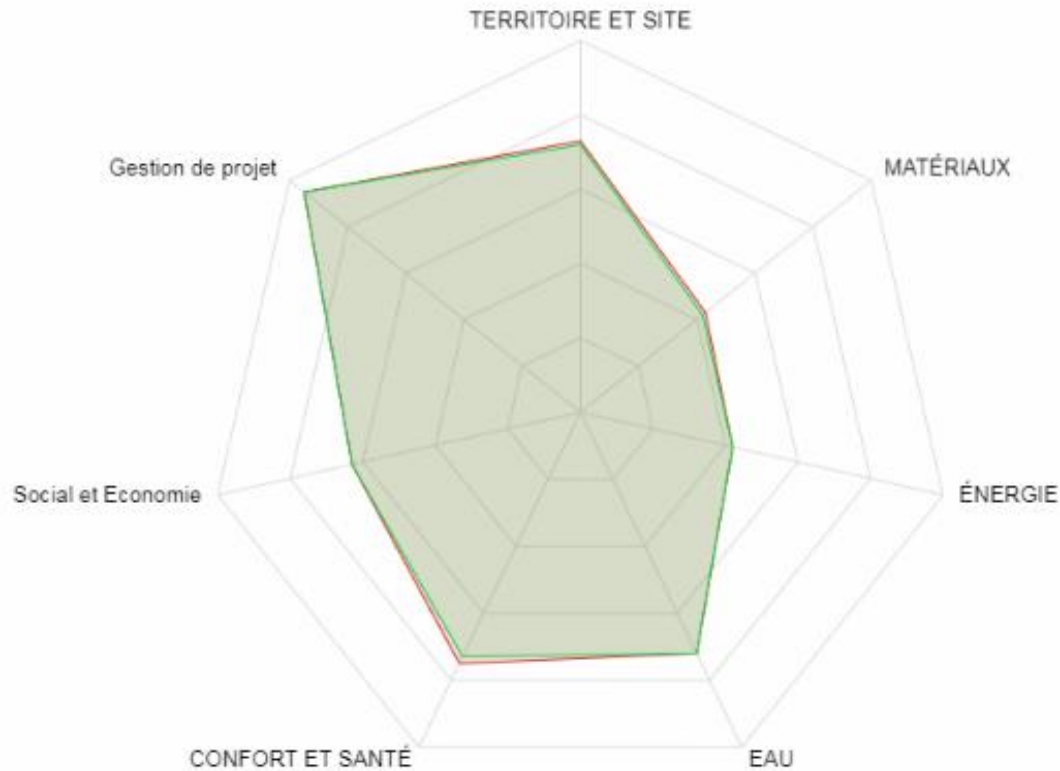
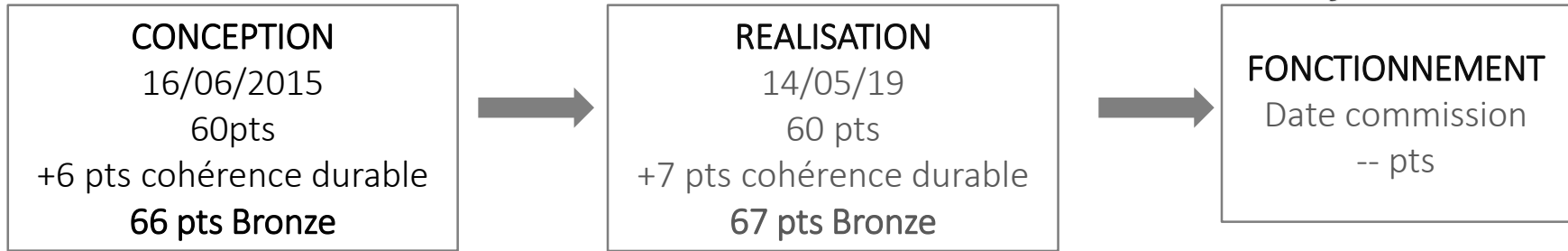
Plus de 80% d'entreprises locales

Conception
Réalisation
Usage

Peintures non écolabellisées
mais valorisation de produits biosourcés

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

Synthèse



Les acteurs du projet

MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

MAITRISE D'OUVRAGE



MOA DELEGUEE



AMO QEB



UTILISATEURS



MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

ARCHITECTES



Economiste



BE CFO-CFA-VDIE



BET Structure



OPC



BET Fluides



BE QE-Themique

e n v i r o ' t h e r m

BT Cuisine

BET CP INGENIERIE

Les acteurs du projet

DESAMIANTAGE



GROS OEUVRE



ETANCHEITE



FAÇADE BOIS – CHARPENTE –
COUVERTURE MÉTALLIQUE



MENUISERIES EXTÉRIEURES –
BRISE SOLEIL - SERRURERIE



CLOISONS DOUBLAGE –
FAUX-PLAFOND



MENUISERIES INTÉRIEURES



REVÊTEMENTS DE SOLS DURS
- FAÏENCES



ASCENSEURS



CHAUFFAGE VENTILATION
PLOMBERIE



COURANTS FORTS –
COURANTS FAIBLES



PEINTURES



REVÊTEMENTS DE SOLS
SOUPLES



CUISINE



EQUIPEMENT LABORATOIRE



ESPACES VERTS



