

Commission d'évaluation : Réalisation du 24/09/2019

# Rénovation énergétique du lycée Paul Héraud à Gap



Accord-cadre Etat-Région-ADEME 2007-2013



**Maître  
d'Ouvrage**

Région PACA

**MOA déléguée**

AERA

**Architecte**

Romain Jamot  
Architecture

**BE Technique**

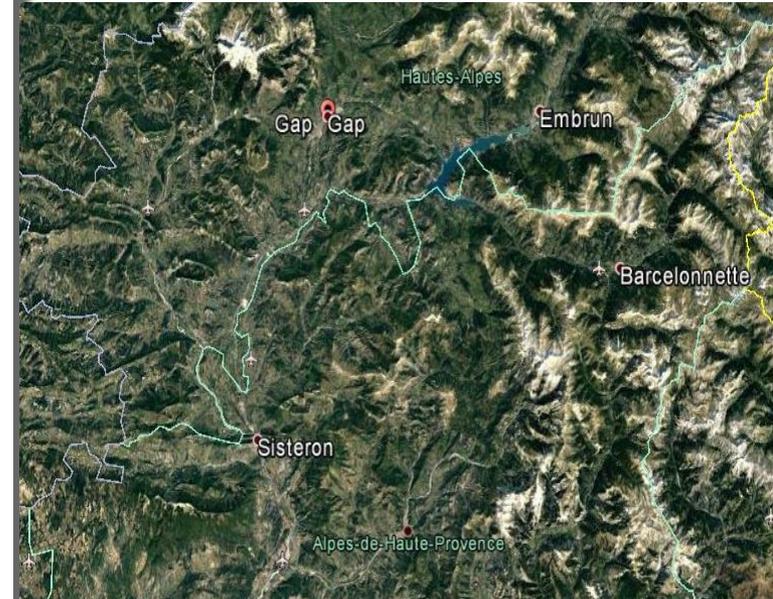
Synapse

**AMO QEB**

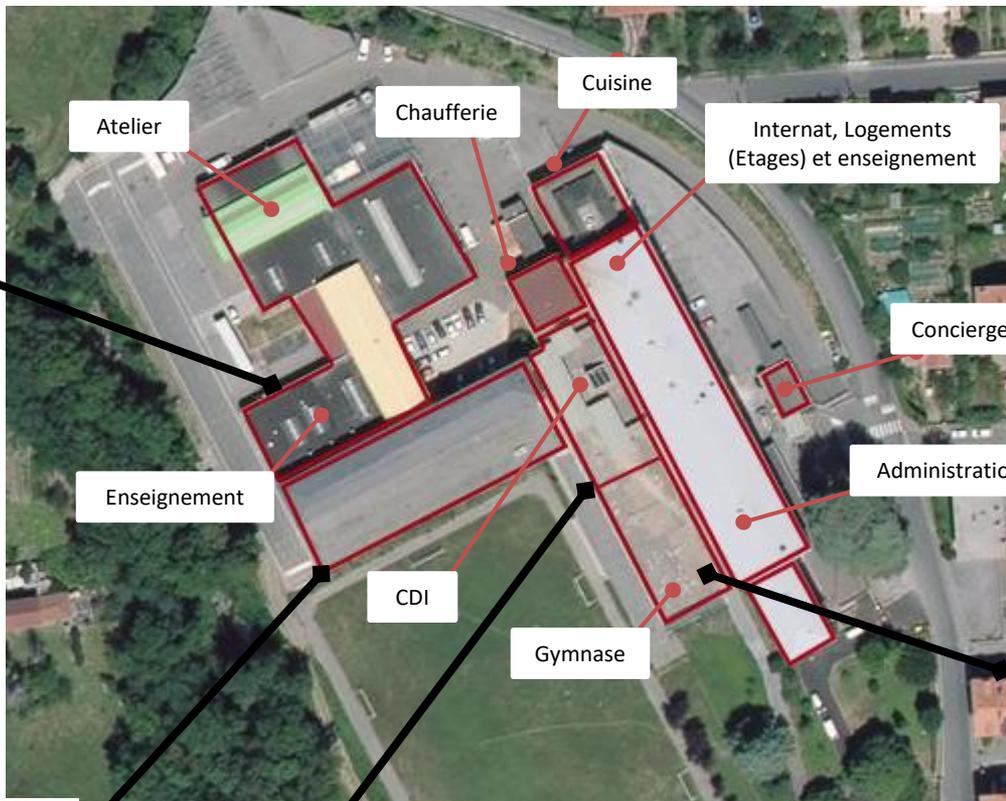
Inddigo

# Contexte

- Le lycée Paul Héraud situé à Gap est un établissement professionnel (technique du bâtiment, maintenance des véhicules et formation à la conduite).
- Bâtiments d'enseignement, gymnase, internat, demi-pension de 1965, ateliers de 1992
- 350 élèves dont 140 internes
- Le projet de rénovation énergétique et de qualité environnementale du lycée s'inscrit dans le cadre d'une opération « pilote » :
  - projet faisant partie du P3E (Plan d'Economies d'Energie et d'Eau ).
  - du projet européen Emilie (CAP ENERGIES) devant être exemplaire et innovant.



# L'établissement



Bâtiment B exposition NO  
Atelier au premier plan



Batiment A en R+3,  
façade sud ouest  
Cour



Batiment B, en R+2 , façade sud est

Batiment Ab en R-2 à RDC  
façade sud ouest

# Enjeux Durables du projet

## Enjeu Territoire

- Une nouvelle image du lycée grâce à la rénovation énergétique
- Protection d'arbres remarquables

## Enjeu Matériaux

- Encourager le recours aux matériaux biosourcés

## Enjeu Energie

- BBC Effinergie – 40%
- Recourir aux ENR et mettre à profit : l'énergie bois locale et le solaire (2540h d'ensoleillement /an à Gap)

## Enjeu Confort et santé

- Améliorer le confort en mi saison et la qualité de l'air (**différents scénarios étudiés**)
- Améliorer l'acoustique
- Améliorer la qualité des espaces extérieurs, des transitions dehors/dedans

# Le projet dans son territoire

Site au nord du centre ville, zone résidentielle



→ Zone résidentielle calme, pas de voie classée bruyante

- Le site est desservi par la rue de Bonne et bordé par le torrent de Bonne à l'ouest du terrain
- Pas de cheminement piétonnier particulier, l'accès piéton se fait par le trottoir de la rue
- Le stationnement public est réduit à l'entrée du site
- Le lycée est desservi par les lignes de bus 1 et 7, arrêt Rochasson, à 150 m de l'entrée du lycée.
- Une aire deux roues est située à l'entrée du site
- Cèdre remarquable ( échange avec l'ONF), canal des moulins à l'est



# Etat initial

## Entrée



# Etat initial

BATIMENT A (Enseignement, internat, administration)

BATIMENT B (Enseignement)



# Etat initial

## GYMNASE

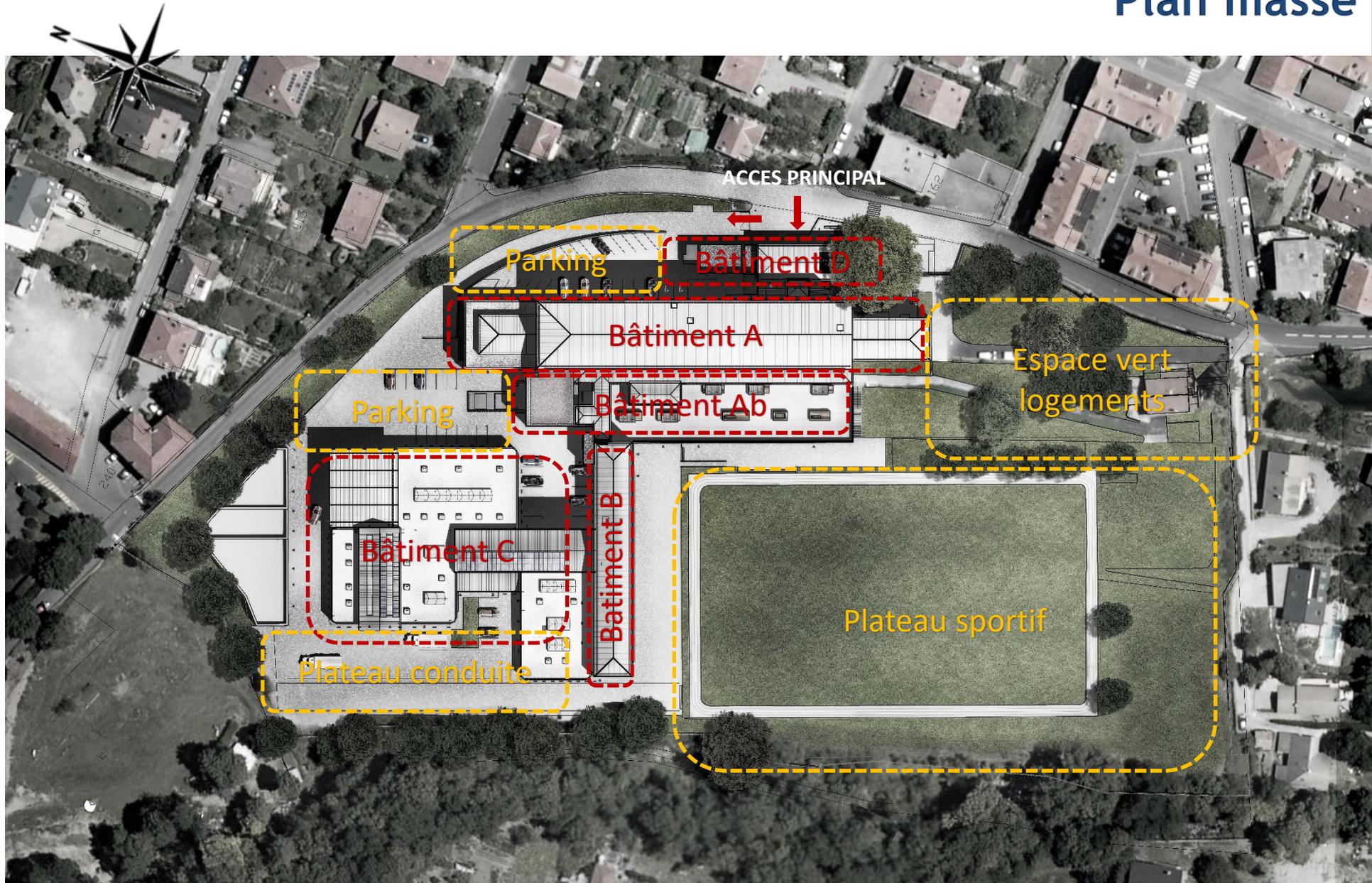


# Etat initial

## ATELIERS



# Plan masse



## Façade Nord Est - Bâtiment A



## Façades

## Façade sud ouest Bâtiment A



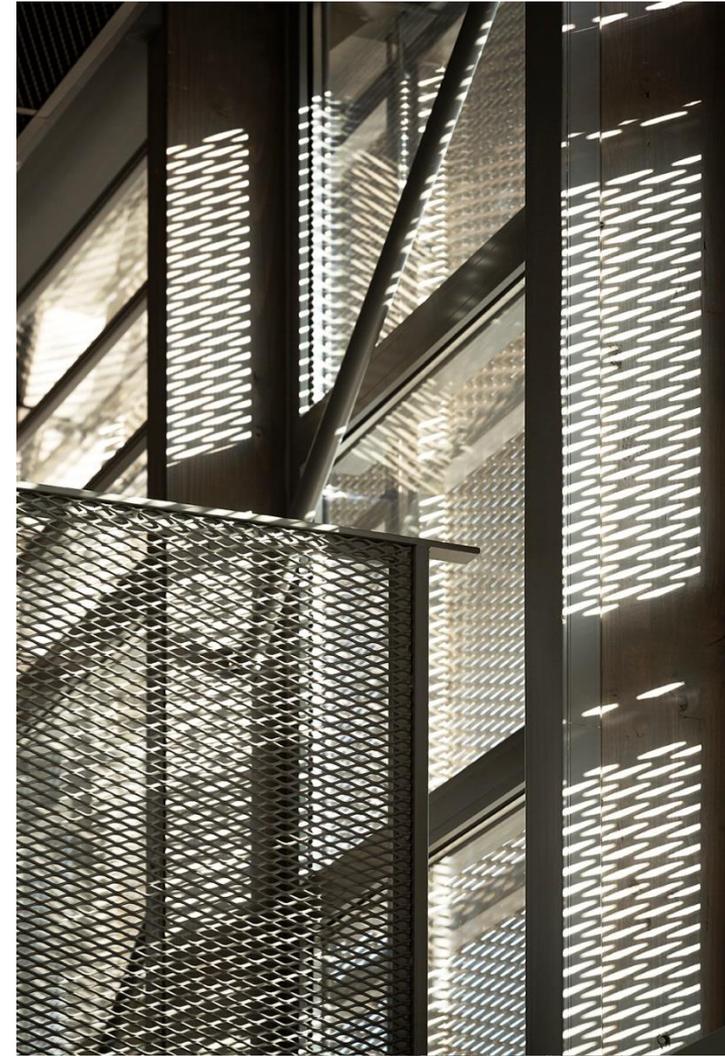
Protections solaires horizontales et verticales

Façade sud ouest Bâtiment Ab ( puits de lumière et entre CDI)

# Façades



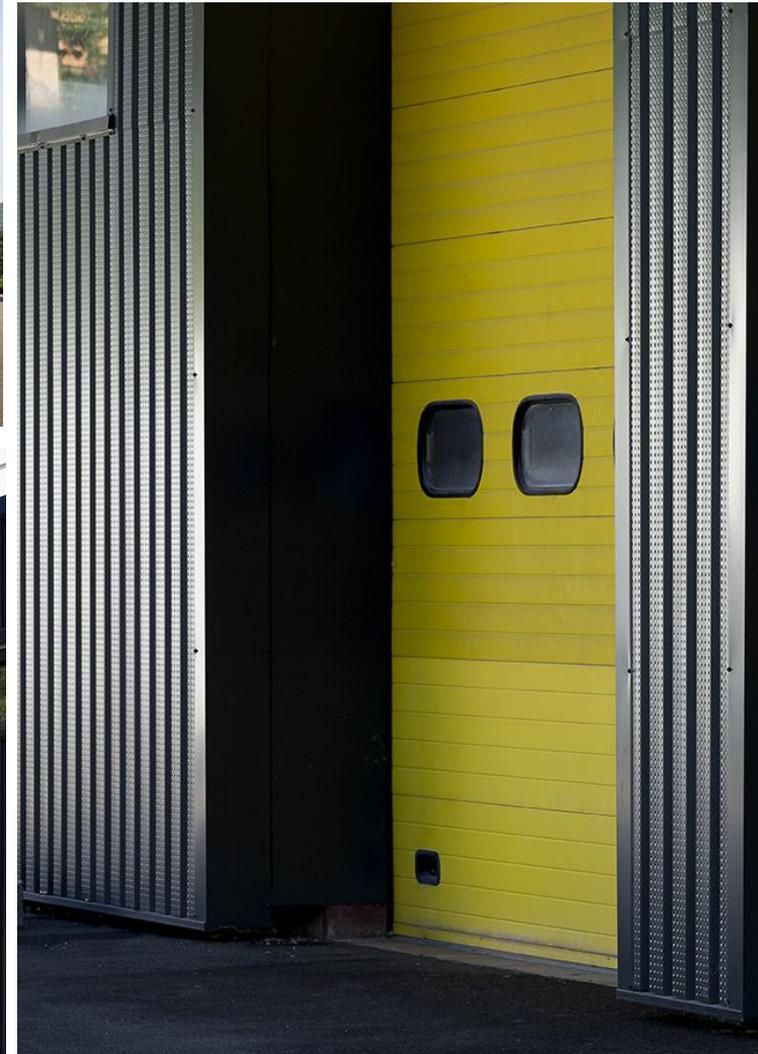
Cour haute



Protections solaires métal déployé

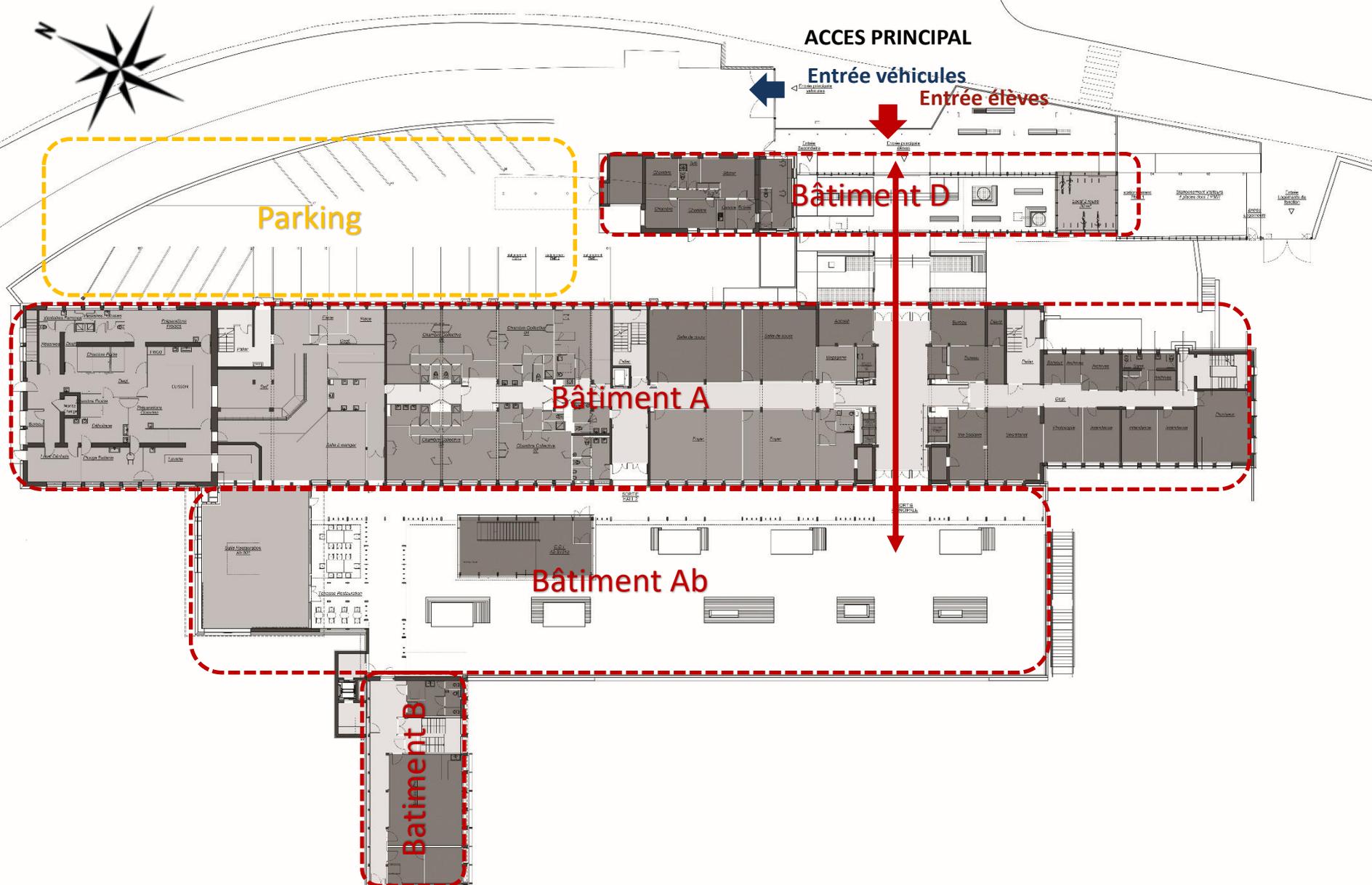
## Façade Nord Ouest et Sud Ouest – Ateliers Bâtiment C

# Façades



Système de bardage Solar Wall

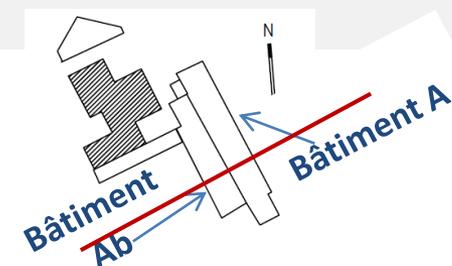
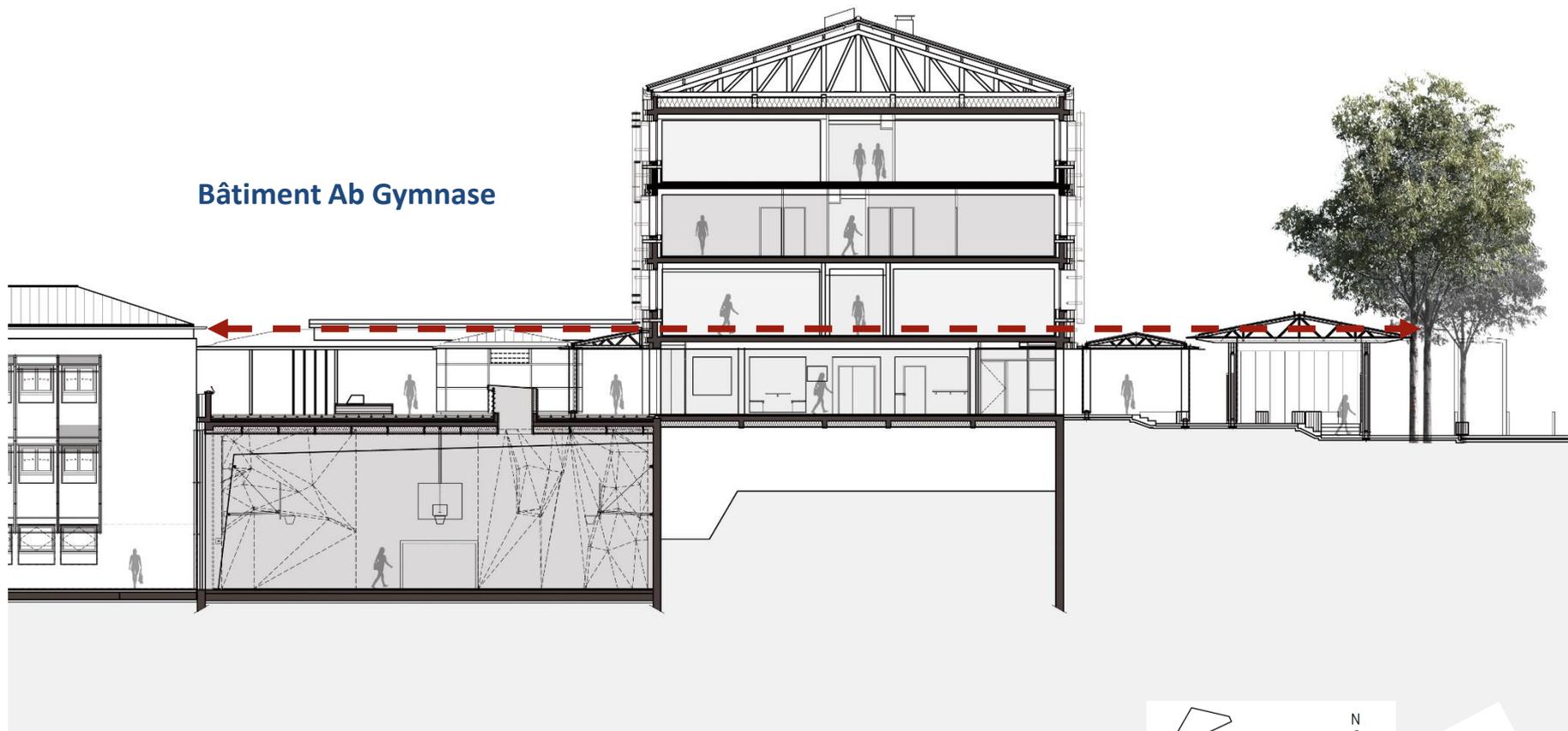
# Plan RDC Courte Haute



# Coupes

## Bâtiment A

## Bâtiment Ab Gymnase



# Plan RDJ Courte basse



Parking

Bâtiment Ab

Bâtiment C

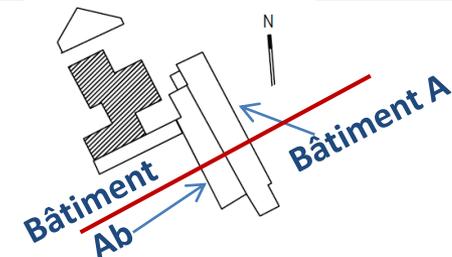
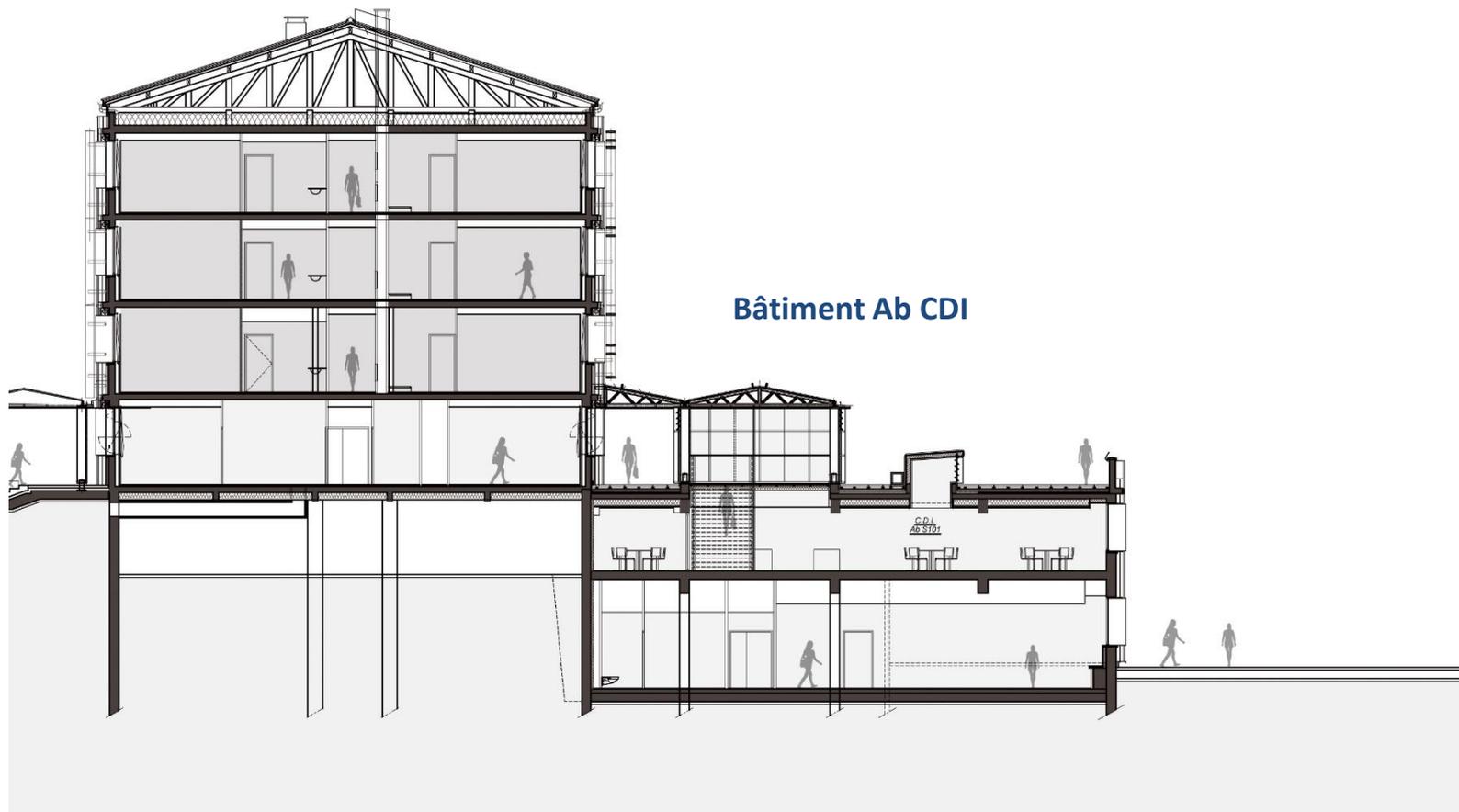
Bâtiment B

Plateau sportif

# Coupes

Bâtiment A

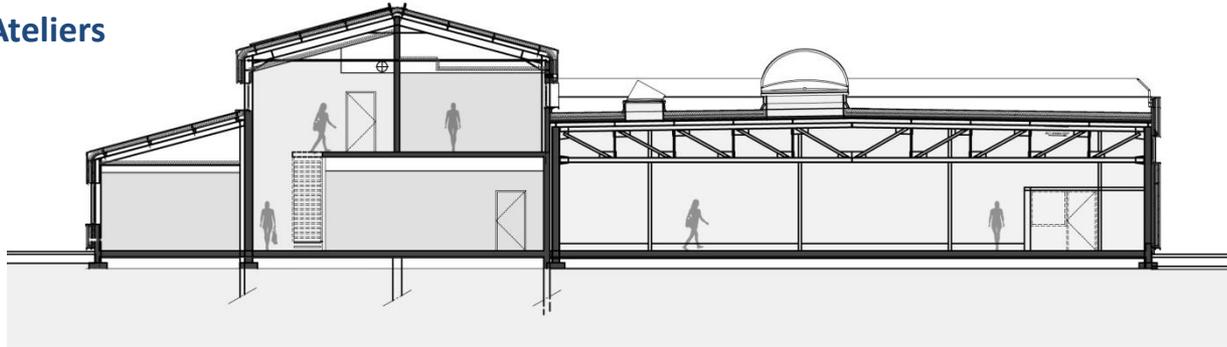
Bâtiment Ab CDI



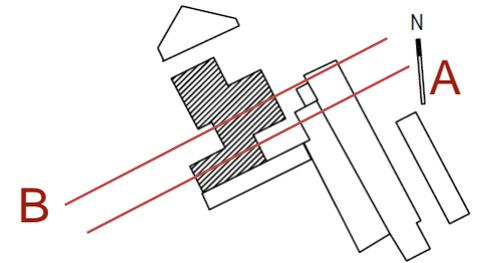
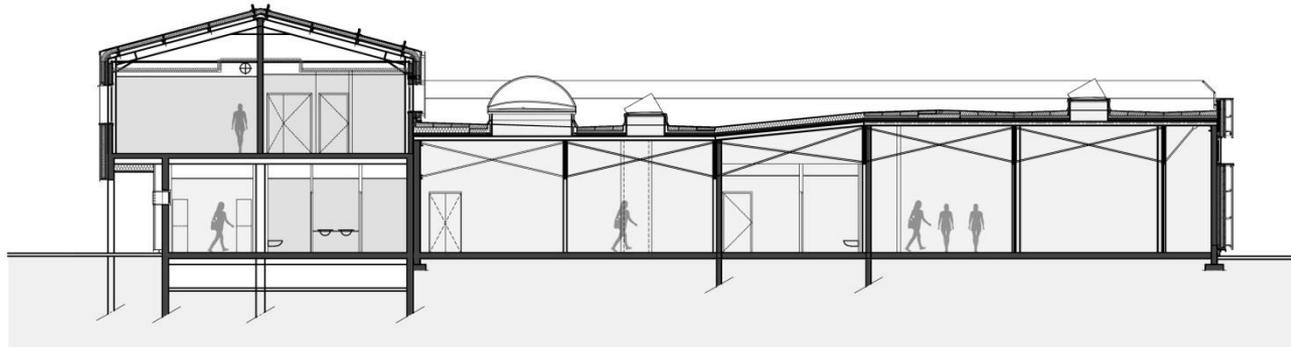
# Coupes

Ateliers

A



B



# Fiche d'identité

## Typologie

- Enseignement

## Surface

- 12885 m<sup>2</sup> SHON RT

## Altitude

- 790m

## Zone clim.

- H1

## Classement bruit

- BR 3
- CATEGORIE CE2

## Ubat (W/m<sup>2</sup>.K)

- Bât. A = 0,652
- Bât.Ab = 0,361
- Bât. B = 0,504
- Bât. C = 0,28

## Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)\*

- Bât. A Cep projet = 62 kWhep/m<sup>2</sup>, Gain de 41%
- Bât. Ab Cep projet = 36,4 kWhep/m<sup>2</sup>, Gain de 63%
- Bât. B Cep projet = 58 kWhep/m<sup>2</sup>, Gain de 51%
- Bât. C Cep projet = Cep projet = 59 kWhep/m<sup>2</sup>, Gain de 56,6 %

## Production locale d'électricité

- Production PV
- 188m<sup>2</sup>, 39kWc, 49MWh/an
- Autoconsommation : couverture de 15%

## Planning travaux Délai

- 20 mois, démarrage janvier 2018
- Réception finale début novembre 2019

## Budget Prévisionnel Cout réel

- Budget prévisionnel travaux HT : 6,8 M€HT
- Coût réel : **A compléter**

# Fiche d'identité

## Systeme constructif

- Conservé

## Plancher sur VS

- Béton armé 20 cm
- Panneaux de fibres de bois 24 cm
- R = 5,71

## Mur

- Laine minérale R=6,2 ( enduit ou Eternit) et R=4,75 ( bardage métal pour atelier)

## Toiture

- Fibre de bois soufflée, R = 8

## Menuiseries

- Les menuiseries existantes sont conservées.
- Vitrages ( $U_w = 2,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ,  $S_w = 0.45$ )
- Les menuiseries existantes du gymnase et du restaurant sont remplacées.
- Vitrages remplacés ( $U_w = 1,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ,  $S_w = 0.45$ )

## Chauffage

- Mixte Bois (360 kW) Gaz (2 x 370 kW)
- Radiateurs MT équipés de robinets thermostatiques :  $42 \text{ W/m}^2$
- Préchauffage de l'air de ateliers par solar wall 16% d'apports gratuits sur l'année
- Gymnase non chauffé, préchauffage de l'air hygiénique introduit
- Ateliers Panneaux rayonnants :  $38 \text{ W/m}^2$

## Ventilation

- DF avec récupération de chaleur sur l'air extrait ( CDI, Restaurant)
- SF par insufflation ( batterie chaude alimentée depuis la chaufferie bois) salles de classe et bureaux. Prise en compte du confort
- Ventilation simple flux internat ( existant) et gymnase

## Eclairage

- Leds généralisées
- Interrupteurs manuels avec 3 circuits différenciés dans les salles de classes sans détection de présence, ni détection luminosité, ni gradation
- Eclairage sur détection de présence et de luminosité dans les circulations, sanitaires, vestiaires sur détection de présence

## ECS

- Chaudière mixte bois/gaz + CE électrique pour sanitaires isolés

# Travaux loge, parvis, local 2 roues

## 1. Démolition, terrassement au niveau de l'entrée - Arbre remarquable à conserver



## 2. Fondations, nouvelle loge, auvent en bois sur l'entrée, construction du nouveau parvis



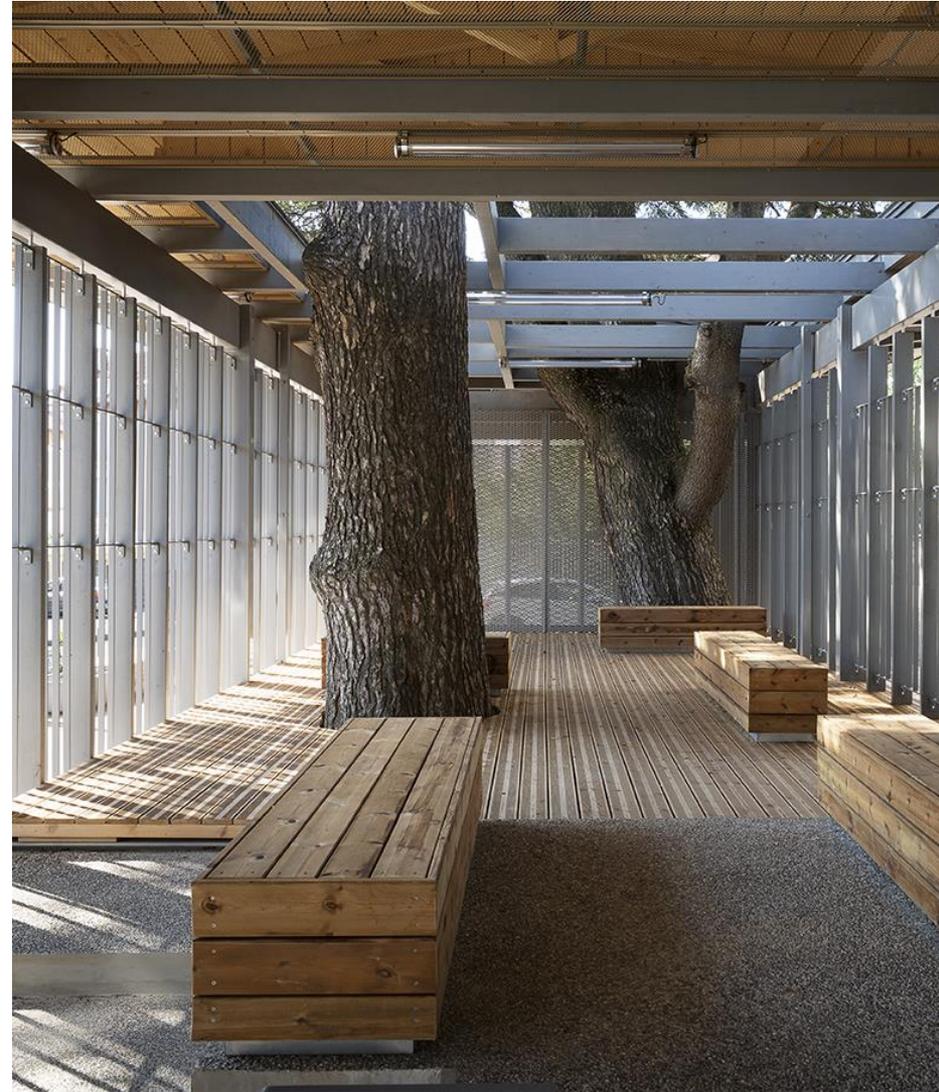
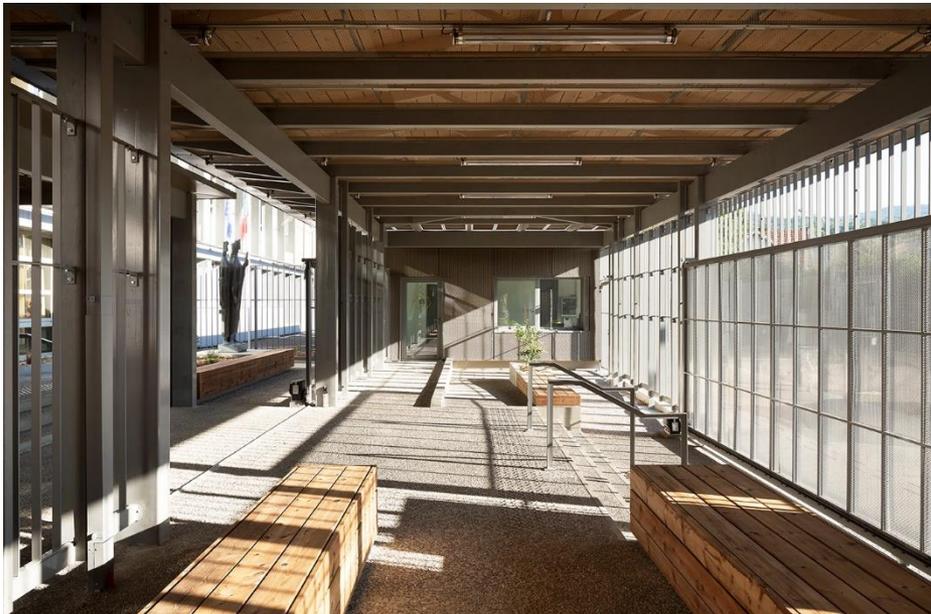
# Travaux loge, parvis, local 2 roues

## 3. Nouveau parvis protégé avec charpente bois, intégration arbre remarquable



# Travaux loge, parvis, local 2 roues

## 4. Traitement du sas de sécurité, de l'accessibilité PMR, aménagement du sas et du parvis extérieur



# Ateliers

## 1. Façades atelier : Pose isolant + bardage métallique sur structure existante, remplacement des menuiseries extérieures



## 2. Toitures des ateliers : renforcement des charpente existantes, isolation et bardage métallique sur structure existante



## 3. Pose lanternneaux + protections solaires

# Ateliers



# Bâtiment A, B

## 1. Façade - Ouverture aérateurs, pose isolant, bardage métallique/Eternit, et protections solaires



Bâtiment A - Façade sud



Isolant laine de roche R=1,1 isolation des linteaux, tableaux. Conforme au CCTP. Document fournis



Laine de verre pour l'isolation par l'extérieur sous bardage métallique rapporté R=5.7. Documents techniques fournis iso façade 35 (Isover).

## 2. Toiture et VS : isolation



# Travaux intérieurs

Dépose et pose des luminaires : salles de classes, chambres refaites, circulations

Travaux de peintures, pose de l'isolant acoustique et du carrelage pour les chambres refaites

Mise à neuf du hall d'entrée : cloisons, faux plafonds bois

Cloisons, faux plafond bois et métal hall d'entrée

Chambre refaite



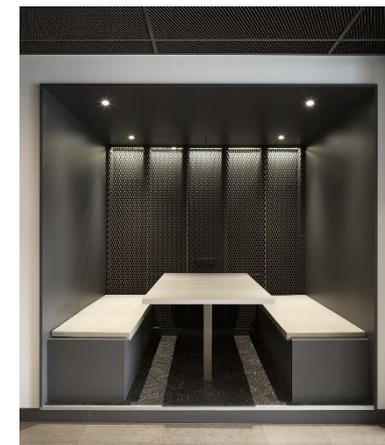
Colle mortier carrelage : Classe A+, excell+



Mortier de jointement : classe A+



Casalgrande Padana : Classe A+. FT fournie

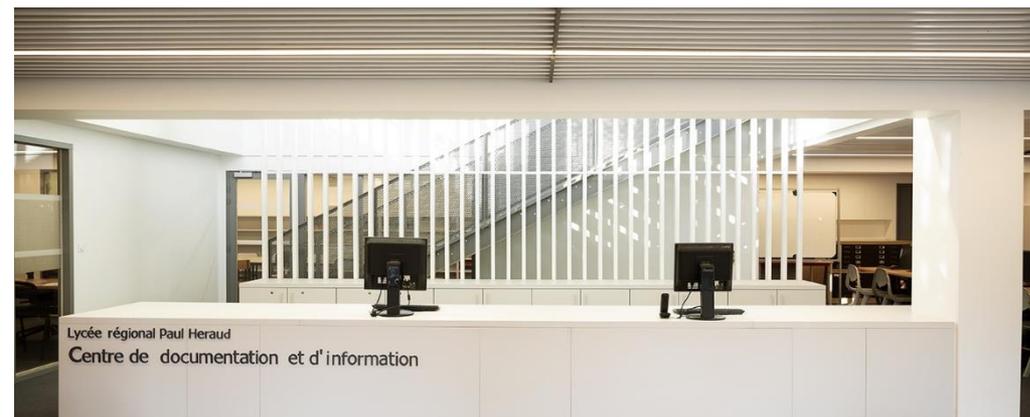
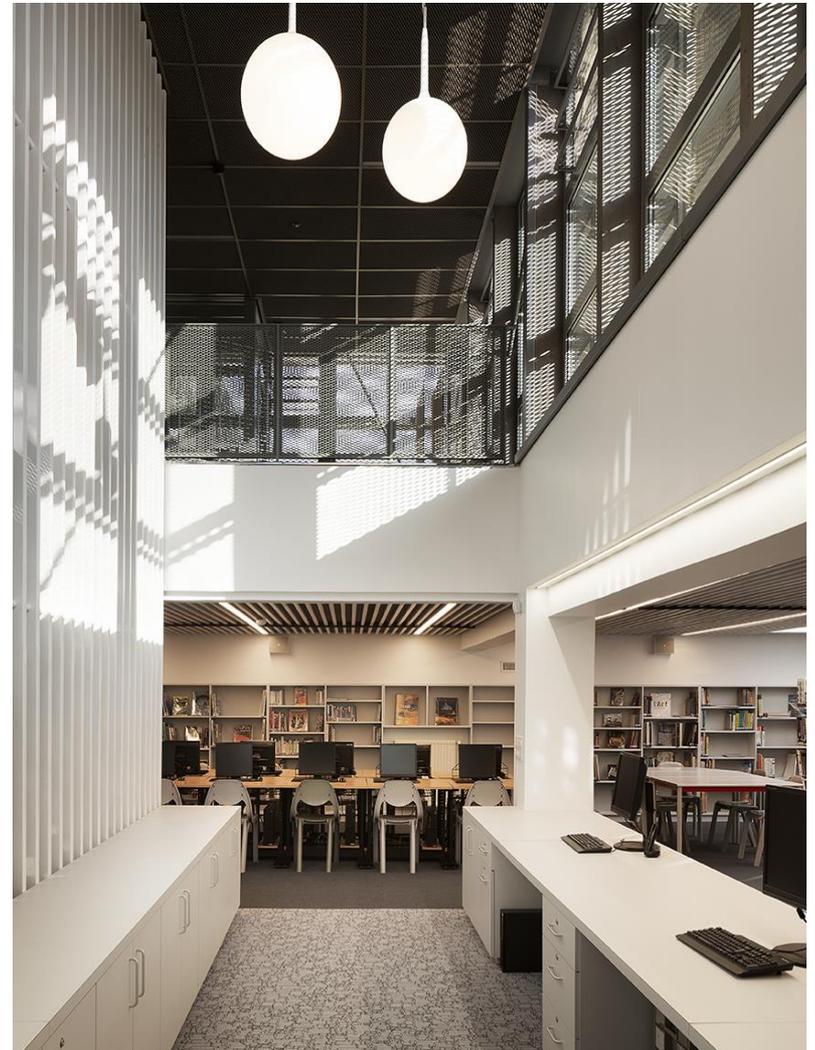


Ouverture du CDI sur cour haute, création d'une nouvelle entrée, création d'ouverture pour l'éclairage naturel



# CDI

**Nouvelle entrée, mise en œuvre éclairage naturel et artificiel, réseaux aérauliques, bouche de soufflage et extraction ( ventilation double flux), finitions**

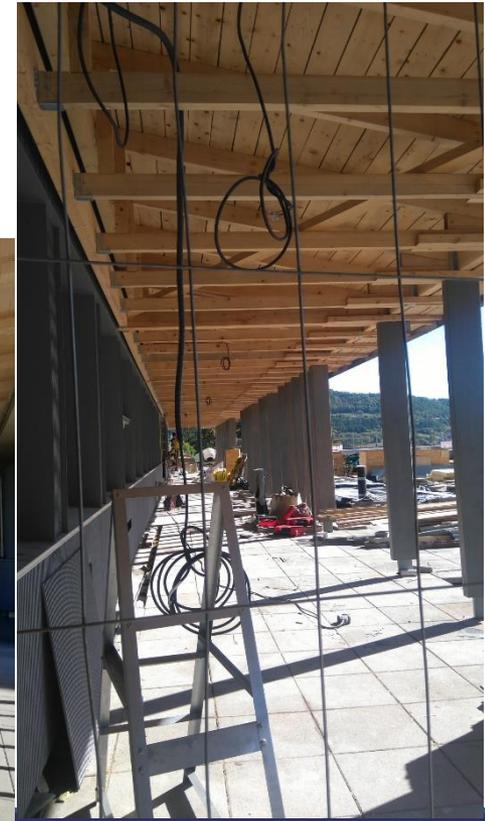


# Bâtiment A, cour haute

1. Protections solaires en façade
2. Cour haute avec nouvelle entrée CDI, ouverture pour éclairage/ventilation naturelle CDI



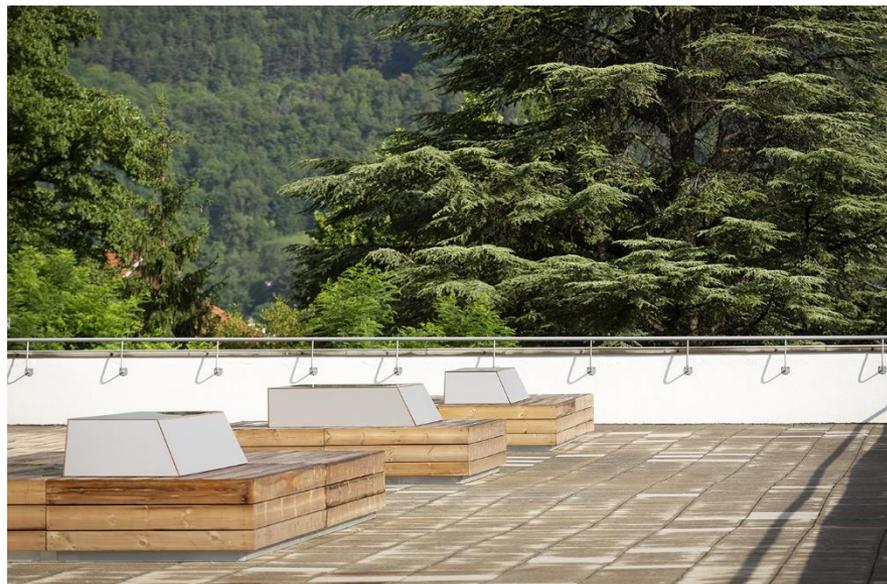
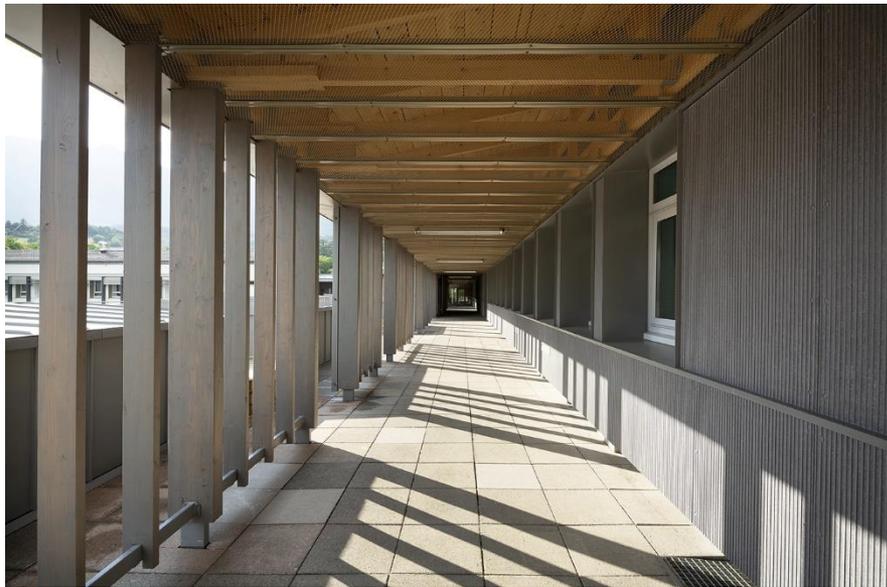
3. Bâtiment A, cour haute préau charpente bois



3. Demi pension, cour haute protection de l'entrée en charpente bois

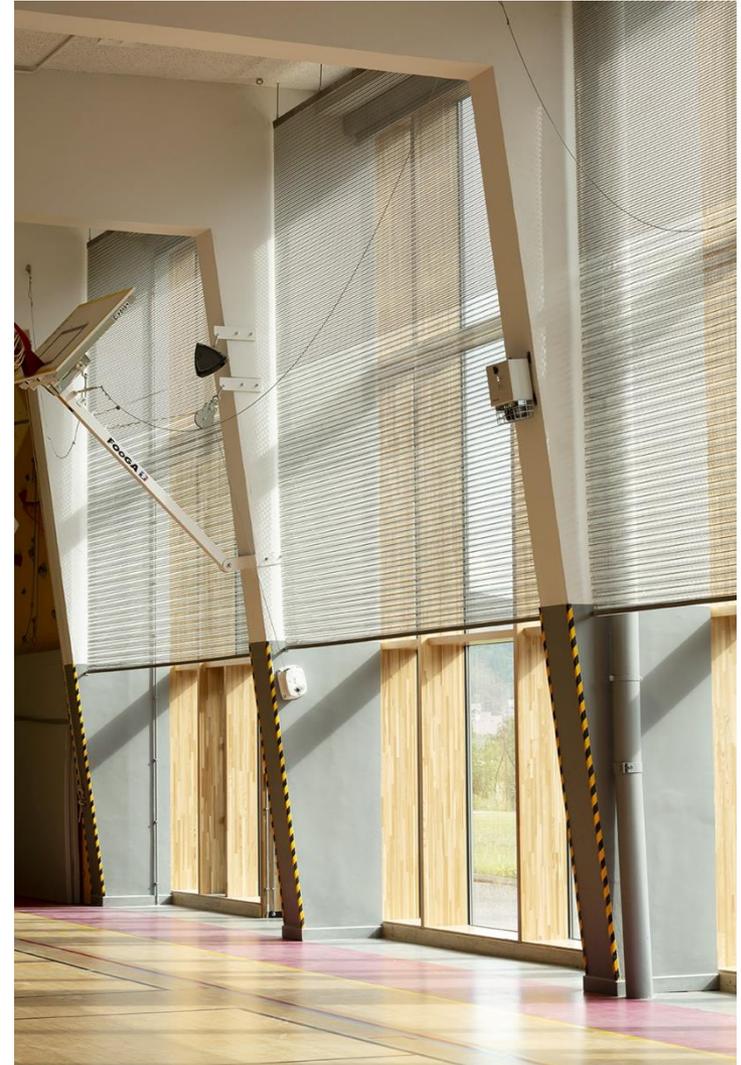
#### 4. Aménagement de la cour haute

## Bâtiment A, cour haute



1. Isolation et ouverture plancher haut pour éclairage et ventilation naturelle
2. Pose menuiseries extérieures bois/aluminium
3. Résille et store (contre l'éblouissement)
4. Parements acoustiques bois

# Gymnase



# Vue d'ensemble

**Vue drone : Façade bâtiment A, gymnase , cour haute avec nouvelle entrée CDI, ouvertures pour éclairage/ventilation naturelle CDI et du gymnase**



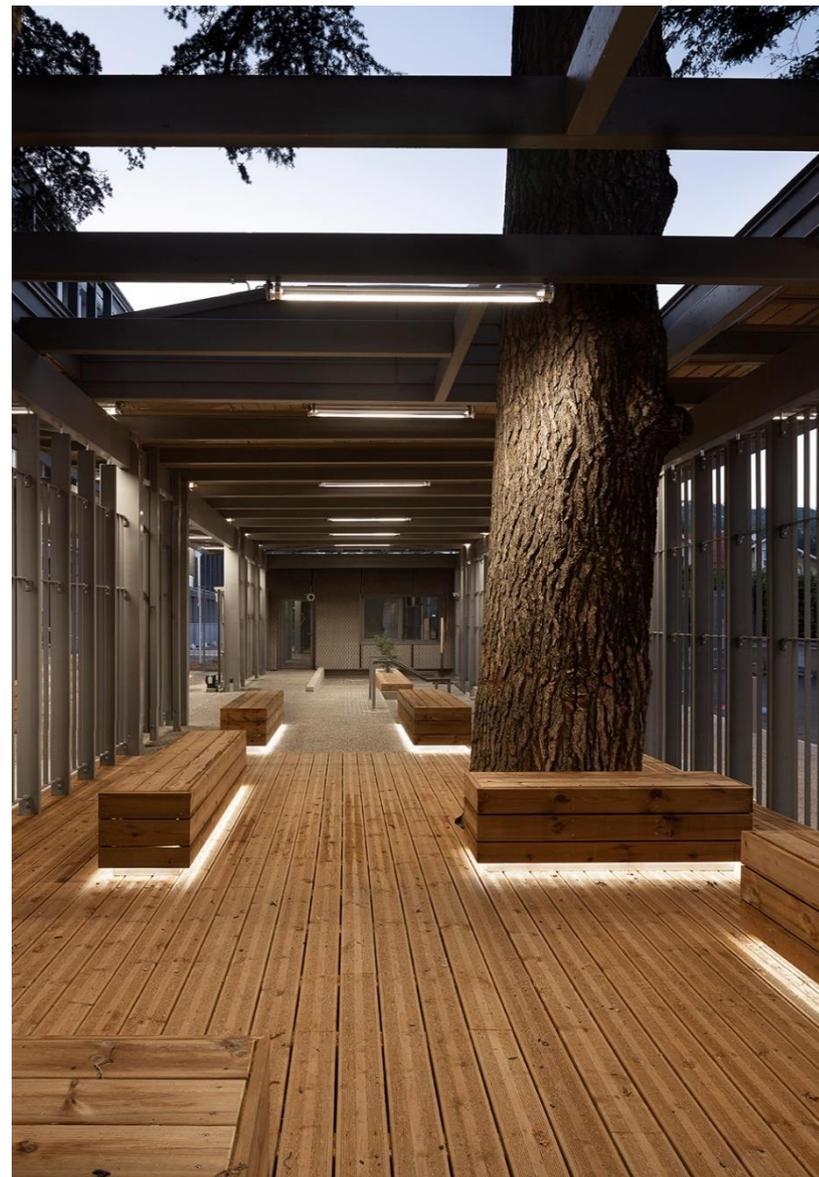
# Vue d'ensemble

## Vue drone toiture atelier avec panneaux photovoltaïques



Vue entrée, cour haute et d'ensemble de nuit

# Eclairage extérieur



# Bâtiment A, B, Ab, C

## 1. Pose des aérateurs en façade



## 2. Réseaux aérauliques et bouches de soufflage



## 3. Mise en œuvre des CTA en VS et comble en (ci-dessous en comble en cours d'avancement)



## 4. Calorifugeage des réseaux



## 1. Installation de la nouvelle chaufferie : Chaudière à bois et chaudière gaz

# Chaufferie



## 2. Terrassement, fondations et Gros-Œuvre du silo



# Le Chantier/ La Construction

## Difficultés rencontrées

### Site occupé

- Gestion quotidienne du chantier et des nuisances : sécurisation des zones de travaux, phasage des travaux bruyants, échange permanent avec le lycée, lycée en lien avec les riverains
- Non respect des consignes de sécurité par les entreprises lors des travaux en façade : rappel des consignes par la MOE sur les EPI, adaptation des échafaudages pour les travaux en façade. Difficulté à prendre en compte dans les futurs DCE car cout supplémentaire

### Aléas

- Remontée d'eau et difficulté pour la mise en œuvre du silo : silo flottant, pompage permanent
- Détection incendie en comble : alerte déclenchée par la fibre de bois mis en œuvre par soufflage

### Evolution par rapport à la conception

- Impact économique de la laine de bois en façade ( +200k€) : recours à laine de roche.
- Menuiseries aluminium du gymnase en bois/aluminium à a place de menuiserie en aluminium

### Maintien de la propreté

- Site occupé
- Sensibilisation, rappel

### Suivi des indicateurs environnementaux

- Difficultés pour recueillir les consommations d'eau, d'électricité, avoir une quantification représentative
- Quantification déchets



# Le Chantier/ La Construction

## Bonnes pratiques

### Anticipation de la maintenance

- Démonstration demandée à l'entreprise : changement de filtres d'une CTA en plafond pour assurer la faisabilité de l'opération en temps raisonnable

### Optimisation des délais/coûts de chantier :

- 70% des travaux réalisés entre avril et septembre 2018
- Evolution de planning et adaptation des entreprises : libération de zone, mutualisation des moyens matériels entre entreprises.
- Impact sur les consommations du chantier car la majorité des travaux est réalisée sur une durée plus courte.
  - Amélioration du confort plus rapidement

### Echange avec le lycée

- Réunion de coordination mensuelle avec le lycée : remontée, communication, anticipation, mieux vécu par les utilisateurs
- Echanges avec la filière BTP : Présentation des travaux et visites du chantier. Elève pris en stage par une entreprise travaux

### Insertion sociale

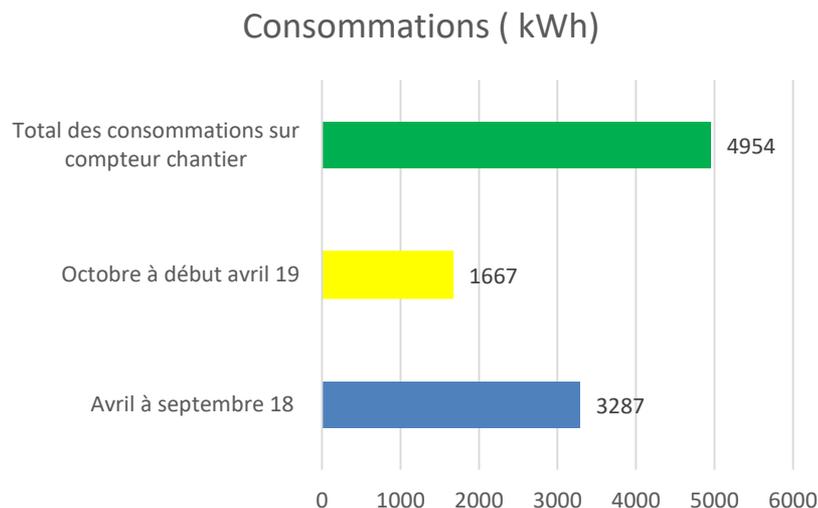
- Objectif dépassé à 149% avec 6239h



# Maitrise des impacts environnementaux du chantier

## Suivi des consommations d'énergie

- Compteur chantier mis en œuvre mais non représentatif de la consommation liée aux travaux : Le chantier est étalé, les équipes se branchent aux prises les plus près dans l'établissement.
- Parti pris de facturer au chantier l'excédent de consommations électriques du lycée par rapport à l'année dernière.
  - Toutefois les consommations du lycée sont déjà inférieures à l'année dernière compte tenu des changements de luminaires plus performants et des travaux réalisés sur un temps plus court.



# Maitrise des impacts environnementaux du chantier

- Relation permanente de la MOE avec le lycée (agent technique du lycée, gestionnaire) pour relever les problèmes liés à l'activité de chantier
- Phasage du chantier pour limiter le bruit en période d'occupation mais le « 0 » gêne est compliqué.  
Pas de plainte nécessitant un arrêt ponctuel
- Gêne poussière : rappel des consignes de mise en œuvre des isolants avec fibre
- Arrosage voirie lorsque nécessaire : pas de plainte
- Propreté chantier : point sensible, nombreux rappels

# Les Déchets

## Bennes DIB



Benne métaux mutualisé avec le lycée ( atelier)

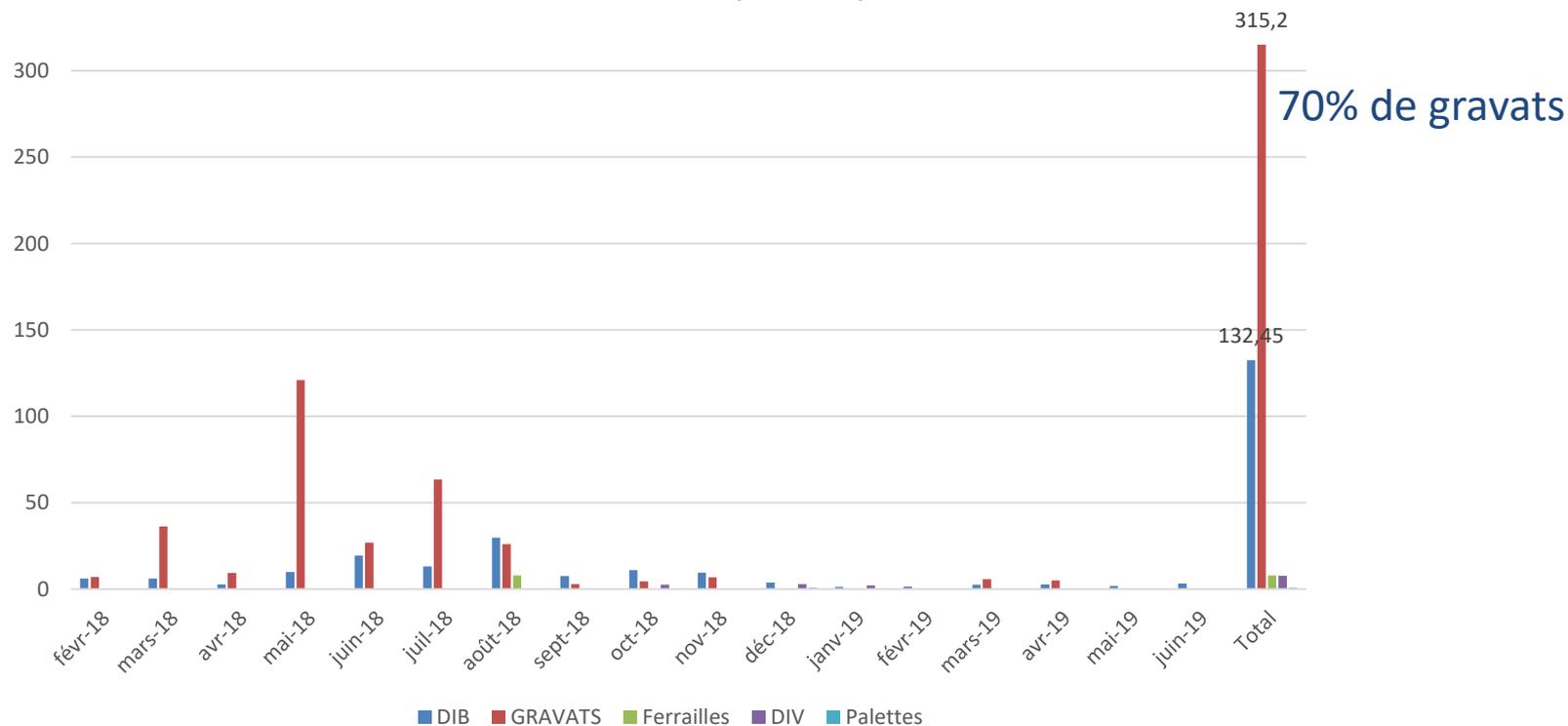
Bac déchets dangereux



Bennes à gravats

# Les Déchets

## Suivi des déchets ( tonnes )



## ATTESTATION DE RECYCLAGE

- Benne métaux pouvant être mutualisée avec le lycée ( déchets des ateliers)
- Luminaires (D3E) recyclés

Je soussigné M. JOUET Yannick, agissant pour le compte de la Société CABUS & RAULOT à Gap, atteste avoir récupéré au quotidien de la part du Lycée Paul Héraud à Gap, des lampes et tubes usagés de différentes puissances afin de les confier à notre partenaire la Société RECYLUM qui se charge de les faire recycler.

Fait pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Gap, le 05/07/2018

# Les différents Tests et étalonnages à la réception

## Test étanchéité à l'air CDI et gymnase

CDI :  $Q_{4Pa-surf} = 0.9 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$  pour une valeur attendue de  $1.7\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$  selon calcul RT réalisé.

Les principales sources de fuites se situent au niveau:

- de l'ensemble des périphéries des bouches d'extractions
- de la porte donnant sur le dégagement S113
- des traversées de plancher par les gaines électriques

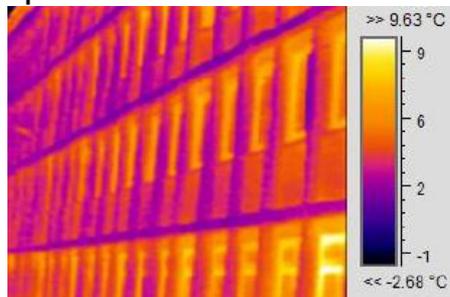


Gymnase :  $Q_{4Pa-surf} = 0.41 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$  pour une valeur attendue de  $1.7\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$  selon calcul RT réalisé.

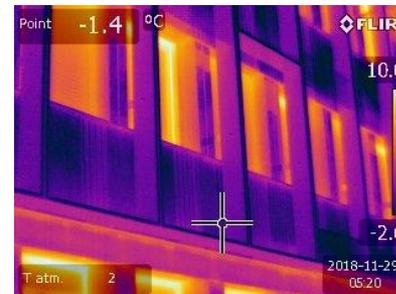
## Test par caméra IR

Qualité de l'isolation plutôt bonne dans l'ensemble

Avant



Après



## Campagne de mesures des débits d'air

Mise en évidence d'un défaut d'équilibrage des réseaux

## Mesure d'éclairage artificiel

Mise en évidence du sur-éclairage dans les circulations et quelques classes :

réduction par retrait de luminaires et mis à profit dans des chambres d'internat ne faisant pas l'objet de relamping

# A suivre en fonctionnement

**Sensibilisation** des utilisateurs prévue pour expliquer le fonctionnement du bâtiment

**Réception** finale de la chaufferie début novembre 2019 ( essai en chauffe) et réception de la GTB à venir

**Contrat de maintenance** en cours

**Suivi de la performance du bâtiment** sur 3 ans par la MOE et l'AMO QE :

- Suivi des consommations et factures d'énergie
- Suivi des consommations et factures d'eau
- Suivi des niveaux de températures dans des locaux représentatifs à l'aide d'enregistreurs de températures,
- Mesures des débits d'air et CO2
- Analyse des dérives de fonctionnement
- Evaluation des aspects de confort par l'intermédiaire d'un questionnaire à l'intention des utilisateurs
- Point spécifique sur la détection incendie lié à la fibre de bois en comble

# Qualité de chantier et intelligence

**Optimisation des délais et des couts , 70% des travaux en 6 mois:** réactivité et coopération des entreprises

**Travaux en site occupé bien gérés dans l'ensemble :** bonne gestion notamment des flux (point délicat des flux chantier et des flux liés à l'activité mécanique, conduite de PL du lycée)

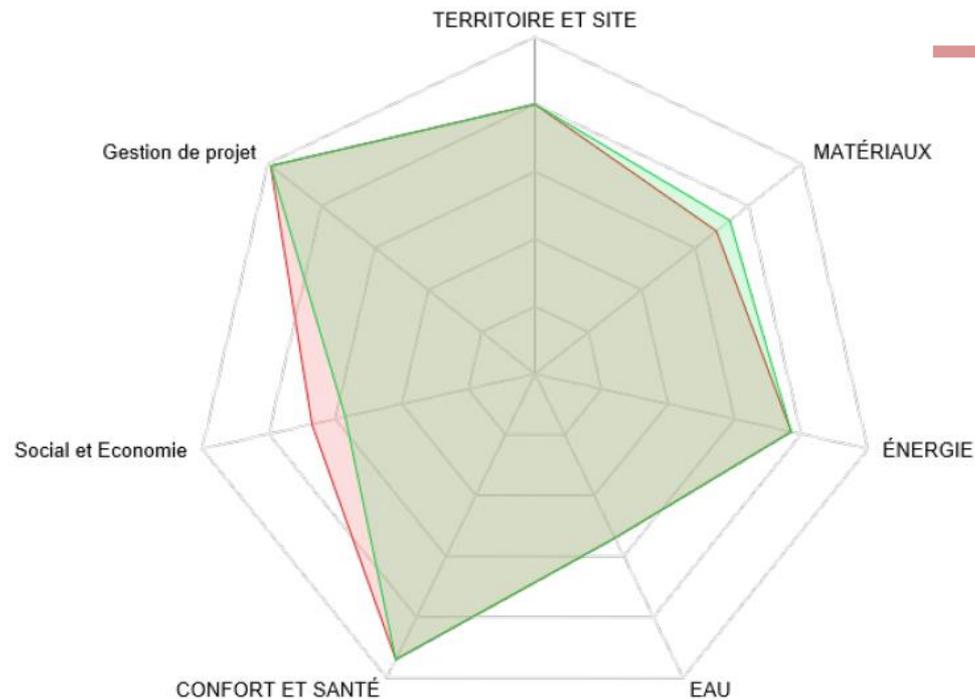
**Relation MOA, MOE avec l'établissement :** point important pour le bon déroulement des travaux

**Optimisation de l'éclairage artificiel mis à profit dans les locaux ou le relamping n'était pas prévu**

**Mobilisation pas toujours facile pour respecter les consignes de chantier propre**

**Suivi des indicateurs environnementaux pas évident (cas des consommations d'énergie, des moyens mutualisés avec le lycée)**

# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



— Réalisation  
— Conception

# Points bonus/innovation à valider par la commission



- Solar Wall : Dispositif peu fréquent, le lycée servira de référence

# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

Région



MOA

Provence-Alpes-Côte d'Azur



Provence-Alpes-Côte d'Azur

MOA déléguée



inddigo

AMO HQE



SOCOTEC

Contrôleur Technique  
CSPS

## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES



Architecte



BET  
fluide/thermique/structure



BET acoustique



Economiste

# Les acteurs du projet

**GROS ŒUVRE**

**THOMET**

**VRD AMENAGEMENTS  
EXTERIEURS**

**QUEYRAS TP**

**CHAUFFAGE / VENTILATION /  
PLOMBERIE / CHAUDIERE  
BOIS**

**AILLAUD FRERES**

**ELECTRICITE COURANTS  
FORTS ET FAIBLES**

**ALPMEDELEC**

**ELECTRICITE COURANTS  
FORTS ET FAIBLES**

**INEO GAP**

**ASCENSEUR**

**ACAF GAP**

**CLOISONS / DOUBLAGES /  
PLAFONDS**

**PNR**

**REVETEMENTS DE SOLS**

**CAVEGLIA &  
MARCHETTO**

**MENUISERIES EXTERIEURES /  
SERRURERIE**

**ALPES PROVENCE  
MENUISERIES**

**MENUISERIES BOIS  
EXTERIEURES / INTERIEURES  
ET AGENCEMENTS**

**MENUISERIE DE LA  
TOUR**

**MENUISERIES INTERIEURES  
BOIS / AGENCEMENT**

**MC MENUISERIE**

**DEMENAGEMENTS**

**MARCELLIN & CIE**

# Les acteurs du projet

