

Rénovation énergétique du lycée Paul Héraud à Gap



Accord-cadre Etat-Région-ADEME 2007-2013



Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



**Maître
d'Ouvrage**

Région PACA

MOA déléguée

AERA

Architecte

Romain Jamot
Architectes

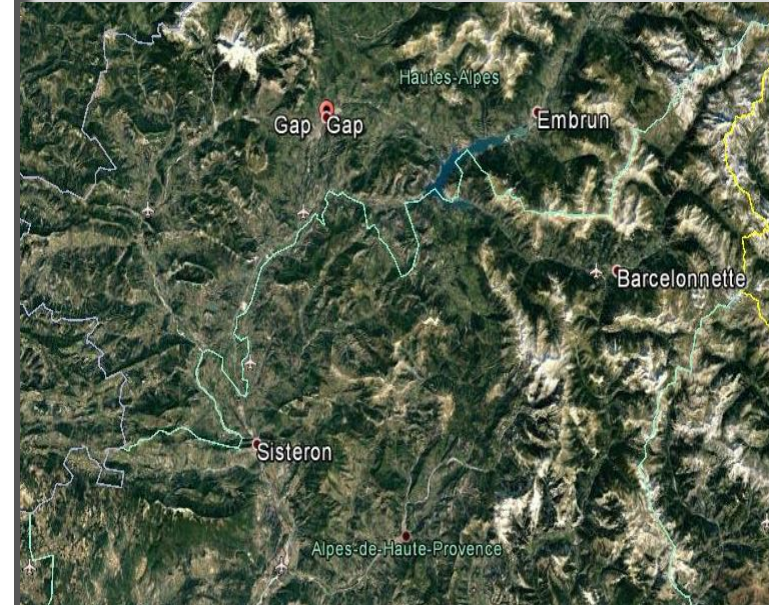
BE Technique

Synapse

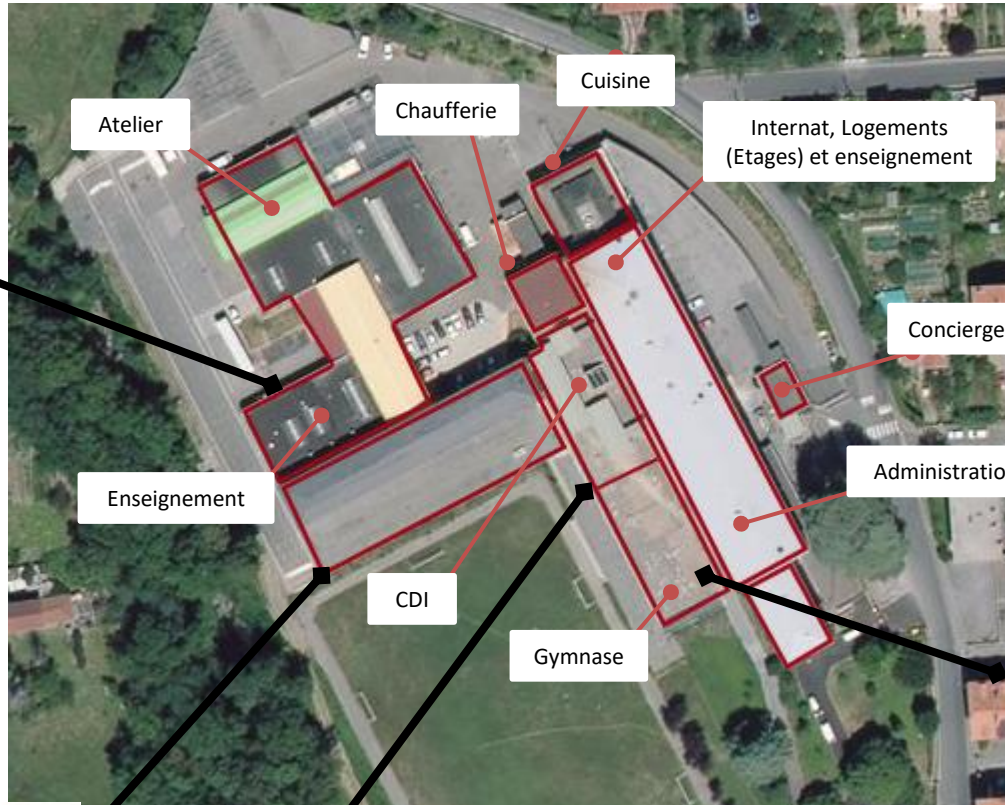
AMO QEB

Inddigo

- 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



Bâtiment A en R+3,
façade sud ouest
Cour



Bâtiment B, en R+2 , façade sud est

Bâtiment 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)



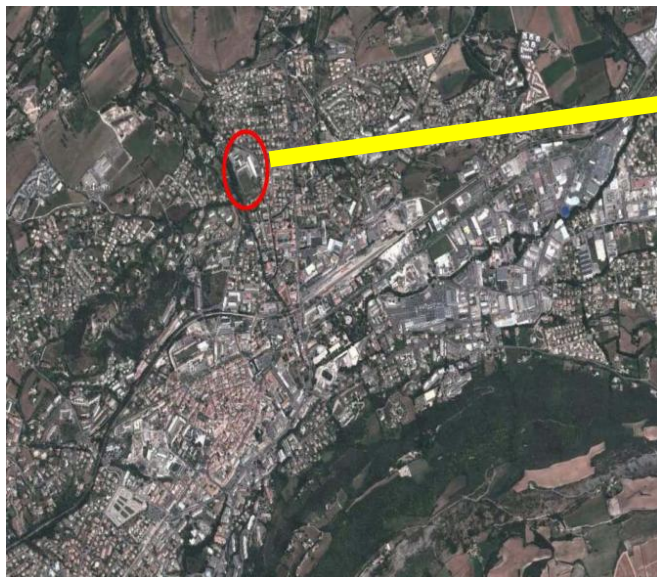
Enjeu Confort et santé

- 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

Vue satellite

Site au nord du centre ville , zone résidentielle



Le terrain et son voisinage

→ 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



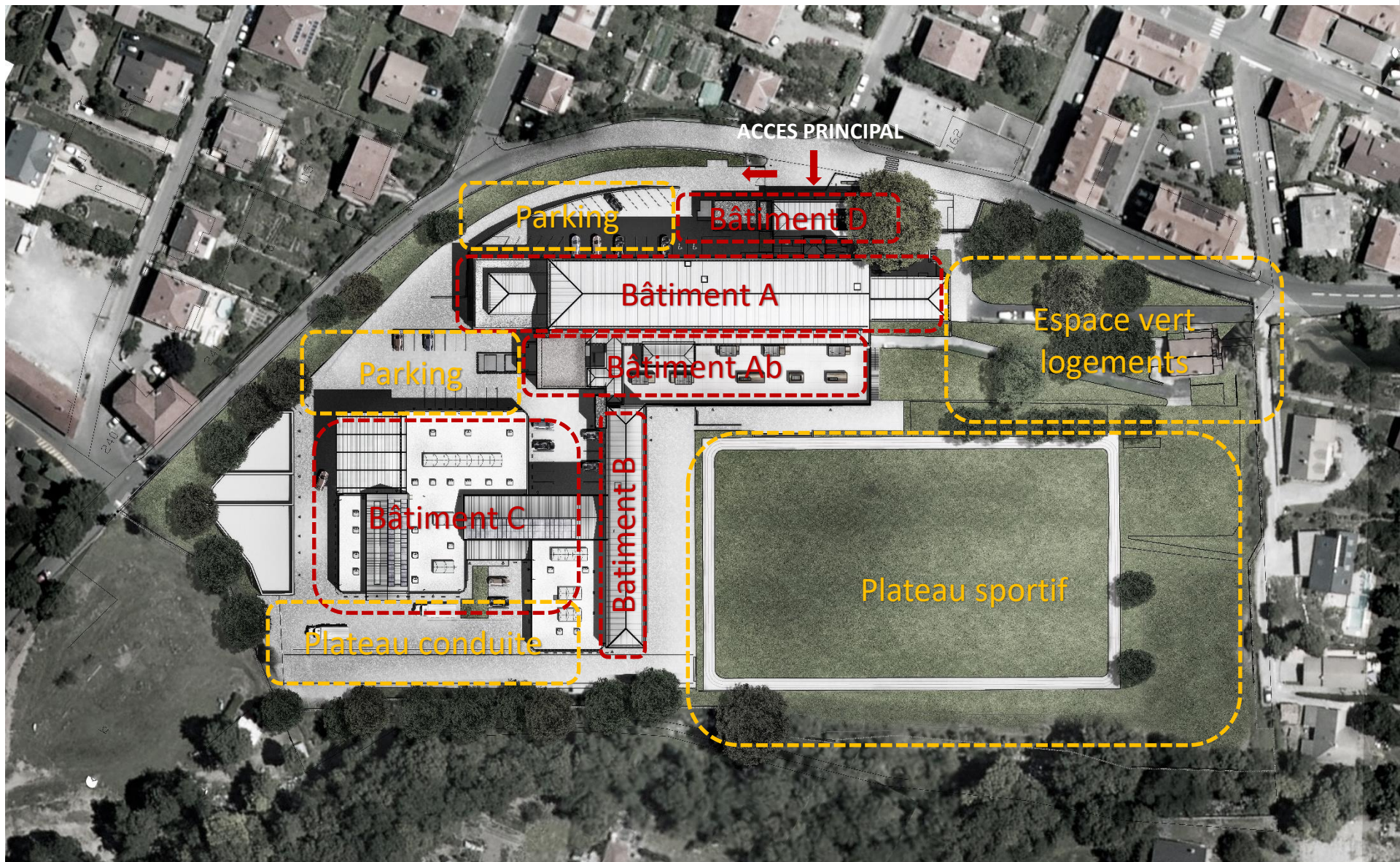
- Pas de cheminement piétonnier particulier, l'accès piéton se fait par le trottoir de la rue
- Le stationnement public est réduit à l'entrée du site
- Le lycée est desservi par les lignes de bus 1 et 7, arrêt Rochasson, à 150 m de l'entrée du lycée.
- Une aire deux roues est située à l'entrée du site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



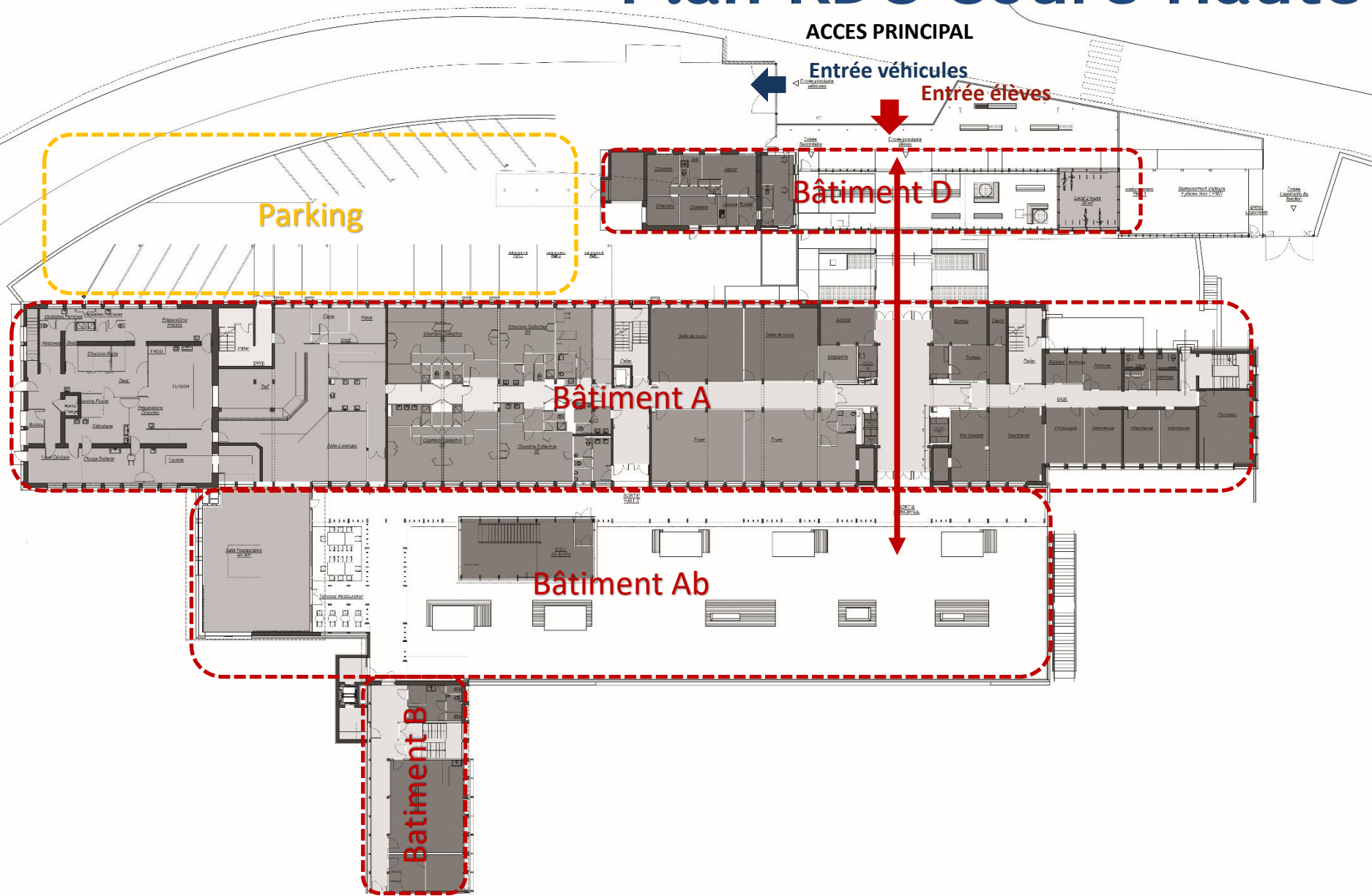
Plan masse



Plan masse



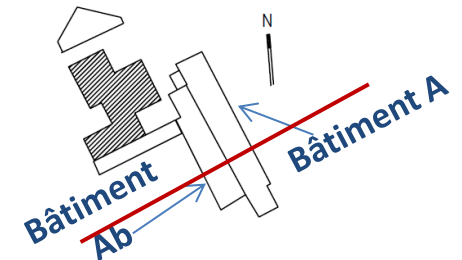
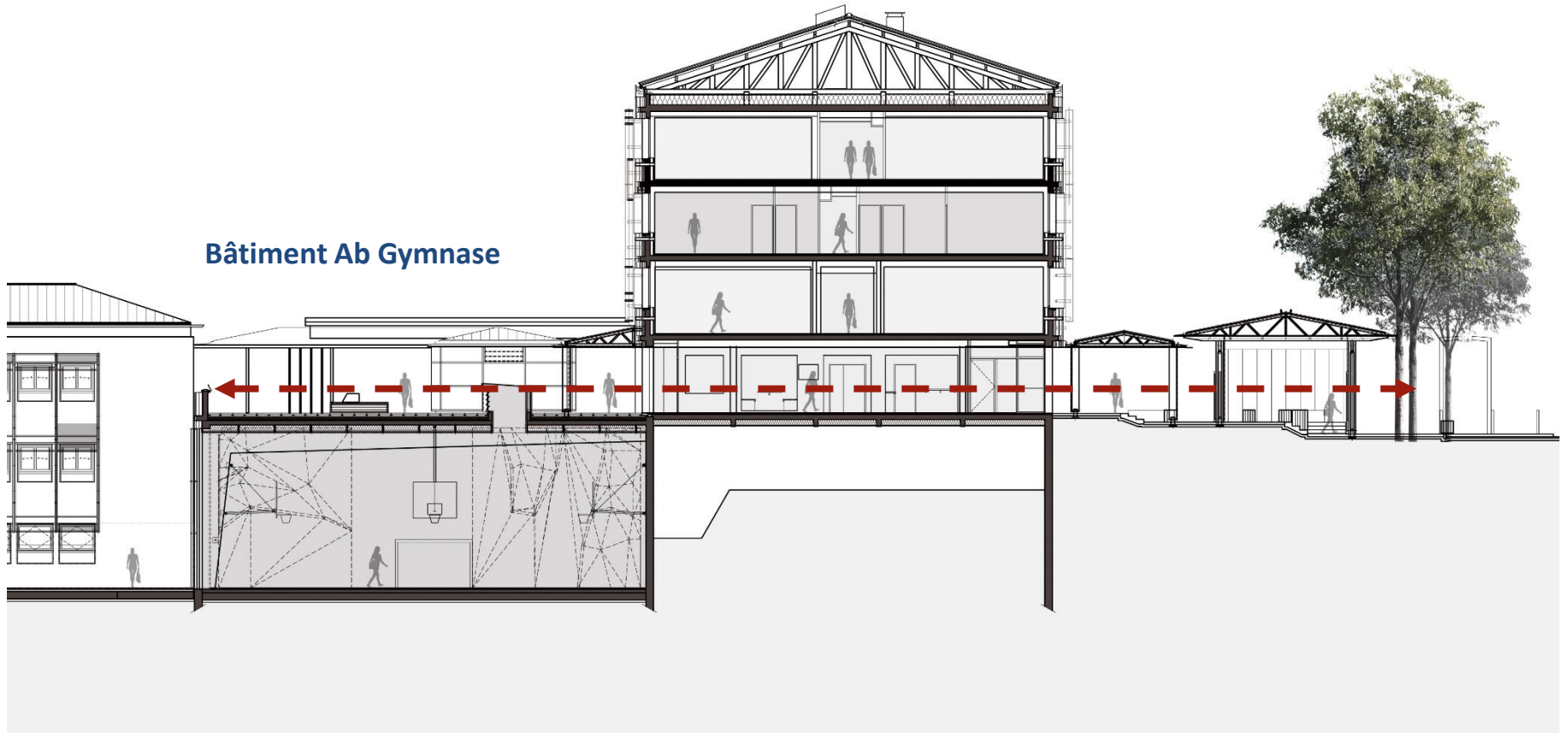
Plan RDC Courre Haute



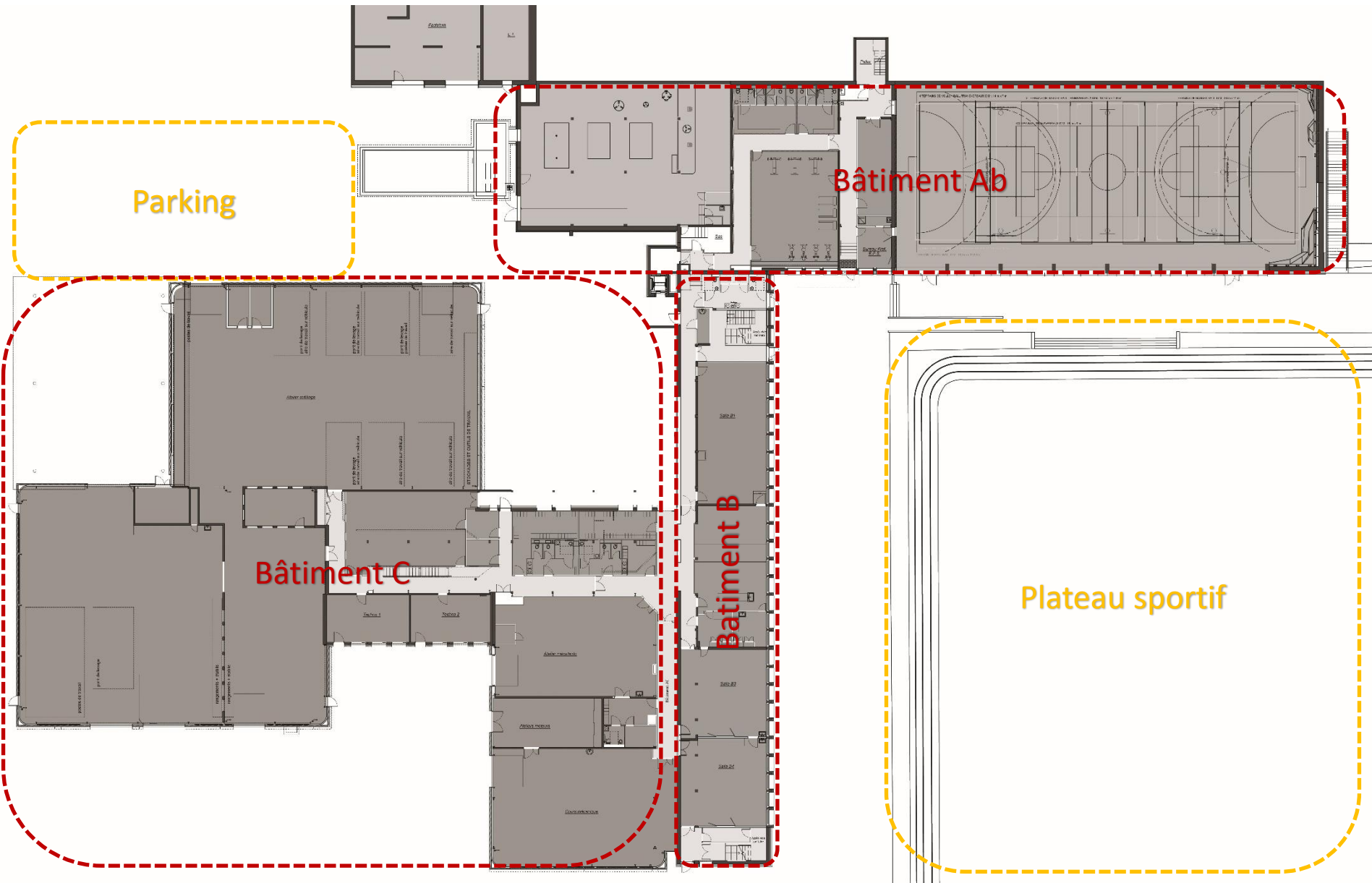
Coupes

Bâtiment A

Bâtiment Ab Gymnase



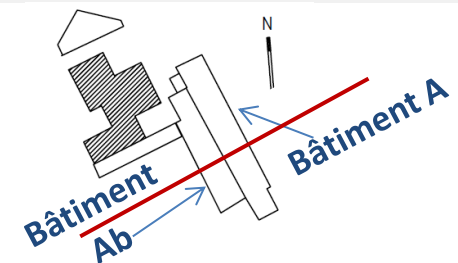
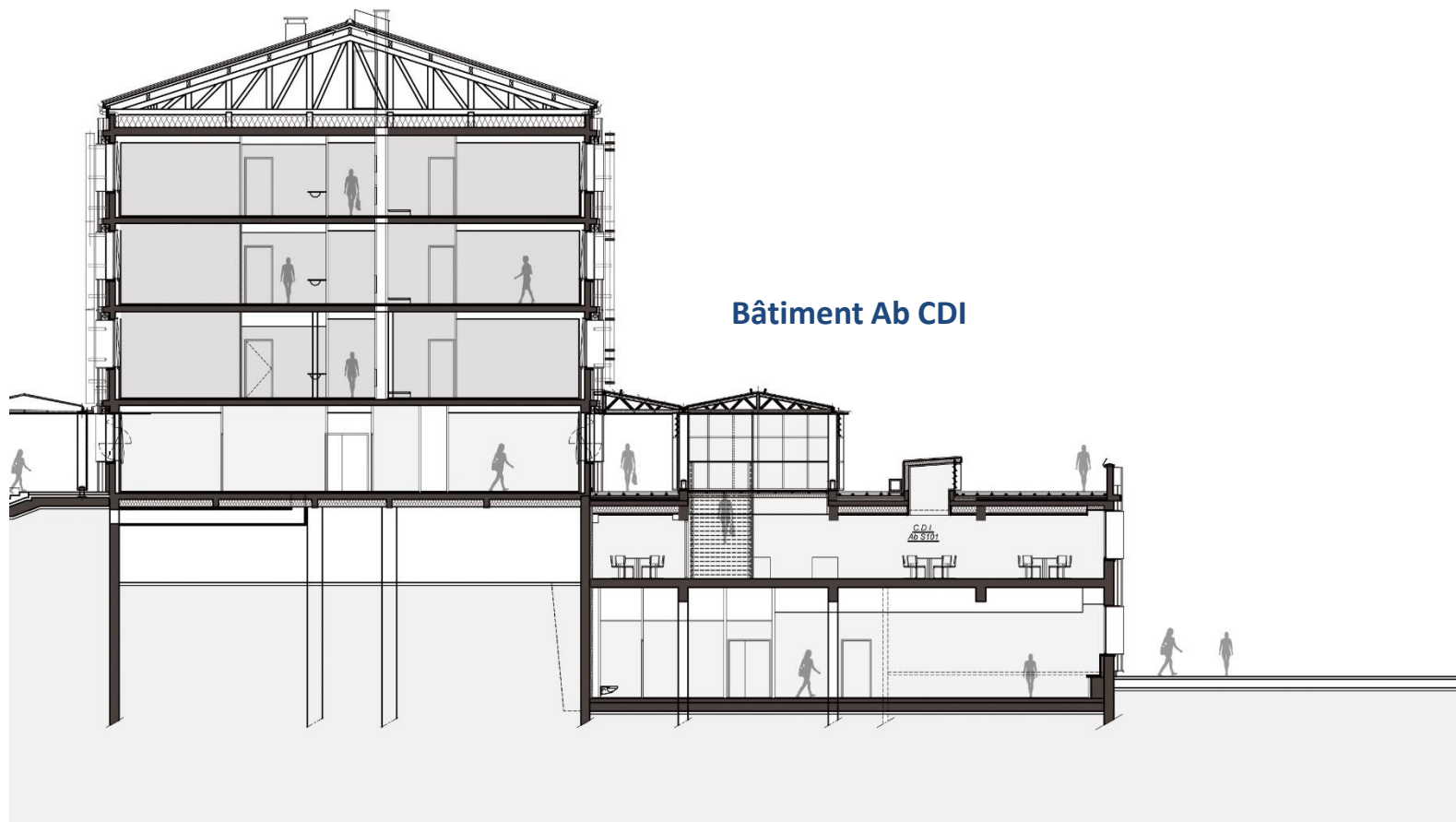
Plan RDJ Courre basse



Coupes

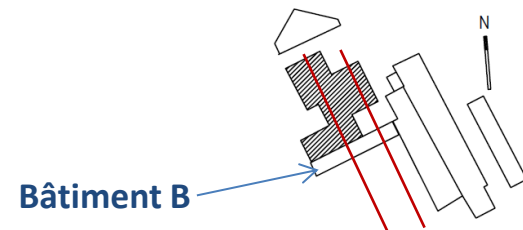
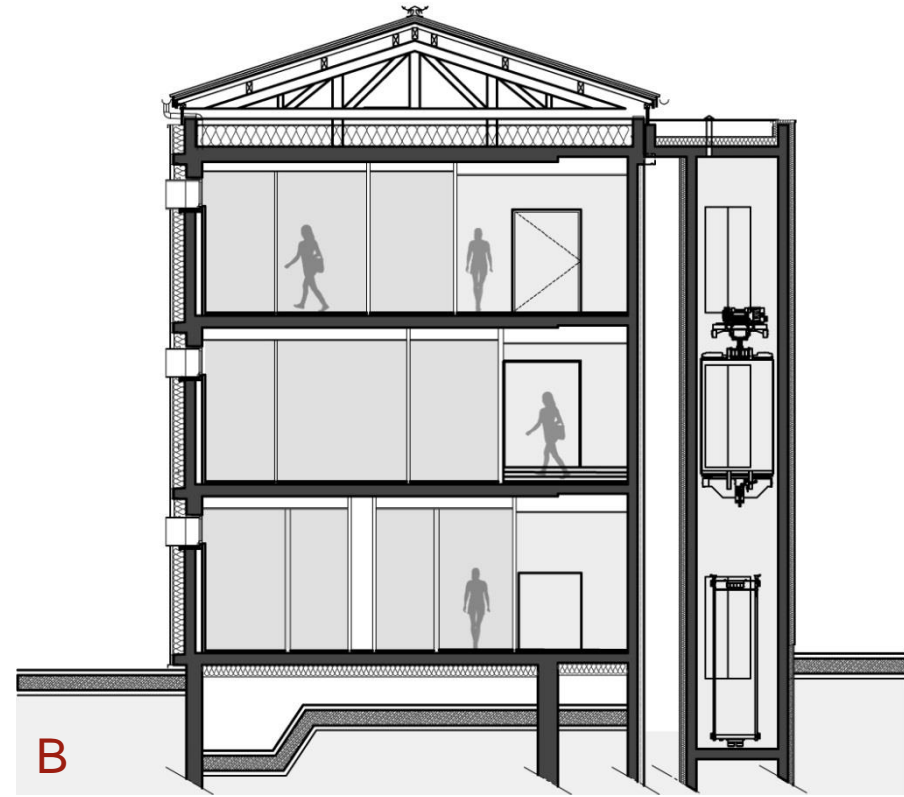
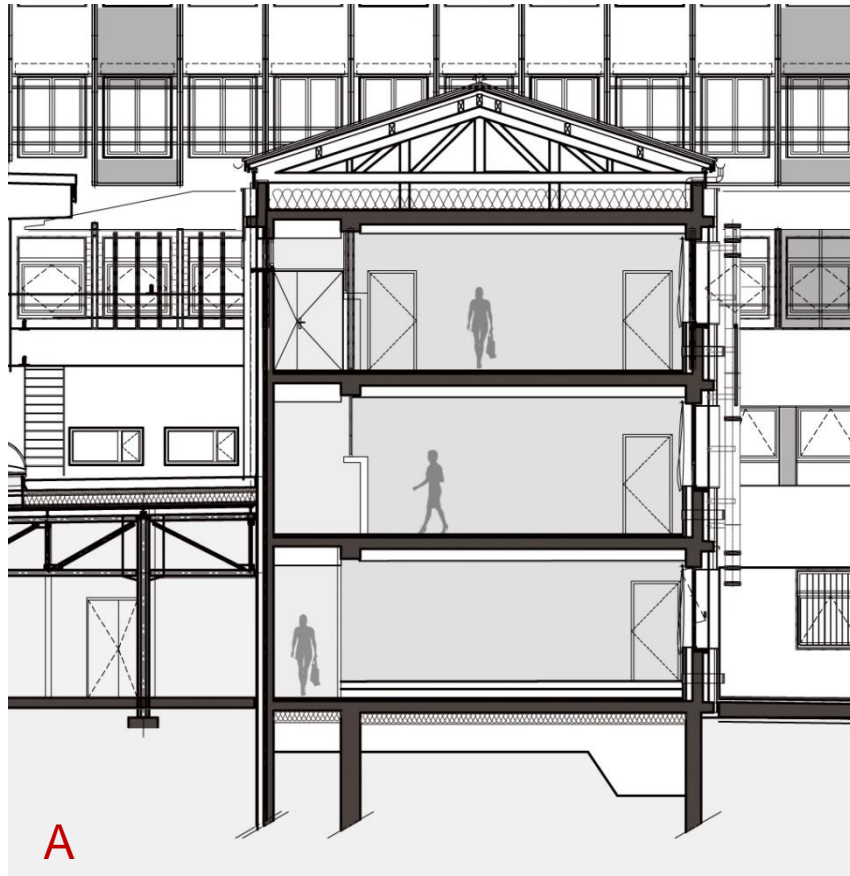
Bâtiment A

Bâtiment Ab CDI



Coupes

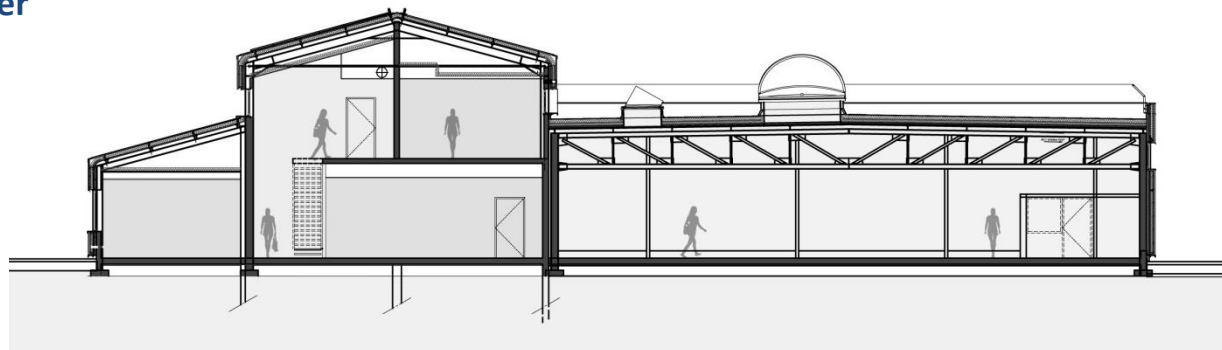
Bâtiment B



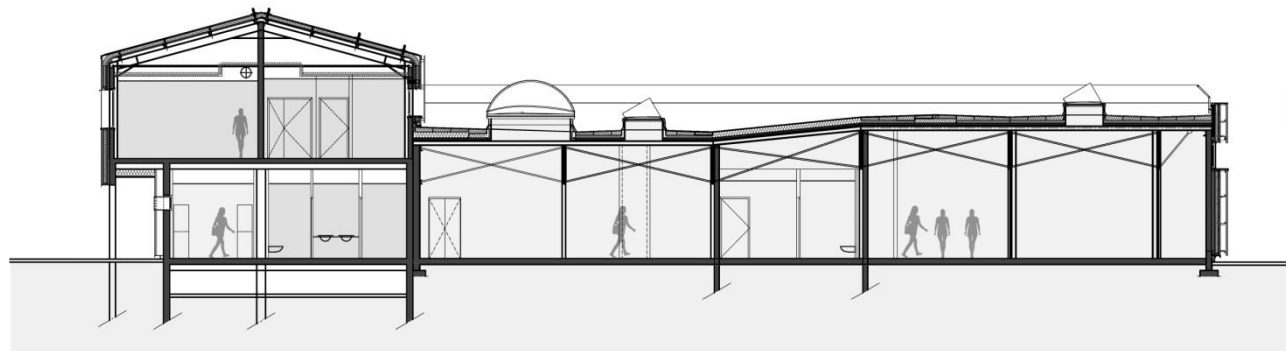
Atelier

Coupes

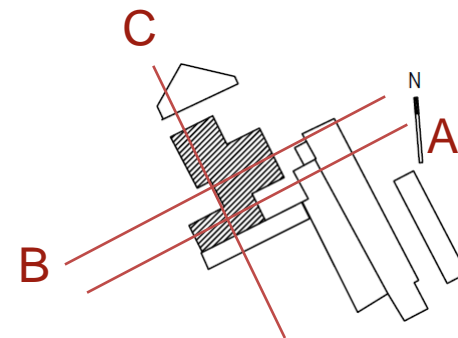
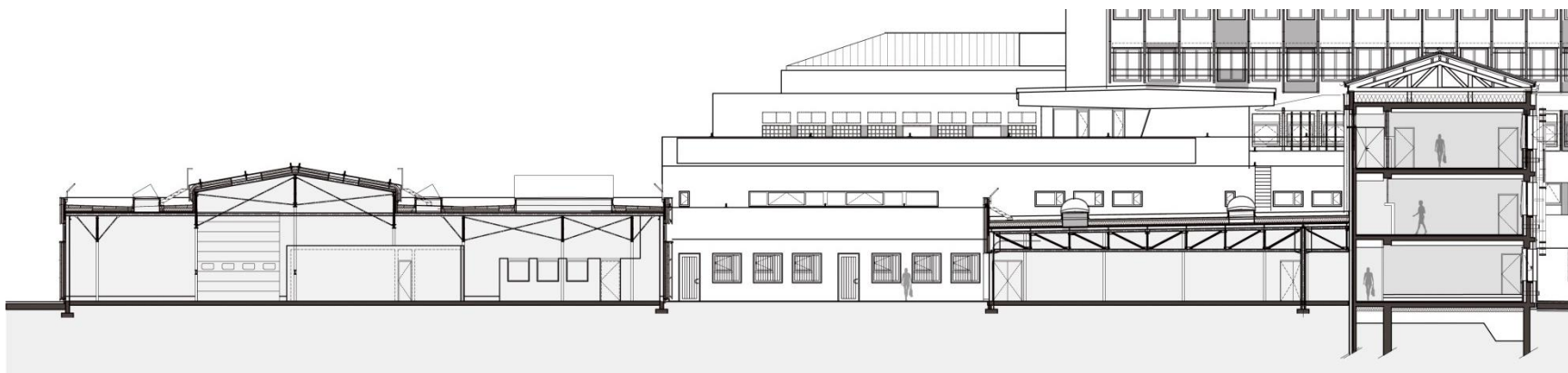
A



B



C



Façade nord est Bâtiment A



Façade Nord Est - Bâtiment A



Façades

Façade sud ouest Bâtiment A



Protections solaires
horizontales et verticales

Façade sud ouest Bâtiment Ab (gymnase)

Façades



Façades

Façade sud est Bâtiment B



**Protections solaires
horizontales**

Façade Nord Ouest et Sud Ouest – Ateliers Bâtiment C
Façade Nord Ouest du Bâtiment B

Façades



Façade Nord Ouest et Nord Est – Ateliers Batiment C

Façades



Fiche d'identité

Typologie

- Enseignement

Surface

- 12885 m² SHON RT

Altitude

- 790m

Zone clim.

- H1

Classement
bruit

- BR 3
- CATEGORIE CE2

Ubat
(W/m².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 kWh/m², Gain de 41%
- Bât. Ab Cep projet = 36,4 kWh/m², Gain de 63%
- Bât. B Cep projet = 58 kWh/m², Gain de 51%
- Bât. C Cep projet = Cep projet = 59 kWh/m², Gain de 56,6 %

Production locale
d'électricité

- Production PV
- 188m², 39kWc, 49MWh/an
- Autoconsommation : couverture de 15%

Planning travaux
Délai

- 20 mois, démarrage janvier 2018

Budget
prévisionnel

- Budget prévisionnel travaux HT : 6,8 M€HT

Le projet au travers des thèmes BDM

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

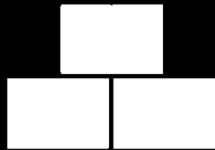


CONFORT ET SANTE

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Gestion de projet

- Intégration de la démarche BDM dès la phase de programmation
- Concertation avec les usagers et l'agent technique basé sur le lycée (retour des problématiques d'inconfort thermique, d'éblouissement, ...)
Contacts avec les acteurs locaux en phase conception : filières bois, l'ONF...
- **Réflexion , étude de différents scénarios pour améliorer le confort mi saison, la ventilation : important travail itératif IMPORTANT**
- Implication de la MOE sur le suivi en phase exploitation sur 3 ans (réunion semestrielle après la GPA)
- Mise en conformité de l'accessibilité ; Evolution du projet aussi avec la mise en conformité globale du système SSI avec réalisation d'un SSS au cours de la conception

Gestion de projet : nombreux scénarios et travail itératif

Façade Moucharabieh

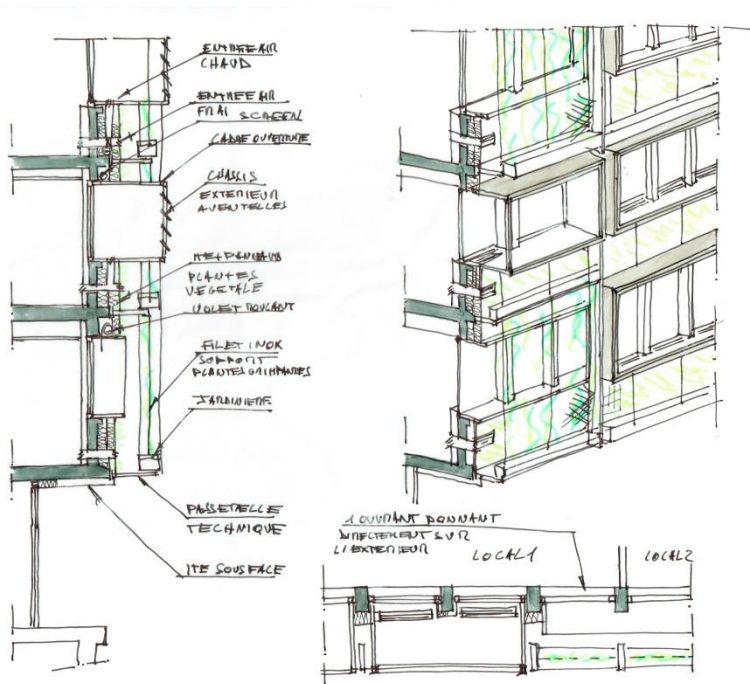


Façade BSO verticaux



Gestion de projet : nombreux scénarios et travail itératif

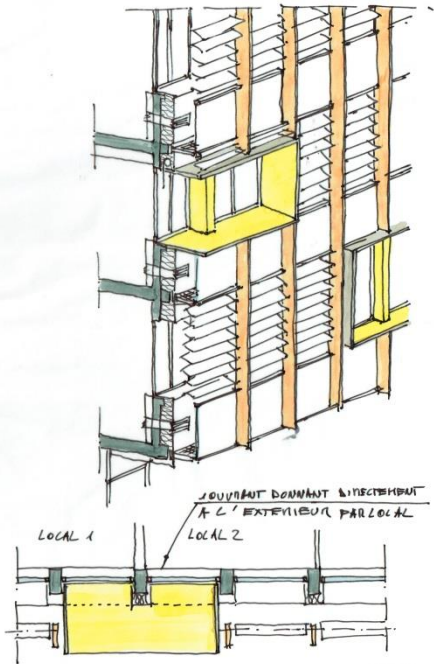
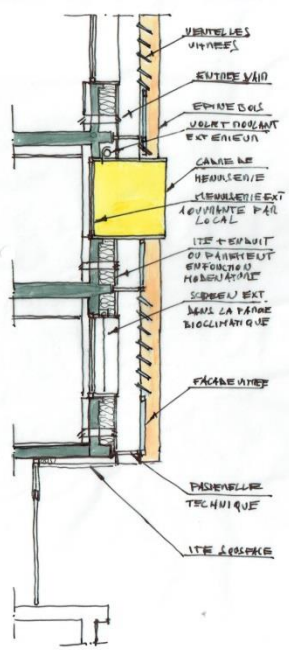
Façade végétale



LPA GAP
SCENARIO 3
FAÇADE VÉGÉTALE

ITE + CASSETTES VÉGÉTALES
+ CHASSIS VITRES DOUBLE
PANNES POUR CHAUFFER
L'AIR : BYPASS





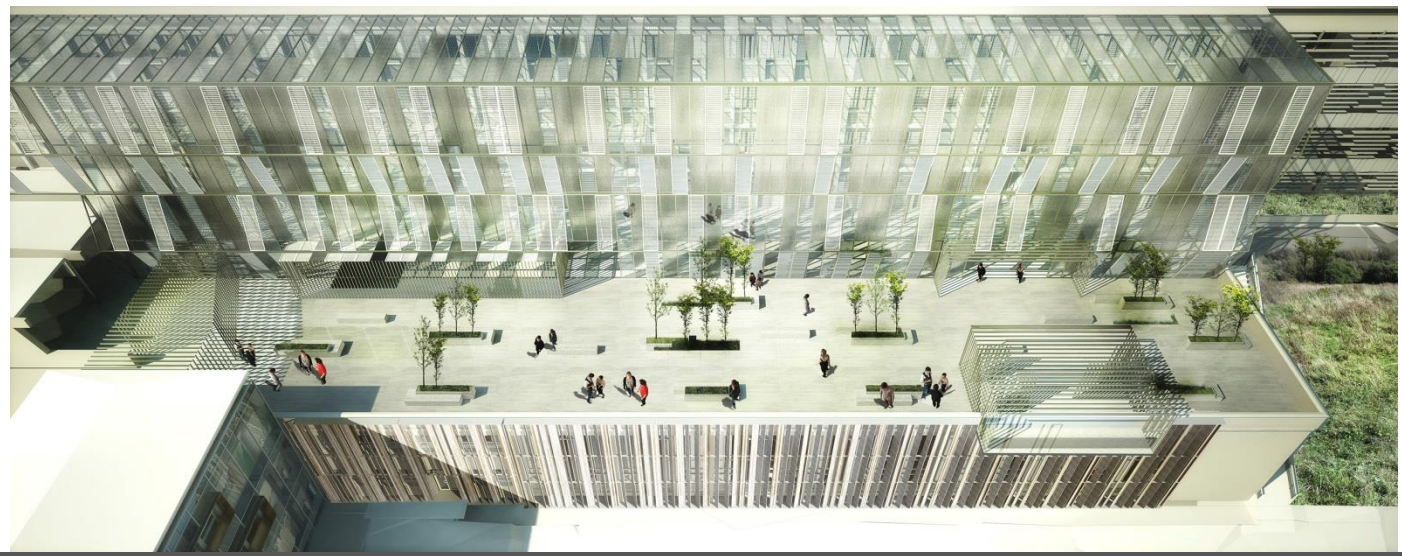
LPA GAP
SCENARIO 2
FACADE BIOLIMATIQUE
BAT AA + AB
INTERNAT + LOCAUX
ENSEIGNEMENT

ITE + ENVOIT OUVRENT
+ PARE VITRE +
ACCES VITRE AVEC
CANAL DEVANT
SUR L'EXTERIEUR
PAR LOCAL

DIAG AAA_S2_FME

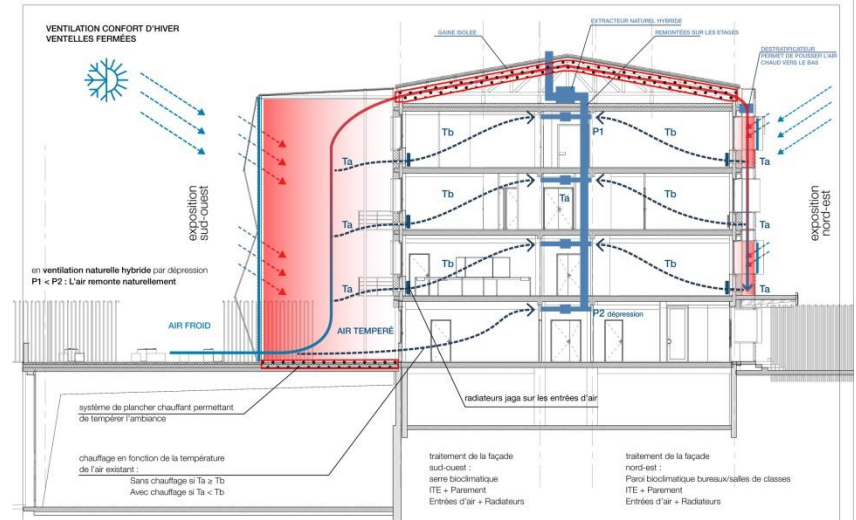
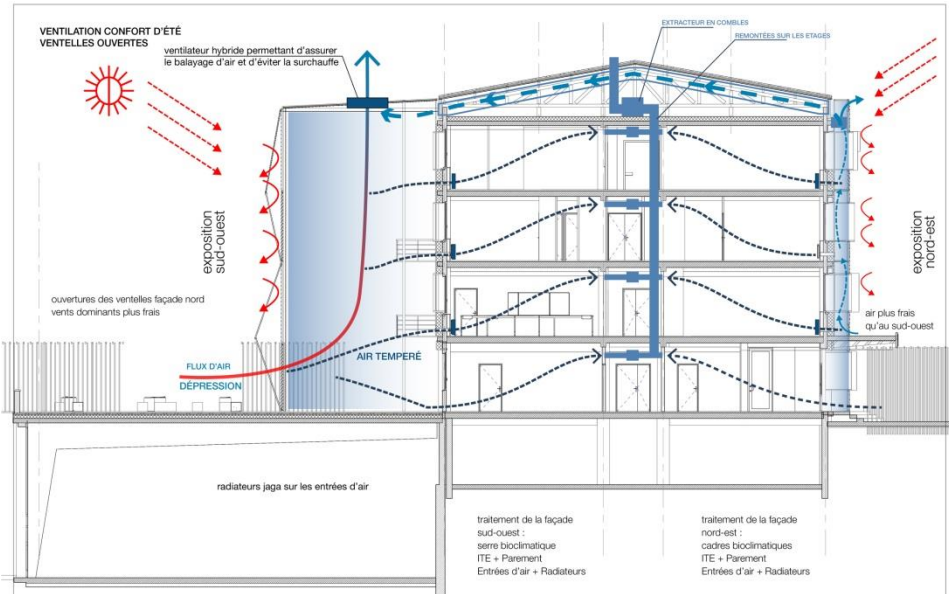
Scénarios et travail itératif

Façade bioclimatique



Scénarios, travail itératif...

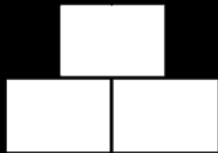
La serre



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Social et économie

Contribution à l'économie locale

- Choix de la chaudière et de son approvisionnement en bois énergie local, bois des Alpes pour le bois de construction
- Main d'œuvre en réinsertion en phase chantier

Action pédagogique

- Mobilisation des élèves dans le cadre du **P3E** (Plan d'Economies d'Energie et d'Eau) et du **projet européen Emilie** (CAP ENERGIES)

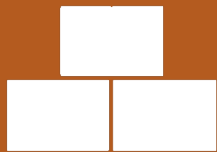
Dynamique du lycée

- Internat mis à disposition l'été pour le festival université du saxophone + festival du folklore
- Gymnase : convention avec le collège Mauzan, utilisation tous les lundi matin
- Ateliers + salles de classes associées : convention avec le centre de formation DAF Conseil. Plusieurs sessions de 2 jours réparties sur l'année , 10 jours par an au total pendant les vacances et les périodes scolaires
- Plateau de conduite : centre de gestion territorial pour la formation à la conduite car la piste est homologuée pour les poids lourds

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

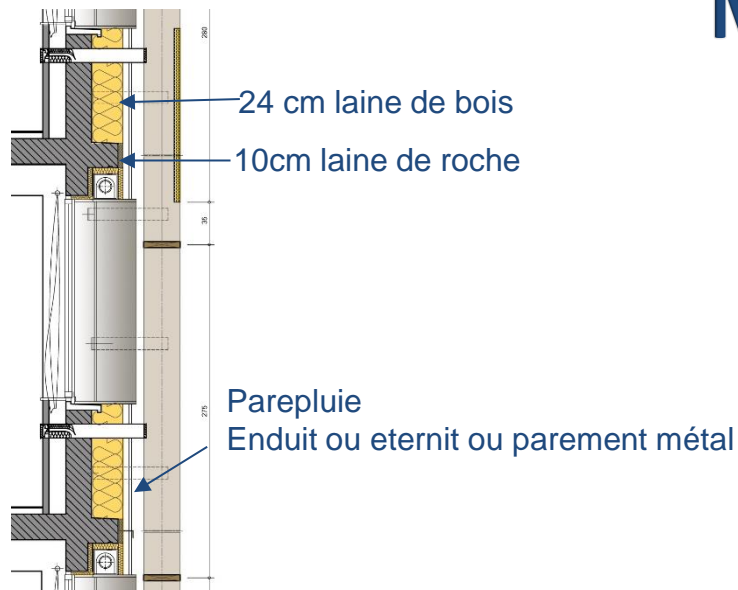


CONFORT ET SANTE

MURS EXTERIEURS en ITE

Bâtiments A, Ab et B

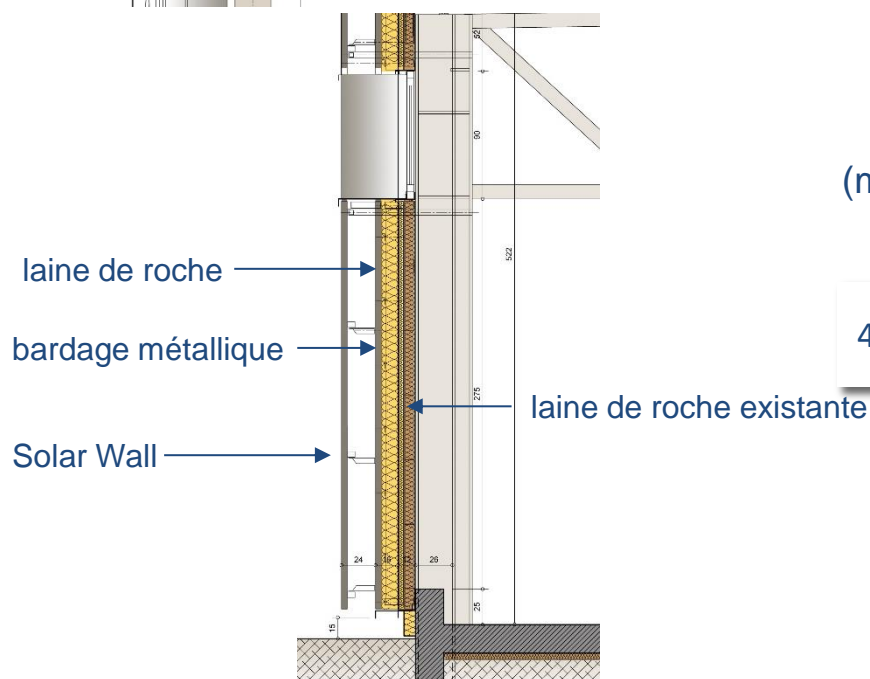
- Doublage intérieur brique (6 cm)
- lame d'air
- Agglo Béton enduit (16 cm)
- ITE



Matériaux

R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
6,2	0,16

Ateliers (façade rapportée)



R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
4,75	0,21

Matériaux

TOITURE

Bâtiments A et B



R
(m².K/W)

8

U
(W/m².K)

0,12

Toiture CDI, Restaurant et gymnase

Isolant extérieur 5 cm
Béton armé 20 cm
Isolant fibres de bois 21 cm +
Laine de roche 4 cm

8

0,12

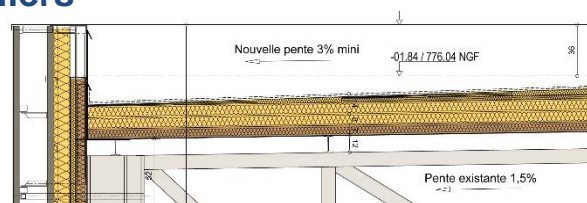
Toiture Cuisine

Bac acier
Complément Laine de roche, 30 cm

8

0,12

Ateliers



Laine de roche 6 cm + PSE penté
(lambda ép. variable – R≥5,55 m².K/W)

7

0,14

Matériaux

Plancher

Plancher bas sur Vide sanitaire ou LNC

- Béton armé 20 cm
- Panneaux de fibres de bois 24 cm

R
(m².K/W)

5,71

U
(W/m².K)

0,17

Choix de matériaux à faibles impacts environnemental et sanitaire



Bois : charpente, faux plafonds,
menuiseries intérieures, brise soleil

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

CHAUFFAGE



- Mixte Bois (360 kW) Gaz (2 x 370 kW)
- Radiateurs MT équipés de robinets thermostatiques : 42 W/m²
- 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 W/m²

ECLAIRAGE



- Puissance installée 4 W/m² (bureaux, classes), 6 W/m² (autres locaux), 6,5W/m² (gymnase)
- 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 dans

Energie

REFROIDISSEMENT



- Pas de refroidissement

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 ne compte du confort**
- Ventilation simple flux internat (existant) et gymnase

ECS



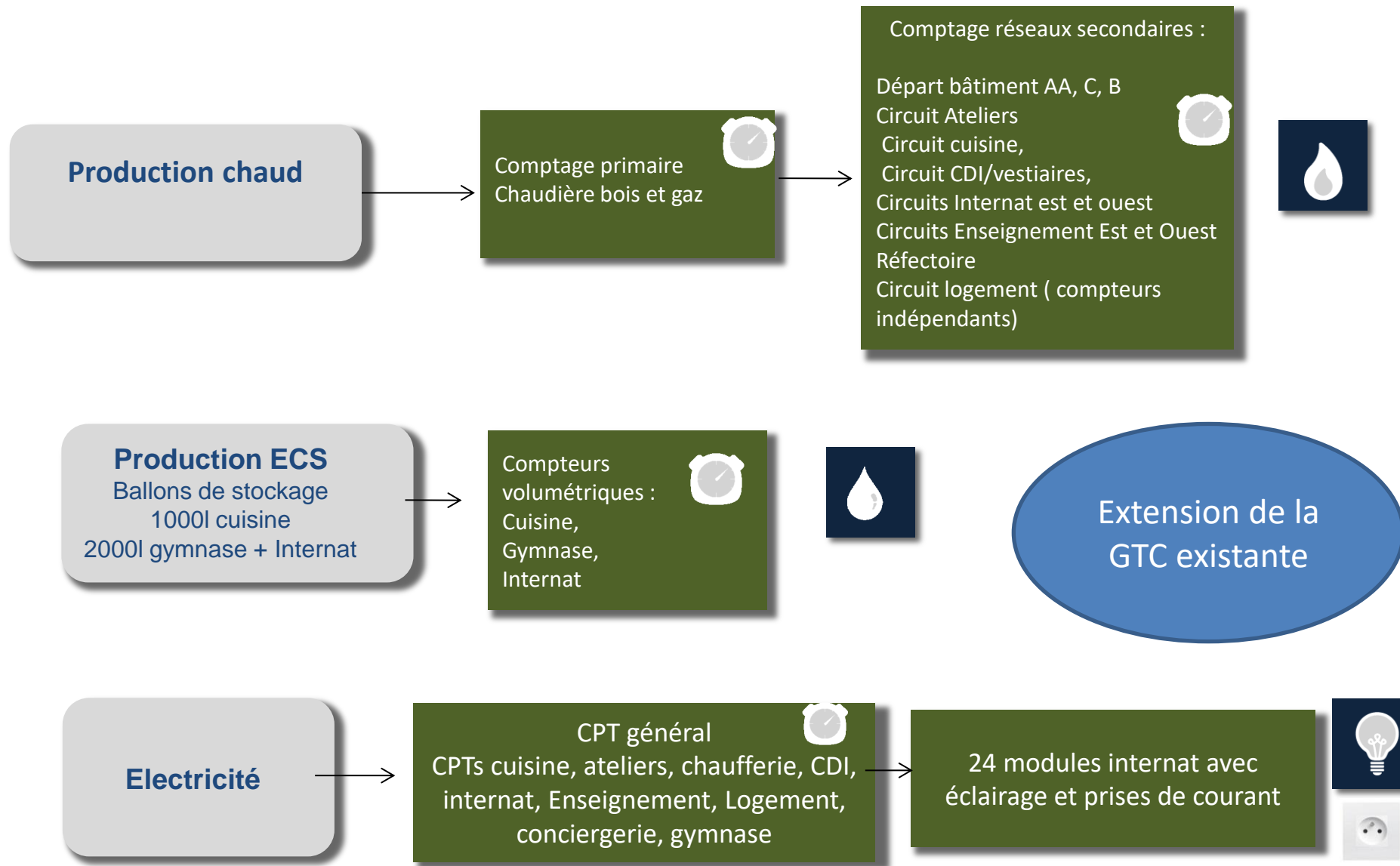
- Chaudière mixte bois/gaz + CE électrique pour sanitaires isolés

PRODUCTION D'ENERGIE

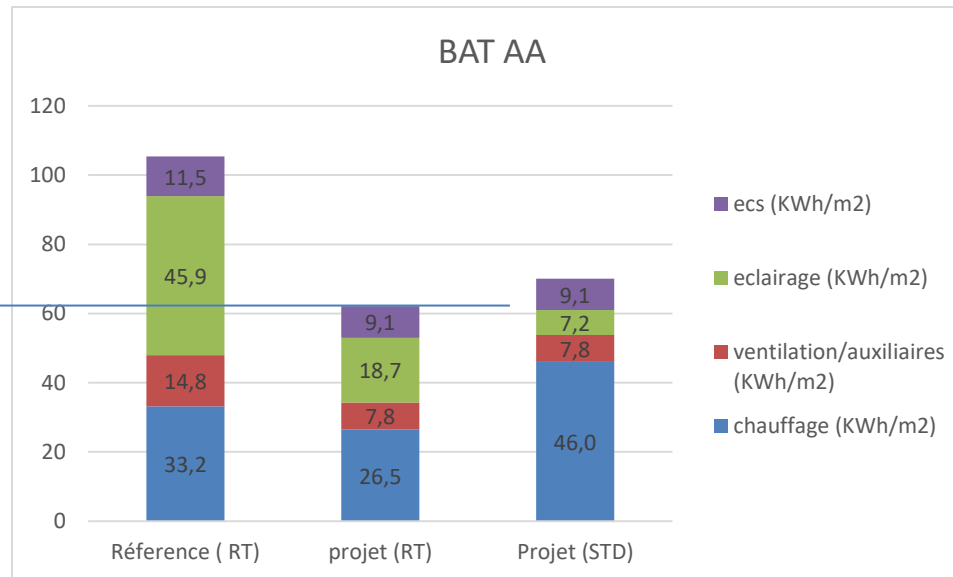


188m² de PV , 39kWc, Production de 50MWh/an
Autoconsommation : couverture de 16%

• Les systèmes de comptage



- Répartition de la consommation en énergie primaire en kWh_{ep}/m² shon.an

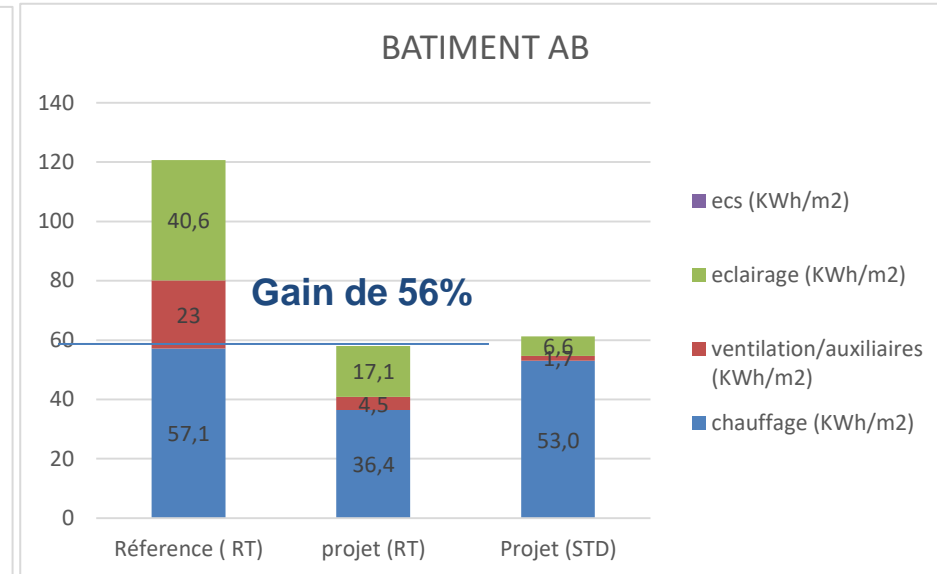
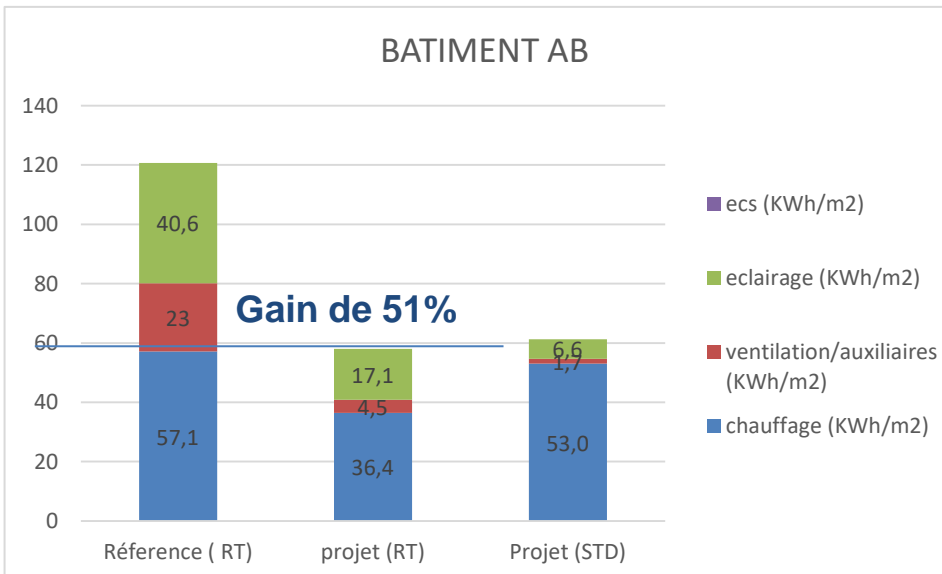


Gain de 41%

Objectif BBC
rénovation - 40%

Bâtiment AA	Conventionnel	Prévisionnel
5 usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	62	70
Tout usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	87	95

- Répartition de la consommation en énergie primaire en kWh_{ep}/m² shon.an



Bâtiment AB	Conventionnel	Prévisionnel
5 usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	58	61,3
Tout usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	83	86,3

Bâtiment AC	Conventionnel	Prévisionnel
5 usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	58,9	65,3
Tout usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	88,9	95,3

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Equipements hydro-économiques

- Appareils hydro-économiques :
 - Internat et vestiaires : chasses d'eau double débit 3/6l, lavabo mitigeurs temporisés avec débit éco pré-réglé à 4l/min, douche robinetterie avec butée éco réglable séparément ou limiteur de débit : 7,5 l/min, mitigeurs thermostatiques avec froid en position centrale, réducteurs de pression ...
- Végétalisation :
 - L'eau servant à l'arrosage des zones végétalisées est issue d'un système de puisage sur le canal des moulins. Dans le cadre de l'opération, il est prévu la mise en place d'un compteur pour quantifier les quantités d'eau gratuite utilisées.
- Compteur eau:
 - Compteur générale du lycée
 - Compteur ECS cuisine
 - Compteur ECS réseau internat et gymnase
 - Compteur appoint d'eau de chauffage
 - Compteur eau de récupération du canal (pour l'arrosage)

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



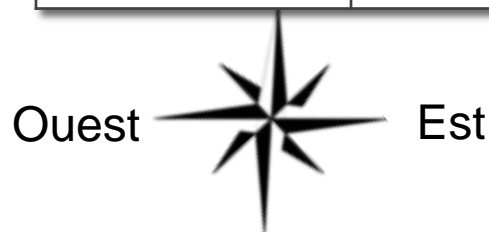
CONFORT ET SANTE

Confort et Santé : baies

Menuiseries	Composition
Type de menuiseries	<ul style="list-style-type: none"> Les menuiseries existantes sont conservées. <p>Vitrages ($U_w = 2,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $S_w = 0.45$, $TI \text{ global} = 0.42$)</p> <ul style="list-style-type: none"> Les menuiseries existantes du gymnase et du restaurant seront remplacées. <p>Vitrages remplacés ($U_w = 1,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $S_w = 0.45$, $TI \text{ global} = 0.42$)</p>

Surface en m ²	
A – 21	6,5%
B – 25	4,8
C – 38	16,5

Surface en m ²	
A – 764	35,6%
B – 67	36,4
C – 92	4,3
	23,6

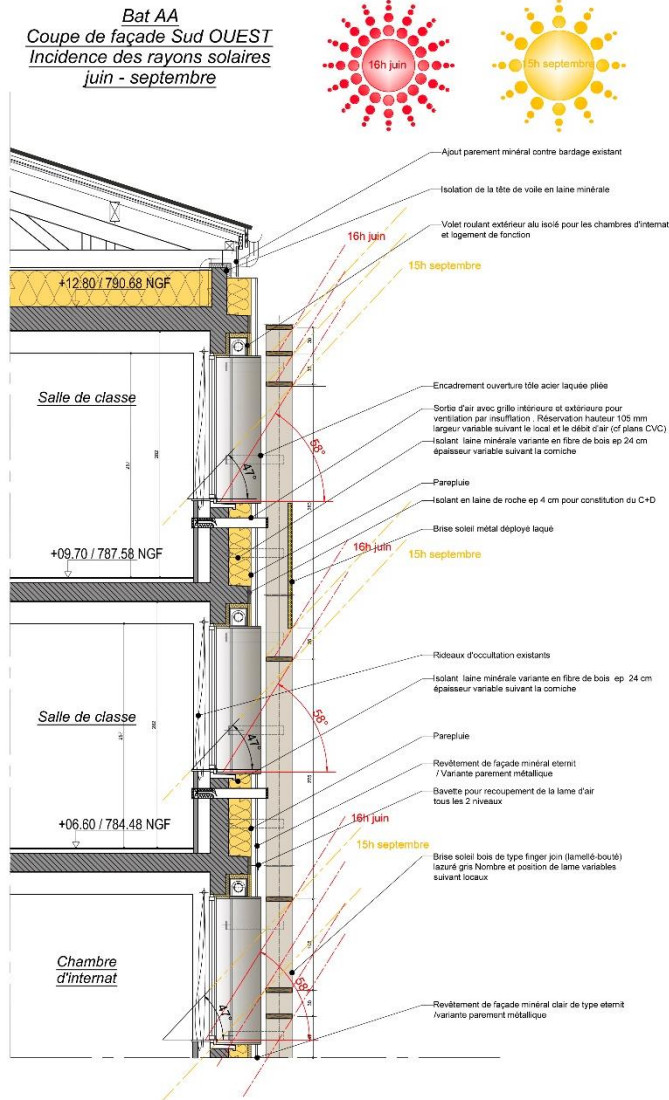


Surface en m ²	
A – 482	29,8%
B - 2	33,3
C – 77	3,2
	20,6

Surface en m ²	
A – 74	26,6%
B – 230	19,6
C – 15	35,8
	9,5

Confort et santé

STD de confort été : 80% des locaux sont conformes à moins de 30hres à 28°C



	T°C max atteinte	Nombre d'heure d'occupation ou la température résultante dépasse :			
		26°C	27°C	28°C	30°C
AA - Gymnase	30,77	52	26	6	0
AA - Chambres Ouest RDC/R+1/R+2	26,21	4	0	0	0
AA - Chambres Ouest R+3	26,58	11	0	0	0
AA - Chambres Est RDC/R+1/R+2	25,87	0	0	0	0
AA - Chambres Est R+3	25,99	0	0	0	0
AA - CDI	26,45	4	0	0	0
AA - Réserve + Cuisine	25,68	0	0	0	0
AA - Réfectoire	27,15	14	1	0	0
AA - Salle de Sport	24,22	0	0	0	0
AA - Classe Ouest RDC/R+1/R+2	27,67	27	6	0	0
AA - Classe Ouest R+3	27,76	31	12	0	0
AA - Classe Est RDC/R+1/R+2	27,51	30	10	0	0
AA - Classe Est R+3	28,00	43	15	1	0
AA - Foyer	26,84	9	0	0	0
AA - Logements fonction	27,00	0	0	0	0
AA - Bureaux	26,86	15	0	0	0
AA - Salle informatique AA306	29,74	77	46	29	0
AB - Classes R-2 / R-1	28,69	38	25	7	0
AB - Classes RDC	27,93	32	15	0	0
AB - Salle informatique AB103	29,47	73	50	26	0

⇒ **Protections solaires efficaces**

⇒ **Ventilation nocturne nécessaire, mécanique ou naturelle**

Confort et santé

Amélioration de la qualité
d'ambiance intérieure et extérieure



Aménagement de la cour

Création de la nouvelle entrée du CDI par la cour

Aménagement du hall d'accueil , carrefour de
l'administration et circulation en espaces partagés et
convivial

Confort et santé

Nouvelle configuration du parvis permettant la mise en sécurité du site avec la création d'un sas pour les élèves et l'identification d'un espace piéton le long de la voie



Avant



Confort et santé

Confort visuel

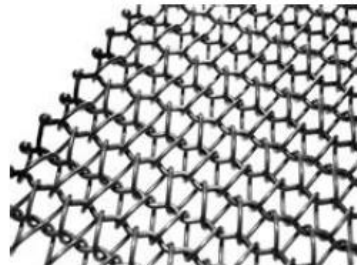
Les protections solaires fixes ne dégradent pas de manière notable le confort visuel dans les classes et bureaux :

FLJ le plus défavorable > 1,6% sur 80% de la surface de 1^{er} rang

Amélioration du confort visuel dans le CDI, dans le gymnase et l'atelier, création d'ouverture, plus de 80% d'autonomie à 300lux

Traitement de l'éblouissement dans le gymnase

→ rideau résille métallique sur 2/3 de la hauteur des baies



Confort et santé

Amélioration de la qualité de l'air

- Mise en œuvre d'une ventilation par insufflation
 - ⇒ Confort optimisé : air soufflé préchauffé, vitesse d'air limitée, 2 aérateurs répartis sur la façade au lieu d'un
- Débit de ventilation au-delà du minima réglementaire : 25 m³/h/pers
- Choix de revêtements intérieurs labellisés , classe A+

Amélioration de l'acoustique de locaux sensibles

- CDI
- Atelier
- Réfectoire
- Hall d'entrée

Pour conclure

Points remarquables

- Travail itératif avec exploration de nombreux scénarios permettant d'améliorer le confort d'été (mi saison) selon l'utilisation des locaux, le choix d'une ventilation efficace et confortable
- La rénovation énergétique mise à profit pour améliorer la qualité d'ambiance en général, d'accès à l'établissement, d'accès au CDI...

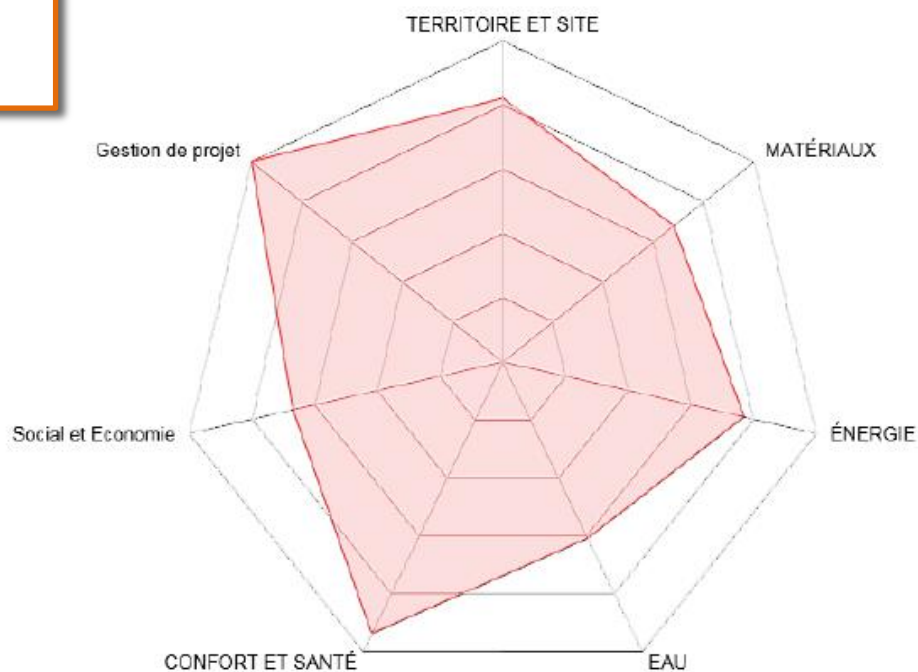
Point qui pourra être amélioré

- Menuiseries extérieures (datant de 2008) pourront être remplacées
- Plateau sportif à aménager (déjà prévu)

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



**+7pts de cohérence
=77/100 Argent**



Points bonus/innovation à valider par la commission



- **Qualité d'ambiance intérieure/extérieure**

Espaces partagés, paysage intérieur, extérieur ...



- **Recours aux techniques passives**

Solution moins courante : Solar wall permettant le préchauffage de l'air



- **Travail itératif autour de différents scénarios**

Conception efficace en terme de confort d'été et de ventilation

MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur

MOA



Provence-Alpes-Côte d'Azur

MOA déléguée



inddigo

AMO HQE



Contrôleur Technique
CSPS

Les acteurs du projet

MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES



Architecte



BET
fluide/thermique/structure



BET acoustique



Economiste

