

Commission d'évaluation : Conception du 02/12/2021

# Groupe Scolaire de la Tour Brignoles



Maître d'Ouvrage	Architecte / MOE		BE Fluides et QEB	Paysagiste	AMO QEB
Commune de Brignoles	YVES DEDEI ARCHITECTE	ARC H Architectes & Associés	ADRET	SARL Eléonore de la Chapelle	Even Conseil

# Contexte

- Engagement écologique de la commune
  - Obtention du label « territoire durable, une COP d'avance » au mois de Novembre
  - Ecole Jean Giono labellisé Eco école
  - Programme pédagogique autour des thématiques de développement durable
  - Premier projet en démarche BDM
- S'inscrit dans un quartier en pleine mutation
  - Équipements publics
  - Projet en cours de logements collectifs à l'Est de la parcelle
- Translation de l'école actuelle 3<sup>e</sup> concours pour le projet de l'école
  - 1<sup>er</sup> projet remis en 2007 et arrêté en 2008 pour motif financier
  - 2<sup>nd</sup> projet retenu en 2012, arrêté l'année suivante car ACT non lancée et changement équipe municipale



# Contexte

- Ecole actuelle est constituée de modules préfabriqués
  - Peu adapté aux besoins des élèves et de l'équipe enseignante (faible luminosité et peu fonctionnel)
  - Environnement très minéralisé
- Projet qui se doit de refléter ambitions de développement durable
  - Démarche bioclimatique
  - Un cadre de vie amélioré
  - Une meilleure qualité d'apprentissage
  - Insertion du végétal (parcours pédagogique et prairie)



# Enjeux Durables du projet



- **Conception bioclimatique**

- Salles de classe orientés Sud / dortoirs au Nord (lumière, vues et acoustique)
- Ventilation naturelle traversante et larges casquettes
- Végétalisation du site pour contrer effet d'îlot de chaleur (cours désimperméabilisés)



- **Biodiversité et désimperméabilisation**

- Cours en prairie et perméables
- Jardin des senteurs, potagers pédagogiques
- Bassin de rétention de 1300m<sup>3</sup>
- Surfaces perméables (cheminements en stabilisé, pleine terre, parking perméable, cours végétalisées)
- Palette végétale constituée d'essences méditerranéennes (adaptées au climat)



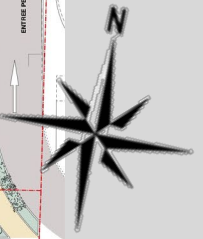
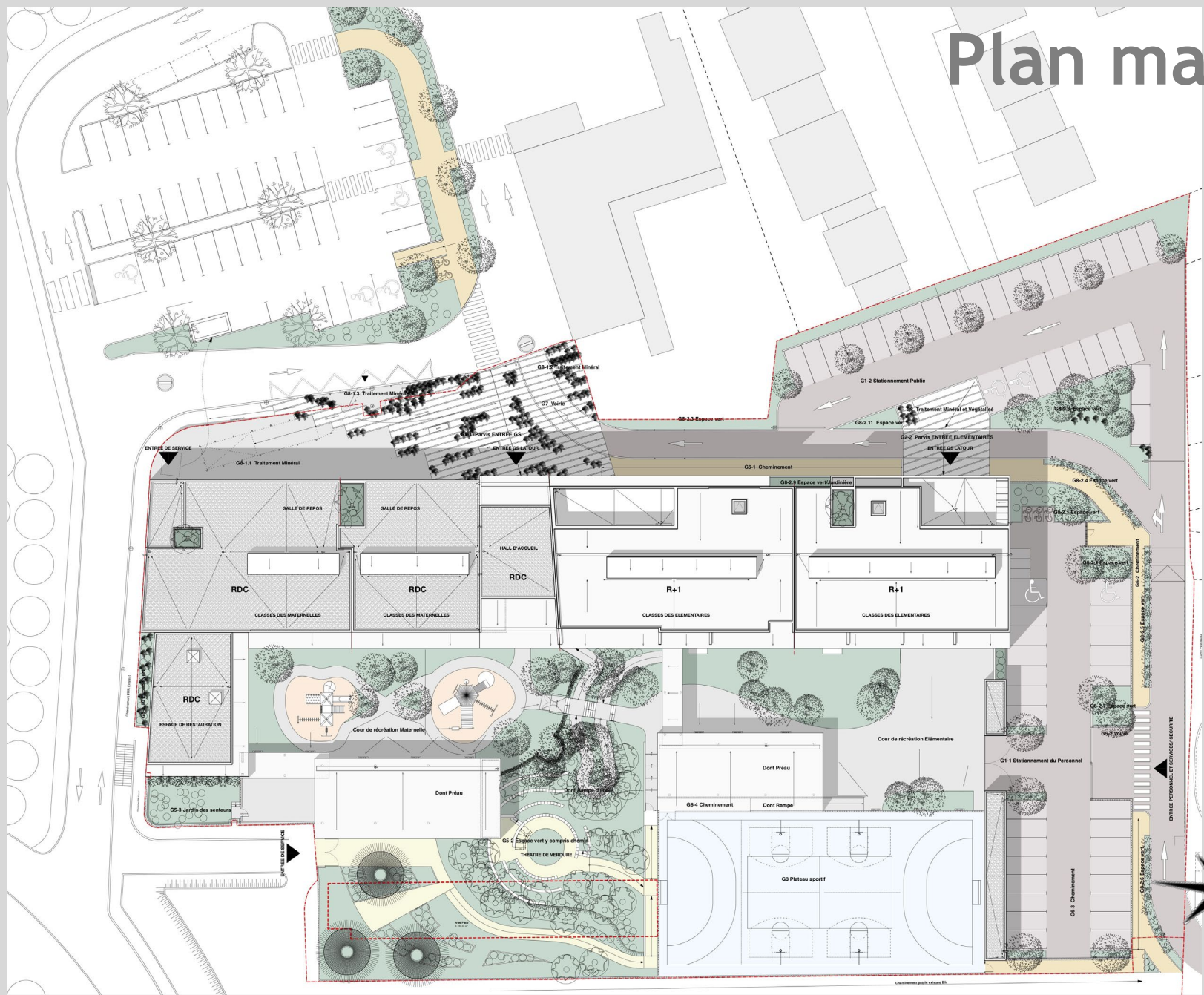
- **Matériaux bas carbone**

- Béton bas carbone avec indice carbone -30%
- Isolation en laine de bois en toiture bois et murs
- Sols souples en linoléum et +50% des portes en bois

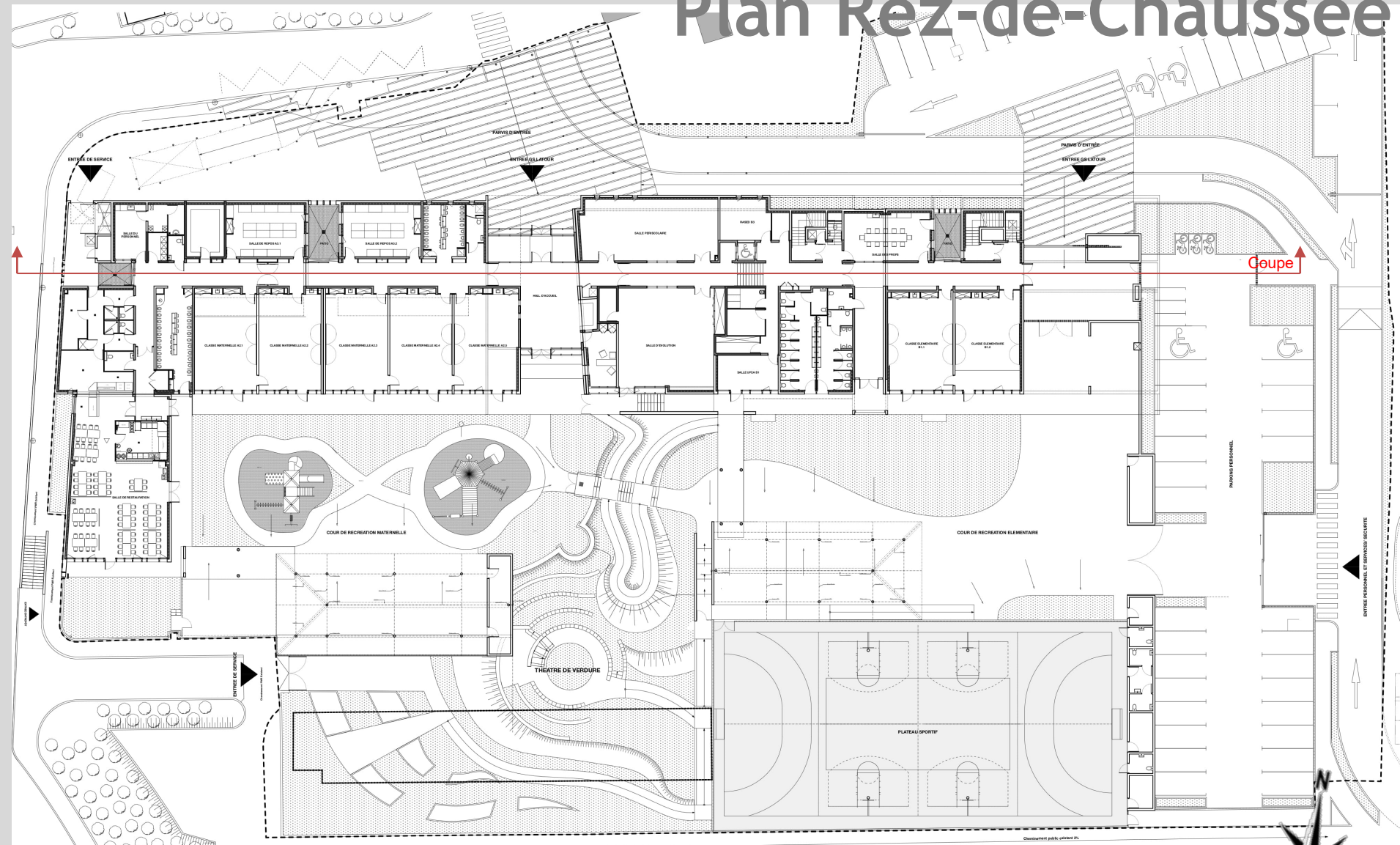
# Le terrain et son voisinage



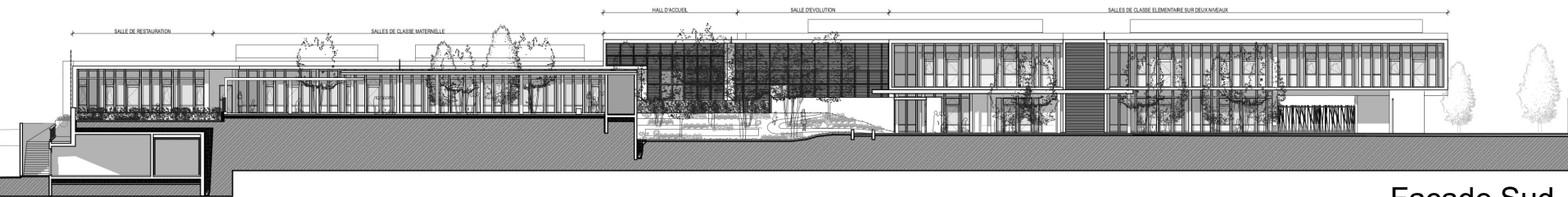
# Plan masse



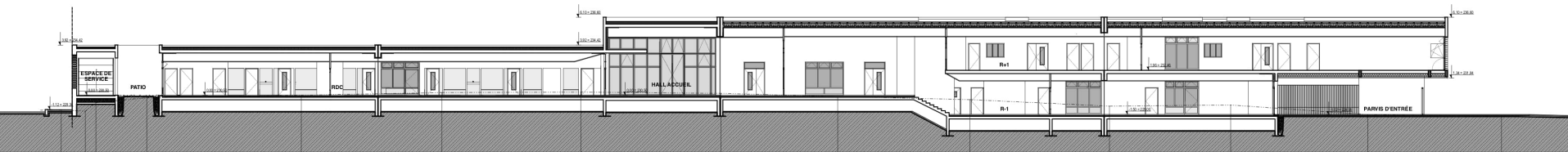
# Plan Rez-de-Chaussée



# Coupe / Façade



Façade Sud



Coupe







# Paysage

## ● Introduction du végétal et perméabilisation des espaces extérieurs

- Cours perméables en prairie Méditerranéenne ①, Parvis d'accueil avec peignes de verdure ②, espaces arborés et ombragés
- Théâtre de verdure ③, Jardin des senteurs ④, Potager pédagogique ⑤, Arbre des grimpantes
- Cheminements en stabilisé, pleine terre, parking perméable et ombragé
- Toutes strates de végétalisation présentes : herbacées, couvre sol, grimpante, arbuste,

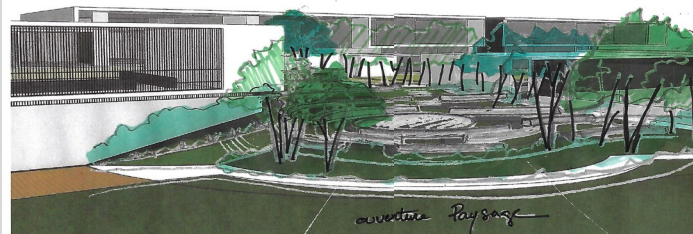
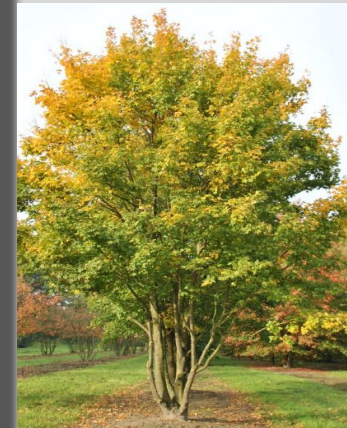


# Le Parti d'Aménagement Paysager

## • Espaces extérieurs de vie scolaire

- ① → DEUX COURS DE RECREATION : espaces de respiration avec prairie Méditerranéenne avec groupes arbres pour l'ombrage 700m<sup>2</sup> d'enherbement naturel, rustique à la sécheresse et au piétinement. Plus de 80 arbres, tige, ½ tige, cépée, palissé...
- ② → SENTIERS DES ECOLES : Liaison douce, végétalisée entre les deux cours
- ③ → THEATRE DE VERDURE: Oratoire extérieur, espace central avec un rayonnement de gradins végétalisés et arborés **avec ouverture sur le Grand Paysage.** →

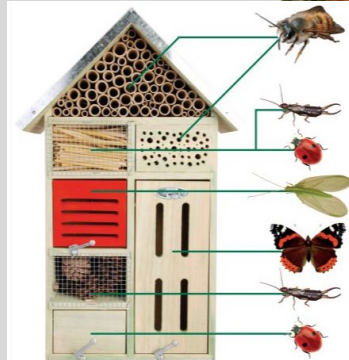
Apports d'esthétisme, Convivialité, Fraicheur , et de multiples supports pédagogiques de la biodiversité adaptés à la vie scolaire.



# Parcours vert

## • Espaces Verts, parcours pédagogique, végétalisation variée

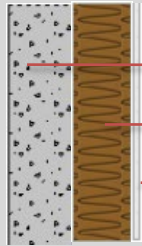
- JARDIN DES SENTEURS : Flore méditerranéenne
- JARDIN DES HERBES : aromatiques, comestibles, locales.
- ARBRE DES GRIMPANTES : support sculptural des plantes florifères, légumières...
- POTAGER avec jardinières en bois adaptées aux différents âges des enfants
- PETIT VERGER : Fruitiers avec variétés anciennes locales, Petits Fruits rouges.
- ACCESSOIRES POUR LA DECOUVERTE DE LA MICROFAUNE ET DES SCIENCES DE LA NATURE : nichoir, hôtel des insectes, compost, pluviomètre, girouette...



# Composition de l'enveloppe thermique et présentation des systèmes énergétiques

# Matériaux

## MURS EXTERIEURS



Béton – 20cm  
Laine de bois – 16 cm  
Plâtre BA13 – 1,3cm

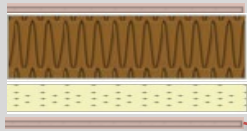
**R**  
(m<sup>2</sup>.K/W)

4,60

**U**  
(W/m<sup>2</sup>.K)

0,22

## TOITURE BOIS

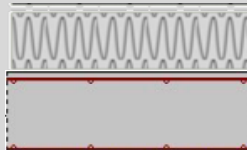


Panneau de bois – 1cm  
Laine de bois – 20 cm  
Laine de roche – 8cm  
Panneau OSB – 1cm

7,63

0,13

## TOITURE BETON

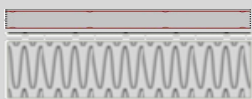


Polyuréthane – 15cm  
Béton – 20cm

6,93

0,14

## PLANCHER BAS SUR VS



Béton – 5cm  
Entrevous PSE – 22cm

5,54

0,18

# Energie

## CHAUFFAGE



- PAC Air / eau réversible – 126kW – COP = 3,62
- Radiateurs à eau chaude
- Diffusion d'air (CTA DF – batterie préchauffage)

## REFROIDISSEMENT



- PAC Air /eau réversible – 157kW – EER =4,48
- Diffusion d'air (Batterie froide CTA)

## ECLAIRAGE



- Eclairage led avec détection de présence et capteur crépusculaire
- 4W/m<sup>2</sup>

## VENTILATION



- Double flux dans les salles de classe et restauration – échangeur 70%
- Simple flux pour les sanitaires et cuisine
- Puissance SF < 0,25 Wh/m<sup>3</sup>
- Puissance DF < 0,7Wh/m<sup>3</sup>

## ECS



- Ballon électrique cuisine – 300l
- Lave-mains des sanitaires alimentés seulement en EF

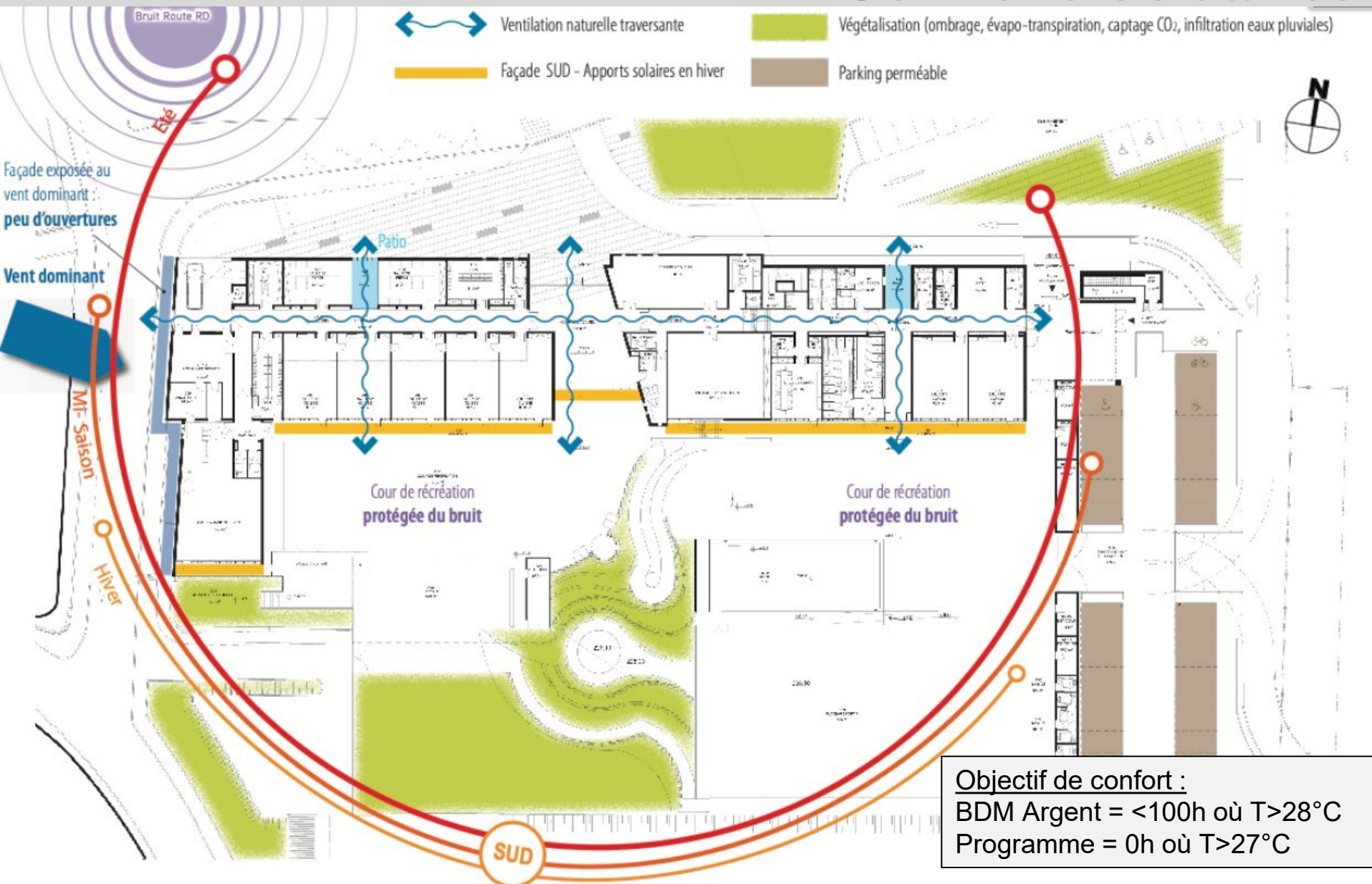
## PRODUCTION D'ENERGIE



- En option : implantation de panneaux PV sur le préau élémentaire

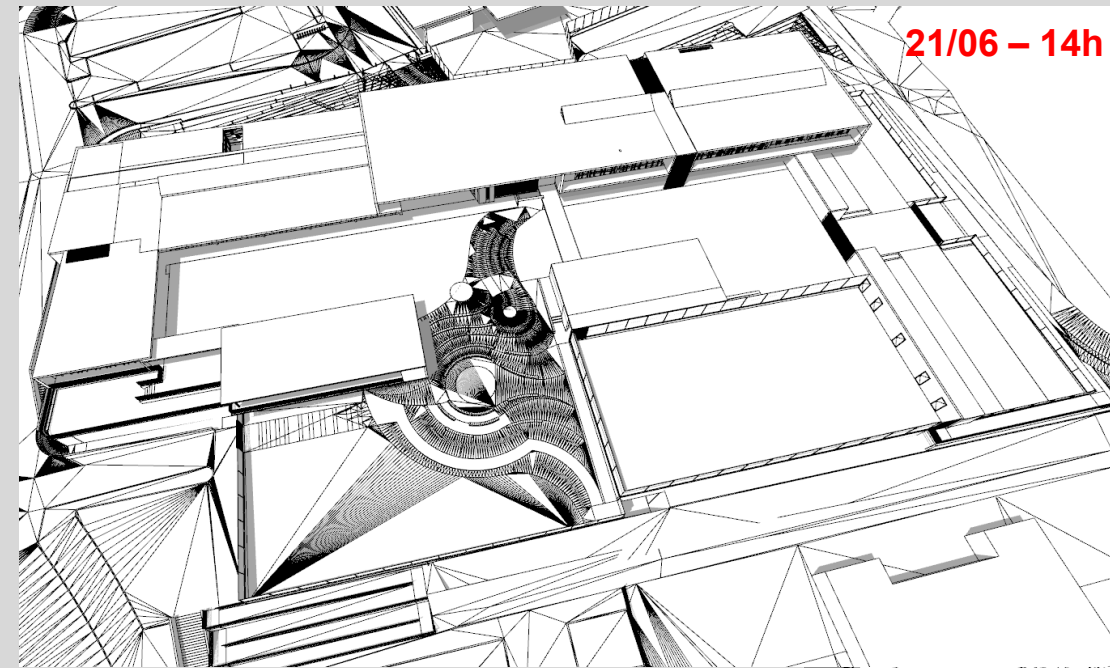


# Confort et santé

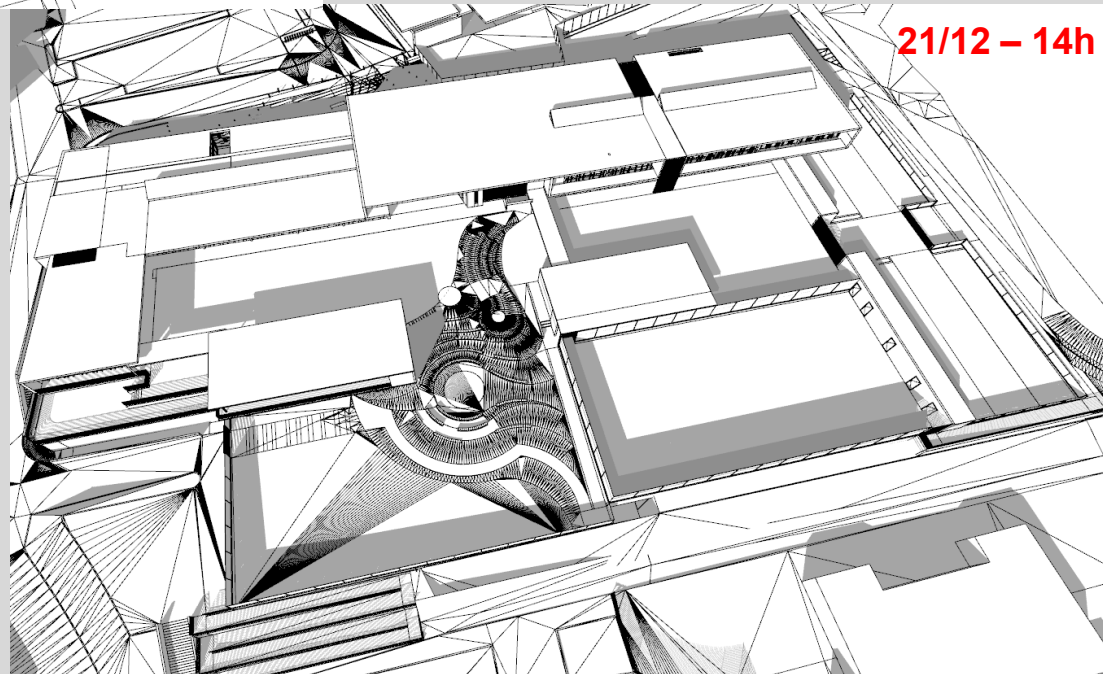


# Héliodon

21/06 - 14h



21/12 - 14h





# Confort et Santé : baies

Menuiseries	Composition
Menuiseries alu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Châssis aluminium</li> <li>- Double vitrage 4/16(argon)/4</li> <li>- Déperdition énergétique <math>U_w=1,6</math></li> <li>- Facteur solaire <math>S_g = 64\%</math> et <math>TL_g=80\%</math></li> <li>• Nature des fermetures : stores extérieurs type Solozip</li> </ul>
Menuiseries alu à contrôle solaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Châssis aluminium</li> <li>- Double vitrage 4/16(argon)/4</li> <li>- Déperdition énergétique <math>U_w=1,6</math></li> <li>- Facteur solaire <math>S_g = 28\%</math> et <math>TL_g=55\%</math></li> <li>• Nature des fermetures : sans</li> </ul>

**Surface en m<sup>2</sup> 25%**

Nord

**Surface en m<sup>2</sup> 9%**

Ouest

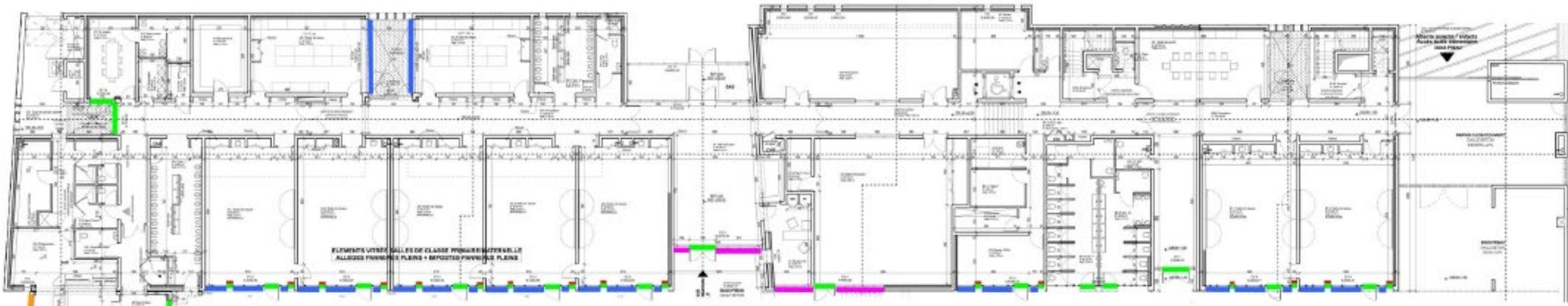


Est

**Surface en m<sup>2</sup> 11%**

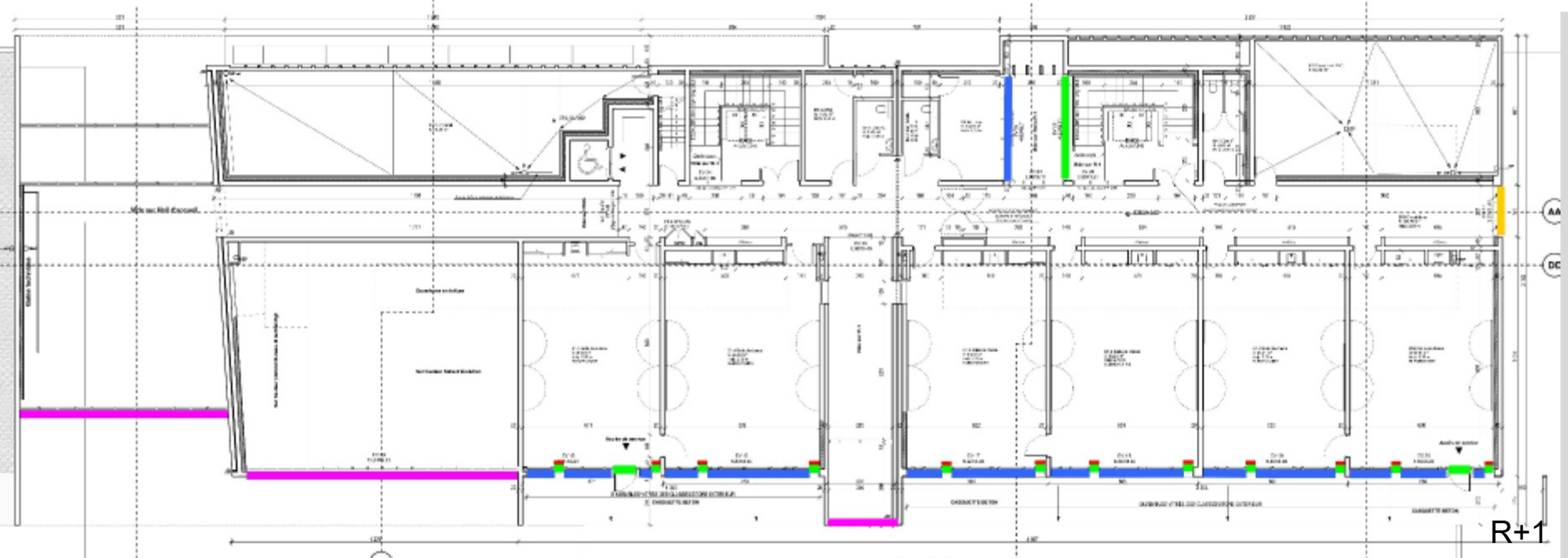
Sud

**Surface en m<sup>2</sup> 55%**



- Stores extérieurs type Solozip
- Lames fixes horizontales
- Contrôle solaire - Sg = 28%
- Brise-soleil à lames horizontales orientables non relevables
- Stores intérieurs

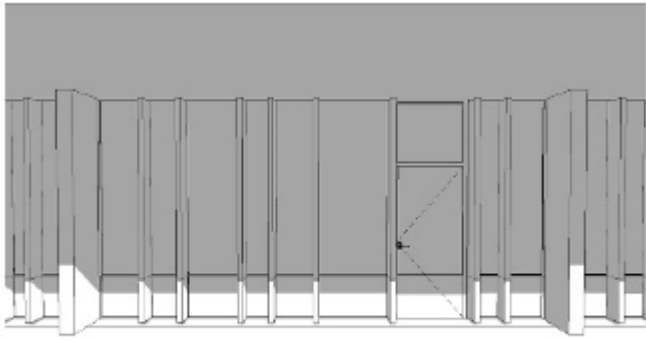
RDC



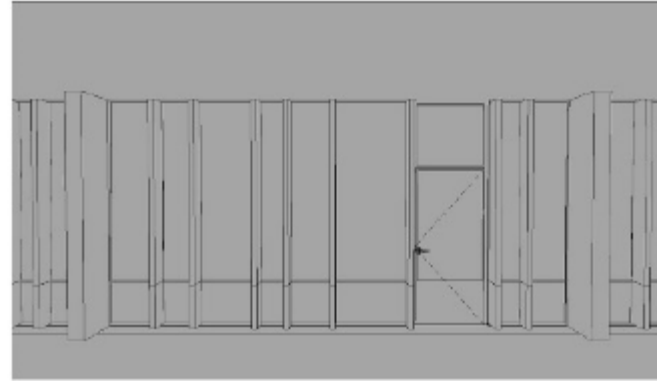
R+1

# Héliodon

## Héliodon des salles de classe (casquette)



21 Mars - 12h



21 Juin - 12h

↪ Optimisation de hauteur d'allège

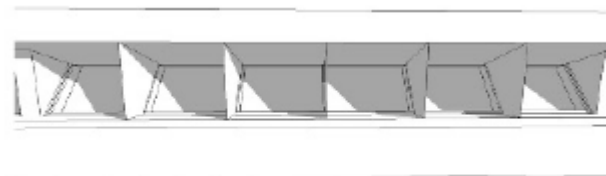
## Héliodon des sheds

Sans joues latérales



21 Juin - 19h

Avec joues



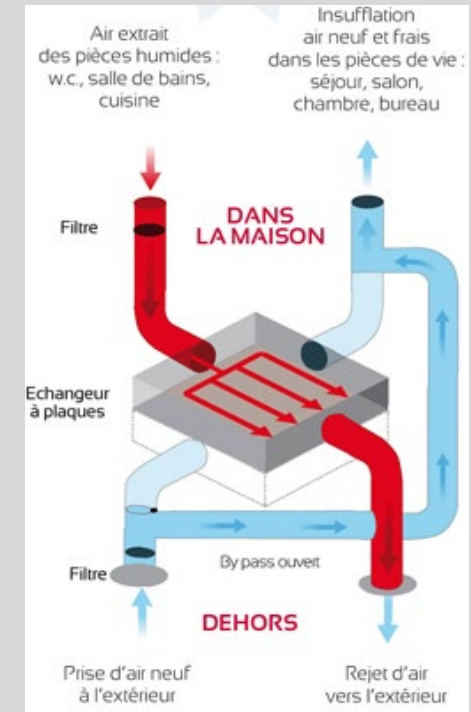
21 Juin - 19h

↪ Optimisation de la protection en début et fin de journée

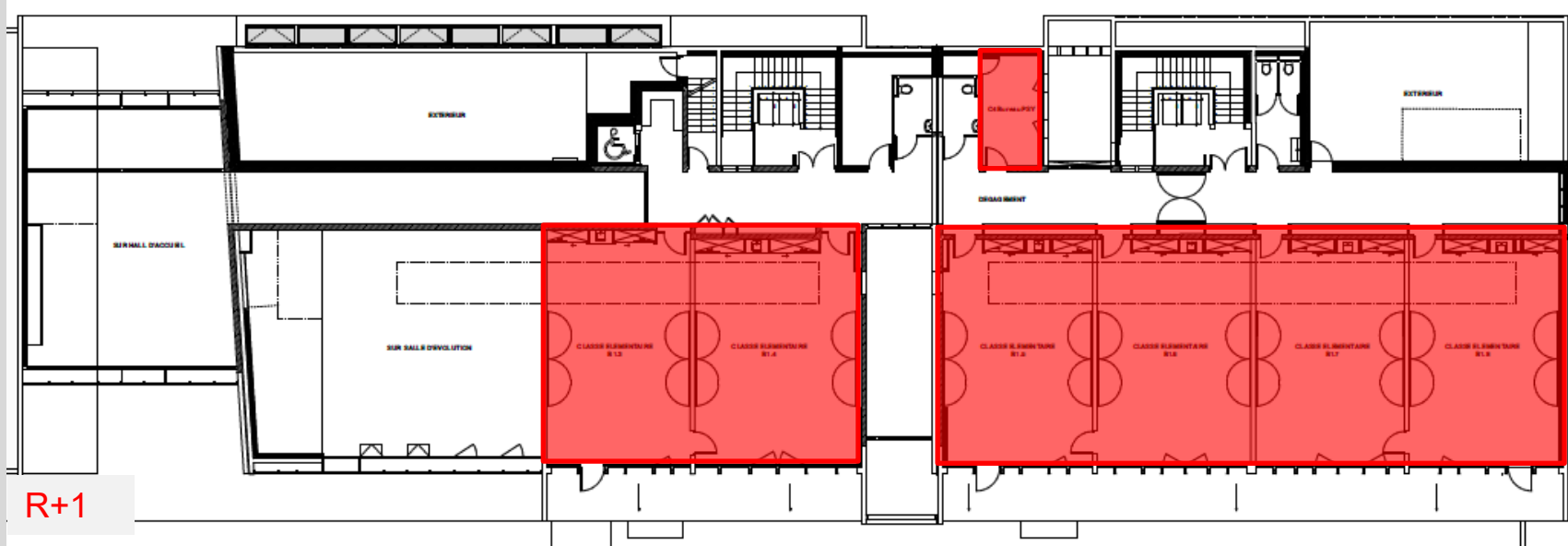
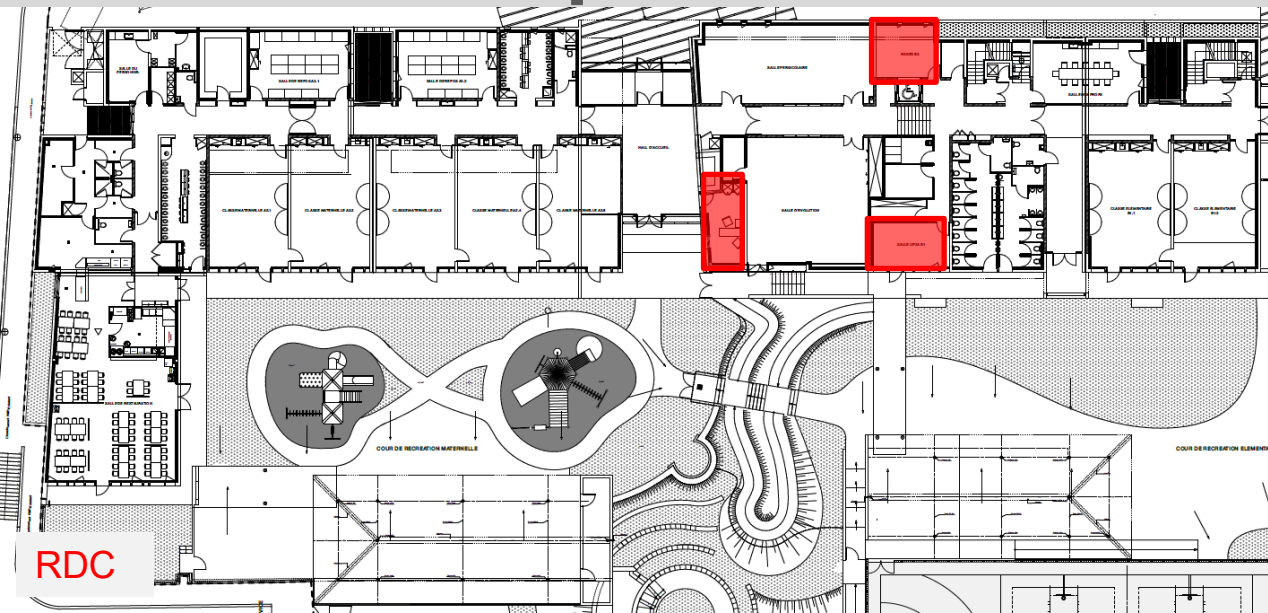
# Confort thermique

## Rafrachissement et décharge thermique

- Ventilation nocturne mécanique avec by-pass de l'échangeur
- Brasseurs d'air (salles au R+1 et bureaux) :  $-1^{\circ}\text{C}$  de  $T_{\text{ressentie}}$  (vitesse air :  $0,5\text{m/s}$ )
- Rafrachissement avec CTA DF (batterie froide)



# Implantation des brasseurs d'air



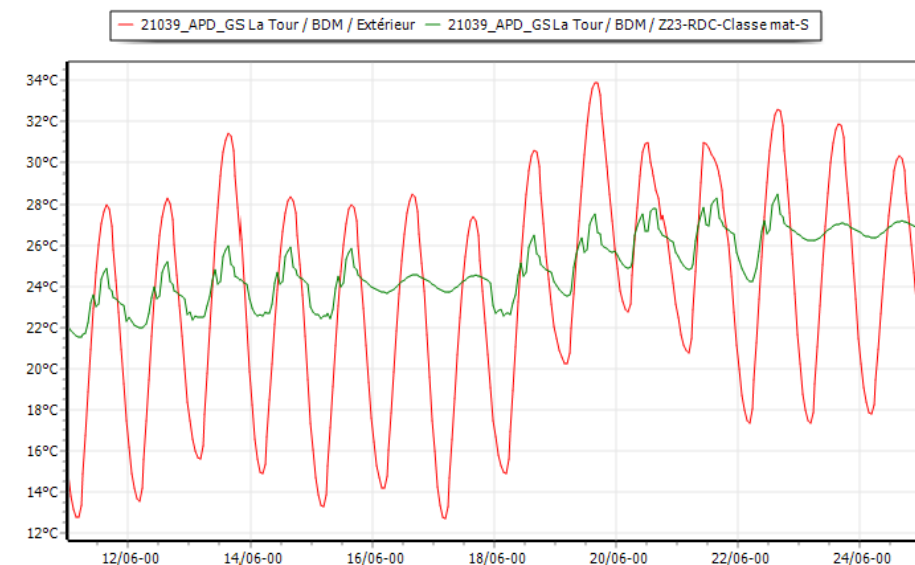


# Simulation thermique dynamique

	Nb d'heures T > 28°C	% d'heures T > 28°C	Nb d'heures T > 30°C	% d'heures T > 30°C	Température maximale atteinte (°C)
Z04-RDC-Salle à manger-S	0	0 %	0	0 %	27,9
Z13-RDC-Salle personnel	0	0 %	0	0 %	27,5
Z19-RDC-Classe mat-S	2	0,14 %	0	0 %	28,3
Z20-RDC-Classe mat-S	3	0,21 %	0	0 %	28,5
Z21-RDC-Classe mat-S	4	0,27 %	0	0 %	28,7
Z22-RDC-Classe mat-S	5	0,34 %	0	0 %	28,6
Z23-RDC-Classe mat-S	10	0,69 %	0	0 %	29,0
Z24-RDC-Classe élém-S	25	1,72 %	0	0 %	29,5
Z25-RDC-Classe élém-S	29	1,99 %	0	0 %	29,8
Z26-RDC-Dortoir	0	0 %	0	0 %	27,8
Z27-RDC-Dortoir	0	0 %	0	0 %	28,0
Z32-RDC-Périscolaire-N	29	5,46 %	0	0 %	29,8
Z33-RDC-Classe RASED-N	43	2,95 %	0	0 %	29,5
Z34-Bureau direction-S	0	0 %	0	0 %	27,6
Z37-RDC-Evolution	19	3,49 %	0	0 %	29,3
Z44-RDC-Salle des profs	24	2,48 %	0	0 %	29,0
Z45-RDC-Classe UP2A	3	0,21 %	0	0 %	28,5
Z47-R+1-Classe élém-S	12	0,82 %	0	0 %	29,2
Z48-R+1-Classe élém-S	10	0,69 %	0	0 %	29,2
Z49-R+1-Classe élém-S	17	1,17 %	0	0 %	29,4
Z50-R+1-Classe élém-S	16	1,10 %	0	0 %	29,3
Z51-R+1-Classe élém-S	14	0,96 %	0	0 %	29,2
Z52-R+1-Classe élém-S	18	1,24 %	0	0 %	29,6
Z56-R+1-Bureau psy	30	1,97 %	0	0 %	29,8

	Objectif BDM	Objectif programmatique
	Nb d'heures > 28°C	Nb d'heures > 27°C
Locaux d'enseignement	100	0

Z23 – RDC Classe mat -S



**Objectif BDM complété sans recours au rafraîchissement**

# Confort et santé

## Objectif de confort complémentaire

Pas de dépassement  $T > 27^{\circ}\text{C}$  en période scolaire

	Nb d'heures $T > 27^{\circ}\text{C}$	% d'heures $T > 27^{\circ}\text{C}$	Température maximale atteinte ( $^{\circ}\text{C}$ )
Z04-RDC-Salle à manger-S	0	0%	26,2
Z13-RDC-Salle personnel	0	0%	26,0
Z19-RDC-Classe mat-S	0	0%	25,5
Z20-RDC-Classe mat-S	0	0%	25,5
Z21-RDC-Classe mat-S	0	0%	25,6
Z22-RDC-Classe mat-S	0	0%	25,6
Z23-RDC-Classe mat-S	0	0%	25,8
Z24-RDC-Classe élém-S	0	0%	25,9
Z25-RDC-Classe élém-S	0	0%	26,0
Z26-RDC-Dortoir	0	0%	25,6
Z27-RDC-Dortoir	0	0%	25,8
Z32-RDC-Périscolaire-N	0	0%	26,8
Z33-RDC-Classe RASED-N	0	0%	26,5
Z34-Bureau direction-S	0	0%	26,1
Z37-RDC-Evolution	0	0%	26,8
Z44-RDC-Salle des profs	0	0%	26,4
Z45-RDC-Classe UP2A	0	0%	26,3
Z47-R+1-Classe élém-S	0	0%	25,8
Z48-R+1-Classe élém-S	0	0%	25,8
Z49-R+1-Classe élém-S	0	0%	25,6
Z50-R+1-Classe élém-S	0	0%	25,6
Z51-R+1-Classe élém-S	0	0%	25,4
Z52-R+1-Classe élém-S	0	0%	25,8
Z56-R+1-Bureau psy	1	0.07%	27,4

Mise en œuvre du rafraîchissement de l'air neuf sur CTA DF

**COÛT PRÉVISIONNEL TRAVAUX\***

6 052 k€ H.T.

**HONORAIRES MOE**

779 k€ H.T.

**AUTRES TRAVAUX**

- VRD + aménagements

extérieurs \_\_\_\_\_ 961 k€

**RATIOS\***2 905 € H.T. / m<sup>2</sup> SDP*\*Travaux hors honoraires MOE, hors fondations spéciales, parkings, VRD...*

# Fiche d'identité

Typologie

- **Ecole**

Surface

- **SDP = 2682,58m<sup>2</sup>**

Altitude

- **230 m**

Zone clim.

- **H3**

Classement  
bruit

- **BR1**

Ubat (reno)  
Bbio (neuf)

- **Bbio=59,2**
- **Bbiomax-27%**

Consommation  
d'énergie  
primaire (selon  
Effinergie)\*

- **Cep=87,7kWhEP/m<sup>2</sup>.an**
- **Cepmax-25%**
- **Niveau E2**

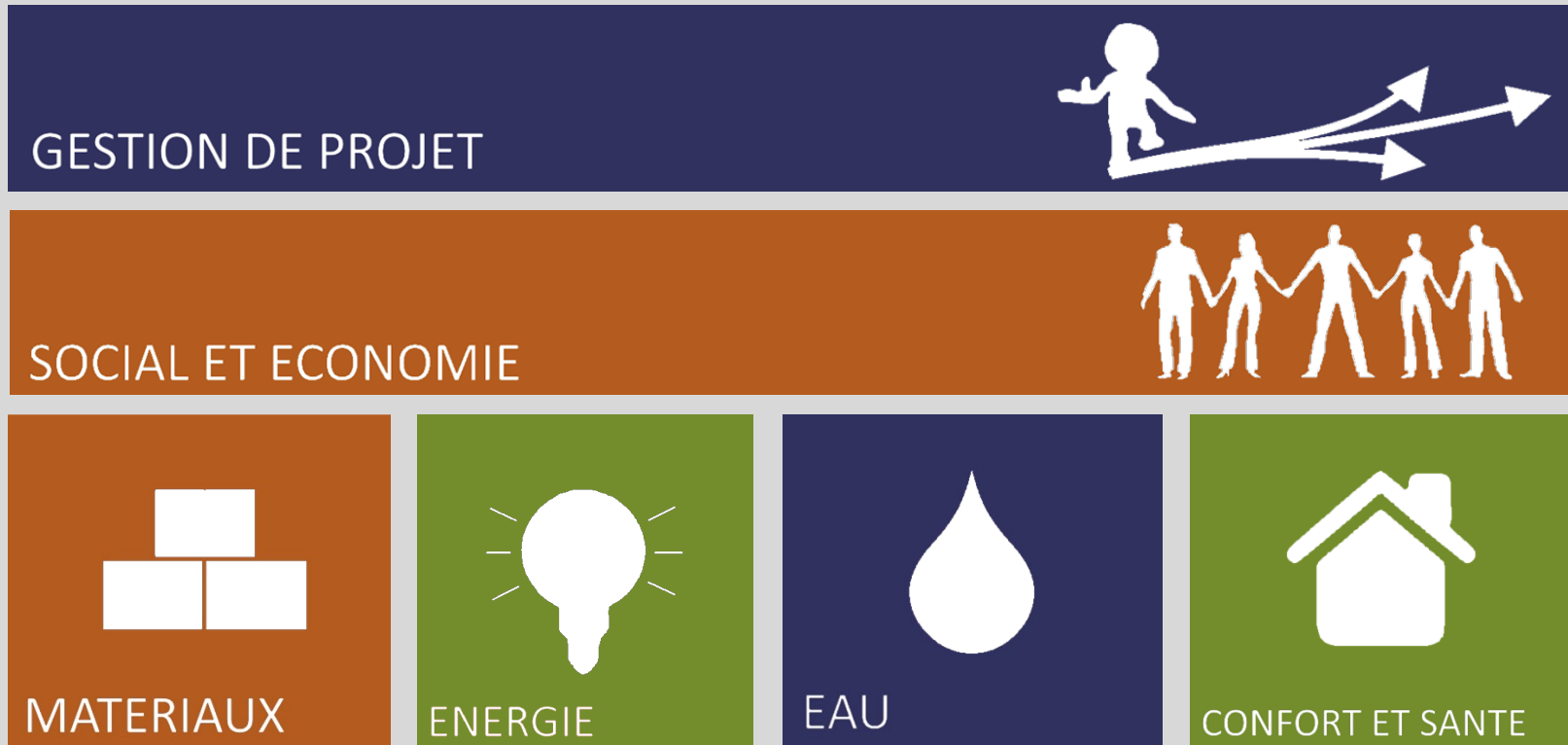
Production  
locale  
d'électricité

- **En option sur préau  
élémentaire**

Planning  
travaux  
Délai

- **Début : 11/02/2022**
- **Fin : 28/08/2023**
- **Délais : 18 mois**

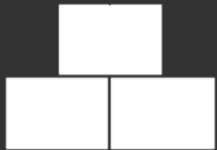
# Le projet au travers des thèmes BDM



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Gestion de projet

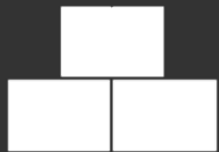
- Premier projet BDM pour la commune de Brignoles
- Consultation de l'équipe éducative dès la programmation et tout au long de la conception
- Application d'une charte Chantier vert
  - Production de déchets de chantier limitée : entre 30 et 80kg/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE



# Social et économie

- Consultation de l'équipe éducative
  - Présentation du projet lauréat
  - Présentation du projet en APS et APD
  - Concertation sur certains points :
    - désimperméabilisation de la cour
    - distribution intérieure des locaux
  - Sensibilisation du suivi d'exploitation en APD
  
- Insertion de populations soumises à des difficultés à l'emploi à hauteur de 5 %



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Matériaux

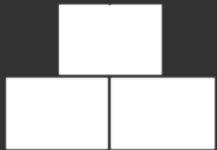
- Béton bas carbone sur la structure porteuse et/ou plancher intermédiaire et plancher haut
- Béton bas carbone d'indice -30% / béton CEMI
- Isolation des murs et toiture du R+1 en laine de bois
- Peintures écolabellisées
- Portes en bois
- Sols souples en linoléum label cradle to cradle et classé A+



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

- Les systèmes de comptage

## Comptage d'énergie par poste

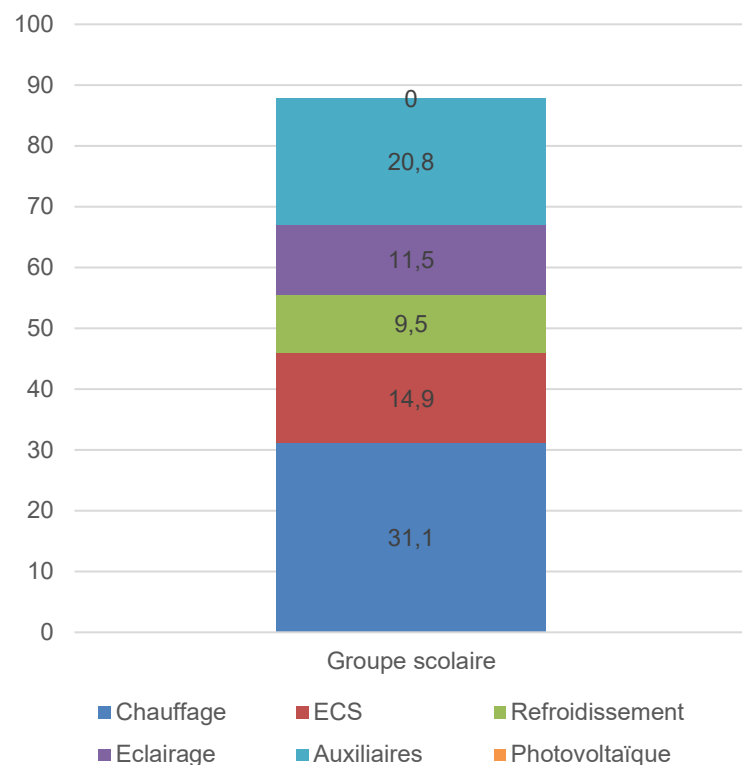


Raccordés sur GTC

- PAC : compteur auxiliaires + compteurs calorie / frigorie
- Chaque CTA / caisson équipée d'un compteur de kWh
- Distinction des comptages EF domestique et EF arrosage
- Serveur avec une page reprenant tous les compteurs pour suivi énergétique

# Energie

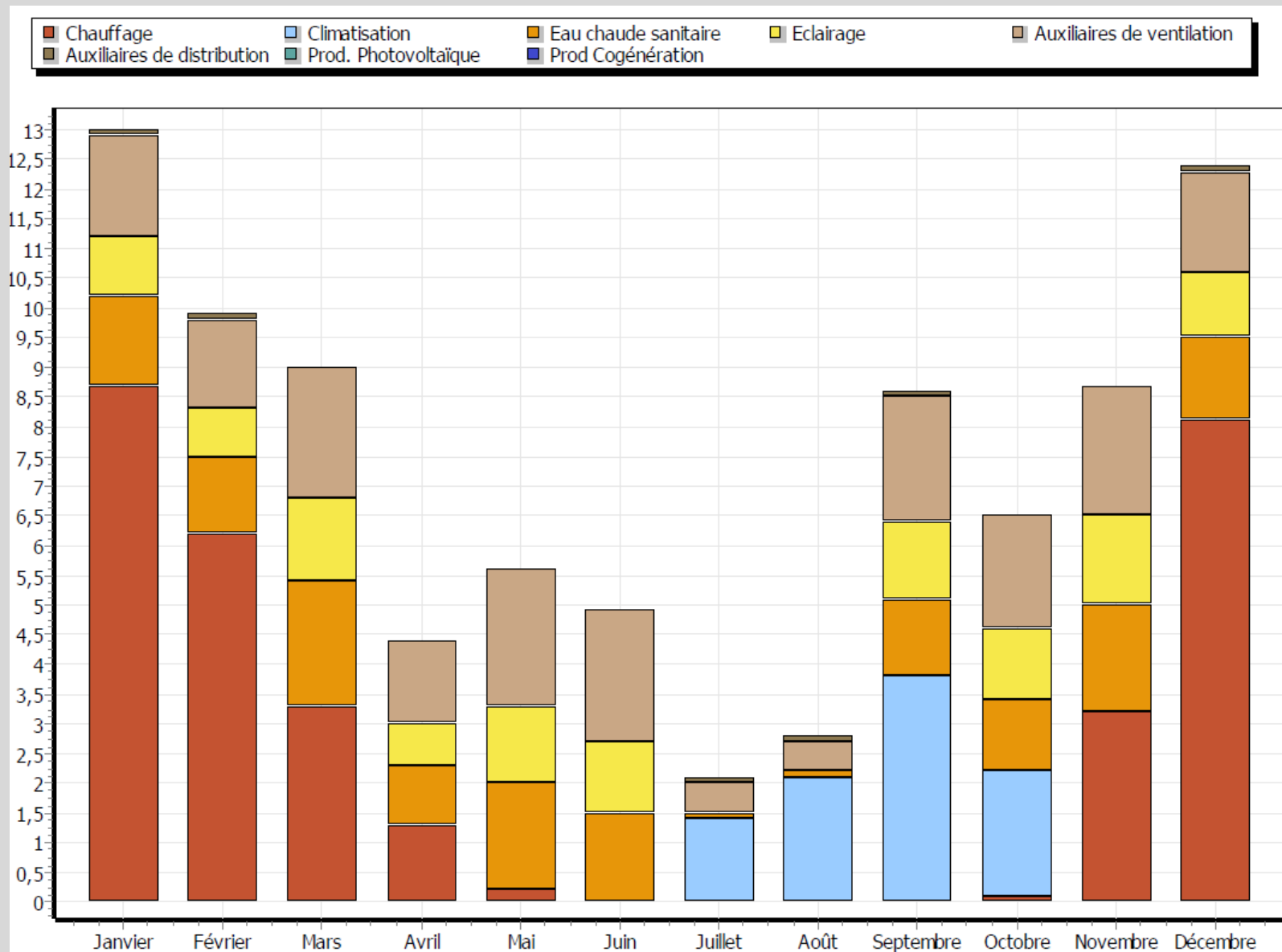
- Répartition de la consommation en énergie primaire en kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup> shon.an *(une variante kWh<sub>ep</sub>/usager.an est souhaitable)*



## Niveau E2

	Conventionnel (RT)
	Groupe Scolaire
5 usages (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	87,7
Tout usages (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	117,7

# Energie - Performance énergétique



# Coût global

	Intitulé	Total EP kWh/m²SRT/an	Total EP MWh/an	Emissions de CO2 kg/m²SRT/an	Coût d'exploitation par an en €TTC	Différence investissement en €HT	Temps de retour
1	PAC air/eau réversible	87.7	205	2	15 714	-	-
2	PAC air/eau réversible + photovoltaïque	62.9	147	2	13 866	32 000	17
3	Chaufferie gaz + PAC air/eau	73.3	171	5	14 745	20 000	21
4	Chaufferie bois + PAC air/eau	75.8	177	2	14 874	125 000	149

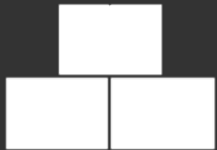
- Etat pressenti : PAC Air / eau réversible
- Résultat : L'état pressenti = meilleur compromis entre consommations, impact carbone et coût d'investissement
- Variantes gaz et bois impliquent installation en plus avec PAC pour production de froid
- Variante PV nécessite surcoûts et TRI plus élevé



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Eau

- **Consommations d'eau**

- Équipement hydro économes (WC 3/6L et mitigeurs)
- Lave-mains alimentés seulement en eau froide
- Sous-comptage + détection de fuites
- Palette végétale adaptée au climat, nécessitant peu d'eau
- Cours en prairie rustique et cheminements perméables

- **Chantier faibles nuisances**

- Suivi des consommations d'eau (base vie / chantier) pendant les travaux



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



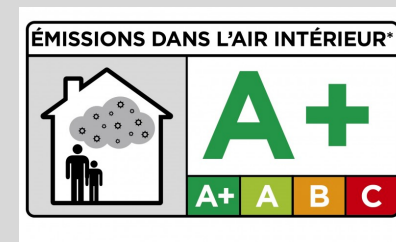
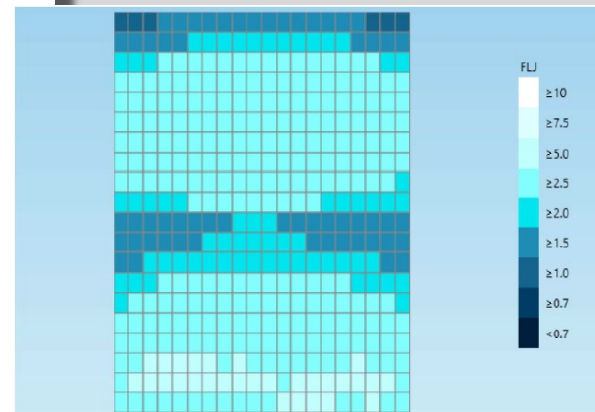
EAU



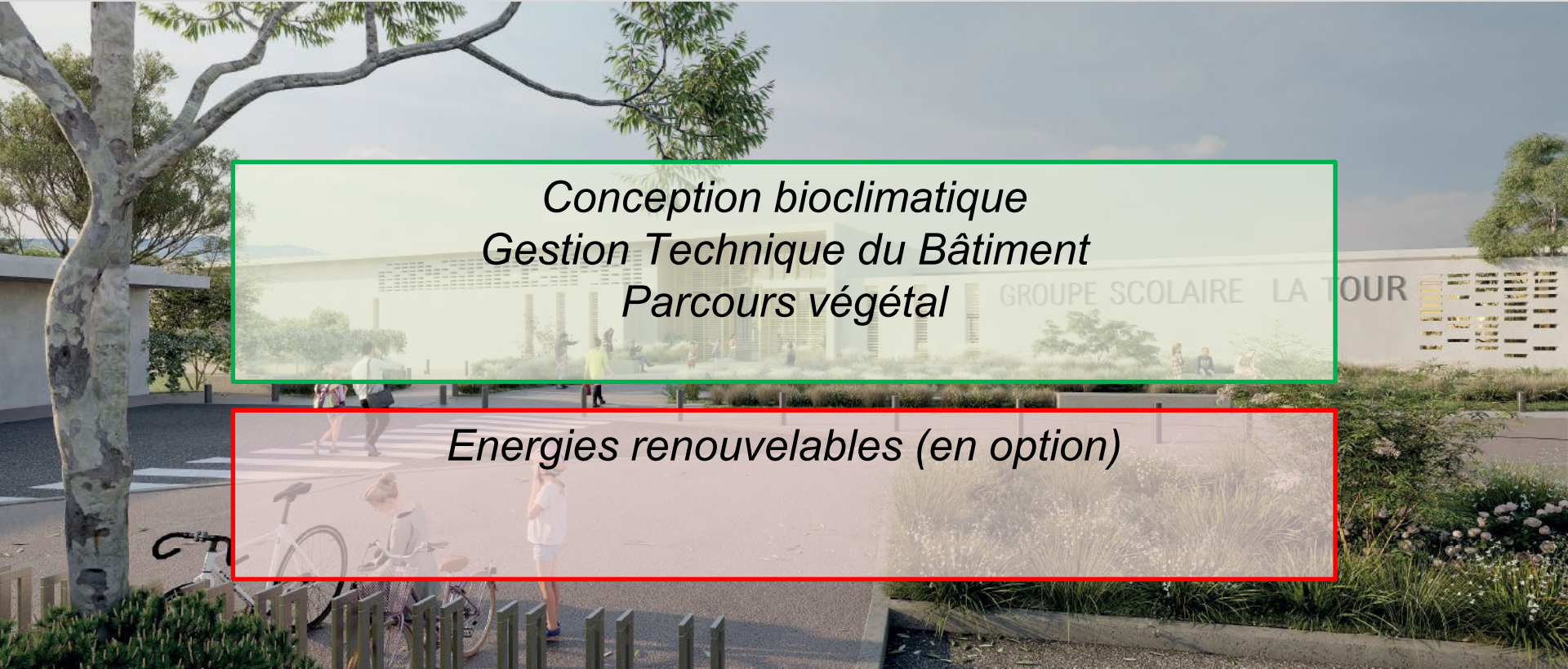
CONFORT ET SANTE

# Confort et santé

- Confort visuel
  - Homogénéité de la ressource lumineuse dans les salles de classe
- Confort acoustique
  - Peu d'ouverture en façades Ouest et Est
  - Espaces tampons au Nord
- Qualité de l'air intérieur
  - Matériaux A+ et peintures écolabellisées
  - Sols souples en linoléum
  - Mobilier certifié NF Environnement et PEFC
  - Ventilation double flux et débit de 25m<sup>3</sup>/h.personne
- Exposition aux ondes électromagnétiques réduite
  - Liaisons internet via prises RJ45



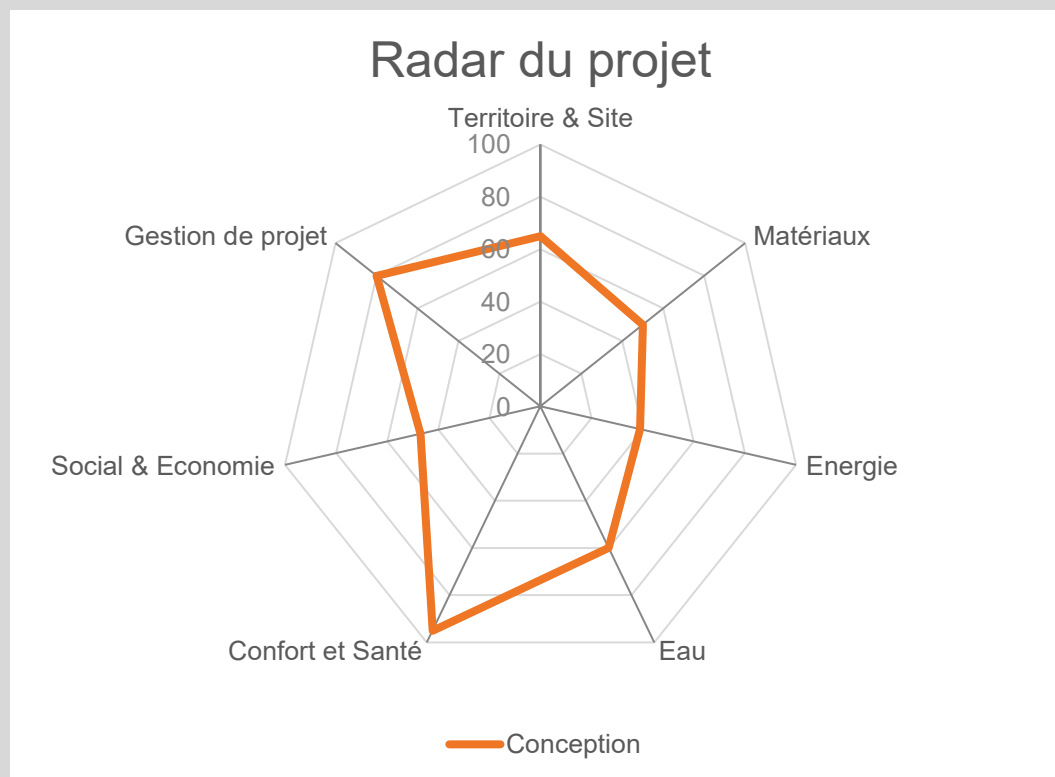
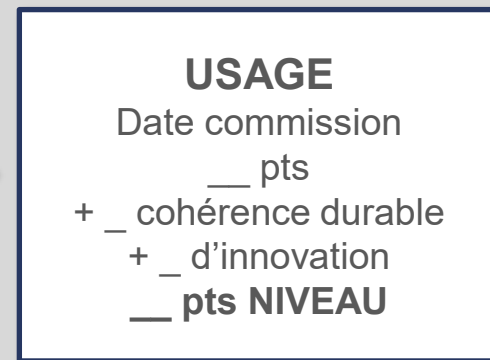
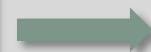
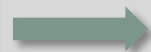
# Pour conclure



*Conception bioclimatique*  
*Gestion Technique du Bâtiment*  
*Parcours végétal*

*Energies renouvelables (en option)*

# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



# Points innovation proposés à la commission



Mise en œuvre de cours en prairie et parcours pédagogique végétal – 1 pts

Utilisation de la cour (cheminements, prairie, potagers, jardins des senteurs)

# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

MAITRISE D'OUVRAGE

COMMUNE DE  
BRIGNOLES (83)



AMO QEB

EVEN CONSEIL(83)



## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

ARCHITECTE MOE

YVES DEDEI  
ARCHITECTE (83)

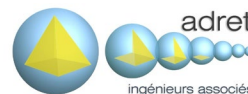
ARCHITECTE MOE

ARC H ARCHITECTES  
(83)



BE FLUIDES

ADRET (83)



BE STRUCTURE

SETB (83)





# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

BE VRD

TPING (13)

ECONOMISTE

SOVEBAT (26)



SOVEBAT

ACOUSTICIEN

AMOROS (83)



PAYSAGISTE

SARL ELEONORE DE  
LA CHAPELLE (83)



BE CUISINE

CICREA INGENIERIE  
(83)