

Commission d'évaluation : Conception du 21/01/2020

Groupe Scolaire de Mirabeau (84)



Accord-cadre Etat-Région-ADEME 2007-2013



PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PROVENCE-ALPES
CÔTE D'AZUR



Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur



ADEME
Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



Maître d'Ouvrage

Architecte

BE Technique

AMO QEB

**Commune de
Mirabeau**

Atelier A/ Acamp

CET / Canopée

albedo AMO

Localisation



Localisation



Contexte

Construction d'un groupe scolaire sur la commune en remplacement d'un bâtiment ancien **très énergivore (passoire énergétique)**, ne répondant plus aux normes de sécurité et d'accessibilité PMR.

Nouveau groupe scolaire de 7 classes (3 maternelles et 4 élémentaires) dans un écoquartier regroupant une structure d'hébergement pour personnes âgées, une trentaine de logements sociaux réalisés par Mistral Habitat et des équipements publics : une nouvelle crèche et un Citystade



Enjeux Durables du projet



TERRITOIRE

Une dynamique démographique forte → un bâtiment inséré dans un EcoQuartier



MATERIAUX

Une enveloppe performante

Des protections solaires efficaces et une gestion de l'inertie pour un bâtiment utilisé toute l'année (ALSH)



ENERGIE

Des matériaux biosourcés



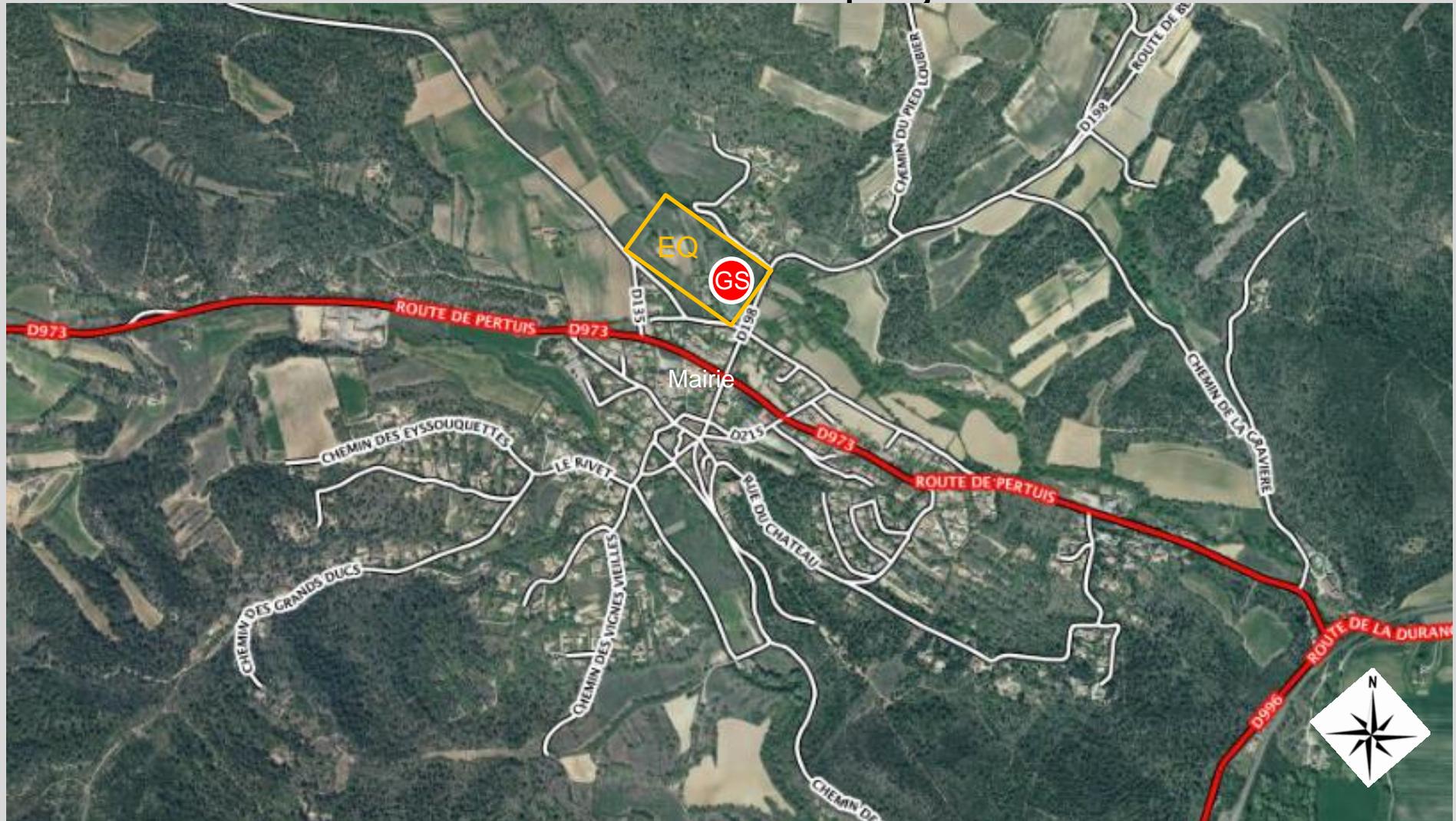
CONFORT ET SANTE

Des systèmes simples et éprouvés

Une surventilation naturelle estivale

Le projet dans son territoire

Un site de projet à 300 m de la Mairie



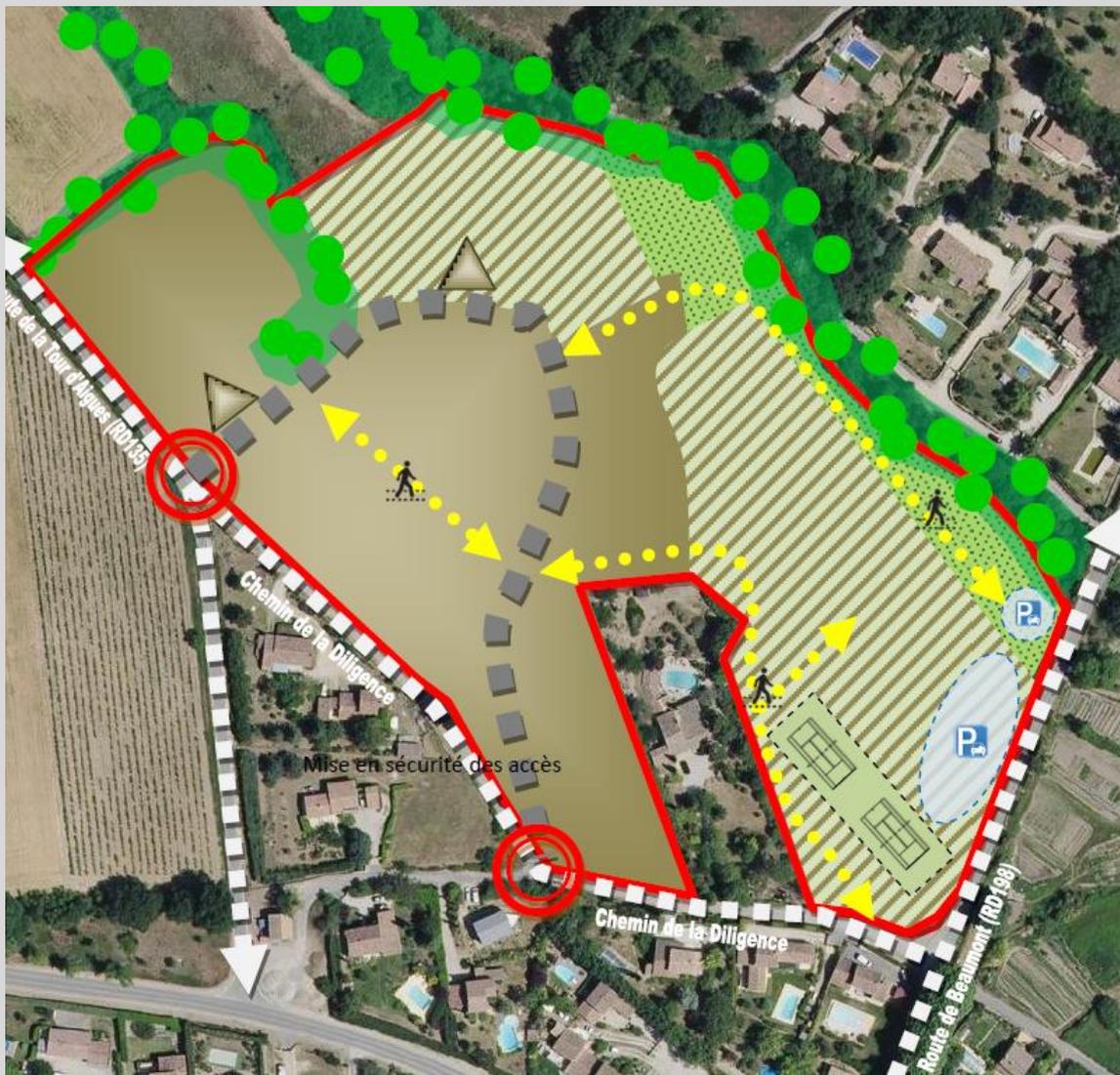
Le projet dans son territoire

Situation du terrain



Le projet dans son territoire

OAP de l'EcoQuartier



Légende :

-  Limite du secteur d'aménagement (zones 1AU)
-  Secteur d'implantation = habitat
-  Secteur d'implantation = pôle d'équipements publics
-  Secteur d'implantation d'aménagement en lien avec le site (bassin de rétention, aire de jeux, stationnement..)
-  Équipement sportif existant = terrains de tennis
-  Voirie structurante
-  Cheminements piétonniers
-  Mise en sécurité des accès
-  Aires de stationnement
-  Organiser les accès avec la voirie structurante
-  Maintenir les éléments naturels structurants (ripisylve de la Combe, haies, etc.)



Le projet dans son territoire

Charte EcoQuartier signé en mai 2019

Extrait de l'étude de faisabilité des 23 logements sociaux réalisée par 28.04 architectes pour Mistral Habitat

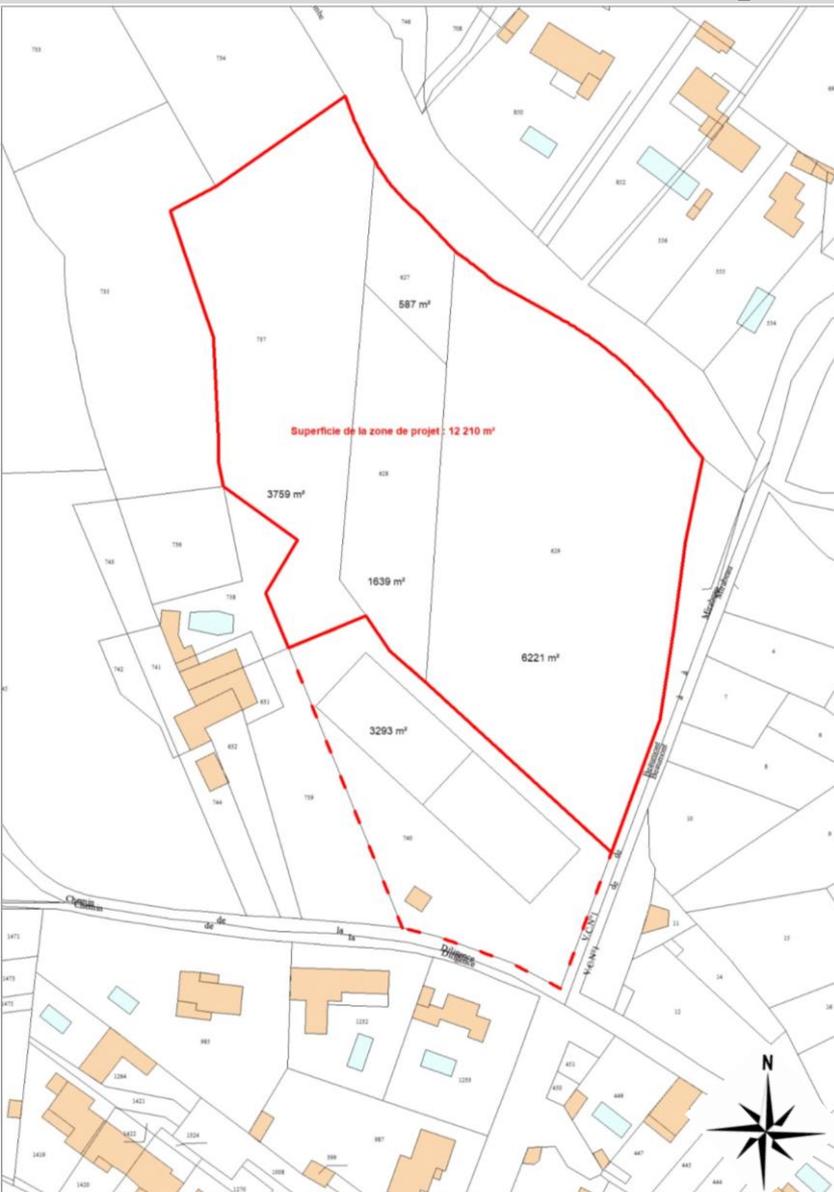


Programme de l'EcoQuartier :

- 23 Logements Locatifs Sociaux
- 16 logements pour personnes âgées
- 1 groupe scolaire
- 1 crèche
- Des équipements sportifs

Le projet dans son territoire

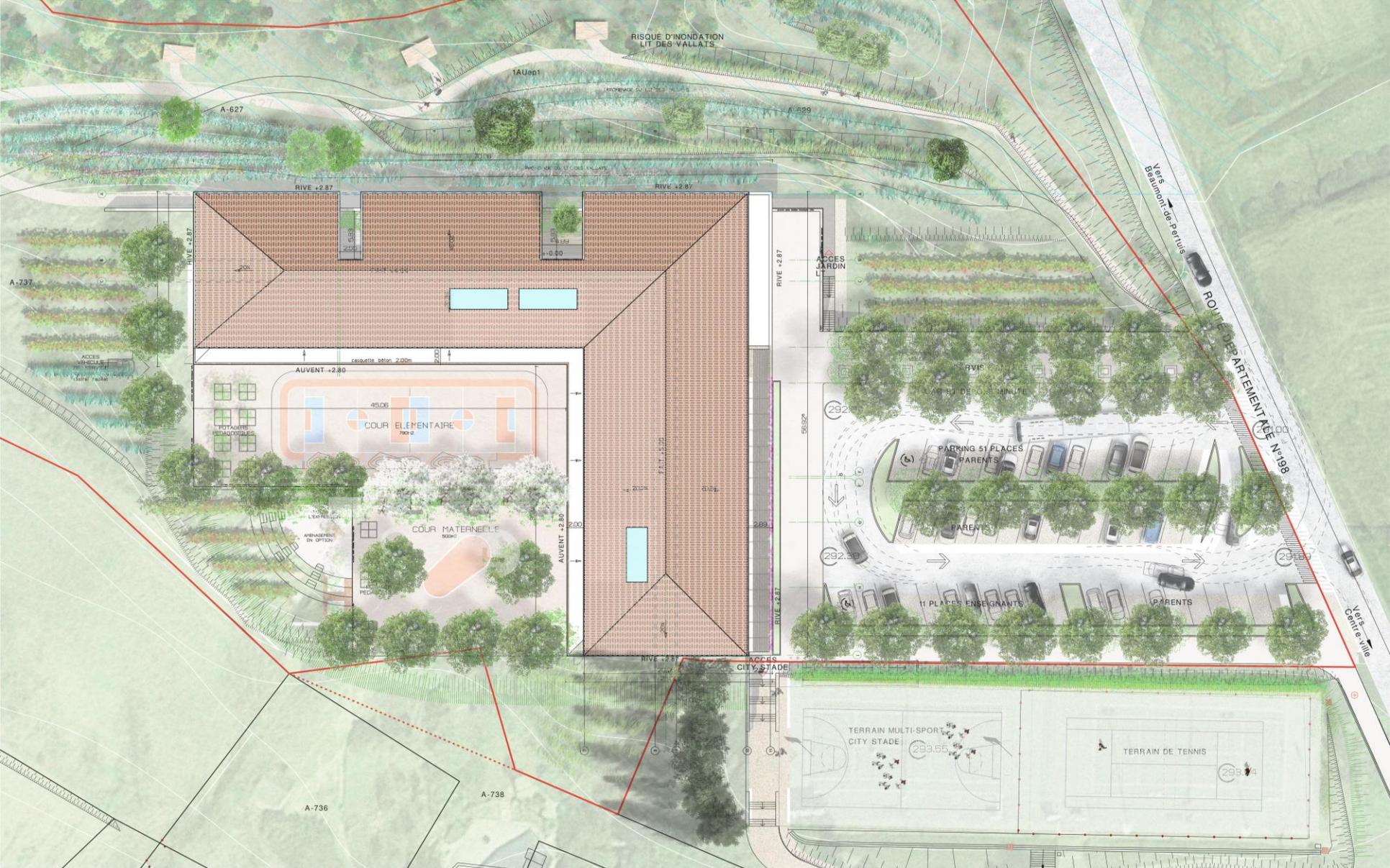
Périmètre du groupe scolaire



Le terrain et son voisinage



Conception bioclimatique

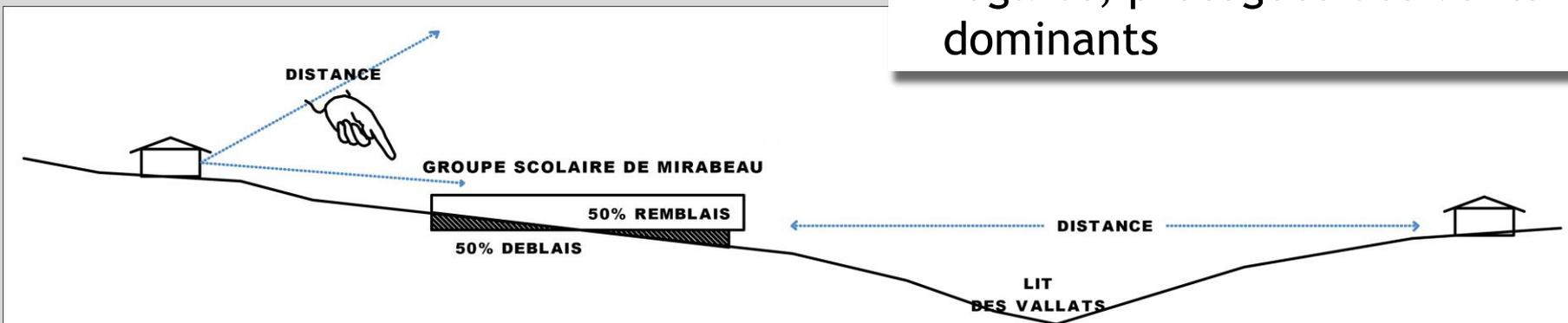
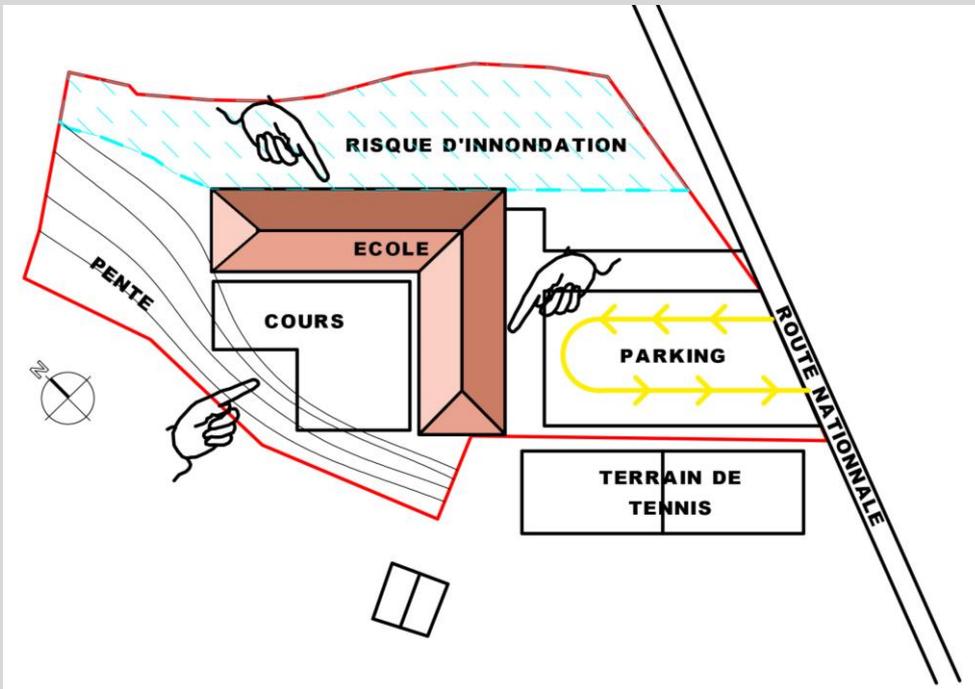


Conception bioclimatique

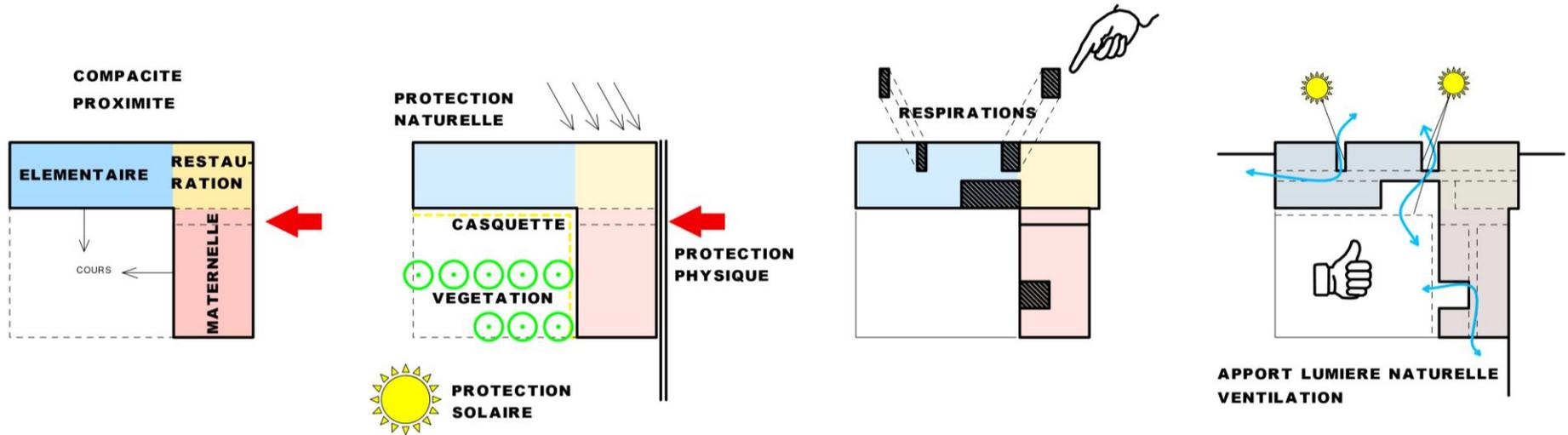
Implantation

Le projet s'insère sur un plateau entre les tennis et le Vallat de la Combe.

Le parvis de l'école exposé Est pour bénéficier du soleil levant
Un groupe scolaire dans une implantation en L, simple RDC très bas et compact pour mieux se tapir dans le paysage.
Des cours récréatives, à l'abri de regards, protégées des vents dominants



Conception bioclimatique

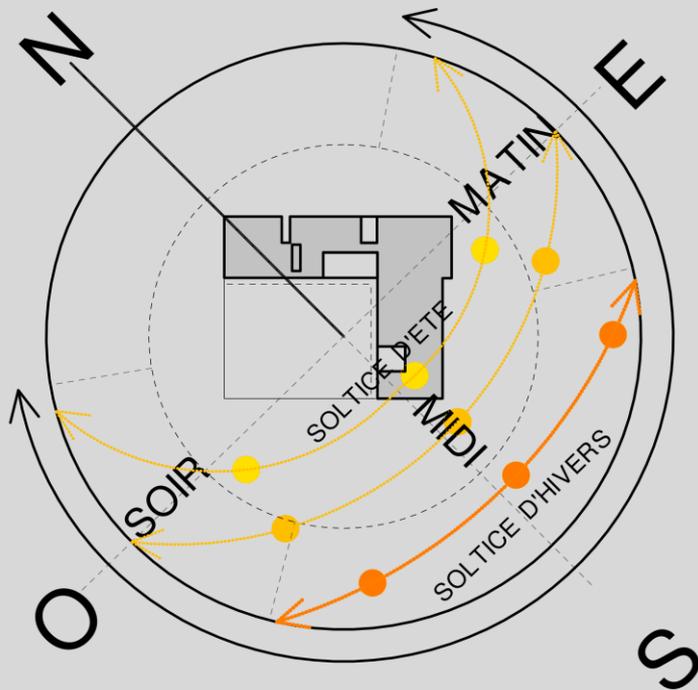


Une forte compacité sans être monobloc, ou trop épais, en simple RDC

- Une morphologie en L qui protège les cours des vents dominants
- Des préaux lumineux intégrés au bâti
- Des « respirations » en façades qui offrent une transparence cour - préau - paysage très valorisante.
- Des matières lourdes qui respirent la pérennité : béton Ecocem, bois des Alpes, pierre de Vaucluse et de Banon
- Des isolants biosourcés en majorité (ex paille de riz pour l'isolation)

Conception bioclimatique

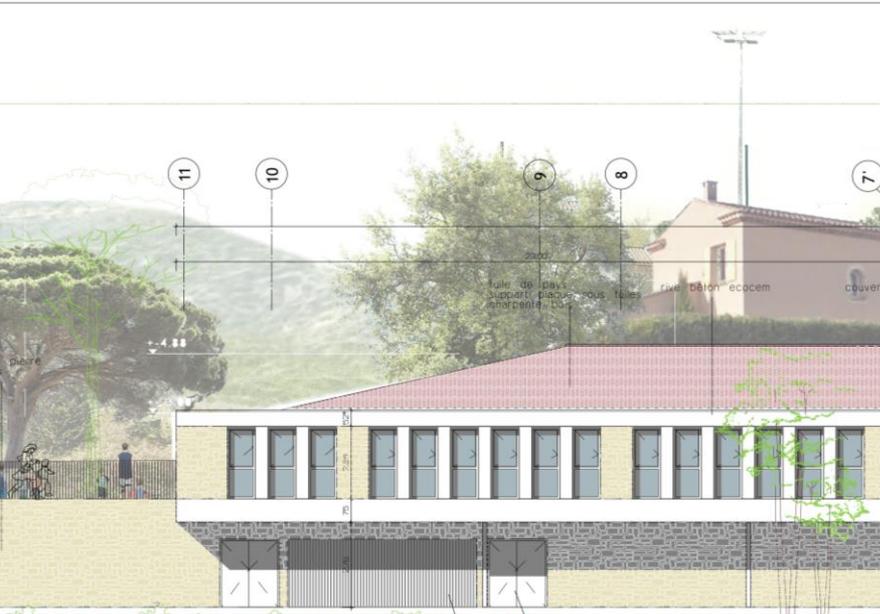
COURBE DU SOLEIL



Le confort d'été

- Toutes les salles de classe se protègent du soleil de l'après-midi en se tournant vers le **Nord Est** ou le **Sud Est**
- Le **béton Vertua** majoritairement employé dans le bâtiment pour son inertie thermique restitue la fraîcheur de la nuit l'été et emmagasine la chaleur l'hiver
- Une **surventilation nocturne** par l'intermédiaire de micro châssis latéraux.
- Des **casquettes** de 1,70 m
- Des **ouvertures généreuses** pour bénéficier des apports solaires gratuits en hiver
- Les **circulations** sont **éclairées** en premier jour

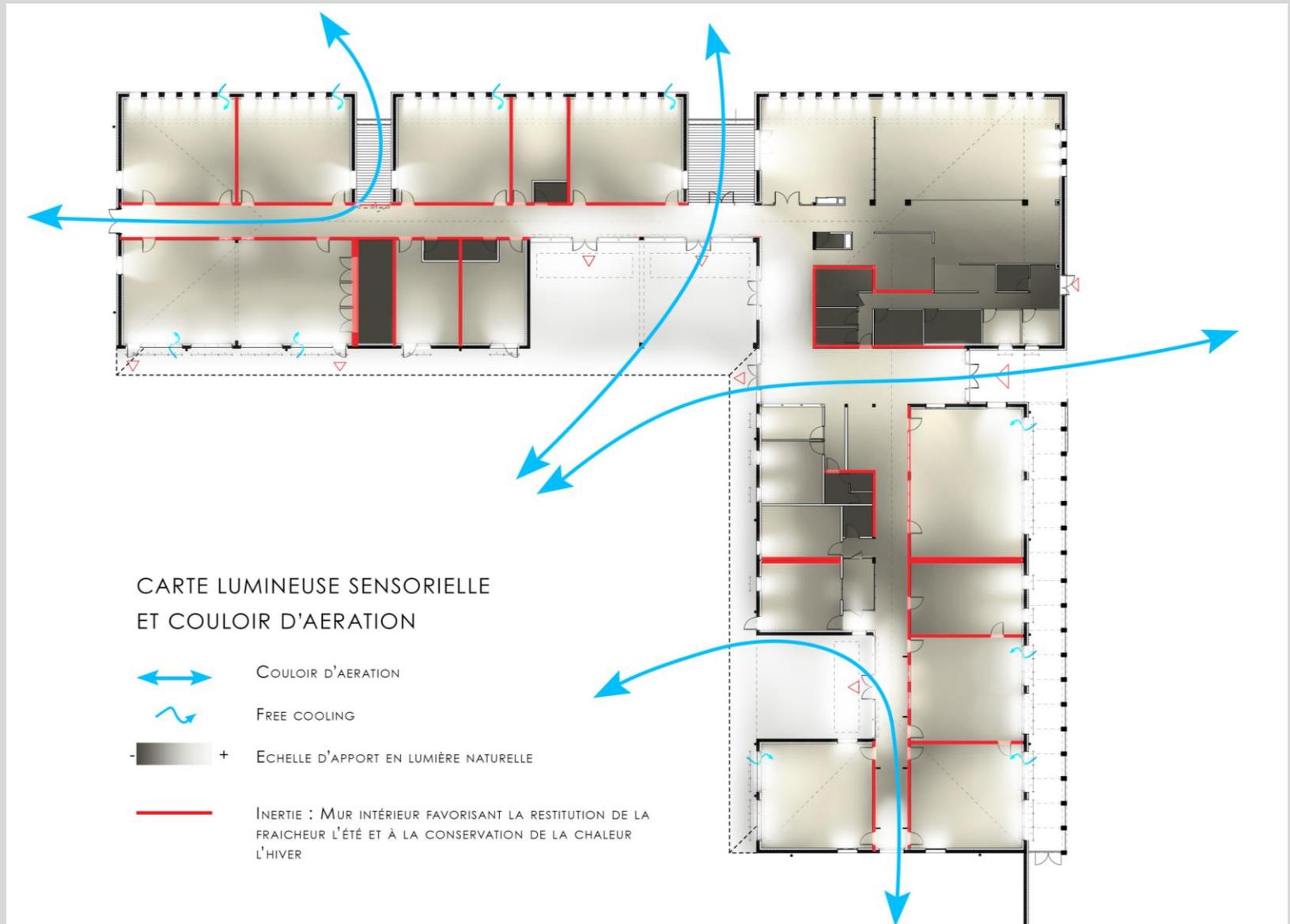
Conception bioclimatique



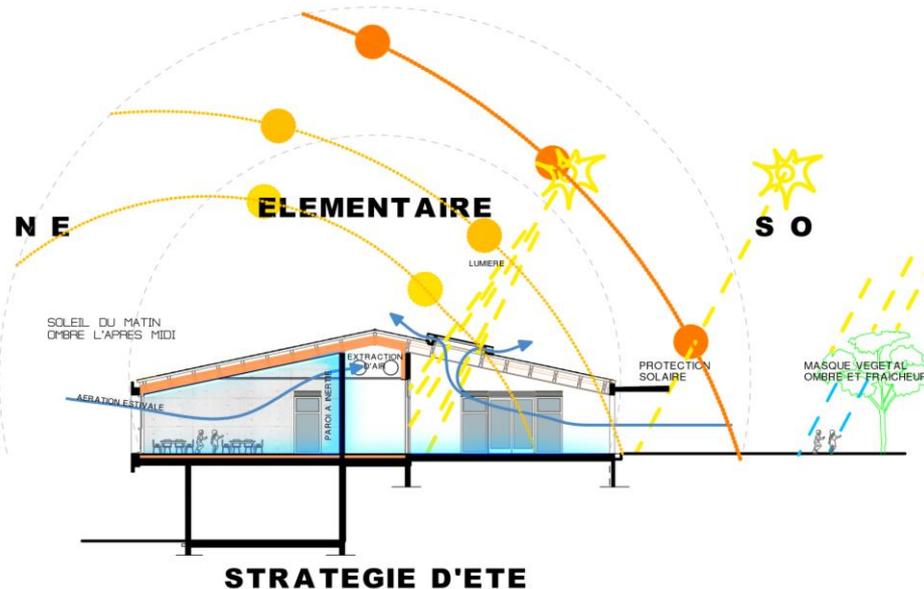
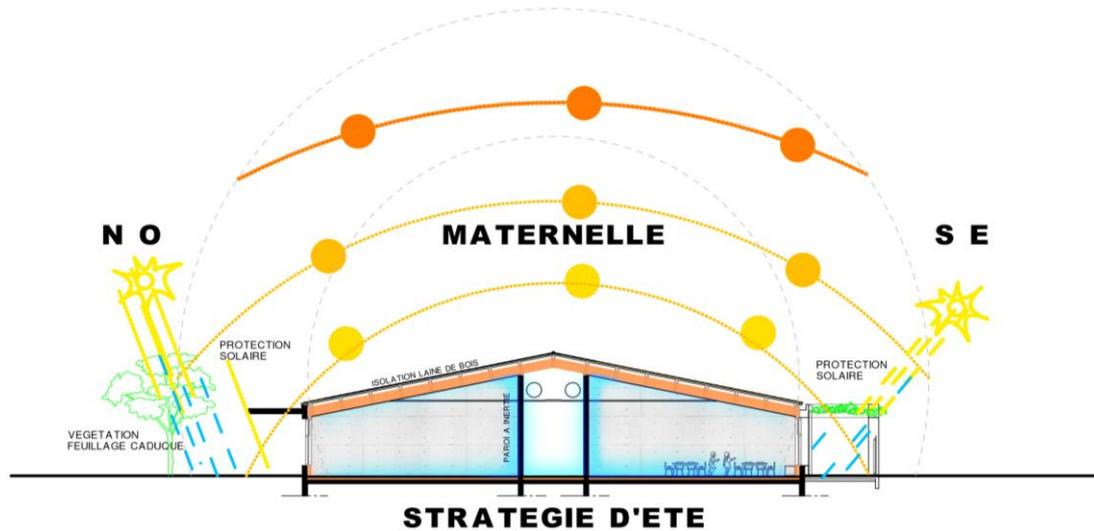
- **Un plancher chauffant/ rafraichissant** sur l'ensemble des locaux d'activités.
- Un espace récréatif, séparé par un aménagement paysagé, bien ombragé pour **gérer les effets d'albedo**
- Une **récupération** et un stockage des eaux de pluie (arrosage)
- Des **revêtements perméables** parking et cours pour partie, complétés par des noues d'infiltration
- Des **FLJ uniformes** grâce à des ouvertures secondaires dans chaque fond de classe qui viennent compléter l'apport lumineux des ouvertures principales



Conception bioclimatique

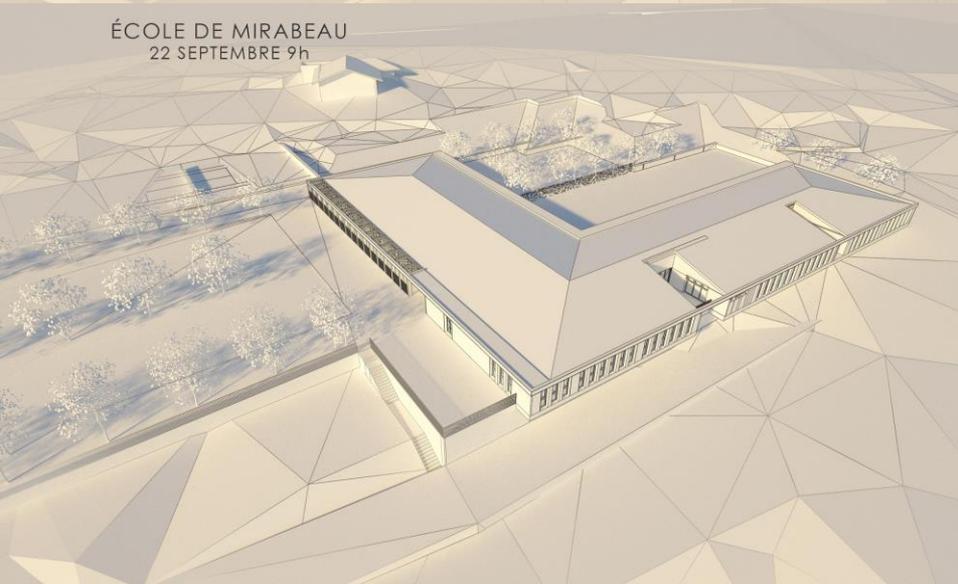
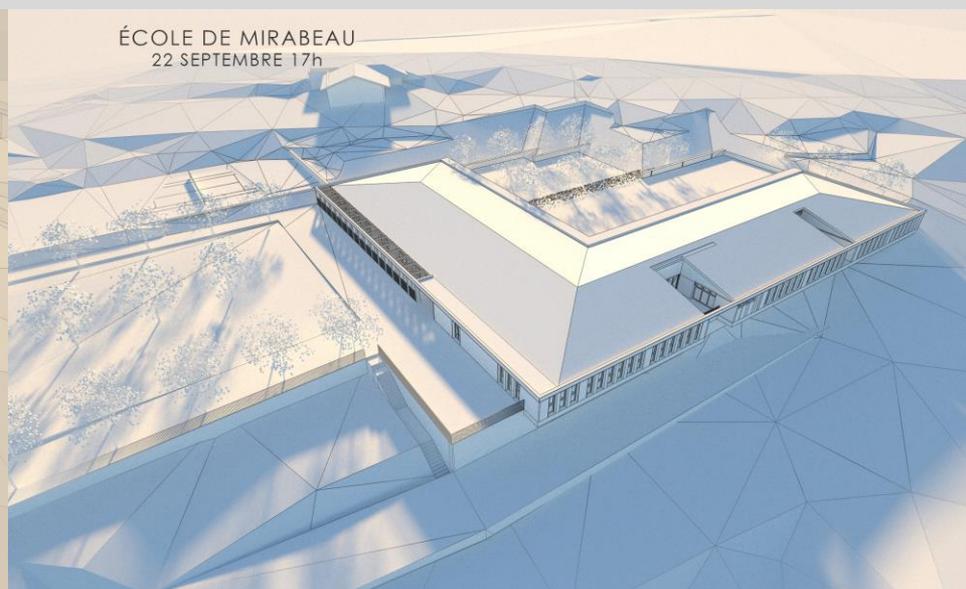
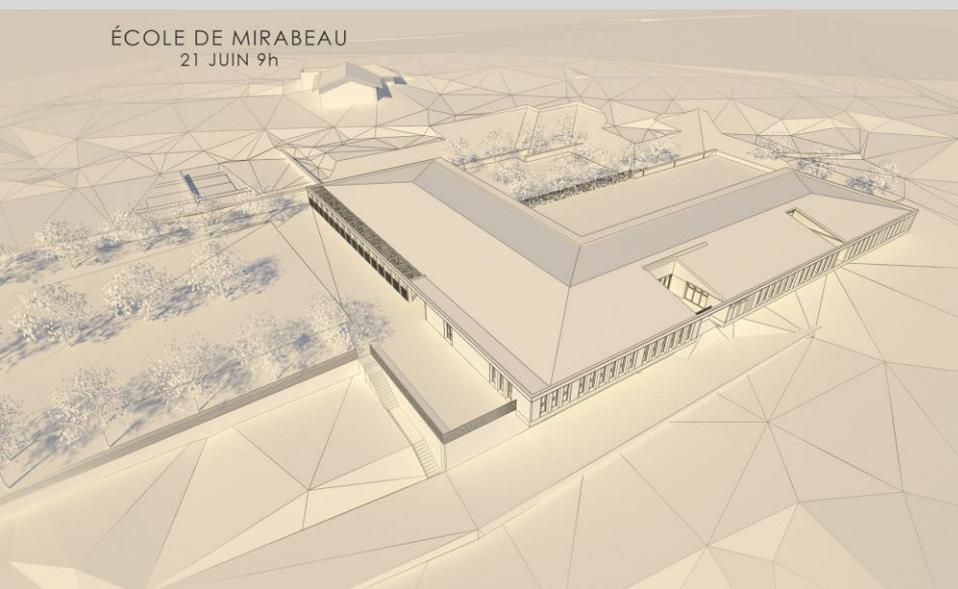


Conception bioclimatique - Confort d'été

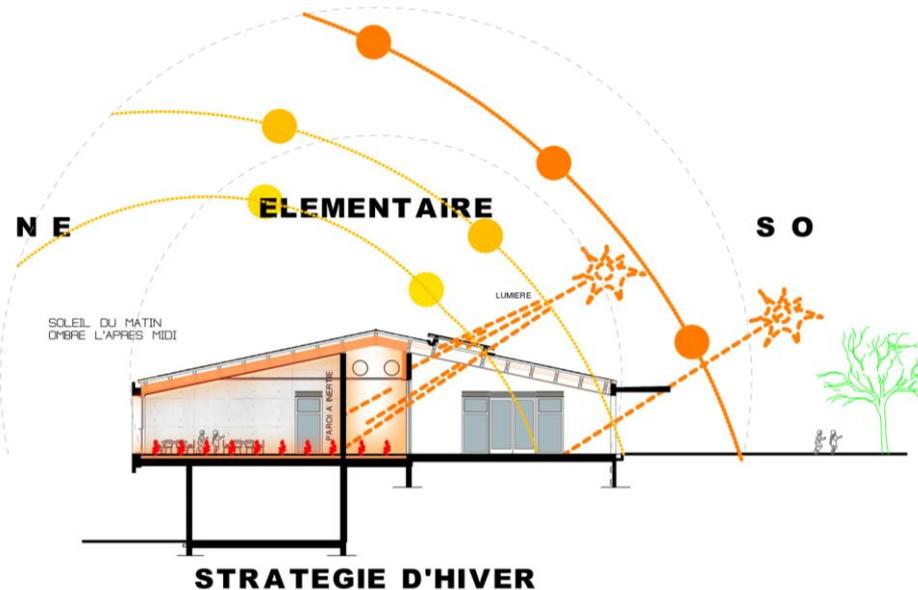
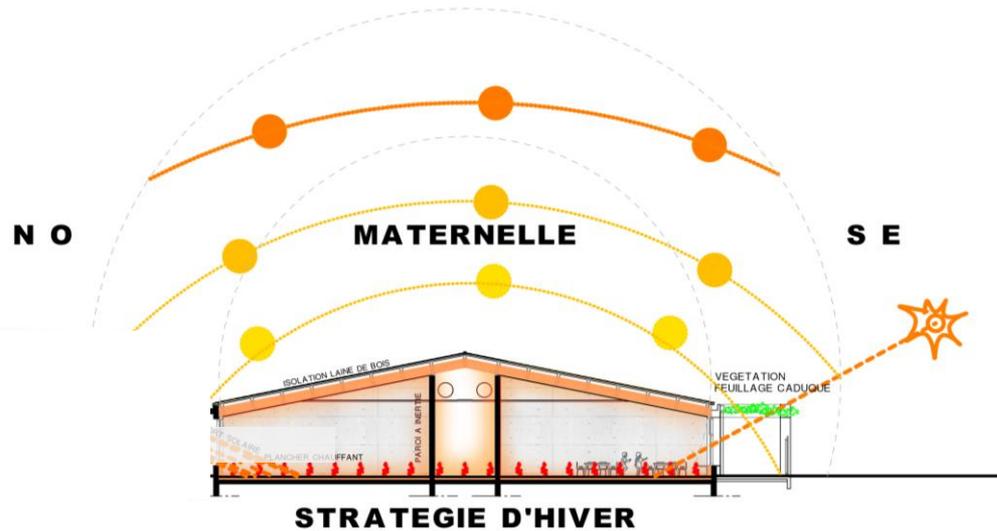


- Ouvertures de la façade Nord-Ouest de la maternelle protégée par un alignement d'arbres de hautes tiges à feuilles caduques et une casquette
- Ouvertures de la façade Nord-Est de la maternelle protégée par un péristyle végétalisé
- Ensemble de la façade Sud-Ouest de l'élémentaire protégée par une casquette préau de 1,70 m de large

Conception bioclimatique - été

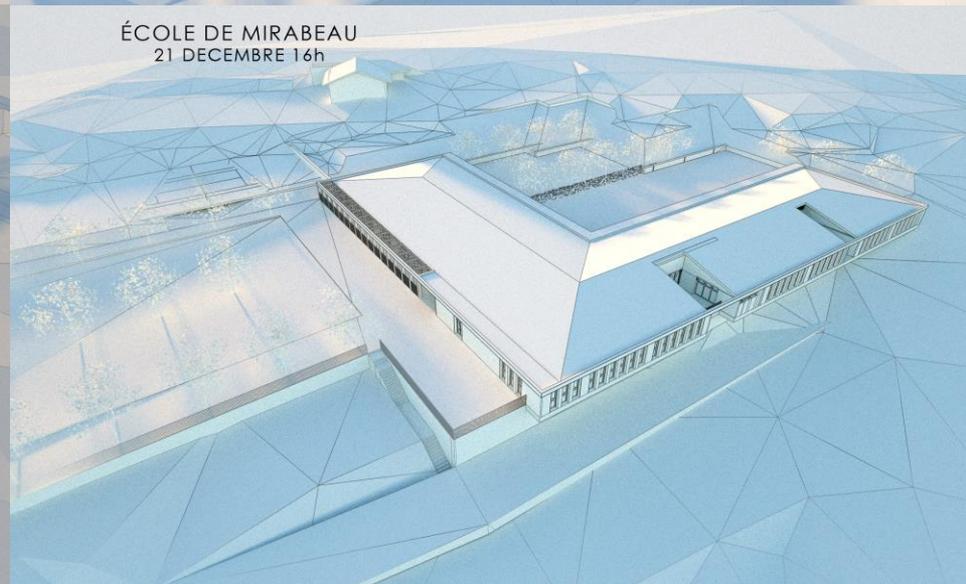
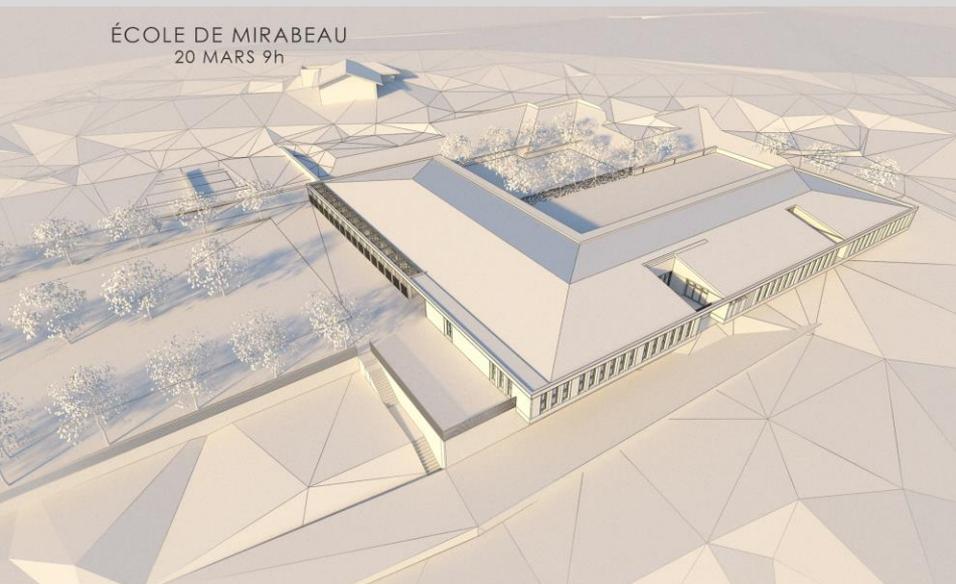


Conception bioclimatique - hiver

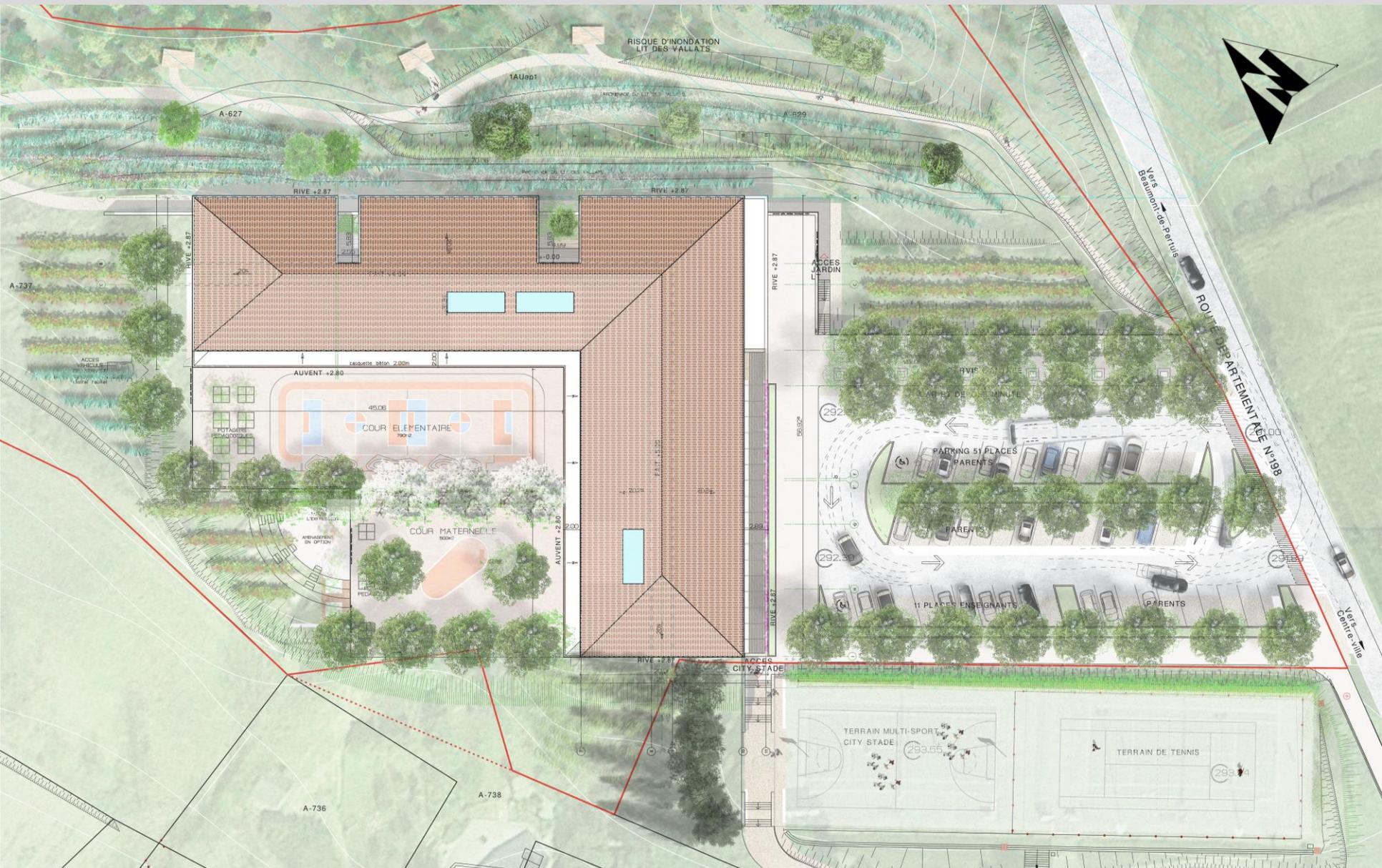


- Le positionnement des ouvertures et des protections horizontales favorisent les apports solaires en hiver
- Des ouvertures zénithales ventilées sur les préaux et des impostes hauts maximisent l'éclairage naturel en fond de classe

Conception bioclimatique - hiver



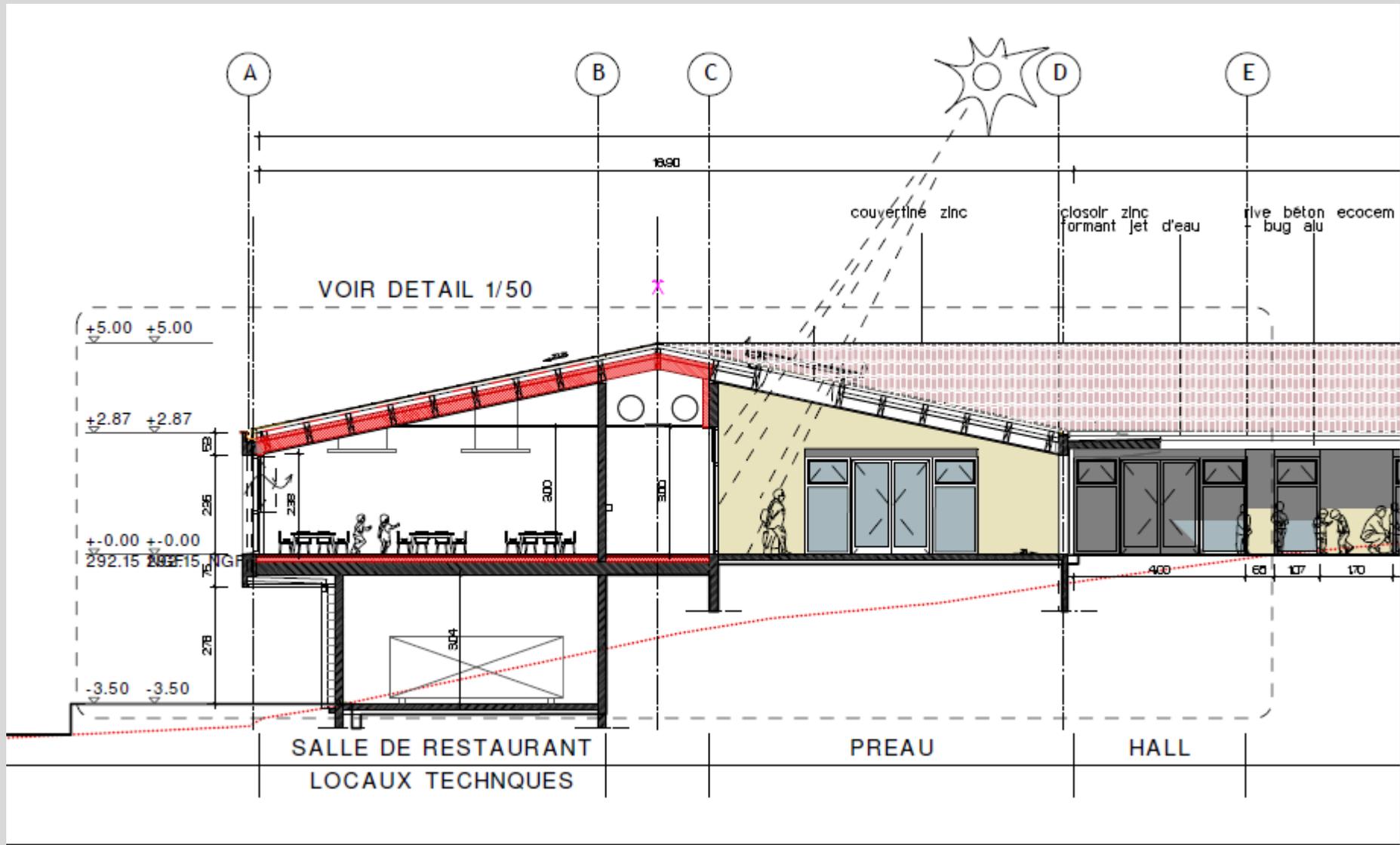
Plan masse



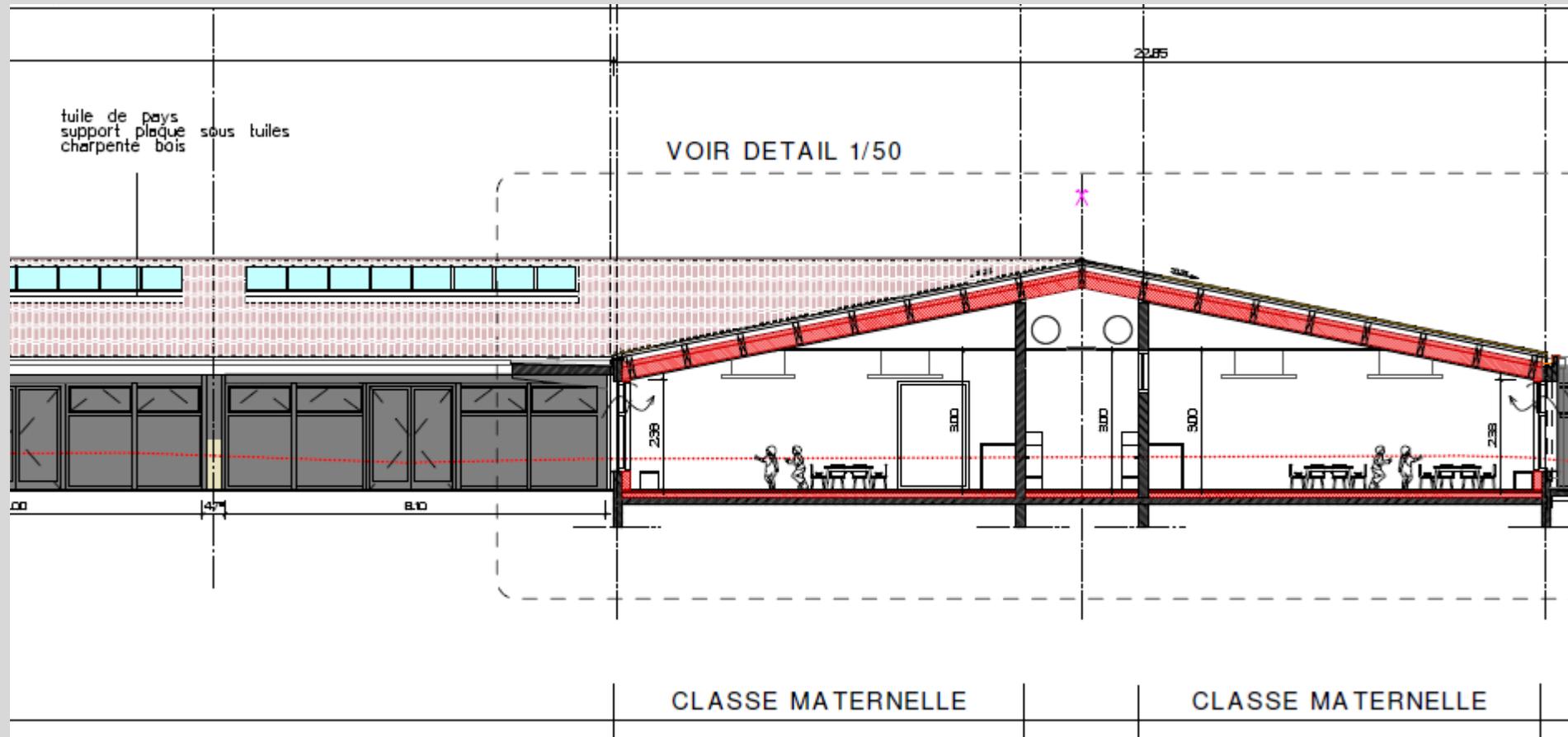
Façade Est, vue depuis l'esplanade



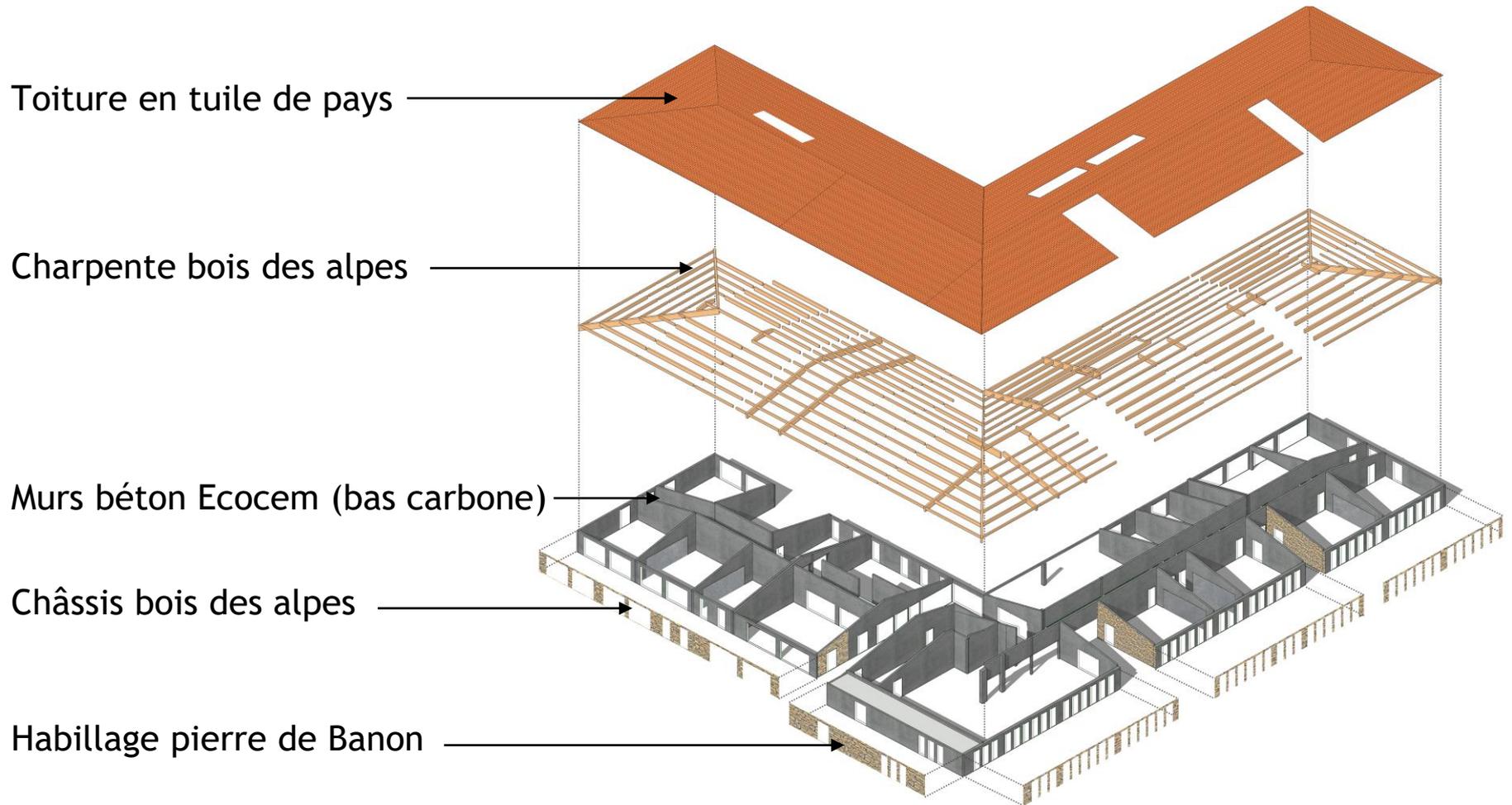
Coupe façade Ouest



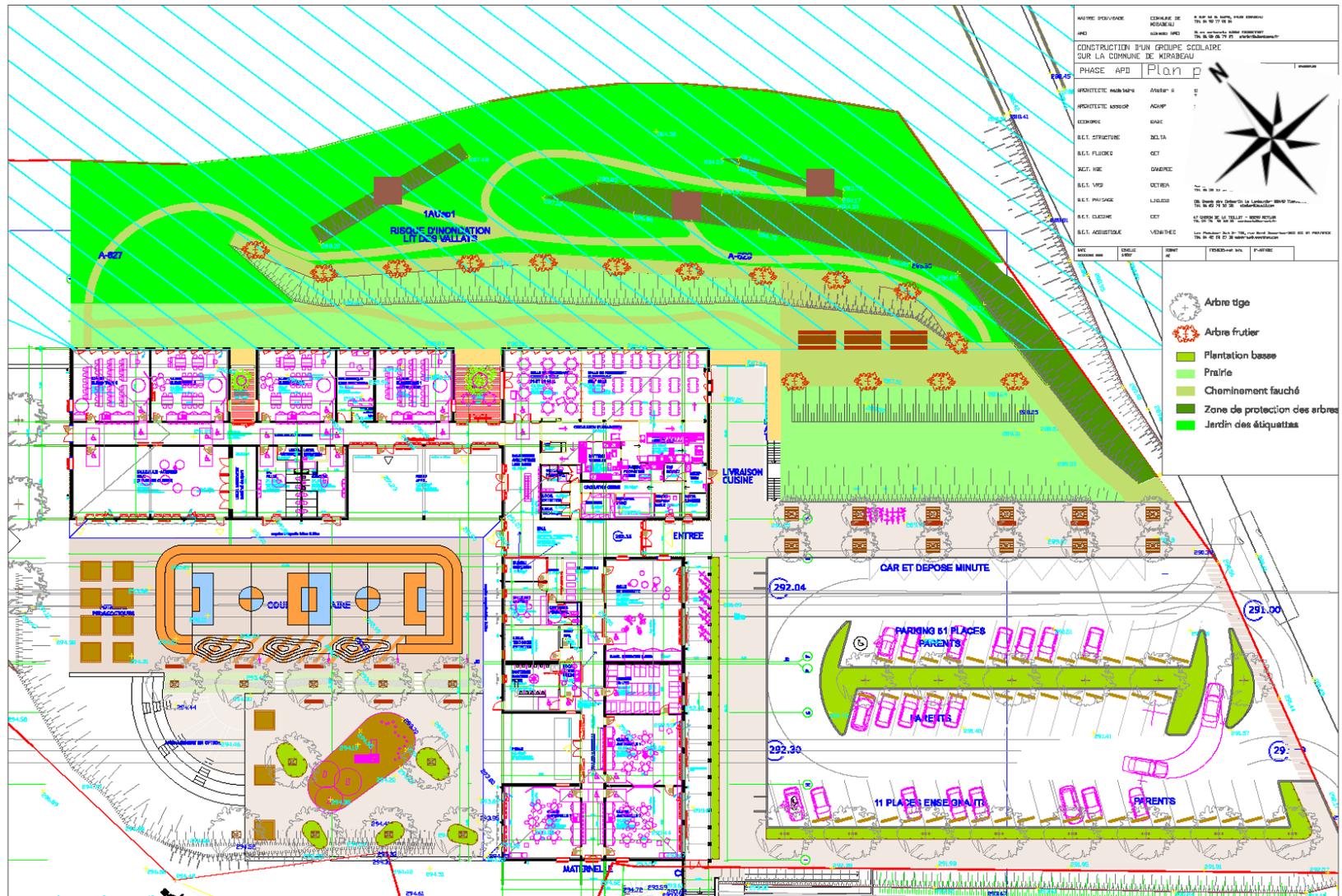
Coupe façade Sud



Vue éclatée du projet



Principes d'aménagement paysager



COÛT PREVISIONNEL TRAVAUX

3 400 000 € H.T. hors honoraires MOE

HONORAIRES MAITRISE D'ŒUVRE

443 917 € H.T. (missions de base + EXE)

2 319 € H.T. / m² utile (1657 m² utiles)

19 220 € H.T. / élève (200 élèves)

Fiche d'identité

Typologie

- **Groupe scolaire :**
3 maternelles
4 élémentaires
- **Centre aéré**

Surface

- **1 657 m² utiles**
- **1 684 m² SDP**
- **1 794 m² SU RT**

Altitude

- **292 m**

Zone clim.

- **H2-d**

Classement bruit

- **Façades 30dB**
- **BR 1 / Cat. CE1**

BBio

- **BBio = 46**
- **Gain 24 %**

Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*

- **BBC Effinergie 2017 (E2)**
- **Cep = 58 kWh ep/m².an**
- **Gain 34 %**

Production locale d'électricité

- **Non**

Planning travaux Délai

- **Début : juillet 2020**
- **Fin : septembre 2021**

- **Délai : 14 mois**

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

Un projet global et partagé :

- Le PLU approuvé en 2017 encadre le projet d'EcoQuartier : une OAP et des zonages spécifiques
- Une charte EcoQuartier signée en mai 2019
- Acquisition et portage des terrains par l'EPF PACA
- Mission d'AMO globale (EQ et groupe scolaire) engagée dès les études de programmation
- Une crèche réalisée par l'EPCI COTELUB
- Une commission école qui participe activement au projet



Gestion de projet

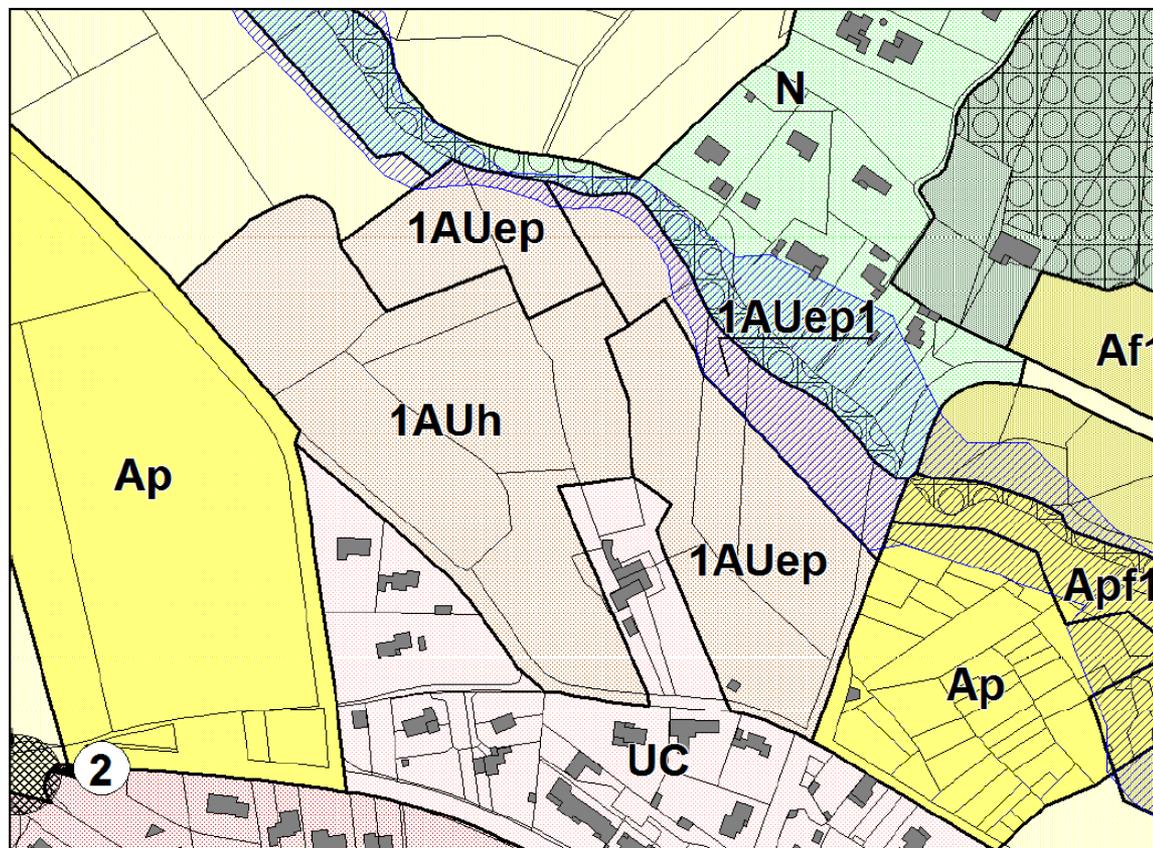
Un projet encadré par le PLU

Zonage PLU:

1AUep :
équipements publics

1AUep1 : espaces
verts liés aux eqpts

1AUh : logements
favorisant la mixité
sociale et
générationnelle



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Social et économie

Utilisation de l'outil Bénéfices et Coût Global pour optimiser les choix

La population du quartier a été consultée avant même la programmation (lors des études PLU) et est écoutée tout au long du projet

L'AMO accompagne le maitre d'ouvrage de la programmation à la GPA



Bénéfices et Coût Global

- **Solution de base optimisée en coût global :**
1 PAC air/eau avec PCBT + 1 VMC DF dans tous les locaux sauf sanitaires en SF + 1 chauffe-eau thermodynamique pour ECS cuisine + 1 ECS instantané électrique (1 douche et 1 évier ATSEM)
- **Variante chaufferie GPL + petit groupe froid :**
Coût global sur 30 ans > à la solution de base en PAC
Cela s'explique par le fait qu'une chaufferie gaz coûte plus cher qu'une PAC et que l'énergie est également plus onéreuse.
- **Variante passif :**
Coût global sur 30 ans > à la solution de base PAC
Faire du passif pour un bâtiment à faible intermittence dans une région où il ne fait pas très froid n'est pas rentable financièrement.

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Matériaux



Nida Gravel
Places engravillonné



Béton caverneux ocre
Perméable



Circulation voiture en enrobé



Murs en béton lasuré



Murs en béton lasuré



Murs en béton lasuré



Toiture en tuiles Canales
de pays



Pergola en béton Ecocem



Menuiseries et ensembles
vitrés en bois des alpes

Matériaux

TOUT BETON



- BETON PLANCHER / ELEVATION
- BETON TOITURE

ECONOMIE
40% DE VOLUME
DE BETON



MIXTE BOIS-BETON



- BETON PLANCHER / ELEVATION
- BOIS TOITURE

Matériau de structure (hors fondations et sous-sol)

Le passage en charpente bois lamellé collé Bois des Alpes en phase APD permet d'économiser 40% de volume de béton hors fondations et sous-sol

Matériaux



Bois très présent :

- 75 m³ de bois, dont charpente, menuiseries et faux-plafonds
- Certification bois des Alpes
- Le bois représente 40 % du volume bâti

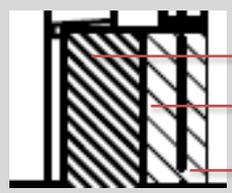
Matériaux

- Equilibre déblais/remblais
- Béton bas carbone pour les murs de façade et cloisons
- Parement du mur Nord en pierre de Banon (04)
- Recours à des produits éco labellisés pour les matériaux et produits en contact avec l'ambiance intérieure + tests CO2 et C0V (Cf. Pt innovation)
- Déconstruction possible avec recyclage des matières : pierre, plâtre, vitrages, bois de charpente et des menuiseries



Matériaux pour une enveloppe performante

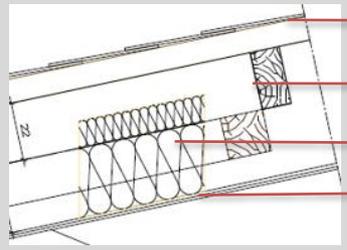
MURS BETON ECOCEM



- Voile béton bas carbone Ecocem + lasure dans les circulations et les salles de classes + parement en pierre de banon pour le mur Nord + enduit chaux/chanvre pour les préaux et le patio
- ITI laine de bois ou paille de riz en panneau 160 mm
- Plaque de plâtre BA 25

R	U
(m ² .K/W)	(W/m ² .K)
4,4	0,24

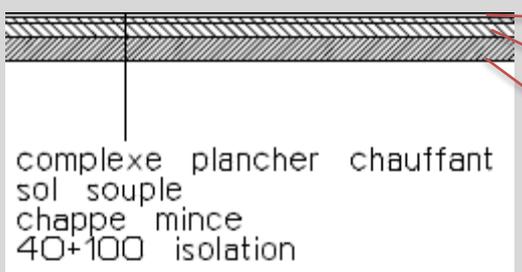
TOITURE



- Tuiles canal de pays sur toiture étanche isolé avec 260 mm de laine minérale Rock-Up
- Charpente en bois des Alpes
- Ouate de cellulose 360 mm soufflée ou laine de bois
- Plafond en bois des alpes à claire-voie

10	0,11
----	------

PLANCHER BAS

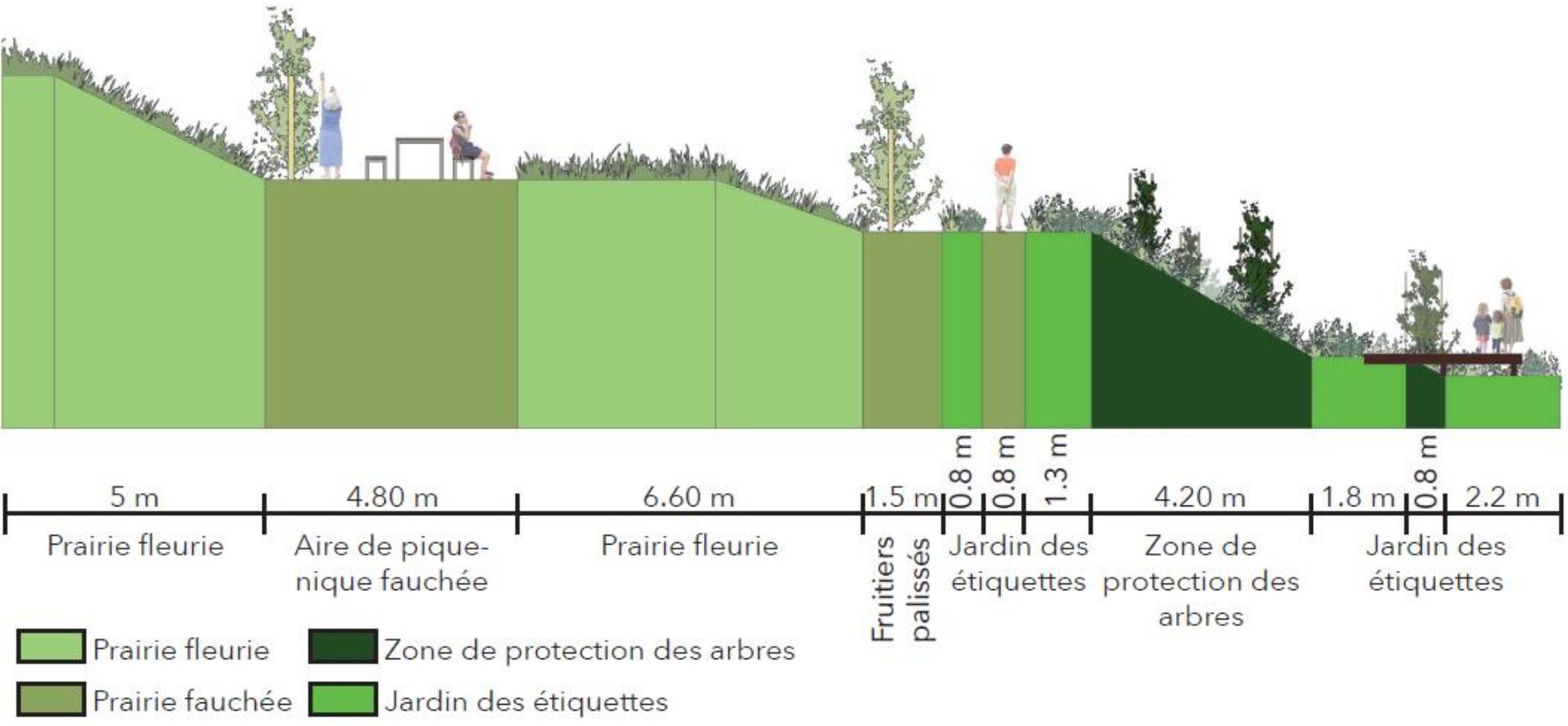


- Sol linoleum naturel dans les salles de classe, circulation et motricité, administration
- isolation PSE 140 mm + chape sèche pour PCBT
- Plancher béton Ecocem
- Structure porteuse en béton Ecocem

3,7	0,21
-----	------

Matériaux pour les espaces extérieurs

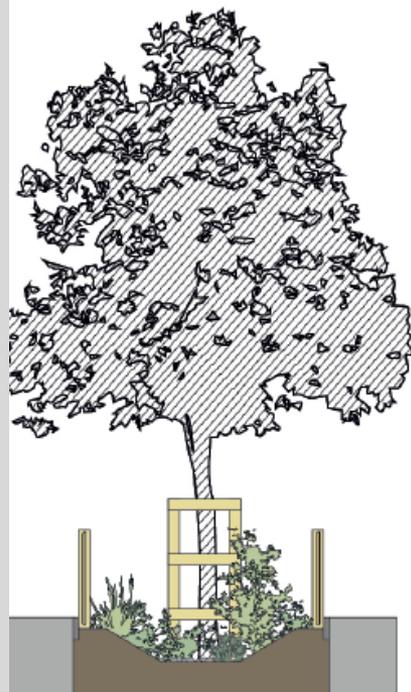
Un maintien et une valorisation de l'écosystème en place



Coupe sur la vallat de la combe

Matériaux pour les espaces extérieurs

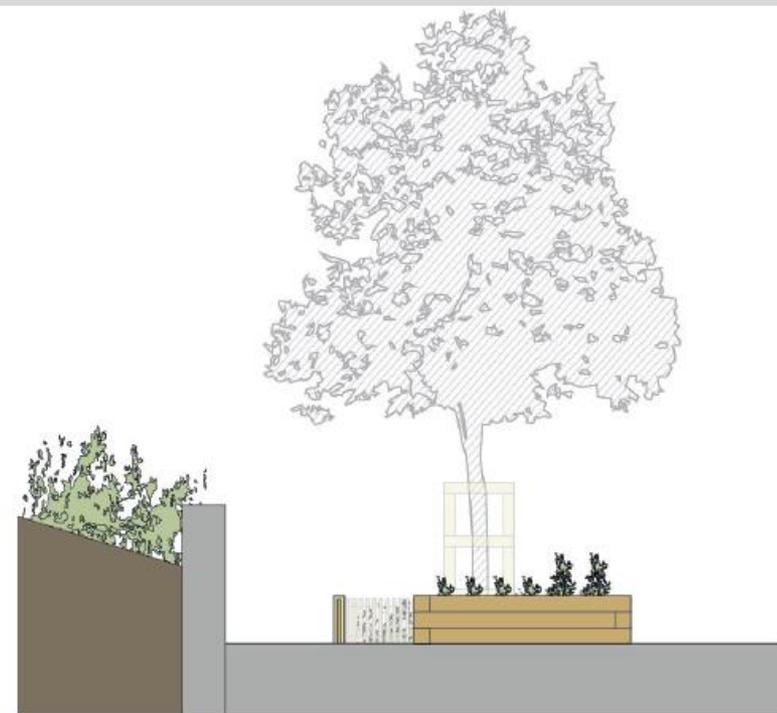
Un traitement paysager qualitatif



2.3 m
Noue plantée

Essences envisagées :

- Aulne glutineux
- Saule blanc
- Peuplier tremble
- Noisetier
- Érable argenté
- Copalme d'Amérique



2 m
Bac potager

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Energie : des systèmes simples et éprouvés

CHAUFFAGE



- PAC air/eau
- Plancher chauffant basse température sur chape sèche → très réactif et zéro inertie de régulation notamment pour les consignes jour/nuit

REFROIDISSEMENT



- Sur-ventilation nocturne estivale
- Plancher rafraîchissant possible avec sectorisation (pour ne pas rafraîchir les locaux inoccupés)

ECLAIRAGE



- Luminaires LED
- Puissance de 2 à 10 W/m² installé selon local

VENTILATION



- Cuisine : VMC DF sans échangeur
- Ensemble des locaux et réfectoire : VMC DF avec échangeur
- Sauf sanitaires en VMC SF

E.C.S.



- Cuisine collective : ECS sur Chauffe eau thermodynamique type HYDRAPAC
- Douche et sanitaires : ECS instantané électrique à proximité des pts de puisage
- Auge salle de classe : pas d'ECS (eau froide)

COMPTAGES

5 comptages par entité (maternelle, élémentaire, réfectoire, salle multi-activités., extérieur) : Eau froide, Éclairage, Chauffage, ECS, PC et autres
Un sous-comptage pour les équipements consommateurs : PAC & CTA DF

Principe des différents comptages

Energie

Comptages Electriques :

TGBT	Celec : PAC
	Celec : CTA « Classes »
	Celec : CTA « Cuisine »
	Celec : PC
	Celec : Eclairage
	Celec : Eclairage Extérieur
AD CUISINE	Celec : Matériel Cuisson
	Celec : PC
	Celec : Eclairage
	Celec : ECS sanitaire
	Celec : VMC Sanitaire
	Celec : Tourelle Cuisine
	Celec : Tourelle Laverie
	Celec : Clim Déchet
Celec : Clim Info	
AD MATERNELLE	Celec : Eclairage
	Celec : PC
	Celec : ECS Sanitaire
	Celec : VMC Sanitaire
AD ELEMENTAIRE	Celec : Eclairage
	Celec : PC
	Celec : ECS Sanitaire
	Celec : VMC Sanitaire

Comptages Energétiques :

Cnrj : Primaire PAC
Cnrj : Réseaux CTA
Cnrj : Réseaux Plancher
Cnrj : Réseaux Radiateurs

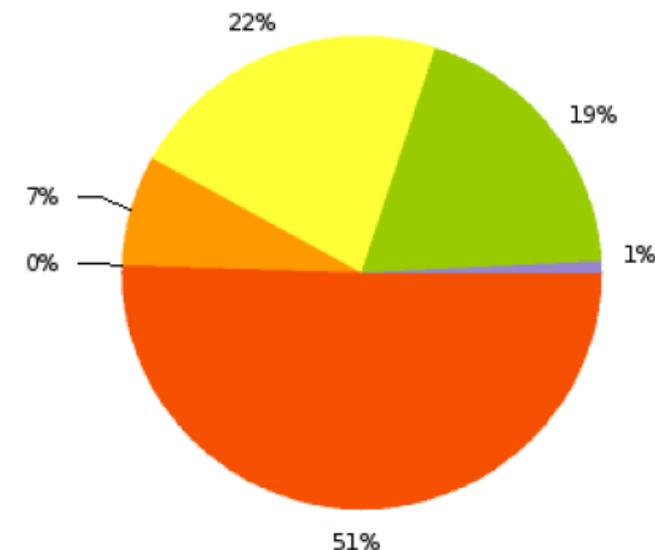
Comptages Volumiques :

Adduction d'Eau Potable	Cvol : Concessionnaire
	Cvol : AEP Bâtiment Eau froide
	Cvol : Adoucisseur ECS Cuisine
	Cvol : Remplissage Chauffage
	Cvol : Arrosage Ext

• Répartition de la consommation en énergie primaire

Conventionnel (RT)	kWh _{ep} /m ² .an
5 usages	58,5
Tout usages calcul E+	64,6

- Auxil distribution
- Auxil ventilation
- éclairage
- ECS
- Refroidissement
- Chauffage



• Besoins de chauffage et de refroidissement totaux du bâtiment

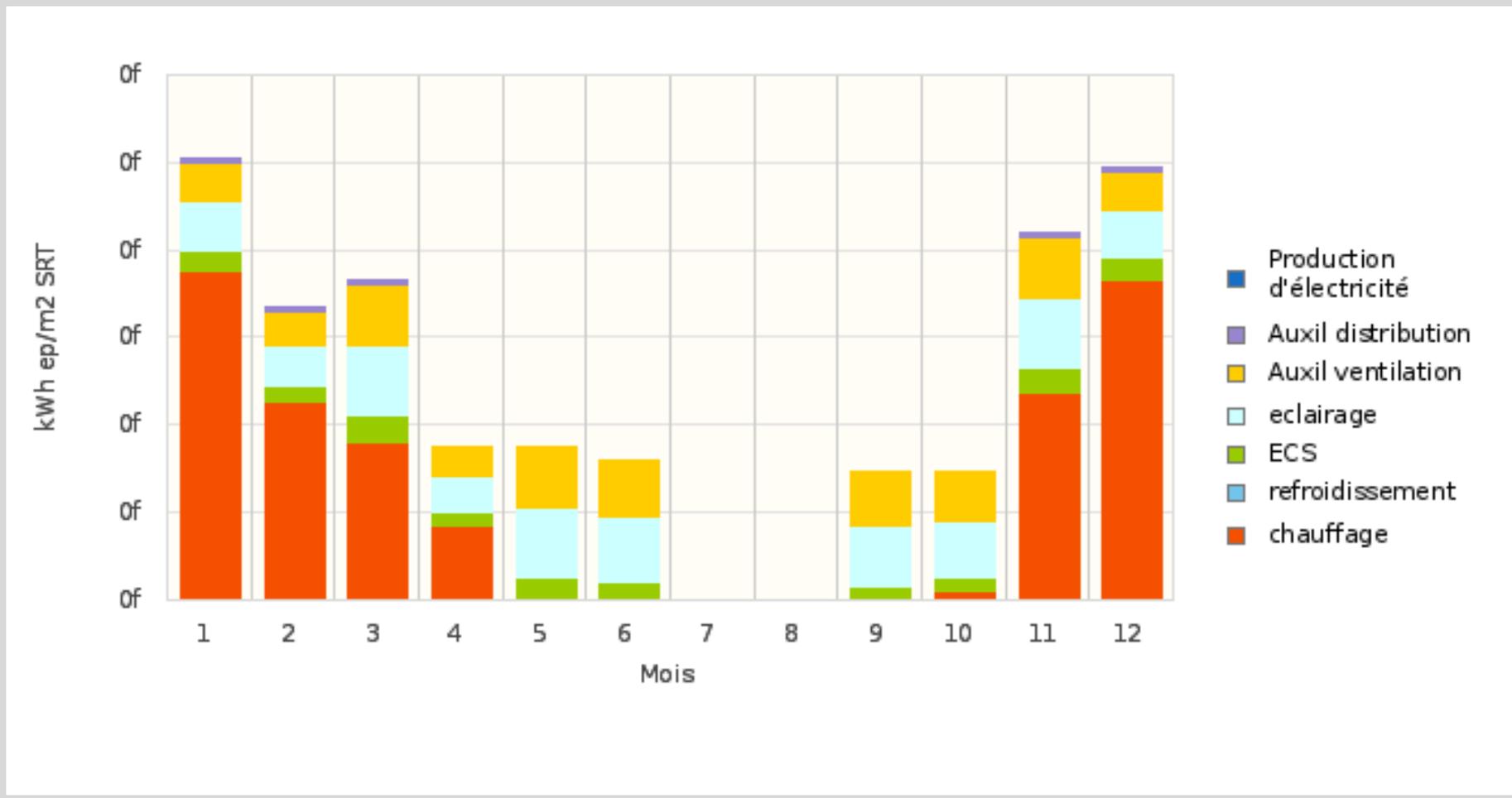
STD	kWh _{ep} /m ² .an
Besoins de chauffage	46
Besoins de refroidissement	3



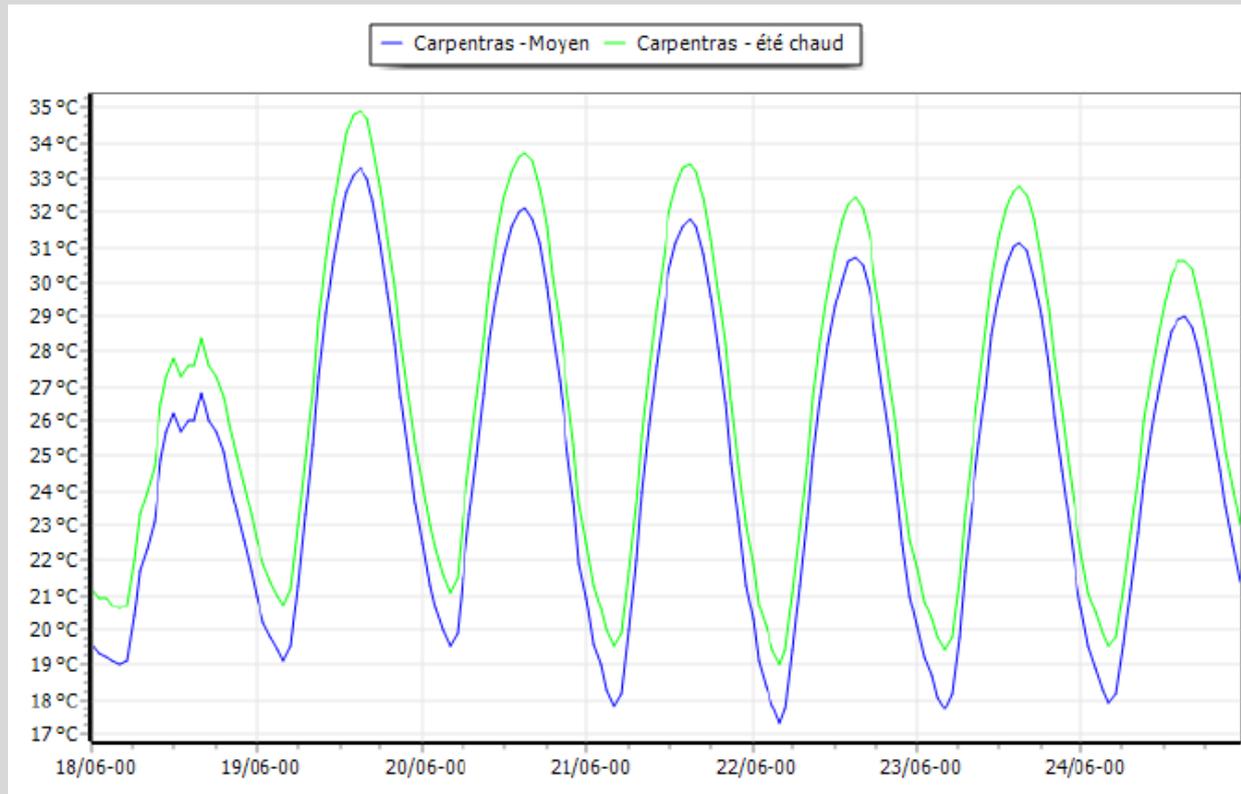
Besoins de chauffage = 46 kWh/m²

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.
GT	0 kWh	0 kWh/m ²
Classe élémentaire 1	2 344 kWh	37 kWh/m ²
Classe élémentaire 2	2 376 kWh	37 kWh/m ²
Classe élémentaire 3	2 447 kWh	38 kWh/m ²
Classe élémentaire 4	2 162 kWh	34 kWh/m ²
Classe maternelle 1	1 910 kWh	30 kWh/m ²
Classe maternelle 2	2 020 kWh	32 kWh/m ²
Classe maternelle 3	2 540 kWh	40 kWh/m ²
Salle de restauration	4 600 kWh	27 kWh/m ²
Salle multi-activités	4 751 kWh	37 kWh/m ²
Sanitaires	13 609 kWh	124 kWh/m ²
Bibliothèque coin multimédia	1 629 kWh	52 kWh/m ²
salle motricité	4 740 kWh	52 kWh/m ²
Circulations	0 kWh	0 kWh/m ²
Bureau directrice	607 kWh	52 kWh/m ²
Salle des maîtres	1 141 kWh	53 kWh/m ²
Locaux techniques	0 kWh	0 kWh/m ²
Dortoir	2 017 kWh	46 kWh/m ²
Stockage froid	0 kWh	0 kWh/m ²
Bureau responsable	746 kWh	103 kWh/m ²
Réserve + local lingerie + reception	0 kWh	0 kWh/m ²
Cuisines	2 168 kWh	35 kWh/m ²
Local ATSEM	373 kWh	45 kWh/m ²
Total	52 179 kWh	46 kWh/m²

Répartition mensuelle des postes de consommations conventionnelles et de production d'énergie



Simulation Thermique Dynamique



Le principe de la STD en mode été est de décliner différentes hypothèses de fonctionnement et d'usage des locaux visant à atteindre l'objectif BDM de 50h maxi au-dessus de 28°C.

Pour aller plus loin, nous nous sommes intéressés à l'avenir en simulant une météo de type « été chaud »

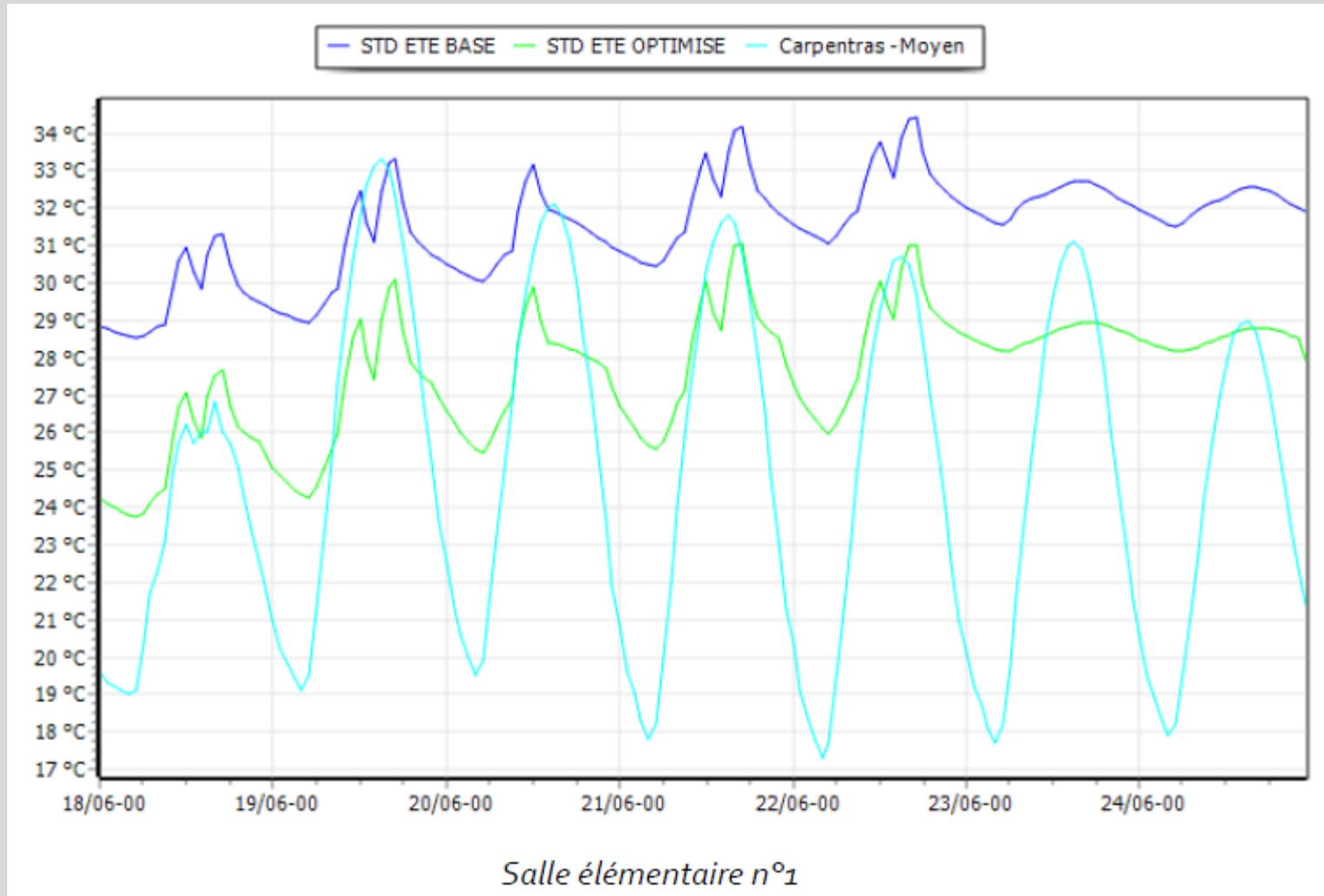
STD et confort d'été

Hypothèse de simulation Occultation des baies Aération nocturne	Nombre d'heures en occupation au-dessus de 28°C							
	Salle Elémentaire n°1	Salle Elémentaire n°2	Salle Elémentaire n°3	Salle Elémentaire n°4	Salle Maternelle n°1	Salle Maternelle n°2	Salle Maternelle n°3	
STD base : sans occultations et d'aération nocturne	Météo scénario moyen	38h	31h	29h	30h	11h	15h	28h
STD optimisé avec occultations utilisées et rafraîchissement nocturne	Météo scénario été chaud Sans rafraîchissement	65h	62h	62h	61h	54h	59h	58h
	Météo scénario été chaud Avec rafraîchissement 30W/m ²	26h	21h	17h	16h	10h	13h	13h

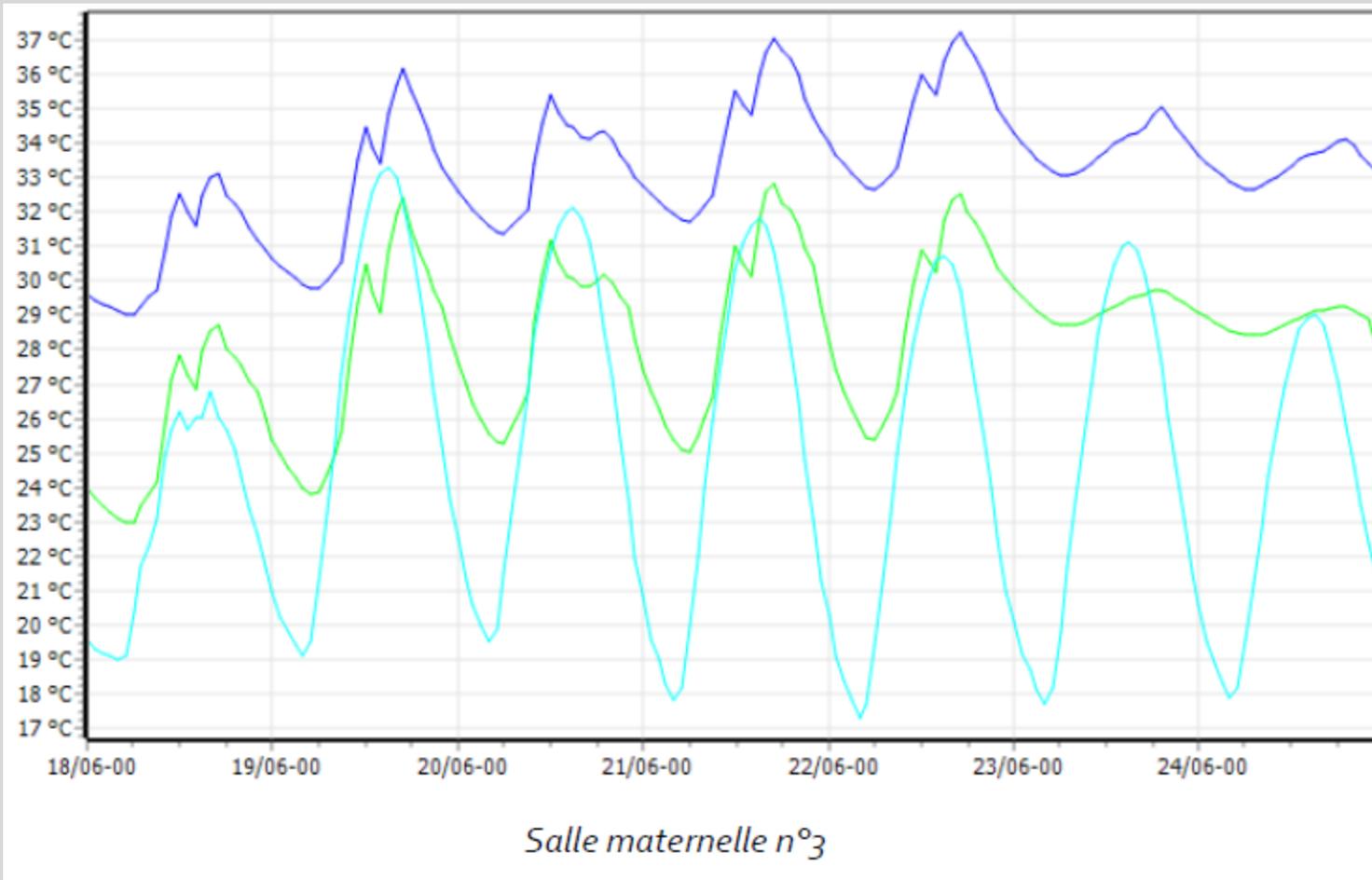
Hypothèses de simulation

- Occultation systématique des baies vis-à-vis du rayonnement solaire direct
- Occultation totale des baies le week-end
- Aération estivale nocturne avec un taux de renouvellement d'air moyen de 3 vol/h
- Besoins en rafraîchissement pour consigne 27°C d'environ 3kWh/m²
- Rafraîchissement par plancher hydraulique réversible

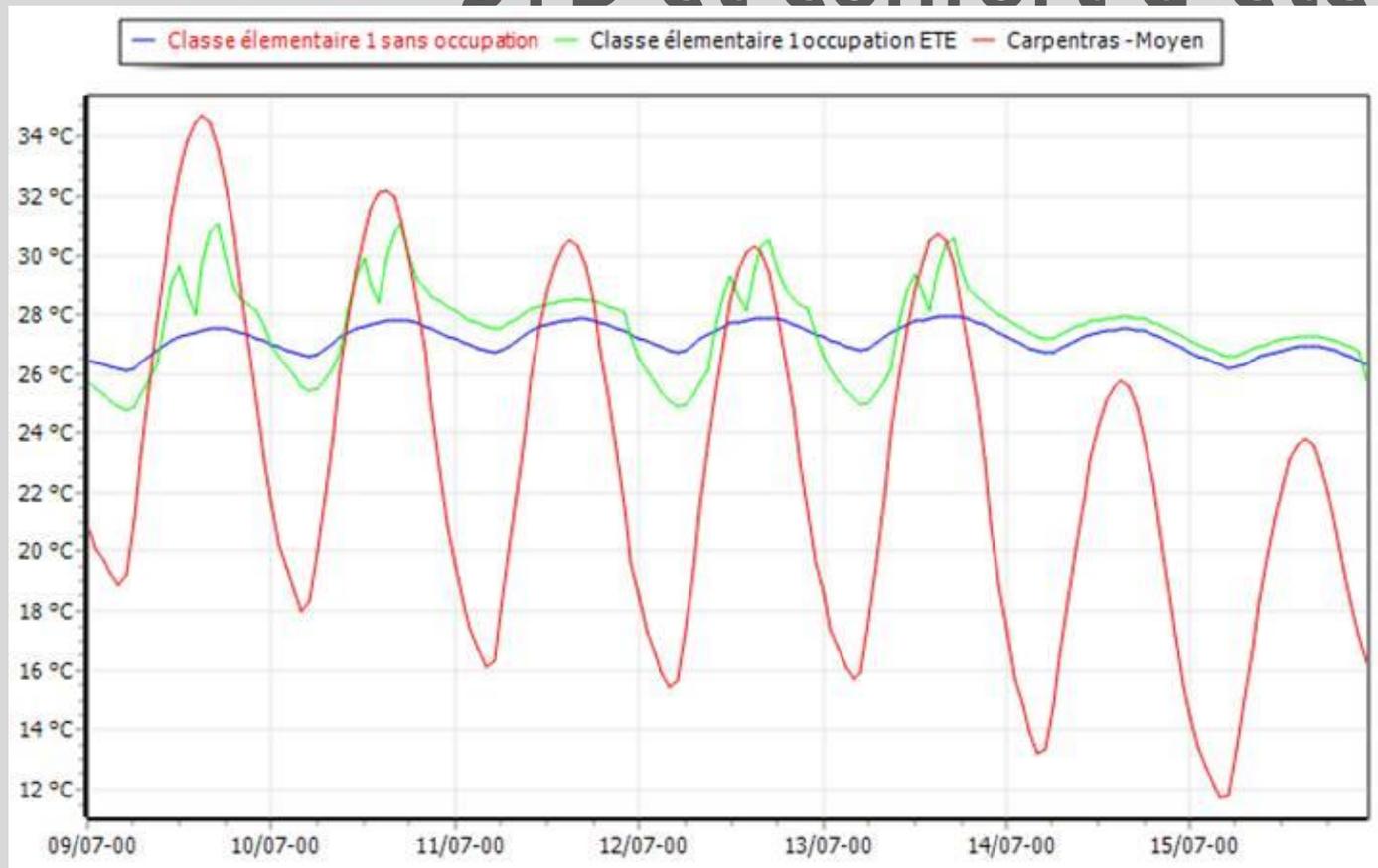
STD et confort d'été - Élémentaire



STD et confort d'été - Maternelle



STD et confort d'été- ALSH



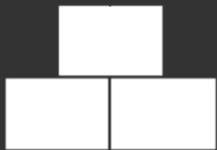
Juillet (période la plus chaude) en mode centre aéré.

Seulement 1 °C d'écart sur la température extérieure maxi entre le plus chaud (début juillet) et le mois de juin.

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Des équipements peu consommateurs en eau :

- Absence d'eau chaude pour les lave-mains et paillasses dans les classes
- Mousseurs hydro-économiques (débit < 5 l/min)
- Essences méditerranéennes sans arrosage
- Stockage EP par 3 citernes dans le VS pour arrosage potager (simple remplissage gravitaire d'arrosoirs)



Jardin des étiquettes - jardin des espèces spontanées



Étiquette botanique

Limiter l'imperméabilisation des sols :

- Perméabilité des places de stationnement (gravillon avec système de « nidagravel »)
- Une partie de la cour en terre (noue et plantations) et béton caverneux (poreux, durable et carrossable)
- Maintien du fonctionnement naturel : accès aux LT par chemin fauché



Grande table de pique-nique



Chemin fauché



Principe des plateformes en bois

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Confort et santé

Conception bioclimatique

- Des baies vitrées largement dimensionnées
- Un préau formant casquette sur 1,70 m de profondeur et péristyle planté coté parvis
- Arbres de hautes tiges à feuilles caduques dans les cours
- Classes élémentaires orientées Nord : idéal pour la lecture et l'écriture
- Classes maternelles et salle motricité orientées Est pour un confort d'été accru
- L'implantation du bâtiment évite l'ombre portée de la grande villa voisine

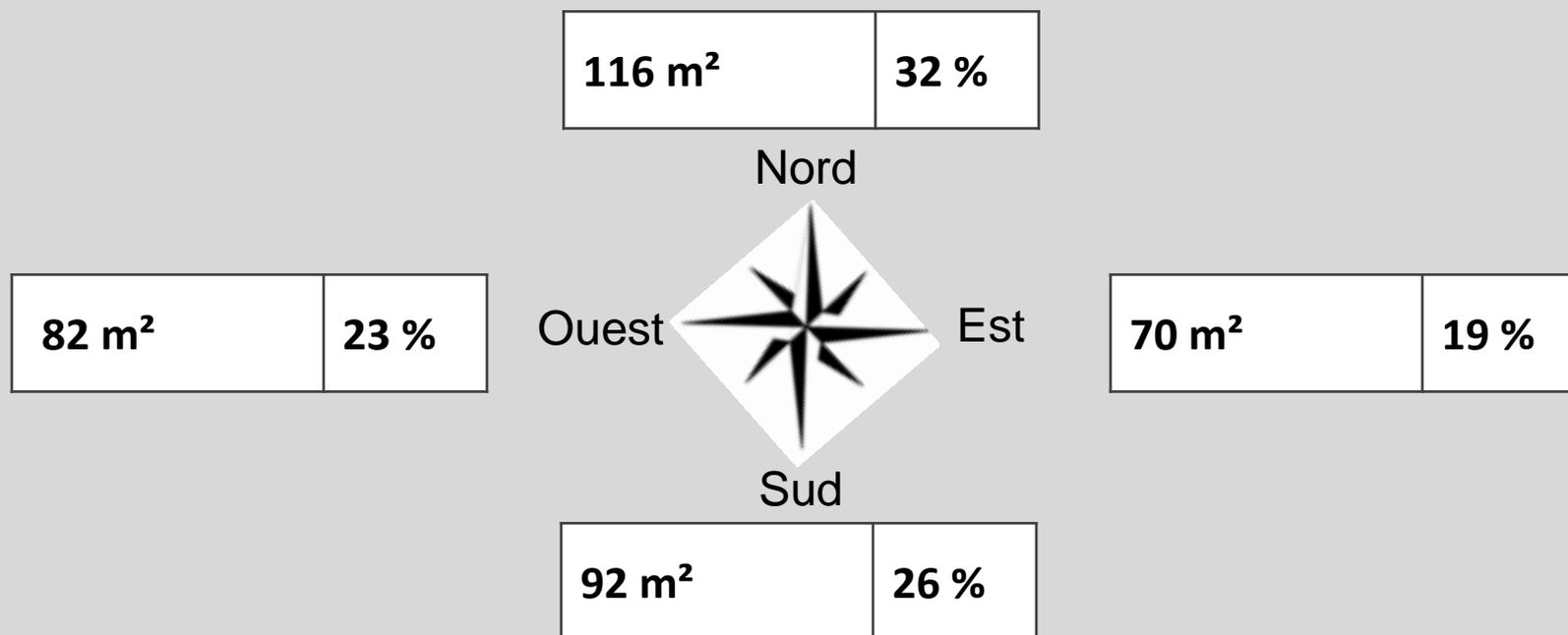
Confort et santé

Gestion de l'inertie et surventilation nocturne

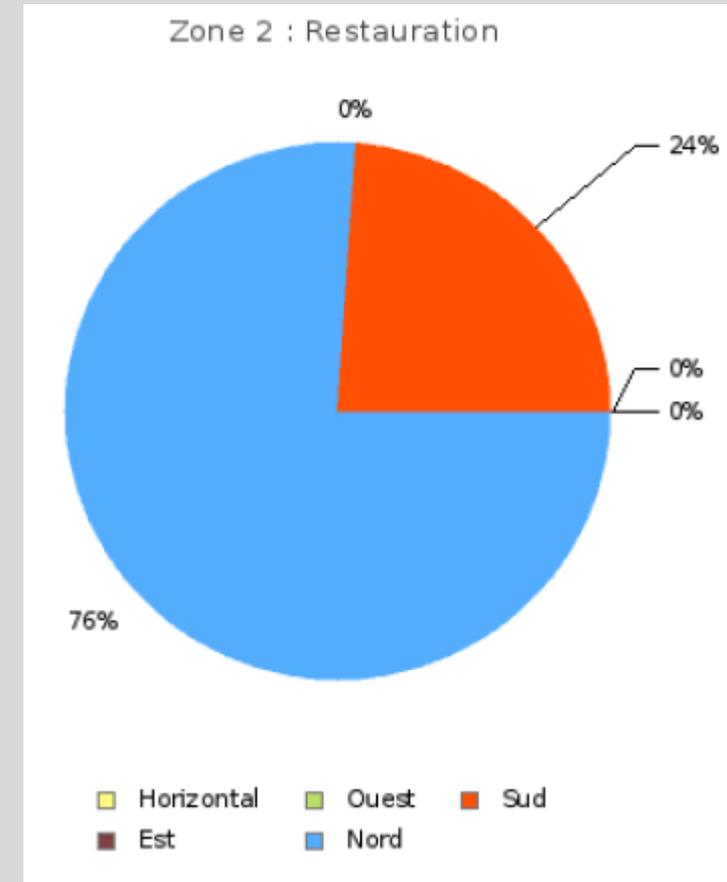
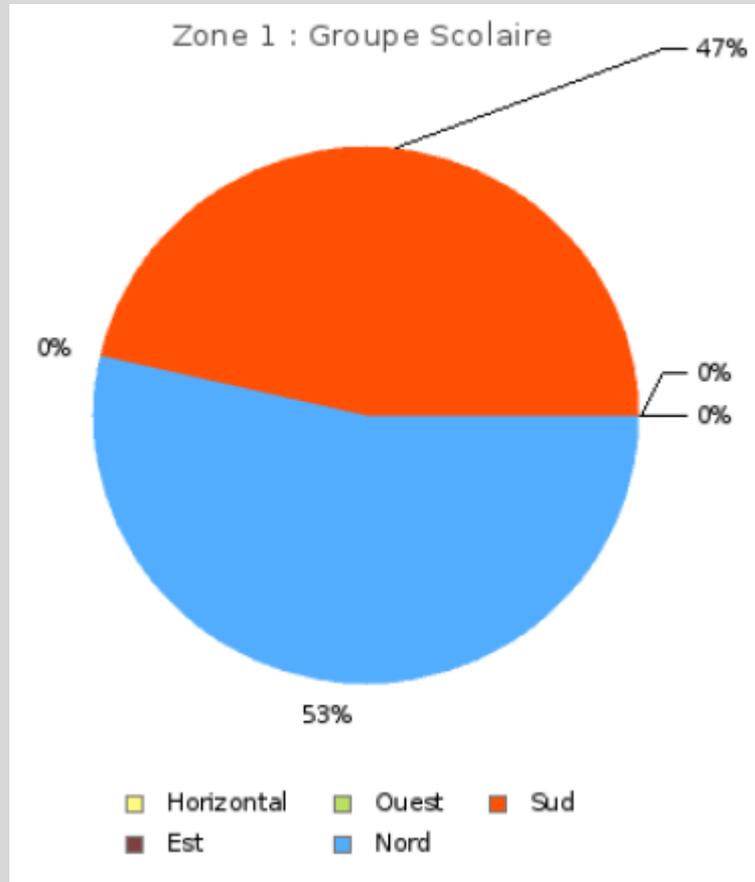
- Inertie : bonne inertie grâce à des murs intérieurs en béton et de la ouate de cellulose sous toiture
- Surventilation nocturne en été : chaque classe est équipée d'un ouvrant battant sécurisé qui permet de laisser la fenêtre ouverte la nuit

De grandes baies

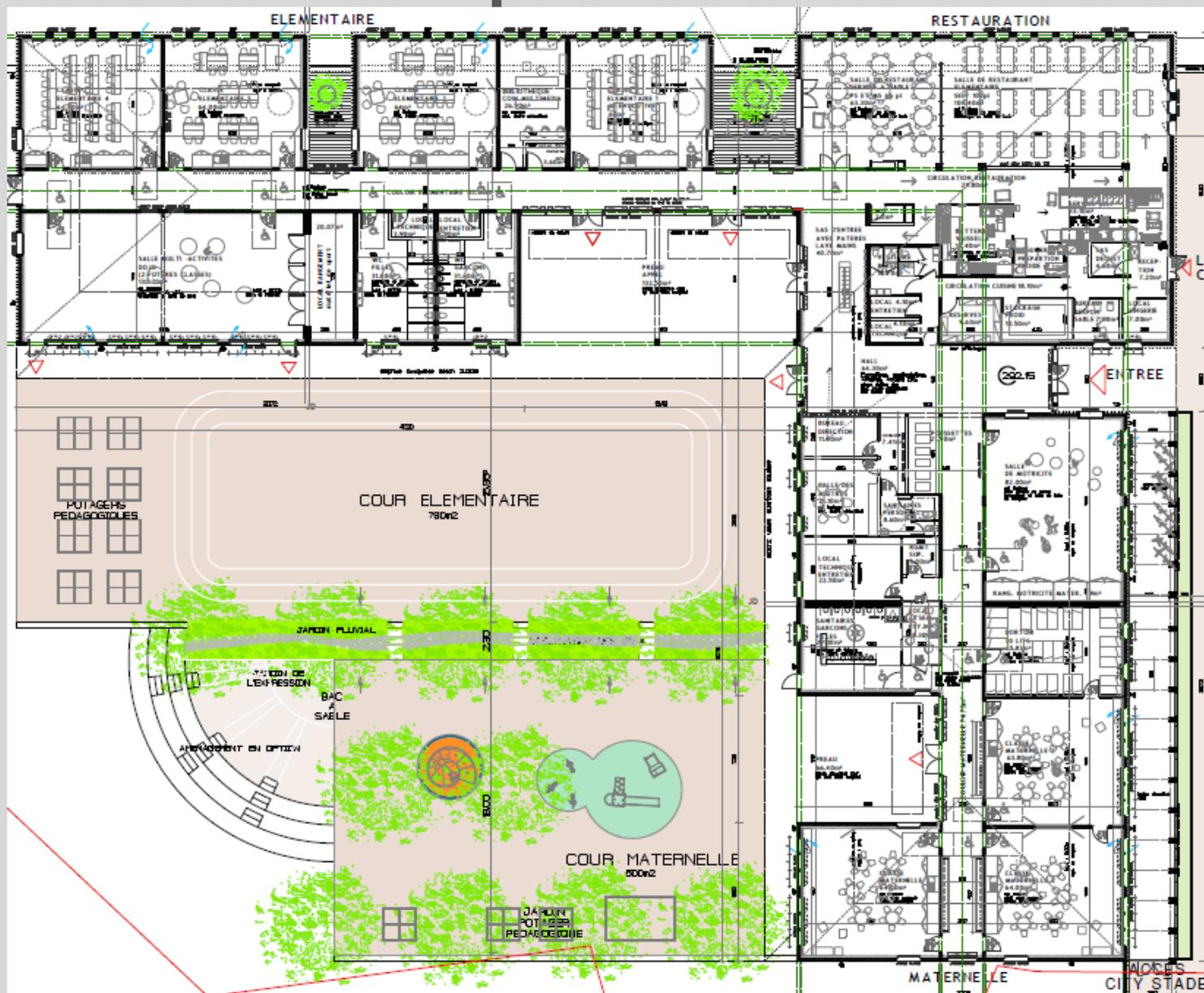
Menuiseries	Composition
Type de menuiseries	<ul style="list-style-type: none"> • Châssis bois • Vitrage DV 9_16_8 PE Argon • Vitrage courant : Double-vitrage à faible émissivité, TL=79%, SW=0.42 • Cas particulier vitrage des porte-fenêtre de la salle d'activités : Double-vitrage à faible émissivité, TL=60%, SW=0.28 • Déperdition énergétique $U_w = 1,40$ • Ratio vitrage : 22 % SU



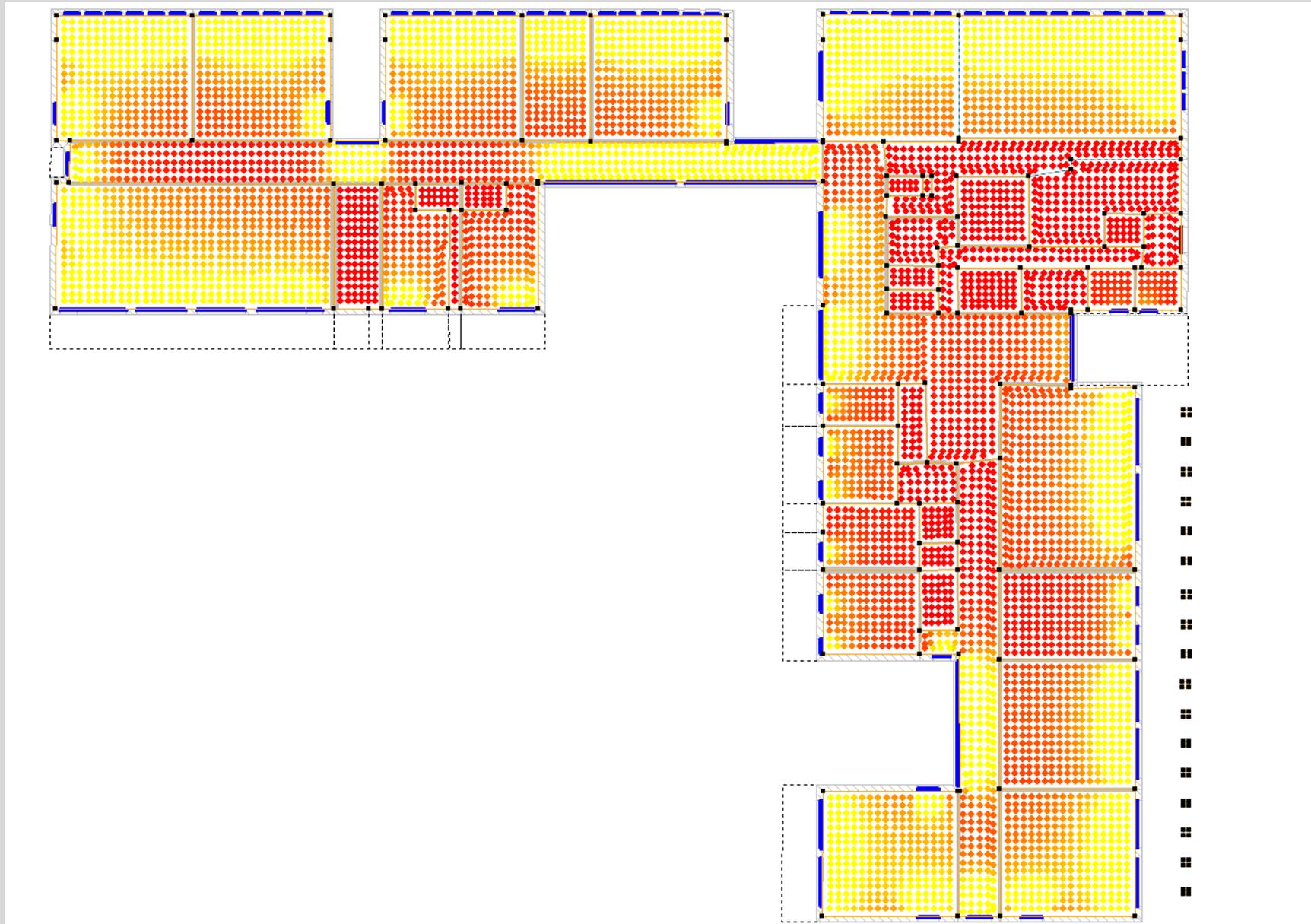
Ratio d'orientation des baies vitrées



Confort d'été - protections solaires

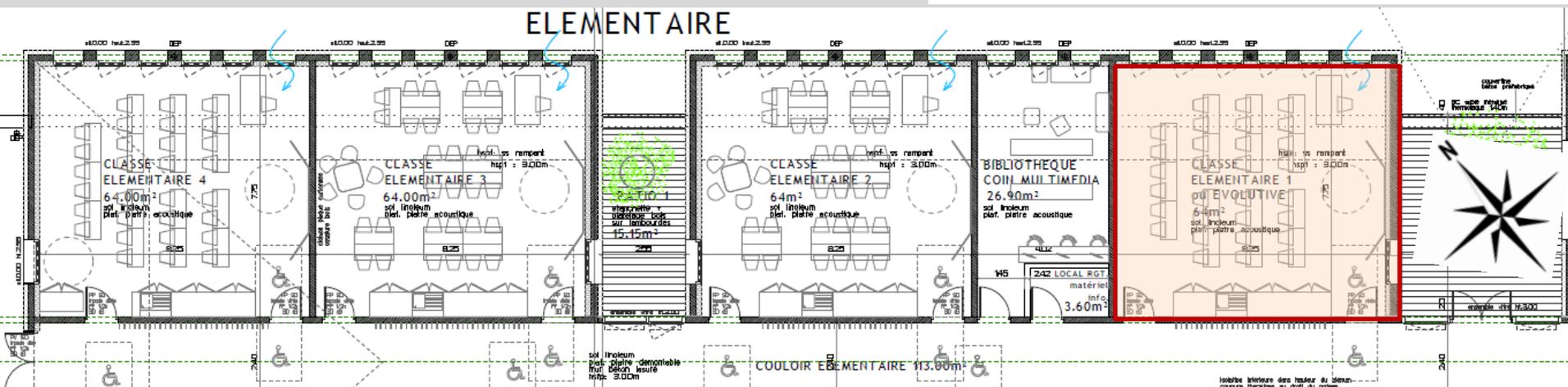
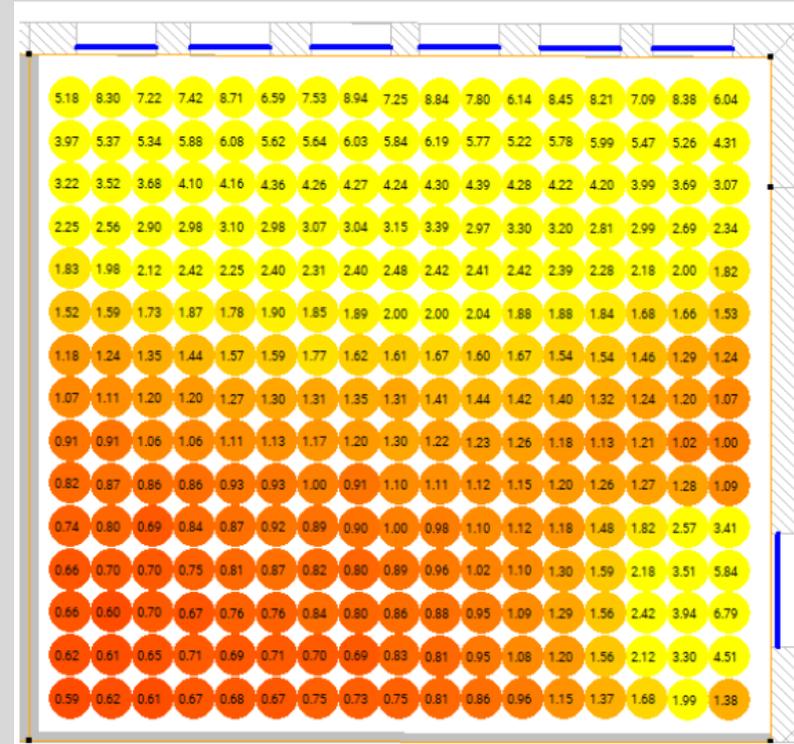


FLJ des classes uniforme



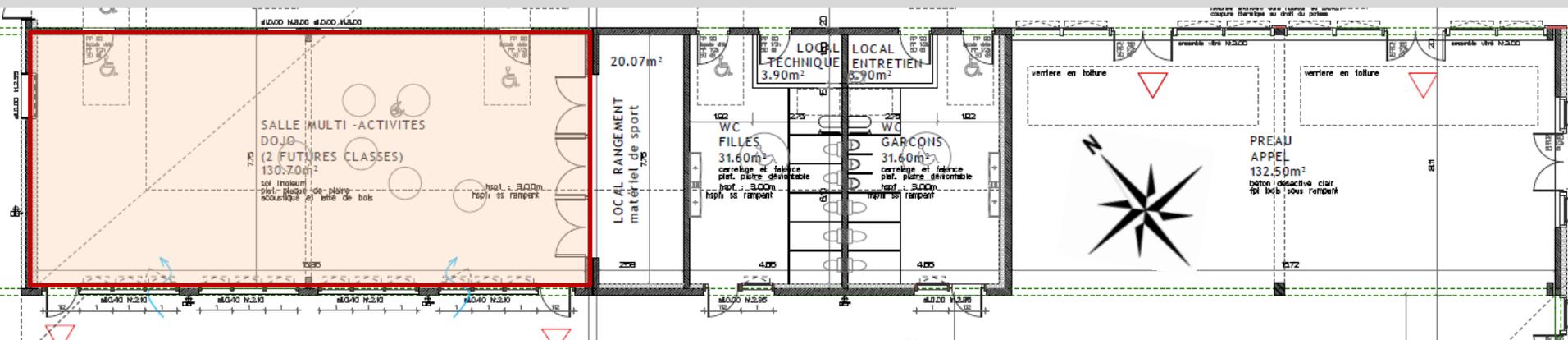
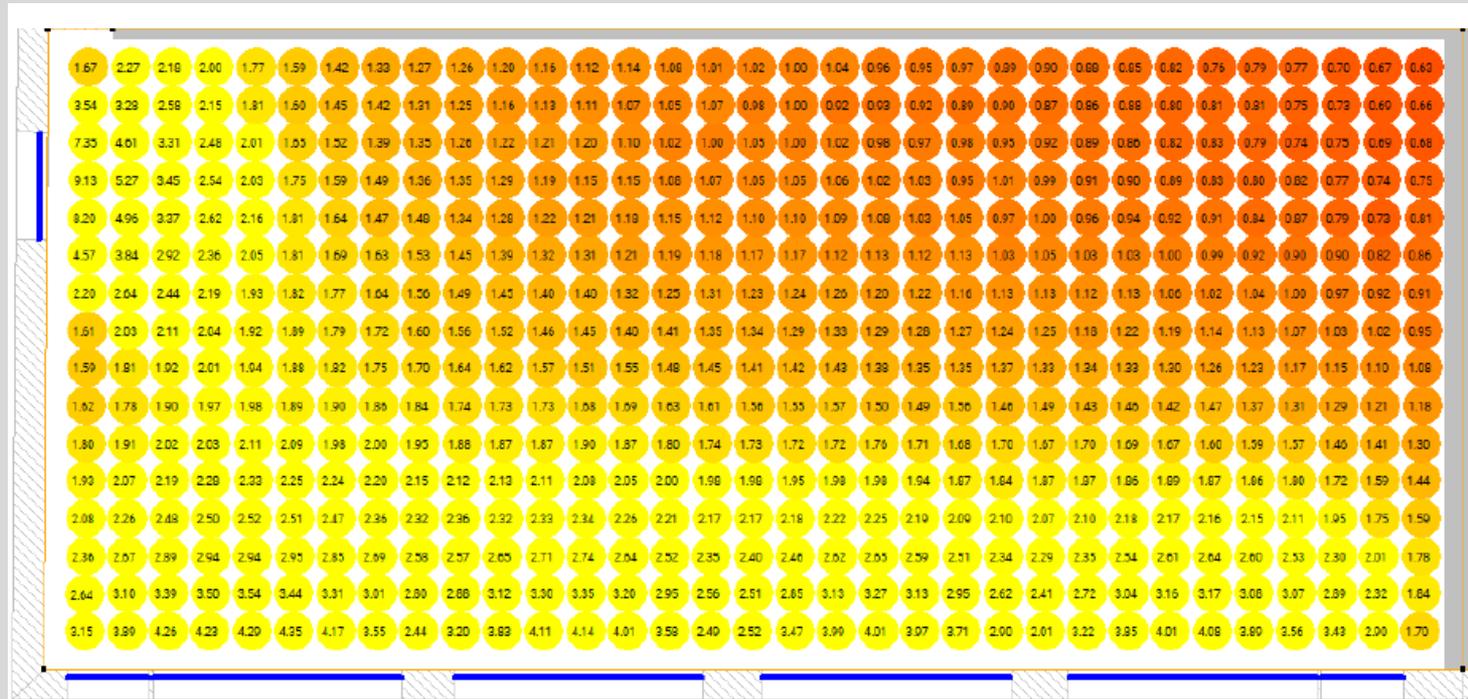
FLJ classe élémentaire N°1

FLJ MOY	2,36 %
----------------	---------------



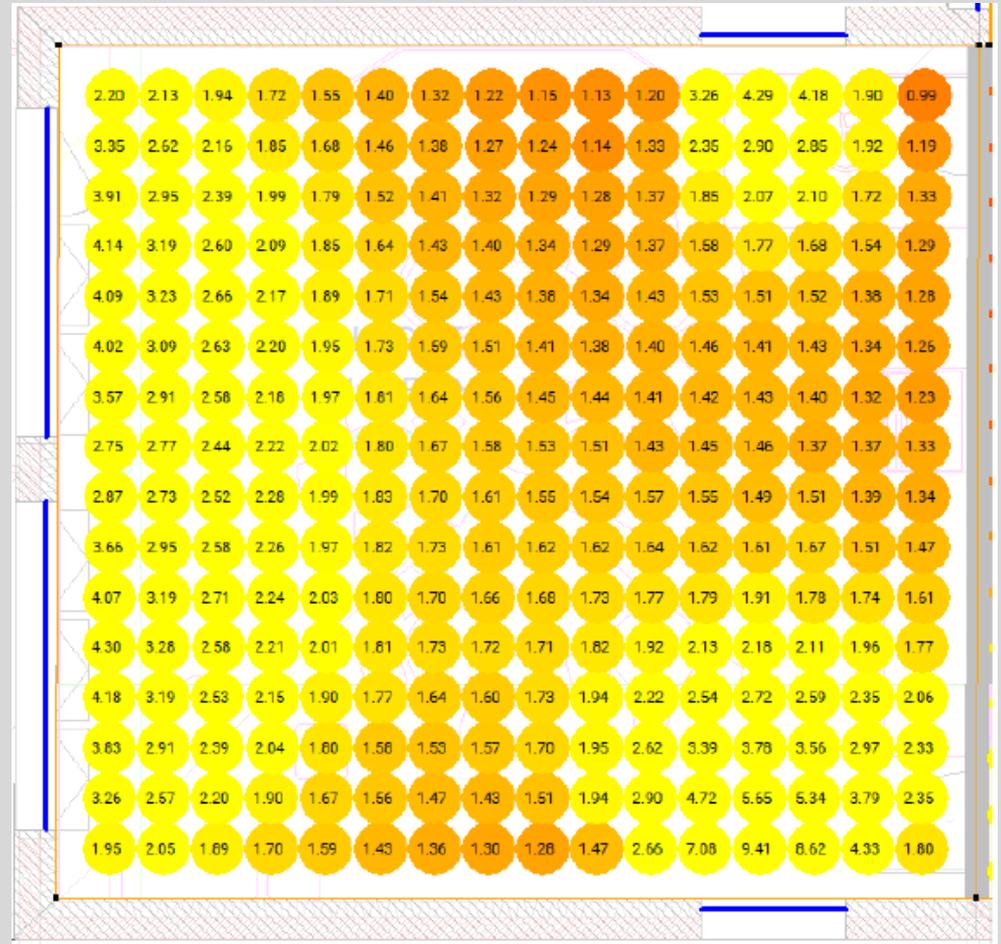
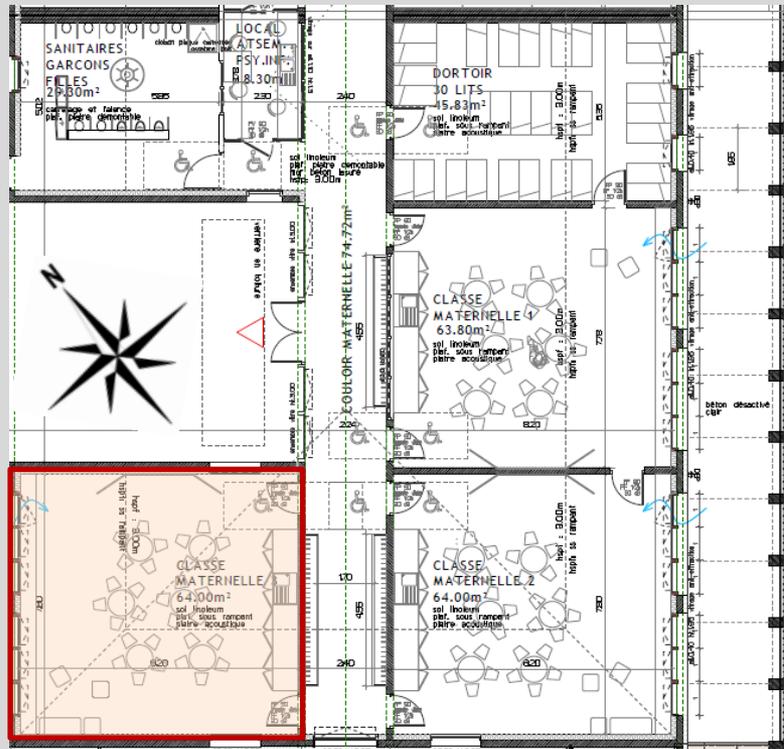
FLJ salle multi-activités

FLJ MOY 1,84 %



FLJ classe maternelle n°3

FLJ MOY **2,11 %**



Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

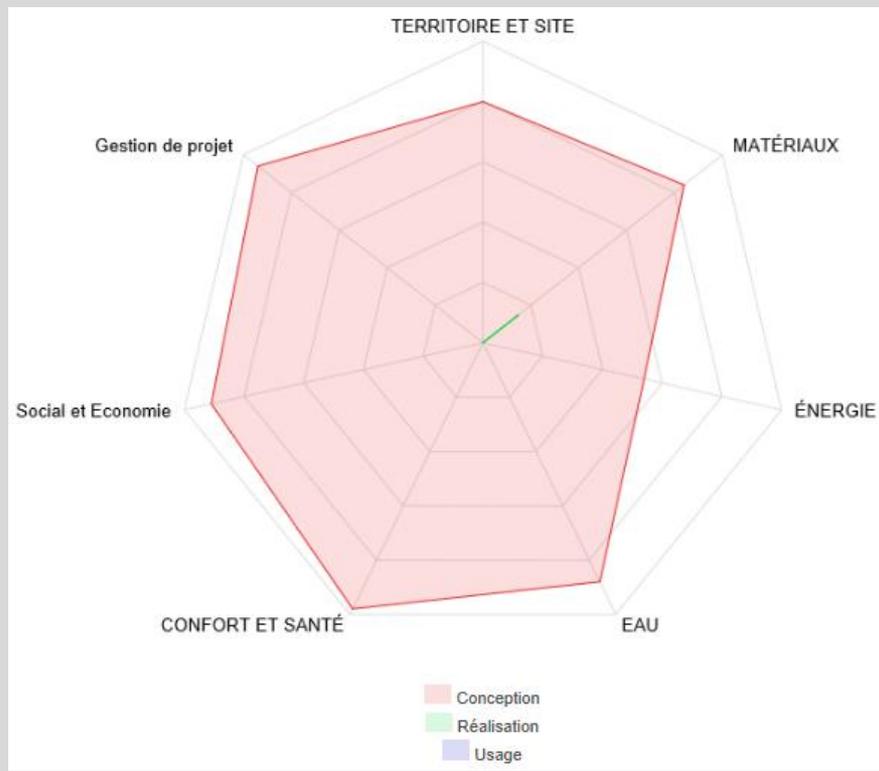
CONCEPTION
 21/01/2020
 75 pts
 + 8 cohérence durable
 + 2 d'innovation
86 pts NIVEAU Or



REALISATION
 Date commission
 ___ pts
 + _ cohérence durable
 + _ d'innovation
 ___ pts NIVEAU



USAGE
 Date commission
 ___ pts
 + _ cohérence durable
 + _ d'innovation
 ___ pts NIVEAU



Point innovation proposé

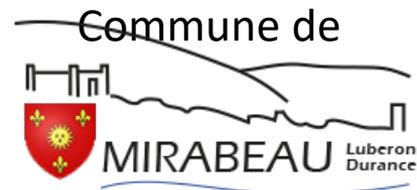


Campagne de mesures de confinement et COV
dans l'ambiance à la mise en service et en fonctionnement

Les acteurs du projet

MAITRISE D'OUVRAGE ET AMO

MAITRISE D'OUVRAGE



AMO & acc. BDM

Albedo AMO (04)



MAITRISE D'ŒUVRE

ARCHITECTE MANDATAIRE

Atelier A (38)



ARCHITECTE ASSOCIE

Acamp (04)



BET Thermique et fluides

CET (04)



BET Thermique et Q.E.B.

Canopée (38)



ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION



PAYSAGISTE (84)



STRUCTURE BETON (38)



STRUCTURE BOIS

Bois Conseil (38)



Les acteurs du projet



MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES (suite)

SPS et CTC

ACOUSTICIEN

VRD

SPS

BUREAU DE CONTROLE

VENATHEC (13)

CETREA (83)

Consultation en
cours

VERITAS (84)