

Commission d'évaluation du 27/09/2023 : phase Conception

# Réhabilitation de l'école Louis Marin à La Ciotat



Maîtrise d'ouvrage	Architecte	BE Technique	AMO	Contrôle technique
Ville de La Ciotat	NSL & Arpège	BiodynamiQE, Axiolis, Innov'Infra	albedo AMO	CTP

# Contexte



# Enjeux Durables du projet



TERRITOIRE

Réhabilitation d'un patrimoine historique et identitaire pour des générations de ciotadens

Conception bioclimatique avec une enveloppe performante au service du confort d'été



MATERIAUX

Réemploi et recours massif aux matériaux biosourcés



ENERGIE

Réduction des consommation énergétiques (chaufferie biomasse en remplacement d'une chaufferie gaz)



CONFORT ET SANTE

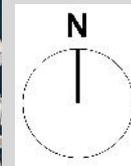
Démarche QAI et surventilation nocturne estivale par VMC

Création d'un îlot de fraîcheur dans la cour d'école (désimperméabilisation, plantation, préau)

# Le projet dans son territoire



Rue Jules Guesde



L'école Louis Marin fait face à la Chapelle des Pénitents bleus classé Monument Historique.

Le trafic de véhicule est réduit autour de l'école. Seuls les habitants du vieux La Ciotat, les services de secours et les livreurs peuvent accéder à l'école avec leur véhicule.

# Le terrain et son voisinage



Façade Ouest - Place Louis Marin



Centre-ancien - Parcelle communale cadastrée  
AC331 de 1584 m<sup>2</sup>

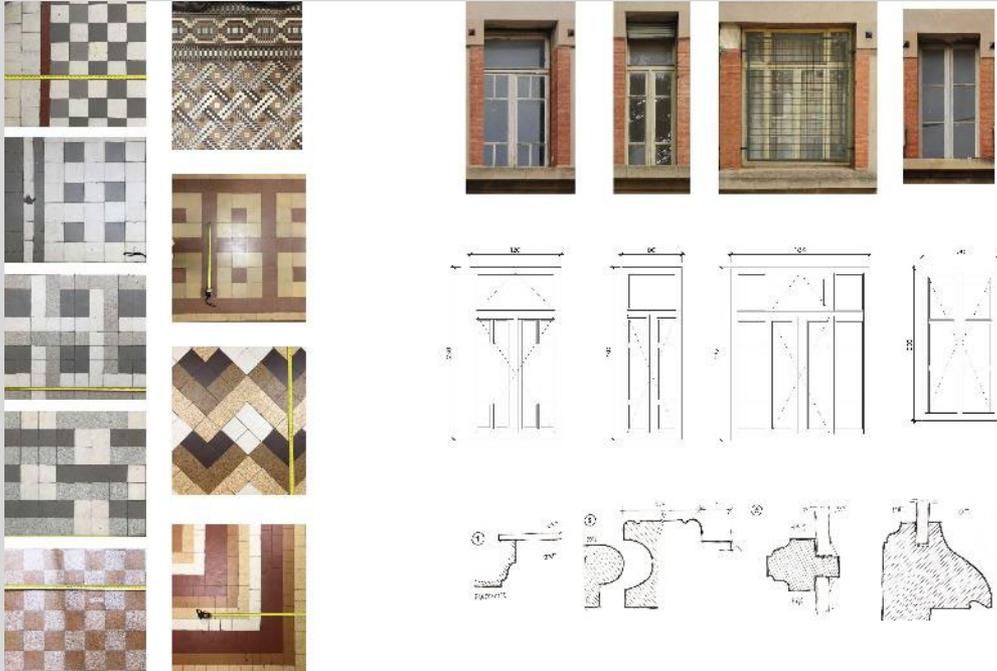


Façade Est - Cour

# Patrimoine



# Conservation, réemploi et recyclage



Conservation des carrelages et des menuiseries bois existantes



Réemploi des portes et des faux-plafonds pour les locaux techniques



Recyclage pour les massifs en béton drainant issus de la démolition de l'annexe

# Elévation Ouest – projet niveau APD



**Acrotères**  
 Réfection complète des étanchéités:  
 - Dépense revêtement calcaire  
 - Pose d'une couverture en zinc

**Corniche voussurée en béton armé**  
 Élargissement des fissures, nettoyage et passivation des fers  
 - passe généraleisée à un inhibiteur de corrosion  
 restauration des façades d'enduit d'origine existant  
 - patine d'harmonisation

**Menuiseries RDC & R+1**  
 Menuiseries existantes conservées et restaurées  
 Pose d'un double vitrage mince à vide d'air (type finesse d'ACC)  
 Finition: vernis naturel

**Attique**  
 Création nouveau volume de sur toiture  
 permettra et d'éclairer l'escalier central conservé

**Menuiseries R+2**  
 Menuiseries neuves en bois (essences identiques à l'existant)  
 Sections et profil d'iso existant. Double-vitrage clair  
 Finition: vernis naturel

**Cabochon grès flammé**  
 Réstitution cabochon en grès  
 flammé formant pointe de diamant  
 Couleur: Marine (d'lo existant)

**Subjectiles pierre (appuis, sommiers, fronton, portique)**  
 Nettoyage par nettoyage chimique neutre  
 Restauration des épauleures par application  
 d'un mortier-pierre de teinte identique à la pierre en usure

**Ferronneries**  
 Nettoyage et passivation de l'ensemble  
 des éléments, remise en peinture  
 Couleur: RAL 7021

**Frise carreaux de ciment polychrome**  
 Purgé des résidus de colle  
 Nettoyage complet du support  
 Réalisation des lacunes  
 suivant: plan de calepinage existant

Mise en peinture grilles de défense  
 Couleur: RAL 7021

Réstitution porillon  
 Couleur: RAL 7021

**Enduits ciment**  
 Nettoyage par nettoyage chimique neutre  
 Complément par hydrogommage doux si nécessaire

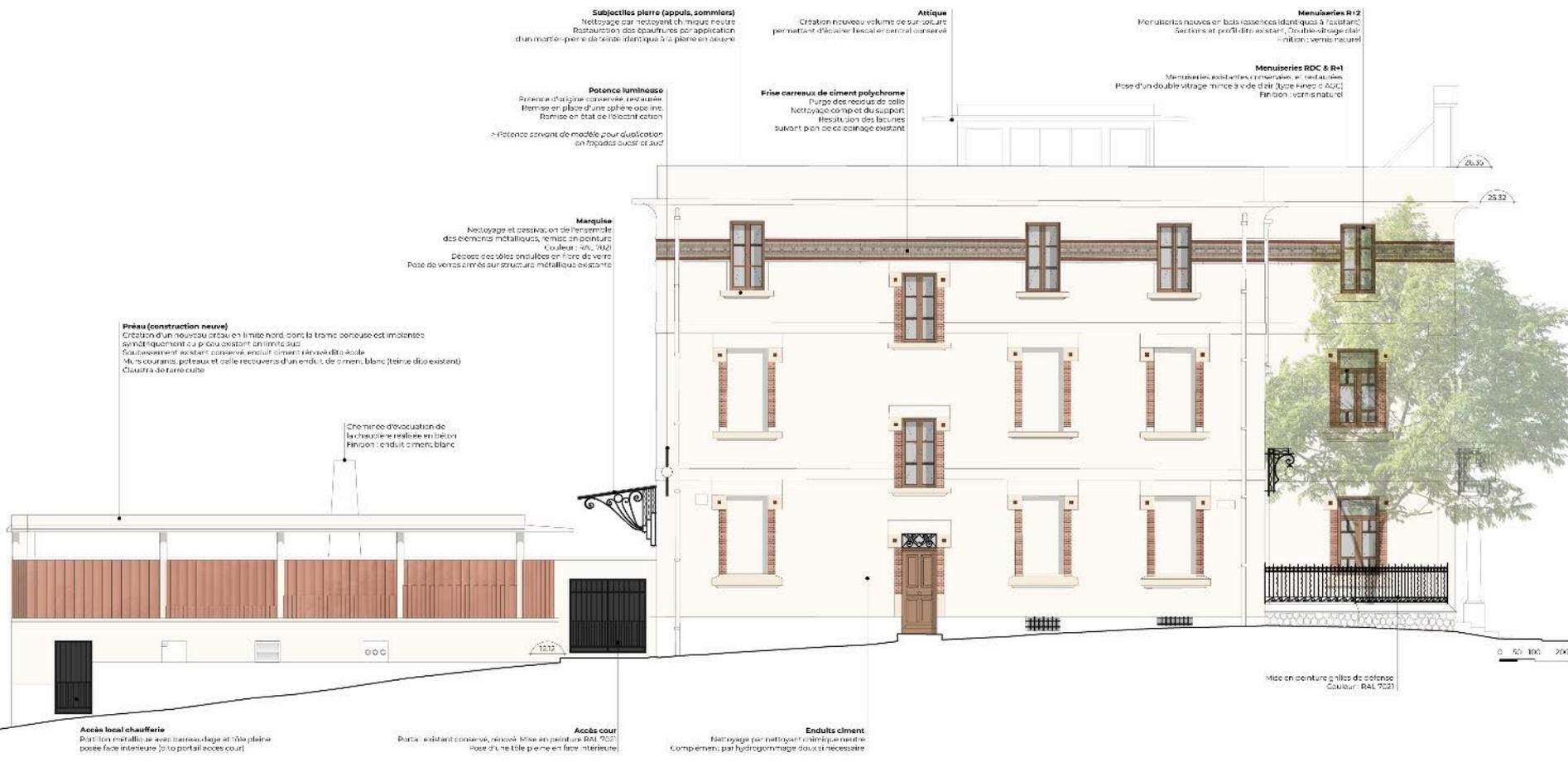
Réstitution porte-fenêtres  
 sur balcon

Réstitution grille de défense  
 Peinture: RA\_ 7021

Caches-sourciers  
 Panneaux type Terracotta  
 Finition: enduit ciment ditto façade

Rampe d'accès technique  
 (restauration)

# Elévation Nord – projet niveau APD



# Conception bioclimatique



# Vue axonométrique - projet



Nouveau préau en symétrie du préau existant et accessibilité PMR de la cour acceptés par l'ABF

# Démolition de l'annexe



Annexe existante démolie

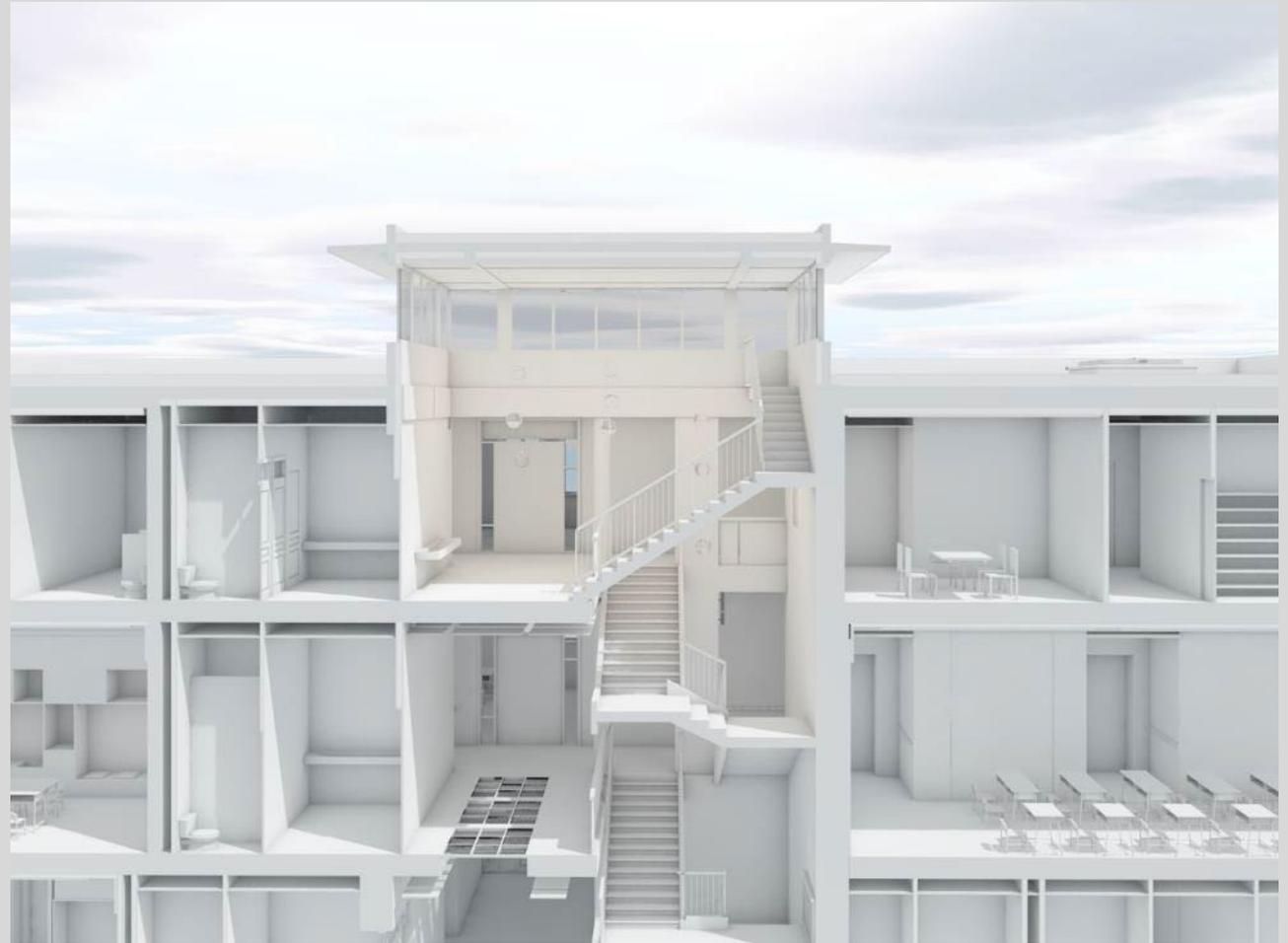


Préau projeté pour réouvrir la cour

# Conception bioclimatique

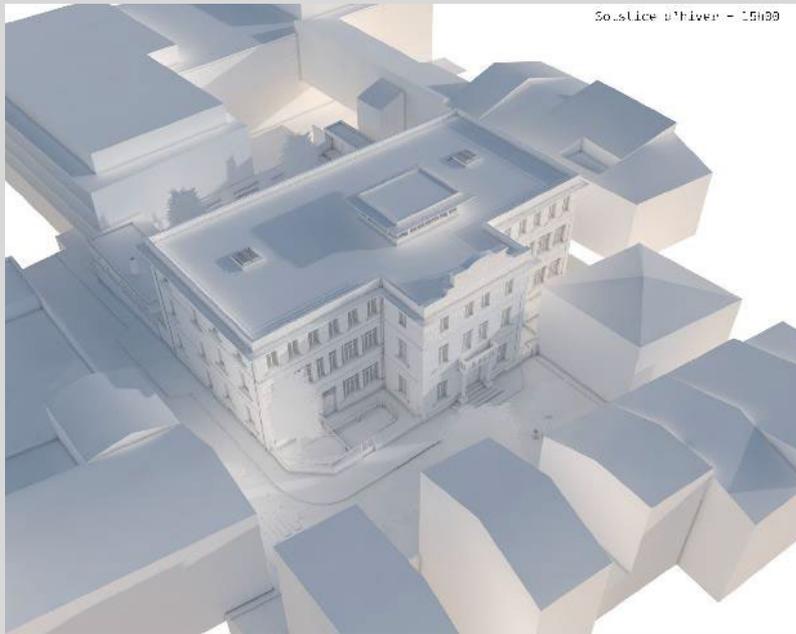


Verrière existante



Couronnement projet

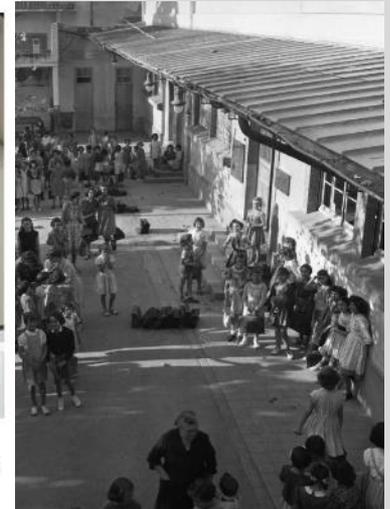
# Conception bioclimatique



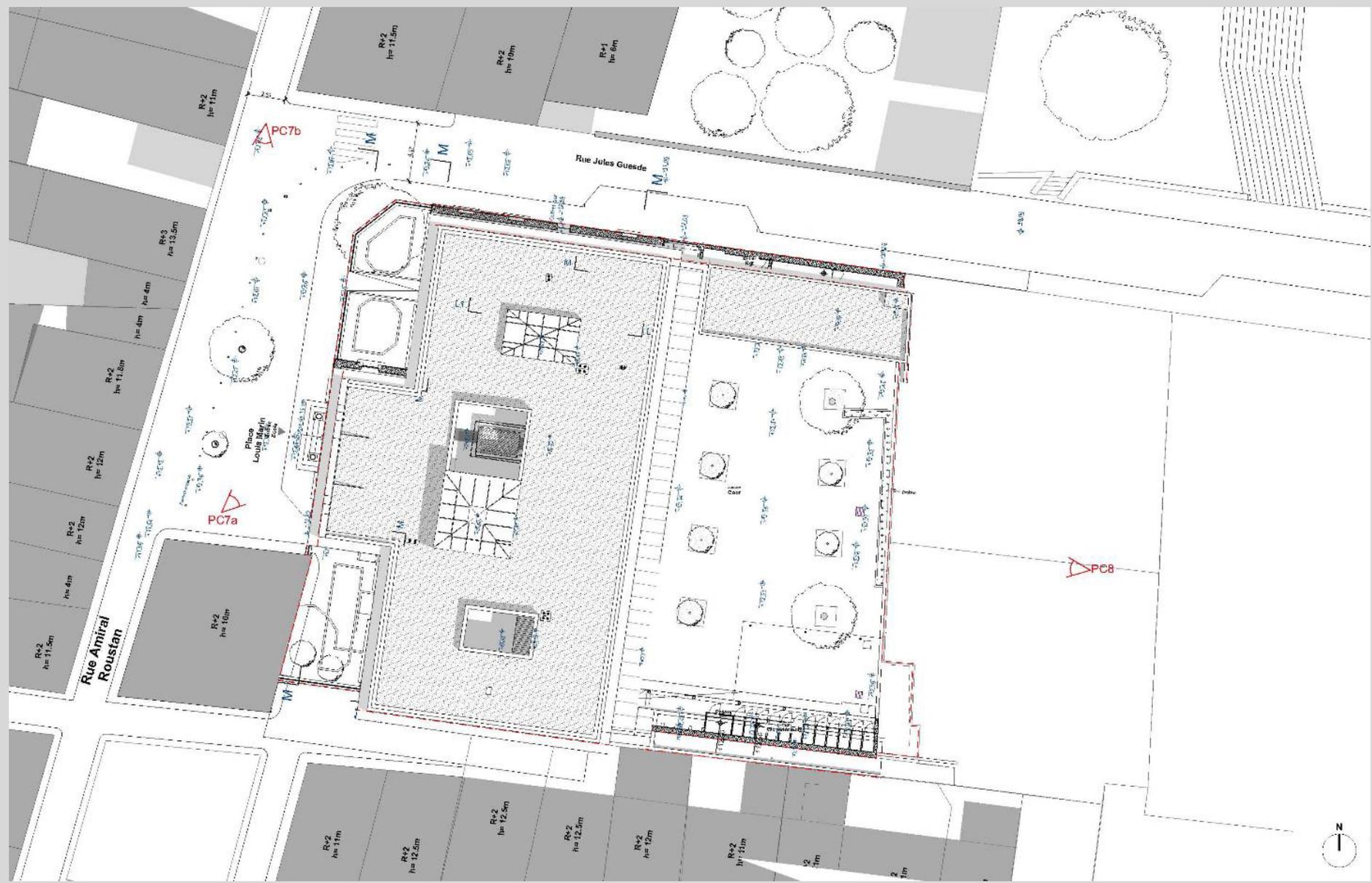
Afin d'assurer la protection solaire des salles de classe, les volets roulants existants seront en partie conservés et réparés ou remplacés si leur état le nécessite.



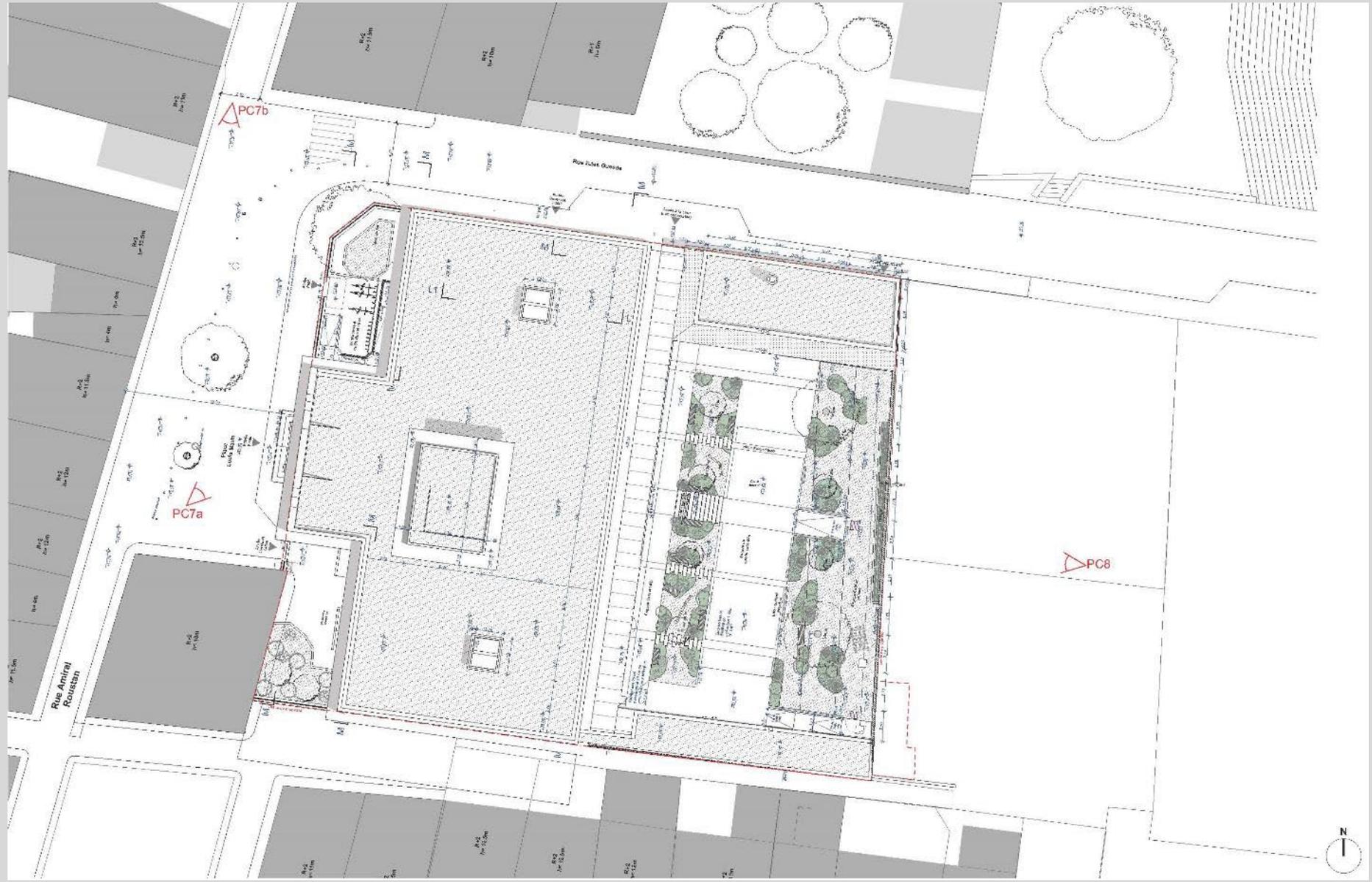
Dans les salles de classe pour éviter l'éblouissement et permettre une bonne vision sur les supports numériques, des stores textiles intérieurs assureront un filtre solaire.



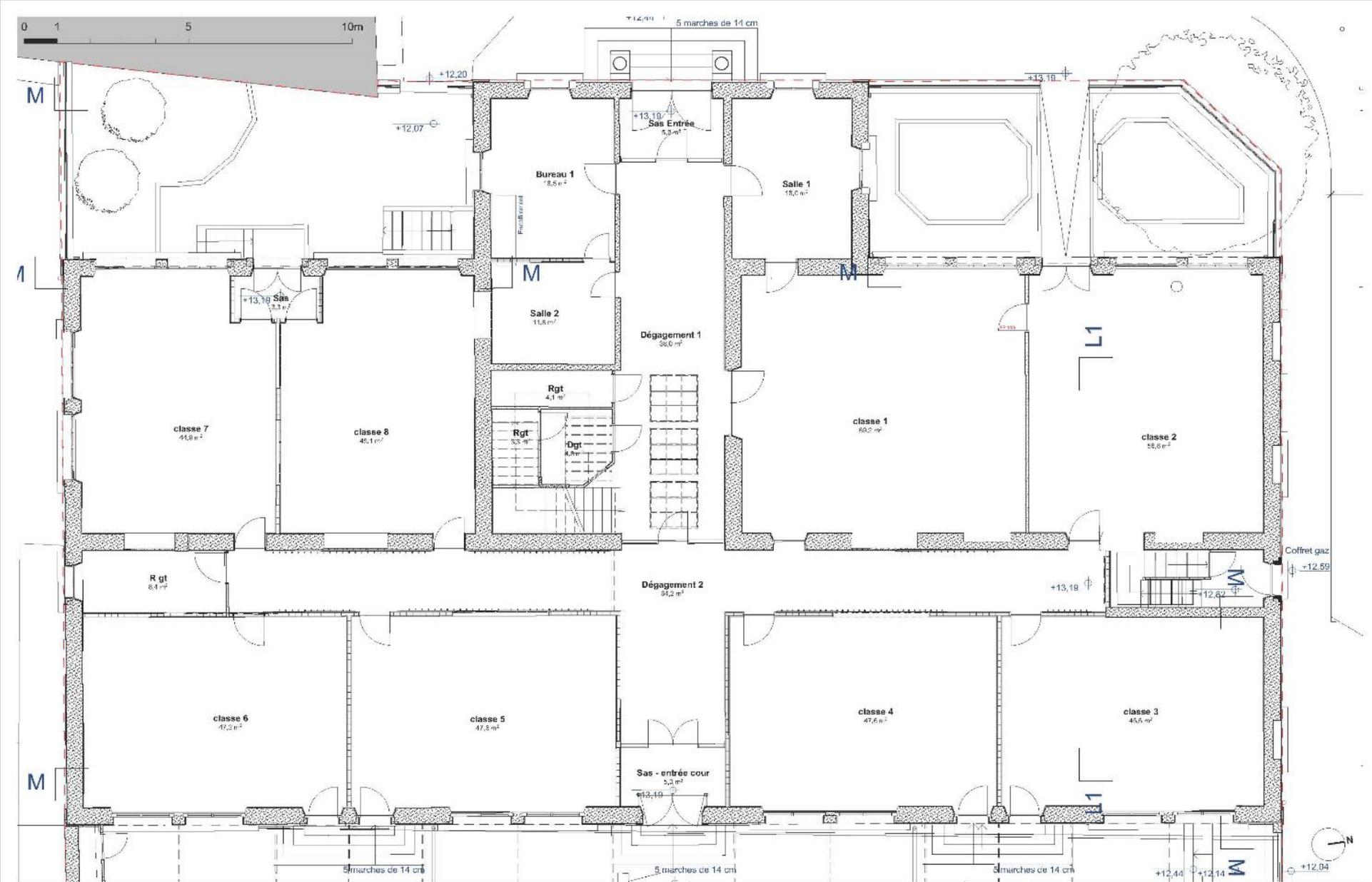
# Plan masse - existant



# Plan masse - projet



# Plan RDC - existant



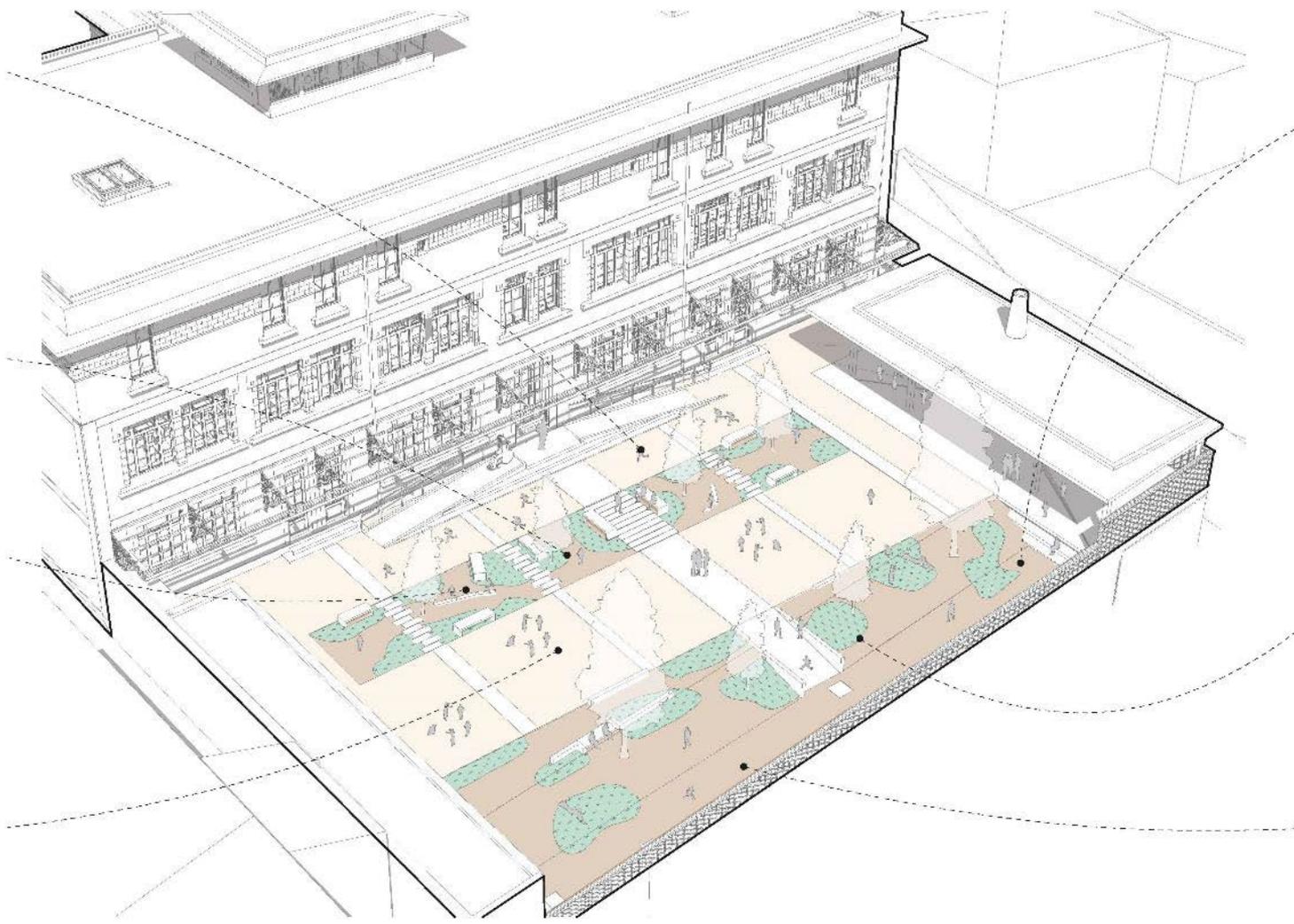




# Cour - Mixité des usages

## VERS UNE MIXITE D'USAGES

Axonométrie de la cour de récréation



**2 - MOTRICITE**  
Parcours d'équilibre / dynamique



**3 - JEUX COLLECTIFS**  
Mixité d'usage



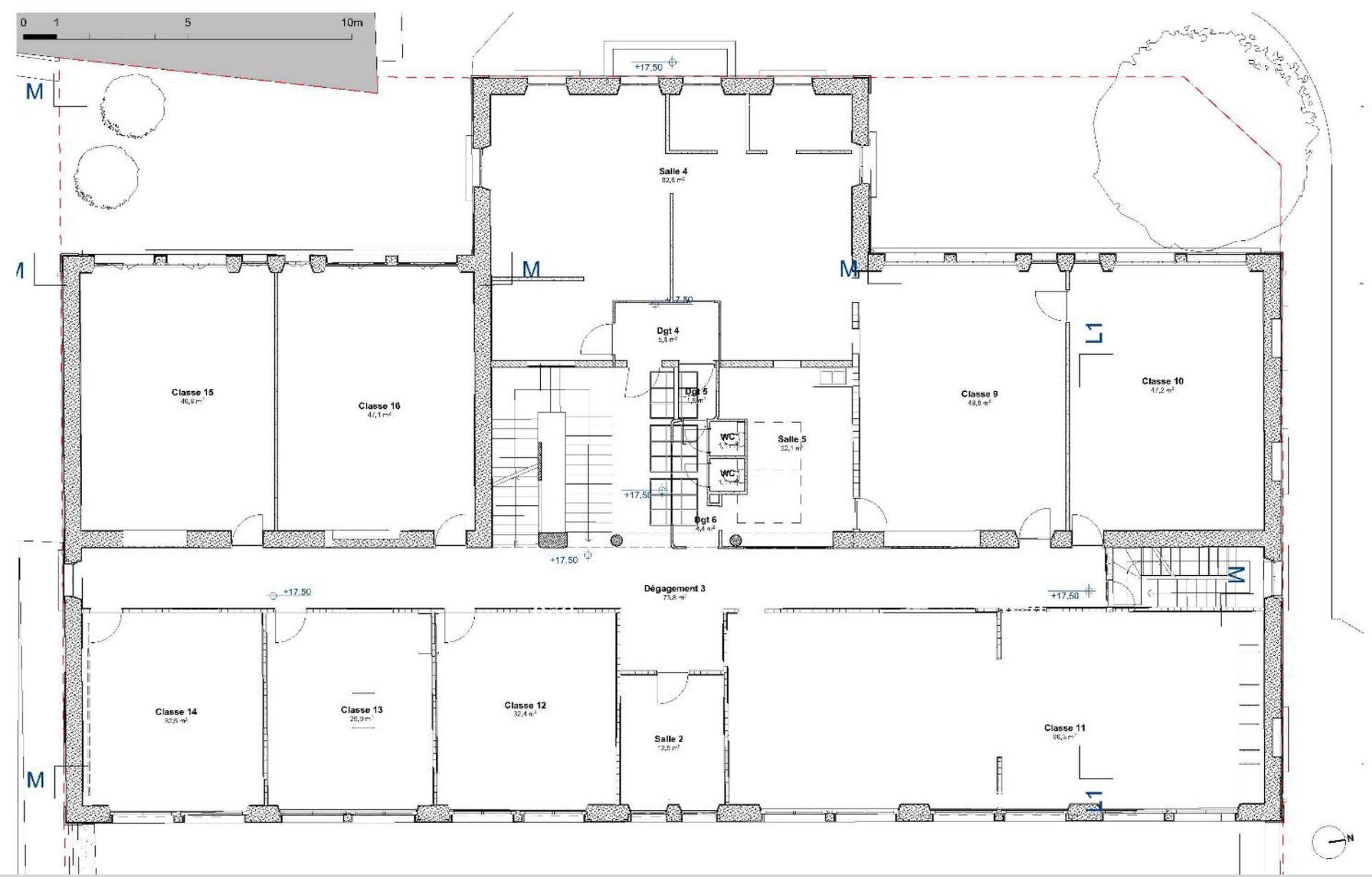
**4 - ENSEIGNEMENT EN EXTERIEUR**  
Espace calme  
Zone pédagogique



**5 - ESPACE NATURE**  
Jardinières  
Potager

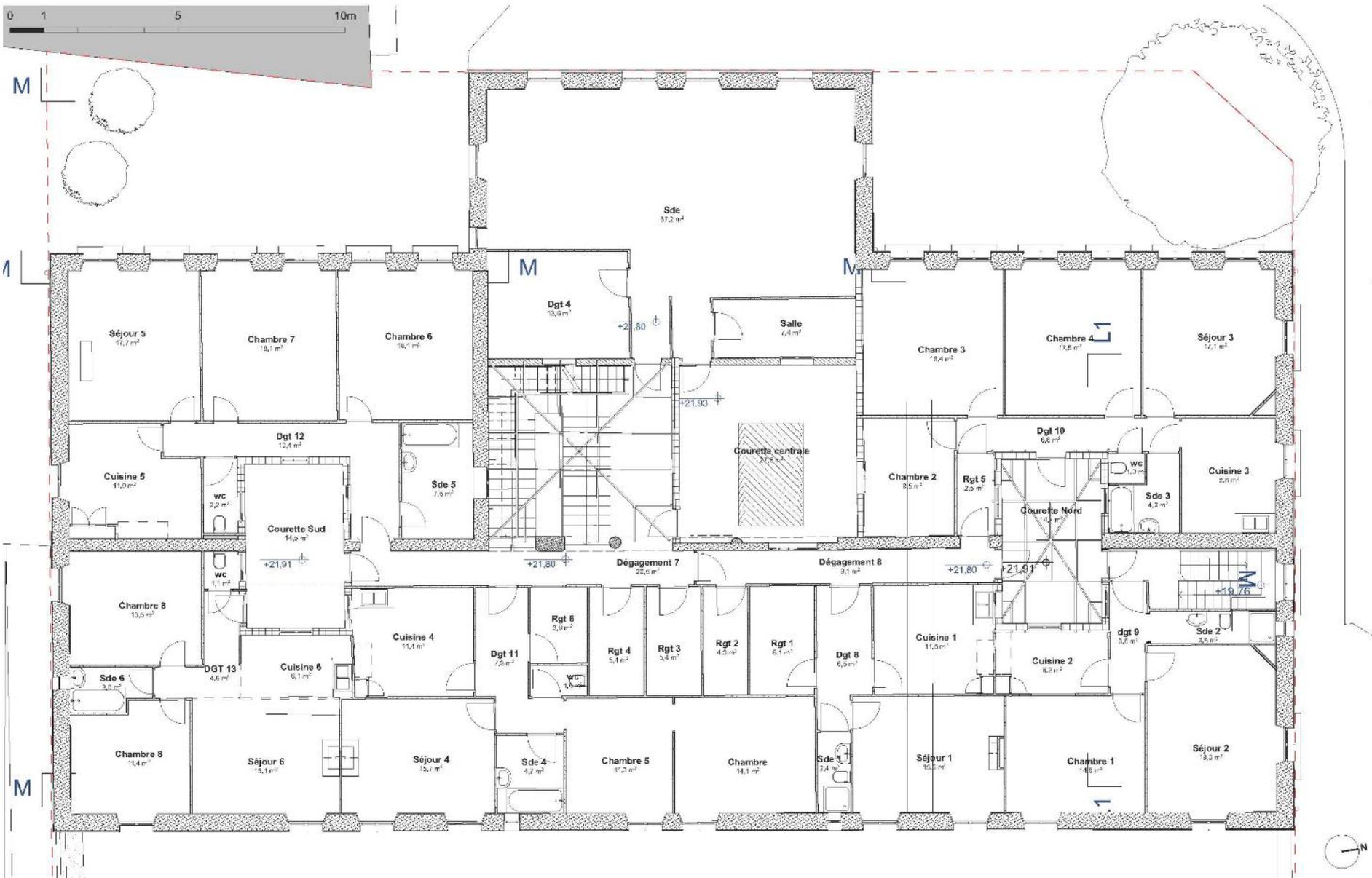
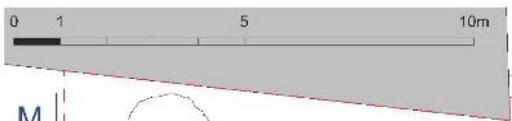


# Plan R+1 - existant

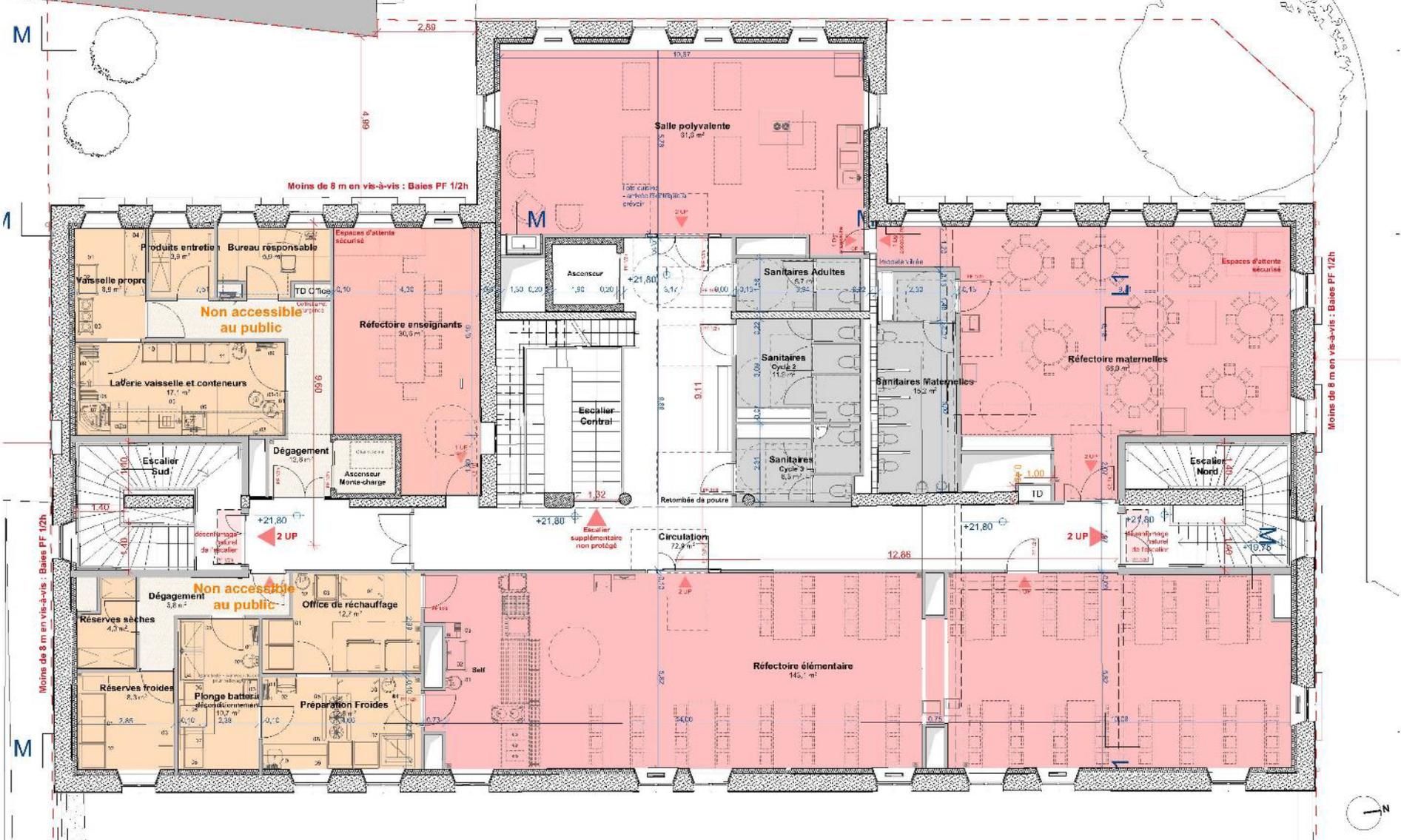




# Plan R+2 - existant



# Plan R+2 - projet



# Vue d'une salle de classe



## COÛT PRÉVISIONNEL TRAVAUX

4 772 000 € HT

## HONORAIRES MOE

524 000 € H.T.

## RATIO

2 800 € H.T. / m<sup>2</sup> de SDP

Bâtiment < 1948 → RT 2005 réhabilitation par éléments

# Fiche d'identité

Typologie

- **Etablissement enseignement (tertiaire)**

Surface

**1718 m<sup>2</sup> SHON RT**

Altitude

**10 m NGF**

Zone clim.

**H3**

Classement  
bruit

- **BR1**

Bbio

- **NC - RT par élément**

Energie  
primaire

- **Cep = 41,06 kWhep/m<sup>2</sup>**
- **Objectif BBC Réno Cep = 45,75**
- **Gain Cep BBC réno = - 4,69%**

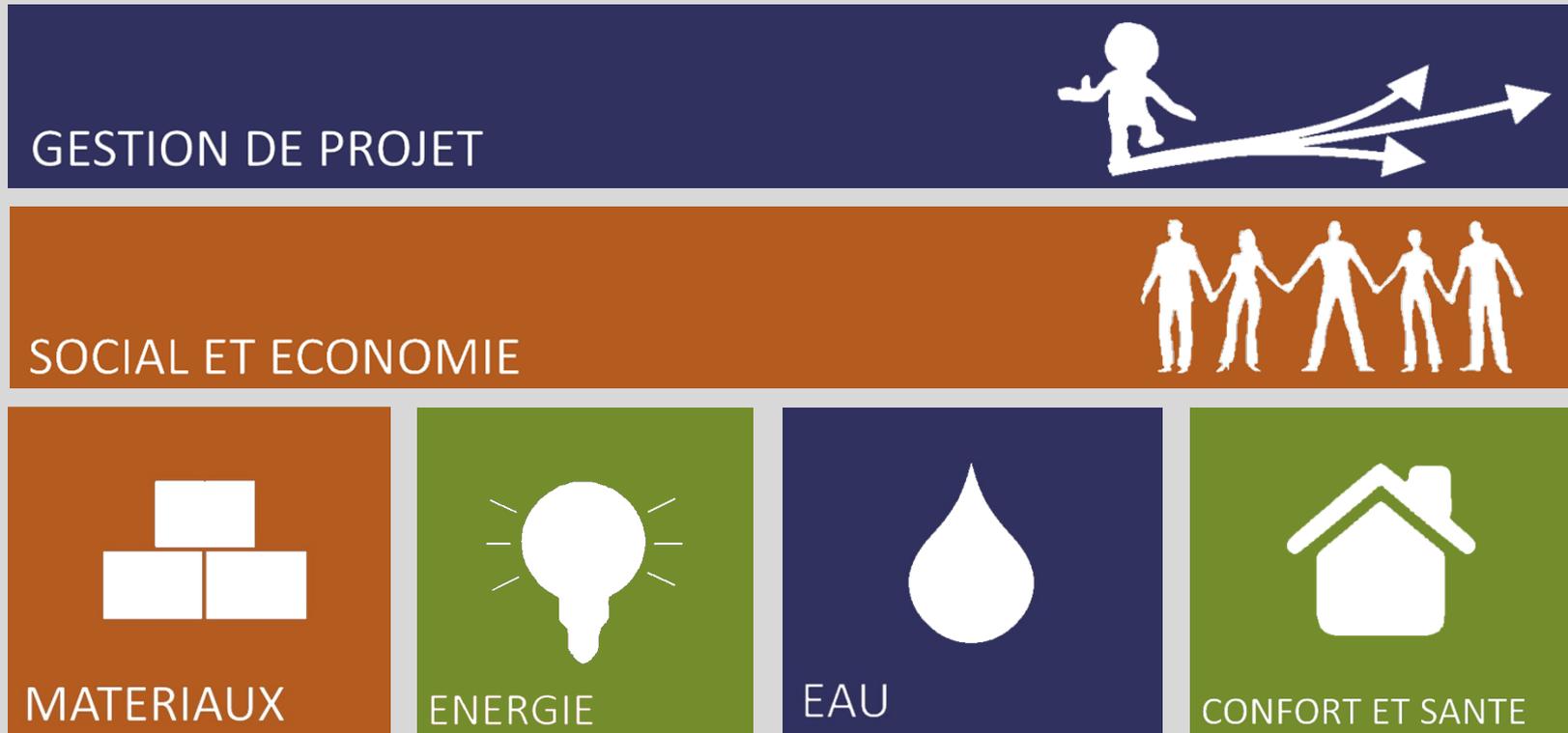
Production  
locale  
d'énergie

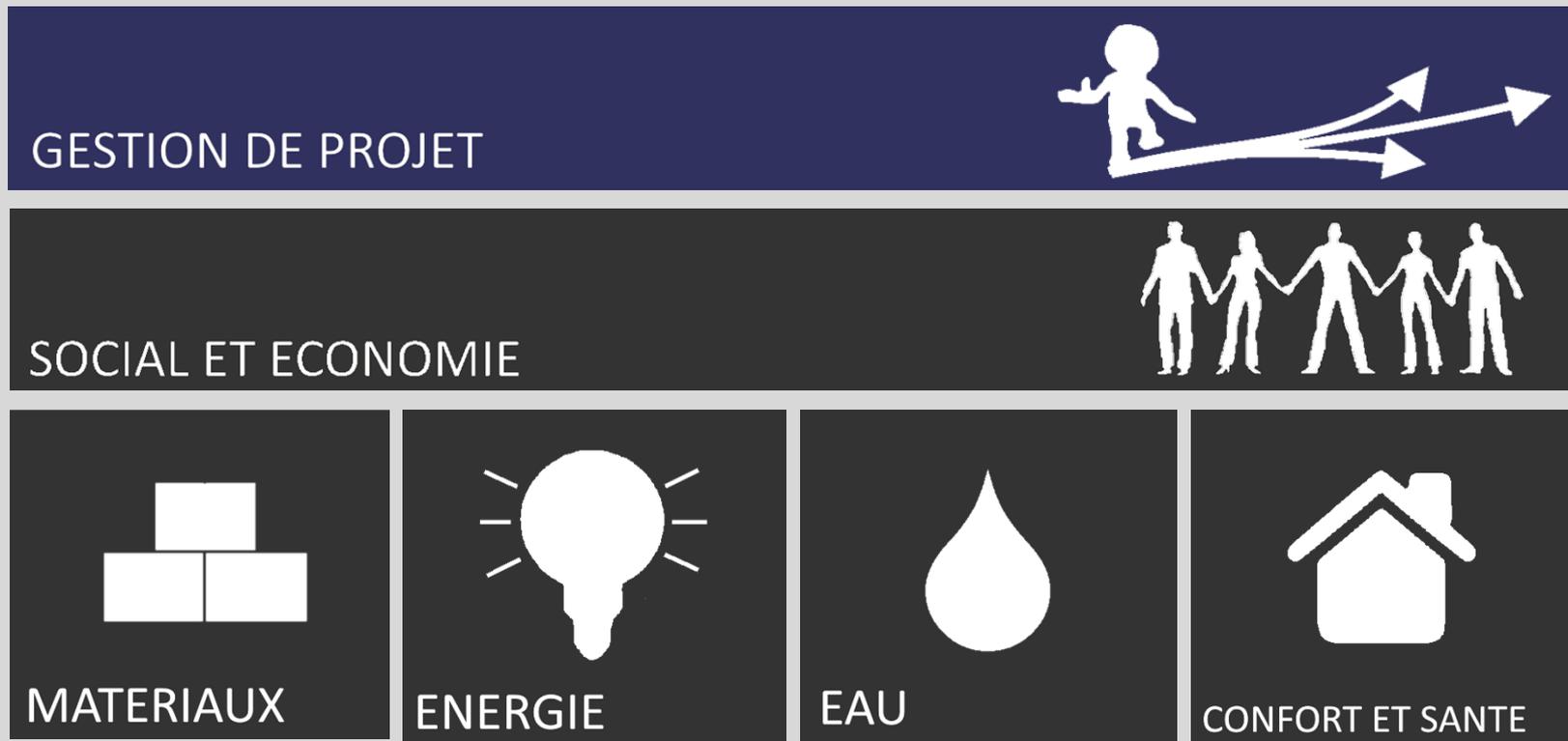
- **Néant**

Planning  
travaux

- **Début : Février 2024**
- **Fin : Avril 2025**
- **Délai : 14 mois**

# Le projet au travers des thèmes BDM





# Gestion de projet

PHOTOGRAPHIE DU PALIER DU PREMIER ÉTAGE, VU DEPUIS L'ESCALIER PRINCIPAL ; 1934  
Extrait du livret édité par la Commune à l'occasion de l'inauguration de l'école



Revêtement de sol en damier et bordure délimitant la zone dédiée aux porte-manteaux

Puits de jour éclairant le palier du premier niveau depuis la verrière de toit

Réseaux d'eau pluviale apparents

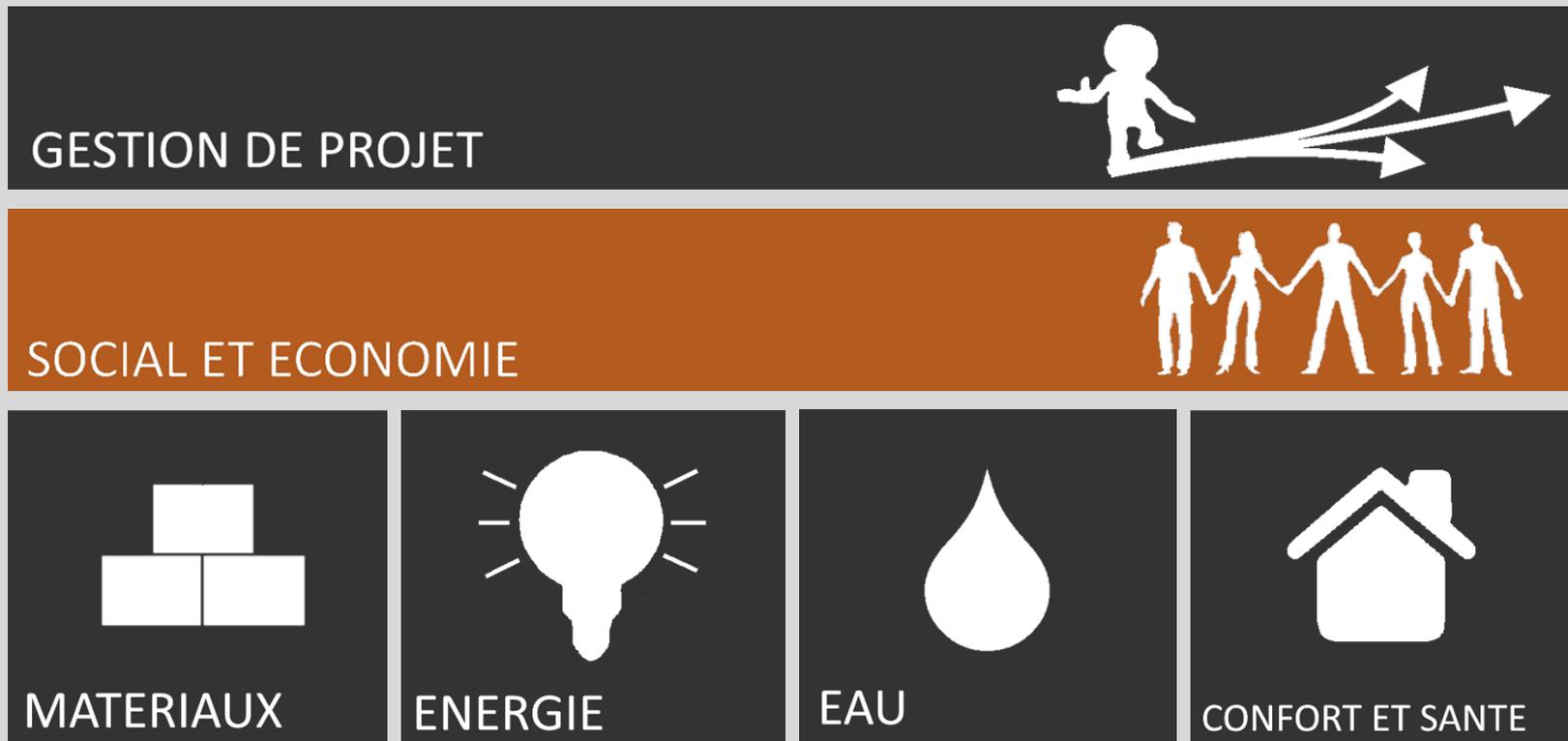
Revêtement de sol polychrome, motif dédié aux circulations

Verrière intérieure éclairant les couloirs en second jour

- Une volonté communale de valorisation de l'existant
- Un programme réalisé avec une compétence patrimoine
- Présence d'un architecte du patrimoine dans l'équipe de maîtrise d'œuvre :  
Arpèges architectes + un BE réemploi : Bellastock

# Des sols identifiés dès la phase programme

	BORDURES	FRISES, MOTIFS	CALEPINAGE
<b>[0.1]</b>  LOCALISATION Sas d'entrée Vestibule  	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[0.1-A]</p>  <p>Grès moucheté - Dim. 14x14cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.1-A']</p>  <p>Terre cuite - Dim. 7x7cm</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[0.1-B]</p>  <p>Grès polychrome - Dim. 7x7cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.1-C]</p>  <p>Grès polychrome - Dim. 14x7cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.1-D]</p>  <p>Grès polychrome - Dim. 14x14cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.1-D']</p>  </div> </div>	
<b>[0.2]</b>  LOCALISATION Couloirs  	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[0.2-A]</p>  <p>Grès uni Dim. 14x7cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.2-B]</p>  <p>Grès uni Dim. 14x14cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.2-C]</p>  <p>Grès uni (ou terre cuite émaillée) Dim. 14x7cm</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[0.2-B]</p>  <p>Grès uni Dim. 14x14cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.2-D]</p>  <p>Grès uni Dim. 14x14cm</p> </div> </div>	
<b>[0.3]</b>  LOCALISATION Salles de classe  	<div style="text-align: center;"> <p>[0.3-A]</p>  <p>Grès moucheté - Dim. 10x10cm</p> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[0.3-B]</p>  <p>Grès uni - Dim. 10x10cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.3-C]</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.3-D]</p>  <p>Grès moucheté - Dim. 10x10cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.3-A]</p>  </div> </div>	
<b>[0.4]</b>  LOCALISATION Bibliothèque  		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[0.3-B]</p>  <p>Grès uni - Dim. 10x10cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.4-B]</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.3-D]</p>  <p>Grès moucheté - Dim. 10x10cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>[0.4-A]</p>  </div> </div>	



# Social et économie



- Des prescriptions patrimoniales réalisées en phase programme
- Une démarche « low tech easy tech »
- Une désimperméabilisation et mise en accessibilité de la cour

## 3 VARIANTES

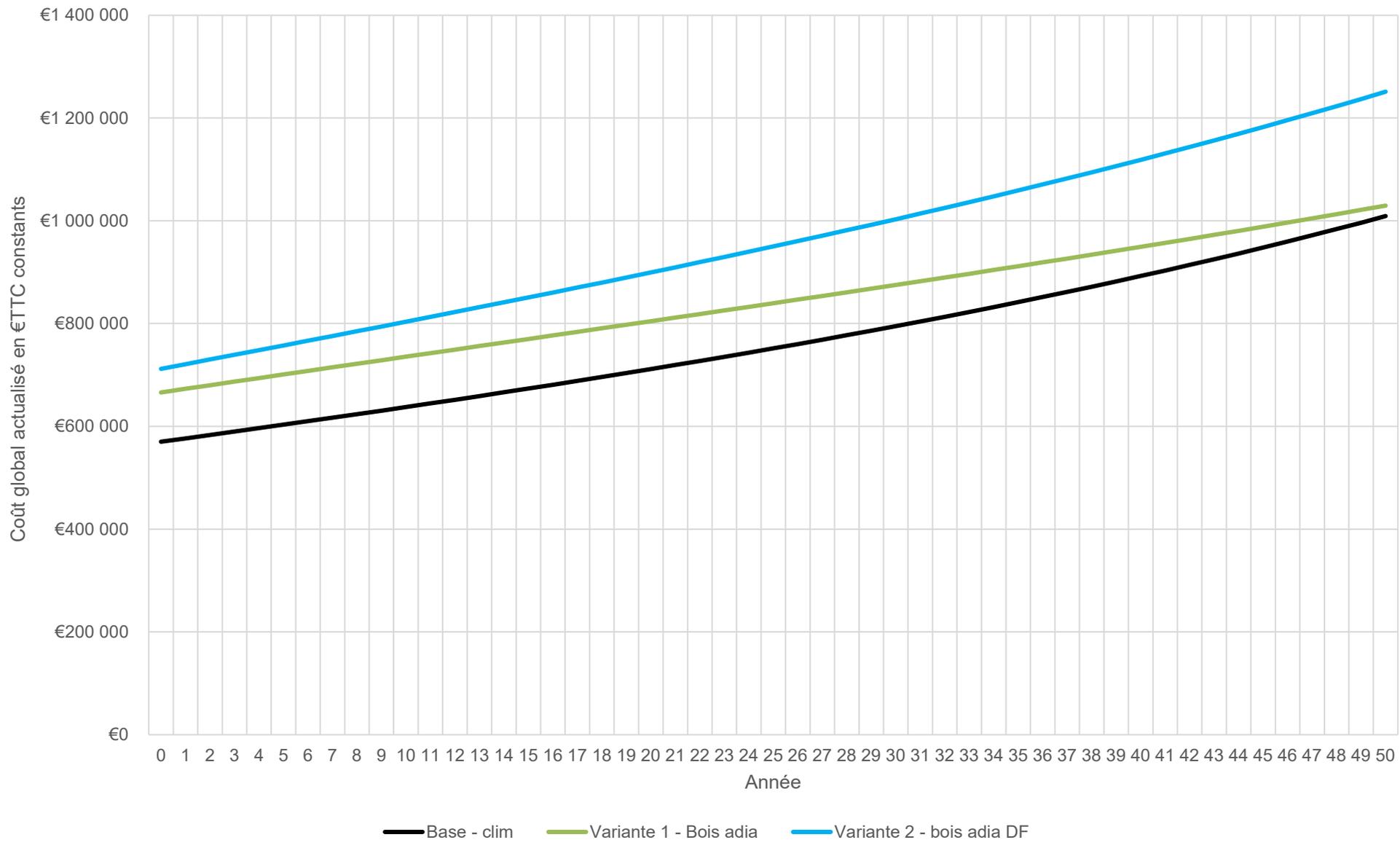
## Coût global

<b>Nom du projet</b>	Réhabilitation - restructuration école Louis Marin		
	Cas de base	Variante 1	Variante 2
<b>Variantes</b>	Base - clim	Variante 1 - Bois adiabatique	Variante 2 - bois adia DF
<b>Surface de référence</b>	2 060 m <sup>2</sup>	2 060 m <sup>2</sup>	2 060 m <sup>2</sup>
<b>Description de la variante</b>	PAC air-eau avec climatisation des locaux	Chaudière bois + rafraichissement adiabatique	Chaudière bois + rafraichissement adiabatique + Ventilation double flux

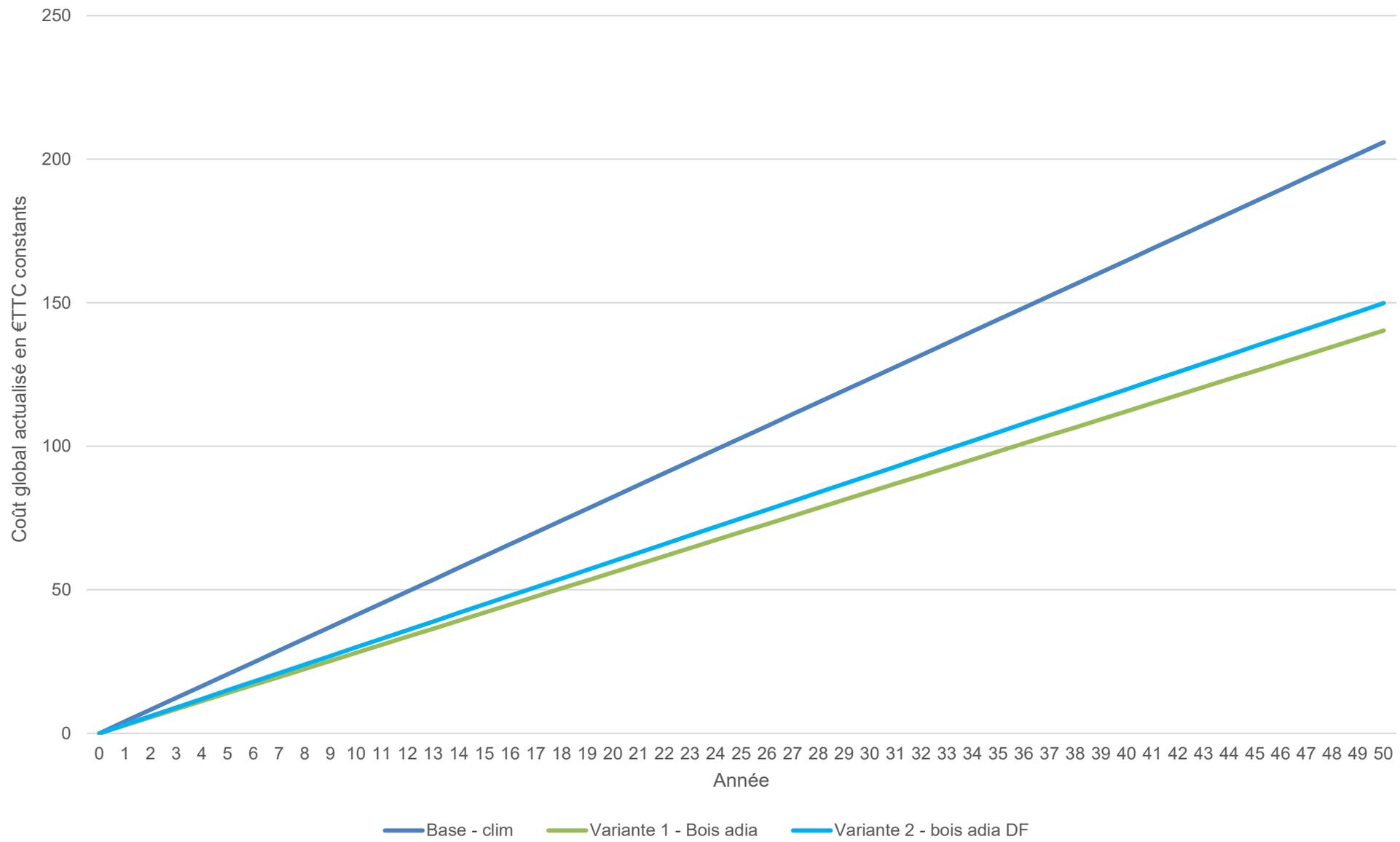
## RESULTATS

Période de calcul	50 ans		
Coût global (€TTC constants)	Base - clim	Variante 1 - Bois adia	Variante 2 - bois adia DF
<b>Total</b>	<b>1 009 001 €</b>	<b>1 029 558 €</b>	<b>1 251 176 €</b>
Investissement	570 050 €	665 900 €	711 900 €
Bilan_carbone_construction	0 €	0 €	0 €
Consommation	326 456 €	248 203 €	397 177 €
Maintenance	112 495 €	115 455 €	142 099 €
Confort_sante	0 €	0 €	0 €
Autres	0 €	0 €	0 €

# Coût global cumulé sur 50 ans



# Synthèse des émissions de GES cumulées sur 50 ans



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Matériaux



Réemploi des portes existantes en bois, et d'une partie des faux-plafonds pour les pièces techniques

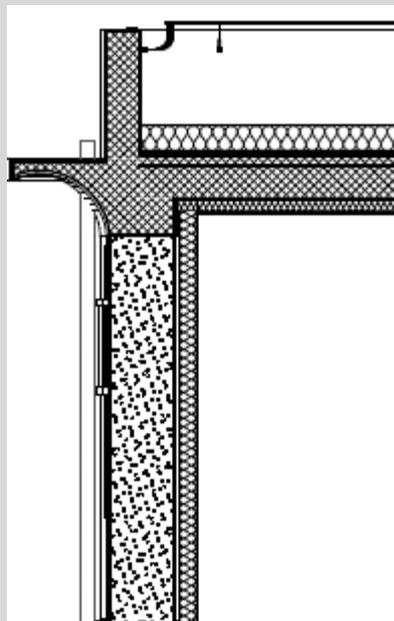


Isolation en biosourcé et recyclé (Biofib Trio pour le doublage et Mé-tisse pour les cloisons)



Conservation des sols existants au rez-de-chaussée et au R+1

# Matériaux



## TOITURE

Toiture terrasse : Etanchéité – isolation PU 15 cm – dalle béton – Isolation Biofib en sous face 10 cm

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

9

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

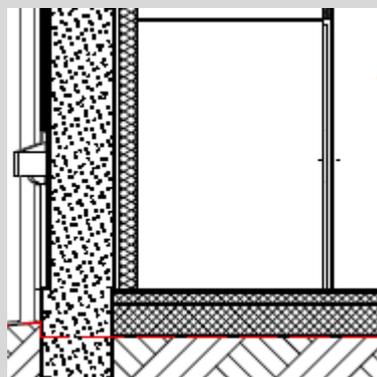
0,11

## MURS EXTERIEURS

Mur ancien isolation intérieur en Biofib 15 cm

4,6

0,22



## PLANCHER BAS

Plancher béton brut sur terre-plein

4,25

0,23

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Energie

## CHAUFFAGE



- Chaufferie biomasse (granulés) de 48 kW en remplacement d'une chaufferie gaz de 250 kW
- Emetteurs : radiateurs et ventilo-convecteur

## REFROIDISSEMENT



- Absence de clim

## ECLAIRAGE



- Led < 2 kWh/m<sup>2</sup>

## VENTILATION



- VMC SF 25 m<sup>3</sup>/h (consommation électrique des ventilateurs de 0.2 Wh/m<sup>3</sup>, soit 1720 kWh/an)
- Surventilation nocturne à 50 m<sup>3</sup> heure en été
- Flux adiabatique

## ECS



- Ballon électrique d'une capacité de 300 L pour l'ensemble du groupe scolaire

## PRODUCTION D'ENERGIE

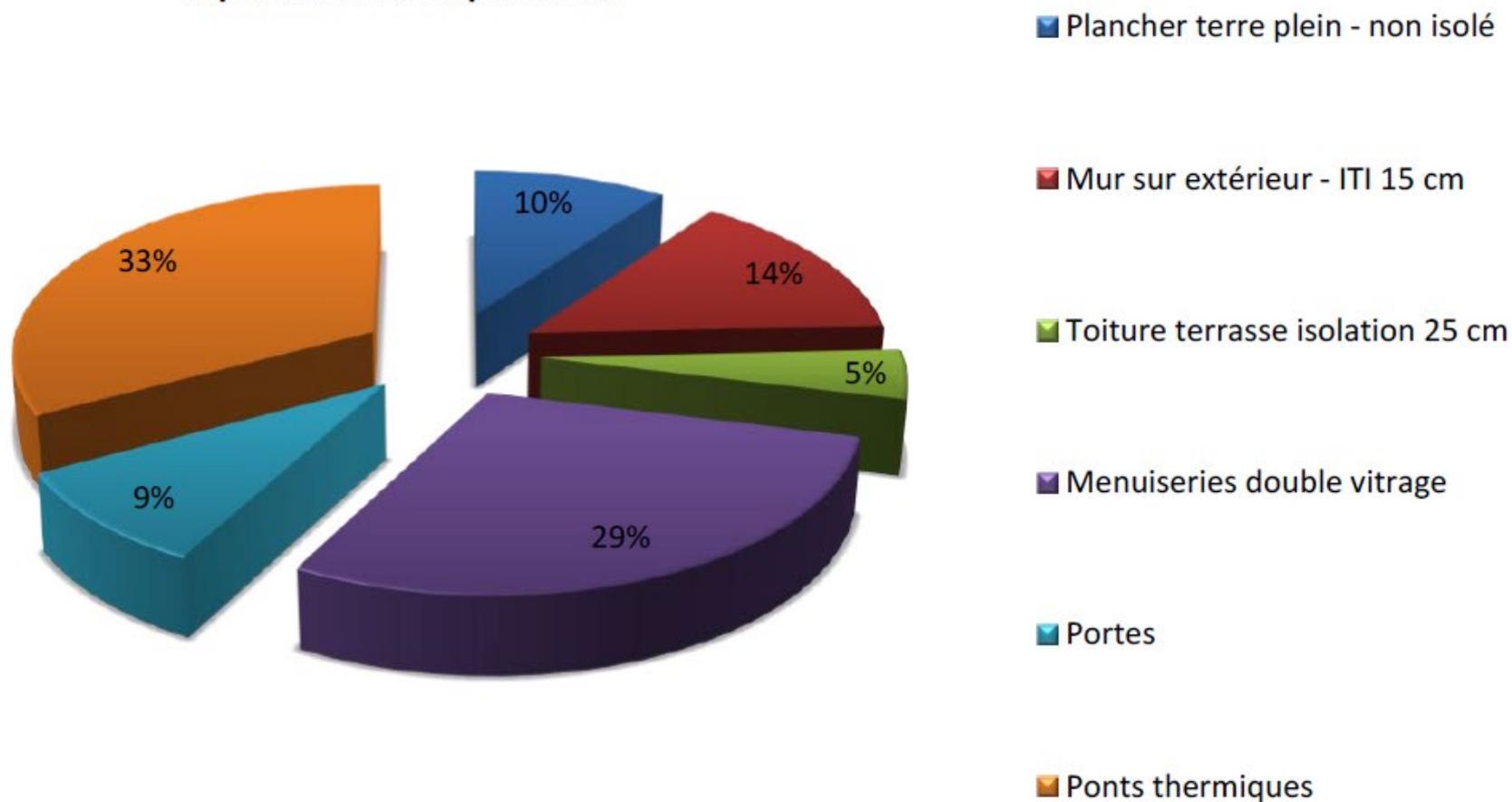


- Absence (contrainte ABF)

Pour mémoire : bâtiment d'avant 1948 → RT réhabilitation par élément

# Energie - déperditions

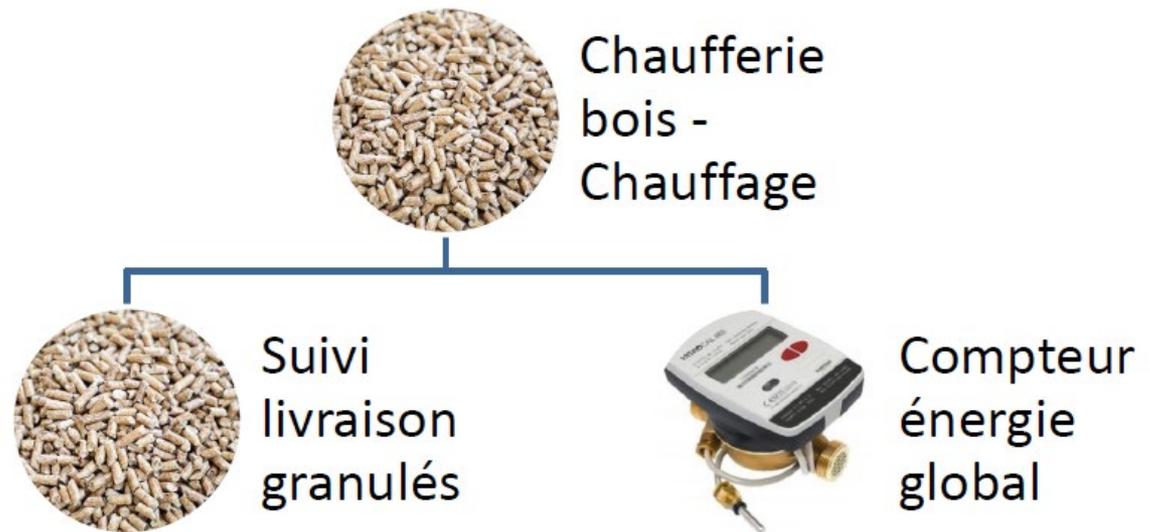
## Répartition des déperditions



Les déperditions par l'enveloppe sont de 23 kW

# Energie - synoptique comptages

## Suivi des consommations de chauffage



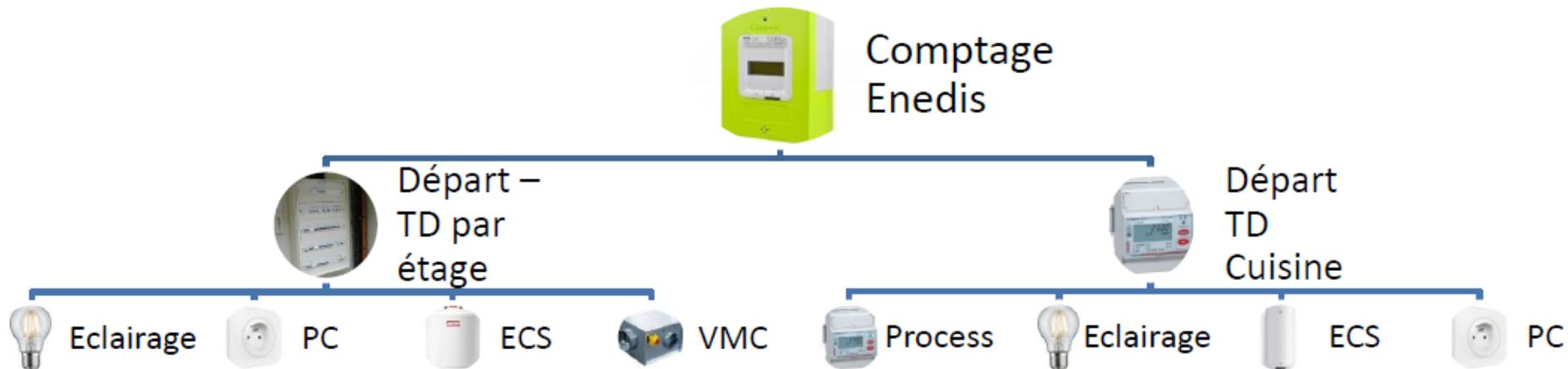
# Energie - synoptique comptages

## Suivi des consommations d'eau froide



# Energie - synoptique comptages

## Suivi des consommations électriques



# Energie - Cep < BBC Rénovation

- Répartition de la consommation en énergie primaire en kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup> shon.an

Enseignement	Initial	Prévisionnel (STD)
5 usages (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	93,5	40,4
Tout usages (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	95,48	41,06

- Cep projet = - 4.69 BBC rénovation 2009 tertiaire

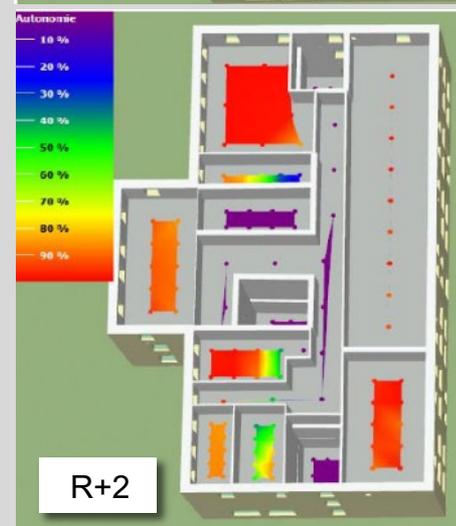
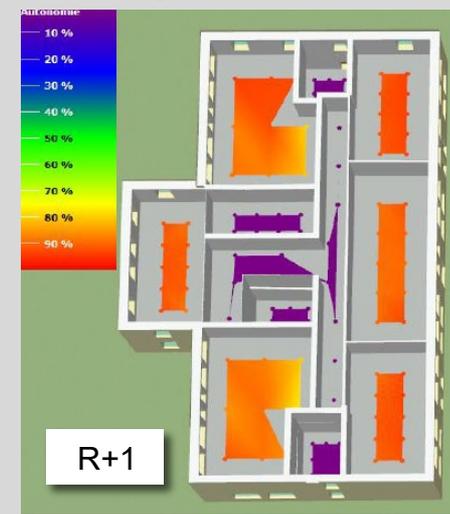
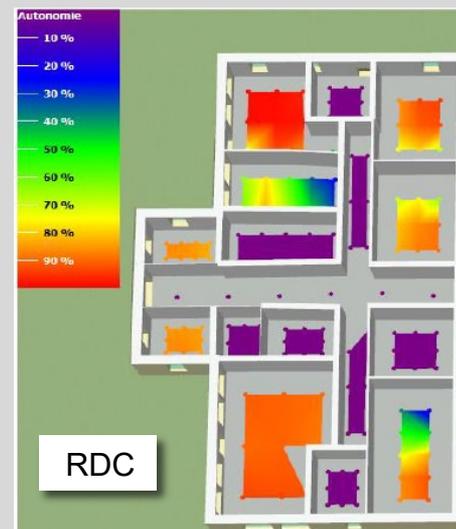
## DONNÉES SPÉCIFIQUES AUX LABELS "HAUTE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE RÉNOVATION"

Niveau de performance : **BBC réno 2009 tertiaire**

Données label	unité	Projet (a)	Objectif label (b)	Ecart au label (a-b)
<b>Coefficient Cep</b>	kWh-ep/m <sup>2</sup> SHON	41.06	45.75	-4.69

# Energie: FLJ

Zone	Autonomie en éclairage naturel
Salle Multiactivité	66%
Sanitaires Vestiaires_1	91%
Direction	85%
Classe 1	80%
Enseignants	85%
Rased	56%
Classe 2	79%
Bibliothèque	90%
Classe 6	91%
Classe 7	87%
Classe 5	90%
Classe 8	91%
Classe 3	88%
Classe 4	92%
Office Remise température	93%
Reserve	62%
Bureau Cuisine	86%
Circ R+2	10%
Refectoire Enseignants	73%
Refectoire elementaire	95%
Salle Polyvalente	90%
Sanitaires_3	56%
Refectoire Maternelle	97%



La profondeur des salles est limitée avec des menuiseries de grande hauteur qui permettent une bonne autonomie en lumière naturelle dans les espaces.

# Energie: Besoins éclairage et chauffage

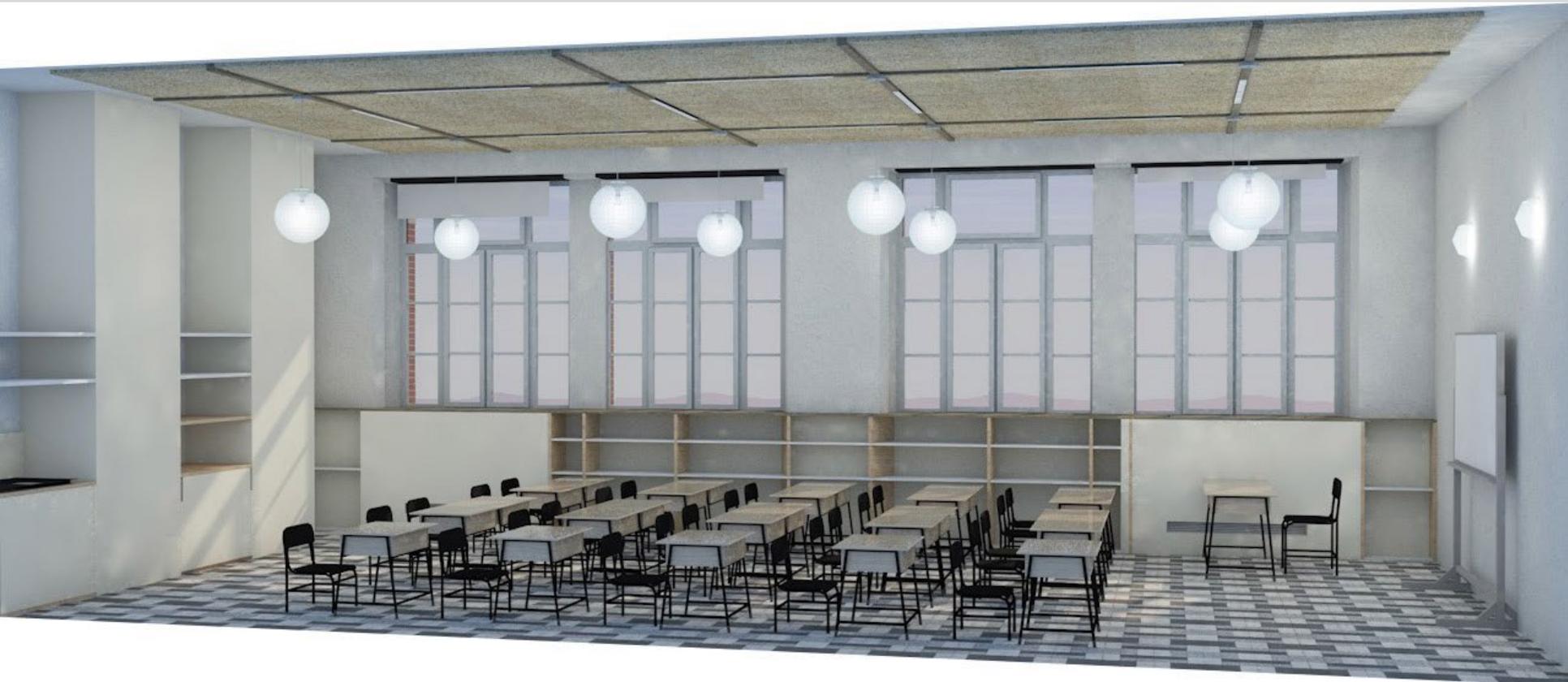
## Besoins en éclairage

Zone	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Direction	19 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Enseignants	25 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Repro	19 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Circulation Sanitaires	172 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_SalleMultiactivite	142 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Bibliotheque	101 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Rased	118 kWh	3 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Classe 1	86 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Classe 2	83 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
R+1 Circ	140 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 3	172 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 4	76 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 5	133 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 6	87 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 7	176 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 8	105 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Refectoire Elementaire	152 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Refectoire Maternelle	58 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Refectoire Enseignants	38 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Bureau Cuisine	15 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Circ	207 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Salle Polyvalente	129 kWh	2 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Sanitaires Vestiaires	35 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>2 288 kWh</b>	

## Besoins en chauffage

Zone	Besoin	Ratio
Escalier Nord	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
Escalier ppal 1	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
Escalier Sud	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Direction	900 kWh	49 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Enseignants	910 kWh	49 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Repro	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Circulation Sanitaires	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_SalleMultiactivite	2 110 kWh	34 kWh/m <sup>2</sup>
RdC_Bibliotheque	1 670 kWh	36 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Rased	1 120 kWh	32 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Classe 1	1 620 kWh	35 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Classe 2	1 510 kWh	33 kWh/m <sup>2</sup>
R+1 Circ	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 3	2 660 kWh	30 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 4	1 530 kWh	26 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 5	2 160 kWh	25 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 6	1 780 kWh	29 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 7	2 500 kWh	29 kWh/m <sup>2</sup>
R+1_Classe 8	1 740 kWh	29 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Office	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Refectoire Elementaire	2 440 kWh	17 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Refectoire Maternelle	1 320 kWh	19 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Refectoire Enseignants	1 050 kWh	36 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Bureau Cuisine	570 kWh	33 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Circ	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>
R+2_Salle Polyvalente	1 540 kWh	26 kWh/m <sup>2</sup>
RdC Sanitaires Vestiaires	2 880 kWh	33 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>32 010 kWh</b>	<b>28 kWh/m<sup>2</sup></b>

# Energie: Principes éclairage salle d'activités et salles de classe



10 plafonniers intérieurs, noir, LED, 37,3W, 3000K – réf SLV – SIGHT 115  
5 suspensions intérieures, blanc/gris, E27, 24W max – réf SLV - ROTOBALL 40  
Commande éclairage en 2 zones suspensions/plafonniers

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE





Existant : 5% désimperméabilisé



Projet : 74% désimperméabilisé

Total Cour 700 m<sup>2</sup>

Béton drainant 357 m<sup>2</sup> (dont bassin d'infiltration profondeur 1,40 m : 90 m<sup>2</sup>)

Pleine terre 165 m<sup>2</sup>

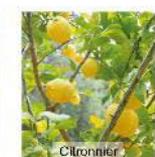
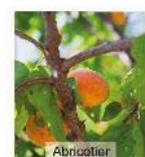
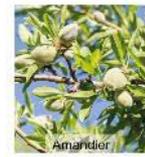
Béton lisse (rampe, préaux et devant mur de soutènement) 180 m<sup>2</sup>

## DES ESSENCES LOCALES

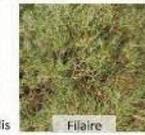
Adaptées au climat méditerranéen



### ARBRES FRUITIERS



### STRATE ARBUSTIVE



### STRATE HERBACEE



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



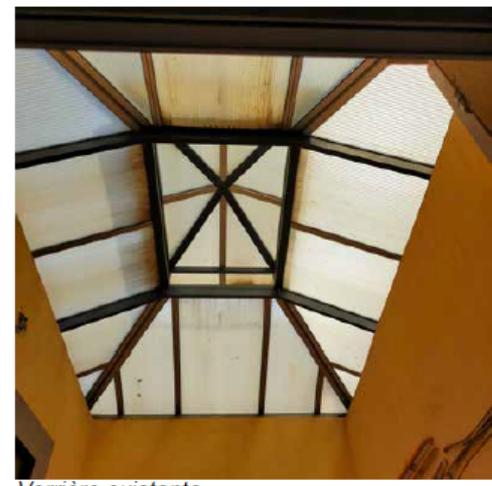
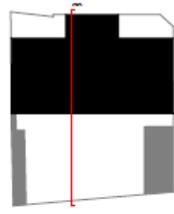
EAU



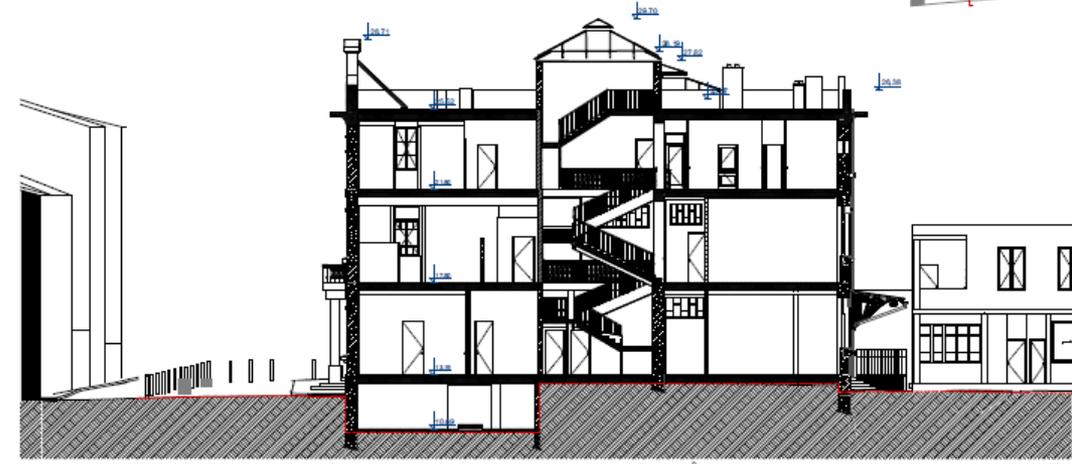
CONFORT ET SANTE

# Confort d'été

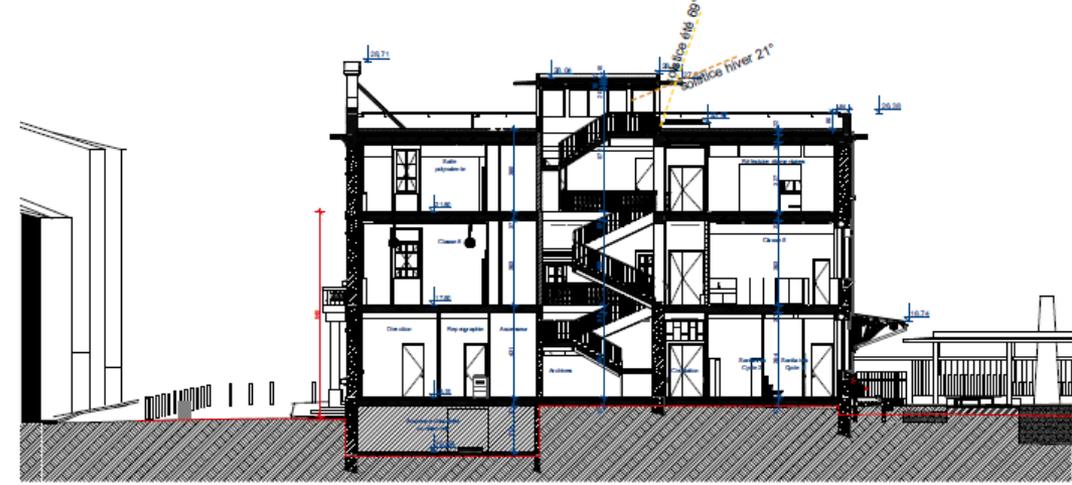
## Protections solaires



Verrière existante



Lanterneau projeté



Remplacement de la verrière existante par un lanterneau assurant l'éclairage naturel de la cage d'escalier et munie d'une casquette assurant la protection solaire en été

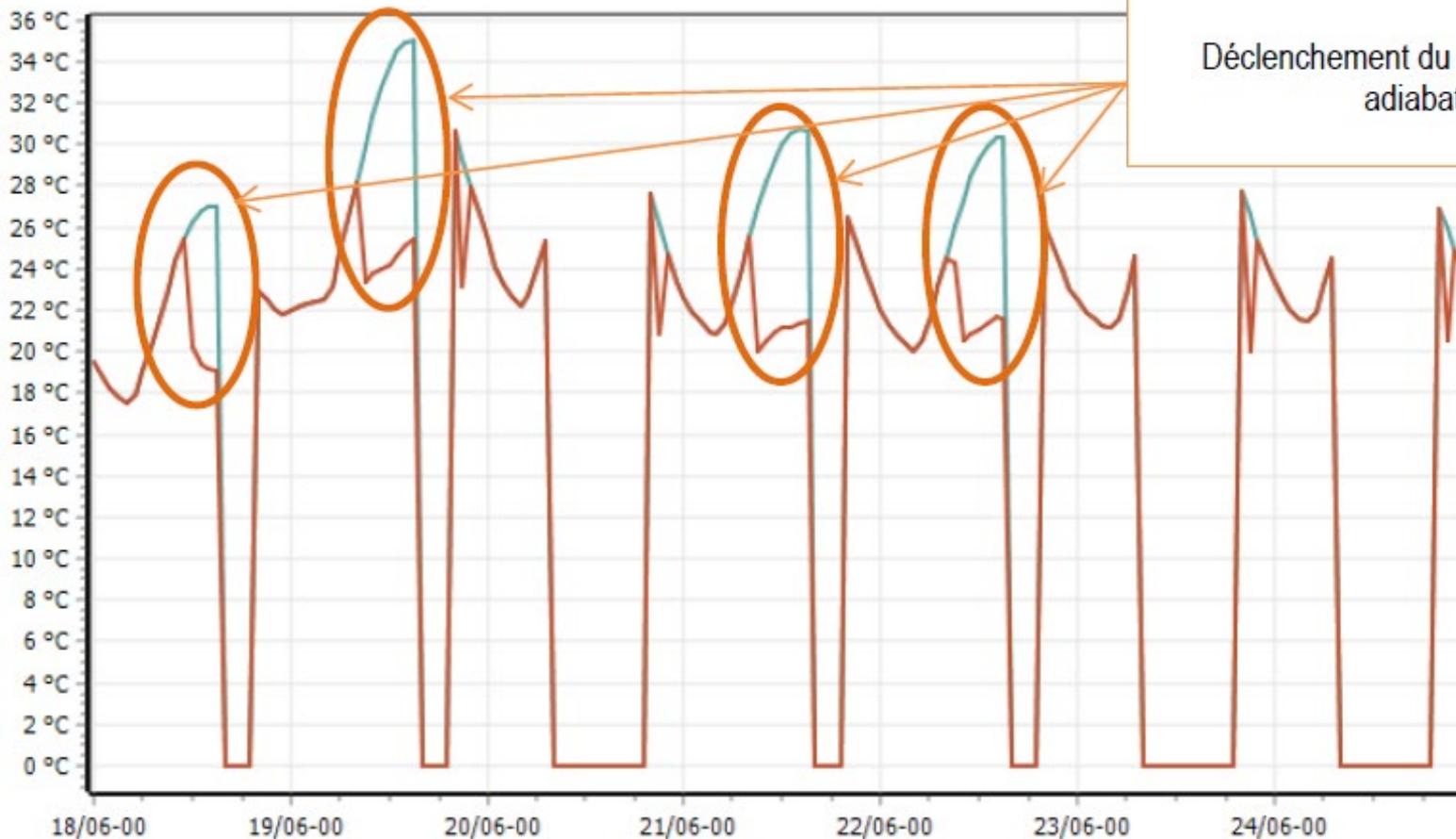
# Confort d'été

	Base : aucune intervention	Ventilation nocturne : débit identique au renouvellement sanitaire	Ventilation nocturne : débit sanitaire x2	Ventilation nocturne débit sanitaire x2 Occultation des menuiseries à 75%	Rafrâchissement adiabatique	Rafrâchissement adiabatique Occultation menuiseries à 75%
Zone	Heures T°C > 28°C					
Escalier Nord	0,00	0,00	0,00			0,00
Escalier ppal 1	0,00	0,00	0,00			0,00
Escalier Sud	0,00	0,00	0,00			0,00
RdC_Direction	124,00	74,00	57,00	33,00	35,00	20,00
RdC_Enseignants	188,00	118,00	97,00	57,00	66,00	42,00
RdC_Repro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RdC_Circulation Sanitaires	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RdC_SalleMultiactivite	233,00	106,00	82,00	47,00	8,00	2,00
RdC_Bibliotheque	159,00	79,00	57,00	22,00	19,00	10,00
RdC Rased	290,00	172,00	142,00	117,00	49,00	39,00
RdC Classe 1	313,00	133,00	103,00	47,00	12,00	4,00
RdC Classe 2	322,00	154,00	113,00	57,00	32,00	20,00
R+1 Circ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R+1_Classe 3	295,00	127,00	88,00	35,00	38,00	27,00
R+1_Classe 4	362,00	180,00	133,00	48,00	36,00	25,00
R+1_Classe 5	341,00	142,00	102,00	32,00	26,00	11,00
R+1_Classe 6	350,00	189,00	137,00	57,00	28,00	12,00
R+1_Classe 7	283,00	141,00	106,00	51,00	28,00	13,00
R+1_Classe 8	291,00	153,00	108,00	63,00	37,00	34,00
R+2_Office	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R+2_Refectoire Elementaire	136,00	56,00	45,00	23,00	5,00	4,00
R+2_Refectoire Maternelle	127,00	51,00	41,00	25,00	8,00	6,00
R+2_Refectoire Enseignants	79,00	42,00	23,00	0,00	4,00	1,00
R+2_Bureau Cuisine	191,00	147,00	135,00	107,00	114,00	25,00
R+2_Circ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R+2_Salle Polyvalente	244,00	147,00	122,00	79,00	25,00	25,00

L'impact du rafraîchissement adiabatique est net, avec une réduction moyenne du nombre d'heures au-dessus de 28°C de 40 à 80% par rapport à la variante en « simple » surventilation nocturne.

# Confort d'été

— T° soufflage sans adiabatique — T° soufflage avec adiabatique



Déclenchement du rafraîchissement adiabatique

Le graphique ci-dessus illustre la température d'air soufflé dans la salle multi activité, avec solution adiabatique et sans. Nota : la température à 0°C signifie que la CTA est à l'arrêt (période d'inoccupation lorsque la température extérieure ne permet pas la surventilation).

# Scénario canicule

Fichier météo 2040	Base : aucune intervention	Ventilaion nocturne : débit sanitaire x2	Rafraîchissement adiabatique	Ventilation nocturne débit sanitaire x2 Occultation des menuiseries à 75%	Rafraîchissement adiabatique Occultation menuiseries à 75%
Zone	Heures T°C > 28°C				
RdC_Direction	189.00	85.00	76.00	68.00	55.00
RdC_Enseignants	299.00	134.00	121.00	116.00	100.00
RdC_SalleMultiactivite	295.00	126.00	29.00	88.00	20.00
RdC_Bibliotheque	219.00	86.00	42.00	54.00	31.00
RdC Rased	402.00	188.00	95.00	140.00	85.00
RdC Classe 1	396.00	161.00	39.00	95.00	26.00
RdC Classe 2	412.00	195.00	63.00	107.00	55.00
R+1_Classe 3	381.00	138.00	77.00	85.00	65.00
R+1_Classe 4	444.00	219.00	72.00	94.00	64.00
R+1_Classe 5	410.00	162.00	53.00	77.00	39.00
R+1_Classe 6	430.00	231.00	58.00	108.00	41.00
R+1_Classe 7	381.00	156.00	57.00	105.00	42.00
R+1_Classe 8	393.00	183.00	78.00	117.00	74.00
R+2_Refectoire Elementaire	164.00	78.00	12.00	48.00	8.00
R+2_Refectoire Maternelle	154.00	70.00	17.00	50.00	13.00
R+2_Refectoire Enseignants	125.00	44.00	16.00	20.00	5.00
R+2_Bureau Cuisine	236.00	183.00	160.00	150.00	54.00
R+2_Salle Polyvalente	321.00	191.00	64.00	123.00	61.00

Fichier météo à horizon 2040 selon un scénario RCP 4.5

Les solutions envisagées, et notamment le rafraîchissement adiabatique, permettent un fonctionnement du bâtiment à horizon 2040 sans intervention complémentaire.

# Occupation estivale

En considérant une occupation estivale des salles multi-activités et polyvalente, le nombre d'inconfort est le suivant :

	Rafraîchissement adiabatique Occultation menuiseries à 75% Occupation estivale - salle po et multi activités
Zone	Heures T°C > 28°C
RdC_SalleMultiactivite	4,00
R+2_Salle Polyvalente	42,00

Le confort est assuré avec un nombre d'heure d'inconfort maîtrisé via le rafraîchissement adiabatique.

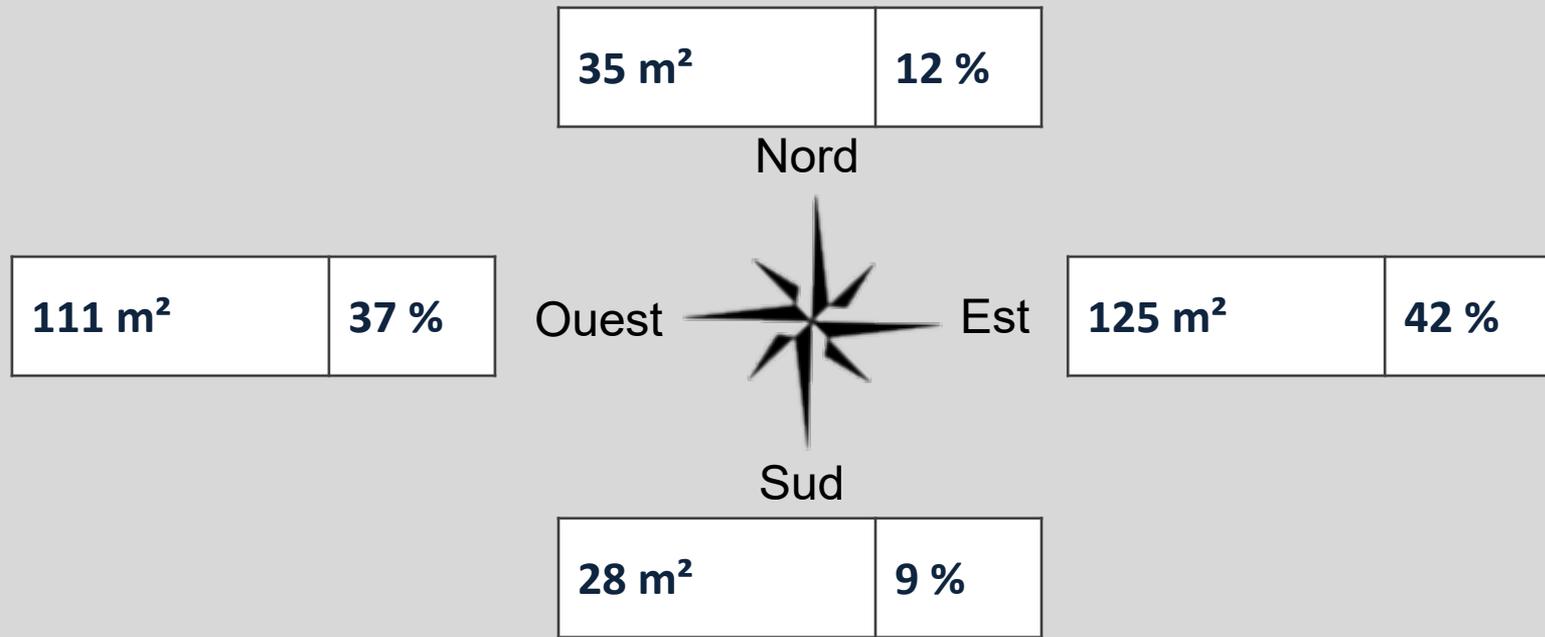
# Ajout de brasseurs d'air



Amélioration du confort d'usage tout en réalisant des économies d'énergie

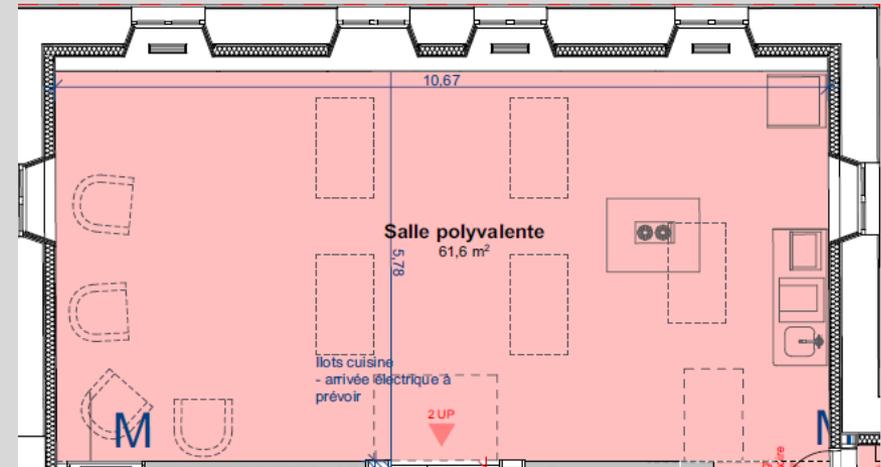
# Confort et Santé : surfaces vitrées

Menuiseries	299 m <sup>2</sup>
Fenêtres	<p>Vitrages à facteur solaire réduit  Uw 1.4 - facteur de clair 0.65 - FS 0.4  Selon contrainte ABF sur menuiseries – bois R0 et R+1 et R+2 sauf cas particulier  Volets roulants bois conservés et rénovés sur l'ensemble des menuiseries</p>



# Point innovation

*Création d'une cuisine pédagogique de 61 m<sup>2</sup> pour la réalisation d'ateliers de cuisine en milieu scolaire*



# Pour conclure



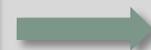
*Point positif : un projet patrimonial, confortable et adapté aux nouveaux usages*  
*Point à améliorer : production ENR non compatible périmètre ABF*

# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

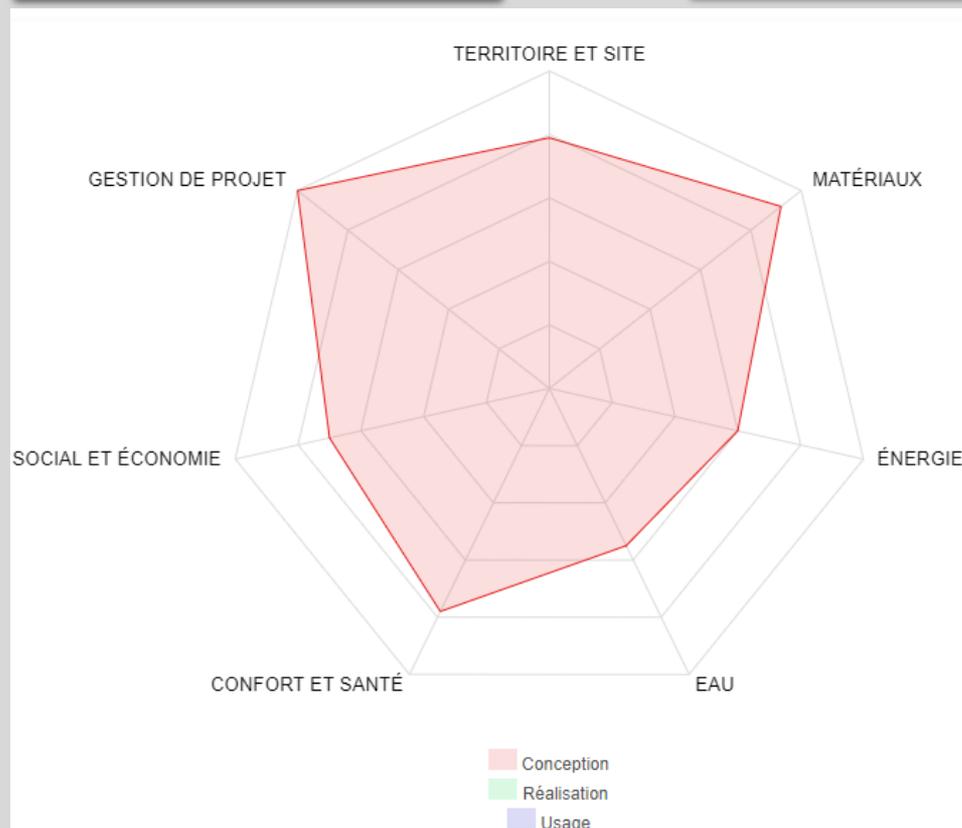
**CONCEPTION**  
27/09/2023  
69 pts  
+ 8 cohérence durable  
+ 2 d'innovation  
**79 pts - ARGENT**



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



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



Référentiel	
TERRITOIRE ET SITE	10.02/12.6 (79%)
MATÉRIAUX	11.68/12.6 (92%)
ÉNERGIE	7.57/12.6 (60%)
EAU	7/12.6 (55%)
CONFORT ET SANTÉ	9.91/12.6 (78%)
SOCIAL ET ÉCONOMIE	9.45/13.5 (70%)
GESTION DE PROJET	13.5/13.5 (100%)
Points Bonus	
Synthèse	
Nombre de points total : 69.12/90	
Pourcentage des points du projet : 76.8%	
Médaille visée : Argent	
Objectif de points : <b>Obtenu</b>	

# LES ACTEURS DU PROJET



Maîtrise d'ouvrage	Equipe de maîtrise d'oeuvre	AMO	Contrôle technique	CSPS
Ville de La Ciotat	<b>NSL &amp; Arpège</b> architectes, <b>BiodynamiQE</b> fluides, <b>Axiolis</b> structure, <b>Innov'Infra</b> VRD hydraulique, <b>Sérial</b> Acoustique, <b>Baldassari</b> économiste, <b>Bellastock</b> diagnostic PEMD, <b>Géoterria</b> géotechnicien, <b>Marti Ombre</b> géomètre, <b>QCS</b> diagnostic radon, <b>Alma</b> OPC	<b>albedo AMO</b> <b>04 100 Manosque</b>	<b>CTP</b> <b>83 470 Saint Maximin</b>	<b>ANCO</b> <b>13 600 La Ciotat</b>

# ANNEXES



# Hypothèses Simulation Dynamique

## Fichier Météorologique

Données Météonorm v2, pour Marseille

## Scénario d'occupation

Absence d'occupation pdt les vacances scolaires, dont l'été du 8 juillet au 31 août  
Absence de chauffage des circulations et des sanitaires, hormis les vestiaires du RDC  
Consigne températures : 21°C en occupation, 17°C en réduit nocturne, 10°C pdt les vacances

## Apports internes

Salles de classe : écran + projecteur, 260W 1h le matin puis 160W  
Bibliothèque : 1PC + écran, 90W  
Bureau : 1 PC portable + écran, 55W  
Salle polyvalente : 1PC + écran, 90W  
Cuisine : 100W en continu, 750 W de 10h à 13h

## Puissance installée des éclairages

- 1,5 W/m<sup>2</sup> dans les zones de circulation/accueil
- 5 W/m<sup>2</sup> dans les salles de classe / réfectoire
- 5 W/m<sup>2</sup> dans les bureaux
- 4 W/m<sup>2</sup> dans les zones de sanitaires/vestiaires

## Apports occupants 80 W par occupant

**Occupation max :**  
Bibliothèque : 19 personnes  
Salle multi activité : 50 personnes  
Salle enseignant : 5 personnes  
Classe Rased : 8 personnes  
Bureau : 1 personne  
Restauration enseignant : 8 personnes  
Restauration maternelle : 68 personnes  
Restauration primaire : 142 personnes  
Salle de classe : 32 personnes

## Ventilation mécanique

Débit : 25 m<sup>3</sup>/h.personne, selon occupation  
Infiltration : 0.1 volume / heure  
Surventilation nocturne estivale 50 m<sup>3</sup>/h.personne