

Commission d'évaluation : Conception du 18/10/2022

Groupe scolaire les pins (13)



Maître d'Ouvrage	Exploitant	Mandataire	Architecte	BE / Acc BDM	AMO QEB
Commune de Vitrolles	Dalkia Smart Building	Leon Grosse	Chabanne Architecte	Chabanne Ingénierie	Profils consultants

Contexte

Remplacement vertueux :

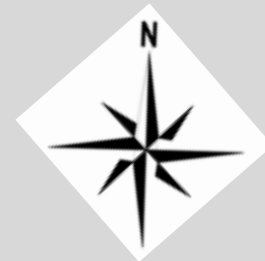
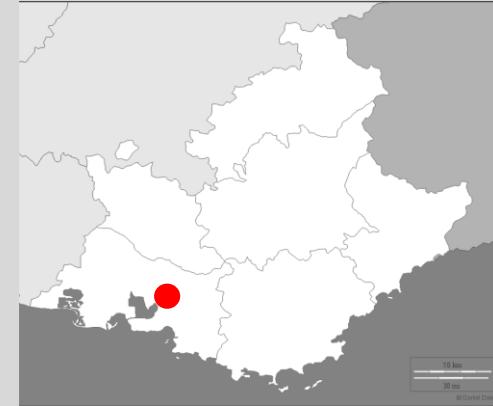
Prenant la place de deux établissements construits dans les années 70, ce nouvel ensemble s'inscrit dans la revalorisation d'un espace urbain en pleine mutation.

Il a pour ambitions :

- De rentrer dans une démarche durable, pour la construction, l'exploitation et le financement.
- De limiter son impact au sol et d'augmenter, par la même les espaces partagés et la perméabilisation d'un site aujourd'hui très bétonné
- De proposer des espaces intérieurs et extérieurs d'éducation aux standards d'aujourd'hui et de demain

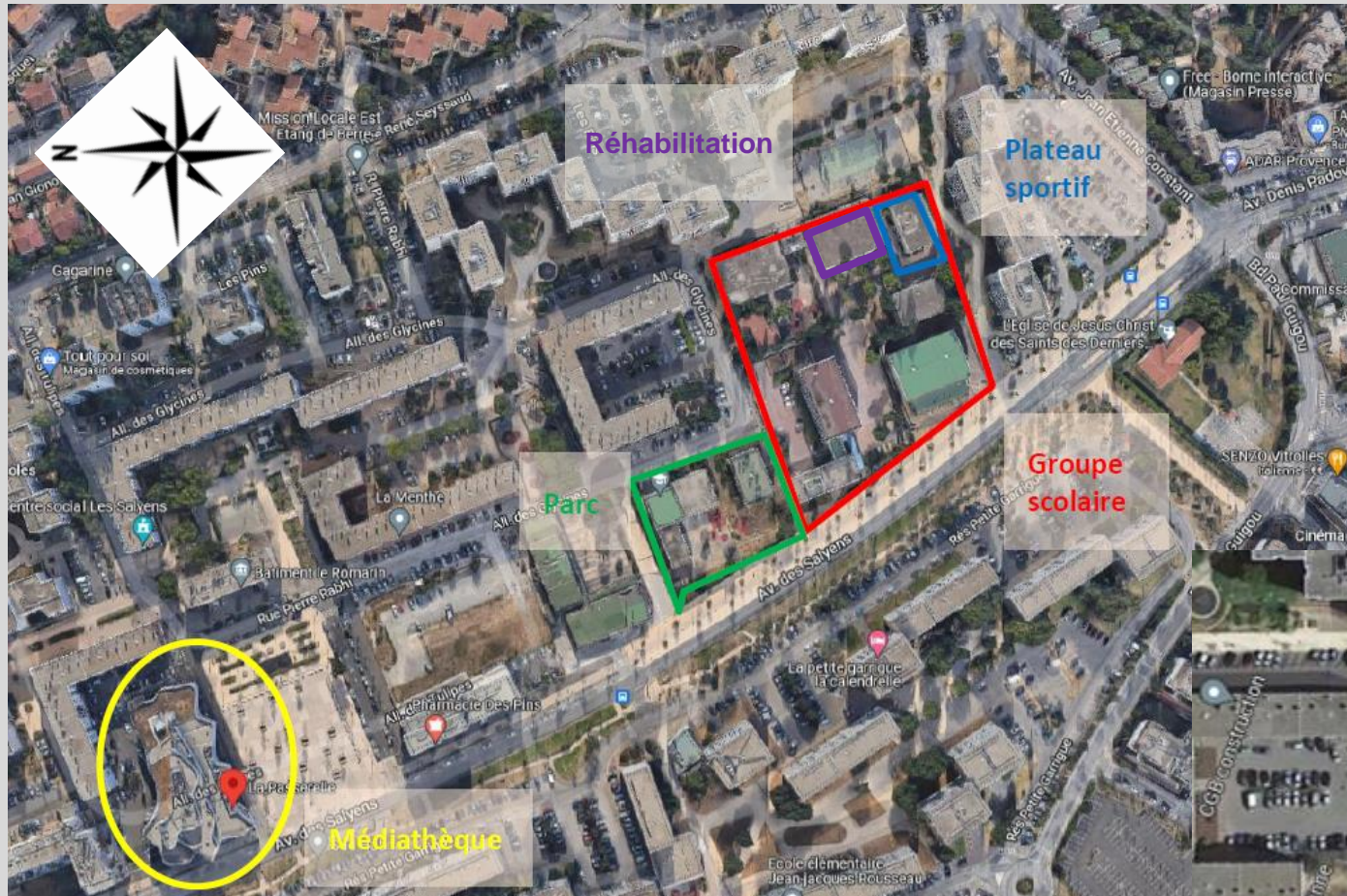
Cet établissement regroupera :

- 9 classes en maternelle
- 13 classes en élémentaire
- 1 service de restauration scolaire
- 1 pôle périscolaire
- 1 plateau multi sport couvert
- 1 parking personnel
- 1 service dédié à l'Inspection de l'Education Nationale
- 1 Un service SESSAD



Le projet dans son territoire

Vues satellite



Enjeux Durables du projet



Matériaux avec filières locales et réemployées

- Béton bas carbone
- Charpente de toiture et menuiserie en bois
- Réemploi



Utilisation d'énergie renouvelable

- Chaudière bois à granulé
- Photovoltaïque 500kWc (50% en autoconsommation)
- Niveau E3 sans PV et E4 avec PV



Faible consommation d'eau et végétalisation

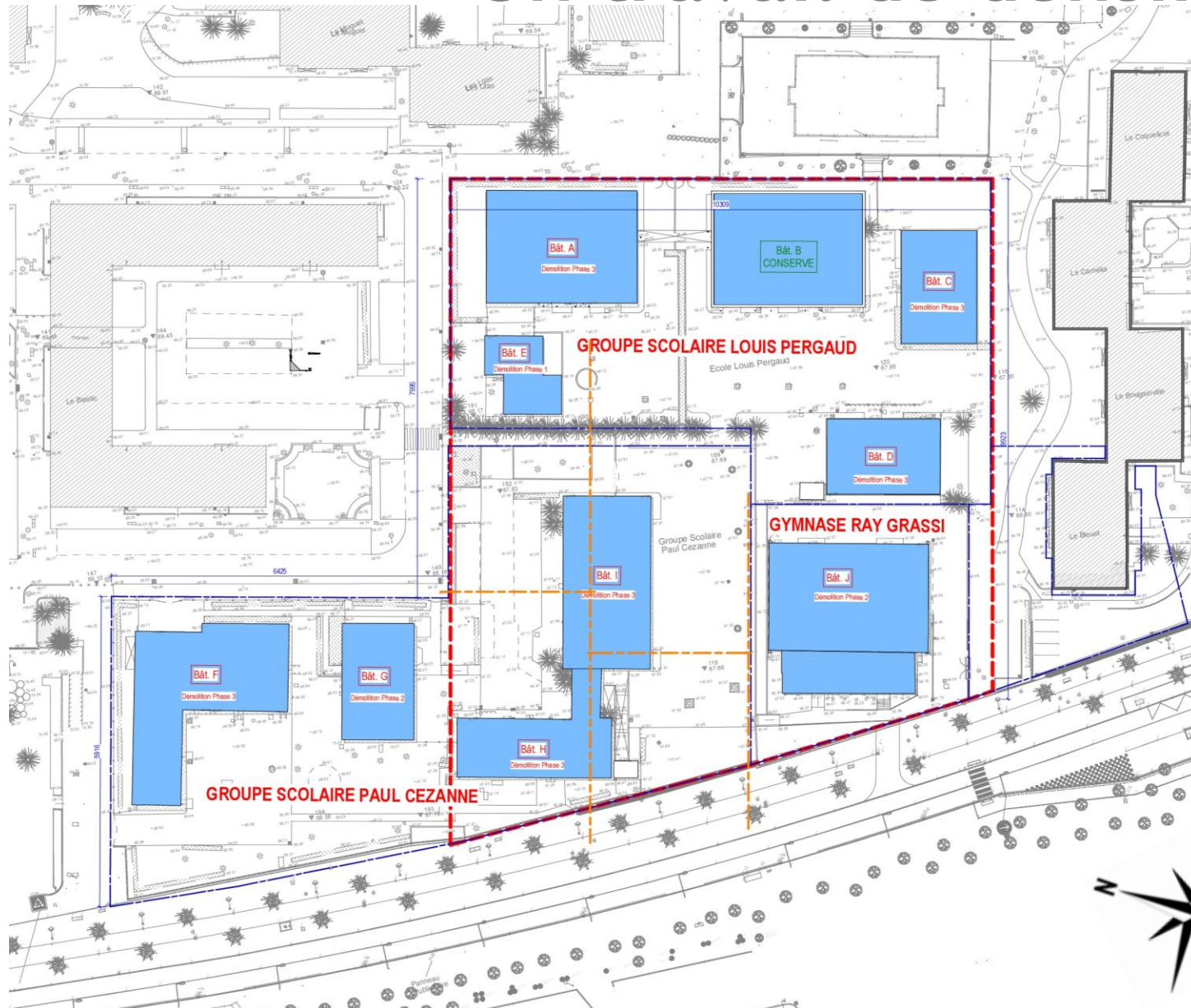
- Récupération des eaux pluviales,
- Amélioration des surfaces perméables (espaces végétalisés, jardins pédagogiques)



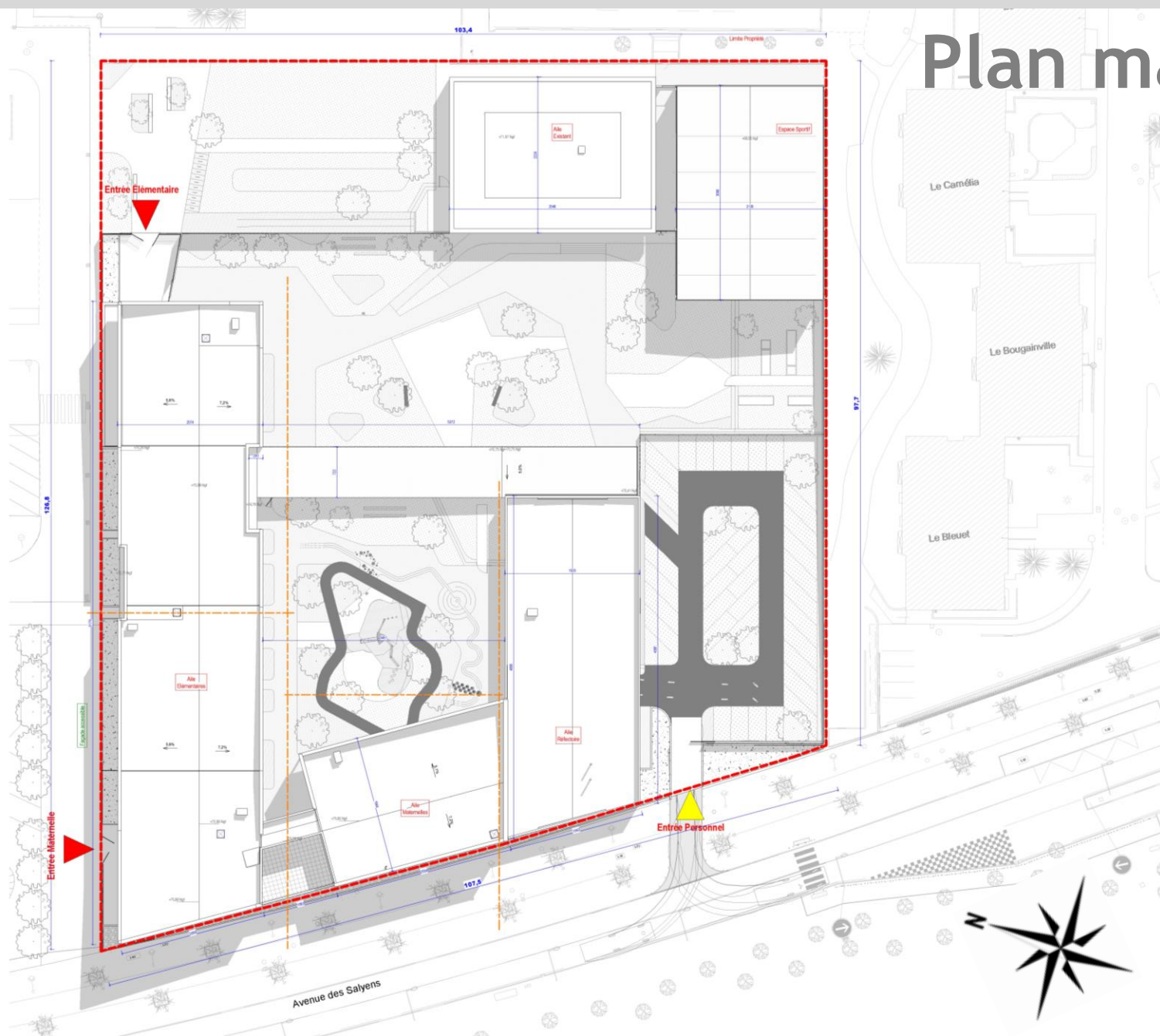
Confort et santé adapté au site

- Brises soleil
- Rafratchissement adiabatique
- Débit d'air des classes supérieur à la réglementation
- Sondes QAI

Un travail de densification

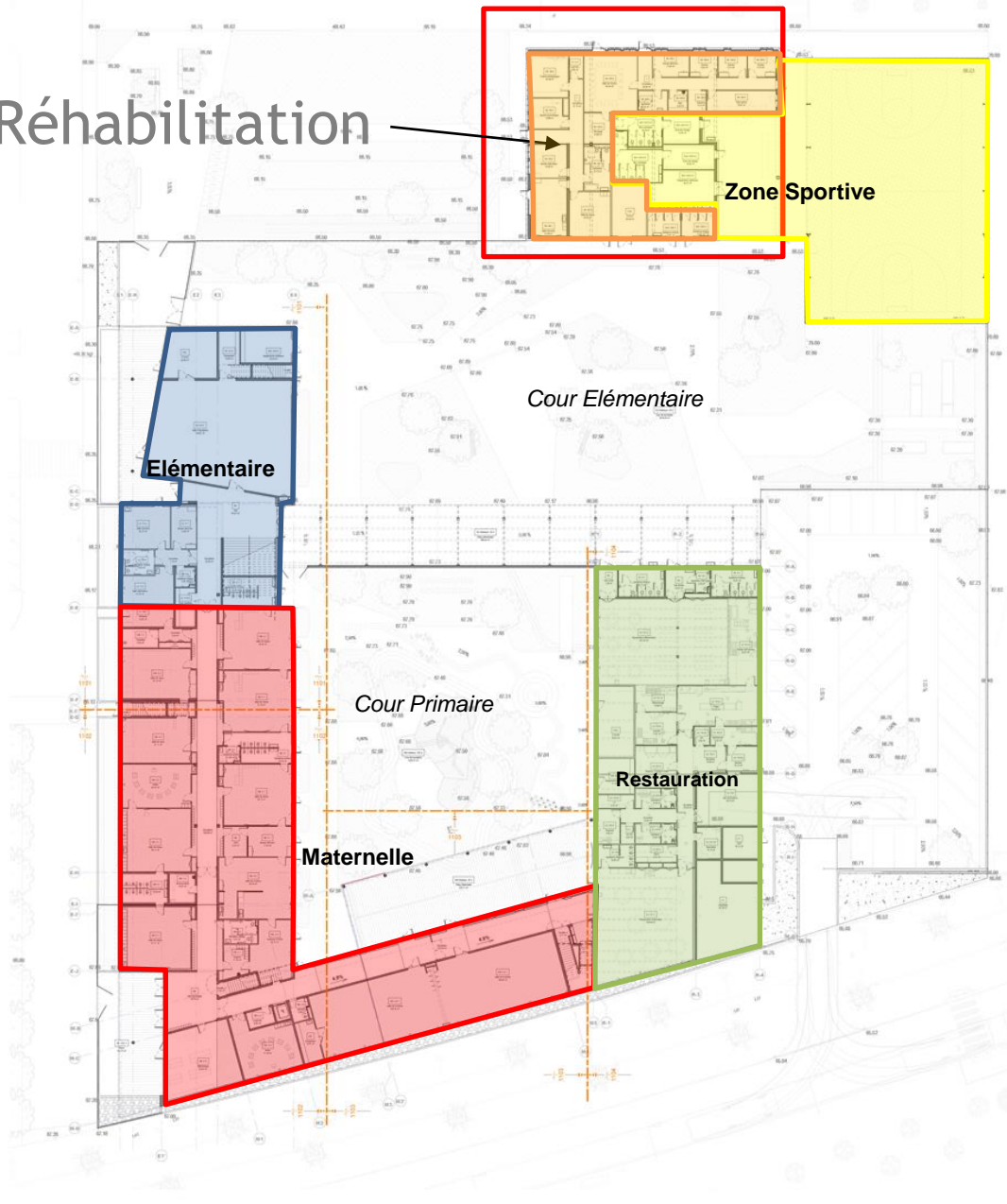


Plan masse



Plan RdC

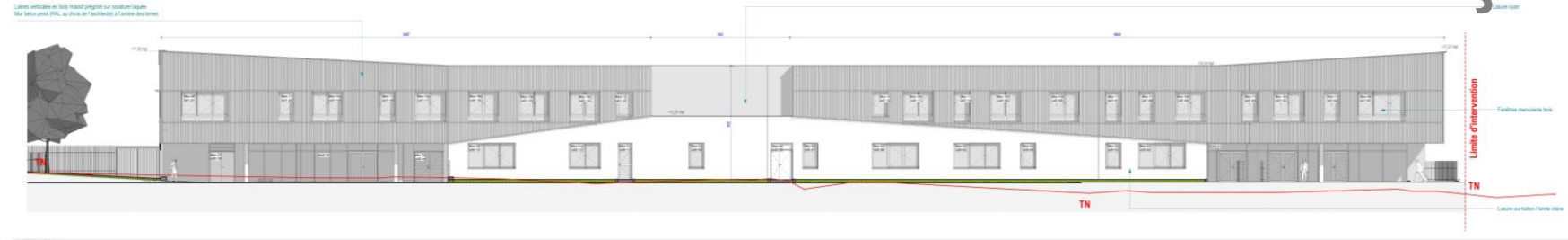
Réhabilitation



Plan R+1



Les Façades



Au Nord



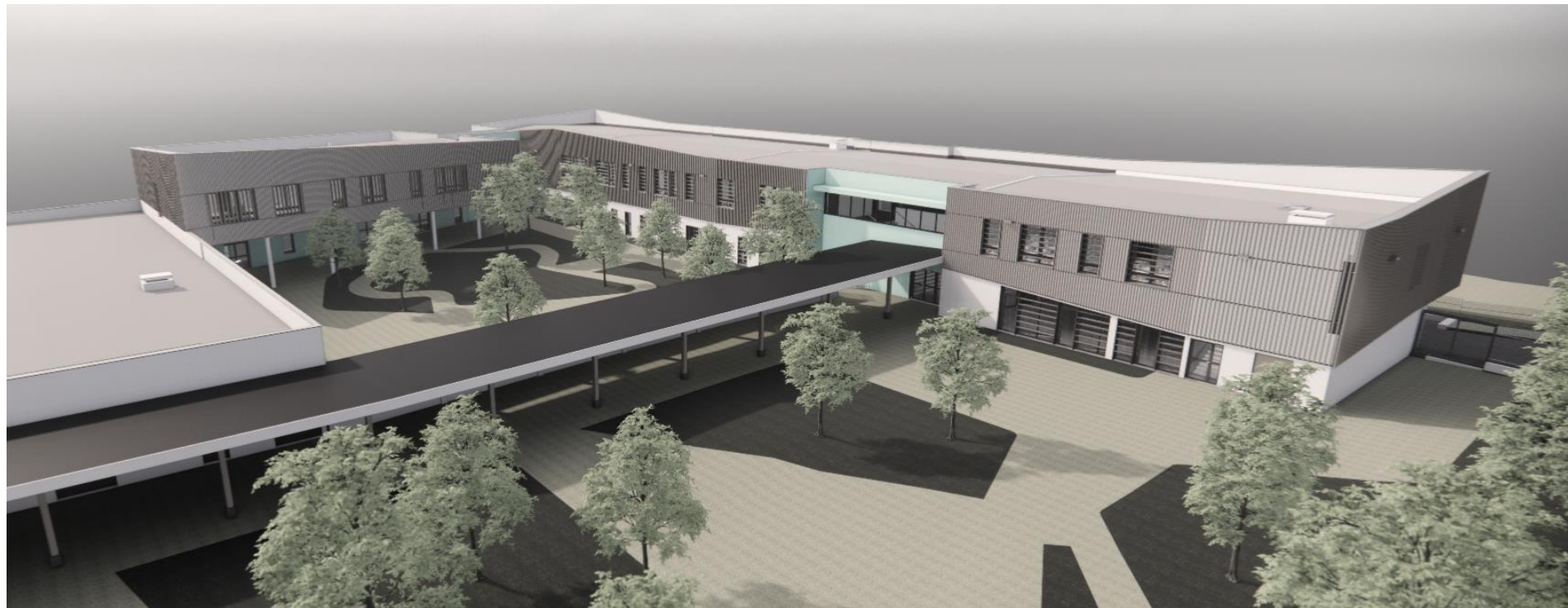
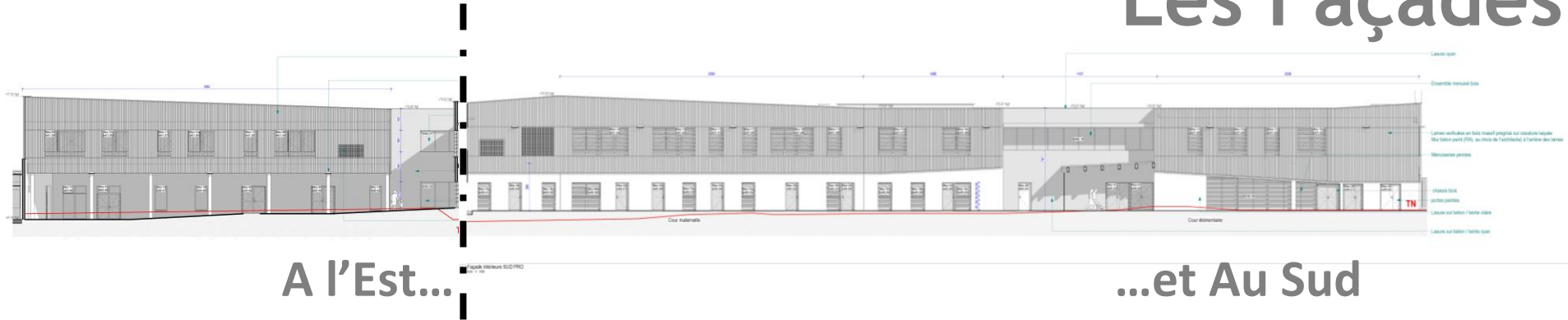
Les Façades



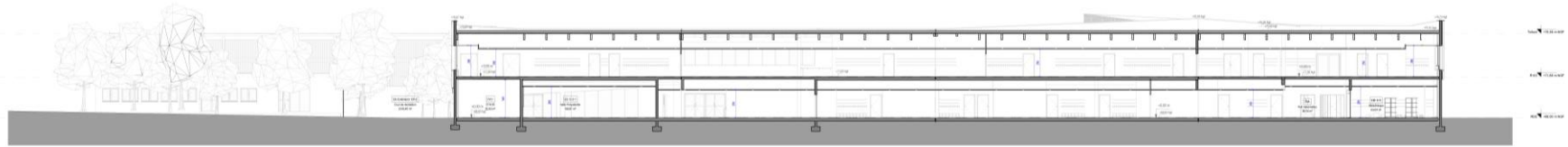
A l'Ouest



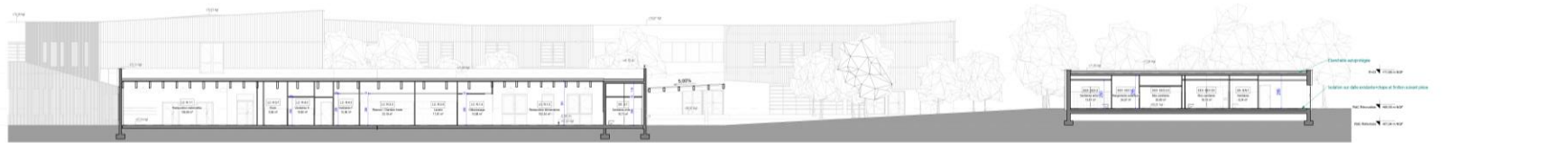
Les Façades



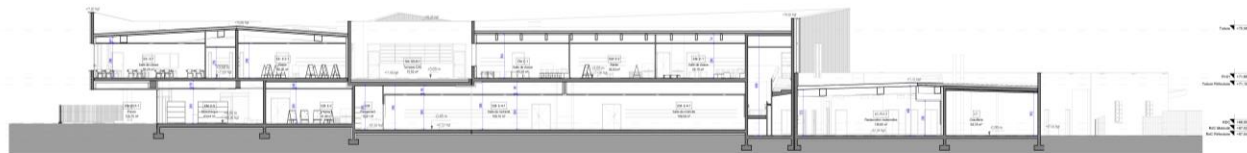
Coupes générales



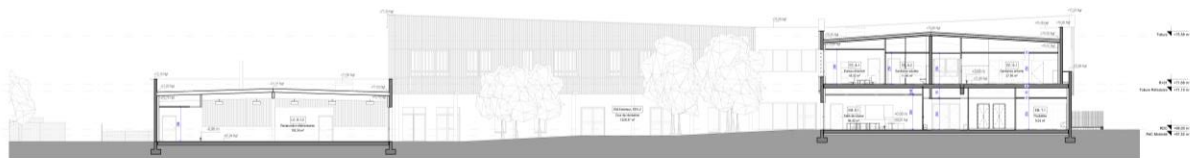
A



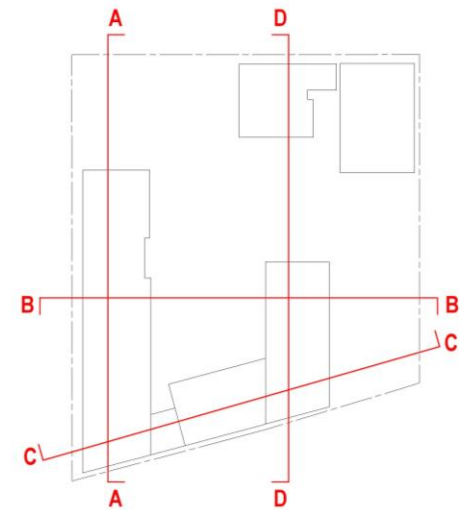
D



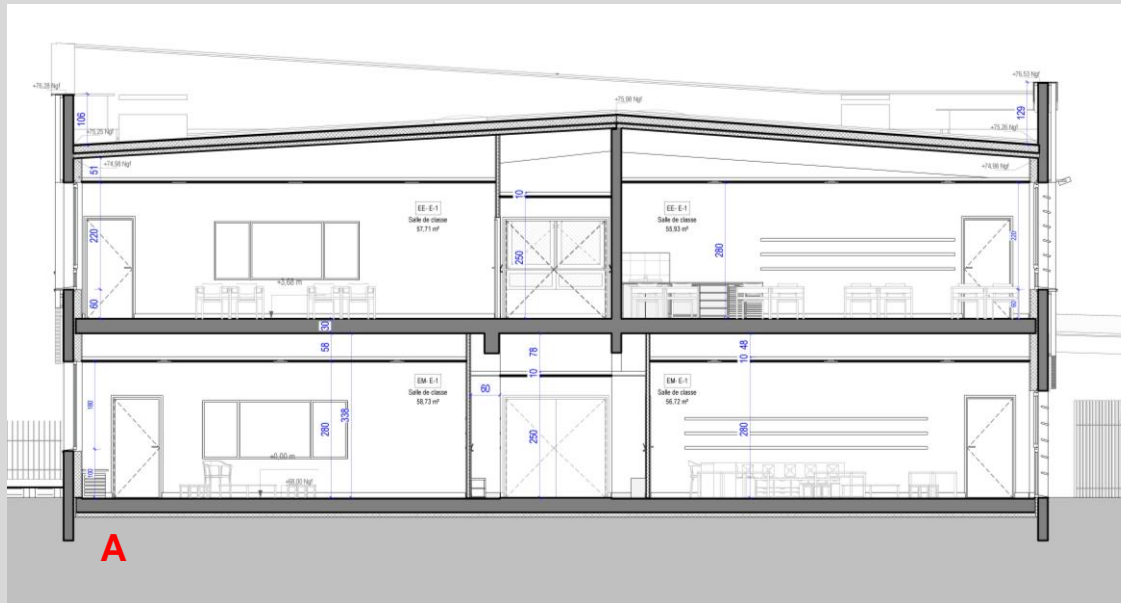
C



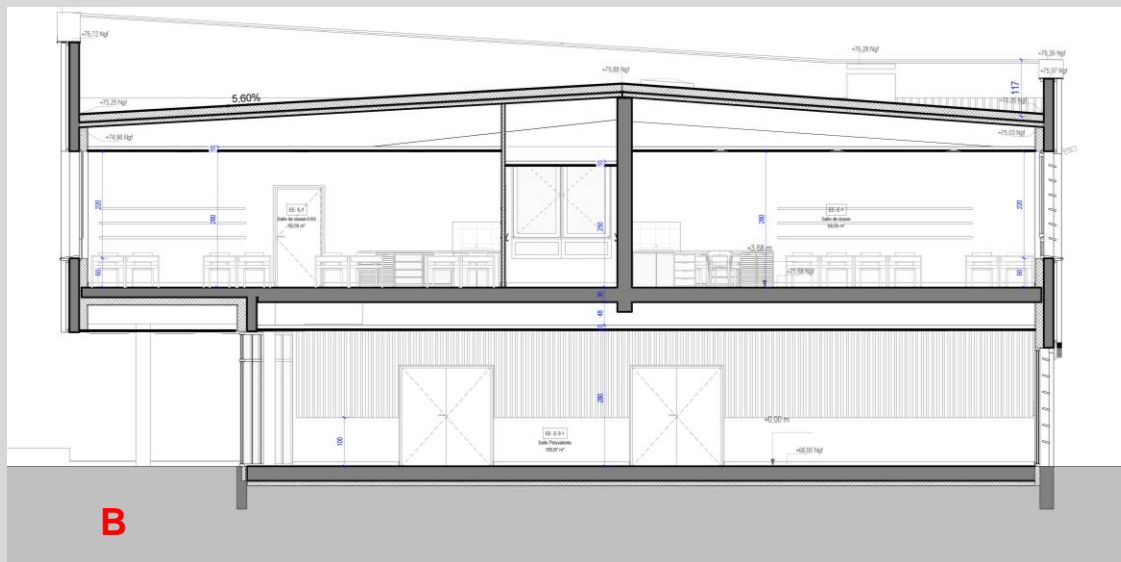
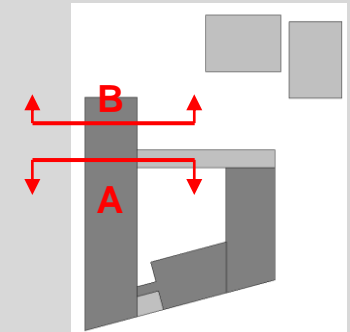
B



Coupes : quelques point spécifiques

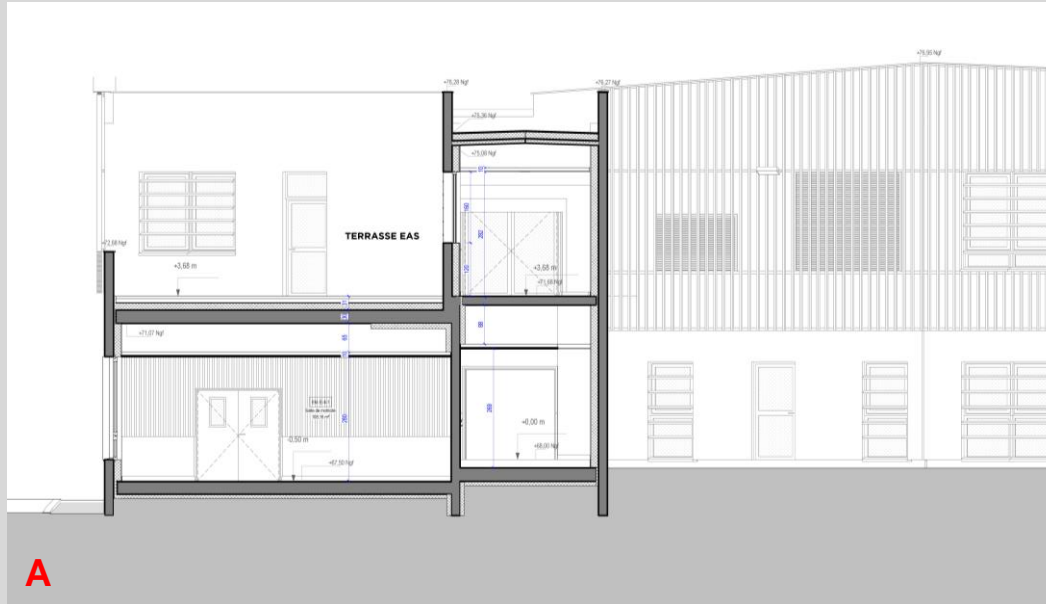


Courante sur
salles de classe

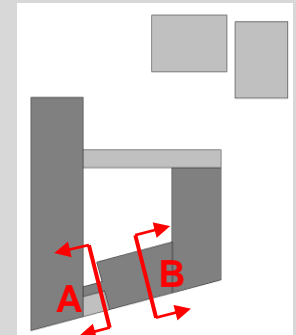


Sur Salle
polyvalente

Coupes : quelques point spécifiques

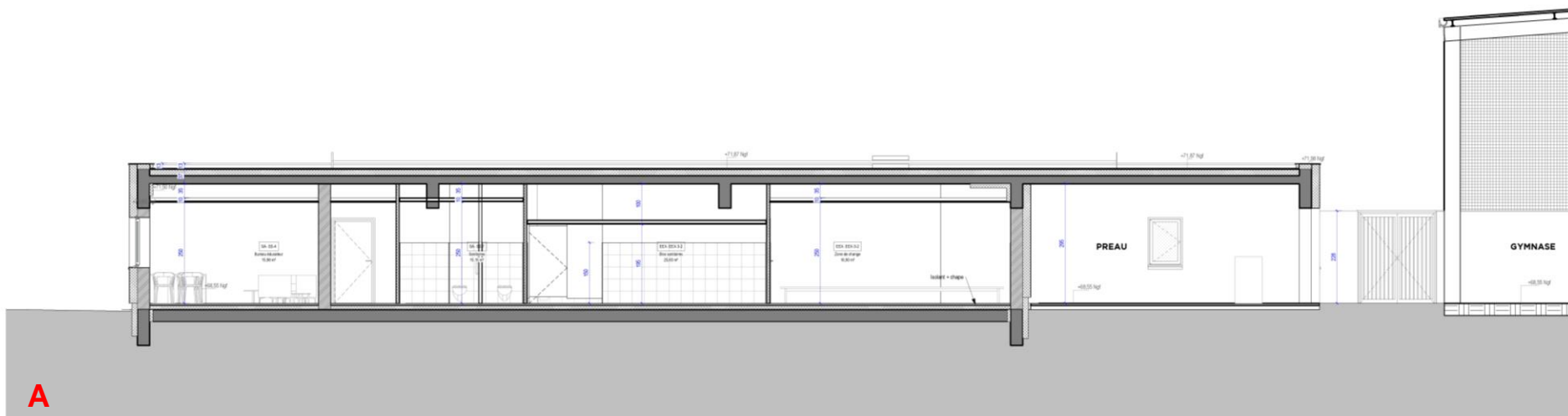


Sur Terrasse

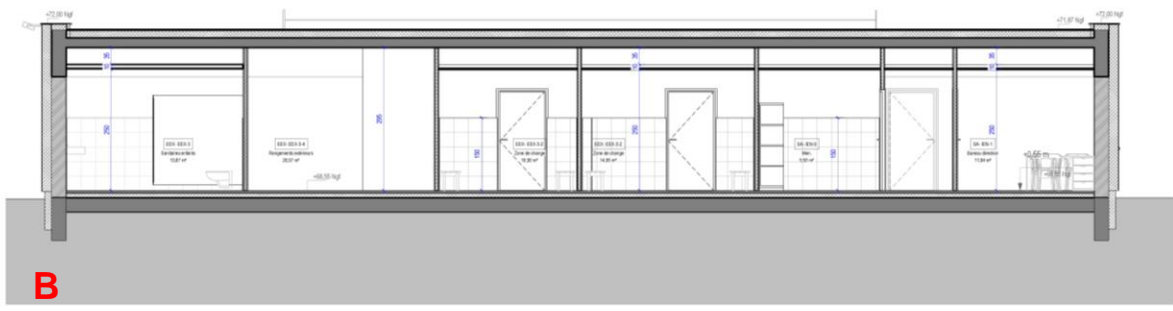


Sur préau
maternelles

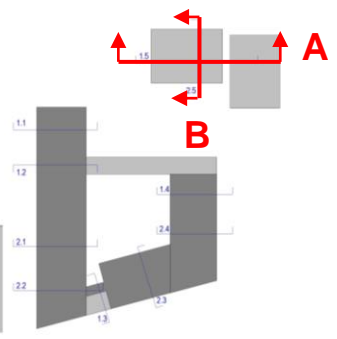
Coupe : bâtiment réhabilité



Coupe 1 PL5



Coupe 2 PL5



COÛT PRÉVISIONNEL TRAVAUX*

_9 274 800 € H.T.

**HONORAIRES GROUPEMENT
CONCEPTION-REALISATION**

2 412 000 € H.T.

AUTRES TRAVAUX

- Dépollution / Amiante / Démolition 1 258 k€
- Extérieurs, espaces verts et VRD 806 k€

RATIOS*

1 952 € H.T. / m² de sdp

**Travaux hors honoraires MOE, hors fondations spéciales, parkings, VRD...*

Fiche d'identité

Typologie

- Enseignement
- 22 salles de classe

Surface

- 4 448 m² SdP
- 468 m² SdP

Altitude

- 68 m

Zone clim.

- H3

Classement bruit

- BR 3
- Catégorie CE2

Ubat (reno) Bbio (neuf)

- 0,30/0,54
- 50,3 (gain 15,9%)

Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*

- Niveau RT Cep neuf = 90,2 kWhep/m² (gain 29,4%)
- Niveau RT Cep réno = 93,7 kWhep/m² (gain 47,5%)

Planning travaux Délai

- Début : Septembre 2022
- Fin (neuf) : Février 2024
- Fin (réno) : Août 2024
- Délai : 18/24 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

- Démarche BDM et exploitant intégrés dès le programme
- Diagnostic ressources
- AMO QE missionné sur l'ensemble du projet
- Tests d'étanchéité à l'air et sur les réseaux aérauliques
- Réalisation des études STD/FLJ/RT12/RTE_x/ACV/Heliodon
- Charte de chantier propre
 - Quantité de déchets entre 30 et 80 kg/m²
 - Propreté sur chantier
 - Gestion des nuisances acoustiques



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



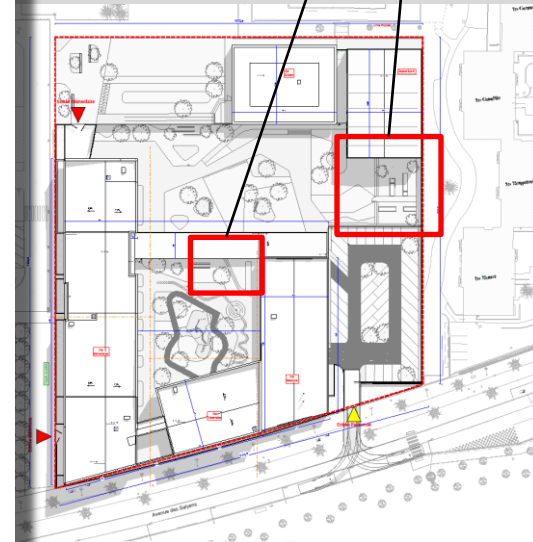
EAU



CONFORT ET SANTE

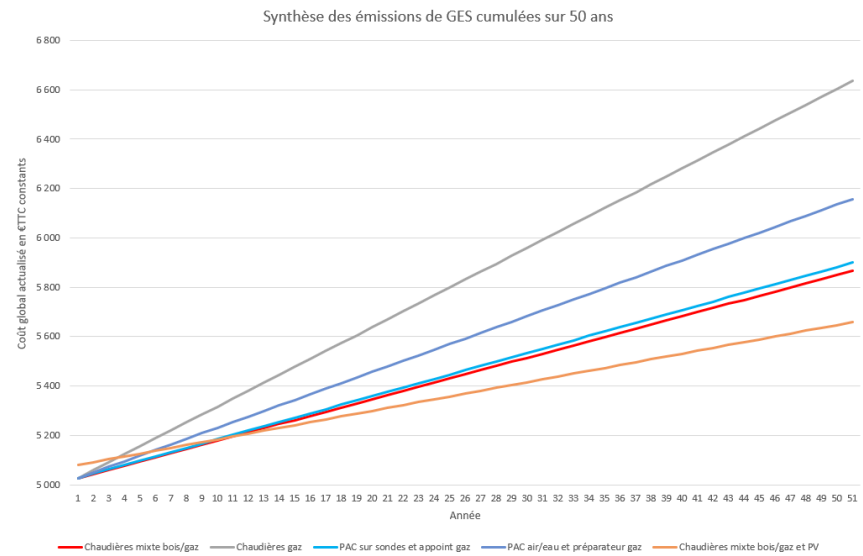
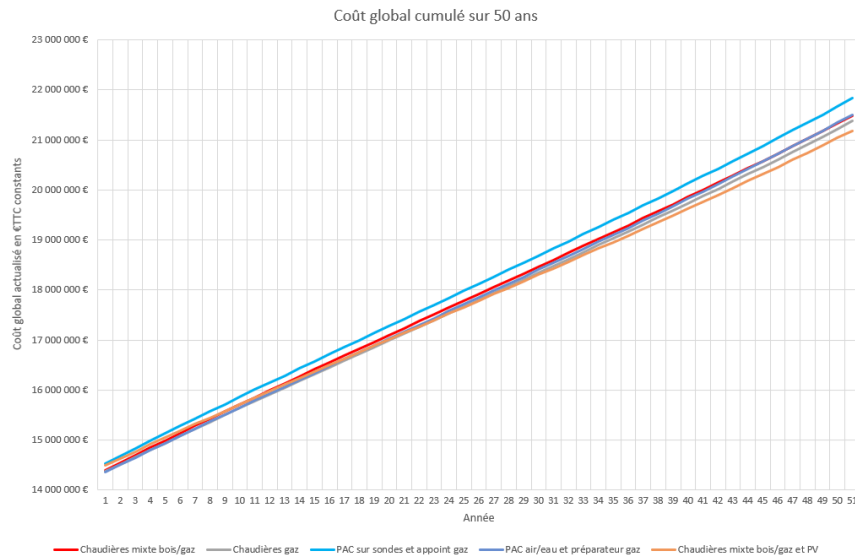
Social et économie

- Main d'œuvre en réinsertion à hauteur de 5%
- Entreprises locales et associations
- Jardins pédagogiques
- Sensibilisation sur chantier
- Notion de chronotopie :
Utilisation extrascolaire (centre aéré, club, association, riverain)
Espaces modulables



Coût global

Période de calcul	50 ans				
Variante	Chaudières mixte bois/gaz	Chaudières gaz	PAC sur sondes et appoint gaz	PAC air/eau et préparateur gaz	Chaudières mixte bois/gaz et PV
Coût global (€TTC constants)	21 477 217 €	21 376 110 €	21 828 779 €	21 499 859 €	21 183 938 €
Émissions de GES (TCO2eq)	5 867	6 636	5 900	6 158	5 658



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

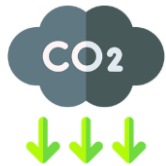


CONFORT ET SANTE

Matériaux

		R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
MURS EXTERIEURS	Neuf :		
	Polystyrène 16cm (ITI)	5,3	0,18
	Béton		
	Réhabilitation :		
	Polystyrène 20cm (ITE)	5,2	0,19
	Mur existant		
TOITURE	Neuf :		
	Laine de roche 7 à 8cm (isolant acoustique)	2,0	0,15
	Bac acier		
	Polyuréthane 16cm	7,3	
	Charpente bois		
	Réhabilitation :		
Polyuréthane 16cm	7,3	0,14	
Plancher existant			
PLANCHER EXTERIEUR	Béton	5,5	0,20
	Polystyrène 20cm		
DALLE SUR TERRE PLEIN	Béton	3,2	-
	Polystyrène 12cm		

Eco-matériaux et matériaux biosourcés



Béton avec un gain carbone de 40% sur un CEM I :

- Sur 80% des voiles
- Sur 20% des planchers et dalles



Charpente et menuiseries en bois :

- Sur 80% de la toiture
- Sur 80% des fenêtres
- Sur 50% des portes



Matériaux issus de filière locale :

- Pour le béton bas carbone
- Pour la charpente bois

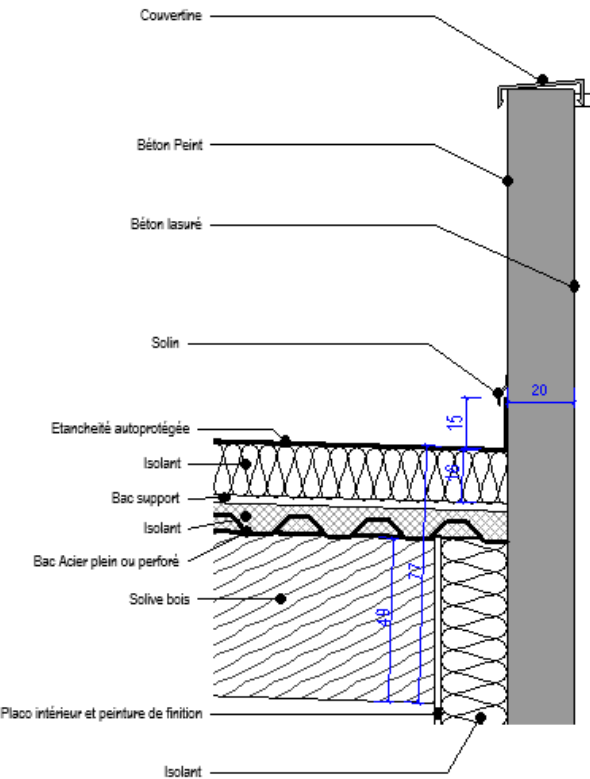


Réutilisation de matériaux :

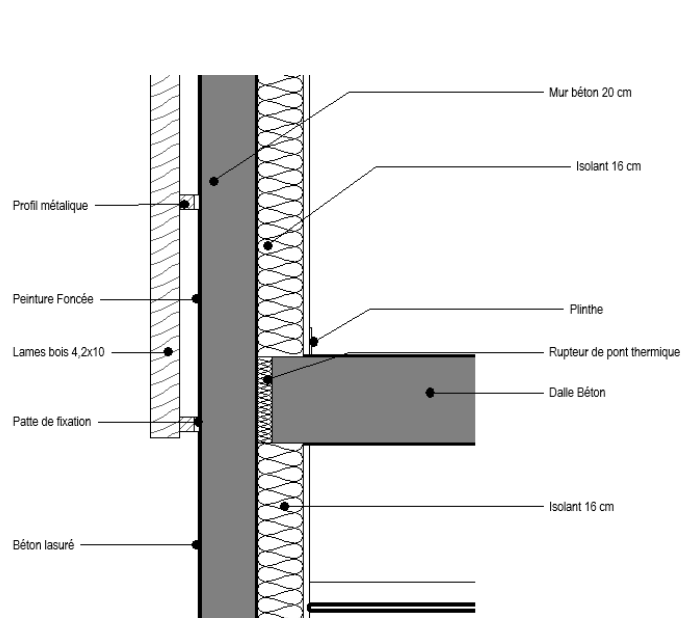
- Remblais en béton concassés
- Sanitaires, auges et mobiliers
- Equipements de cuisine (four, plateau chariot, armoire chauffante)
- Valorisation de la filière en ex-situ

Coupes : détails généraux de façade

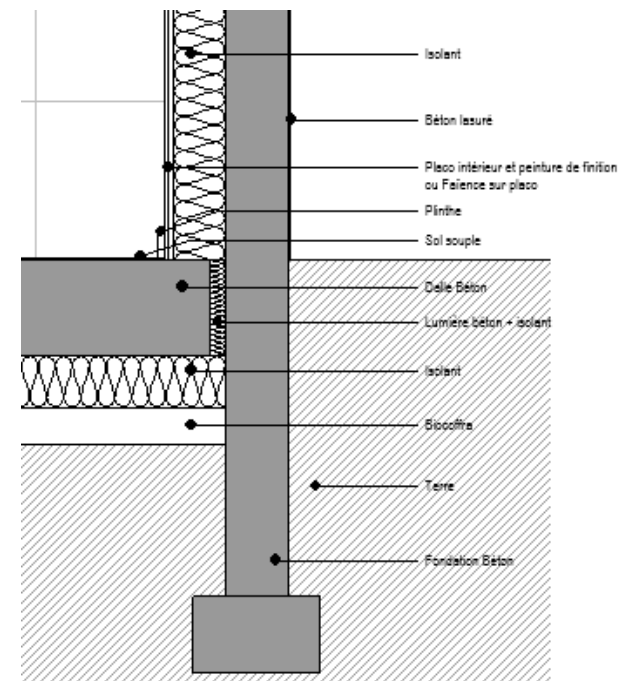
Coupe 1 : Toiture/Mur



Coupe 2 : Mur/Plancher intermédiaire



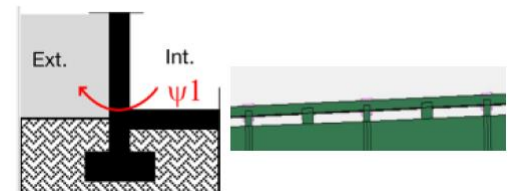
Coupe 3 : Mur/Plancher sur TP



Rupteur thermique (ψ 0,25 W/m.K)



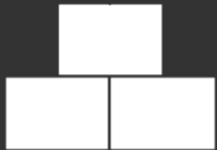
Lumière béton/iso (ψ 0,31 W/m.K)



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Energie

CHAUFFAGE



- Neuf : Chaudière bois (80%) à granulés de 50kW et appoint chaudière gaz (20%) à condensation de 275kW
- Réhab : chaudière gaz à condensation de 35kW
- Radiateur basse température 60/40°C

REFROIDISSEMENT



- Rafrachissement adiabatique

ECLAIRAGE



- Salle de classe 6W/m² et DP
- Circulation 4W/m² et DP
- Salle de restauration 6W/m² avec interrupteur

VENTILATION



- CTA DF rendement 75%
- Consommation électrique des moteurs supérieure à 0,35 W/m³.h.

ECS



- Chaudière bois avec appoint gaz pour la partie restauration
- Ballon électrique décentralisé pour les sanitaires

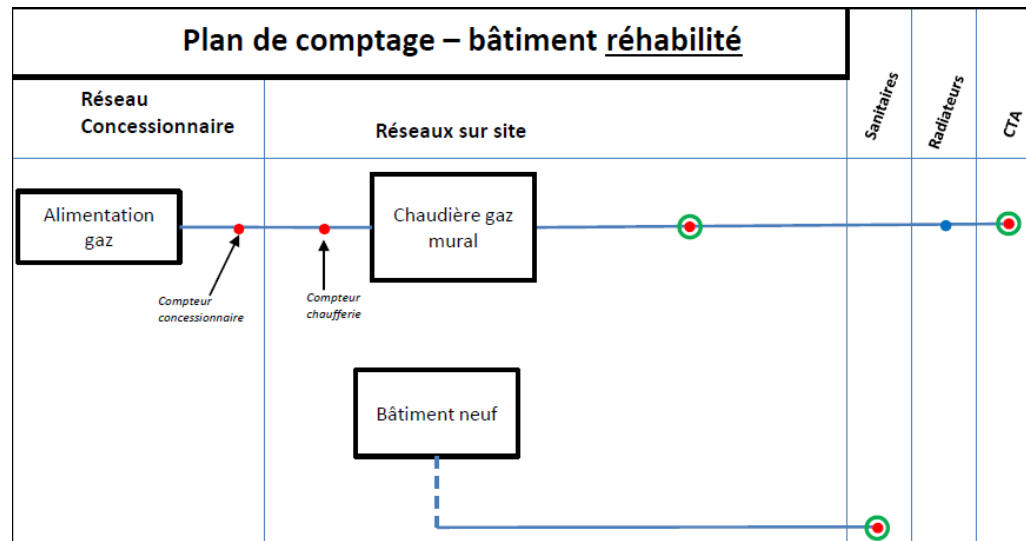
PRODUCTION D'ENERGIE



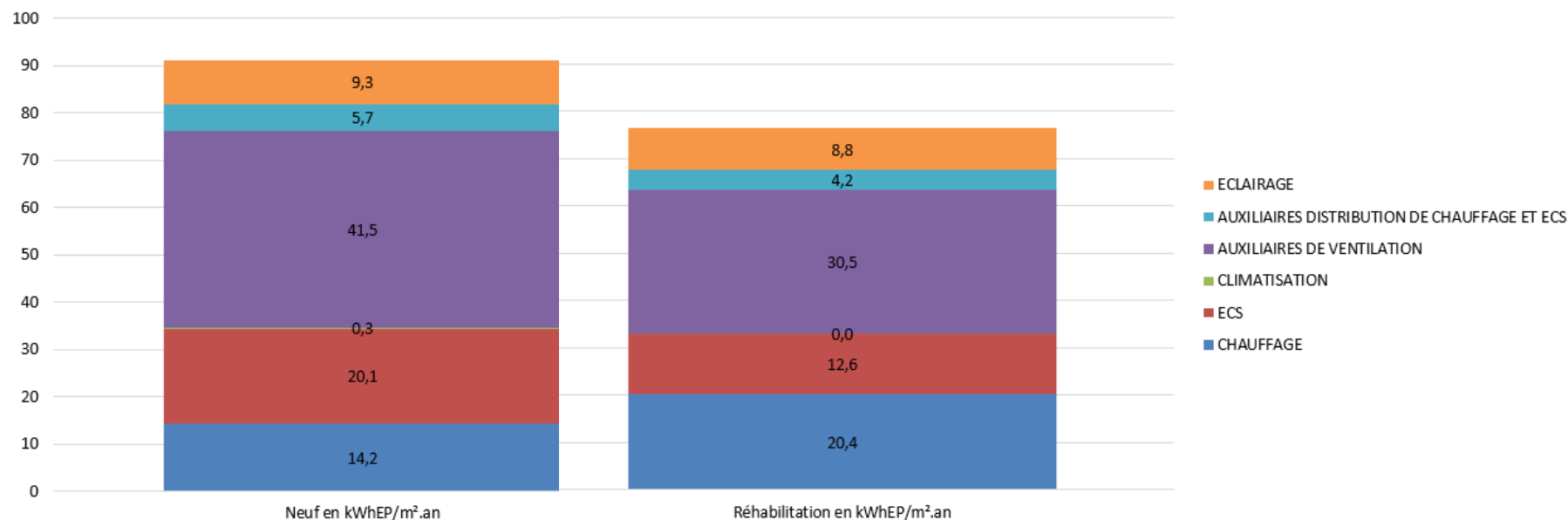
- Toiture dimensionnée pour recevoir des panneaux photovoltaïques
- Photovoltaïque de 500kWc

Les systèmes de comptage :

- Compteurs concessionnaires (bois, gaz, eau, élec)
- Compteurs sur chaque réseau hydraulique de chauffage (ECS, CTA, Emetteurs),
- Compteurs eau froide (sanitaires, restauration, arrosage, adiabatique)
- Compteurs électrique (TD, ASV, CTA, Eclairage intérieur et extérieur, prises de courant et hottes cuisine)



Répartition de la consommation en énergie primaire de STD :



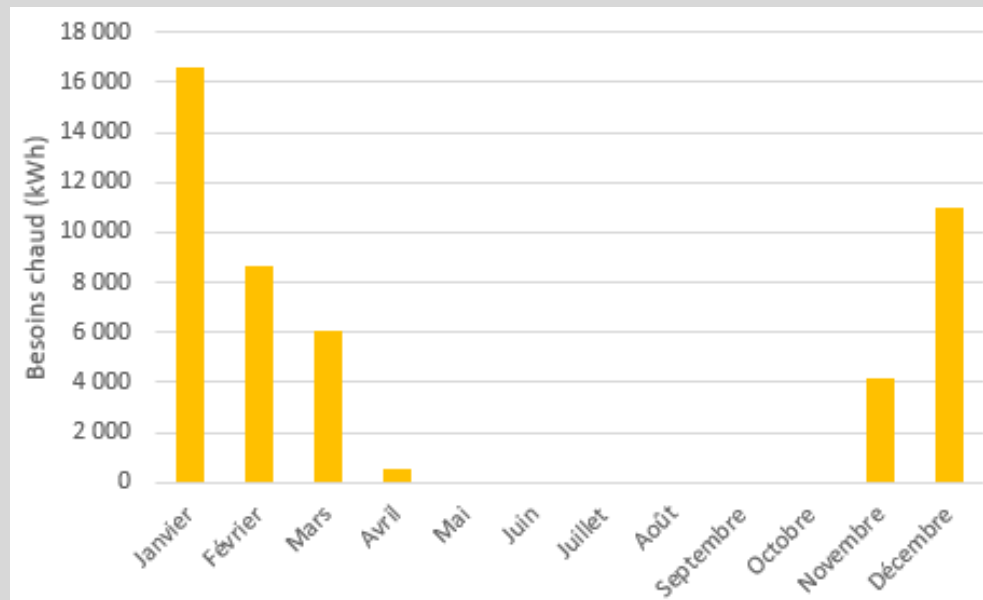
	Conventionnel (RT)	Prévisionnel (STD/SED)
5 usages (en kWh _{ep} /m².an)	Neuf : 63,0 Réhab : 51,9	Neuf : 91,2 Réhab : 76,4
Tout usages (en kWh _{ep} /m².an)	-	Neuf : 191,8 Réhab : 226,1

Energie - Performance énergétique

Besoins de chauffage totaux des bâtiments :

- Neuf : 9,2 kWh/m².an soit 68 MWh
- Réhabilitation : 13,6 kWh/m².an soit 10 MWh

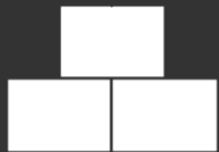
Niveau Passivhaus < à 15 kWh/m².an



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

- Cours avec 60% de surface semi et perméable (haie, massif, prairie, plantes aromatiques, etc)
- Cuve de récupération d'eau pluviale 15m³
- Equipements hydro-économiques :
Lavabos 4L/min
Robinetteries temporisées
Chasse d'eau 3/6L



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



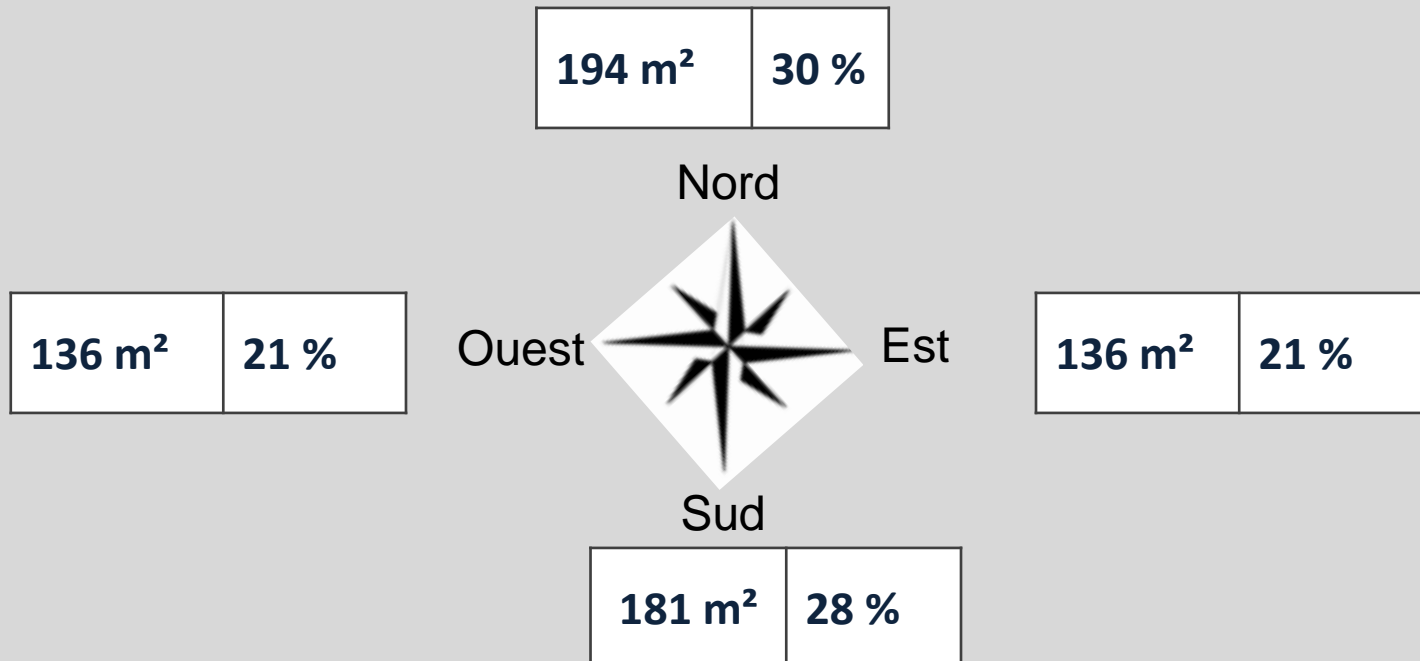
EAU



CONFORT ET SANTE

Confort et Santé : baies

Menuiseries	Composition
Châssis Murs rideaux	<ul style="list-style-type: none"> • Cadre bois • Performance vitrage : <ul style="list-style-type: none"> - Transmission lumineuse 65% - Facteur solaire 45% • Coefficient thermique fenêtre 1,5 W/m².K • Nature des fermetures en oscillant-battant
Portes vitrées	<ul style="list-style-type: none"> • Facteur solaire du vitrage 29%
Châssis RDC Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Film miroir (TLg 18%, Sg 15%)

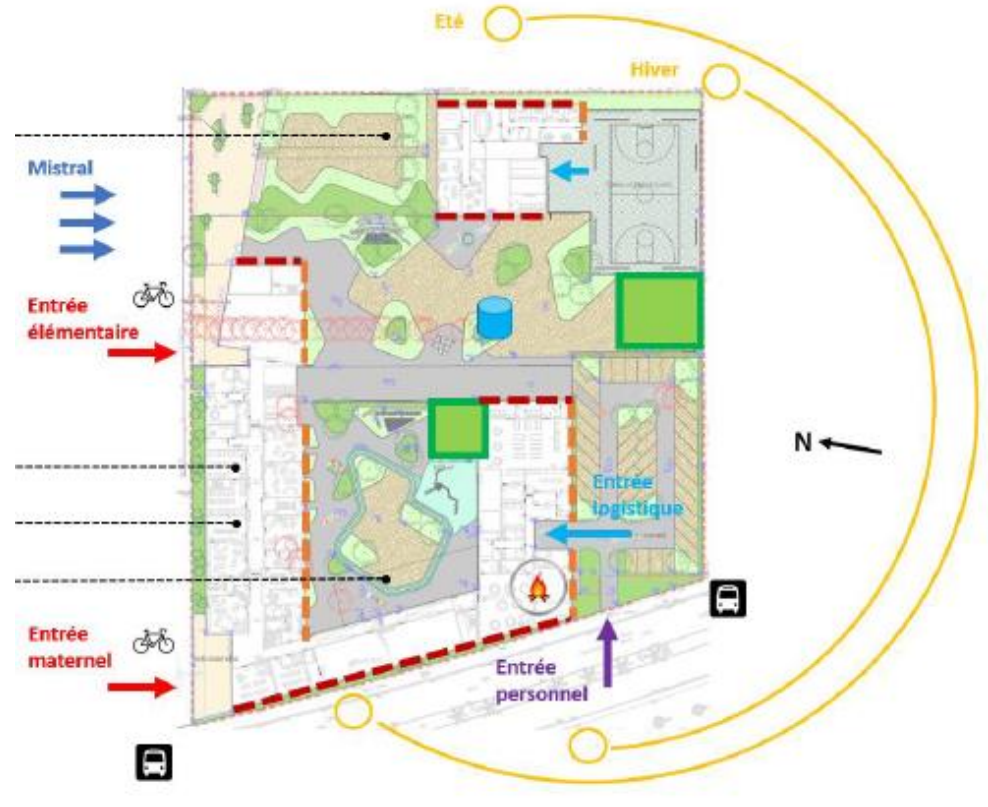


Confort et santé

Conception bioclimatique

- Profiter des apports gratuits l'hiver:
 Implantation limitant les ombres portées (bâtiments voisins en R+7)
 Ouvertures sur toutes les orientations
 Protection solaire horizontale inclinée au Sud

- Diminuer les apports l'été :
 Brises soleil verticaux ■ ■ ■
 Brises soleil horizontaux ■ ■ ■
 Couleur claire en façade et toiture
 Cour végétalisée
 ITE en pignon Sud du R+1



Hypothèses Simulation Dynamique

Fichier Météorologique

- Site de Marignane
- Scénario GIEC « B1 2040 »
- Logiciel Météonorm

Scénario d'occupation

- Classe : 8-17h
- Polyvalente : 9-12h & 13-16h
- Motricité : 8-17h
- Bibliothèque : 7-18h
- Bureau : 8-18h
- Restauration : 12-14h
- Atelier : 8-17h

Densité d'occupation

- Classe 0,47 pers/m²
- Polyvalente : 0,72 pers/m²
- Motricité : 0,47 pers/m²
- Bibliothèque : 0,87 pers/m²
- Bureau : 0,07 pers/m²
- Restauration : 0,78 pers/m²
- Atelier : 0,65 pers/m²

Puissance installée des équipements.

- Eclairage tous locaux 6W/m²
- Salle de classe :
Vidéoprojecteur 250W 1h/j
Ordinateur 100W 1h/j
- Bureaux :
Ordinateur 100W 10h/j
- Restauration :
Réfrigérateurs 750W 24h/7j
Présentoir chauffé 350W 3h

Charge interne moyenne annuelle

- 2,8 W/m² (apports internes éclairage, occupants, et équipements)

Ventilation mécanique

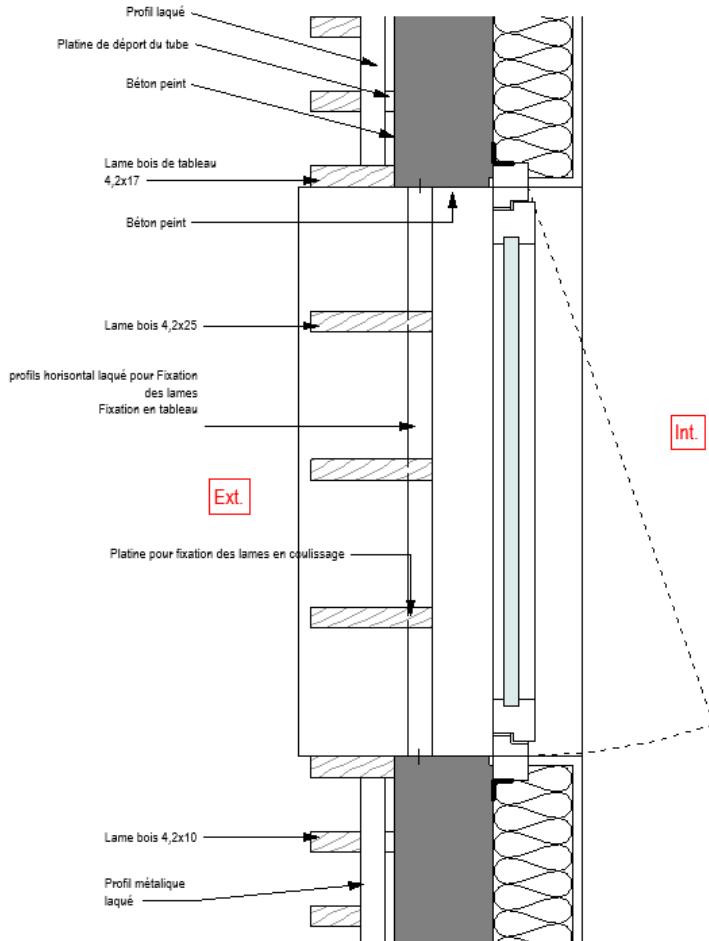
Débit : 25m³/h/élève

- Classe 3,7vol/h
- Polyvalente 4,7vol/h
- Bibliothèque 6,7 vol/h
- Bureau 1,4 vol/h
- Restauration 4,8vol/h
- Atelier 5,1 vol/h

Confort et santé : protections solaire

Brise soleil vertical :

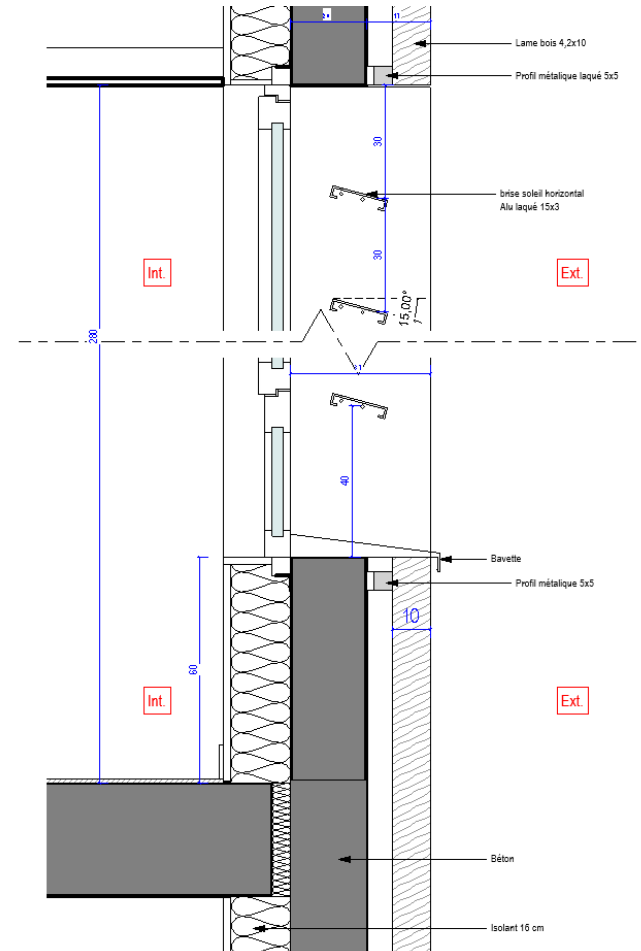
- Avec BSF, 5h de moins au-dessus de 28°C



Coupe horizontale

Brise soleil horizontal :

- Avec BSF, 22h de moins au-dessus de 28°C



Coupe verticale

Confort et santé : protections solaires



Salle de classe EST

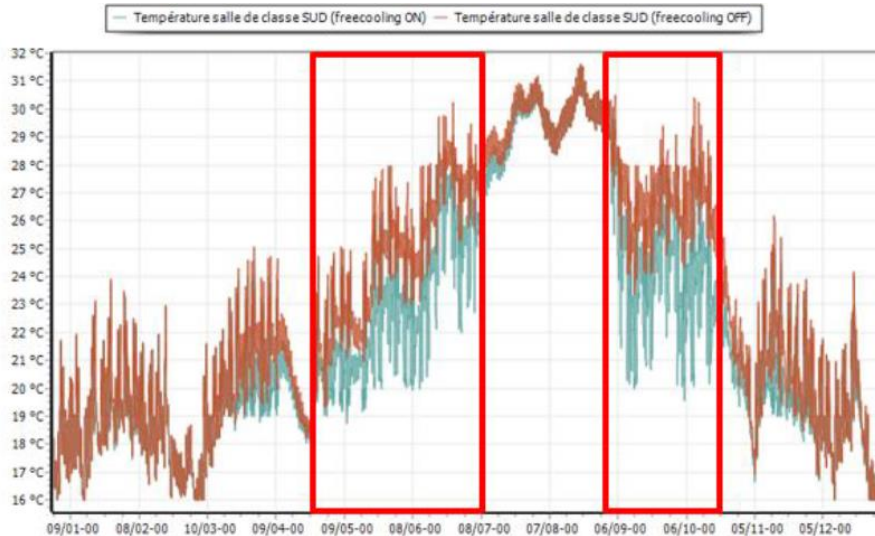


Salle de classe SUD

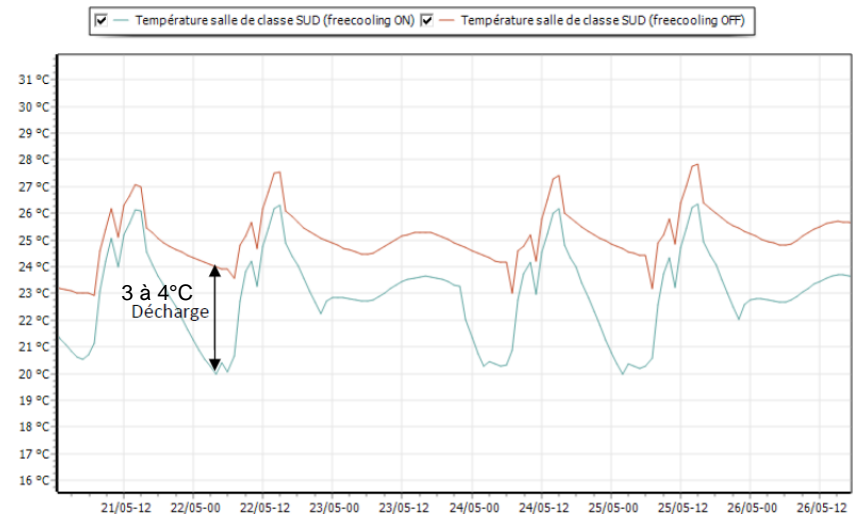
Confort et santé - Surventilation nocturne

Hypothèses de surventilation

- Fonctionnement :
Période d'inoccupation (hors vacances scolaires)
Fonction de la température extérieure et intérieure
- Freecooling mécanique à 100% du débit diurne
- Consommations 24 MWh (31% du poste de ventilation)



Graphes sur des températures et période de fonctionnement du freecooling

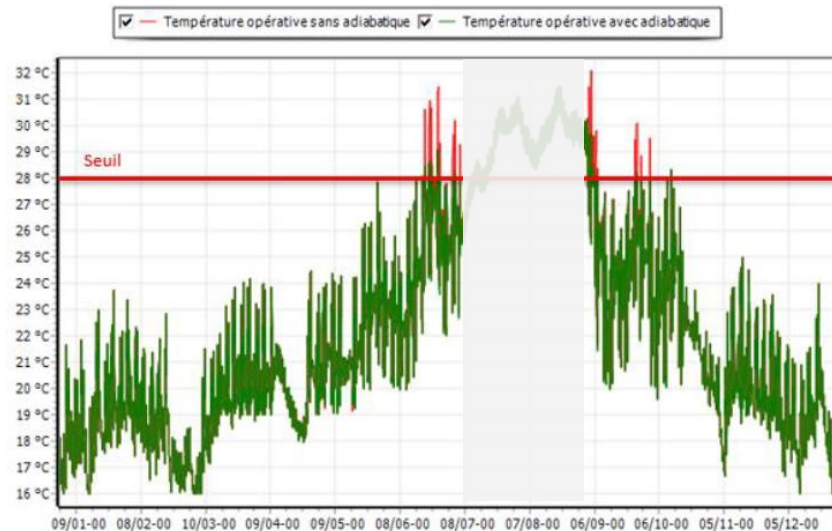


Graphes sur les températures opératives avec et sans freecooling

Confort et santé - Adiabatique

Hypothèses du rafraichissement passif

- Fonctionnement :
Caisson adiabatique indirect (placé sur la reprise des CTA DF)
Utilisation de l'énergie de vaporisation par pulvérisation d'eau
- Consommation d'eau environ 100m³/an ($\approx 2,5$ à 5l/h.1000m³/h)
- Diminution de 1 à 2,5°C sur la température opérative



Graphique des températures opératives avec et sans rafraichissement adiabatique

Confort et santé: résultats STD

Simulation fichier climatique standard

		Nombre d'heure d'inconfort						Tmax °C		
		Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre		Total	
Bâtiment neuf	00_Salle des maîtres	0	10	3	0	14	0	27	29,8	
	01_Salle de classe NORD	0	18	6	0	12	0	36	29,8	
	02_Salle de classe SUD	0	12	2	0	13	1	28	29,6	
	03_Ateliers	0	15	3	0	10	1	29	29,6	
	05_Salle de motricité	0	2	0	0	10	0	12	29,0	
	06_Salle polyvalente	0	16	1	0	15	1	33	29,9	
	07_Tisannerie	0	4	0	0	9	0	13	29,5	
	08_Salle de repos	0	0	0	0	0	0	0	28,0	
	09_Bibliothèque	0	21	9	0	12	5	47	30,0	
	10_Bureau admin	0	6	0	0	15	0	21	29,2	
	11_Salle de restauration élémentaire	0	8	2	0	6	0	16	30,3	
	12_Zone de préparation	0	0	0	0	2	0	2	28,0	
	13_Laverie	1	11	6	0	11	11	40	31,7	
	14_Buanderie	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	15_Vestiaires	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	16_Salle d'activité	0	21	7	0	11	4	43	29,8	
	18_Circulation	0	0	0	0	21	0	21	29,3	
	19_Autres locaux	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	20_Locaux techniques	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	22_Salle de classe UP2A RASED	0	12	5	0	10	0	27	29,6	
	23_Salle de classe OUEST	0	18	7	0	15	5	45	30,1	
	24_Salle de classe EST	0	20	8	0	13	1	42	30,1	
	25_Restaurant maternelle	0	1	0	0	4	0	5	28,8	
	28_Autres locaux IEN	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	29_Circulation IEN	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	31_Salle animateurs	0	6	0	0	9	0	15	28,9	
	32_Locaux VDI	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	33_Hall	0	0	0	0	16	0	16	29,3	
	34_Hall maternelle	0	7	0	0	15	0	22	29,3	
	Bâtiment rénové	04_Cuisine pédagogique IEN	0	7	3	0	12	0	22	30,46
		17_Open space + réunion IEN	0	19	2	0	18	0	39	29,59
		21_Bureaux IEN	0	4	0	0	20	0	24	28,96
		26_Salle de classe IEN	0	10	6	0	22	0	38	30,83
		27_Salle activité IEN	0	3	0	0	20	0	23	29,83
30_Locaux techniques IEN	0	0	0	0	0	0	0	0,00		

Confort et santé : résultat STD

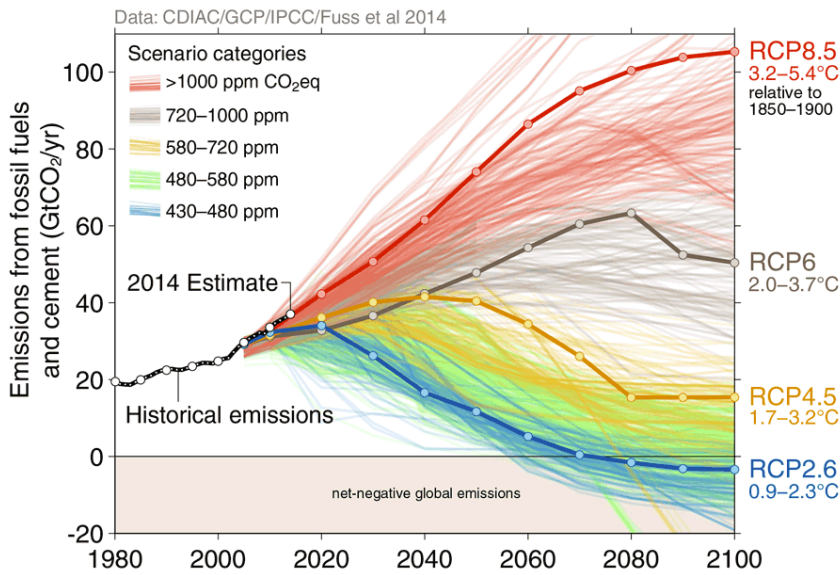
Simulations de mauvais usage et cas extrêmes

- Mauvais usage :

Consigne de chauffage à 21°C au lieu de 19°C → Besoins de chaleur +50MWh

- Fichier météo caniculaire :

RCP 4.5 2040 (logiciel Meteonorm) +0,7°C en moyenne sur le fichier de base



	Nombre d'heure d'inconfort							Tmax °C
	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Total	
Bâtiment neuf								
00 Salle des maîtres	0	29	11	0	19	0	59	31,0
01 Salle de classe NORD	1	41	13	0	15	0	70	30,9
02 Salle de classe SUD	0	30	12	0	18	0	60	30,3
03 Ateliers	0	35	13	0	14	0	62	30,8
05 Salle de motricité	0	24	7	0	18	0	49	30,3
06 Salle polyvalente	0	37	14	0	19	0	70	30,8
07 Tisannerie	0	21	9	0	14	0	44	30,6
08 Salle de repos	0	0	0	0	0	0	0	28,0
09 Bibliothèque	0	52	17	0	19	6	94	31,3
10 Bureau admin	0	35	14	0	24	0	73	30,3
11 Salle de restauration élémentaire	0	15	6	0	7	0	28	31,1
12 Zone de préparation	0	2	0	0	6	0	8	28,5
13 Laverie	3	26	7	0	15	9	61	32,6
14 Buanderie	0	0	0	0	0	0	0	0,0
15 Vestiaires	0	0	0	0	0	0	0	0,0
16 Salle d'activité	1	47	16	0	18	5	87	31,1
18 Circulation	0	30	9	0	27	0	66	30,9
19 Autres locaux	0	0	0	0	0	0	0	0,0
20 Locaux techniques	0	0	0	0	0	0	0	0,0
22 Salle de classe UP2A RASED	1	26	11	0	15	0	53	30,4
23 Salle de classe OUEST	2	41	13	0	23	2	81	31,3
24 Salle de classe EST	2	50	15	0	18	0	85	31,6
25 Restauration maternelle	0	9	3	0	6	0	18	29,6
28 Autres locaux IEN	0	0	0	0	0	0	0	0,0
29 Circulation IEN	0	0	0	0	0	0	0	0,0
31 Salle animateurs	0	27	10	0	16	0	53	30,1
32 Locaux VDI	0	0	0	0	0	0	0	0,0
33 Hall	0	23	7	0	21	0	51	30,7
34 Hall maternelle	0	34	13	0	17	0	64	30,7
Bâtiment rénové								
04 Cuisine pédagogique IEN	0	27	12	0	19	0	58	31,34
17 Open space + réunion IEN	0	56	21	0	26	0	103	30,71
21 Bureaux IEN	0	56	26	0	35	0	117	30,37
26 Salle de classe IEN	0	37	16	0	27	0	80	33,17
27 Salle activité IEN	0	39	16	0	29	0	84	31,41
30 Locaux techniques IEN	0	0	0	0	0	0	0	0,00

Confort et santé - QAI

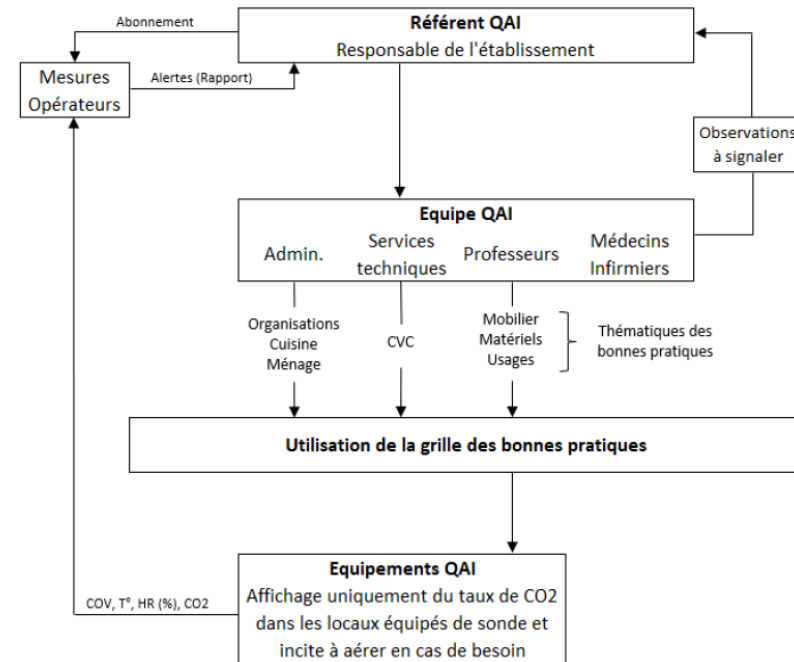
Optimisation de la qualité d'air

- Ventilation supérieure à la réglementation dans les salles de classe
- Matériaux de revêtement intérieur de classe A+ et avec labélisation environnementale
- 10 sondes de qualité d'air avec alerte visuelle, mesures (CO2, COV, températures, humidité)
- Plan de vérification QAI (organigramme, grilles des bonnes pratiques et observations à remonter)



- Très bon
- Moyen
- Attention

STRUCTURATION DES ACTEURS CHARGES DE LA GESTION QAI



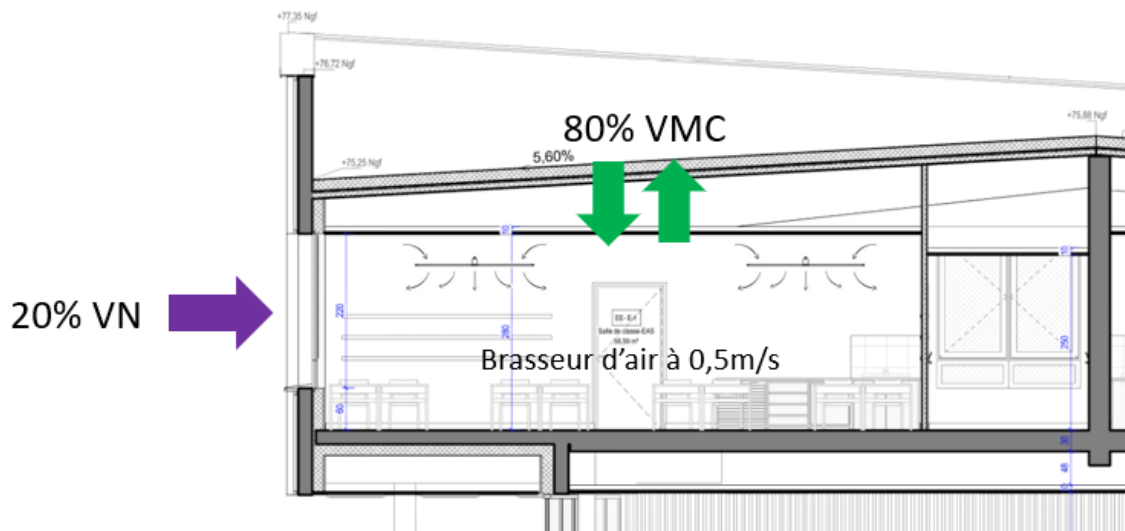
GRILLE DES BONNES PRATIQUES			
	✓	X	SO
Usages (salles pédagogiques)			
Renouveler l'air des locaux (ouverture des portes, fenêtres) :			
• lors d'activités pédagogiques potentiellement émissives (peintures, collages, ...)			
• si la pièce est mitoyenne avec une salle de travaux pratiques dans laquelle des activités potentiellement émissives ont eu lieu dans la journée ;			
• après la pause méridienne si la pièce est mitoyenne avec la cantine, réfectoire ou cuisine ;			
• pendant les pauses (intercours, pause méridienne).			



Confort et santé - VN et brasseurs d'air

Comportement aéraulique d'une salle de classe

Modifications sur les ouvertures :

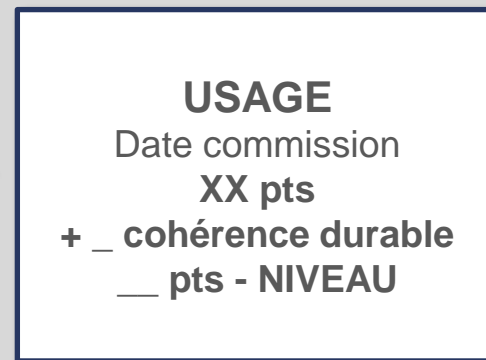
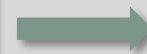
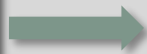
- Tous les locaux → châssis avec ouverture à 180°
- Salle polyvalente → 3 portes fenêtres supplémentaires
- Circulation → ouvrants supplémentaires



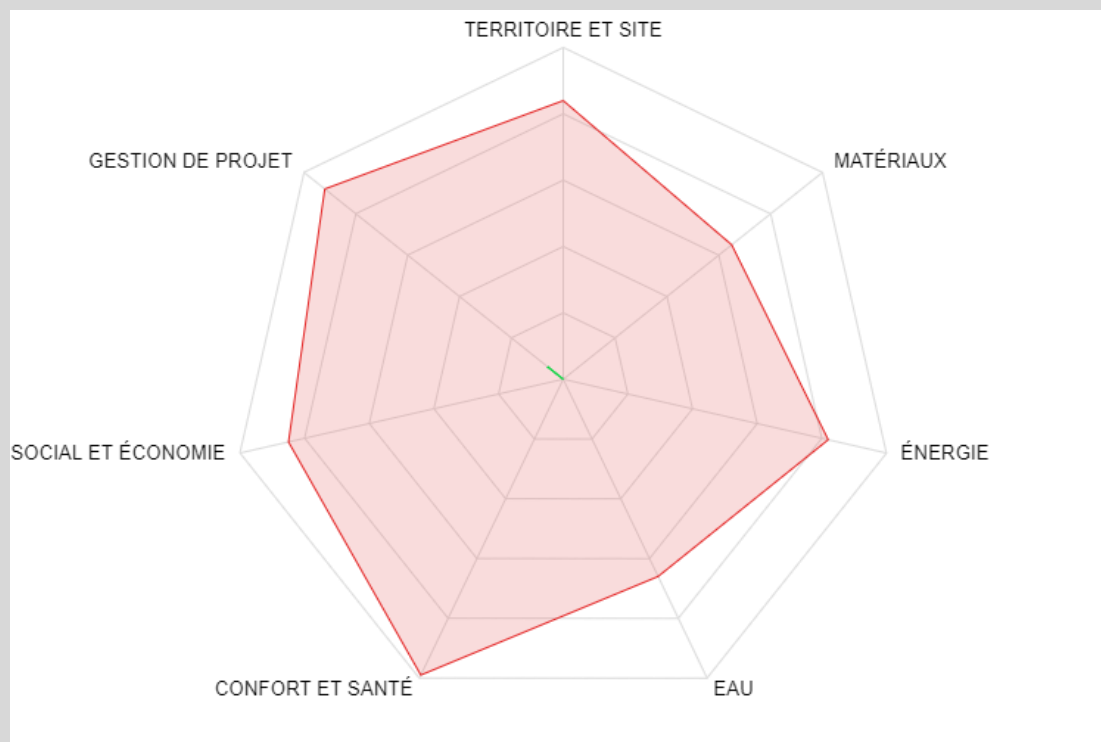
-  Ventilation naturelle mono-exposée (1 vol/h supplémentaire)
-  Ventilation mécanique (3,7 vol/h)



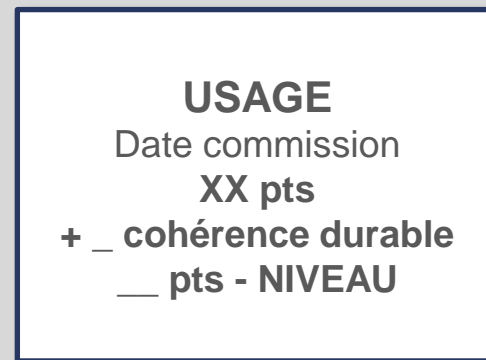
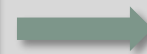
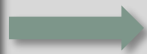
Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



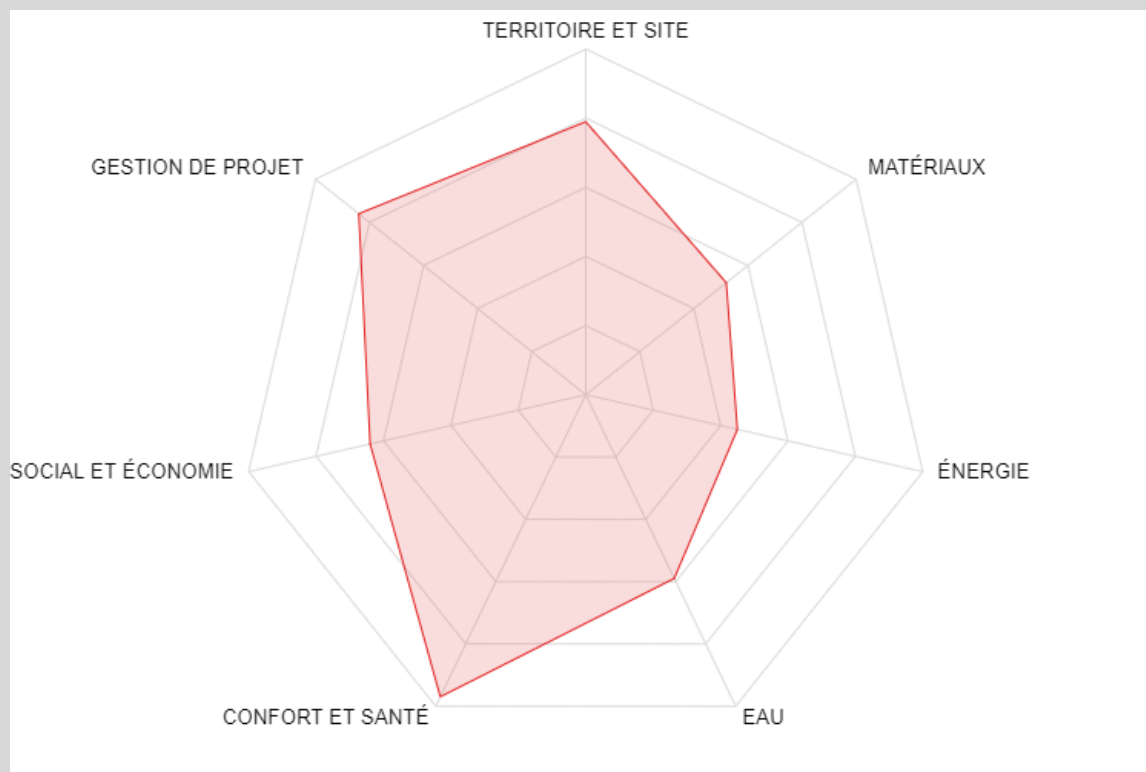
Bâtiment neuf



Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



Réhabilitation



Pour conclure

Points remarquables du projet

- 1. Filière locale et de réemploi*
- 2. Utilisation du bois dans les matériaux et en combustible*
- 3. Faibles besoins de chaleur*

A l'étude

- 1. Ventilation naturelle mono-exposée + brasseur d'air*
- 2. Cours oasis et infiltration des eaux totales*

Les acteurs du projet

MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

MAITRISE D'OUVRAGE



AMO QEB



ENTREPRISE EXPLOITANT MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

ENTREPRISE TCE



ENTREPRISE FLUIDE /
EXPLOITATION
MAINTENANCE



ARCHITECTE
BE THERMIQUE
ECONOMISTE
STRUCTURE



DESAMIANTAGE /
RUISSELLEMENT



ECONOMIE CIRCULAIRE



CUISINISTE



ERGONOME



ACOUSTIQUE



Merci pour votre attention

