

# Pole Enseignement Loisir de Bouc Bel Air, (13)



**Maître d' Ouvrage**

**Ville de Bouc Bel Air.  
MOu Délégué :  
SPLA Pays d' Aix**

**Architecte**

**Mandataire :  
Adrien Champsaur  
Associé: Bernard Coppé**

**BE Thermique**

**Garcia Ingénierie**

**AMOe QEB**

**Celsius Ingénierie**

La Ville de BOUC BEL AIR projette la construction d'un établissement destiné à regrouper sur un même site :

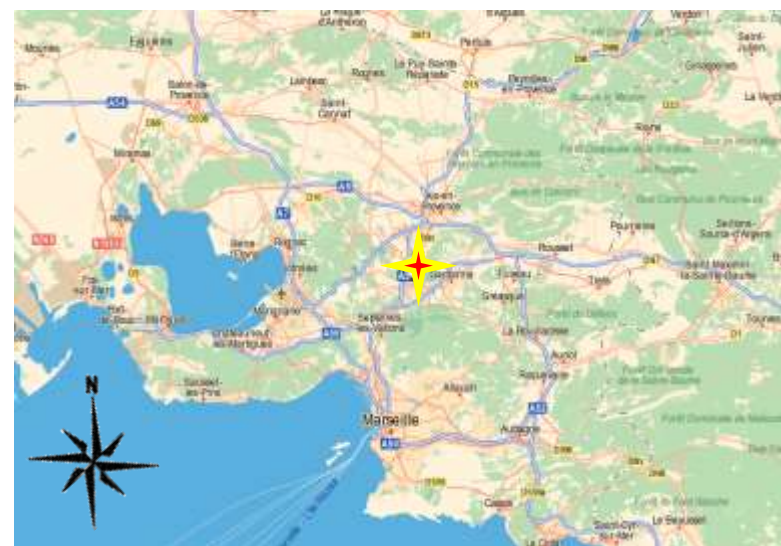
- une école primaire (maternelle et élémentaire)
- un pôle de jeunesse (ALSH et centre accueil jeunesse).

La particularité du projet tient au fait d'une occupation des bâtiments quasi quotidienne (totale ou partielle) toute l'année.

D'où une très grande importance à apporter sur :

- Les indépendances partielles des différentes entités avec mutualisation d'espaces et de services.
- La politique énergétique applicable à ce projet nécessitant un traitement spécifique et différent de celui habituellement rencontré sur des programmes scolaires classiques.
- le confort d'été sans mode de rafraîchissement actif.

## Contexte



# Enjeux Durables du projet

- Implantation en limite d' un espace naturel et vue dégagée sur la plaine.
- Topographie complexe avec un dénivelé de plus de 10m entre les accès bas et haut.
- Inscription dans la pente et clarification par les fonctions programmatiques.
  
- Mutualisation des espaces entre groupe scolaire et centre de loisirs.
  - Facilités d' accès et repérages.
  - Proximité géographique et liaisons claires
  
- Recherche de la qualité environnementale, économie d' énergie et innovation, intégrées : conception, construction, maintenance.



# Le projet dans son territoire

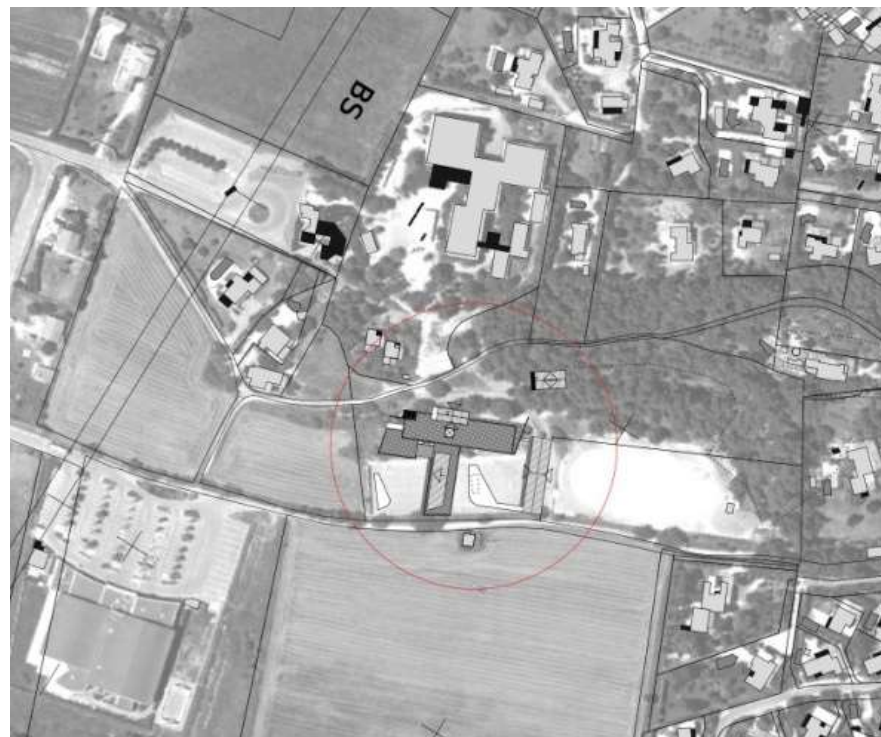
Vues satellite



# Le terrain et son voisinage

À l'est la rue JY Cousteau relie le quartier résidentiel au complexe sportif, voie où se situe l'accès principal en contrebas (2m) de la plateforme du groupe scolaire. Et l'ensemble des réseaux AEP EU EP et Gaz

**Le chemin de la transhumance à l'ouest** liaison entre le quartier résidentiel et le collège, accès du personnel à l'équipement et des collégiens au pôle jeunesse implanté dans l'espace boisé en contre haut de l'ensemble (11m). Réseau ERDF.



Visibilité du projet en contre haut induit l'inscription du projet dans le sol et la végétalisation des toitures pour une continuité vers le grand paysage à l'est





# Inscription dans le site

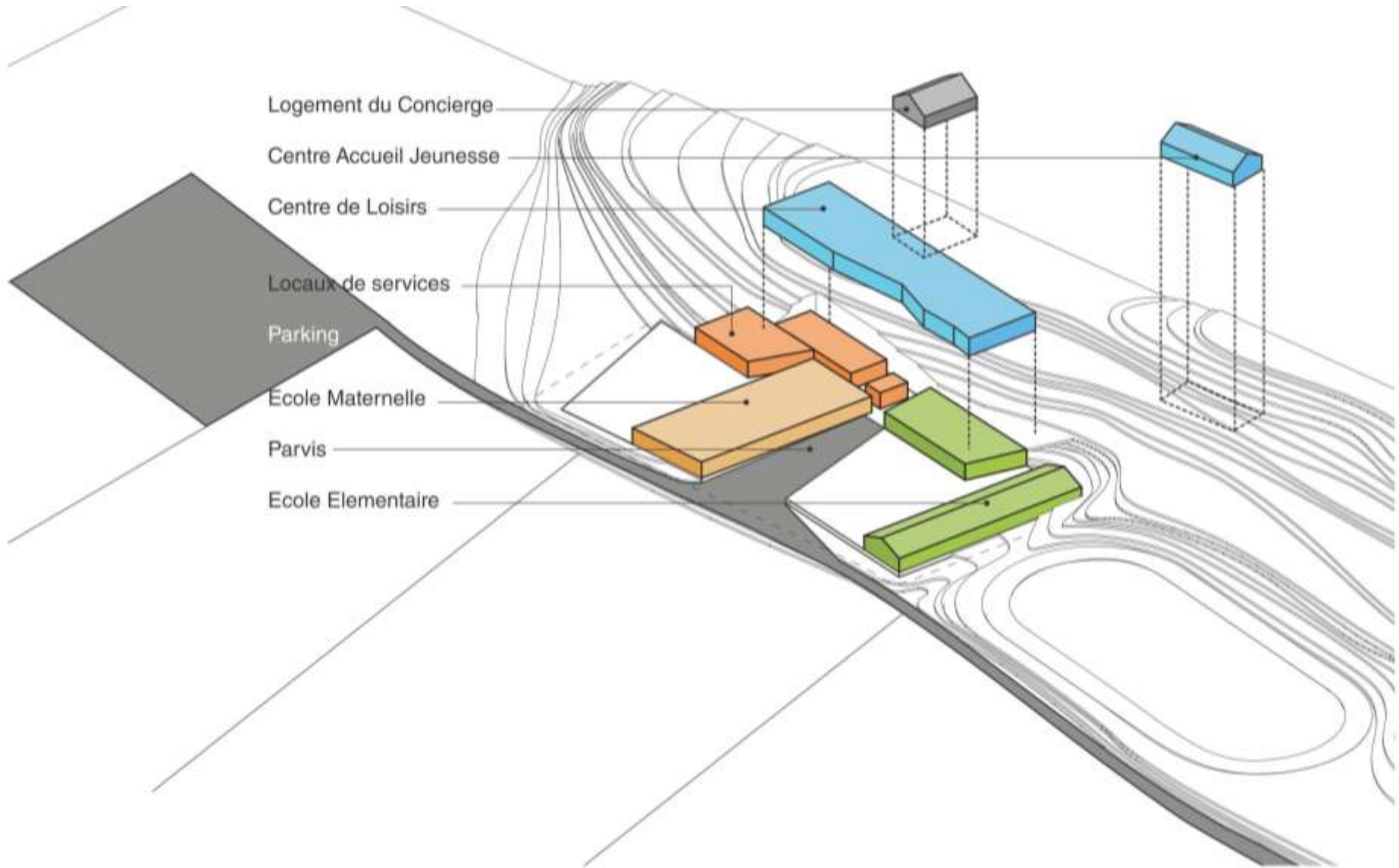


Schéma d'organisation fonctionnelle

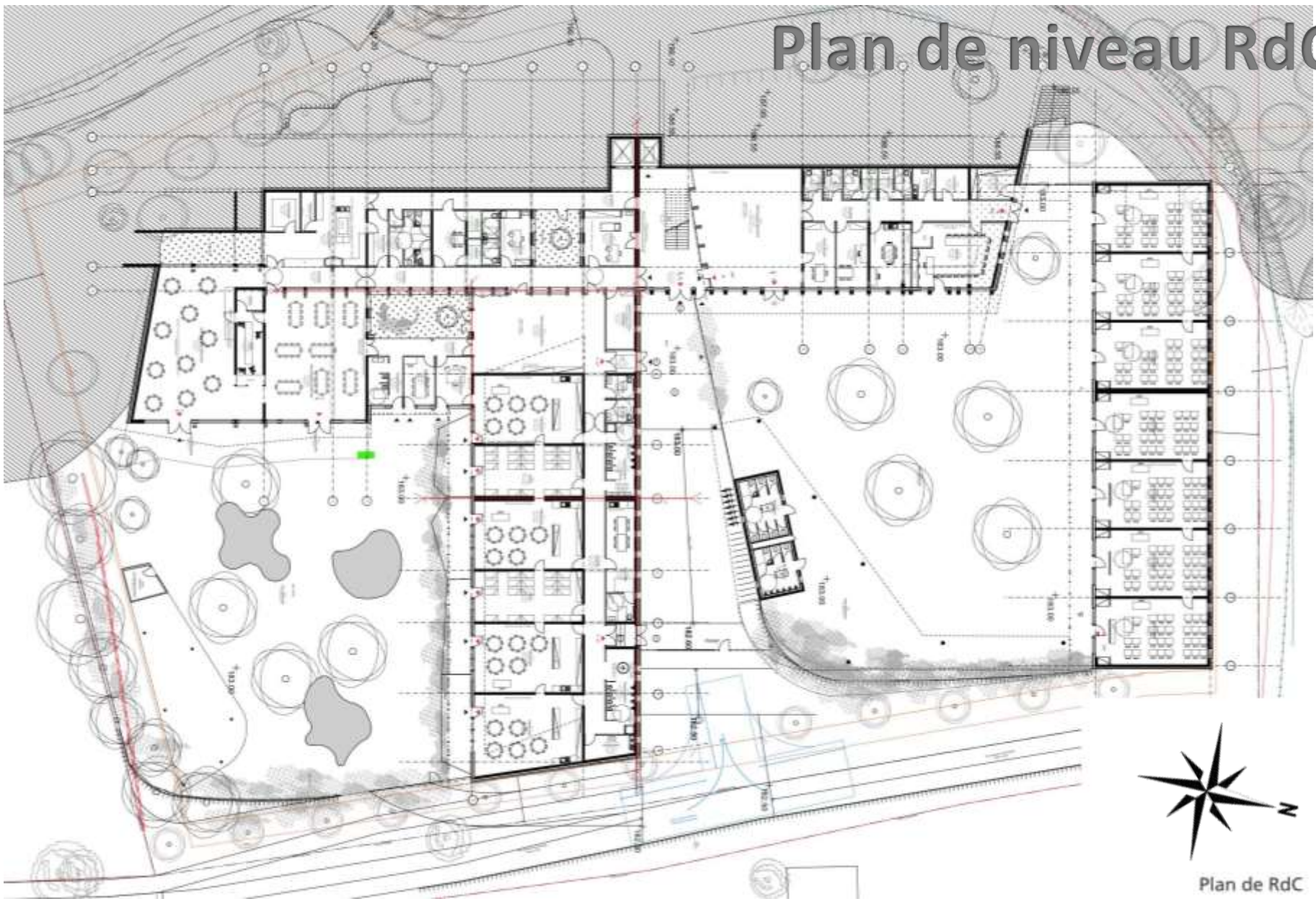
# Plan masse

- ➔ accès public scolaire
- ➔ accès personnel et livraison
- ➔ accès écoles
- ➔ accès centre de loisirs
- ➔ accès logement gardien





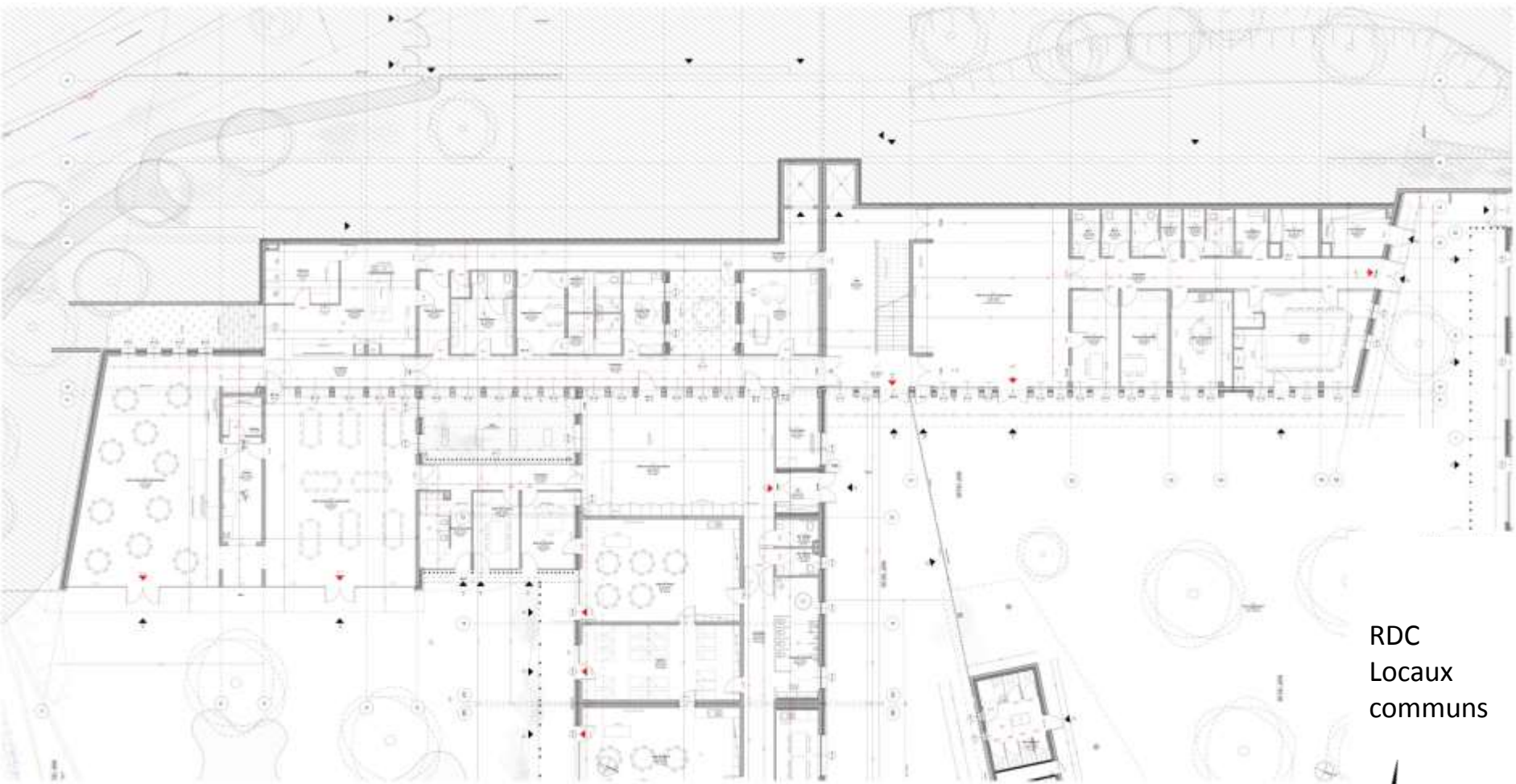
# Plan de niveau RdC



Plan de RdC



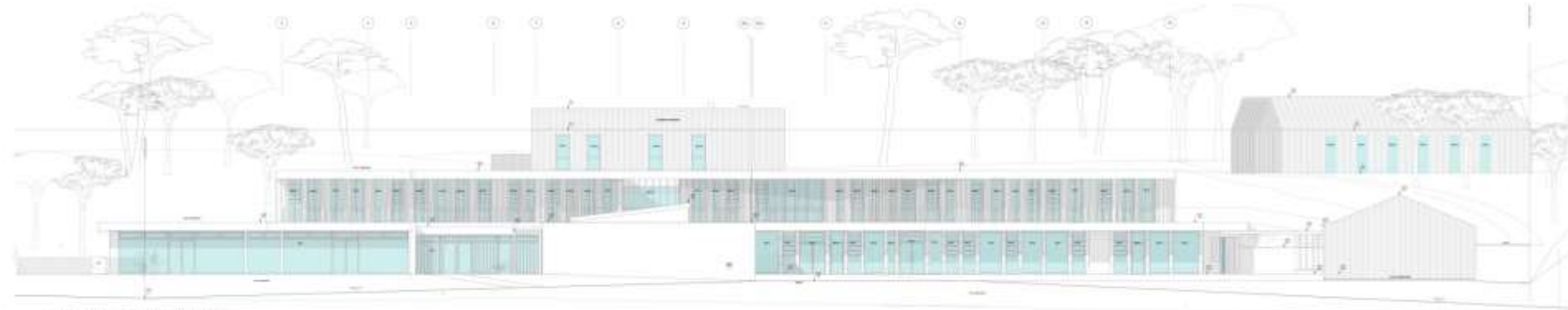
# Zoom Plan de niveau



RDC  
Locaux  
communs



# Façades et Coupes administration et communs



Elevation Est depuis la rue Jacques Yvon Couvreur



Coupe Transversale CC - sur le patio



Coupe AA - parvis d'accès et hall commun



Coupe Transversale BB - sur salle de restauration



Coupe Transversale sur le CLSI, salle informatique







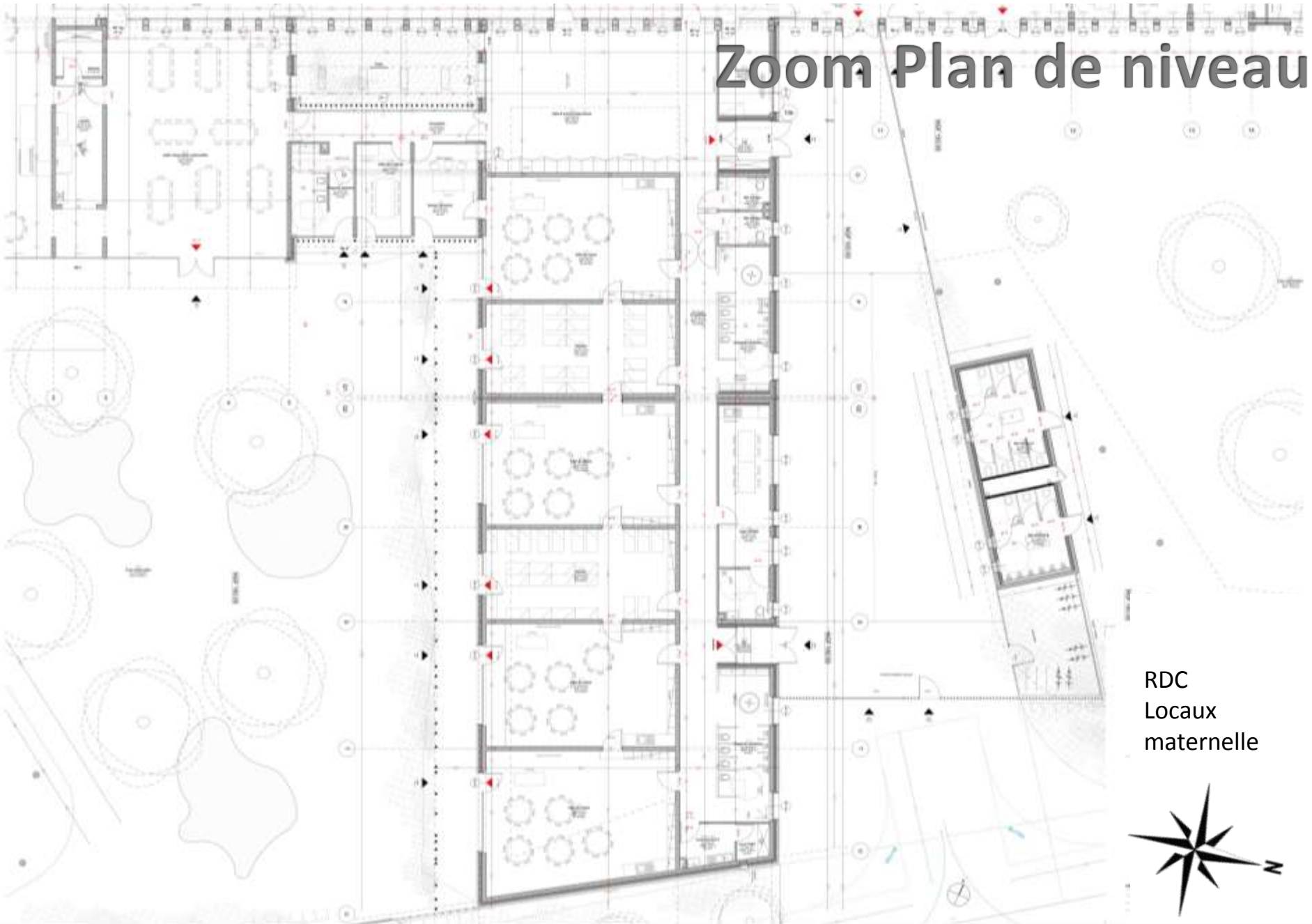








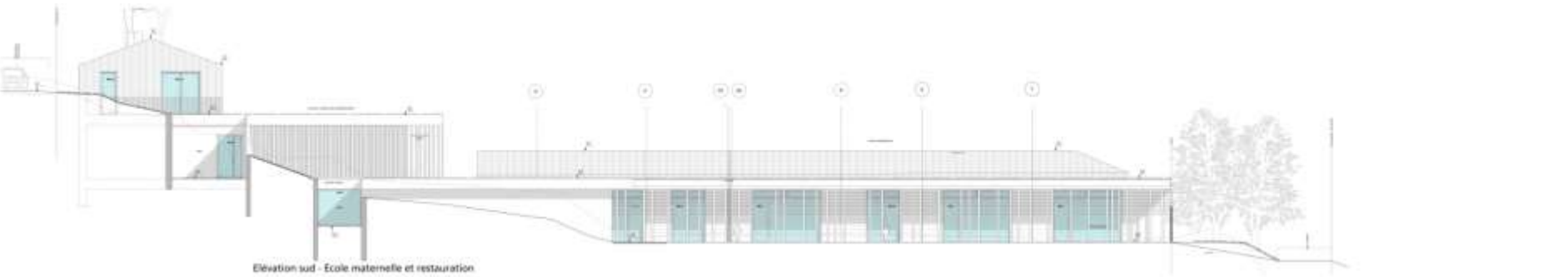
# Zoom Plan de niveau



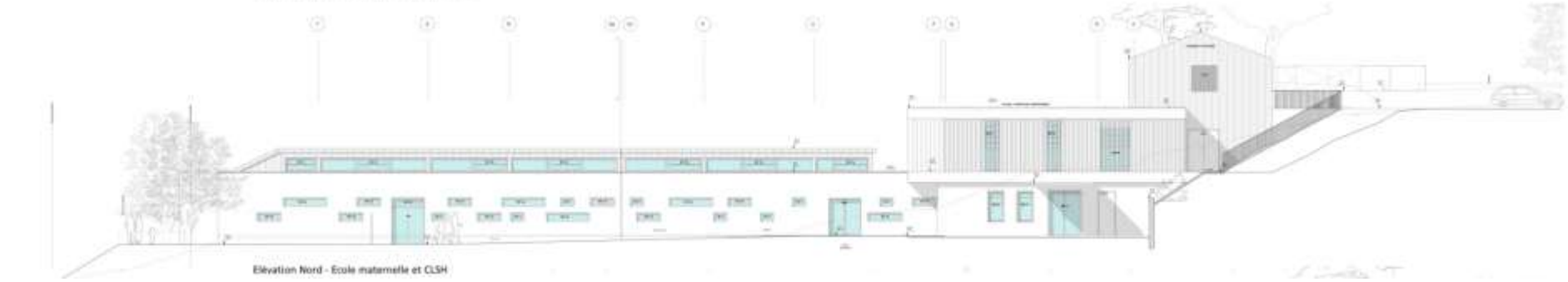
RDC  
Locaux  
maternelle



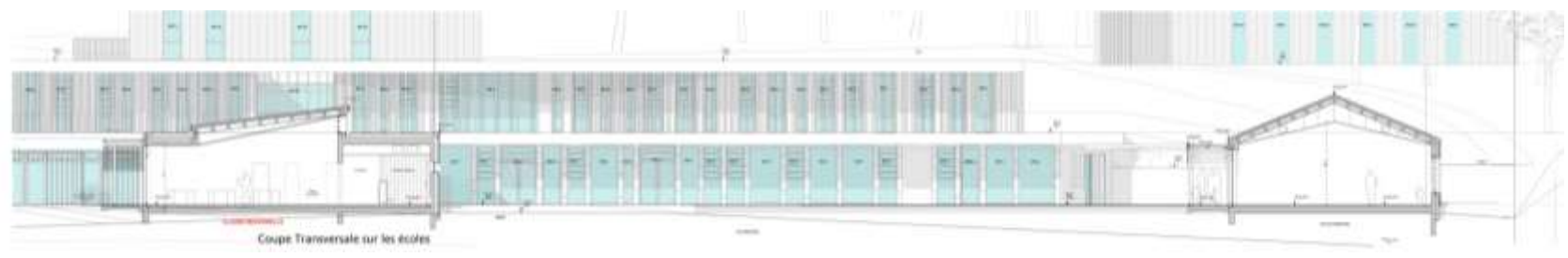
# Façades et Coupes maternelle



Elevation sud - Ecole maternelle et restauration



Elevation Nord - Ecole maternelle et CLSH



Coupe Transversale sur les écoles

# Zoom Plan de niveau

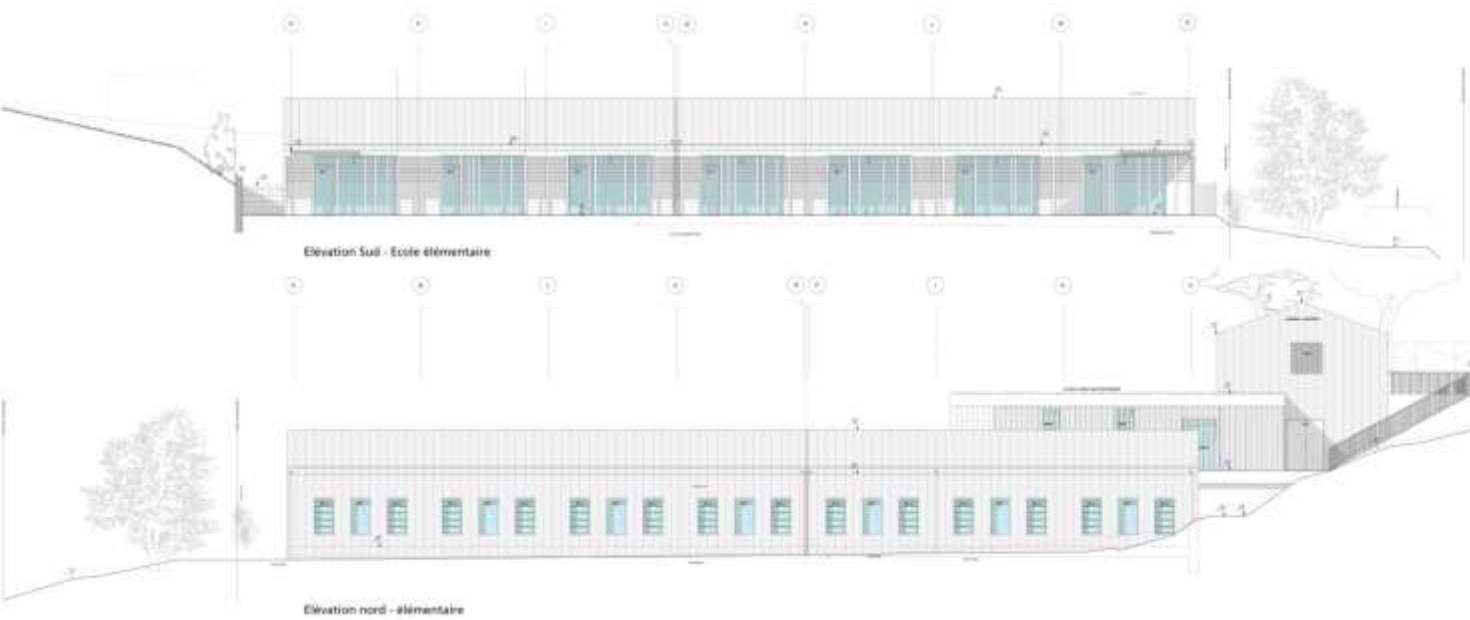


RDC  
Locaux  
élémentaire

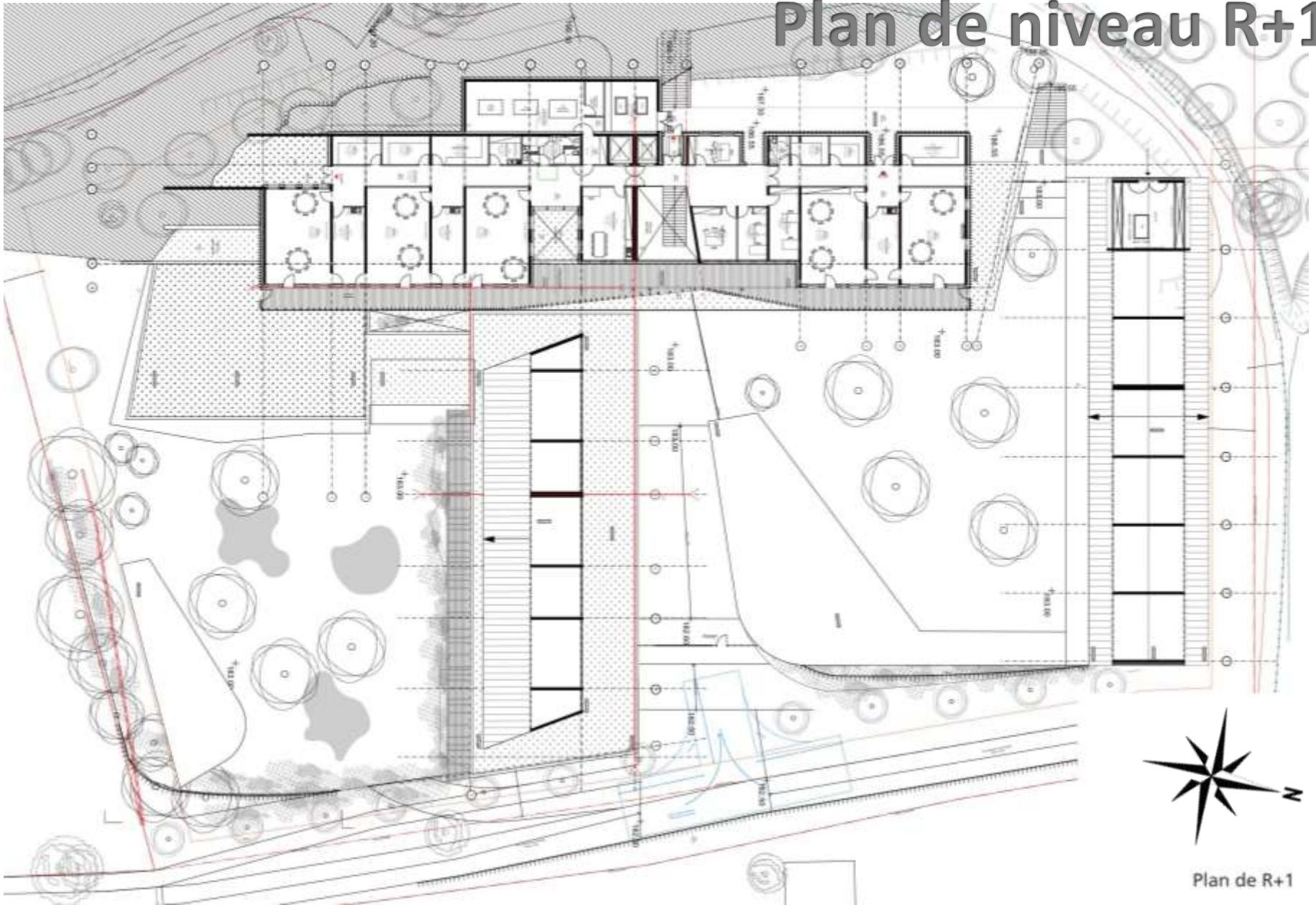




# Façades et coupes élémentaire

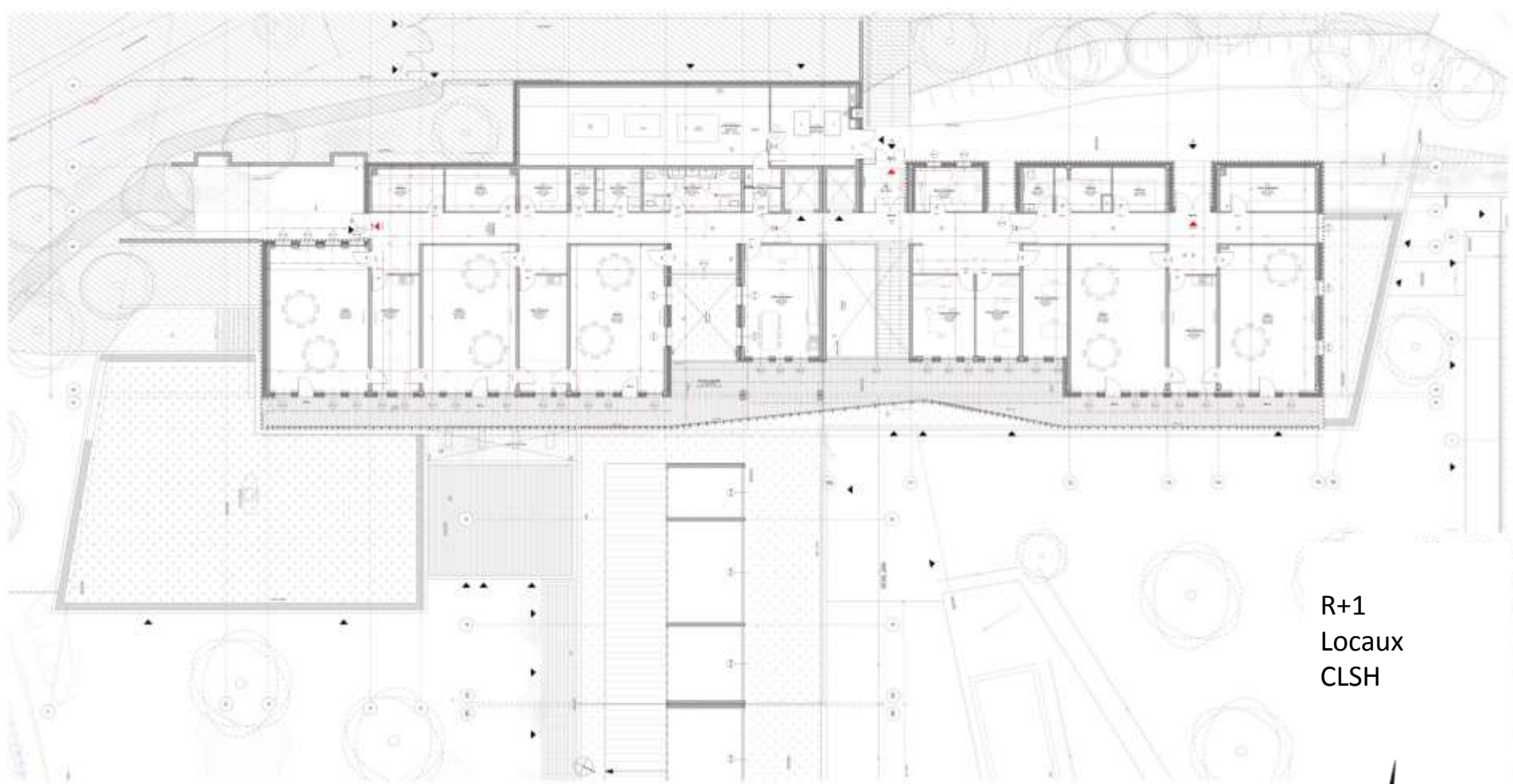


# Plan de niveau R+1



Plan de R+1

# Zoom Plan de niveau



R+1  
Locaux  
CLSH

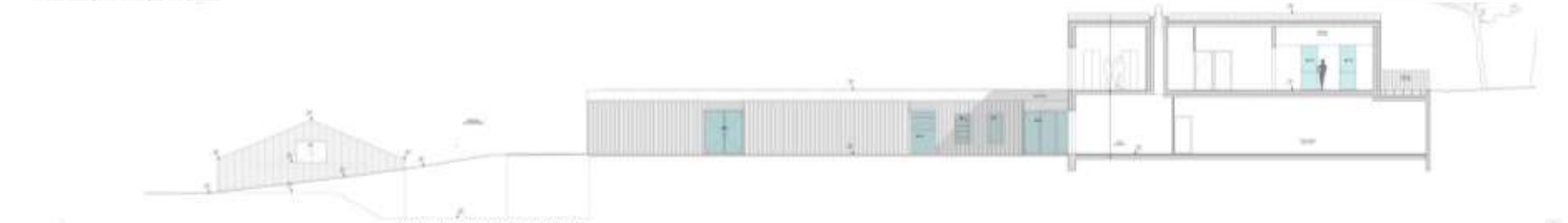




# Façades et coupes CLSH



Elevation Est depuis la rue Jacques Yvon Couvras



Elevation ouest - Arrée CLSH 100 AD HOP



Coupe Transversale CC - sur le patio



Coupe AA - parvis d'accès et hall commun

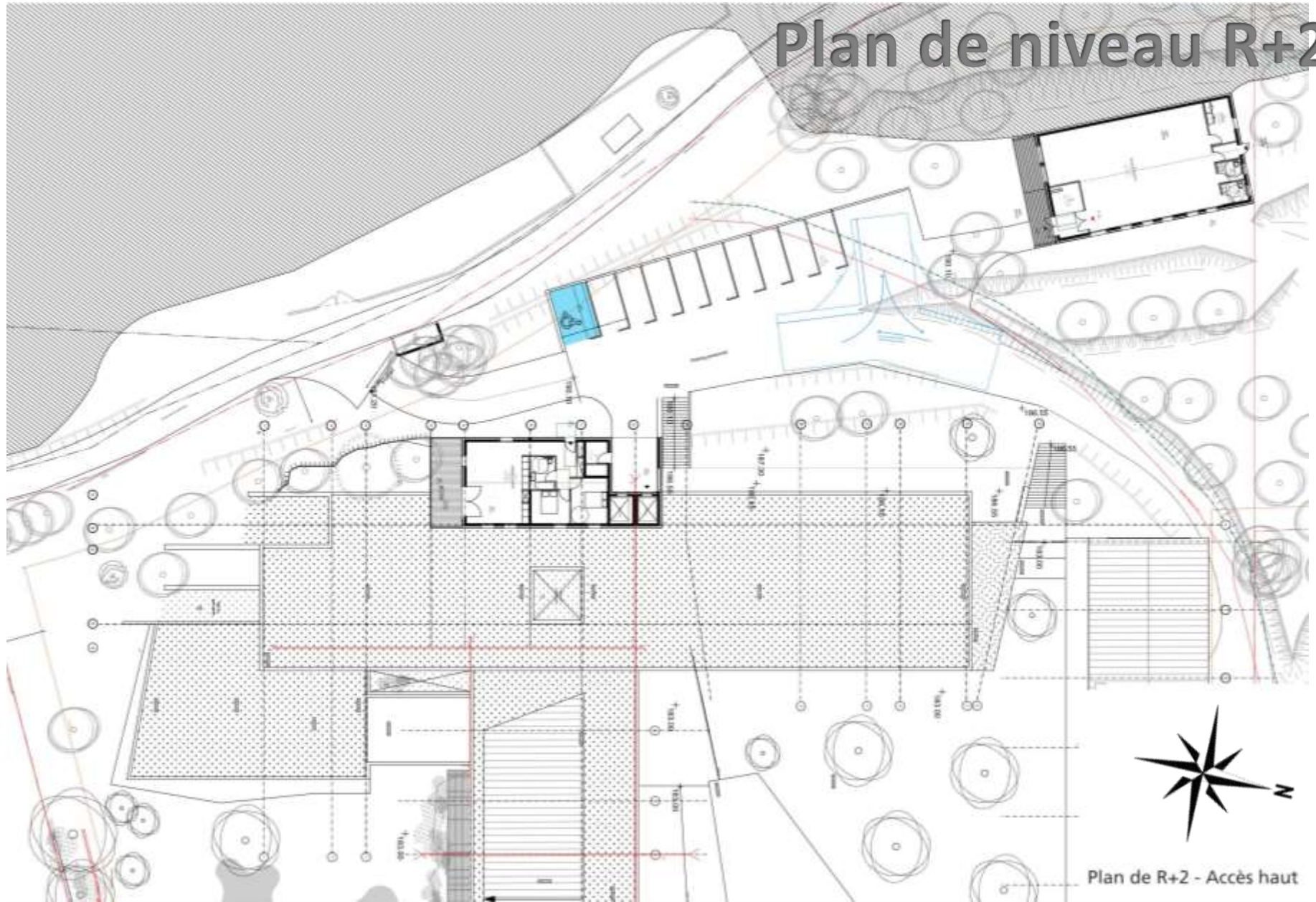


Coupe Transversale BB - sur salle de restauration



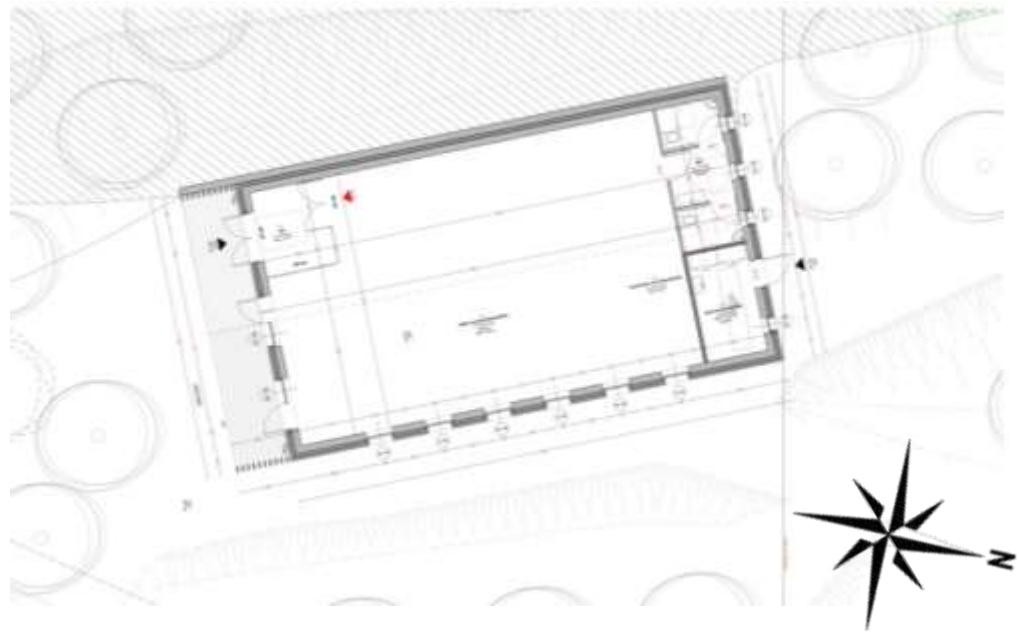
Coupe Transversale sur le CLSH, salle informatique

# Plan de niveau R+2



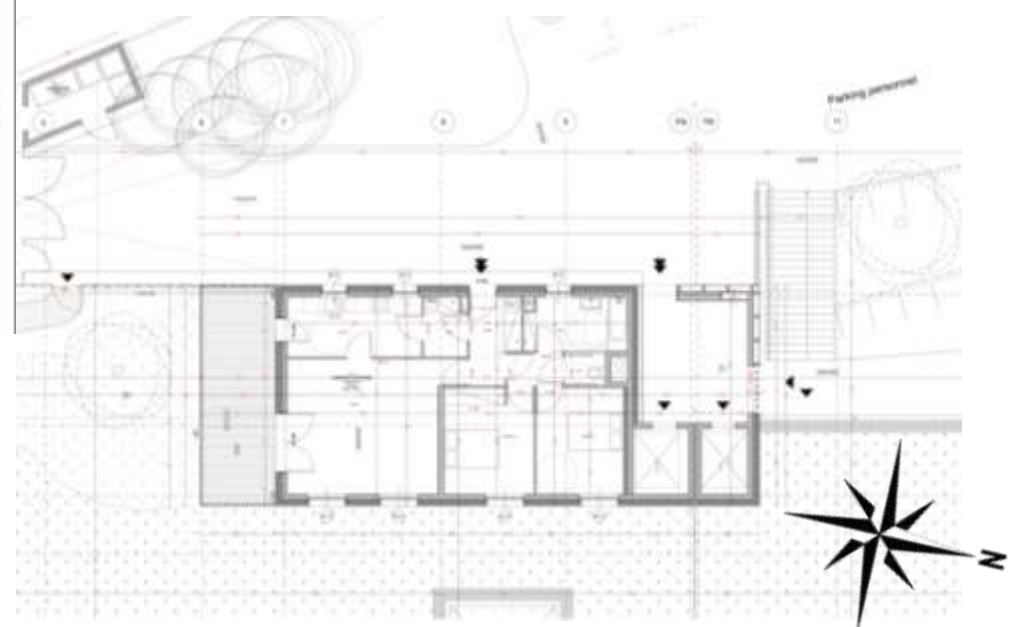
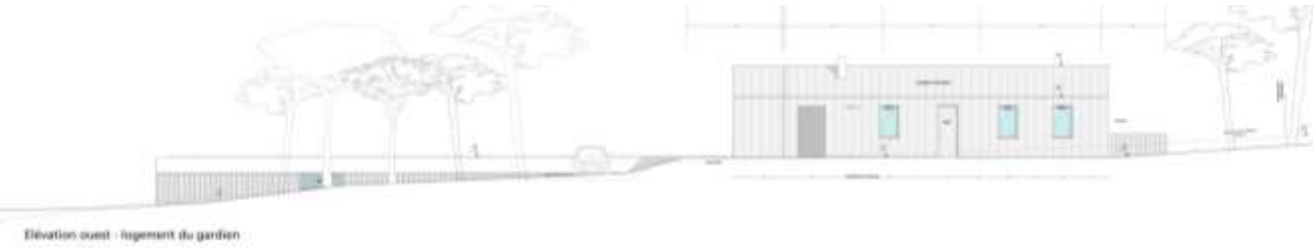
Plan de R+2 - Accès haut

# Salle accueil jeunesse

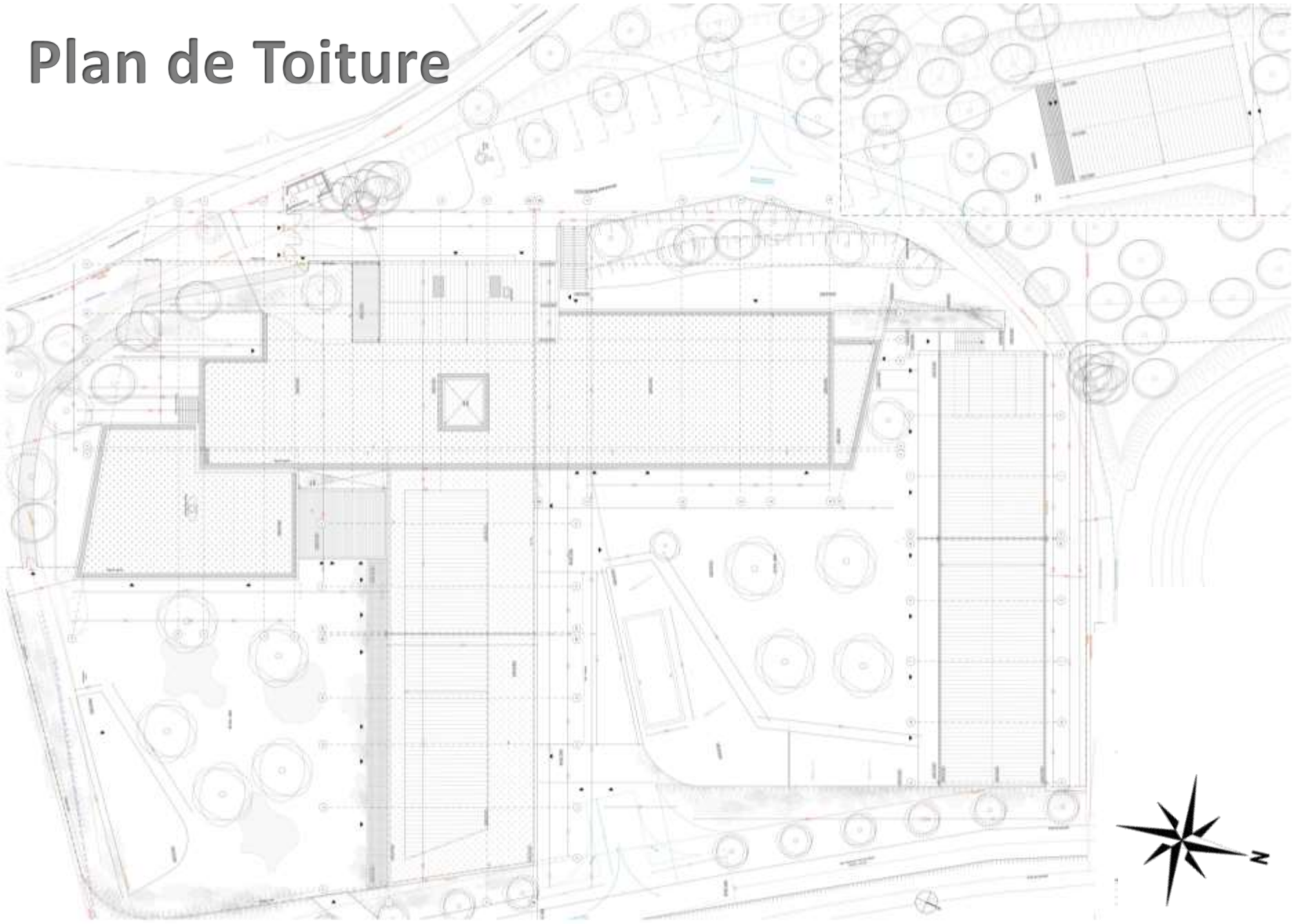




# Logement gardien



# Plan de Toiture



# Fiche d'identité

<b>Typologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enseignement et centre de loisirs</li> </ul>	<b>Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pré-Requis : RT2012-10%</li> <li>Bâtiment principal RT2012 : Cepmax-17%</li> <li>Cuisine-réfectoire RT2005 : Cepref-50.4%</li> <li>Salle polyvalente RT2012 : Cepmax-4%</li> <li>Logement gardien RT2012 : Cepmax-10%</li> <li>Ecole élémentaire RT2012 : Cepmax-39%</li> <li>Surface totale : 2815 m<sup>2</sup>.</li> <li>Surface locaux performance inférieure au pré-requis : 461.3 m<sup>2</sup> soit 16.4%</li> </ul>
<b>Surface</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2815 m<sup>2</sup> SHON</li> </ul>	<b>Production locale d'électricité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NON</li> </ul>
<b>Climat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Altitude: 183 m</li> <li>Zone climatique : H3</li> </ul>	<b>Planning travaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Début : aout 2013</li> <li>Fin : mars 2015</li> </ul>
<b>Classement bruit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BR 1</li> <li>Catégorie locaux CE1</li> </ul>	<b>Coûts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Travaux GO : 2 345 721 euros</li> <li>Travaux 2nd O : 2 455 900 euros</li> <li>Travaux VRD : 675 500 euros</li> <li>Honoraires : 598 200 euros</li> </ul>
<b>UBāt (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubat approx(STD) : &lt; 0.45W/m<sup>2</sup>.K</li> </ul>		

\*Sans prise en compte de l'éventuelle production d'électricité



# Matériaux

Parois	R (m <sup>2</sup> .K/W) isolant	U (W/m <sup>2</sup> .K)	Composition*
Mur Extérieur double mur béton (M01)	4.37	0,215	•Béton 10 cm + PSE TH32 + béton de 12cm
Mur Extérieur poteaux façade (M02)	3.15 + 1.3	0,22	•Plaque de plâtre +laine de bois 0.038 + frein vapeur + fibre de bois 0.046 + béton
Mur Extérieur poteaux façade sur patio (M02bis)	1.3	0,635	•Plaque de plâtre + PSE TH32 + béton
Mur Extérieur béton ITE (M03)	3.15 + 1.3	0.23	Béton + laine de bois + fibre de bois + lame d' air+ zinc
Mur Extérieur sur ossature bois MOB (M03BIS)	3.65 + 1.3	0,212	•Plaque de parement + lame d' air non ventilée +pare vapeur +Laine de bois 0.038 + OSB + fibre de bois 0.046+ lame d' air ventilée + Zinc sur voliges
Mur béton ITE ( M04)	3.15 + 1.3	0.207	Béton + laine de bois + fibre de bois + lame d' air + parement lisse
Mur béton ITE ( M04BIS)	3.15 + 1.3	0.207	•Béton + laine de bois + fibre de bois + lame d' air +parement lisse + lames de bois
Mur Extérieur ossature bois parement lisse (M05)	3.65 + 1.3	0,213	•Plaque de plâtre + lame d' air+pare vapeur + laine de bois +OSB +fibre de bois + lame d' air ventilée + parement lisse
Mur Extérieur ossature bois parement lisse lames bois (M06)	3.65 + 1.3	0,213	•Plaque de plâtre + lame d' air+laine de bois +OSB +fibre de bois + lame d' air ventilée + lames bois vertical/parement lisse
Mur extérieur bâtiment WC (M07)	4.4	0,215	•BA13 + PSE Th32 + béton

# Matériaux

Parois	R (m <sup>2</sup> .K/W) isolant	U (W/m <sup>2</sup> .K)	Composition*
Mur Extérieur enterré (M08)	4.20	0,225	•Béton + étanchéité + PSE à plots
Mur sur chaufferie (M09)	3.55	0.257	•Béton + PSE Th38 + laine de roche + Fibralth côté LNC
Cloison	1.25	0.585	•Plâtre + Isolant panneau souple + plâtre
Rampant	6.30 + 1.3	0.124	•Plâtre +lame d' air non ventilée +charpente bois et panneau support bois+ laine de bois + fibre de bois + lame d' air ventilée+ zinc sur voligeage bois
Toiture terrasse	6.00	0.155	•Béton + PUR+ étanchéité +/- terre végétale 10cm
Plancher bas sur Vide sanitaire	3.7	0.238	•Chape de 6 cm + Polyuréthane Th22 + béton 25
Plancher chauffant sur vide sanitaire	1.00 + 2.8	0,236	•Chape de 6 cm +dalles à plots + Polyuréthane Th22 + béton
Plancher bas sur chaufferie ou local non chauffé (PBLNC)	3.6	0.249	•Béton + laine de roche + Fibralth
Vide sanitaire sur zone ALSH (VS plancher intermédiaire )	3.8	0.236	•Béton + PSE Th32 + Fibralth
Plancher bas chaufferie sur VS	-	2.3	•Béton

# Matériaux repérage parois



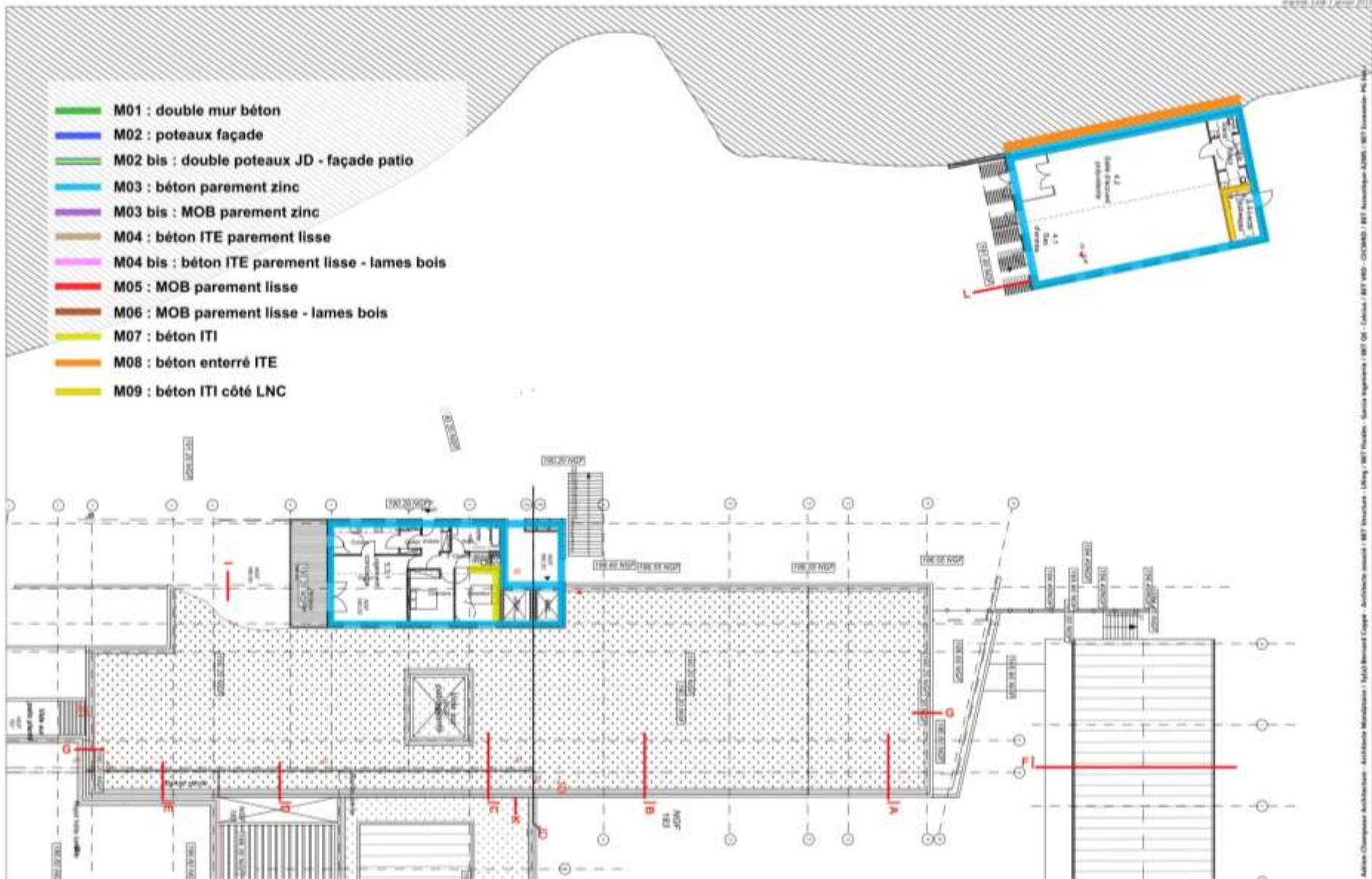
Alain Chappuis Architecture - Architecture Mandelbrot / Nijghmerel Coppe - Architecture Inside / BET Structure - King / BET Structure - King / BET Phidias - Sans Pignatelli / BET OS - Conier / BET V&D - CC/NOBET BEF Architecture ADAM - BET Structure PG Ima



# Matériaux repérage parois



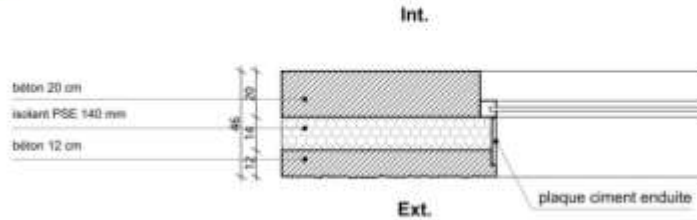
# Matériaux



# Détails parois

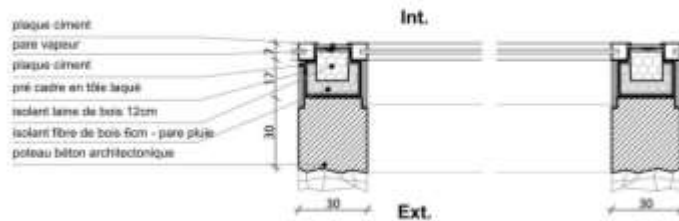
## M01

double mur béton



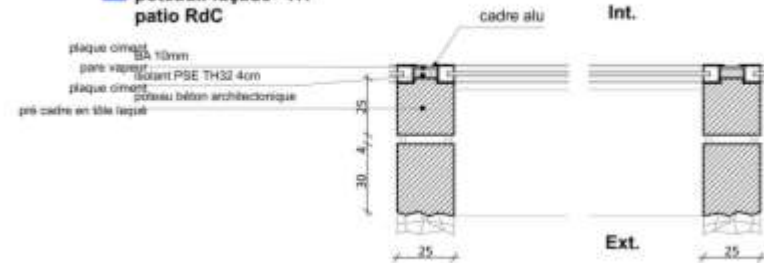
## M02

poteaux façade - ITI - RdC



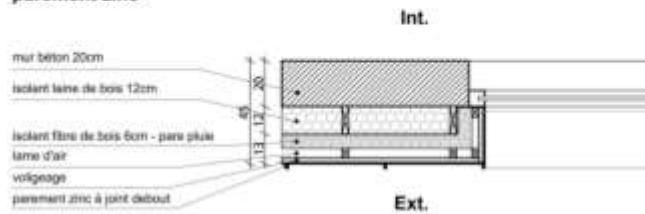
## M02 bis

poteaux façade - ITI patio RdC



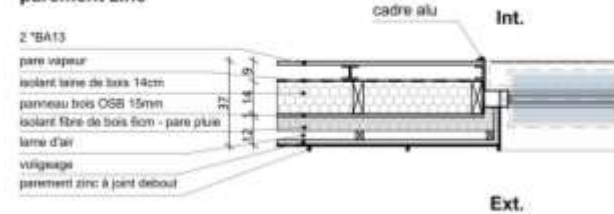
## M03

mur béton - ITE  
parement zinc



## M03 bis

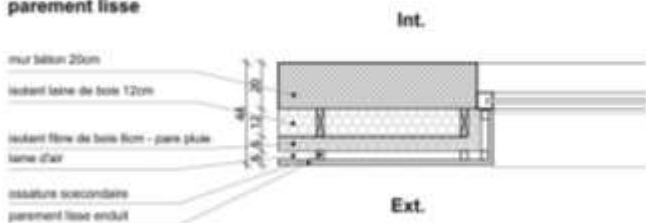
MOB- ITE  
parement zinc



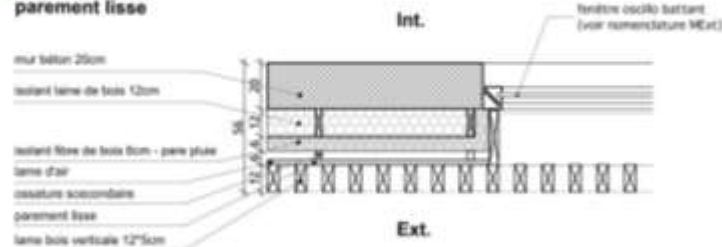


# Détails parois

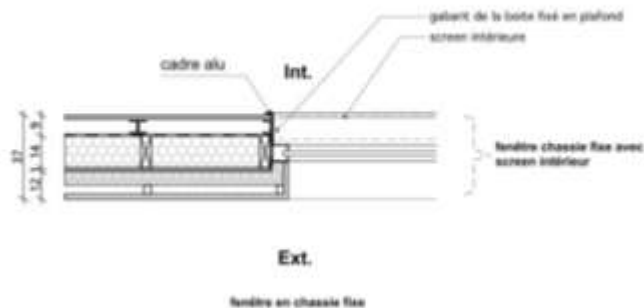
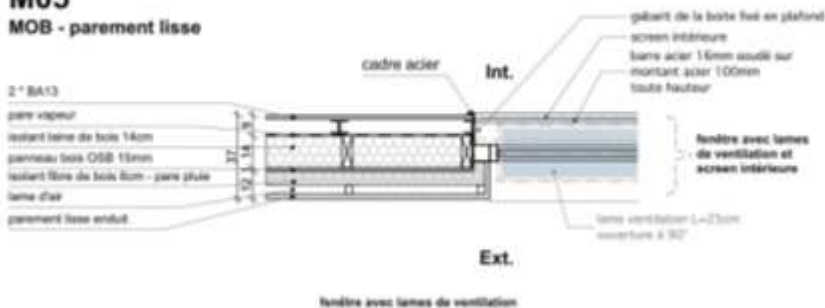
## M04 mur béton - ITE parement lisse



## M04 bis mur béton - ITE parement lisse

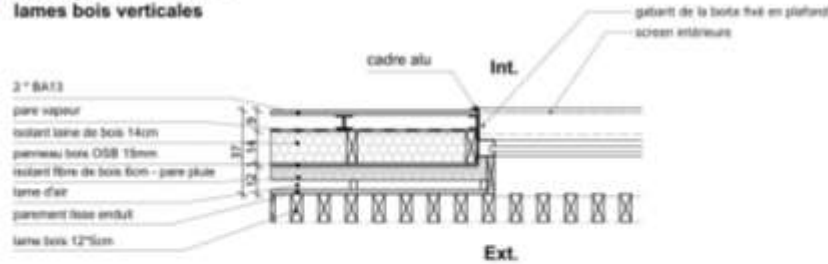


## M05 MOB - parement lisse

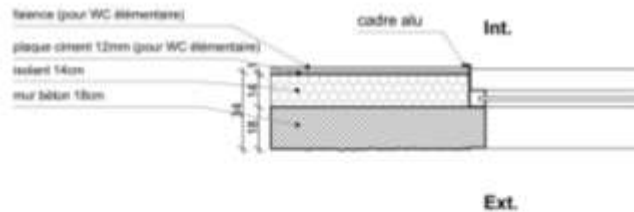


# Détails parois

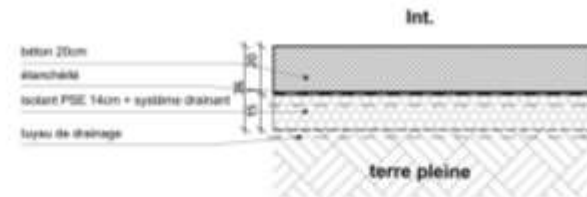
**M06**  
**MOB - parement lisse +**  
**lames bois verticales**



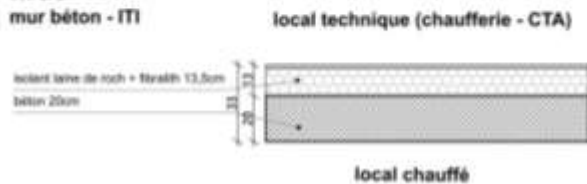
**M07**  
**mur béton - ITI**



**M08**  
**mur béton - ITE - enterré**



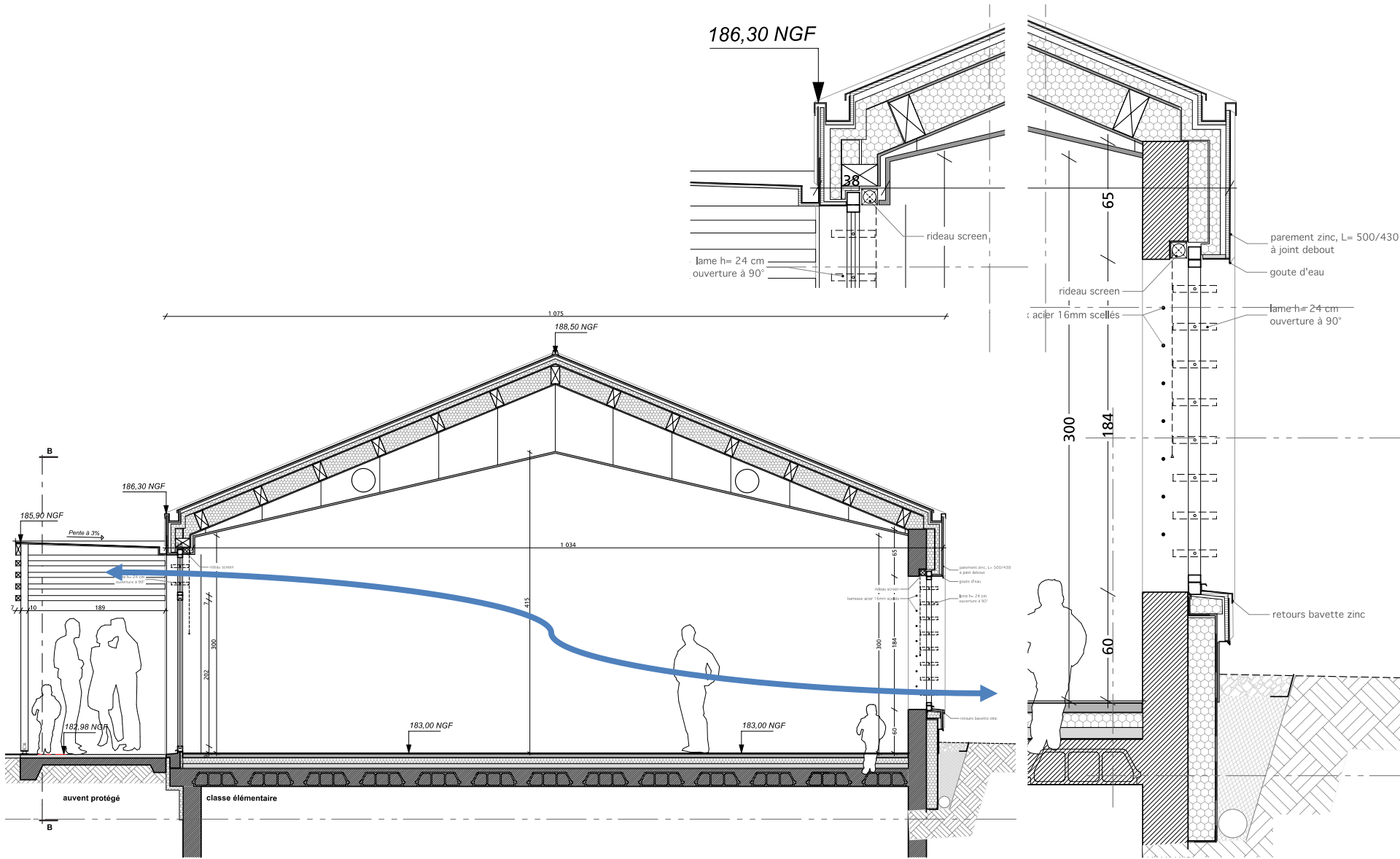
**M09**  
**mur béton - ITI**



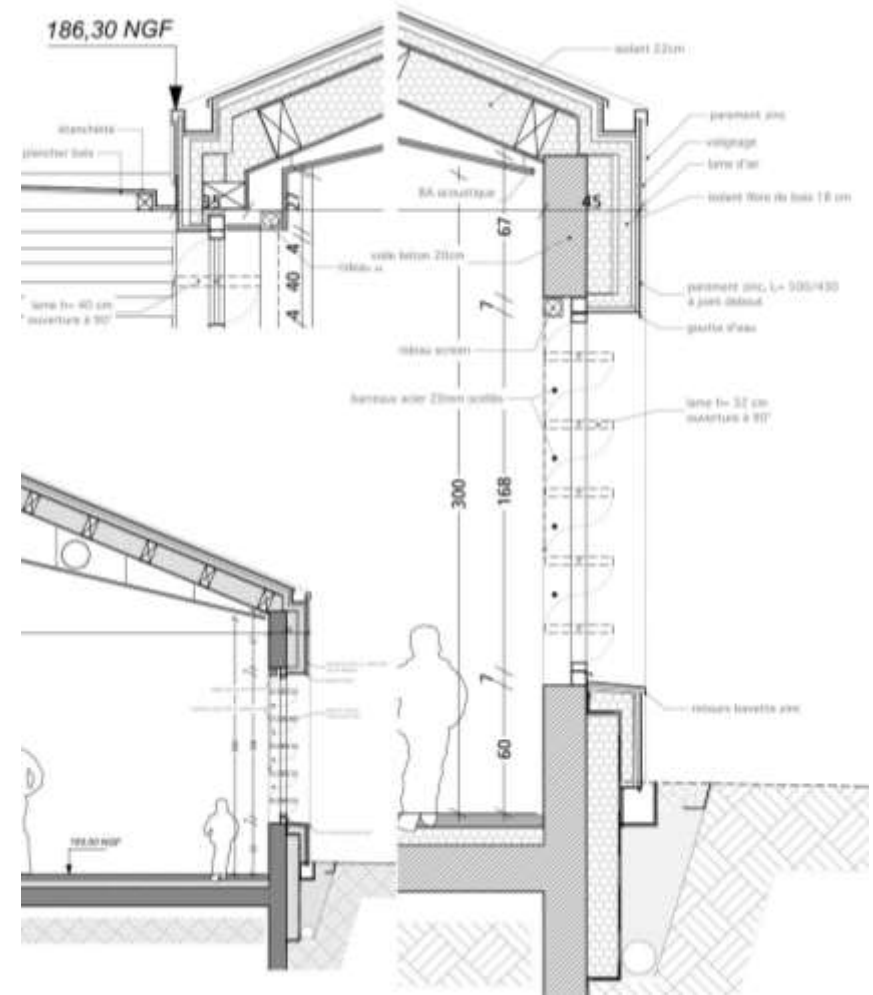
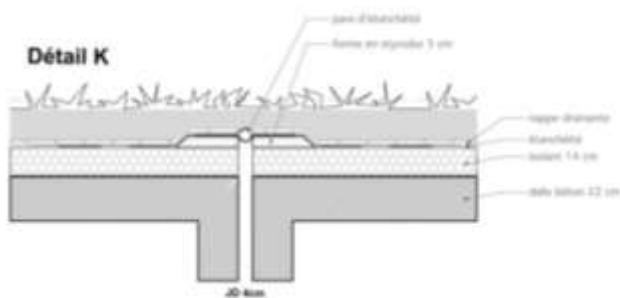
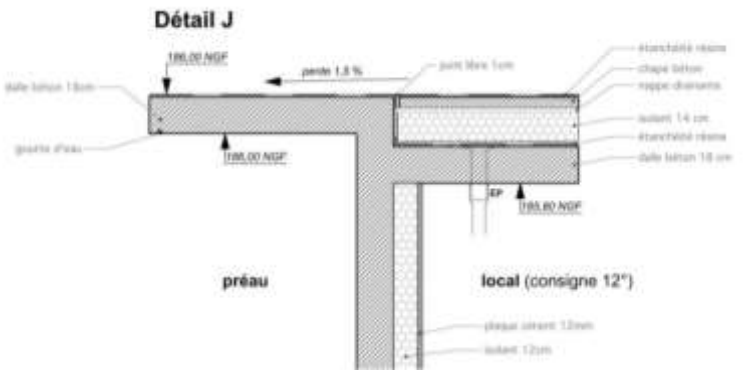
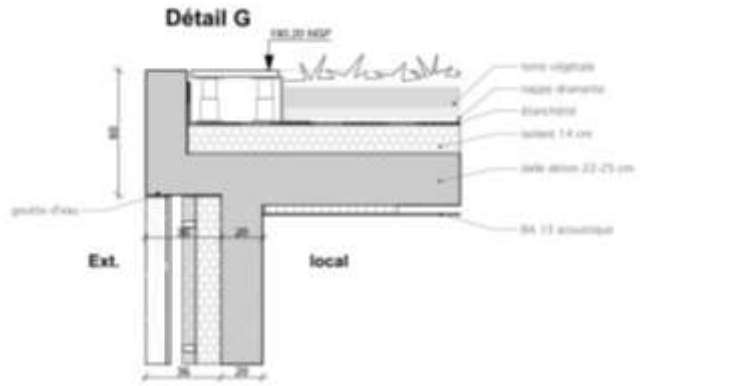




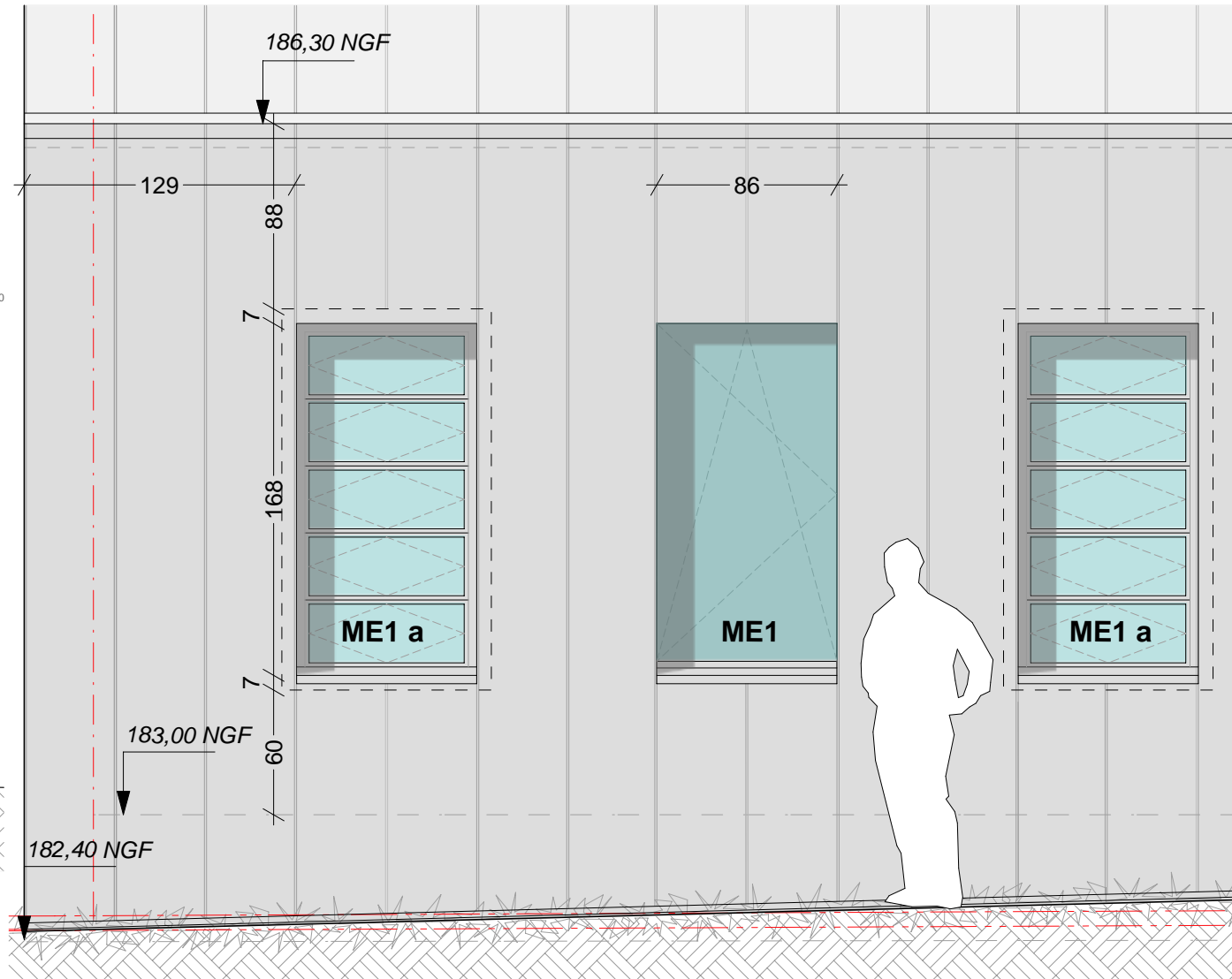
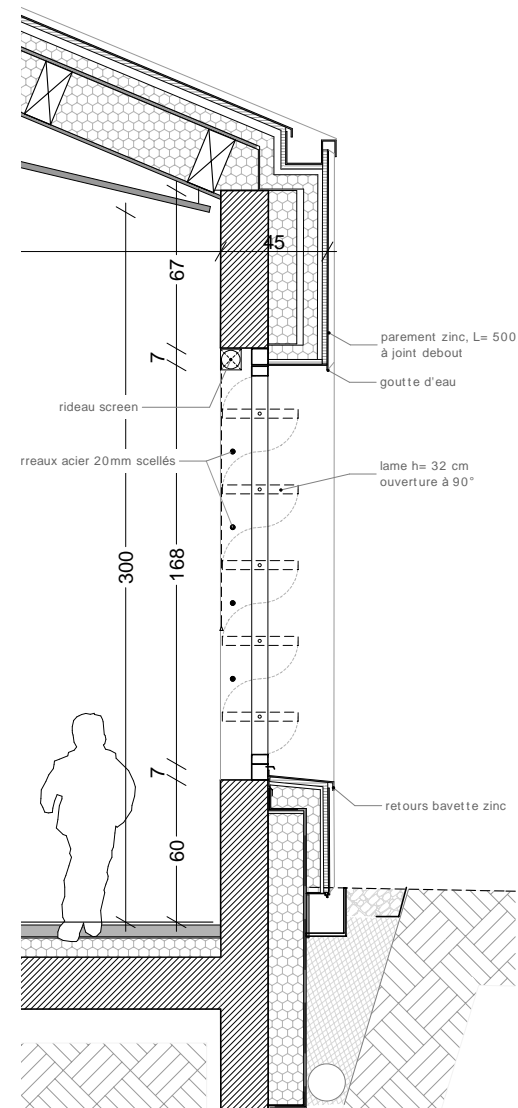
# Détails ponts thermiques



# Détails ponts thermiques



# Détails ponts thermiques





# Energie

Equipements (par bât)	Destination																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 x chaudière gaz en cascade – 2x 129 kW – 97% à 108.1 %</li> <li>• émission de chaleur basse température par :               <ul style="list-style-type: none"> <li>•Radiateur avec robinet thermostatique certifié CA 0.50</li> <li>•Plancher chauffant (maternelle, accueil polyvalent, administration maternelle)</li> <li>•Batterie chaude sur CTA (restaurant et salle polyvalente jeunes)</li> </ul> </li> <li>•Logement gardien : chaudière gaz individuelle à condensation et radiateurs avec robinets thermostatiques CA = 0.41</li> </ul>	Chauffage																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sans objet</li> </ul>	Refroidissement																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ventilation double flux avec moteurs CTA débrayables sur sonde de pression, registres motorisés sur contact de feuillure ou GTC pour valoriser la ventilation naturelle par ouverture (automatisée ou manuelle) des fenêtres à lames pivotantes anti-intrusives.</li> <li>•Consommation électrique des moteurs : VMC simple flux : 0.25 W/m<sup>3</sup>.h double flux &lt; 0.35 W/m<sup>3</sup>.h</li> </ul>	Ventilation																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• restauration production solaire par 4m<sup>2</sup> tubes sous vide appoint gaz par échangeur serpentin dans ballon stockage 1000 litres.</li> <li>•Maternelle et CLSH : production localisée par ballon électrique micro-accumulation 15 à 50 litres.</li> </ul>	ECS et appoint éventuel																					
Puissance installée	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Zone</th> <th>Gestion de l'éclairage</th> <th>Puissance ( W/m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Classes</td> <td>Détecteur+gradation</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Bureaux</td> <td>Détecteur+gradation</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Circulations</td> <td>Détecteur+gradation</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Autres ( sanitaires, dépôts ...etc)</td> <td>Détecteur</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Salle polyvalente</td> <td>Détecteur+gradation</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Restaurant</td> <td>Détecteur+gradation</td> <td>14 élémentaire / 11 maternelle</td> </tr> </tbody> </table>	Zone	Gestion de l'éclairage	Puissance ( W/m <sup>2</sup> )	Classes	Détecteur+gradation	7	Bureaux	Détecteur+gradation	10	Circulations	Détecteur+gradation	5	Autres ( sanitaires, dépôts ...etc)	Détecteur	10	Salle polyvalente	Détecteur+gradation	10	Restaurant	Détecteur+gradation	14 élémentaire / 11 maternelle
Zone	Gestion de l'éclairage	Puissance ( W/m <sup>2</sup> )																				
Classes	Détecteur+gradation	7																				
Bureaux	Détecteur+gradation	10																				
Circulations	Détecteur+gradation	5																				
Autres ( sanitaires, dépôts ...etc)	Détecteur	10																				
Salle polyvalente	Détecteur+gradation	10																				
Restaurant	Détecteur+gradation	14 élémentaire / 11 maternelle																				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sans objet</li> </ul>	Production d' électricité																					

# comptages

- général site, général école maternelle, général école élémentaire, général cuisine, général ALSH, général centre accueil jeunesse, général logement concierge,
- Chauffage TD chaufferie, +4 /entité pour totalité des circulateurs,
- Production ECS localisée : 1/TD
- Ventilation CTA restauration
- Ventilation salle accueil jeunesse (R+2)
- Ventilation centre accueil jeunesse et maternelle (bâtiment central)
- Ventilation primaire
- Ventilation cuisine et laverie
- Unité de climatisation spécifique local informatique baie de brassage
- éclairage extérieur,
- éclairage intérieur 1/TD +TGBT,
- forces diverses (PC) 1 /TD+TGBT

Comptage électrique

- gaz chaufferie,
- gaz logement,
- eau froide (chaufferie, cuisine, maternelle, pole jeunesse, primaire, espaces verts, logement)

•Comptage volumétrique

- Energie thermique génération (chaudière gaz)
- Énergie thermique école primaire (radiateurs)
- Énergie thermique école maternelle (planchers chauffants)
- Énergie thermique ALSH (radiateurs)
- Énergie thermique préchauffage d' air neuf sur CTA :
- Maternelle / foyer
- Compensation cuisine et laverie
- École élémentaire
- Salle polyvalente
- Appoint chaudière pour production ECS cuisine

•Comptage énergétique

# Confort Thermique

**Menuiseries aluminium à rupture de pont thermique**

thermo-laqué de couleur moyenne.

$U_f < 2.5 \text{ W/m}^2.\text{K}$

**Double vitrage lame d'argon faible émissivité**

$U_g = 1.1 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Bâtiment	$U_w$	$U_j/n$	Facteur solaire
Toutes Façades hors façades ENE et OSO bât principal et bât polyvalente	1.6	1.6	0.63
Façade ENE et OSO bât principal et bâtiment salle polyvalente	1.6	1.6	0.28
Logement gardien	1.6	1.6	0.63
Ouvrant de ventilation	2.47	2.47	0.63
Menuiserie avec ouvrant de ventilation (15% surface menuiserie)	1.73	1.73	0.63
Menuiserie avec ouvrant de ventilation (25% surface menuiserie)	1.82	1.82	0.63
Menuiserie avec ouvrant de ventilation (30% surface menuiserie)	1.86	1.86	0.63
Menuiserie avec ouvrant de ventilation (33% surface menuiserie)	1.87	1.87	0.63
Menuiserie avec ouvrant de ventilation (50% surface menuiserie)	2.03	2.03	0.28
Menuiserie avec ouvrant de ventilation (60% surface menuiserie)	2.12	2.12	0.63
Menuiserie avec ouvrant de ventilation (75% surface menuiserie)	2.25	2.25	0.63

Orientation vitrages	Surface (m <sup>2</sup> )	Répartition (%)
Sud	173	27
Est	266	41
Ouest	122	19
Nord	86	13

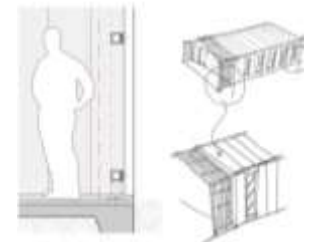
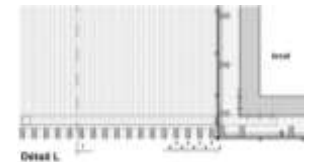
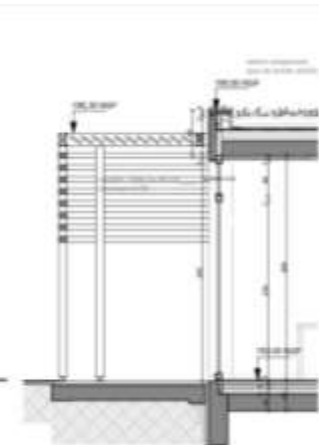
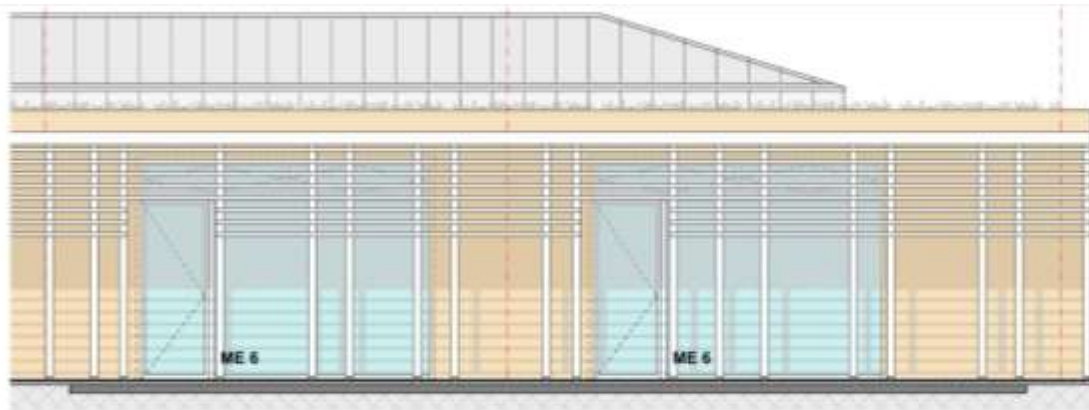
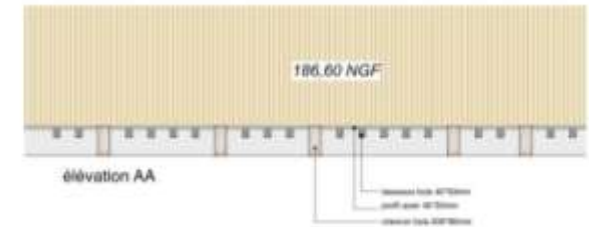
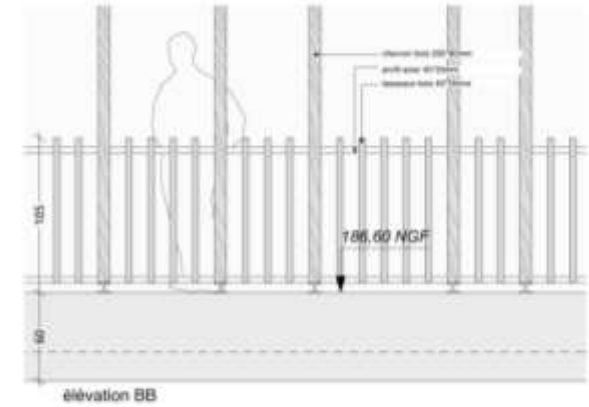
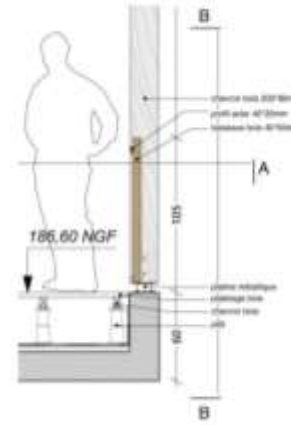
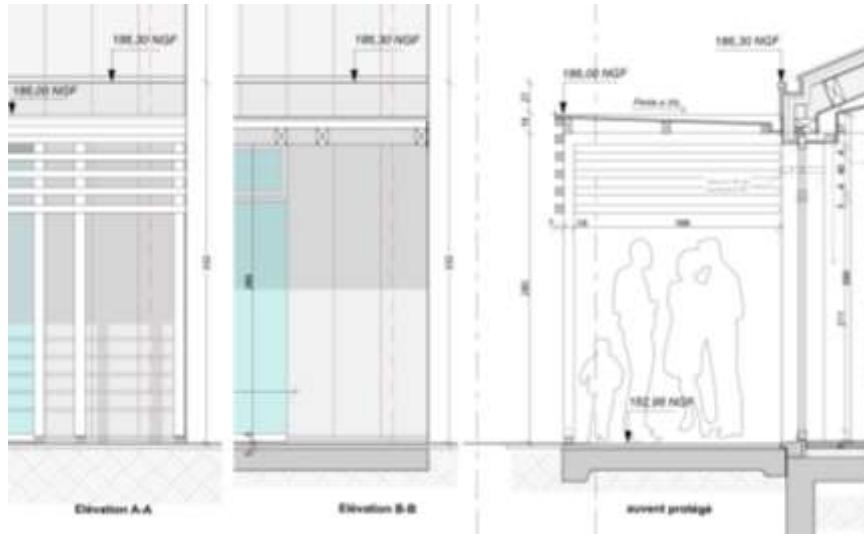
**Protections solaires mobiles** : screen intérieur de couleur orange sur façades ENE et OSO et patio.

Tau lum	Tau lum diff	Rho lum	Rho' lum	Tausol	Rhosol	Rho'sol	Tauth	Epsilon	Epsilon'
0.11	0.09	0.34	0.43	0.14	0.34	0.42	0.00	0.89	0.89



# Confort Thermique

**Protections solaires fixes :**  
débord de toit ou casquettes (sud),  
résille verticale lames de bois.



# Santé et Qualité de l'air

Matériaux faiblement émissif en COV : béton, bois non traité ou avec colle certifiée EMICODE E1, parement plâtre ou plaque ciment, carrelage , aluminium et verre, PVC certifié greengard, peinture ecolabel européen,....

Équipements de ventilation mécanique (CTA) avec filtres entrée d' air G4 et F7.

Débits hygiéniques assurés et garantis par la ventilation mécanique contrôlés sur occupation.

Valorisation de la ventilation naturelle: ventilation triple flux « manuelle, ou automatisée : VMC double flux, VMC simple flux ouverture ou fermeture d' un ouvrant en manuel, Ventilation naturelle manuelle ou automatisée.  
Asservissement des registres motorisés de la ventilation mécanique à l' ouverture des ouvrants en façade.  
Débits minimums par tirage thermique (méthode Allard), pour un DT de 1° C : 3 à 5 vol/h.  
Ventilation naturelle possible en cas d' inoccupation diurne ou nocturne : dispositif anti-intrusif mis en place ouvrants à lames ou barreaudage horizontal.

# Ventilation naturelle : Modèles simplifiés

Les calculs précis devant tenir compte de l'ensemble des paramètres et les modèles étant de fait toujours en évolution, il est parfois intéressant de s'arrêter à des modèles de calcul empiriques.

Ainsi les équations suivantes, utilisées dans le tableur présenté par la suite, sont issus des modèles empiriques pour la ventilation naturelle développés par Allard en 1998.



# Ventilation naturelle : Modèles simplifiés

## Ventilation à simple exposition

**Effet du vent:**

$$Q = 0.025AV$$

Où **A** est la surface de l'ouvrant et **V** la vitesse du vent incident.



# Ventilation naturelle : Modèles simplifiés

## Ventilation à simple exposition

**Tirage thermique dû à la présence de deux ouvertures sur la même façade:**

$$Q = C_d A \left[ \frac{\varepsilon \sqrt{2}}{(1 + \varepsilon)(1 + \varepsilon^2)^{1/2}} \right] \left( \frac{\Delta T g H_1}{\bar{T}} \right)^{1/2}$$

où  $\varepsilon = A_1 / A_2$ ,

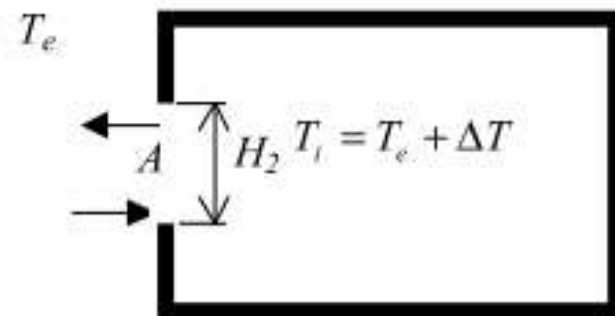
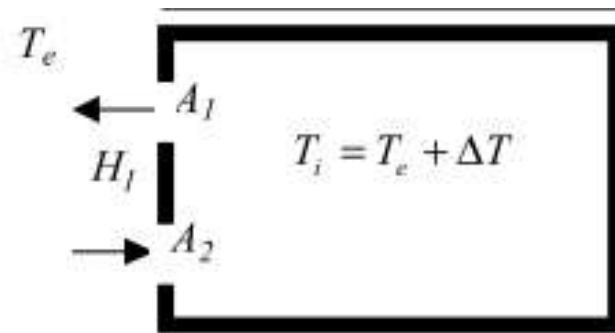
$$A = A_1 + A_2,$$

$$\bar{T} = (T_i + T_e) / 2$$

**$C_d$  est le coefficient de décharge de l'ouverture**

**Ventilation due au tirage thermique pour une seule ouverture en façade:**

$$Q = C_d \frac{A}{3} \sqrt{\frac{\Delta T g H_2}{\bar{T}}}$$



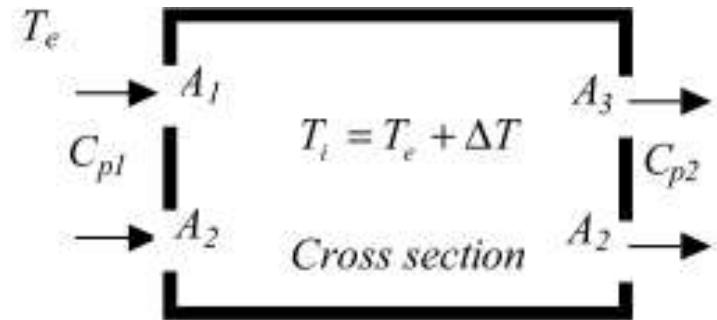
# Ventilation naturelle : Modèles simplifiés

## Ventilation traversante

### Ventilation due au vent

$$Q_w = C_d A_w V \sqrt{\Delta C_p}$$

avec 
$$\frac{1}{A_w^2} = \frac{1}{(A_1 + A_2)^2} + \frac{1}{(A_3 + A_4)^2}$$





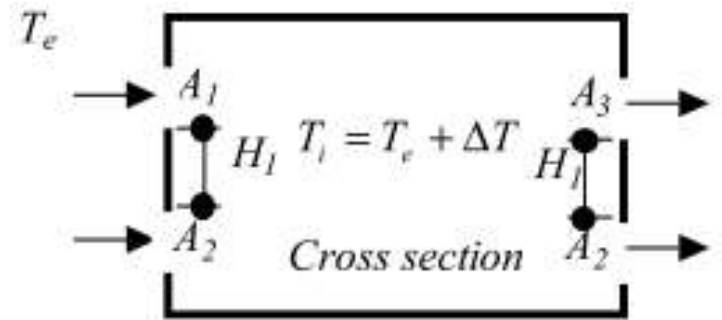
# Ventilation naturelle : Modèles simplifiés

## Ventilation traversante

### Ventilation due au tirage thermique

$$Q_b = C_d A_v \sqrt{\left( \frac{2 \cdot \Delta T \cdot g \cdot H_1}{\bar{T}} \right)}$$

avec  $\frac{1}{A_b^2} = \frac{1}{(A_1 + A_3)^2} + \frac{1}{(A_2 + A_4)^2}$



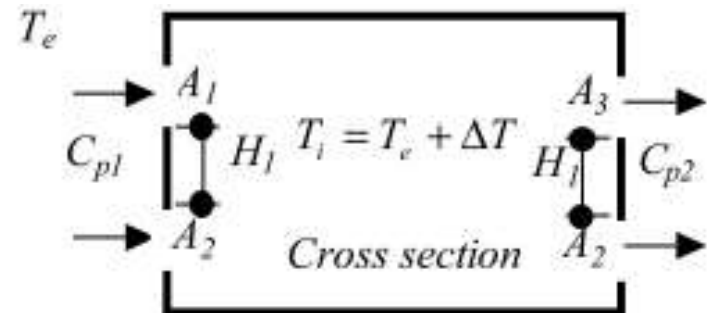
# Ventilation naturelle : Modèles simplifiés

## Ventilation traversante

**Effets combinés du vent et du tirage thermique:**

$$Q = Q_b \text{ pour } \frac{V}{\sqrt{\Delta T}} < 0.26 \sqrt{\frac{A_b}{A_w} \frac{H_1}{\Delta C_p}}$$

$$Q = Q_w \text{ pour } \frac{V}{\sqrt{\Delta T}} > 0.26 \sqrt{\frac{A_b}{A_w} \frac{H_1}{\Delta C_p}}$$



# Ventilation naturelle : un outil simple

Tableur développé pour un usage simple et efficace.

Si vous voulez aller plus loin:

<http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/24451/ch02.html>