

Commission d'évaluation : Conception du 21/06/2019

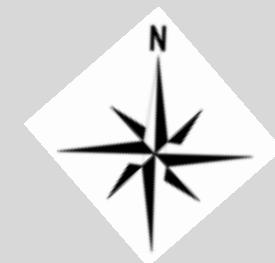
# REHABILITATION LYCEE VAUVENARGUES D'AIX en Provence (13)



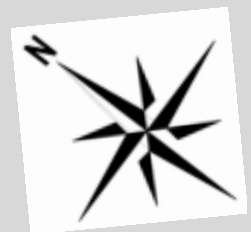
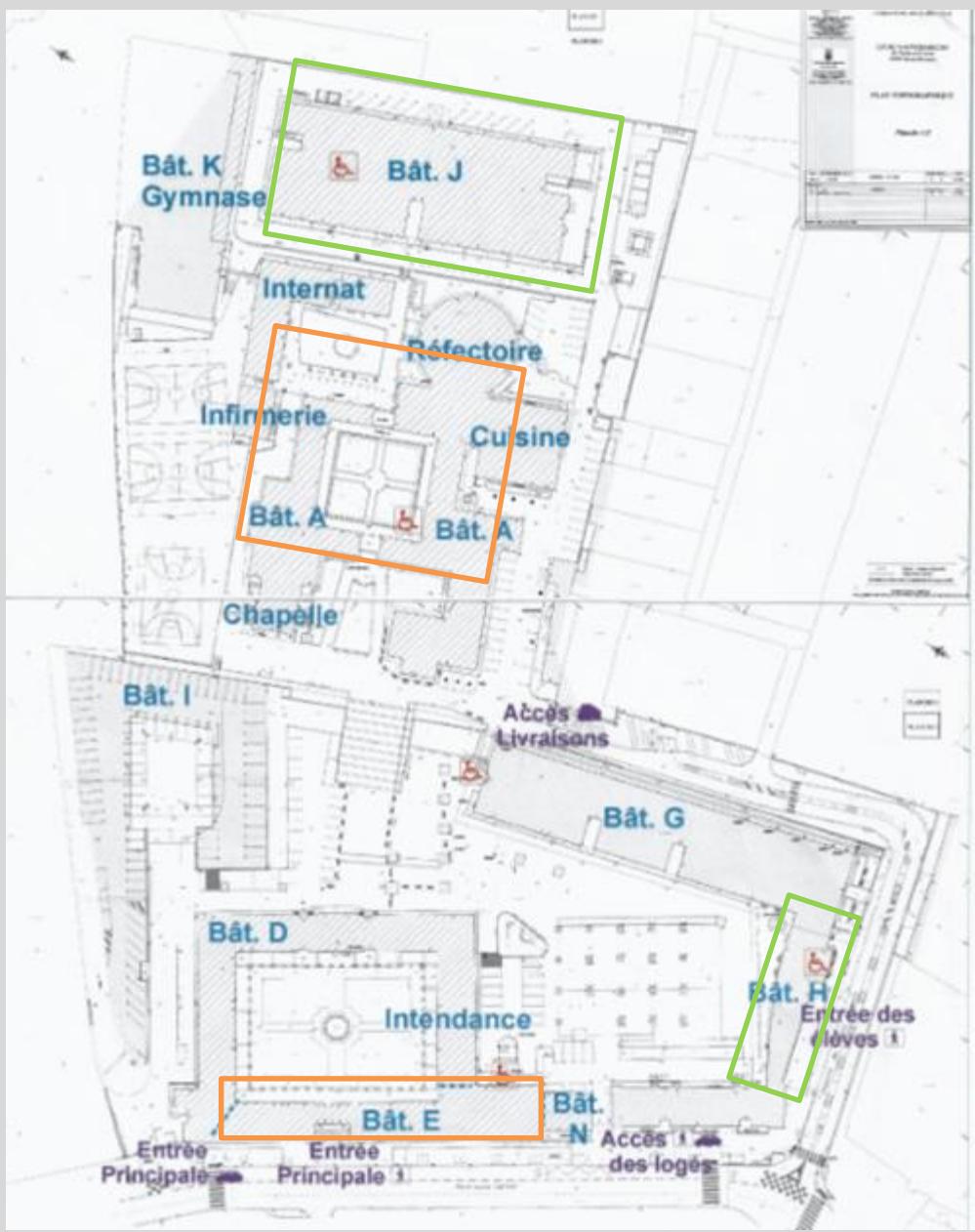
Maître d'Ouvrage	Architecte	BE Technique	BE QEB
REGION SUD AREA	SERGE CARATINI	G2E – ALPHA I ECIBAT – CAE – ANALYFEU - COMEBAT	SOWATT

# Contexte

- Lycée Vauvenargues : enseignement général et technologique - 2600 élèves
- Travaux de réhabilitation et de restructuration des bâtiments suivants :
  - Bâtiment A : E G H : réorganisation fonctionnelle
  - Bâtiment J : Restructuration Extension et Rénovation énergétique
  - Remplacement du réseau SSI dans son intégralité
  - Mise en accessibilité de l'intégralité du site
- Bâtiment J = Ateliers techniques Métallerie, Bois, Electrotechnique - année de construction : 1990 - Partiellement isolé
- Nécessité d'un réaménagement pédagogique (suppression de la filière maçonnerie - création de grands plateaux techniques) = opportunité pour une réhabilitation thermique complète



# Plan masse



# Enjeux Durables du projet



- Organiser une entrée compatible avec l'aménagement du parvis du palais de justice
- Création d'un espace public partagé devant le bâtiment H



- Introduire du bio sourcé
- Isolation toiture en Métisse



- Réhabilitation thermique du bâtiment J Sans dégrader le confort d'été et l'acoustique

- ITE en laine de roche
- Brasseurs d'air dans les salles informatiques
- Protection sélective des façades
- Verrière en PV



- Travaux en site occupé / démolition lourde
- Phasage / solutions techniques adaptées
- Récupération des panneaux acoustiques



# Le projet dans son territoire

Vue satellite



Échelle 1 : 4 264



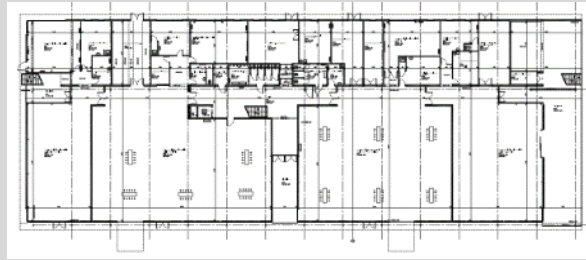
# Le terrain et son voisinage



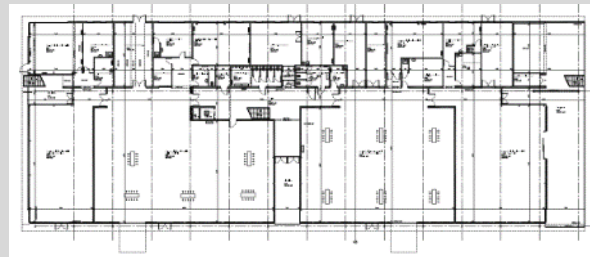
Bâtiment E – Entrée actuelle Administration/Enseignants – Boulevard Carnot



Bâtiment H – Entrée future générale – Impasse Gallet Cantant – accès chantier



Façade Ouest Bâtiment J

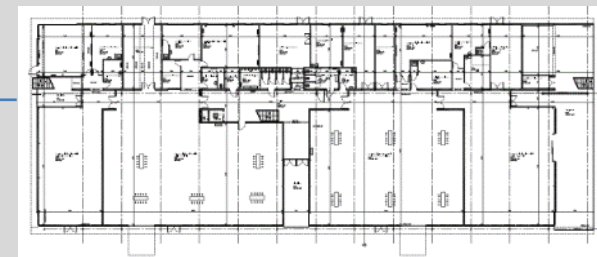


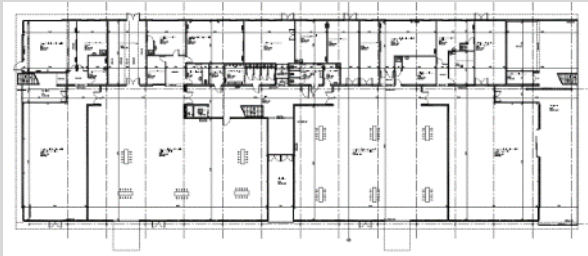
Façade Est Bâtiment J





Façade Nord Bâtiment J





Façade Sud Bâtiment J



Aire de stockage matériaux/déchets

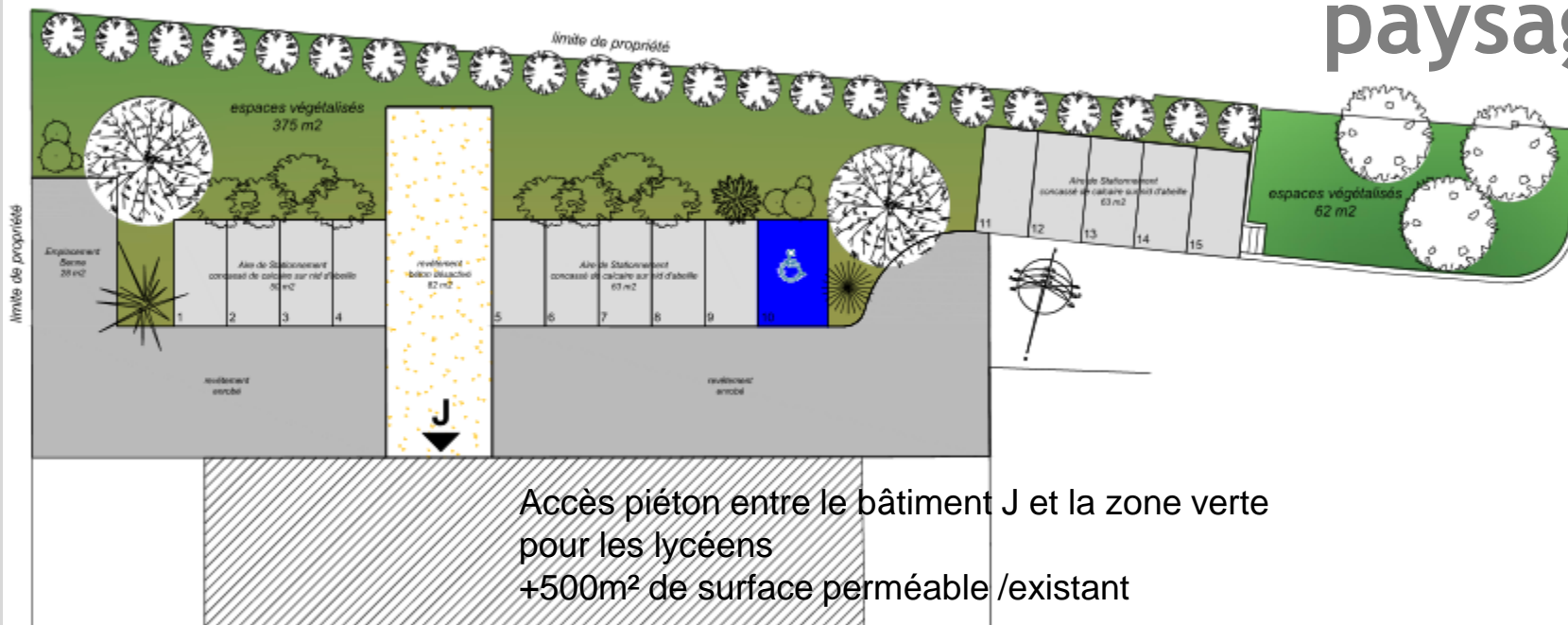
### Atelier maçonnerie



### Atelier bois



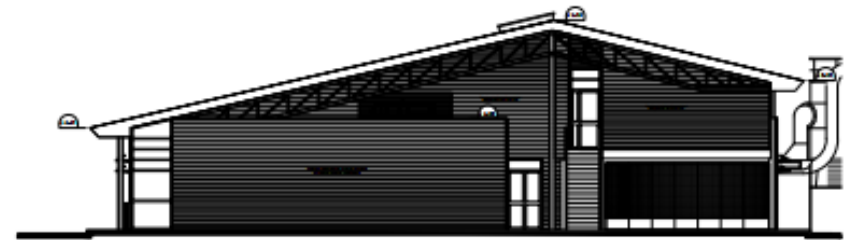
# Aménagement paysager



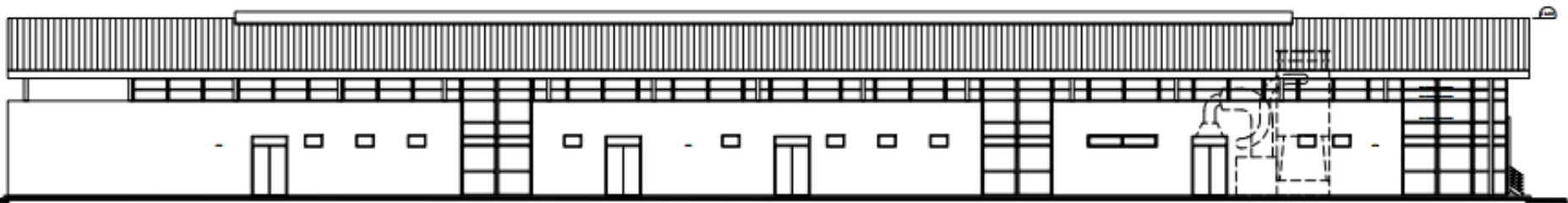
# Façades bâtiment J



*Sud-Ouest*

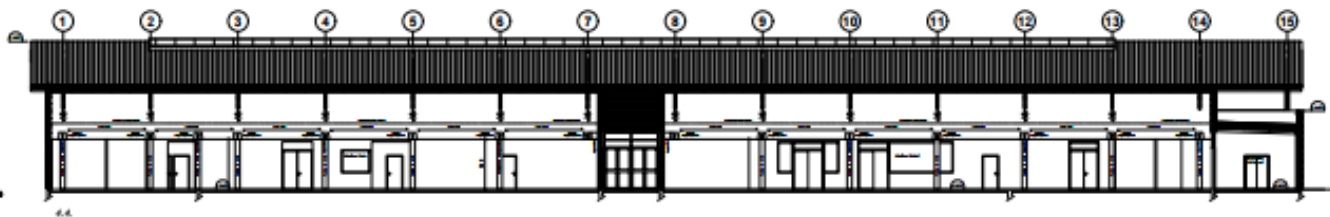
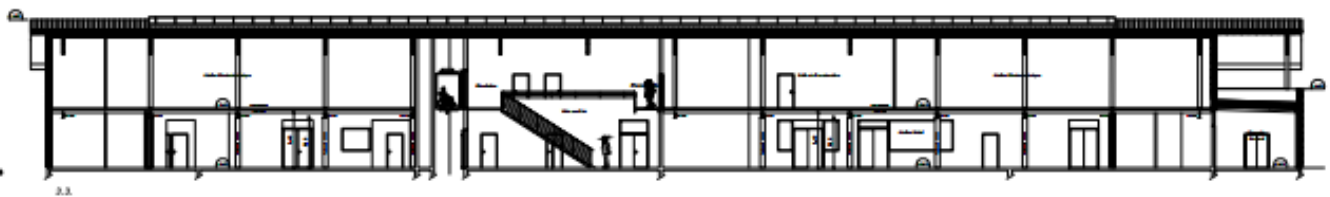


*Nord-Ouest*

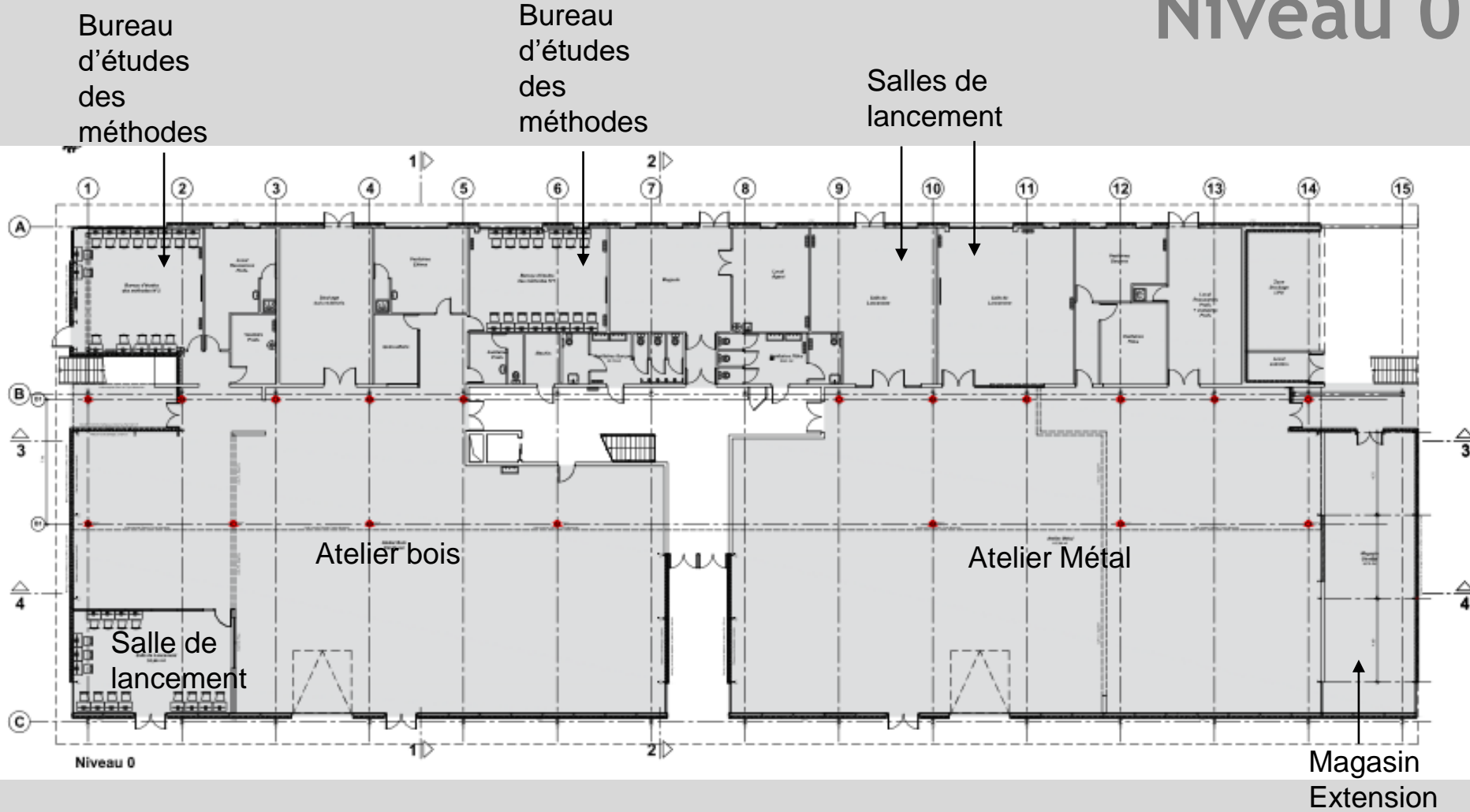


*Nord-Est*

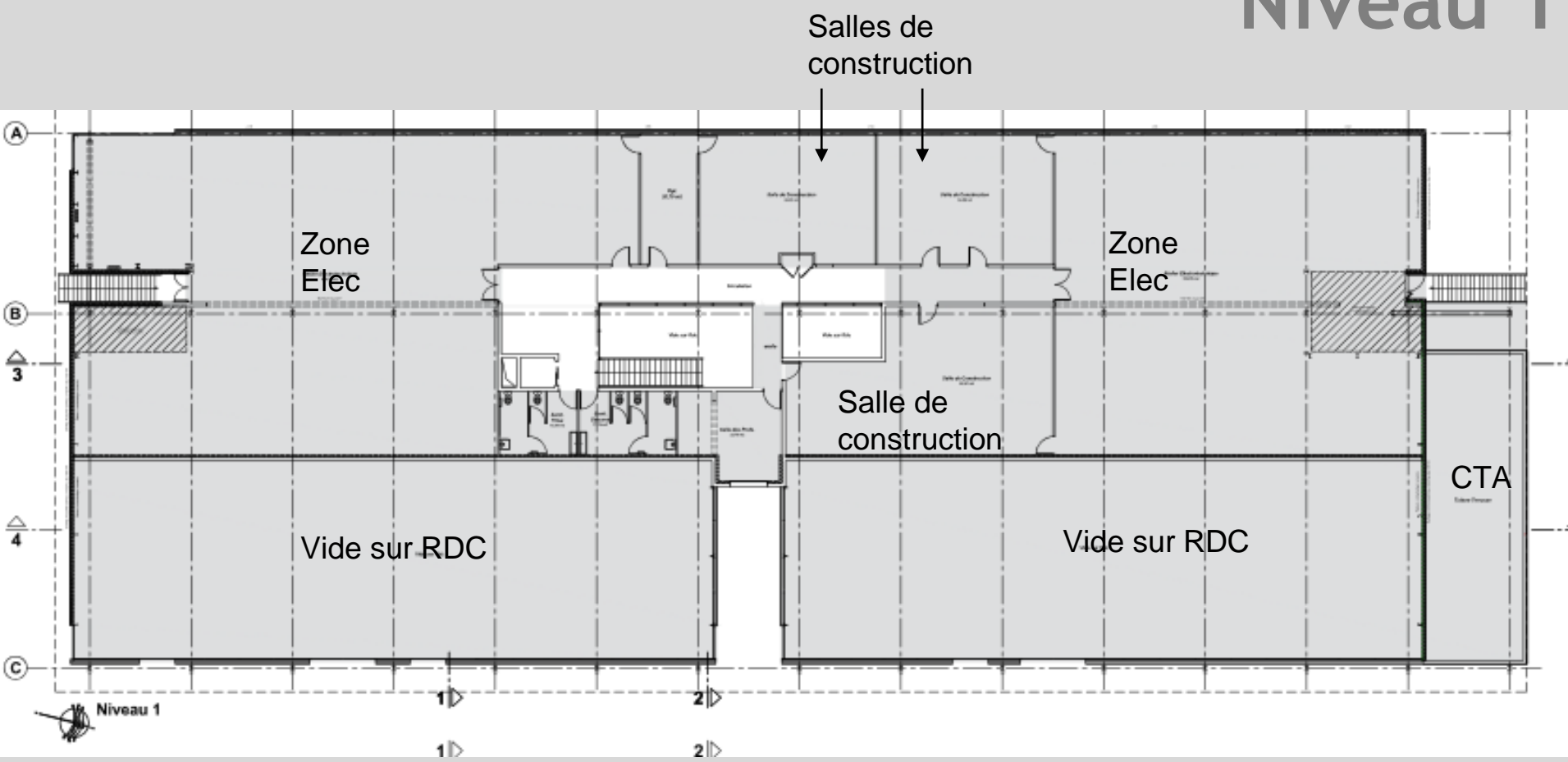
# Coupes bâtiment J



# Niveau 0

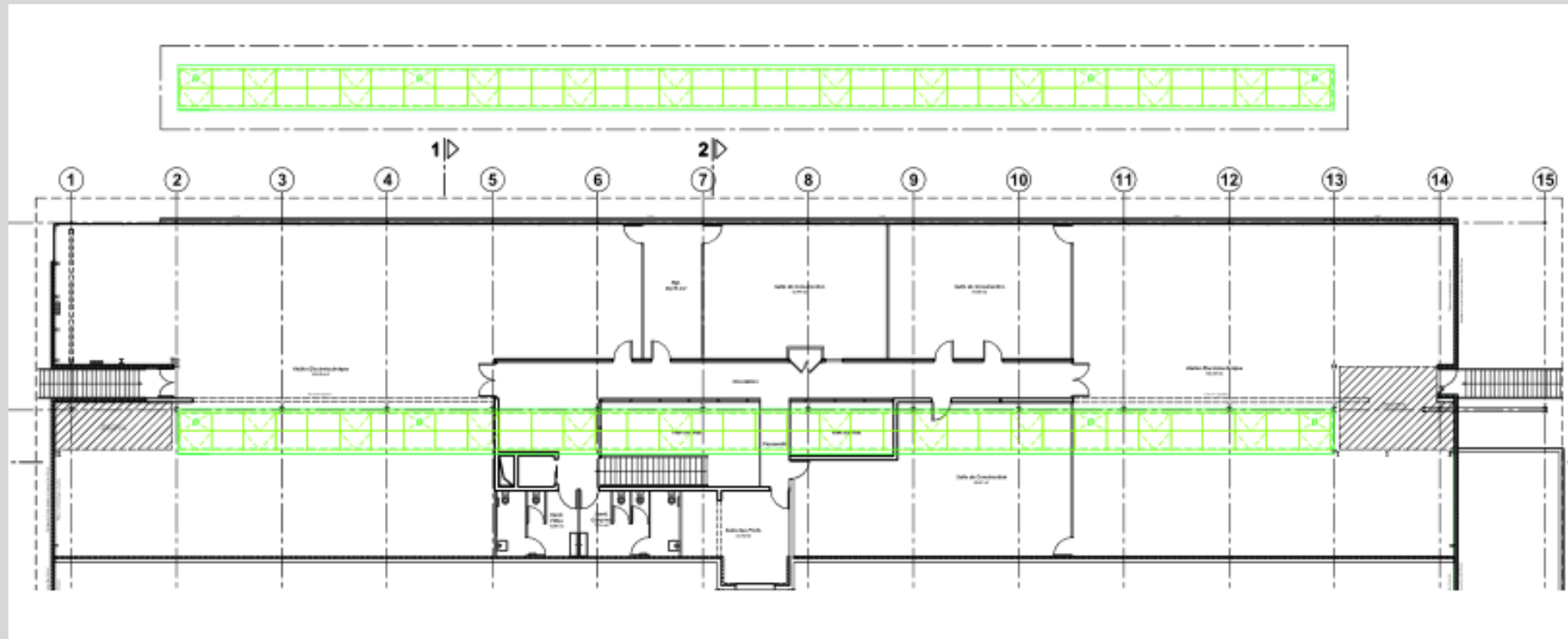


# Niveau 1

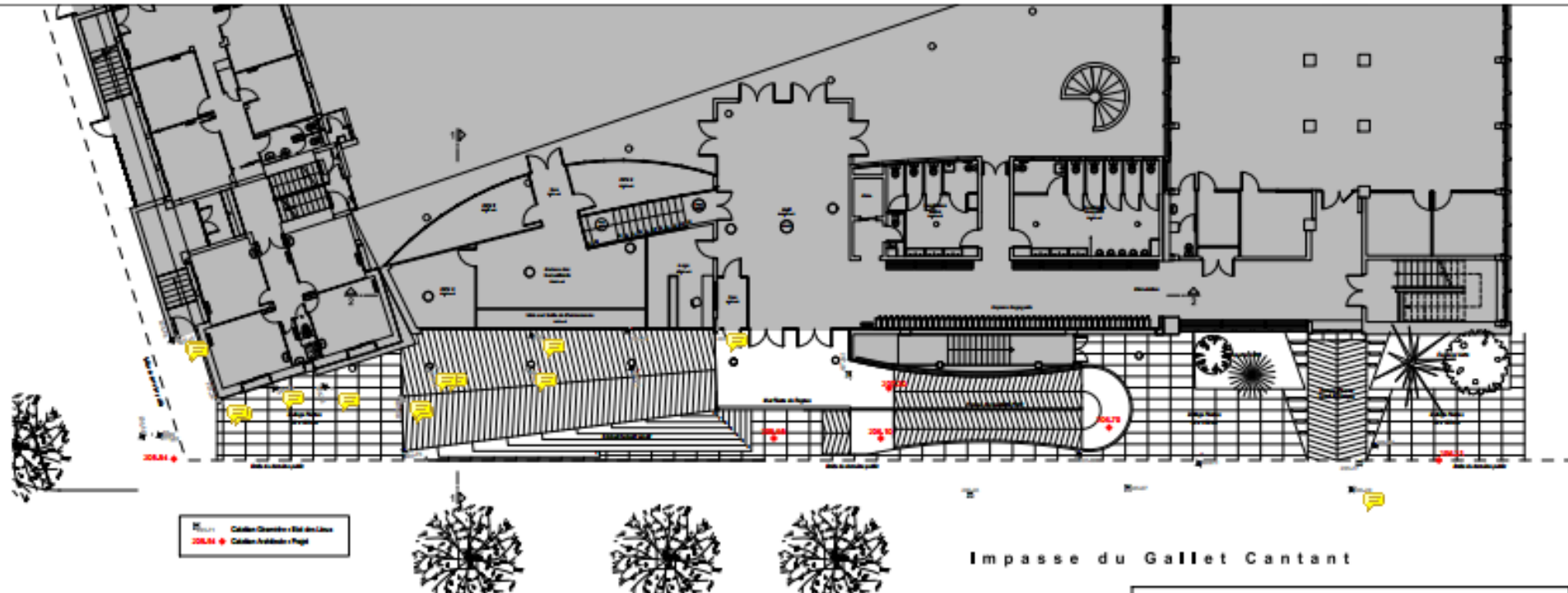




# Toiture Bâtiment J



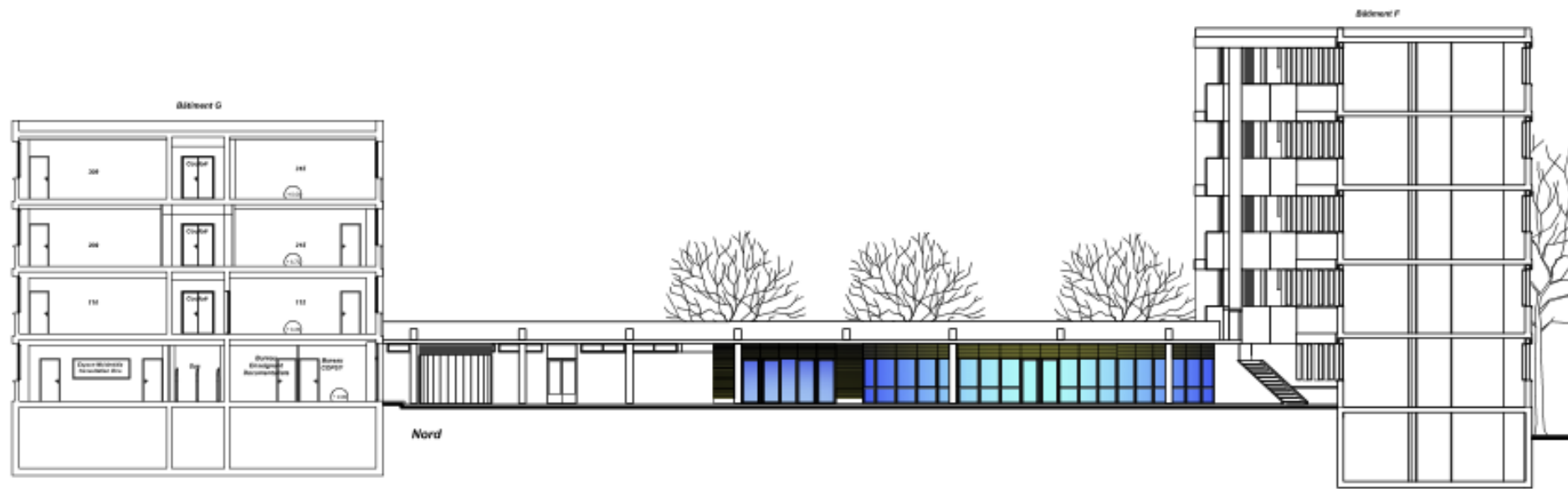
# Aménagement entrée



# Façades bâtiment H

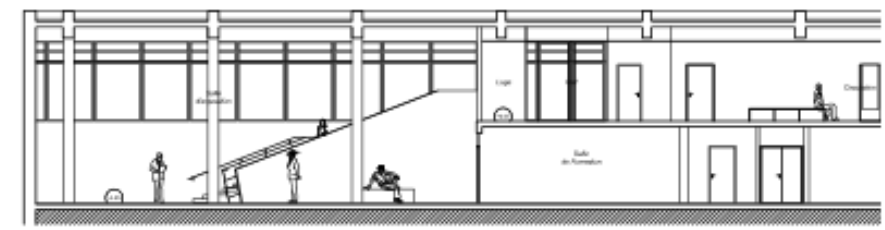
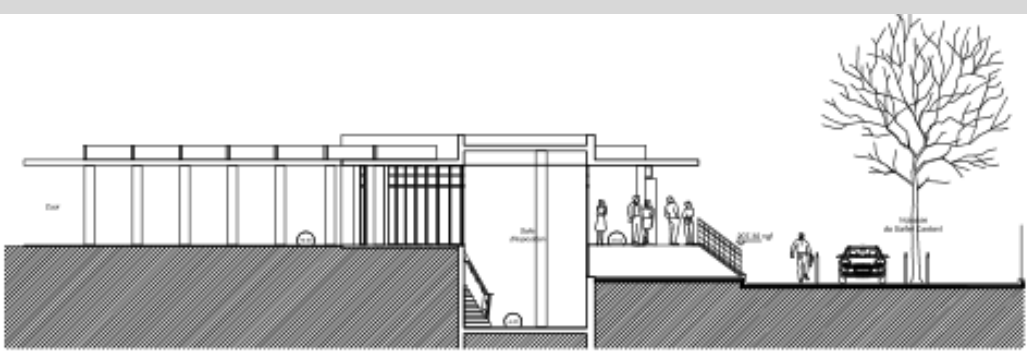


Sud



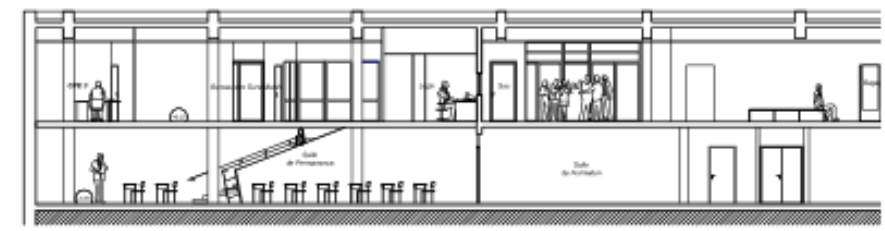
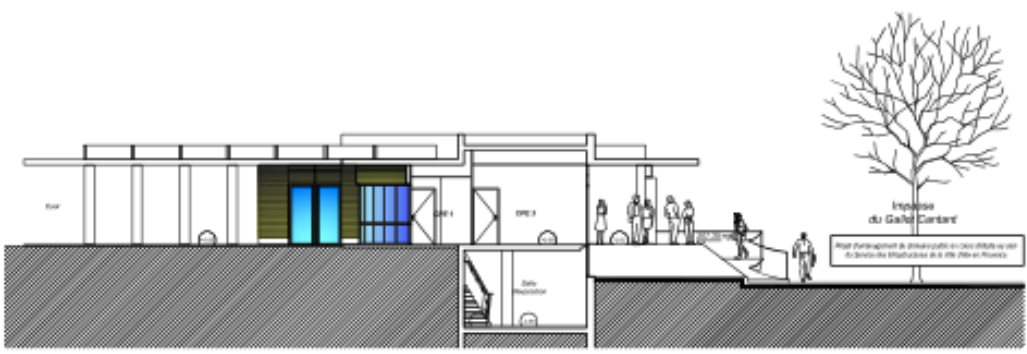
Nord

# Coupes bâtiment H



2.2.

EXISTANT  
PROJET



2.2.



Existant



Lycée Vauvenargues - 13100 Aix en Provence



Proposition d'aménagement de l'entrée générale de l'établissement dans l'hypothèse d'un aménagement urbain semi-piétonnier aux abords du Nouveau Palais de Justice

# Coûts

## COÛT PREVISIONNEL TRAVAUX

4 800 000 € H.T

2 800 000 € HT Bâtiment J

### HONORAIRES MOE

318 000 € H.T.

### AUTRES TRAVAUX

- PV

200K€

850 € H.T. / m<sup>2</sup> de SDP  
sur bâtiment J hors PV

# Fiche d'identité

Typologie

- Enseignement

Surface

- 3083 m<sup>2</sup> SHON RT

Altitude

- 190 m

Zone clim.

- H3

Classement  
bruit

- BR 1
- Catégorie CE1

Ubat  
(W/m<sup>2</sup>.K)

- Ubat ex : 0,9
- Ubat projet : 0,4
- Gain/valeur max : 57%

Consommation  
d'énergie  
primaire (selon  
Effinergie)\*

- Cep initial : 128 kWh  
ep/m<sup>2</sup>
- Cep projet : 76 kWh  
ep/m<sup>2</sup>
- Niveau B+ atteint

Production  
locale  
d'électricité

- Oui
- PV autoconsommés
- 74m<sup>2</sup>

Planning  
travaux  
Délai

- Début : janvier 2020
- Fin : avril 2021 (J)
- Fin: août 2021 (totalité)
- 4 phases de travaux
- Bâtiment J : 17 mois

# Le projet au travers des thèmes BDM

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



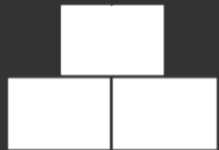
CONFORT ET SANTE



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Gestion de projet

- Démarche BDM intégrée dès le programme
- STD faite en phase APS /APD et étendue au bâtiment G
- Charte chantier propre - objectif visé en déchets : 70kg/m<sup>2</sup>SHON
- Etanchéité à l'air au-delà de la réglementation
- Mesure radon
- Intelligence de projet facilitatrice pour l'aménagement du parvis côté palais de justice

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Social et économie

Calcul en cout global

Réutilisation de la chaufferie existante avec vérification par STD du juste besoin

Création d'un espace vert accessible aux lycéens

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Matériaux

**R**

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

## MURS EXTERIEURS

Bardage acier ou Enduit selon façade

Isolant extérieur Laine de roche 16cm

Mur béton 20 cm **Existant**

BA13

4,8

## TOITURE

Tuile – air 5cm **Existant**

Bac acier **Existant Isolant LR 2x5cm**

**Isolant Metisse 20 cm**

BA13

7,6

## PLANCHER

Béton 20cm sur terre plein **Existant**

0,11

**Portes à âme pleine en bois**

**Peintures Ecolabellisées**

Bâtiment existant en structure métallique conservée



**ubakus** Connecter • Calculatrices • Couche • Exemples • About •

Nom de la construction: Mur

Intérieur: Circulation d'air réduite 20 °C 50 % Humidité de l'air Rsi...

De l'int. vers l'ext.:	Inverser	Épaisseur	Largeur	Distance
1 plaque de plâtre cartonnée		12,5 mm		
2 frein vapeur sd=2,3		0,5 mm		
3 laine de verre 040		160 mm		
4 Ventilation (air ambiant)		0 mm		
5 tôle trapézoïdale		3 mm		
6 Panneaux façades (laine de roche)		100 mm		
7 tôle trapézoïdale		3 mm		
8				

Extérieur: Façade ventilée -5 °C 80 % Humidité de l'air Rse...

Point de rosée sans lame d'air

Nom de la construction: Mur

Intérieur: Circulation d'air réduite 20 °C 50 % Humidité de l'air Rsi...

De l'int. vers l'ext.:	Inverser	Épaisseur	Largeur	Distance
1 plaque de plâtre cartonnée		12,5 mm		
2 frein vapeur sd=2,3		0,5 mm		
3 laine de verre 040		160 mm		
4 Ventilation (air ambiant)		40 mm		
5 tôle trapézoïdale		3 mm		
6 Panneaux façades (laine de roche)		100 mm		
7 tôle trapézoïdale		3 mm		
8				

Extérieur: Façade ventilée -5 °C 80 % Humidité de l'air Rse...

Lame d'air nécessaire – avis défavorable du CT (incendie) – souhait de maintenir une continuité de l'isolant - nécessité de percer le pare vapeur existant pour éviter le point de rosée – étude complémentaire en cours commandée au CSTB – en attente des résultats

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE



# Energie

## CHAUFFAGE



- Raccordement à la chaufferie existante  
Radiants Gaz dans les ateliers – radiateurs à eau autres locaux et sous mezzanines
- Puissance de 20 à 36 W/m<sup>2</sup>

## REFROIDISSEMENT



- Aucun
- Brasseurs d'air dans les salles de cours

## ECLAIRAGE



Puissance installée 7W/m<sup>2</sup> et 12 W/m<sup>2</sup> dans les ateliers – éclairage leds – détection de présence dans les sanitaires ,vestiaires, circulation, stockages

## VENTILATION



- VMC Double flux 8400m<sup>3</sup>/h
- Puissance absorbée maxi 5880 W à 8400m<sup>3</sup>/h.
- Débit réduit 20% hors occupation
- Programmation horaire et hebdomadaire
- Rendement 80%
- Filtres M5 F7
- Radon catégorie 2

## ECS



- 2 chauffe eaux électriques 50l (douches)
- Lavabos à eau froide

## PRODUCTION D'ENERGIE



- 46 panneaux pente de 13° intégrés à la verrière – orientation Ouest Sud Ouest
- Surface : 74 m<sup>2</sup>
- Production annuelle : 16400 kWh
- Puissance 11,5kWc

# Energie

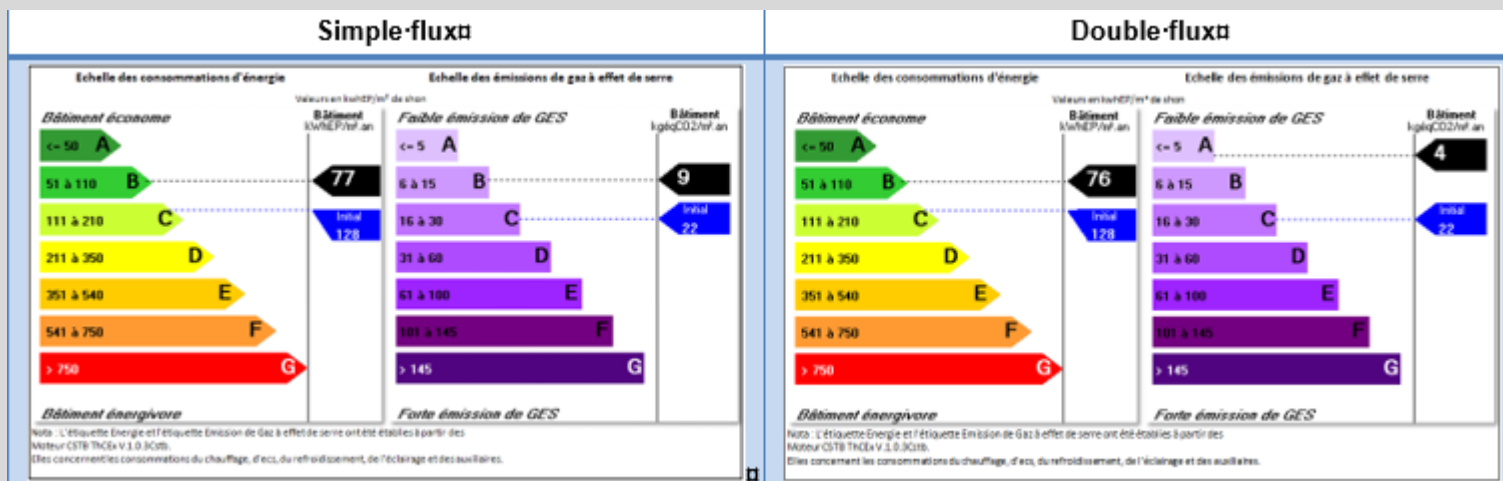
- Les systèmes de comptage :
- Comptage calorique Gaz bâtiment J pour le chauffage
- Comptage éclairage
- Comptage Ventilation Double flux
- Comptage production ECS
- Comptage eau froide bâtiment J
- Pas d'arrosage

Photovoltaïque : couverture de 100% des besoins d'ECS et de 12% des besoins de ventilation

Production ECS limitée aux douches - eau froide sur lavabos

□	Simple-flux□	Double-flux□
Besoins en chauffage□	183·kW□	128·kW□
<b>Gain SF par rapport à DF□</b>	<b>30·%□</b>	

□	Simple-flux□	Double-flux□
Consommation en chauffage·¶ Gaz·(kWh·PCI)□	116°457,37□	39°810,51□
Coût du gaz·¶ (€·T.T.C.·/·kWh·PCI)□	0,053□	0,053□
Coût d'exploitation annuel pour le chauffage·(€·T.T.C.)□	6·172·€□	2·109·€□
Consommation pour les ventilateurs· Electricité·(kWh)□	19·053□	49·505□
Coût de l'électricité¶ (€·T.T.C.·/·kWh)□	0,13□	0,13□
Coût d'exploitation annuel pour les ventilateurs·(€·T.T.C.)□	2°477·€□	6°435·€□
<b>Coût d'exploitation annuel pour le chauffage + les ventilateurs·(€·T.T.C.)□</b>	<b>8°649·€□</b>	<b>8°544·€□</b>



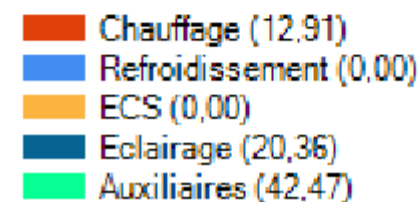
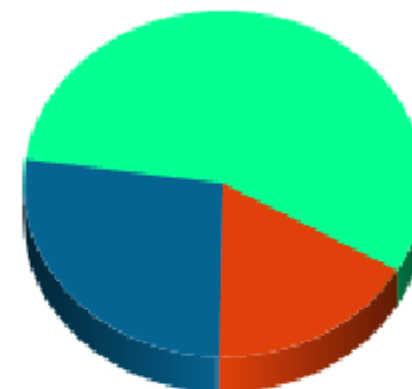
# Energie

- Répartition du Cep en kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup> shon.an

Bâtiment n° 1 : VAUVENARGUES - Bât J

Détails	Projet	Référence	Ecart %	Etat initial	Ecart %
Ubat du bâtiment	0,390	0,574	32,12	0,924	57,84
Coefficient Cep (kWh énergie primaire / m <sup>2</sup> )	75,74	104,26	27,35	127,788	40,73
<b>CHAUFFAGE</b>					
Gaz	39810,51	99259,21	59,89	232208,93	82,86
Total Energie primaire (kwh EP /m <sup>2</sup> )	12,91	32,2	59,89	92,4	86,03
<b>REFROIDISSEMENT</b>					
<b>ECS</b>					
<b>ECLAIRAGE</b>					
Electrique	24331,86	44247,42	45,01	33037,85	26,35
Total Energie primaire (kwh EP /m <sup>2</sup> )	20,36	37,03	45,01	33,92	39,97
<b>AUXILIAIRES</b>					
Electrique	1242,6	966,24	-28,60	965,98	-28,64
Ventilateurs (Electrique)	49504,9	40903,63	-21,03	462,5	10603,76
Total Energie primaire (kwh EP /m <sup>2</sup> )	1,04	,81	-28,60	0,99	-4,85
Vent - Total Energie primaire (kwh EP /m <sup>2</sup> )	41,43	34,23	-21,03	0,47	8624,80

Consommations



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

## Equipements hydro économes



Projet améliorant le taux de perméabilité des sols de 500m<sup>2</sup> (espaces végétalisés + stationnement en concassé sur nid d'abeille) en lieu et place d'une dalle béton initiale

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



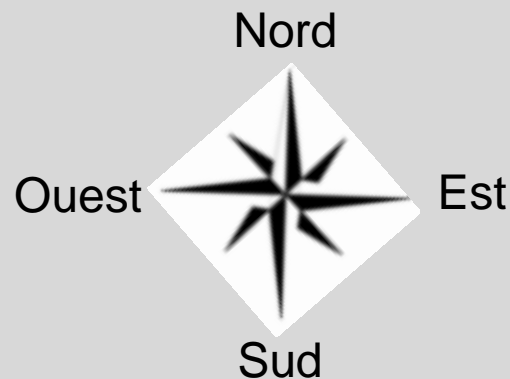
CONFORT ET SANTE

# Confort et Santé : baies

Menuiseries	Composition
Type de menuiseries	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Châssis aluminium</li> <li>• Nature du vitrage</li> <li>- Déperdition énergétique <math>U_w = 1,5W/m^2°C</math></li> <li>- Facteur solaire <math>S_w 0,4</math></li> </ul>

<b>Zénithal - verrière</b> <b>Surface 118 m<sup>2</sup></b>	<b>20%</b>
--	------------

<b>Surface 38 m<sup>2</sup></b>	<b>7%</b>
---------------------------------	-----------



<b>Surface 251m<sup>2</sup></b>	<b>43%</b>
---------------------------------	------------

<b>Surface 152 m<sup>2</sup></b>	<b>27%</b>
----------------------------------	------------

<b>Surface 20 m<sup>2</sup></b>	<b>3%</b>
---------------------------------	-----------



# Confort thermique

## Simulation thermique dynamique

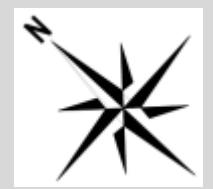
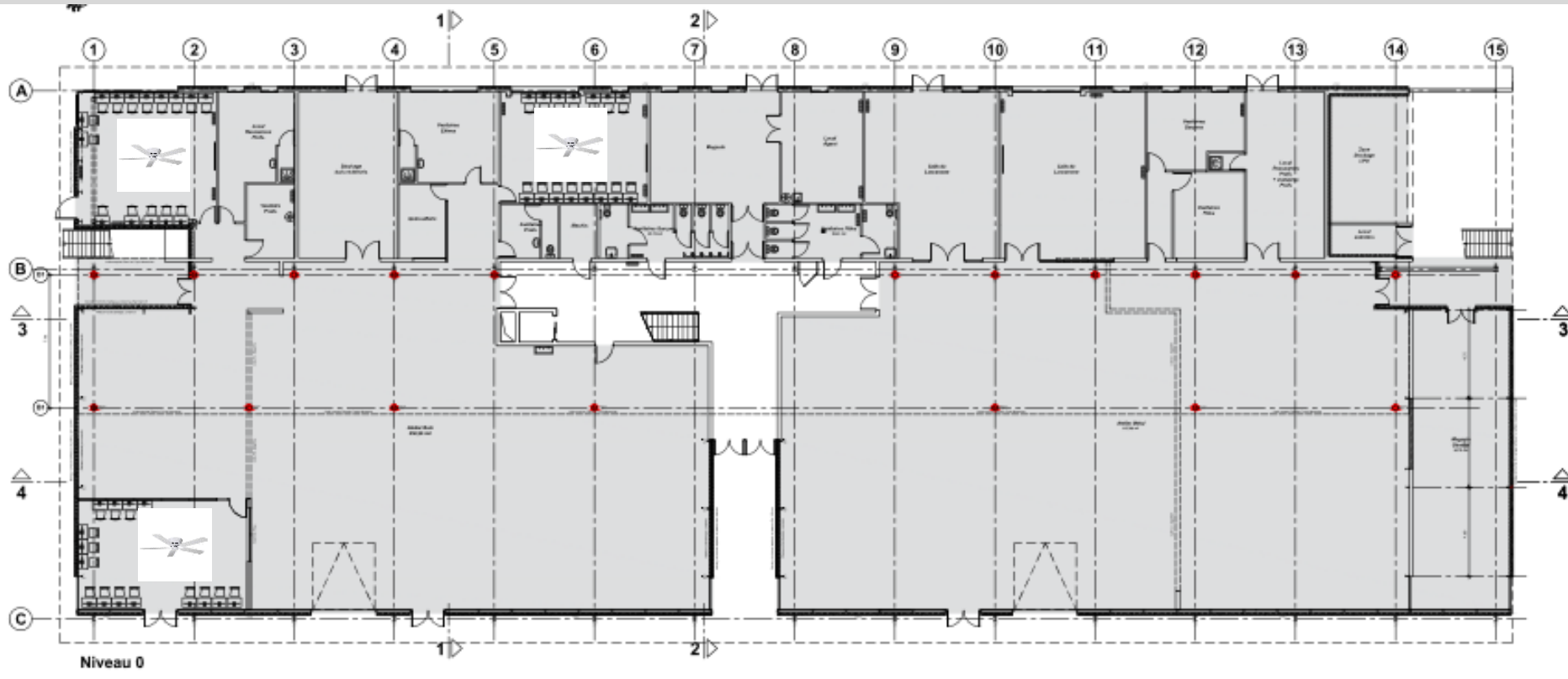
### INFLUENCE DE LA VENTILATION NATURELLE ET DES BRASSEURS D'AIR:

	VMC DF y compris nuit sans Ventilation naturelle		VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle		VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air	
	Givoni 0m/s	Nb heures >28°C	Givoni 0m/s	Nb heures >28°C	Givoni 1m/s	Nb heures >28°C
Salle de lancements N RDC	71.7% du temps occ.	148	74.2% du temps occ.	88	86.1% du temps occ.	88
Salle de lancements S RDC	60.4% du temps occ.	220	63.7% du temps occ.	155	81.5% du temps occ.	155
Atelier métal RDC	84.1% du temps occ.	75	83.6% du temps occ.	54	83.6% du temps occ.	54
Atelier bois RDC	88% du temps occ.	58	88.6% du temps occ.	42	88.6% du temps occ.	42
Bureau d'études des méthodes n°1 SE RDC	15.3% du temps occ.	788	33.1% du temps occ.	569	50.7% du temps occ.	569
Bureau d'études des méthodes n°2 NE RDC	59.1% du temps occ.	317	73.4% du temps occ.	138	89.6% du temps occ.	138
Zone Elec 1 N R+1	77.4% du temps occ.	218	79.5% du temps occ.	144	79.5% du temps occ.	144
Salle de construction 3 ouest R+1	68.5% du temps occ.	263	72.6% du temps occ.	184	88.1% du temps occ.	184
Zone élec 2 S R+1	78.1% du temps occ.	199	80.6% du temps occ.	126	80.6% du temps occ.	126
salle de construction 1 NE R+1	79.5% du temps occ.	129	79.3% du temps occ.	77	89.7% du temps occ.	77
Salle de construction 2 SE R+1	78.7% du temps occ.	132	78.6% du temps occ.	80	89.6% du temps occ.	80
salle de lancement NO RDC	9.3% du temps occ.	891	27.2% du temps occ.	654	61% du temps occ.	654

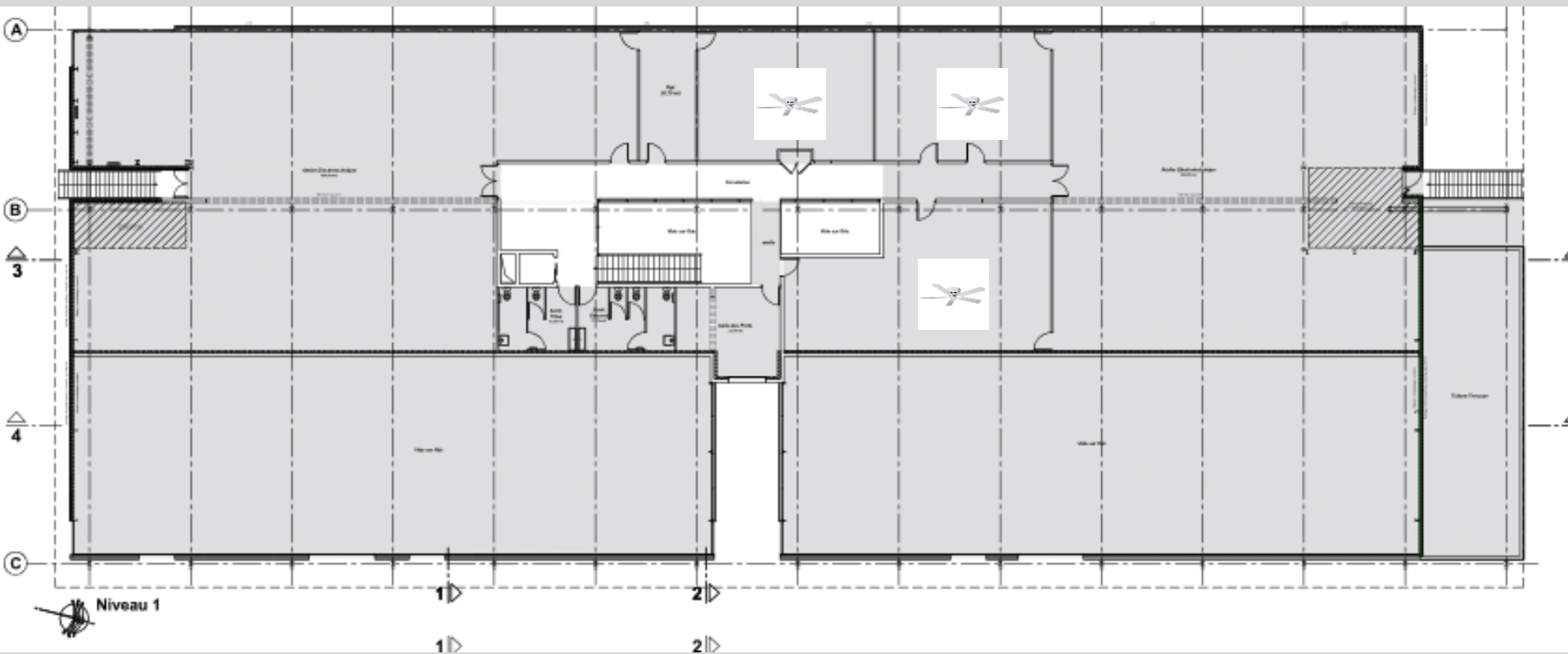
Ouverture de la verrière à 30% vérifiée sous Dial+  
Mauvais usage : +18% si +2°C de consigne de chauffe



# Niveau 0 brasseurs d'air



# Niveau 1 Brasseurs d'air



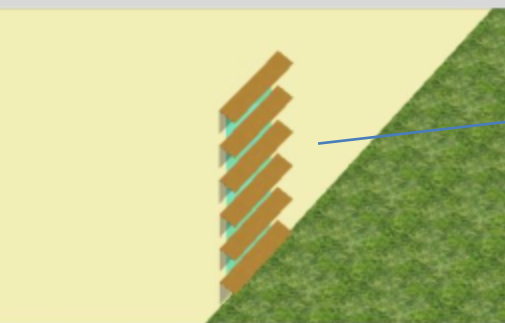
### INFLUENCE DES SCENARII D'OCCUPATION SUR LES SALLES DE LANCEMENT

	VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air <b>occupation 100%</b>		VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air <b>occupation réduite</b>	
	<i>Givoni 1m/s</i>	<i>Nb heures &gt;28°C</i>	<i>Givoni 1m/s</i>	<i>Nb heures &gt;28°C</i>
Salle de lancements N RDC	86.1% du temps occ.	88	77.2% du temps occ.	5
Salle de lancements S RDC	81.5% du temps occ.	155	74.6% du temps occ.	4
Bureau d'études des méthodes n°1 SE RDC	50.7% du temps occ.	569	50.7% du temps occ.	46
Bureau d'études des méthodes n°2 NE RDC	89.6% du temps occ.	138	89.6% du temps occ.	18
Salle de construction 3 ouest R+1	88.1% du temps occ.	184	88.2% du temps occ.	32
salle de construction 1 NE R+1	89.7% du temps occ.	77	89.7% du temps occ.	9
Salle de construction 2 SE R+1	89.6% du temps occ.	80	89.7% du temps occ.	8
salle de lancement NO RDC	61% du temps occ.	654	64.1% du temps occ.	57

### INFLUENCE DU FONCTIONNEMENT DES ORDINATEURS

Influence du fonctionnement des ordinateurs	VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air occupation 100% PC 100%		VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air occupation 100% PC 50%		VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air occupation 100% PC 0%	
	<i>Givoni 1m/s % du temps d'occ</i>	<i>Nb heures &gt;28°C</i>	<i>Givoni 1m/s % du temps d'occ</i>	<i>Nb heures &gt;28°C</i>	<i>Givoni 1m/s % du temps d'occ</i>	<i>Nb heures &gt;28°C</i>
Bureau d'études des méthodes n°1 RDC	50.7	569	74,3	242	85,5	47
Bureau d'études des méthodes n°2 RDC	89.6	138	91,3	66	89,9	24
Salle de lancement NO RDC	61	654	78,3	415	82,9	172

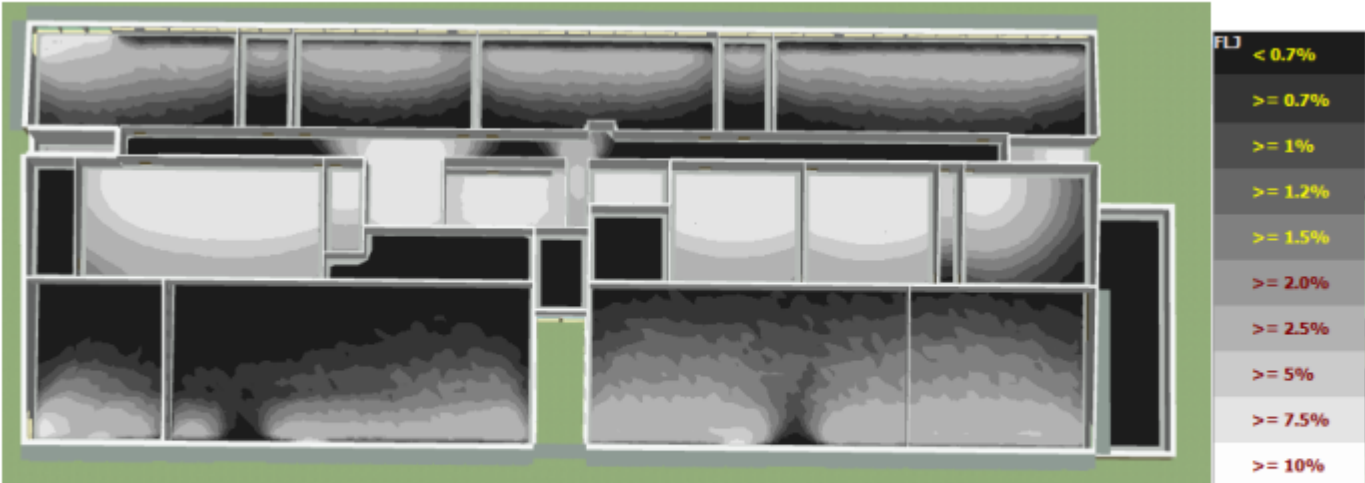
## INFLUENCE DES PROTECTIONS SOLAIRES SUR LES SALLES BUREAU D'ETUDES NE RDC ET LANCEMENT S RDC :



Influence des protections solaires extérieures	VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air occupation 100% PC 100%		VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air occupation 100% PC 100% Brises soleils changement porte métal salle lancement		Gain en %
	Apports solaires	Nb heures >28°C	Apports solaires	Nb heures >28°C	
<b>Bureau d'études des méthodes n°2 RDC</b>	4124	138	645	50	64%
<b>Salle de lancement NO RDC</b>	3421	654	2321	417	36%

**SIMULATION CANICULE – FICHER METEO ETE CHAUD**

Influence météo	VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air Météo été moyen	VMC DF y compris nuit avec Ventilation naturelle et Brasseurs d'air Météo été chaud
	<i>Nb heures &gt;28°C</i>	<i>Nb heures &gt;28°C</i>
<b>Salle de lancements N RDC</b>	93	130
<b>Salle de lancements S RDC</b>	156	191
<b>Atelier métal RDC</b>	66	94
<b>Atelier bois RDC</b>	46	74
<b>Bureau d'études des méthodes n°1 SE RDC</b>	584	626
<b>Bureau d'études des méthodes n°2 NE RDC</b>	50	94
<b>Zone Elec 1 N R+1</b>	127	196
<b>Salle de construction 3 ouest R+1</b>	185	249
<b>Zone élec 2 S R+1</b>	126	179
<b>salle de construction 1 NE R+1</b>	77	140
<b>Salle de construction 2 SE R+1</b>	80	144
<b>salle de lancement NO RDC</b>	420	468



Existant

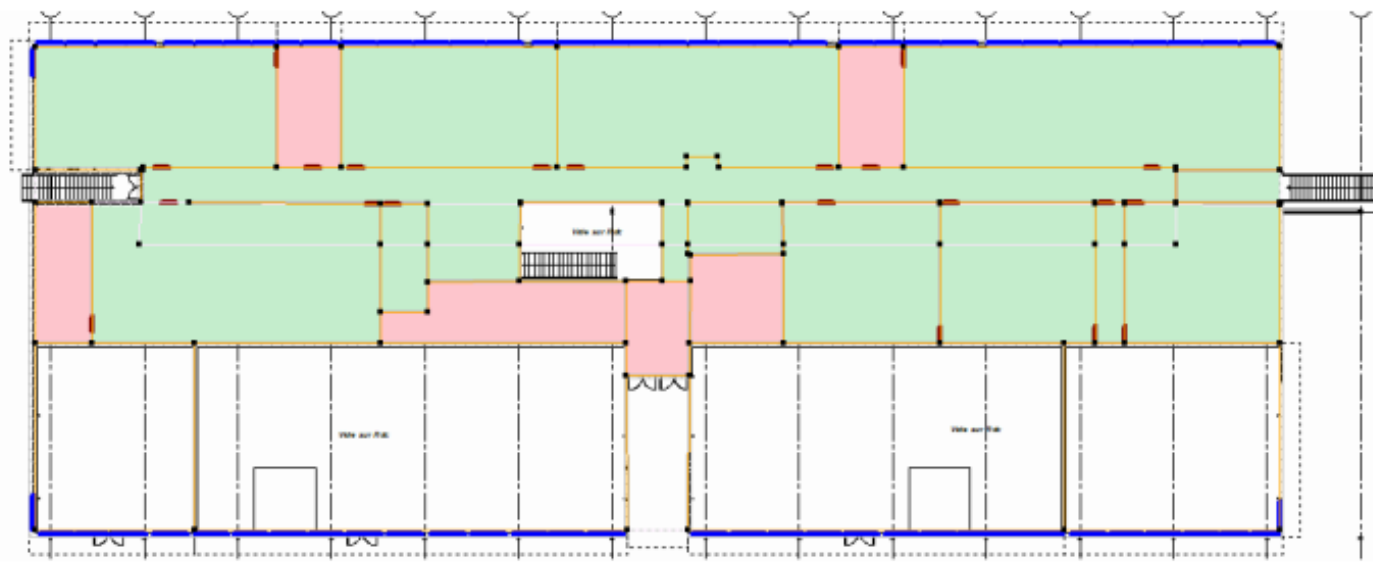


Projet

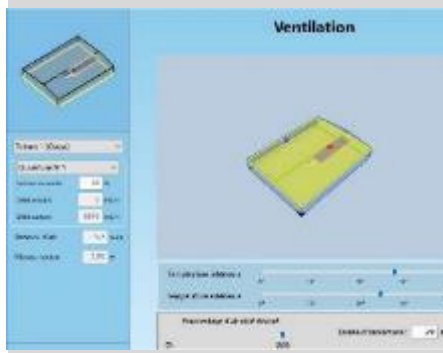


R+1

- Les salles à l'étage situées sous le bandeau zénithal sont exposées à un risque d'éblouissement (FLI moy >10)



30% ouverture



R+1 Avec facteur solaire réduit à 0,2 sur la verrière



BATIMENT G

**Sans Brise Soleil**

Zones	Apports solaires br	Conso Eclairage	Heures > T°Inconfc
salle SE R+2	6 406 kWh	315 kWh	249 h
salle SO R+2	6 631 kWh	208 kWh	264 h

Besoin chauff. 6060 kWh/an

**Avec store toile (effet occultant 60%)**

Zones	Apports solaires br	Conso Eclairage	Heures > T°Inconfc
salle SE R+2	3 964 kWh	314 kWh	122 h
salle SO R+2	4 343 kWh	212 kWh	134 h

Besoin chauff. 6062 kWh/an

**Avec Brise Soleil fixe**

Zones	Apports solaires br	Conso Eclairage	Heures > T°Inconfc
salle SE R+2	1 116 kWh	601 kWh	205 h
salle SO R+2	1 092 kWh	409 kWh	232 h

Besoin chauff. 6652 kWh/an

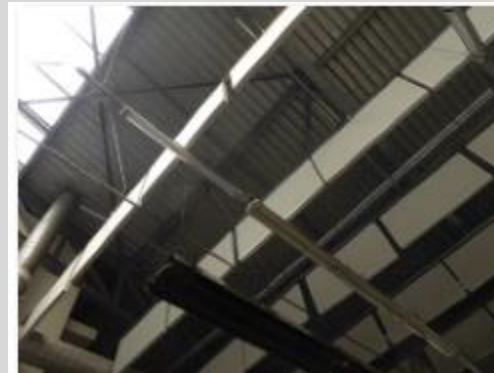
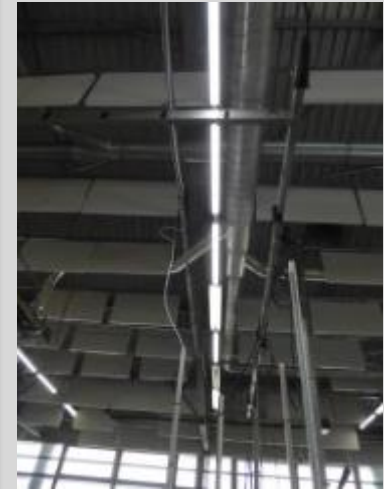


# Confort acoustique

Mesures acoustique des ateliers en état initial

Récupération des panneaux acoustiques existants

Acousticien dans l'équipe de maitrise d'oeuvre



# Pour conclure

*Une réhabilitation énergétique sobre  
Qui crée un parvis intégré à l'espace public  
Qui réutilise la chaufferie existante  
Qui introduit un isolant biosourcé en toiture  
Qui résout le confort visuel avec du PV en verrière  
Qui améliore le traitement paysager des abords*

*Radiants gaz  
Niveau BBC*

# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

## CONCEPTION

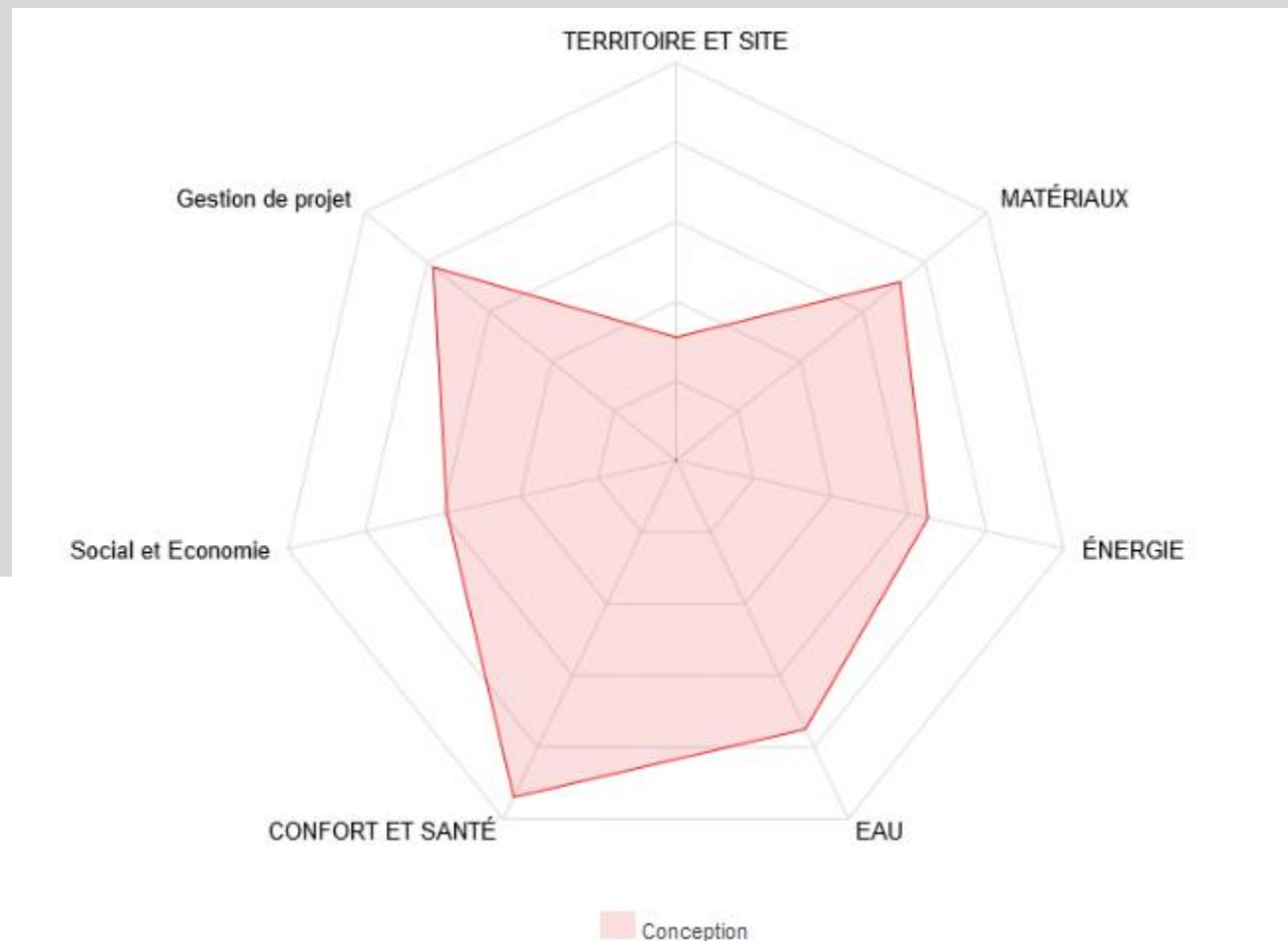
24/06/2019

55 pts

+ 6 cohérence durable

+ 0 d'innovation

**61 pts BRONZE**



- TERRITOIRE ET SITE - 3.97/12.6 (31%)
- MATÉRIAUX - 9.08/12.6 (72%)
- ÉNERGIE - 8.27/12.6 (65%)
- EAU - 6.3/8.4 (75%)
- CONFORT ET SANTÉ - 11.9/12.6 (94%)
- Social et Economie - 4.82/8.1 (59%)
- Gestion de projet - 10.65/13.5 (78%)

# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

MAITRISE D'OUVRAGE

REGION SUD

MOA DELEGUEE

AREA

QEB

SOWATT

UTILISATEURS

LYCEE  
VAUVENARGUES

## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

ARCHITECTE

SERGE CARATINI

BE THERMIQUE

G2E  
BE AMIANTE  
COMEBAT

BE STRUCTURE

ECIBAT  
COORDONNATEUR SSI  
ANALYFEU

ECONOMISTE

ALPHA I  
BE ACOUSTIQUE  
CAE

# Merci pour votre attention

## Nous attendons vos remarques et questions

