

Commission d'évaluation : REALISATION du CFA de de l'éco-quartier de Sainte Tulle

Eco-campus Provence de Sainte Tulle (04)



Batiments Durables Méditerranéens

Batiments Durables Méditerranéens



Maître d'Ouvrage	Architectes	BE Technique	AMO
<p>DURANCE LUBERON VERDON AGGLOMÉRATION (M. Salvador)</p>	<p>R+4 ARCHITECTES mandataire – Bernard Brot et Christiane Mars (FORCALQUIER - 04)</p> <p>LETEISSIER-CORRIOL associés Elisabeth Leteissier et JL Coriol (MARSEILLE -13)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ADRET (05 et 83) - SCOP GAUJARD TECHNOLOGIE (84) - VERDI INGENIERIE (13) - GENIE ACOUSTIQUE (69) - PAYSAGISTE H&R (13) 	<p>TPF.i (84 et 13) Thomas Bidon Bernard Sartorius</p> <p>OPC : Alain Mirloca</p>

Contexte, Programme



La construction de l'Eco-campus s'inscrit dans une logique de **développement territorial axé sur la filière énergétique et environnementale.**

Le **programme de construction de l'ECO-CAMPUS CFA pour DLVA** est en effet orienté vers les énergies nouvelles, localisé sur l'ancien site EDF de la commune de Sainte Tulle, il souligne fortement la volonté de prendre en compte l'environnement dans sa réalisation en visant le **niveau Or de la démarche BDM.**

Une exigence environnementale particulière pour ce **bâtiment pédagogique exemplaire** en cohérence avec chaque thème ou phase de reconnaissance de la démarche BDM.

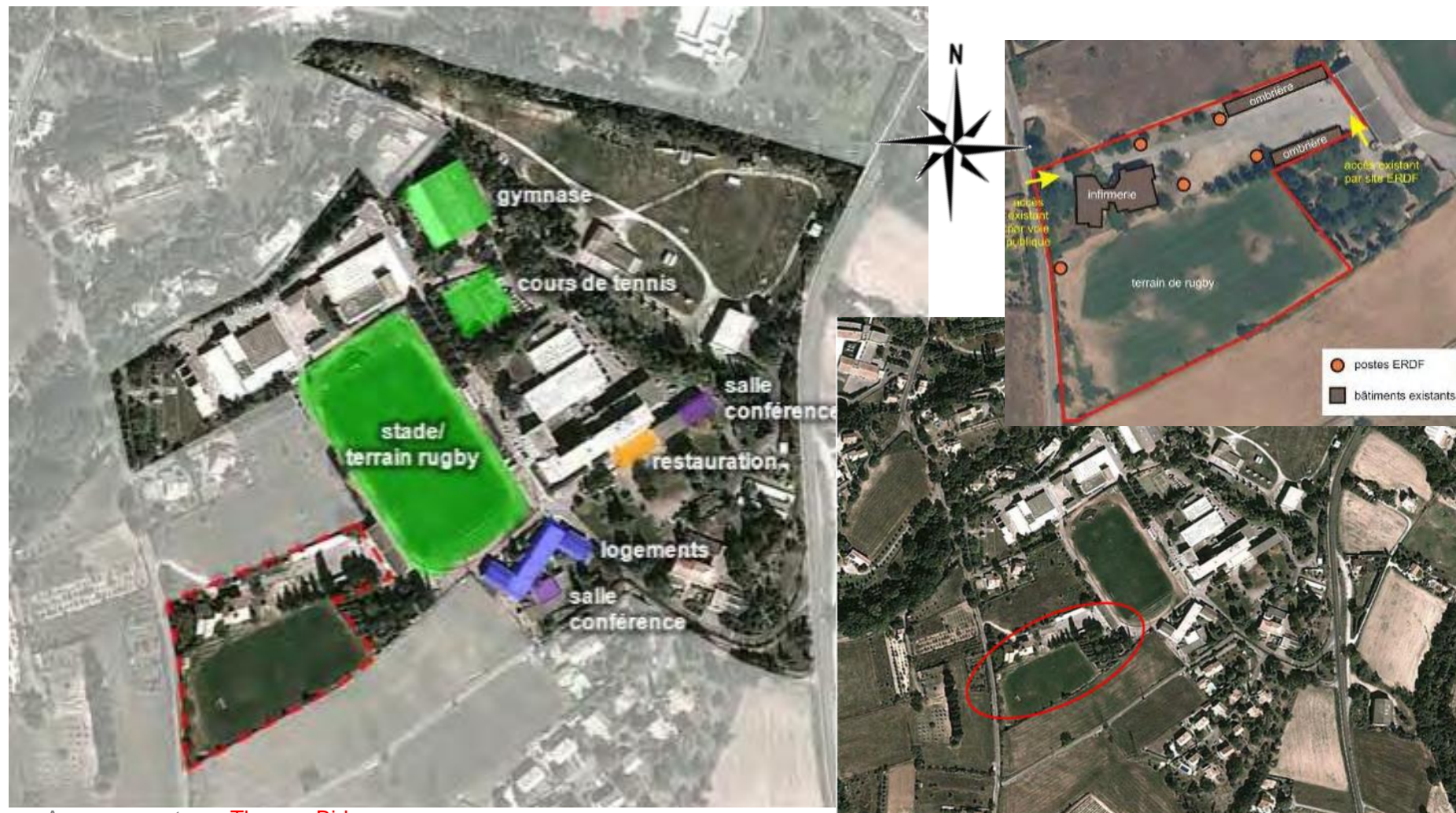


Situation :



Le projet dans son territoire

Au cœur du Val de Durance, labellisé « Vallée des énergies nouvelles », Sainte-Tulle dispose d'un emplacement privilégié à proximité du CEA de Cadarache avec ITER, de la Cité des Energies d'EDF et du développement de l'activité hydroélectrique d'EDF.



Enjeux Durables du projet

Rappel des objectifs et enjeux environnementaux visés en phase conception :

Enjeu 1 - Réalisation d'un **bâtiment performant** sur le plan thermique (respect de la RT 2012 – 15%) :

Enveloppe très performante, étanchéité à l'air, circulations non chauffées, recours aux ENR, système de comptage, GTB...

Enjeu 2 - Réalisation d'un **bâti confortable** pour le **confort d'été**, confort **visuel** ou **acoustique** : *approche bioclimatique, protections solaires, toiture ventilée et végétalisée, bâtiment traversant avec ventilation naturelle et éclairage naturel des patios, végétalisation extérieure, orientation des salles d'activité ou d'enseignement pour les apports de lumières naturelles et le confort acoustique performant.*

Enjeu 3 - **Mise en œuvre d'éco-matériaux et/ou bio-sourcés**, avec la volonté d'une provenance locale : *construction à ossature bois, isolants bio-sourcés en fibre végétale, rétention/végétalisation des toitures, végétation créée avec essences locales...*

Enjeu 4 – Faire de ce bâtiment **un support exemplaire et pédagogique pour ce CFA** : *Forte implication et ténacité de l'ensemble des concepteurs tout au long du projet jusqu'à sa livraison.*



TERRITOIRE



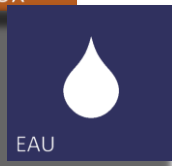
ENERGIE



CONFORT ET SANTE



MATERIAUX



EAU

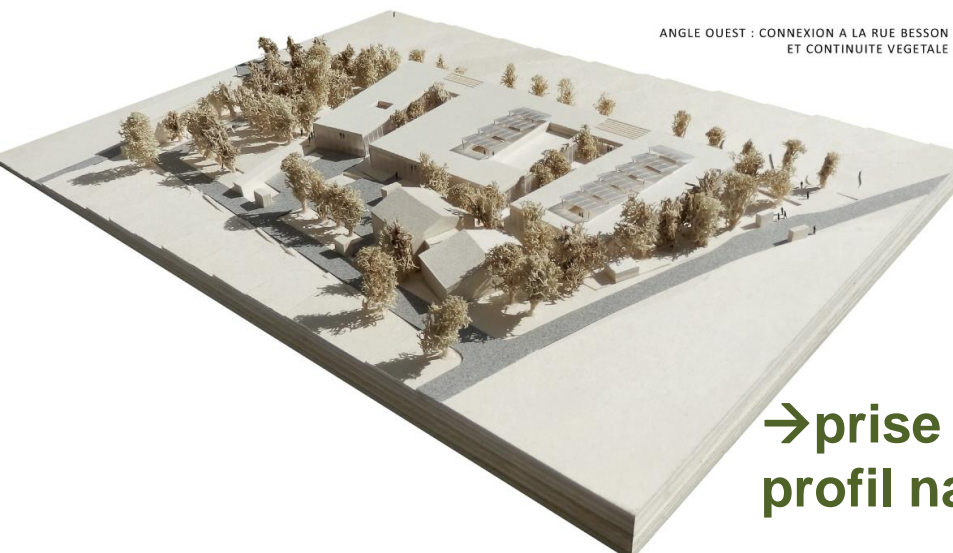


SOCIAL ET ECONOMIE



GESTION DE PROJET

Le terrain et son voisinage

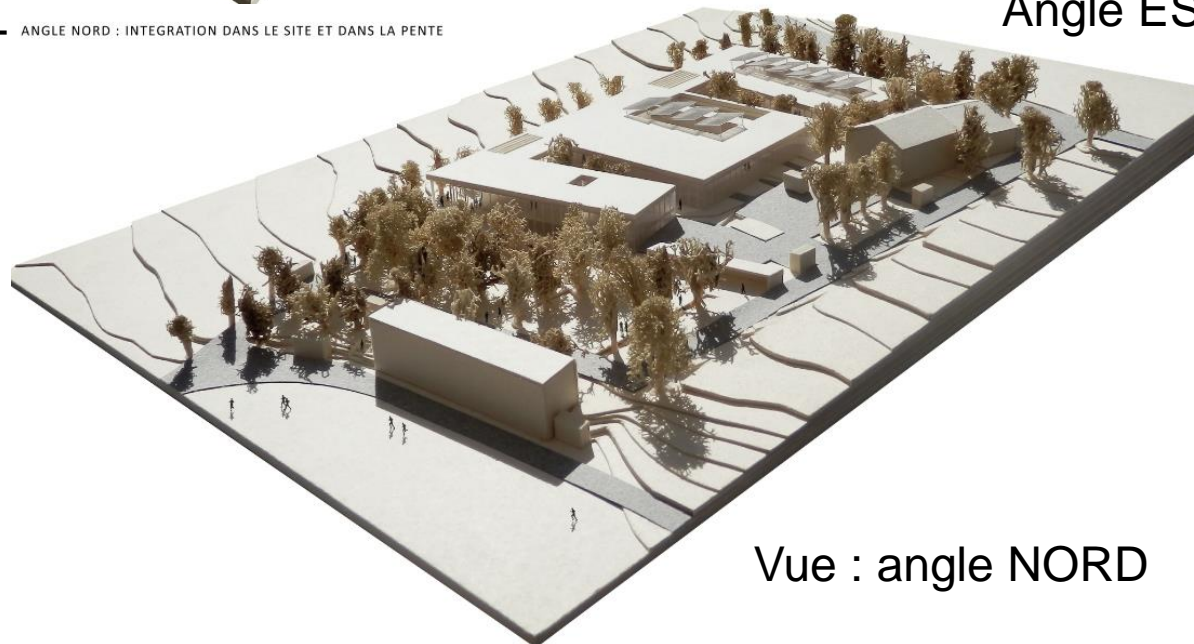


→ prise en compte du
profil naturel du terrain.

Angle OUEST

ANGLE NORD : INTEGRATION DANS LE SITE ET DANS LA PENTE

Angle EST



PLAN MASSE : optimisation et conception bioclimatique

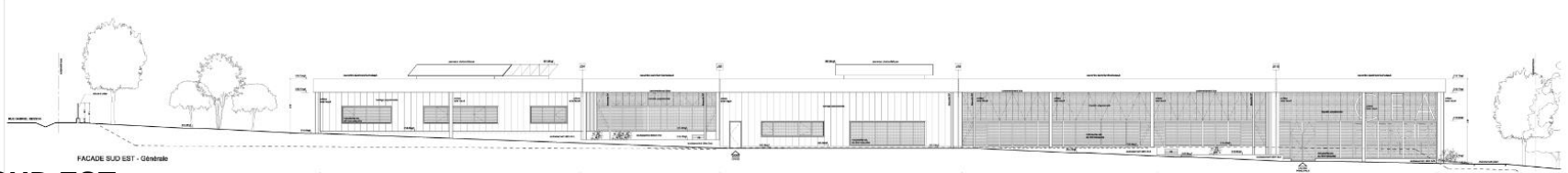


Façades et coupes

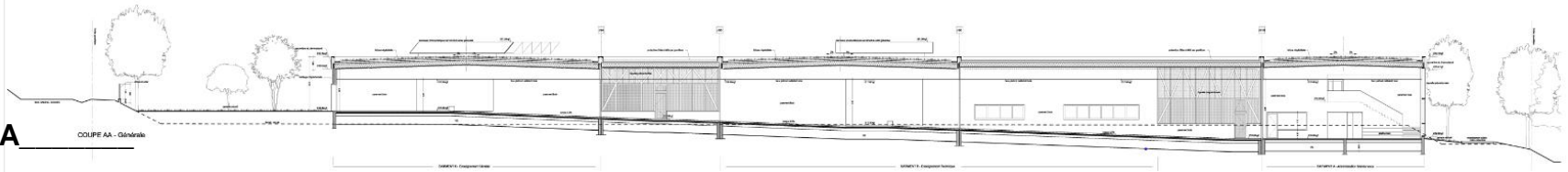


COUPE LONGITUDINALE B SUR JARDINS 1/200

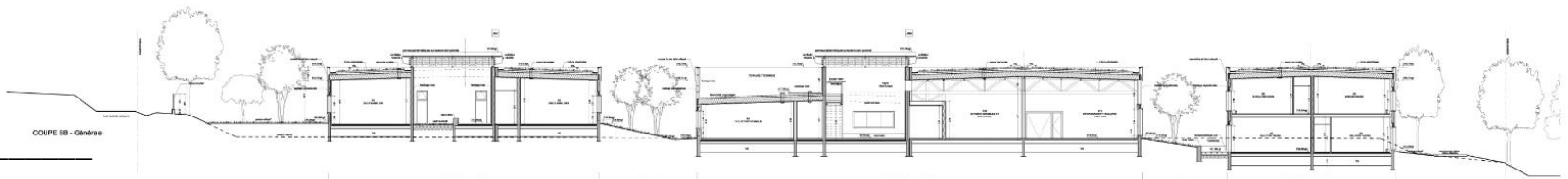
Façade SUD EST



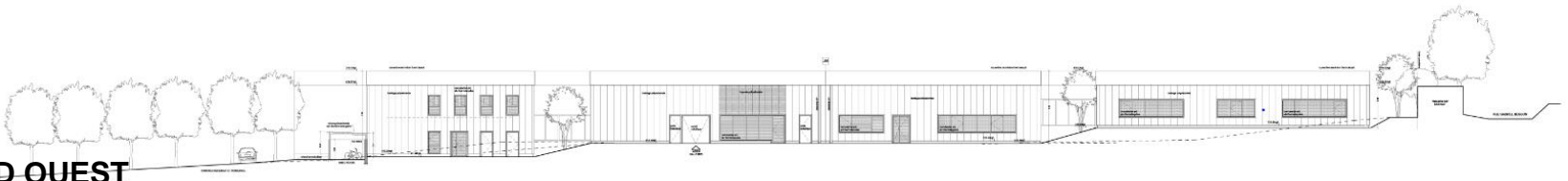
Coupe AA



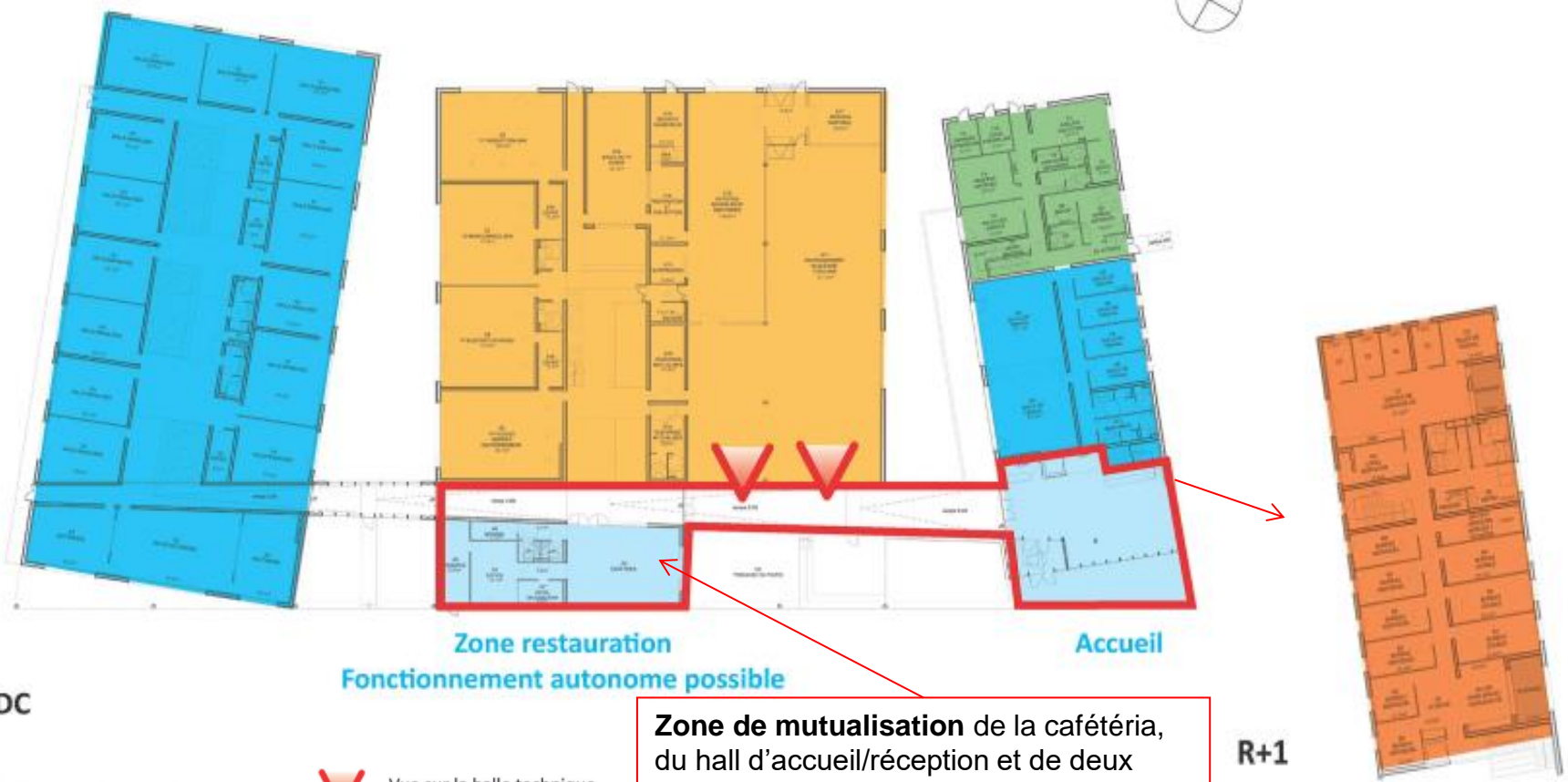
Coupe BB



Façade NORD OUEST



Plan de niveaux



RDC

- Zone enseignement
- Zone TP
- Zone administration
- Zone technique

Vue sur la halle technique

Fonctionnement autonome
Ouverture possible en dehors du CFA.
Espace d'échange, vitrine des savoirs faire.

Zone de mutualisation de la cafétéria, du hall d'accueil/réception et de deux salles de travail

R+1



Fiche d'identité

Typologie

- **DESTINATION DU BATIMENT**
- CFA de **350 à 400 apprenants**
- **3 bâtiments A,B,C-** typologie : zone d'Enseignement, zone de TP, zone accueil/restauration, technique et Administration étage.

Surface

- **SHON ou SHON RT ou SP**
- **Total SHON= 4230m²**
- SP = 3980m²
- Shon RT administration : 880m²
- Shon RT enseignement : 1350m²
- Shon RT TP halle ITER :1910m²

Altitude

- **315m**

Zone clim.

- Alpes de Haute Pce :
- Zone climatique : **H2d**

Classement bruit

- **BR 1**
- Catégorie locaux CE1

Bbio (W/m².K)

- **Prévu / Réel**
- Administration: **Bbio=53.80 < 56**
- Cours/Enseignement : **Bbio=36.2 < BbioMax= 36.4**
- Zone TP /halle ITER : **Bbio=53.80 < BbioMax= 36.4**

Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*

- **NIVEAUX RT**
- **Bâtiment A - administration/technique:**
Cep= 49 kWhep/m²SHON RT/an < Cepmax= 56 kWhep/m²SHON RT/an => **gain de 12 %**
- **Bâtiment C - cours/enseignement :** Cep= 34 kWhep/m²SHON RT/an < Cepmax= 49 kWhep/m²SHON RT/an => **gain 31 %**
- **Bâtiment B -TP :** Cep= 36 kWhep/m²SHON RT/an < Cepmax= 52 kWhep/m²SHON RT/an => **gain de 32 %**

Production locale d'électricité

- **Photovoltaïque semi-transparent** sur patios : 446m² puissance **P=52.5kWc**
- Production annuelle = **74MWh** en intégration totale au bati.

Planning travaux Délais

- Prévisionnel de **15 Mois**
- **Réel : 24 Mois**
- Début : Juillet 2015 - Fin : Juillet 2017

Budget Prévisionnel/ Coûts réel

- **Coût total HT travaux = 6 980 K€ht**
- dont VRD = 780K€,
- dont lots tech CVC/ELEC = 1 510K€
- Option retenue photovoltaïque = +275K€
- Option arbre à vent=+60K€ *non retenue (Remplacée par mats autonomes solaires)*
- Honoraires Moe = 900K€ht

Fiche d'identité

Système constructif

- Construction à **ossature BOIS**
- Toiture **végétalisée**

Plancher sur VS

- Plancher poutrelles hourdis polystyrène avec chape béton sur soubassements en béton armé. $U_p=0,15 \text{ W/m}^2.K$

Mur

- Murs extérieurs et intérieurs à **ossature bois.**
- $R_{th}= 6,7 \text{ à } 7,7 \text{ (m}^2.K/W)$

Plafond

- Plafonds avec isolant **biosourcé**, avec vide d'air ventilé sous toiture « froide ».
- $R_{th}= 11,3$

Menuiseries

- **Aluminium thermolaqué**
- Double vitrage argon sur ensemble des châssis extérieurs
- **Vitrage FS= 0.58 à 0.35** selon l'orientation

Chauffage

- **CHAUFFERIE BOIS** à énergie renouvelable avec silo enterré à copeaux + **panneaux solaires** d'appoint.

- **1. Planchers chauffants :**

- halle ITER, local activités sensibles et zone accueil

- **2. Plafonds rayonnants :**

- salles de classe, les salles de TP et la cafétéria
- Ce système permet d'allier performance et confort des usagers.

- **3. Radiateurs thermostatiques**

- L'aile administration sera équipée de radiateurs avec robinets thermostatiques.

Rafrachissement

- Serveurs informatiques uniquement

Ventilation

- **Double flux** à variation de débit pour l'Hiver
- 3 CTA à Récupération d'énergie sur l'air extrait
- **Sondes CO2**, détection de présence et GTB pour contrôler les variations de débit.
- **Naturelle en Été par convection : *ouvrants en façades et par les amenées d'air frais par bornes situées dans les patios extérieurs et grilles de transfert par les bans patios/extracteurs asservis aux grilles***
- Simple flux en programmation horaire

ECS

- **accumulateurs ou instantanés** situés au plus près des besoins.

Eclairage

- Puissance installée faible = 8 W/m^2 : Fluo T5 ou LED pilotés et sur détection de présence.
- Sonde luminosité
- Mat d'éclairage pour les bureaux...

Chronologie du chantier



Plancher sur VS
maçonné

Planchers
poutrelles
hourdis

Incorporation
des ferrures,
sabots en acier
galva

Elévation des
charpentes LMC

...

Chronologie du chantier



CHARPENTE :
Murs à
ossature bois

Contreventem-
ents verticaux
par croix acier
incorporées

Élévation des
portiques sous
toitures en
sheds

Portiques bois
avec
arbalétriers
type treillis

...

Accompagnateur : **Thomas Bidon**

Chronologie du chantier



Isolation biosourcée en fibre de lin chanvre coton

Faux plafond ventilé sous couverture en plaques de ciment

Terrasse en lames de Mélèze des Alpes

Incorporation des réseaux et des équipements techniques

...

Chronologie du chantier



Mise en place
des panneaux
photovoltaïques

Finitions :
bardage,
parements OSB
intérieurs

Sous face de
auvent en bois
massifs

Descentes EP
originales

...

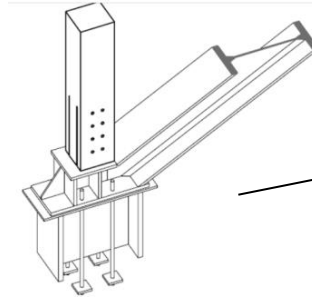
Photos du CFA fini



Le Chantier/Les difficultés

• Difficultés rencontrées sur le chantier

- Interactions bois/béton,
- Contreventements et joints de dilatations parasismiques,
- Allotissement,
- Tous les intervenants non désignés au démarrage,
- Notamment lot verrières photovoltaïques ou menuiseries extérieures,
- Intempéries,
- Dépôt de bilan d'entreprises.



• Pratiques à éviter :

- Commencer un chantier sans avoir tous les corps d'état désignés,
- Mission synthèse à mettre de préférence au Moe au lieu du lot plomberie,
- Interactions difficiles pour une opération de cette complexité en zone sismique lorsque les bureaux d'études et de synthèse, bois ou béton fluides ne se connaissent pas et n'ont pas les mêmes habitudes de travail...



Contreventement métallique

Dispositifs techniques mis en œuvre

➤ Gestion du CONFORT d'ETE

- **BRISE SOLEIL ORIENTABLES** sur toutes les façades sauf façade Nord et interrupteur centralisé dans le bureau d'accueil.

(Gestion des BSO par les utilisateurs = fiches + livret prévue...)

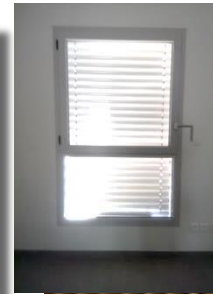
- **FREECOOLING** la nuit :

CTA

Convection naturelle : ouverture la nuit des ventilations basses et hautes des patios et rue centrale jusqu'au matin jusqu'à 8h-10h selon la température extérieure. La gestion sera faite par le gestionnaire du bâtiment pour les patios et un programme horaire pour la rue centrale.

- **BRASSEURS D'AIR :**

dans les salles à forts apports internes.



Dispositifs techniques mis en œuvre

➤ Eclairage Int et Ext

- **Détecteurs de présence et de luminosité** dans les salles de classes avec forçage possible
- **Détecteurs de présence et de luminosité** dans les circulations et patios
- **Tube de lumière** dans les salles de TP (salles profondes) et la circulation horizontale du bâtiment administration



Accompagnateur : **Thomas Bidon**



Dispositifs techniques mis en œuvre

➤ Energies renouvelables

(Chaufferie enterré bois couplée solaire)

- **Panneaux solaires pour plancher chauffant,**
- **Panneaux photovoltaïques,**
- **Lampadaires autonomes photovoltaïques,**



Dispositifs techniques mis en œuvre

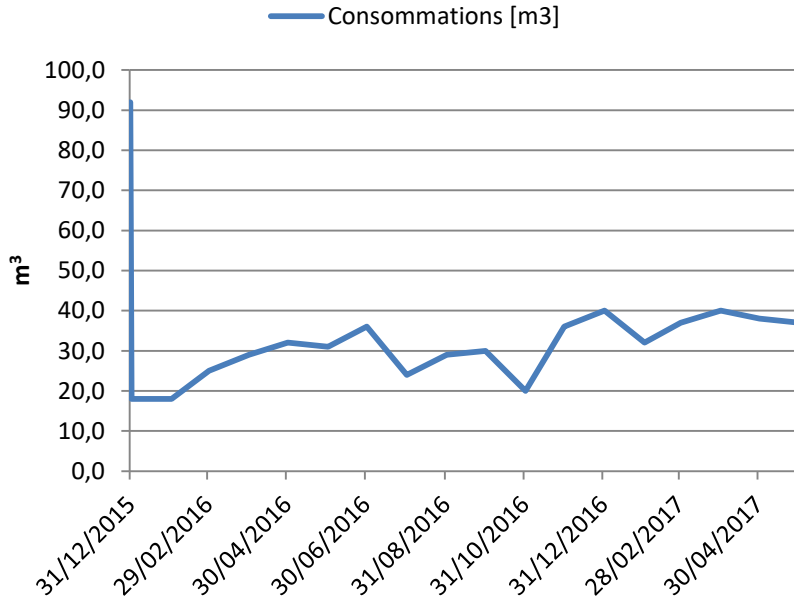
- Gestion de l'eau :
- Quelques places de parking non imperméabilisées
- Toitures végétalisées (arrosage par canal)
- Systèmes économes en eau



Maitrise des impacts environnementaux du chantier

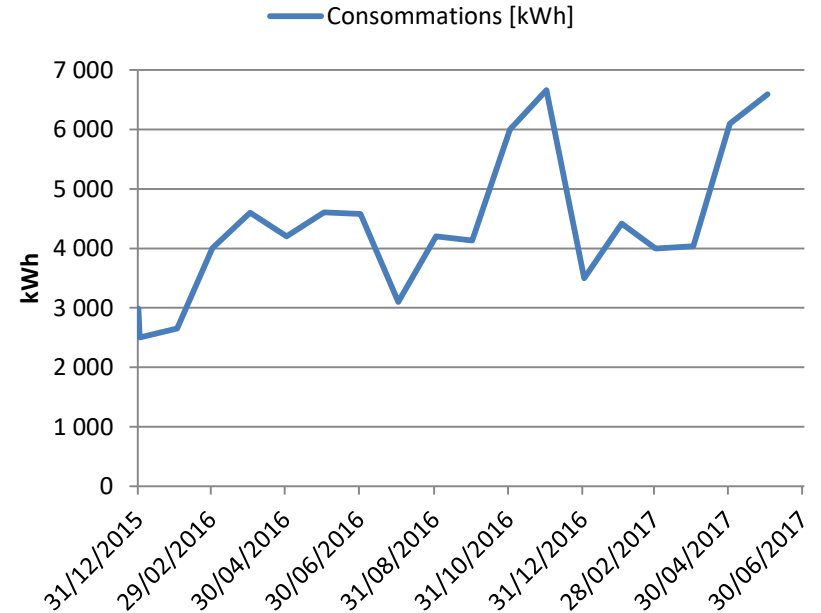
• consommations d'eau

Relevés compteur [m³]



• consommations élec

Consommations [kWh]



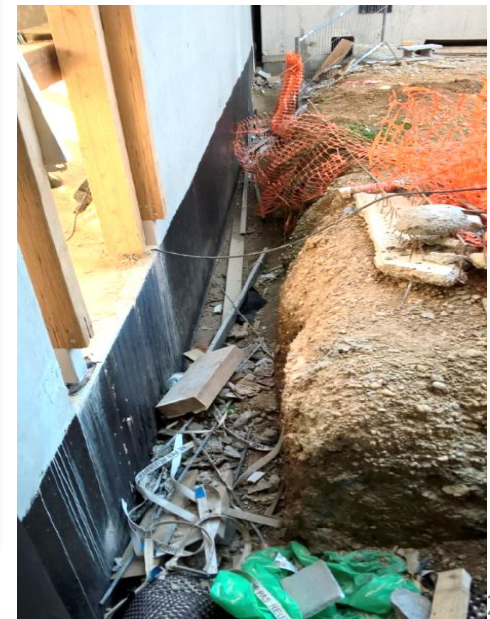
Maitrise des impacts environnementaux du chantier

- **Entreprise de Gros Œuvre non présente en permanence = difficultés d'application de la charte chantier PROPRE (même si elle a été signée par toutes les entreprises du DCE en ce qui concerne le tri des déchets.)**

Action mises en œuvre par la Moe : rappel à l'ordre, mise en demeure et enfin application des pénalités pour la non gestion des déchets.

Intervention d'entreprises externes de nettoyage au frais des entreprises responsables...

- **Actions pour limiter la pollution des eaux et des sols : pas de nécessité (filière sèche)**



Les Déchets de chantier

• BILAN DECHETS CHANTIER (en tonnes)

date	DIS (t)	DIB non valorisés (t)	DIB valorisés (t)	Bois (t)	Ferraille (t)	gravats (t)	TOTAL (t)	taux de valorisation	REMARQUES
févr-16		1,45					1,45	0%	
avr-16		1,4	0,34	2,3			4,04	65%	
mai-16		0,5					0,5	0%	
juin-16			0,82	1,78			2,6	100%	
juil-16		1,4		2		12,4	15,8	91%	
août-16		0,65	0,62	2,2			3,47	81%	
sept-16			3,12	1,76			4,88	100%	
oct-16			3,1	3,8			6,9	100%	
nov-16		2,14					2,14	0%	
déc-16		15,58	0,9	8,16			24,64	37%	
janv-17	0,05	4,55		1,54	0,74	7,7	14,58	63%	
févr-17		2,22					2,22	0%	
mars-17		10,59		4,16			14,75	28%	
avr-17		8,35		4,26		2,34	14,95	44%	
mai-17		4,34	2,12	6,3		2,24	15	71%	deux bennes refusée
juin-17			7,46				7,46	100%	
juil-17		2,5					2,5	0%	
TOTAL	0,05	55,67	18,48	38,26	0,74	24,68	137,88	59%	> 40% demandé



Les différents Tests et étalonnages à la réception / tests à GPA

➤ ETANCHÉITÉ À L'AIR, les TESTS :

- Obligation de résultat exigée dans les pièces du marché :

Supérieur au calcul RT : 1,10m³/(h.m²) au lieu de 1,7...

- Résultats et rapports du SIRTEME multiples :

- Difficultés à atteindre les objectifs sur les grands volumes,
- Des tests supplémentaires ont dû être faits.
(à la charge des entreprises...)

- Difficultés, points de vigilance :

- Le nombre conséquent de joints parasismiques,
- Nombreux points sensibles car beaucoup, de réseaux traversent des parois...
- Étanchéité autour des menuiserie et paires vapeurs.

➤ Autres TESTS :

- Commission de sécurité ERP:
test des systèmes de sécurité incendie...

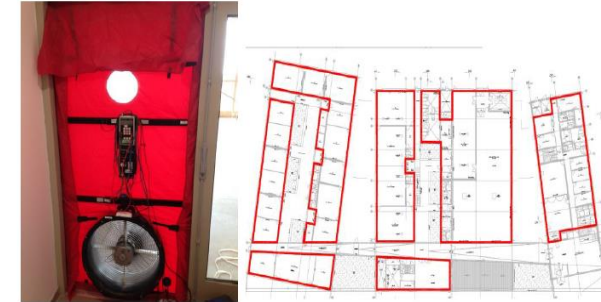
- Test de mise en services pour

l'étalonnage des équipements,

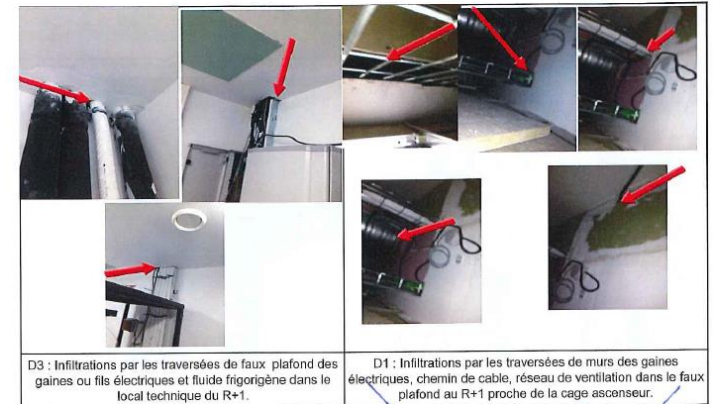
- Réglage de GTB

Accompagnateur : **Thomas Bidon**

Rapport de mesure d'étanchéité à l'air
Test final (neuf)
Mesure de perméabilité à l'air
Contrôle réglementaire RT2012



Sirteme
L'étanchéité à l'air, notre métier
Organisme qualifié



D3 : Infiltrations par les traversées de faux plafond des gaines ou fils électriques et fluide frigorigène dans le local technique du R+1.

D1 : Infiltrations par les traversées de murs des gaines électriques, chemin de câble, réseau de ventilation dans le faux plafond au R+1 proche de la cage ascenseur.

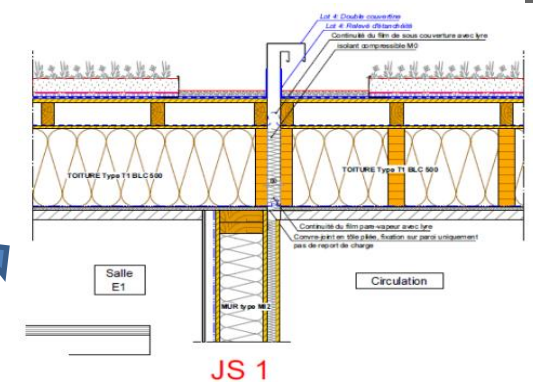


Intelligence de chantier et modifications

- **Peu de modification sur les bâtiment par rapport à la phase conception sauf :**
 - Le système de contreventement adapté à la synthèse d'exécution
 - Places de parking supplémentaires sur site et changements des accès.
- **Liste des écarts des modifications par rapport à la conception :**
 - Isolants bio-sourcés locaux non classés ACERMI, remplacés par Biofibre de provenance plus éloignée (Vendée),
 - Impossibilité de provenance locale des matériaux comme le bois du Luberon, ou des Alpes (sauf lames de terrasse)
 - Ventilateurs de plafond ajoutés,
 - Abandon des chasses d'eau sur eaux de récupération,
 - Cuve de récupération des EP remplacée par arrosage sur réseau d'eau brute Canal de Provence pour espaces verts et toitures,
 - Mats solaires qui ont remplacé l'arbre à vent.

- **Remise en cause de certains choix des concepteurs**
= retours d'expériences.

- **La toiture froide :** problème de la gestion mise en œuvre des caissons préfa sous l'étanchéité non étanche en phase provisoire en cas de pluie.
(Grosses infiltrations pendant le chantier impliquant de grosses reprises sur les bois)



Qualité de chantier

➤ Nuisances de chantier :

voirie, commune de St Tulle... plutôt bien gérées dans l'ensemble, aucun accident ou plainte.

➤ Respect de la charte chantier propre par les entreprises

- Difficulté : application de pénalités...
- Manque de respect des entreprises car gestion du compte prorata à la charge du lot GO, sauf qu'il n'était plus présent après la réalisation du plancher...

➤ Points forts de l'organisation du chantier :

l'installation : utilisation du bâtiment existant (ancienne infirmerie) non affecté pour la base de vie et bureau...

➤ Perte de qualité durant le chantier liée aux difficultés :

- Non présence permanente du maçon
- Lien entre les entreprises de tailles différentes dû à l'allotissement
- Vol, inondation de la chaufferie levées de réserves, délais.
- Dépôt de bilan du façadier
- Retard de chantier : planning totalement bouleversé...

A suivre en fonctionnement

- Réunion de formation avec entreprises et utilisateurs prévue en Septembre.
- Affichage de fiches d'information notamment pour le confort et les bonnes pratiques utilisateurs.

- Quels suivis par les entreprises ?

Contrats de maintenance et d'entretien après GPA...

- Nombreux sous comptages pour le suivi et la maintenance raccordés sur GTB :
 - 10 compteurs calorimétriques (CHAUFFAGE)
 - 30 compteurs électriques (Terminaux électriques, ventilation, CE électriques, rafraichissement...)
 - 7 compteurs volumétriques (eau froide, eau brute)

- Sondes de températures.



LE CONFORT EN ÉTÉ DES ESPACES COMMUNS

VENTILATION NATURELLE DES PATIOS

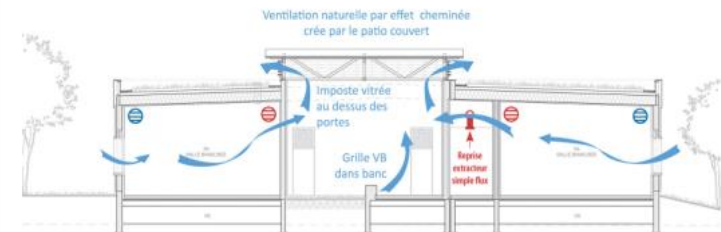
Des dispositifs de ventilation naturelle sont prévus dans les patios. Une bonne gestion des ces dispositifs permettra d'assurer un confort satisfaisant en été.

Les patios couverts génèrent un effet cheminée qui permet une ventilation traversante dynamique.

Pour chacun des patios :

- Des grilles de ventilation basses sont mises en place au niveau des bancs béton et au niveau de la porte extérieure.
- Des ventelles en parties hautes assurent la ventilation haute.
- Ces ouvrants sont à commande électrique manuelle.

■ En période estivale : laissez ouvert les grilles et ventelles jour et nuit des espaces communs.



ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL

Le matin avant 10h

Exemple d'affichage :
Explication du fonctionnement de la
ventilation naturelle des Patios...

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

Conception

- 77 pts +2pts inov + 8pts cohérence durable = **87 pts**

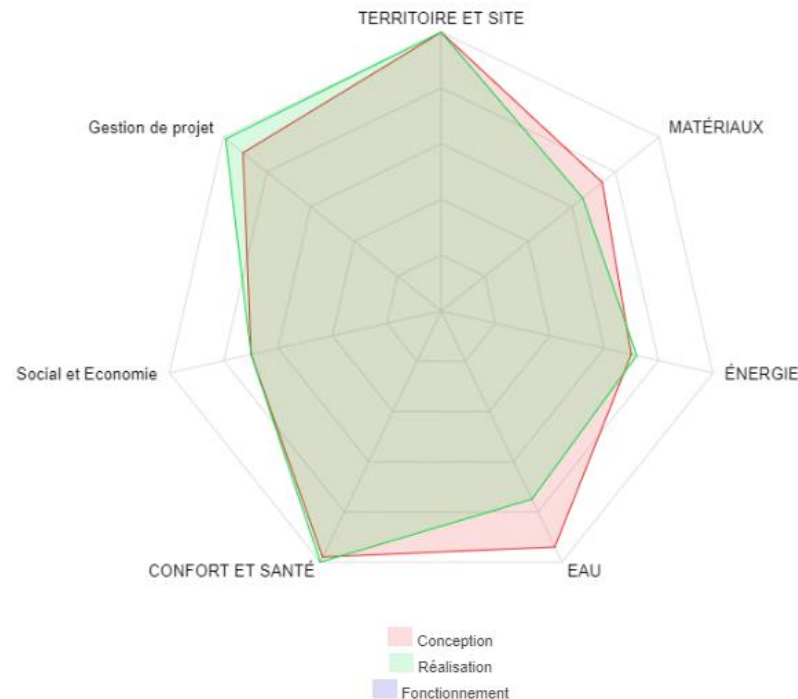
Réalisation

• **77 pts**

+8 pts de cohérence
+2 pts d'innovation
=87 pts OR

Fonctionnement

- Non évalué



Points bonus/innovation à valider par la commission



- Les 2 patios/vérandas fermés participant à la ventilation naturelle des salles de TP.



- *Sans objet*



- Mats d'éclairage extérieurs photovoltaïques autonomes (*en remplacement de l'arbre à vent sans plus value*)



- Distribution AEP prêtes pour mise en place ultérieure des brumisateurs sous verrière photovoltaïque (système qui était prévu en phase conception...)



- *Sans objet*

Les entreprises du projet (Attribution des marchés en lots séparés)

N°Lot - Désignation	Adresse postale
01 – Voiries et Réseaux divers	BS Voirie 763 ZI St Maurice 04100 MANOSQUE
02 – Gros Oeuvre	Campenon Bernard Provence Lotissement Alain Soleil 13097 AIX-EN-PROVENCE
03 – Charpente, Ossature Bois, Bardage	ARBONIS RN 79 71220 VEROSVRES
04 – Etanchéité, Zinguerie	SEA STE Etanchéité des Alpes Le Rieu Tore Treschatel05000 GAP
05 – Verrières Photovoltaïques	EDF ENR Solaire 970 rue René Descartes 13100 Aix en Provence SARE 04600 Saint Auban
06 –Menuiseries extérieures	Alpes Provence Menuiseries ZAE Espace Bléone 04510 AIGLUN
07 – Serrurerie, Métallerie	Sarl ESCLAPEZ Zi les iscles 04 140 Seyne les Alpes

08 – Cloisons, Doublages, Faux Plafonds	Sarl Poujol Bâtiment Route de Valbrillant 13590 MEYREUIL
09 –Menuiseries intérieures	Atelier VERNUCCI 46 av Blaise pascal ZI st Joseph 04100 Manosque
10- Revêtement de sols, faïences	SOMAREV ZA bastides Blanches 04220 SAINTE TULLE
11 – Peinture, Nettoyage, Signalétique	S.C.P.A. 32 rue Montolieu 13002 MARSEILLE
12 – CVC, Plomberie	EITB ZA du Pas de Menc 83560 VINON-SUR-VERDON
13 – Electricité CFA - CFO	INEO et EGA ZA Les Bastides Blanches 04220 SAINTE TULLE
14 – Equipements actifs informatiques, Multimédia, Audio-vidéo	ENGIE
15 - Ascenseurs	Schindler 175 boulevard de La Comtesse 13012 MARSEILLE
16 – Aménagements extérieurs	Jardiver Technic ZA La Tranche 04180 VILLENEUVE

Principaux Acteurs du projet.

	Adresse postale
Maitre d'Ouvrage	Durance Lubéron Verdon Agglomération Place de l'Hôtel de Ville – BP 107 – 04101 MANOSQUE
AMO	Groupement TPFi – ARS – AMOau – MIPI Parc du Golf Bât 4 355 rue Guilibert de la Lauzière 13856 AIX-EN-PROVENCE
Architectes mandataires	SARL R+4 architectes 8 avenue Marcel André - BP1 04301 FORCALQUIER Cedex
Architectes associés	Leteissier Corriol architecture & urbanisme 43 rue Dragon 13006 MARSEILLE
BET Structure Béton / VRD / Economiste	Verdi ingénierie Méditerranée 31 ter chemin Brunet 13090 AIX-EN-PROVENCE
BET Structure Bois	Gaujard Technologie Scop 355 rue Pierre Seghers 84000 AVIGNON



BET Fluides	Adret Ingénieurs Associés 56 rue Clovis Hugues 05200 EMBRUN
Paysagiste	SARL H & R 125 boulevard Camille Flammarion 13004 MARSEILLE
Acousticien	Génie Acoustique 18 rue Ampère – Centre Commercial Les Marronniers 69270 FONTAINES-SUR-SAONE
Contrôle technique	SOCOTEC Agence des Alpes du Sud Résidence « Côté Saint Mens » 6 rue du Clair Logis
Coordinateur SPS	Cabinet Brachet 316 boulevard des Amandiers 04100 MANOSQUE





VENEZ VISITER LE BATIMENT...

PRESENTATION DE LA PHASE CONCEPTION (POUR MÉMOIRE...)

DIAPOS DE LA PHASE CONCEPTION

S'il y a des questions....

Gestion de projet

Social & Economie

Territoire &
Site

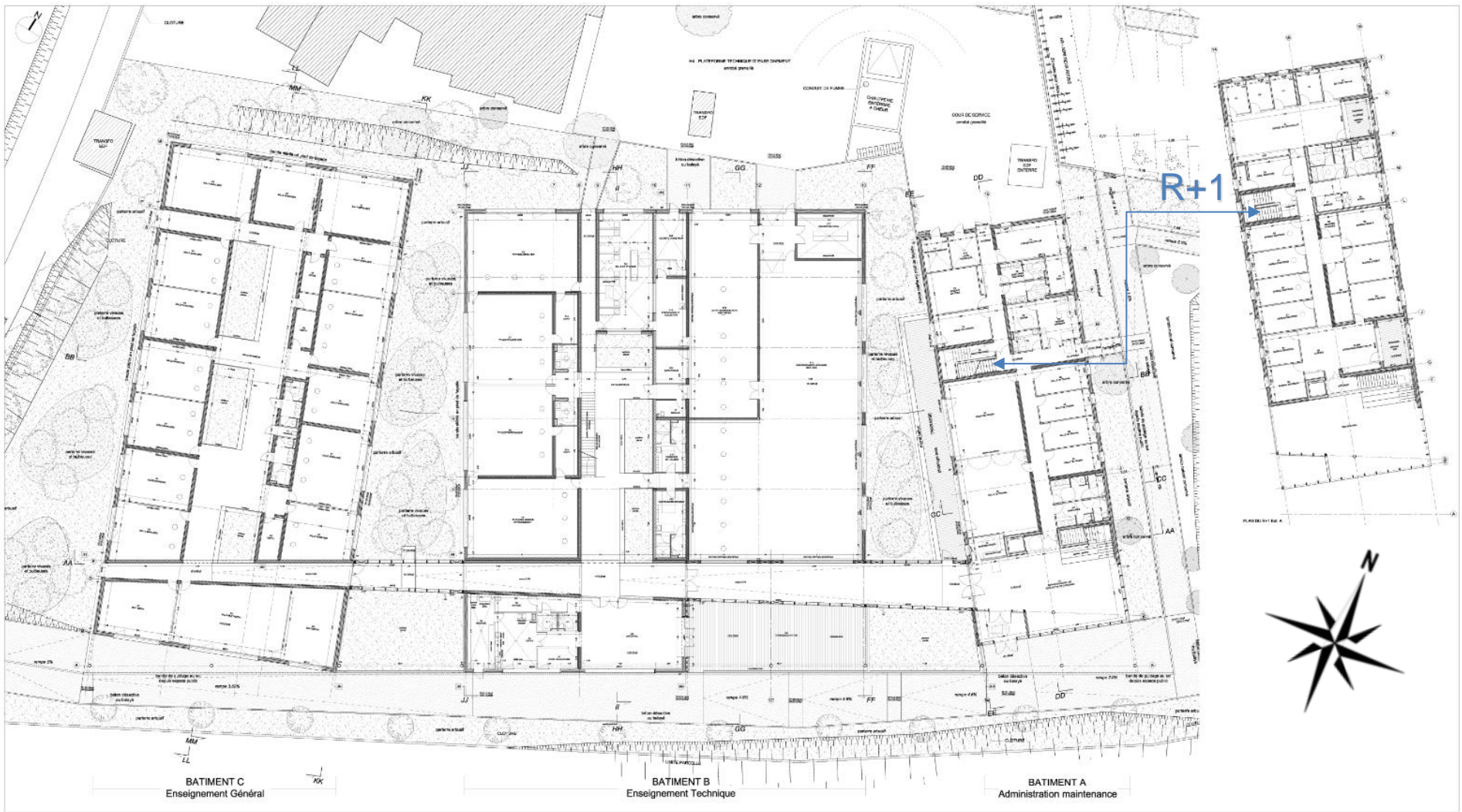
Matériaux

Energie

Eau

Confort &
Santé

Plan de niveaux architecte

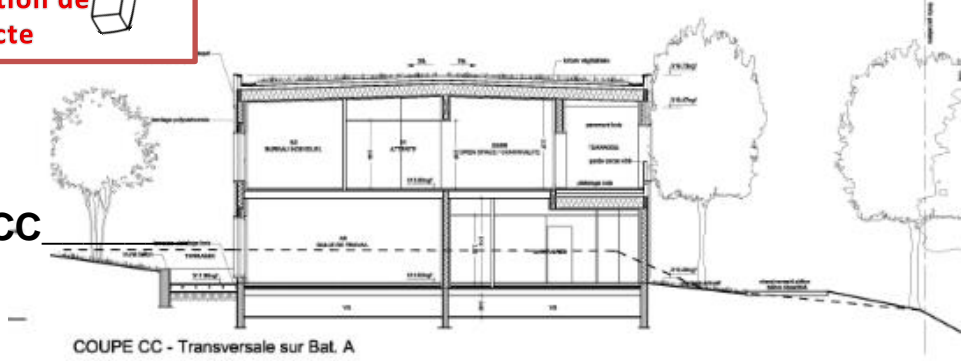


Façades et coupes

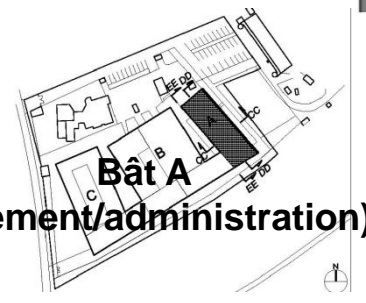
Intervention de l'architecte



Coupe CC

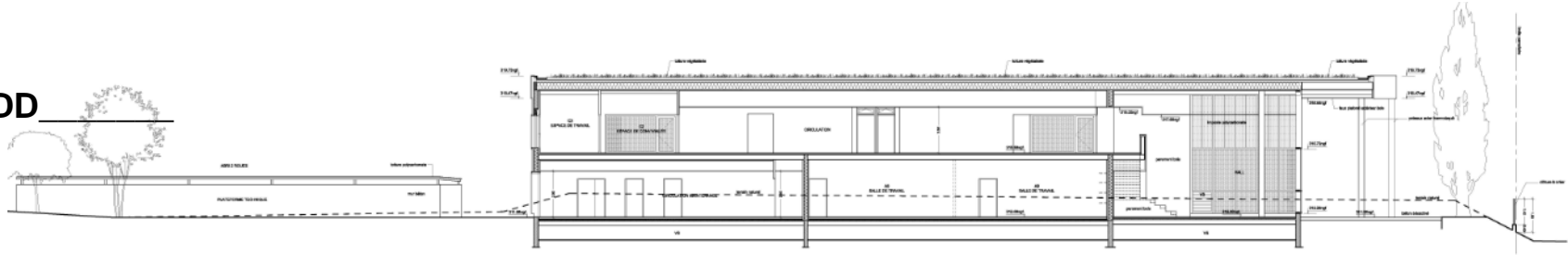


COUPE CC - Transversale sur Bat. A



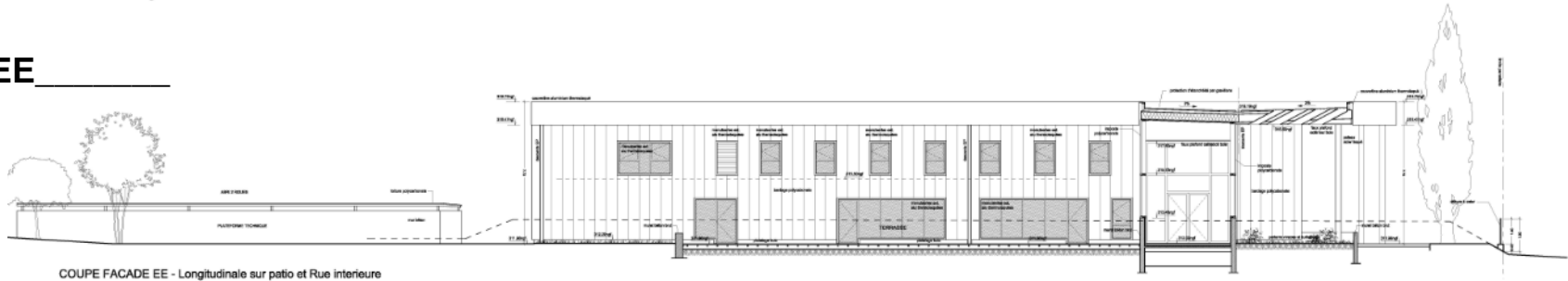
Bât A
(enseignement/administration)

Coupe DD



COUPE DD - Longitudinale sur Bat. A

Coupe EE



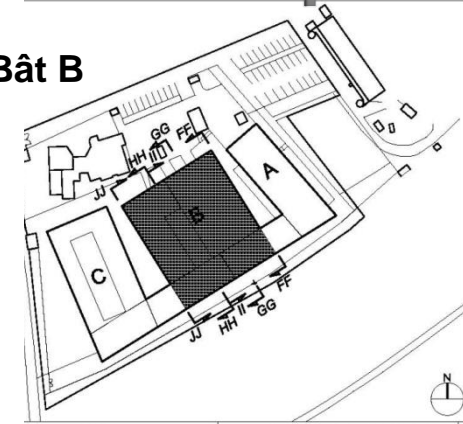
COUPE FAÇADE EE - Longitudinale sur patio et Rue interieure

Intervention de l'architecte

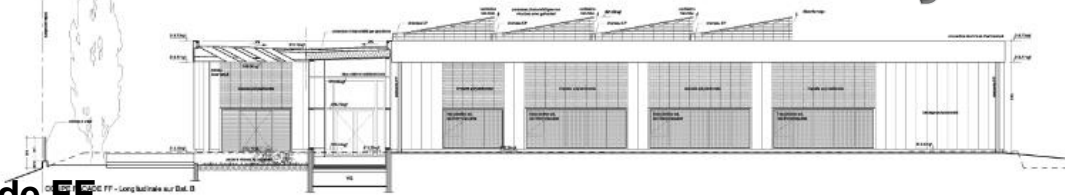


Façades et coupes

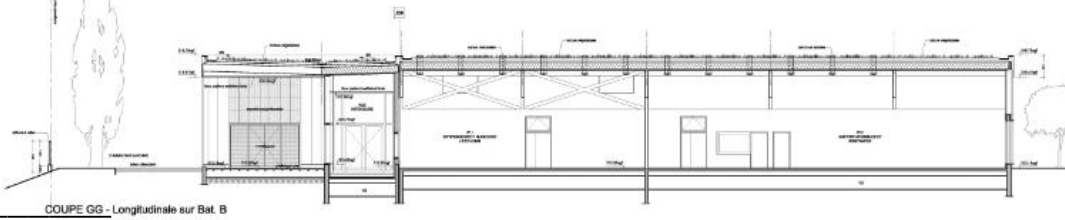
Bât B



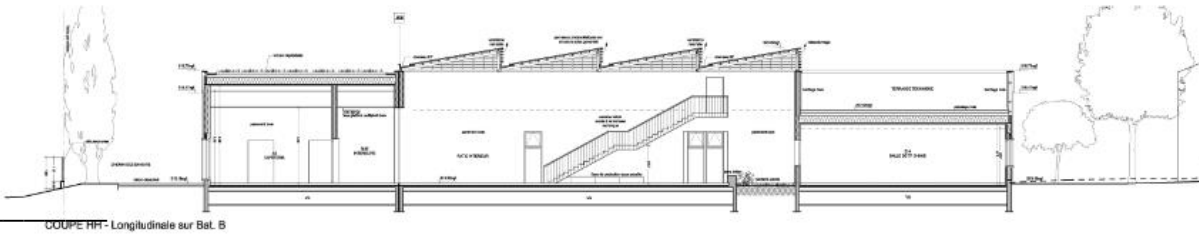
Coupe Façade FF



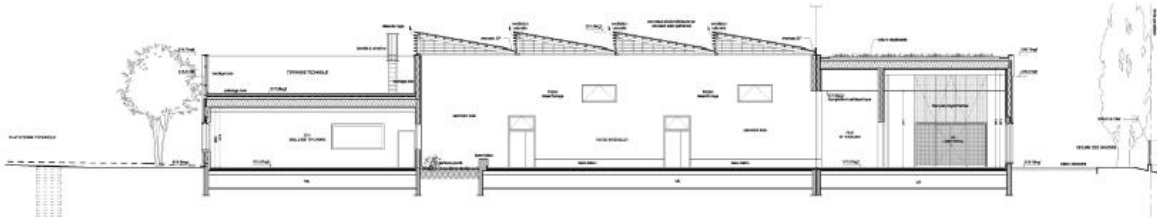
Coupe GG



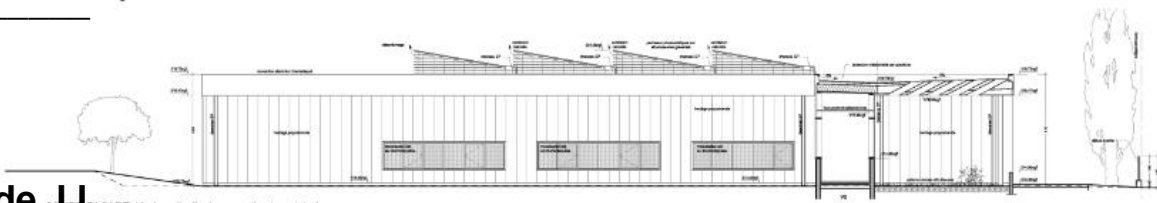
Coupe HH



Façade II



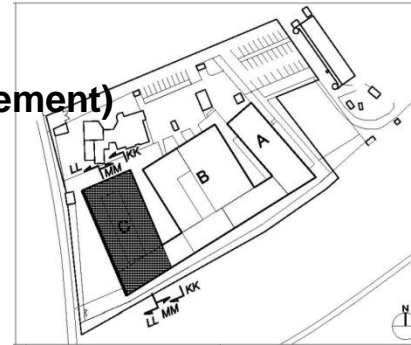
Coupe Façade JJ



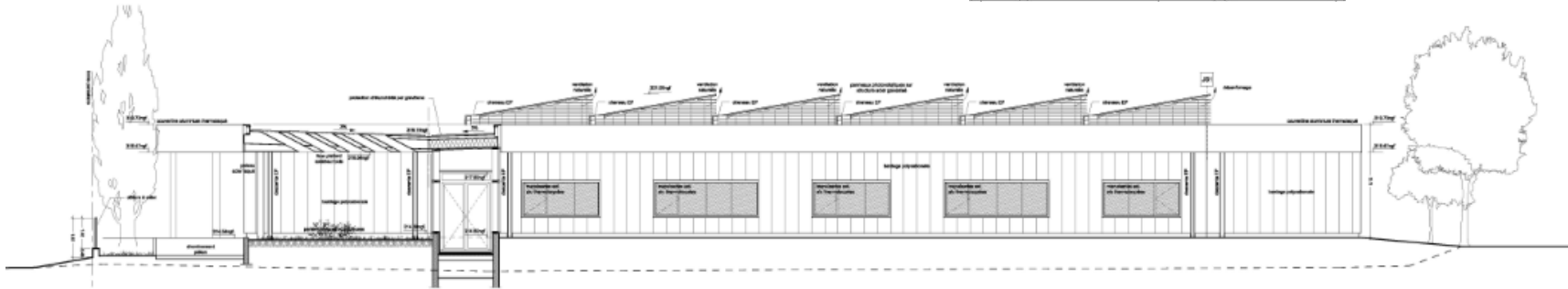
Façades et coupes

Intervention de l'architecte

Bât C (enseignement)

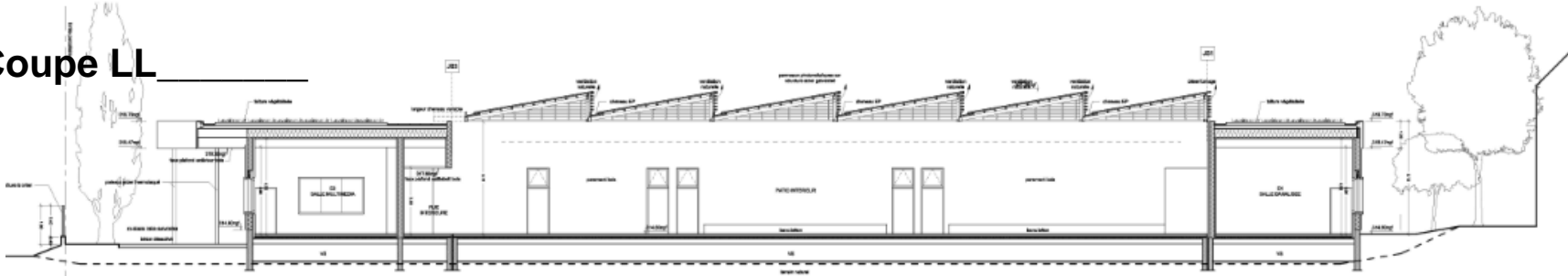


Coupe Façade KK



COUPE FACADE KK - Longitudinale sur patio et rue

Coupe LL



COUPE LL- Longitudinale sur Bat. C

Social et économie

- Les futurs occupants et le gestionnaire ont été associés à la définition du projet : analyse et concertation sur les besoins avec les Profs et le personnel, présentation en conseil d'administration du programme puis du projet.

→ Les futurs usagers seront sensibilisés par la livraison d'un livret d'accueil et par une réunion de formation.



-Une charte chantier faible nuisance a été rédigée. (Document que chaque entreprise devra signer)

-Calcul de coût global sur 10 ans pour le choix énergétique :

CALCUL DE COUT GLOBAL SUR 10 ANS COMPARAISON CHAUFFERIE / PAC GEOTHERMIE				
<i>Hypothèses :</i>				
Augmentation annuelle du coût du bois			0,5%	
Augmentation annuelle du coût de l'électricité			4,0%	
			BOIS	POMPE A CHALEUR
	surface	m ²	2 853	2 853
	ratio déperd	W/m ²	25	25
	déperditions	kW	71	71
	estimation besoins de chauffage	kWh/m ² /an	30	30
	besoins de chauffage	kWh/an	85 590	85 590
	η et COP		0,8	5,1
	consommation de chauffage	kWh/an	106 988	
	consommation électrique pour le chauffage	kWh/an		16 782
	Coût combustible	€TTC/kWhf	0,03	0,09
	Coût annuel chauffage	€TTC/an	3 210	1 510
	Prime fixe elec	€/an		681
	Coût entretien	€/an	3 000	1 500
	Coût total fonctionnement (P1 + P2)	€/an	6 210	3 691
	chaudière ou PAC	€HT	30 000	30 000
	silo	€HT	20 000	
	coût forage	€HT		60 000
	INVESTISSEMENT TOTAL	€HT	50 000	90 000
	COUT GLOBAL	calcul sur 10 ans *	€HT	112 828
				129 945

* sans prendre en compte les éventuelles subventions

-Tests d'infiltrométrie : imposés par les pièces du marché (+RT2012).

-Mise en place d'une GTB : avec comptages, sous comptages pour le suivi des consos à distance...

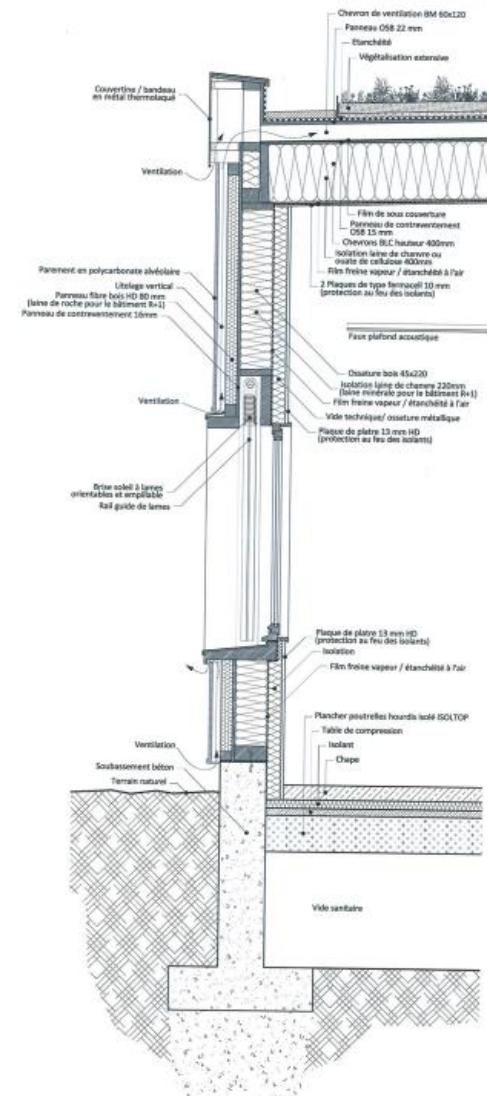
Matériaux et Enveloppe

Parois MURS	Composition*	R (m ² .K/W)
Mur extérieur Ossature bois	<ul style="list-style-type: none"> - Parement en polycarbonate - Lamé d'air ventilée 72mm - Panneau de contreventement en bois - Isolation laine de chanvre de 220 mm (R=5,6) - OSB 18 mm - Panneau de fibre de bois 80 mm (R=2,1) - Plaque de plâtre de 13 mm 	7,7
Mur extérieur sur patio couvert et rue non chauffée	<ul style="list-style-type: none"> - Revêtement intérieur - Panneau de laine de roche 40 mm (R=1,1) - Fermacell de 13 mm - Isolation laine de bois de 220 mm (R=5,6) - Fermacell de 13 mm - Lamé d'air environ 30mm - Plaque de plâtre de 13 mm 	6,7

→ Une enveloppe très performante...

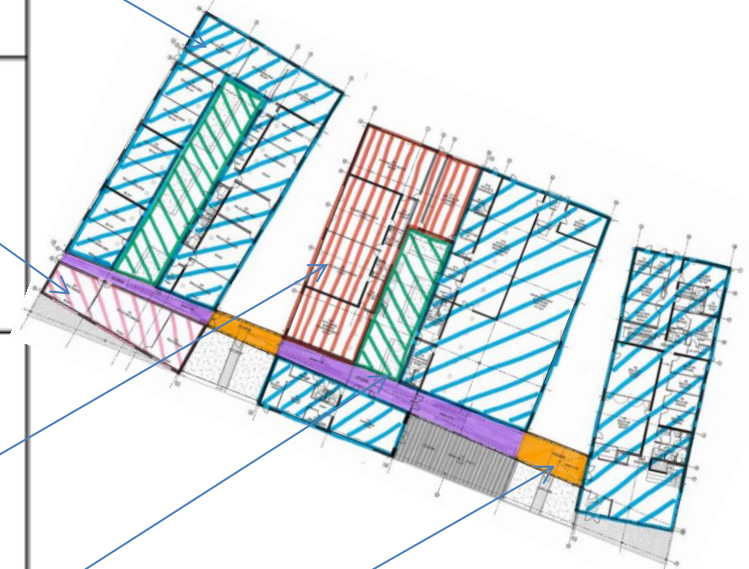
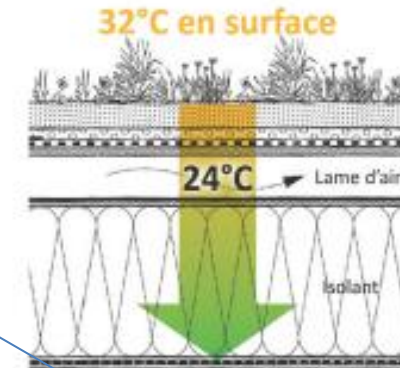
Choix constructifs et bio-matériaux :

- une isolation thermique pour les murs en **laine de chanvre** majoritairement,
- une isolation thermique pour les toitures en **ouate de cellulose**.
- des toitures **végétalisées**...



COUPE VERTICALE DE PRINCIPE
SUR PARI PORTUSE BOIS

TOITURE VÉGÉTALISÉE



Parois TOITURES	Composition*	R (m ² .K/ W)
Toitures végétalisées	<ul style="list-style-type: none"> -Végétalisation extensive (100 mm) -Panneau OSB 22 mm -Vide d'air ventilé 120 mm -Panneau OSB 15 mm -Isolant ouate de cellulose de 400 mm -Fermacell de 18 mm - Isolant laine minérale 40 mm - Plaque de plâtre de 13 mm 	11,3
Toiture végétalisée	<ul style="list-style-type: none"> -Végétalisation extensive (100 mm) -Panneau OSB 22 mm -Vide d'air ventilé 120 mm -Panneau OSB 15 mm -Isolant ouate de cellulose de 440 mm -Fermacell de 18 mm - Isolant laine minérale 40 mm - Plaque de plâtre de 13 mm 	12,4
Toiture technique	<ul style="list-style-type: none"> -Platelage bois -Panneau OSB 22 mm -Vide d'air ventilé 120 mm -Panneau OSB 15 mm -Isolant ouate de cellulose de 440 mm -Fermacell de 18 mm - Isolant laine minérale 40 mm - Plaque de plâtre de 13 mm 	12,4
Toiture patio couvert	<ul style="list-style-type: none"> Bac acier Ou en option : Double vitrage avec photovoltaïque intégré 80% opacité 	Uw = 2,1
Toiture gravillonnée	<ul style="list-style-type: none"> -Gravillon -Panneau OSB 22 mm -Vide d'air ventilé 120 mm -Panneau OSB 15 mm -Isolant ouate de cellulose de 400 mm -Fermacell de 10 mm 	10,2

Parois TOITURES	Composition*	R (m ² .K/W) Ou U (W/m ² .K)
Plancher bas sur VS	- Hourdis polystyrène $U_p=0,15$ W/m ² .K - Chape béton lourd 10cm	
Plancher bas sur VS avec zone plancher chauffant	-Hourdis polystyrène $U_p=0,15$ W/m ² .K - Table de compression 6cm - Chape béton 7cm	
Plancher bas sur VS avec zone plancher chauffant	-Hourdis polystyrène $U_p=0,15$ W/m ² .K - Table de compression 10cm - Chape béton 7cm	
Menuiseries extérieures	-Menuiserie bois/alu double vitrage argon Avec FS = 0,35 sur la façade Est de la halle ITER et de la halle d'accueil -Stores à lames orientables et empilables	$U_w = 1,4$
Paroi en polycarbonate sur la halle ITER	Triple peau en polycarbonate de 245 mm	$U_g = 0,6$
Paroi en polycarbonate sur locaux non chauffés	Double peau en polycarbonate	$U_g = 0,8$

Choix constructifs et Biomatériaux :

- les éléments de second œuvre en matériaux biosourcés : portes intérieures en **bois**, peintures et revêtements éco-certifiées... (prescriptions CCTP)
- La terrasse de la cafétéria en **bois**, proposée en cèdre du Luberon, autre filière développée par le Parc du Luberon.
- **Chanvre** d'isolation issu du parc du Luberon...
- **Terre crue**

→ ... Une enveloppe très performante.

Equipements (par bâtiment)

- **Chaufferie BOIS** avec silo enterré - *Consommation = 96 000kWh/an*
production de chauffage du site : 100% d'énergie renouvelable
- **Plancher chauffant par Panneaux SOLAIRES** (avec appoint depuis la chaufferie) -
45m² de capteurs solaires plans vitrés.
Production estimée = 23 000kWh/an
- **Types d'émission de chaleur :**

1. Planchers chauffants :

Taux de couverture ~50% des besoins de la zone plancher chauffant (Bleu)

2. Plafonds rayonnants :

pilotés par local par un thermostat d'ambiance permettant de modifier la température de + ou -2°C autour du point de consigne fixé par la GTC.

3. Radiateurs

Thermostatiques

NOTA : Variante réseau de chaleur par sondes verticales est en cours d'étude (EDF)

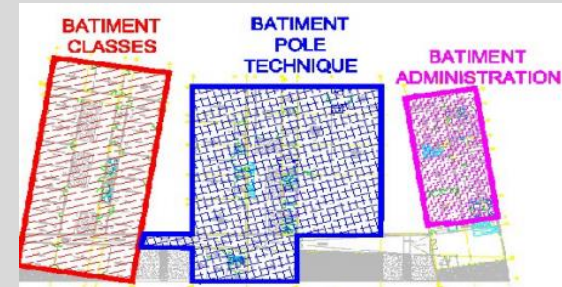
La solution réseau de chaleur produit par une PAC géothermique diminuerait le taux d'énergie renouvelable.

AUTRE PV et EOLIEN en option (Possibilités d'amélioration)

- **Climatisation par split système.**

Destination

Chauffage de l'ensemble des 3 Bâtiments



1. Plancher chauffant :

halle ITER, local activités sensibles et zone accueil

2. Plafonds rayonnants :

salles de classe, les salles de TP et la cafétéria
Ce système permet d'allier performance et confort des usagers.

3. Radiateurs

L'aile administration sera équipée de radiateurs avec robinets thermostatiques.

Refroidissement des locaux techniques :
Informatique Serveurs.

Equipements (par bâtiment)

Destination

• VENTILATION DOUBLE FLUX

La ventilation sera de type double flux à variation de débit dans les locaux à forte occupation.

3 CTA regroupées sur la toiture technique pour simplifier les opérations de maintenance :

CTA salles banalisées, CTA salles TP, CTA salle polyvalente qui fonctionnera principalement à l'heure du déjeuner

Récupération d'énergie sur l'air extrait par échangeur rotatif $\eta > 75\%$ avec bypass pour l'été.

Sondes CO₂, détection de présence et GTB pour contrôler les variations de débit.

Ventilation :

salles de classe banalisées, polyvalentes et salles de TP, restauration, Iter...

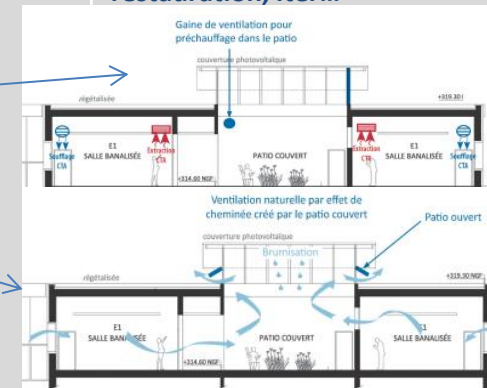
→ **Fonctionnement l'HIVER** : Gaine d'air neuf qui cheminera sous couverture du patio afin de préchauffer l'air.

→ **Fonctionnement l'ÉTÉ** : En saison chaude, la ventilation mécanique double flux sera arrêtée,

la ventilation sera alors naturelle :

- Ouvrants en façade des classes,
- Impostes ouvrantes donnant sur les patios,
- Ouvrants en périphérie des patios et vantelles en façade nord des sheds.

(naturelle en Eté hors ventilation hygiénique VMC des sanitaires)

**VENTILATION SIMPLE FLUX**

Entrées d'air auto-réglables en façade et extracteur fonctionnant sur programmation horaire.

administration

• Ballons d'eau chaude électriques accumulateurs ou instantanés situés au plus près des besoins.

ECS : Ménage, préparation TP, dépôt...

ECLAIRAGE : Puissance installée faible = 8 W/m^2 : Fluo T5 ou LED piloté et sur détection de présence.

Sonde luminosité : patios et circulations .

Mat d'éclairage pour les bureaux...

Eclairage

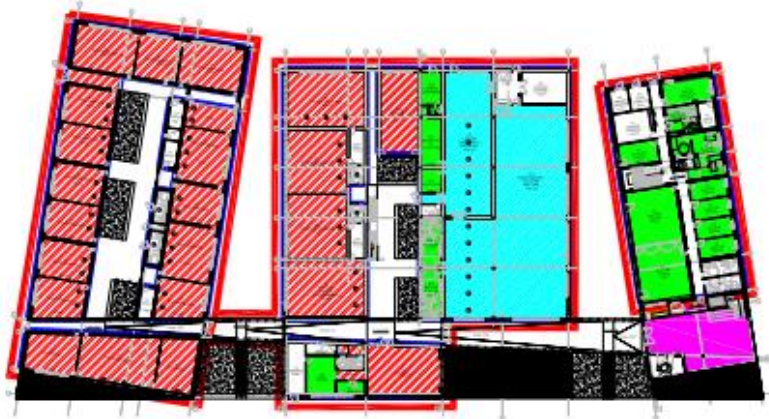
• COMPTAGES ELECTRIQUES → Nbre= 27 : Alim générale, Ventilation/clim, ECS, éclairages Int/Ext selon typologies, ascenseurs, armoires électriques...

• COMPTAGES D'ENERGIE → Nbre= 10 : Général chauffages , panneaux rayonnants, plancher chauffant, prod solaire, alim CTA.

• COMPTAGES VOLUMETRIQUES → Nbre= 4 : alimentation AEP/EF général, EP (Pluie) récupérées, circuit de chauffage, arrosage toiture.

Comptages et sous comptages multiples pilotés par GTB

Répartition de la consommation...



PLAN RDC

Emetteurs de chaleurs.

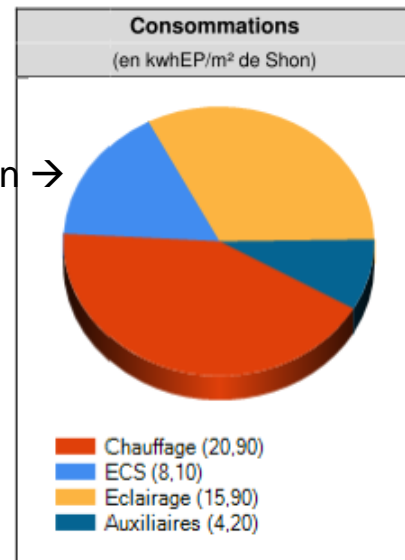
ZONING EMETTEURS DE CHALEUR / CLIMATISATIONS



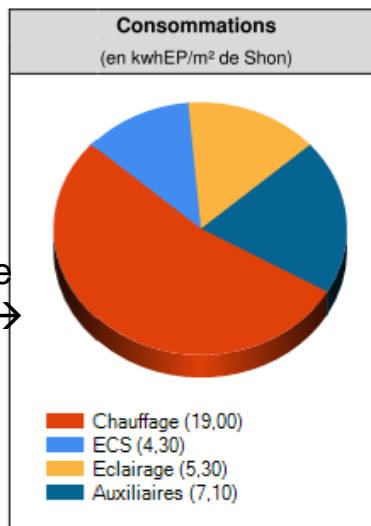
PLAN R+1



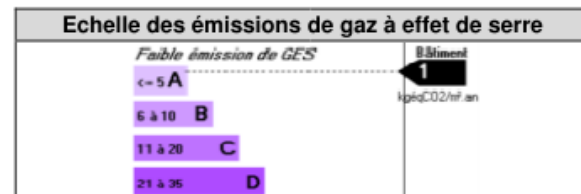
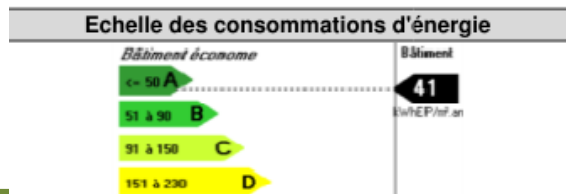
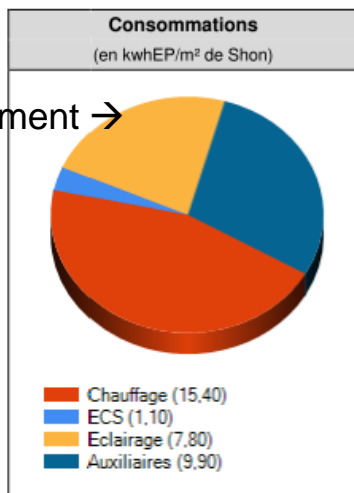
A - Administration →



B- TP technique
Restauration →



C-Enseignement →
classes



Des dispositifs sont prévus sur le projet afin d'économiser l'eau potable :

- Un réducteur de pression général,
 - Des limiteurs de débits et de température pour les robinetteries économes,
 - Des douchettes économes pour les vestiaires,
 - Le choix d'espèces végétales peu consommatrices en eau et qui ne demanderont un arrosage que pendant les 2 premières années,
 - L'arrosage des toitures végétalisées par l'eau brute le temps de la prise des végétaux.
- Une récupération d'eau pluviale...
- Cuve de récupération des eaux de pluies de 35 m³ pour alimenter les sanitaires qui couvre 60% des besoins.
 - L'arrosage des espaces extérieurs utilisera l'eau brute présente sur le site. Le choix d'essences adaptées au climat et l'utilisation d'eau brute permet d'économiser 1 948 m³ d'eau potable.

Systèmes
hydroéconomiques



→ La consommation est de seulement 1.6 m³ /an/élève.

Amortissement de l'installation sur 15 ans (par approche en coût global sur 30 ans)

Le projet permet des économies d'eau potable importantes...



Type d'appareil	Unité fonctionnelle	Conso Equip (L/usager ou L/min)	Durée en min ou nombre d'utilisation	Fréquence d'utilisation /J			Nombre de jours de fonctionnement		Nombre d'occupants		Surface arrosée (m ²) ou arbres	Conso Eau m ³ /an	Economie Eau Potable	
				Adultes	Elèves	Autres	Adultes	Elèves	Adultes	Elèves			% d'économie	Conso d'eau après économie m ³ /an
Chasse d'eau "élèves"	Usagers	6	1	0	2	0						715.2	50	357.6
Chasse d'eau "adultes"	Usagers	6	1	2	0	0	149	149	40	400		71.52	50	35.76
Robinet de lavabo	Usagers	10	0.25	2	2	0						327.8	25	245.85
Arbres	Individus	70				0.05	180				60	37.8	100	0
Toitures végétalisées	m ²	20				0.035	180				2930	369	100	0
Espaces extérieurs	m ²	30				0.15	180				1400	1134	100	0
TOTAL												2656		639

Confort et Santé : baies, occultations...

Fs maxi sans protection

Menuiserie	Composition	Facteur solaire	U _w (W/m ² .K)
Fenêtres DV	Menuiserie bois/alu double vitrage argon Argon (E=0,03) Ep +15mm (* FS = 0,35 sur la façade Est de la halle ITER)	0.61*	1.4
Paroi polycarbonate sur la halle ITER (V2)	Triple peau en polycarbonate de 245 mm	0.19	0.6
Paroi polycarbonate sur locaux non chauffés(V3)	Double peau en polycarbonate	0.26	0.8

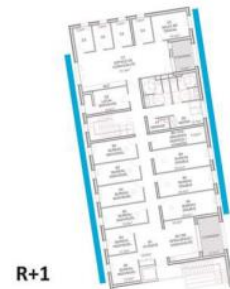
Extrait de l'étude thermique réglementaire et STD



Des façades largement vitrées...

RDC

- Stores extérieurs à lames empilables et orientables
- Vitrage à contrôle solaire (FS = 0.35)
- Végétation
- Casquette



Confort et santé : confort estival - STD

Des STD ont été réalisées avec plusieurs scénarios pour améliorer le confort l'Eté de certains locaux d'enseignement ciblés.

Hypothèse, consigne de température :

T°C ne doit pas dépasser **28°C** pendant plus de 60 h/an.

Locaux simulés avec logiciels certifiés :

Salle banalisée Ouest
Salle banalisée Est
Salle multimédia
Patio enseignement
Salles de travail
Hall d'accueil
Bureaux individuels/doubles

...

Conclusions :

Le rapport STD a permis d'optimiser le confort d'été en faisant ressortir les points suivants :

- l'optimisation de la ventilation naturelle,
- la **brumisation** et ventilation des patios,
- rajout d'inertie dans les classes
- contrôles solaires nécessaires,
- le maintien de la toiture végétalisée,
- la diminution de surface du vitrage du hall,
- la mise en place des brasseurs d'air dans les salles multimédia.

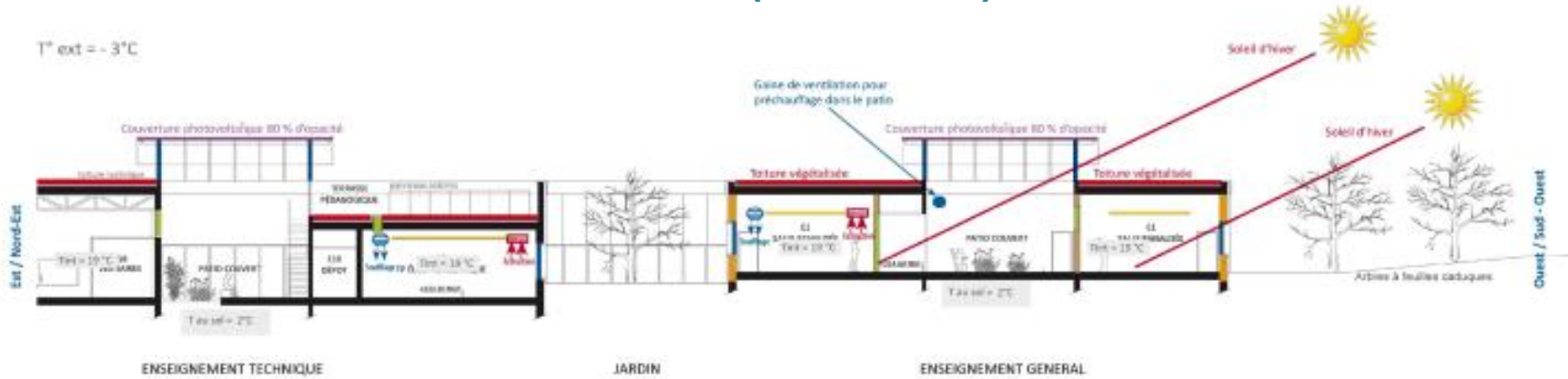
...



Coupes, scénarios : STD

CONCEPTION BIOCLIMATIQUE :

Fonctionnement l'HIVER ($T^{\circ}\text{ext} = -3^{\circ}\text{C}$)

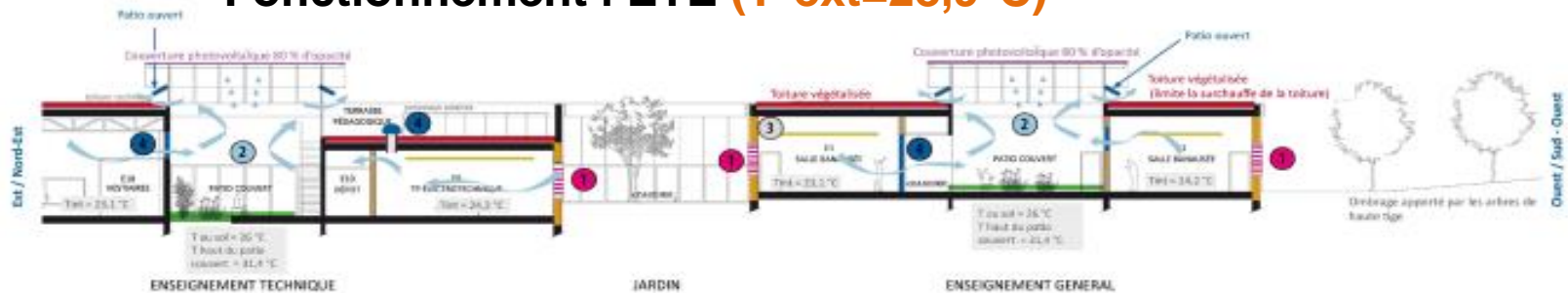


Légende

- Fenêtres fermées + stores levés
- Luminère étanche
- Vitrage ou conduit de lumière apportant le complément d'éclairage naturel nécessaire à l'éclairage des salles
- Patio isolé sur patio couvert (25 cm d'isolant végétal)
- Patio isolé sur extérieur (30 cm d'isolant végétal)
- Toiture isolée et ventilée avec 40 cm de laine de chanvre

$T^{\circ}\text{ext} = 28,9^{\circ}\text{C}$

Fonctionnement l'ÉTÉ ($T^{\circ}\text{ext} = 28,9^{\circ}\text{C}$)



Légende

- Protections solaires par l'ombrage apporté par les arbres hautes tiges et par les stores à zones orientables amplifiées
- Éclairage par vitrage, bandes ou puits de lumière apportant l'éclairage nécessaire à l'éclairage naturel des classes ou sal les TR. Ces vitrages ne nécessitent pas de protections solaires
- Luminère étanche
- Patio isolé sur patio couvert (25 cm d'isolant végétal)
- Paroi végétalisée en pleine terre + eau (fraîcheur)
- Patio isolé sur extérieur (30 cm d'isolant végétal)
- = = Brumisation
- 1 Absence de bus plafond généralisé, donc maintien du volume et de l'inertie de la dalle haute

Confort et santé : autres points

• Confort Acoustique :

Le bâtiment est conçu pour se protéger des nuisances sonores extérieures ?

Les spécificités des locaux doivent être mises en œuvre à partir d'études acoustiques locales sur des locaux types

Les performances acoustiques intérieures atteintes sont celles de la réglementation en vigueur pour le neuf

Des mesures de contrôle sont réalisées pendant la phase travaux : Étude acoustique...

• Confort visuel : simulations de FLj...

La lumière naturelle est favorisée...

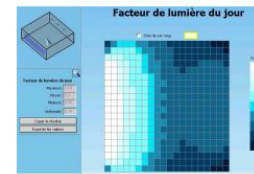
Les objectifs sont atteints dans tous les locaux sauf dans les grandes salles d'activités banalisées et de TP.

Conséquence → mise en place de **conduits de lumière**...

SALLE TP ELECTROCHIMIQUE ORIENTÉE OUEST

Dimensions du local : 8,7 m x 9,1 m, htp = 3,5 m
 Dimensions de baie : sur façade ouest 7,2 m x 1,68 m (ht),
 allège 0,95 m, Nb 1
 En toiture, 3 solar spots, diam. 37,5 cm

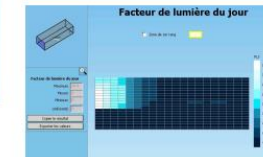
FLJ moyen = 3,1 % (mini 0,59 – maxi 14,8)
 FLJ ≥ 1,5 % sur 44 % de la surface de la pièce



SALLE E12 ACTIVITÉS SENSIBLES ET BRUYANTES

Dimensions du local : 20,9 m x 7 m, htp = 5,3 m
 Dimensions de baie : sur façade Nord 5,4 m x 2,6 m (ht),
 allège 0 m, Nb 1
 façade polycarbonate 5,4 m x 2,7 m (ht)
 sur façade Ouest sur atrium 1,4 m x 0,9m (ht),
 allège 2,1 m, Nb 1
 + 6 solar spots, Ø 37,5 cm

FLJ moyen = 1 % (mini 0 – maxi 16,6)
 FLJ ≥ 1,5 % sur 15 % de la surface de la pièce
 FLJ ≥ 1 % sur 18 % de la surface de la pièce



Il faut renforcer le nombre de conduits de lumière sur cette zone et les prévoir avec des diamètres de Ø 530 mm.

SALLE E11 ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE ITER/ ENR

Dimensions du local : 17,5 m x 30,4 m, htp = 5,3 m
 Dimensions de baie : sur façade Est 6 m x 2,4 m (ht), allège 0 m, Nb 3
 sur façade polycarbonate 600 x 2,8
 sur façade Est 3,6 m x 2,4 m (ht), allège 0 m, Nb 1
 sur façade Sud 4,72 m x 1,4 m (ht), allège 0,6 m, Nb 1
 sur façade Sud 7,12m x 1,4 m (ht), allège 0,6 m, Nb 1
 sur façade Ouest sur atrium 2,1 m x 0,9 m (ht),
 allège 2,1 m

FLJ moyen = 2,7 % (mini 0,43 – maxi 14,8)
 FLJ ≥ 1,5 % sur 52 % de la surface de la pièce
 FLJ ≥ 1 % sur 81 % de la surface de la pièce



• Qualité d'air : (déjà évoqué précédemment : voir coupes)

Conception de la ventilation de confort naturelle innovante...



3 points pertinents sur ce projet

À retenir...

- Un projet innovant traité dans son ensemble,
- Le bois massif de filiaire locale (Luberon ! 😊),
- La volonté de réaliser un chantier à faibles nuisances,
- La favorisation et l'optimisation de la ventilation naturelle,
- L'enveloppe isolée en matériaux bio-sourcés (et la protection au feu réglementaire)
- La récupération des EP pour les sanitaires,
- La chaufferie bois et autres possibilités de mise en œuvre d'ENR...
- La portée pédagogique de cet établissement respectueux de l'environnement.



3 points à améliorer sur ce projet

Equipements	Destination
<ul style="list-style-type: none"> • Le polycarbonate translucide triple peaux (mais qui se recycle) • PV en option à retenir : 446 m² de modules photovoltaïques semi-transparents : solution intégrés au bâti avec production annuel attendue de 74 MWh pour une puissance électrique de 52.48 kWc. <i>Production = 74 000kWh/an avec afficheur des conso instantanées au public...</i> <i>Le temps de retour sur investissement du surcoût de l'installation photovoltaïque par rapport à la solution avec toiture isolée est de l'ordre de 25 ans en prenant en compte le tarif de rachat en vigueur au 10 septembre 2014. Ce temps de retour sur investissement pourra être abaissé en fonction des subventions mobilisables.</i> • Puits de lumière pour améliorer le confort visuel dans la grande salle d'activité Iter sensible (dim = 20.9x7m avec hsp=5.3m) 	<p>Vêtire murs extérieurs</p> <p>Production d'électricité : sur PATIOS</p> <p>Salle de TP</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Arbre à vent en option à retenir. 	<p>Extérieur</p>



Points à valider par le jury *(3 maxi)*



Territoire et site

- Le bâtiment se dote t'il d'un élément solaire passif : patio véranda formant serre froide ?



Matériaux

- Le projet contribue t'il à minimiser la quantité de matériaux utilisée ?
- Le bâtiment est-il conçu pour être déconstruit et non démoli ?



Energie

- Sans objet



Eau

- Sans Objet



Confort et santé

- Sans objet



Social et économie

- Le projet a été étudié et testé en coordination avec la commission accessibilité : Réunion de présentation avant PC?
- La salle informatique ou tout autre salle peut servir à d'autres utilisateurs ?



Gestion de Projet

- Sans Objet

Points innovation



Territoire et site

- À compléter



Matériaux

- Sans Objet



Energie

- Arbre à vent producteur l'électricité ENR.



Eau

- Sans Objet



Confort et santé

- Brumisateurs sous couverture des patios



Social et économie

- Sans Objet








Gestion de Projet

- Sans Objet

Gestion de projet

Principaux Acteurs du projet...

Maître d'Ouvrage	Architecte	BE Technique	AMO
<p>DURANCE LUBERON VERDON AGGLOMÉRATION</p> 	<p>R+4 ARCHITECTES (FORCALQUIER - 04)</p>  <p>SARL BERNARD BROT CHRISTIANE MARS</p> <p>LETEISSIER-CORRIOL (MARSEILLE - 13)</p> 	<p>ingénieurs associés adret Thermique fluides et Environnement</p> <p>-SCOP GAUJARD TECHNOLOGIE (84) :</p> <p>Gaujardtechnologie scop Bureau d'études structure bois et enveloppe en matériaux biosourcés</p> <p>- VERDI INGENIERIE (13) : BE TCE</p> <p>- MEDITERRANEE GENIE ACOUSTIQUE (69)</p>  <p>-PAYSAGISTE H & R (13) : Aménagement extérieurs végétalisé</p>	<p>TPF.i</p>  <p>EPF.i L'INGÉNIERIE CO-CRÉATIVE</p>

1 - Planification du projet BDM...

- Réunions plénières de la maîtrise d'œuvre régulières,
- Implication des BET aux différentes étapes du planning de conception,
- La démarche BDM a été intégrée dès la programmation avec un 1^{er} remplissage de la grille dès la phase concours.

2 - Savoir-faire des professionnels concepteurs...

- Nombreux allers/retours créatifs par communication à distance entre BET et architectes...
- Implication donc forte de tous les acteurs par mise à jour des documents graphiques et écrits à l'avancement, et par établissement de comptes rendus de réunions internes.
- Réalisation de STD pour le confort d'été et d'un bilan prévisionnel de consommation énergétique.