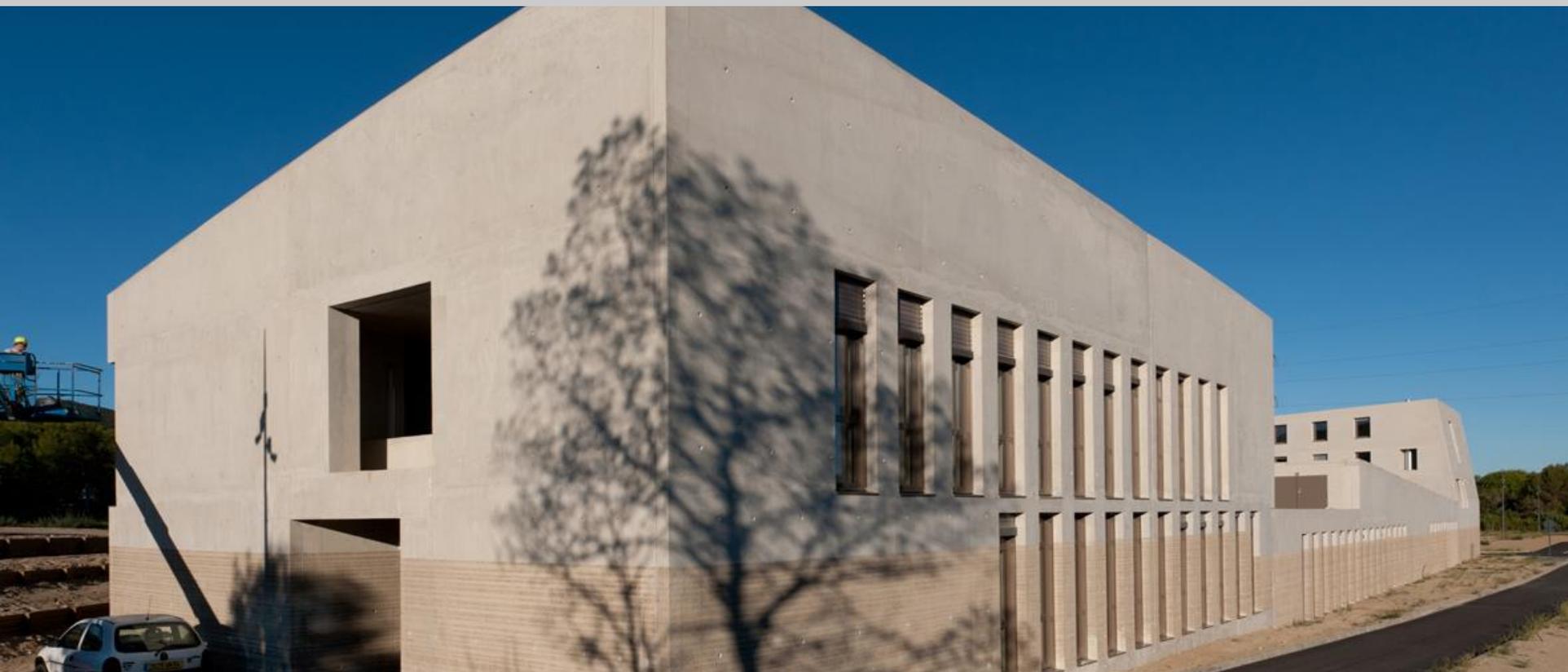


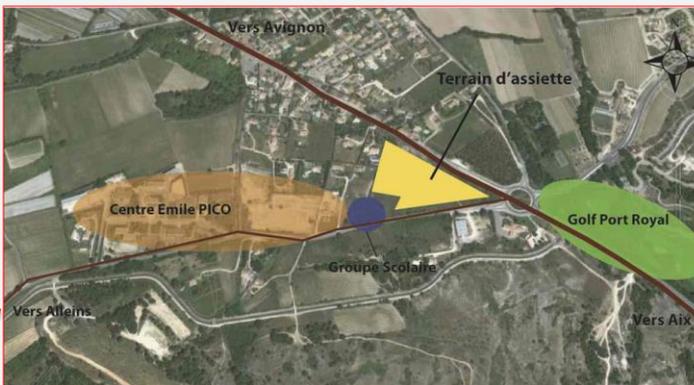
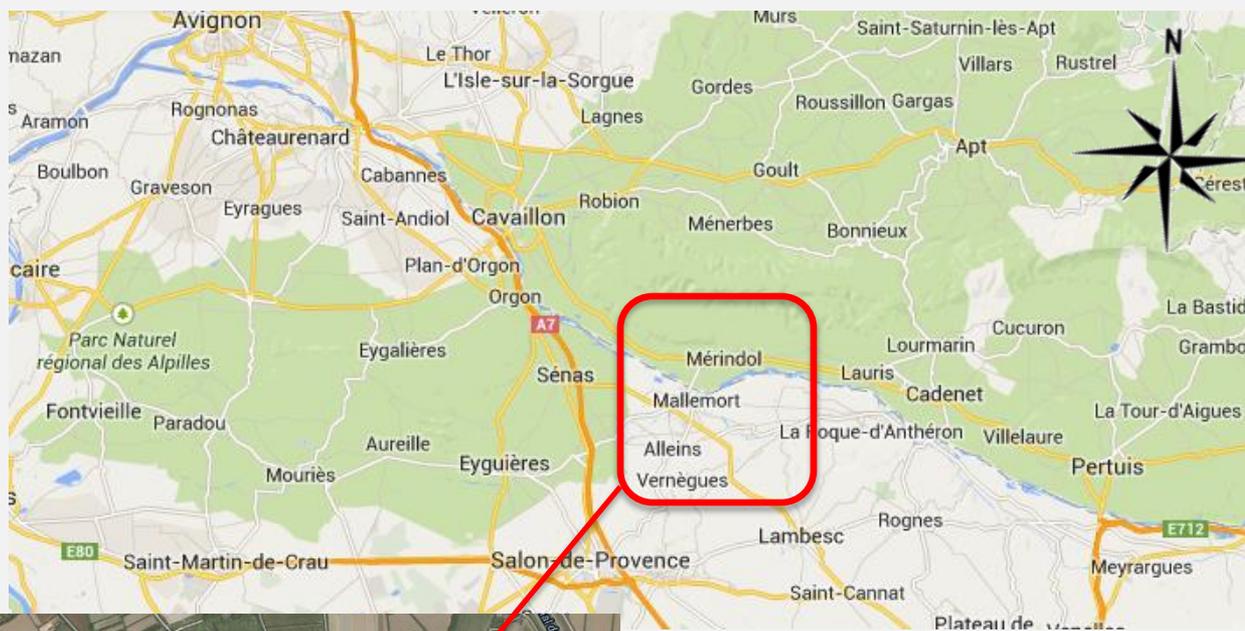
CFA Travaux Publics Régional à Mallemort, (13)



Maître d'Ouvrage	Architectes	BE Technique	AMO QE
CFA TP PACA AMO: CITADIS	Corinne VEZZONI & ASSOCIES	Fluides: INGEROP Structure : INGEROP QE: OASIIS Acoustique: LASA	DOMENE scop

Contexte

Le Pole Formation TP, premier campus des métiers des Travaux Publics basé à Mallemort porte la création d'un CFA Régional sur le site du campus qui accueille déjà un CFTP et des plateaux techniques. Le terrain acquis pour le projet se situe en extrémité Ouest de la commune de Mallemort, en bordure de l'ex Route Nationale 7, bénéficiant d'une visibilité depuis cette infrastructure majeure du territoire. Le futur CFA bénéficiera des plateaux techniques existants sur le campus et d'aménagement ultérieur d'aires sportives au Sud de la RD 17d.



Enjeux Durables du projet

Une **insertion architecturale, fonctionnelle et paysagère** dans un territoire péri-urbain peu dense, offrant de belles perspectives vers le Lubéron et le massif des Costes, connecté à un réseau routier réaménagé, et intégré à un site plus vaste évoluant vers le statut de campus.

Une volonté de la Maîtrise d’Ouvrage de **coordonner ce projet avec son propre Agenda 21 et ses déclinaisons pédagogiques** tant dans la programmation que dans la conception et la mise en œuvre des ouvrages (infra et superstructures).

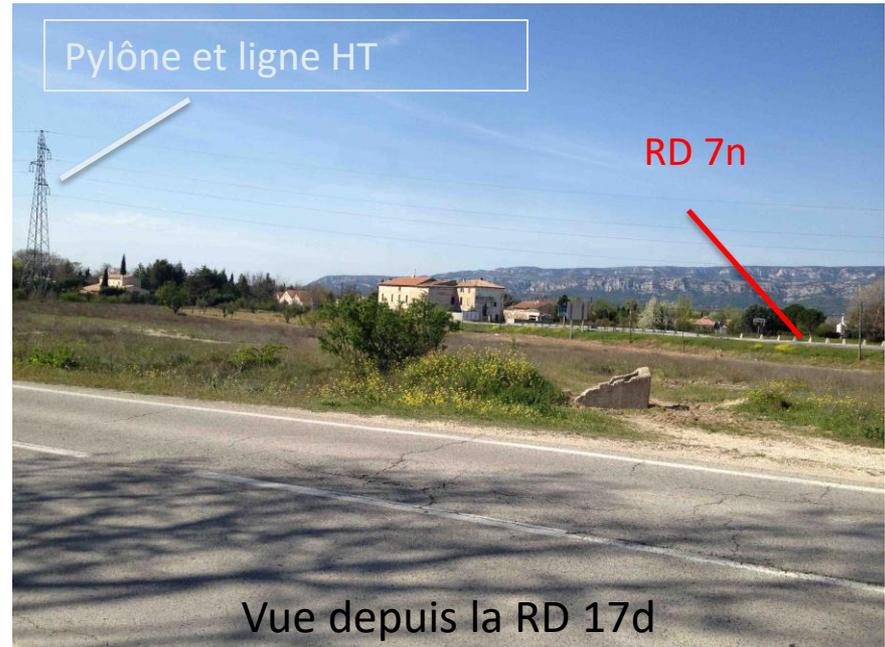
Une **approche paysagère complète** en termes de biodiversité, de gestion hydraulique et de valorisation des vues et du cadre de vie des apprentis et personnels du CFA.

Une **gestion optimale des contraintes du site** en termes de confort et de santé: ligne HT, voies bruyantes, exposition au vent violent.

Le terrain et son voisinage

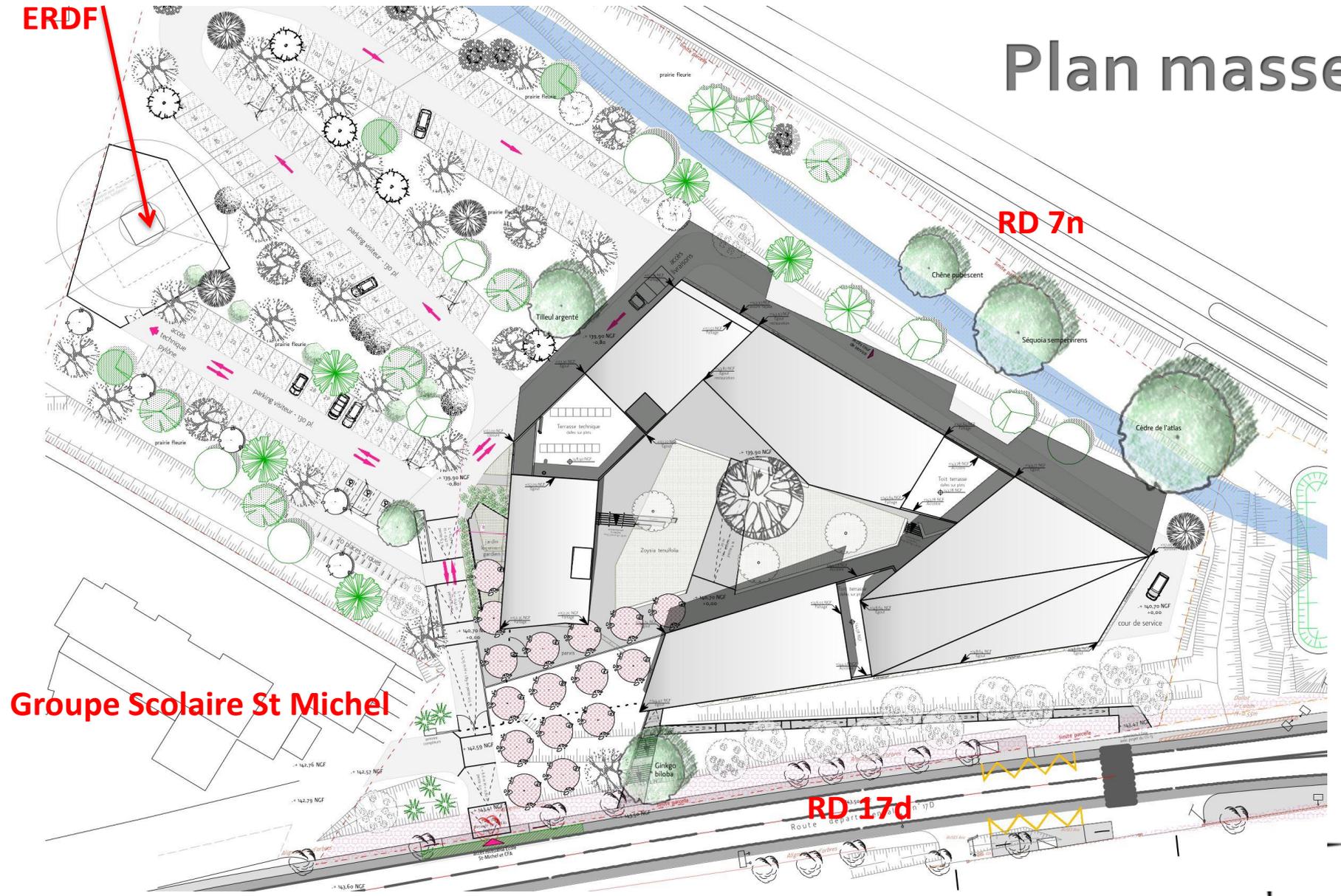


Pente vers le Nord



**Pylône
ERDF**

Plan masse



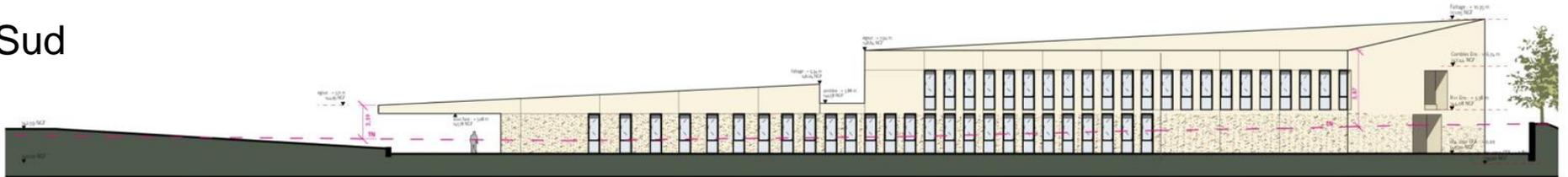
Groupe Scolaire St Michel

Façades

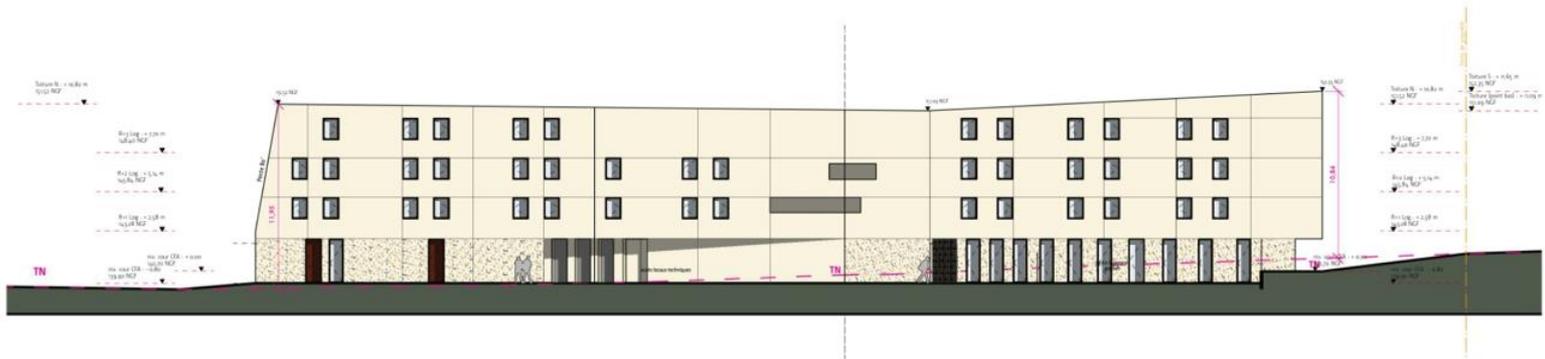
Nord



Sud



Ouest



Est











Fiche d'identité – Résultats fin de chantier

Typologie

- Bâtiment d'enseignement et d'hébergement étudiant

Surface

- Hébergement RT 2161 m²
- Enseignement RT 1957 m²

Climat

- Altitude: 139 m
- Zone climatique : H3

Classement bruit

- BR1
- Catégorie locaux CE1

Bbio

- 31,6 (léger mieux)
- Gain Bbiomax : 26%

Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*

- RT 2012
- Cep: 56,8
- Gain p/r Cepmax: -11,4%

Production locale d'électricité

- Sans objet

Planning travaux

- Début : décembre 2014
- Fin : Décembre 2016

Coûts

- Coût Travaux: 7,3 M€ HT
- Honoraires (dont QE et OPC): 438 k€ HT
- Coût d'opération TDC:

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

Mobilisation de la Maîtrise d’Ouvrage sur les enjeux de développement durable déclinés dans un **Agenda 21** opérationnel sur l’ensemble du Pole Formation TP

Choix d’entreprises locales

Bon suivi de chantier à **faibles nuisances**

MAIS

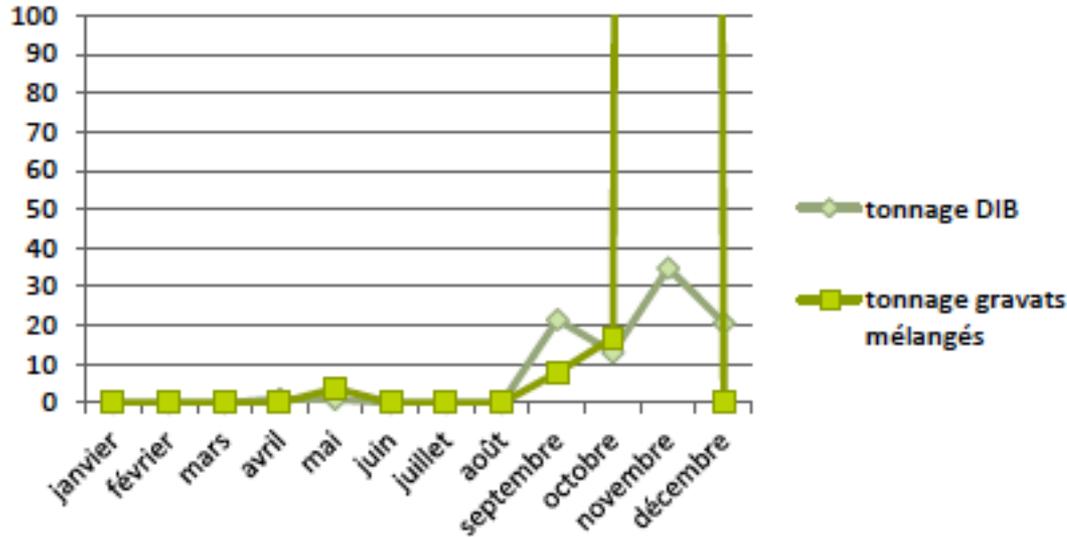
Perte de cohésion entre MO / AMO et MOE au cours du chantier

Une entreprise en difficulté

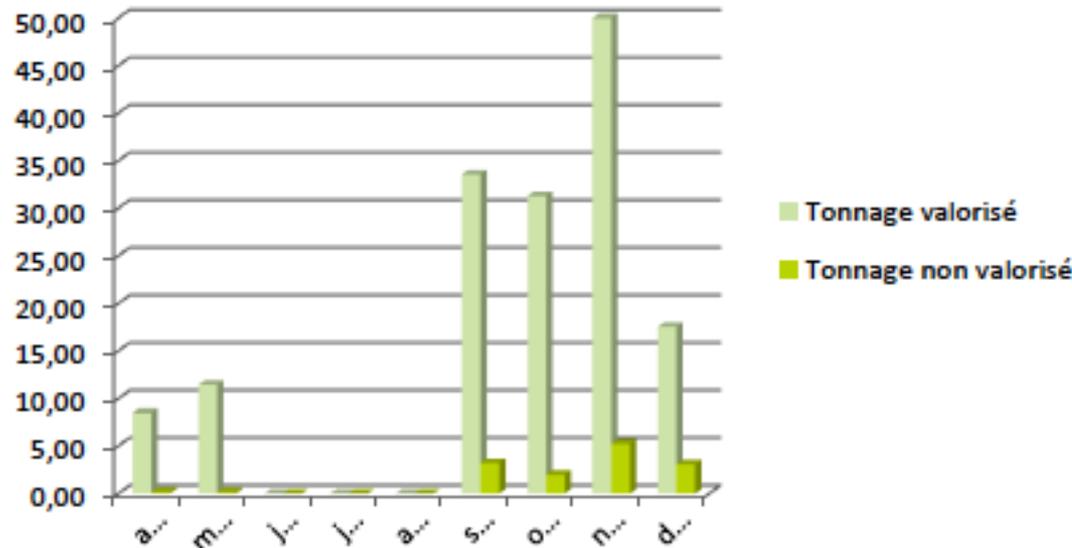
Le turn over dans les équipes chantier et MOE induit une **perte d’historique et de suivi, parfois de cohérence** par rapport à l’important travail transversal en phase ETUDES



REPARTITION DES DECHETS



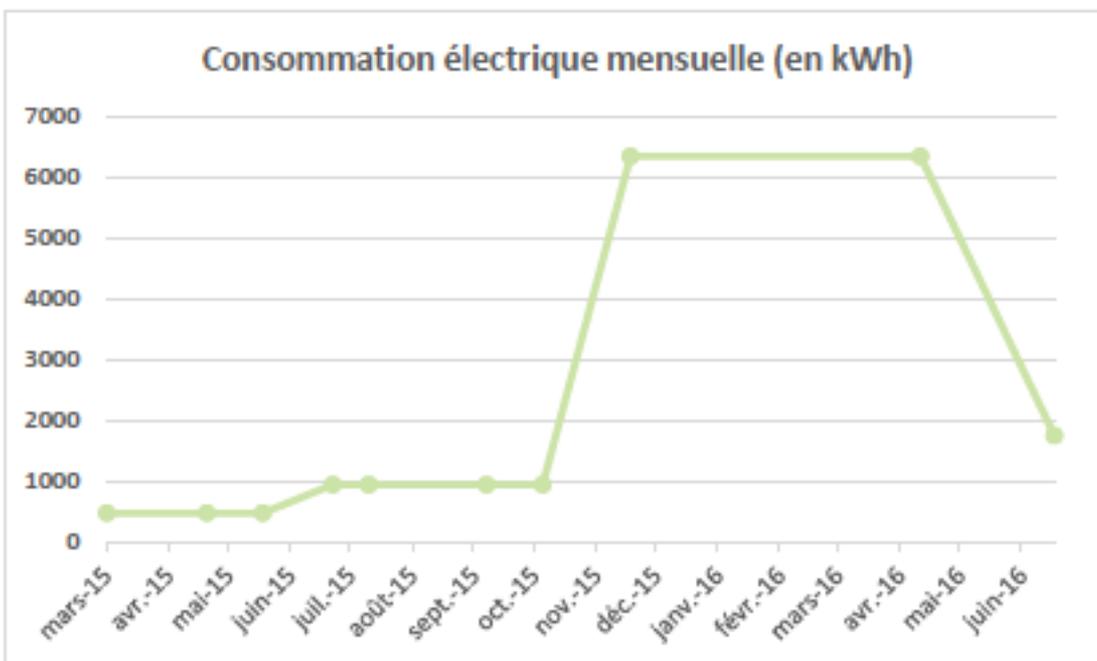
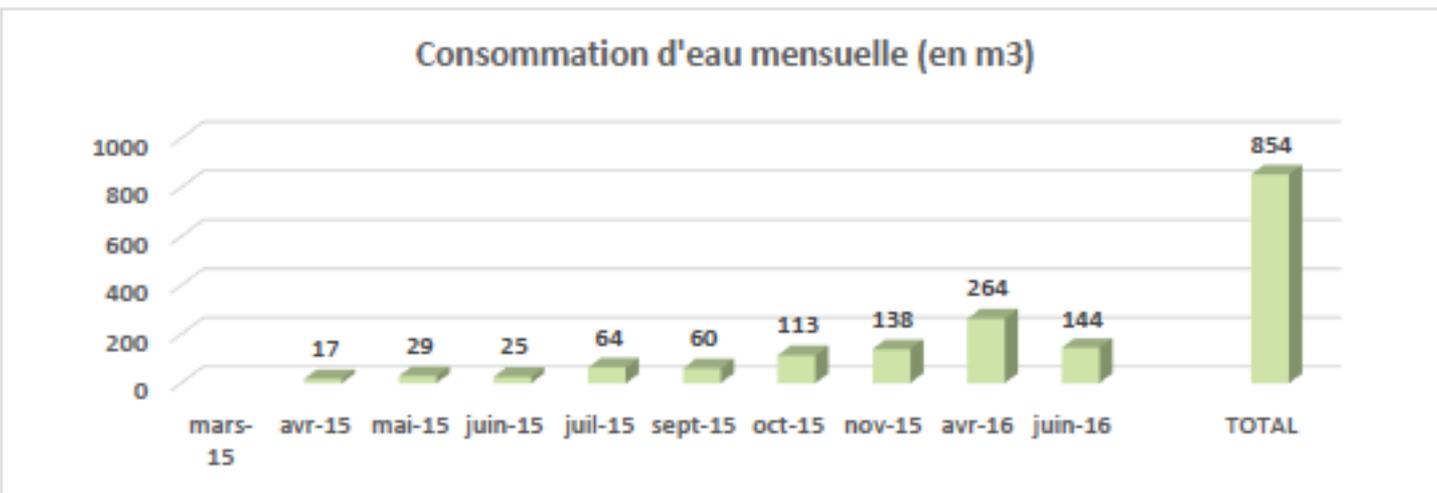
REPARTITION DES TONNAGES VALORISES



NEXE 1 - TABLEAU D'IDENTIFICATION DES INTERVENANTS

TABLEAU DE SUIVI DE LA SENSIBILISATION ENVIRONNEMENTALE DES INTERVENANTS

ENTREPRISE	RESP. ENV	COORDONNEES	DATE	
SPIED	Bellil/Bacq	07-07-01-25-110	20/04	
BEC	Goux J	06 20 95 82 14	20/04	
SFA SAUGEU	BORRETTI	06 72 58 54 98	20/04	
ERIE SH GARGINI	CHEVALER	06 11 16 67 38	20/04	
EXTENS RECREO DU SUD	THIES	06 23 33 68 64	25/04	
de de sol	SCPA	LE TRILLY	06 25 30 3 695	20/04
Michi travaux	BREP	06 24 70 6 82 4	20/04	



Social et économie

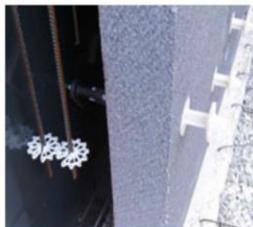
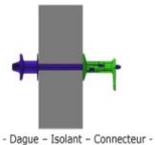
Parité hommes-femmes en MO, AMO et MOE, pas de parité sur chantier!

Création **d'aires sportives associées** à destination du campus
(non évaluée dans le projet car espace non chauffé)

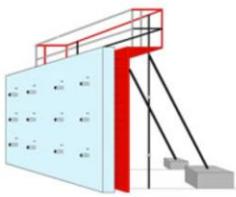
Implication inégale des entreprises dans la conduite d'un chantier de qualité
(chantier propre et étanchéité à l'air du bâti et des réseaux aérauliques)



- Contrôler la bonne solidarisation des connecteurs intérieurs et extérieurs.
- **NB** : le nombre de connecteurs est en rapport avec l'épaisseur de l'isolant : plus les plaques d'isolants sont épaisses, et plus le nombre de connecteurs diminue.
- Faire pivoter le connecteur d'un quart de tour pour « bloquer » l'ensemble de façon à empêcher la désolidarisation de l'ensemble des connecteurs intérieurs et extérieurs.



- Placer l'isolant avec les connecteurs garantissant les performances thermiques et mécaniques du complexe du mur de façade contre l'armature structurelle intérieure en tournant la molette des dagues pour traverser le ferrailage. Les connecteurs faisant office d'entretoises, doivent être en butée contre la banche intérieure.
- Tourner le connecteur d'un quart de tour grâce à la molette extérieure de façon à éviter ce ferrailage et ainsi permettre le maintien en phase provisoire de l'isolant.



- Insérer les entretoises auto-foreuses (fig. A .vert) munies de manchons (fig. B. orange) dans l'isolant au droit des trous de serrages jusqu'à être en butée contre la banche intérieure.



Fig A.



Fig B



- Percement au droit des trous de serrage avec les entretoises. Trous à repérer au fur et à mesure de l'avancement.

« Les entretoises auto-foreuses sont conçues pour :

- limiter le soulèvement de l'isolant au coulage.
- reprendre les efforts de compression lors du serrage des panneaux de coffrage.
- la mise en place de passerelles de sécurité (les embouts larges diffusent les efforts de compression et protègent ainsi le parement béton extérieur.) »

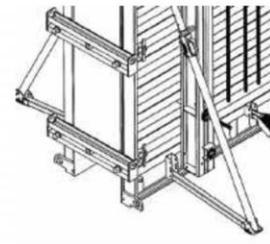
Fig. C.



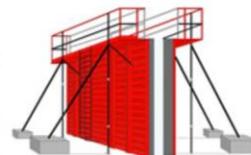
- Vérification de l'équerrage et positionnement des mannequins et châssis avant la fermeture des banches.

Suite du coffrage

- Contrôle de l'aspect de la matrice avant fermeture des banches.
- Positionner le second train de banches.
- Enfiler les tiges de serrage dans le train de banche mis en place en traversant les entretoises.



- Serrer les tiges de serrage basses et hautes (en doublant les écrous si plusieurs hauteurs).
- Décrocher la grue.
- Fixer les réglettes d'about en bout de banche (maintien des trappons d'abouts).
- Contrôler la verticalité des coffrages et l'alignement des banches.



« **Attention** de ne pas oublier les protections collectives (garde-corps, protection des armatures...) »



Mission de synthèse essentielle pour les incorporations et réservations.
Nombreux détails d'exécution et points singuliers à traiter pour la continuité d'isolation, l'étanchéité à l'air, les finitions brutes intérieures et extérieures.



Territoire et Site

Extension urbaine maîtrisée pour finalisation d'un eco-campus

Très faible empreise au sol du projet : taux d'imperméabilisation < 48%

Mise à distance de l'hébergement par rapport à la ligne HT (étude complémentaire de mesures des champs électro-magnétiques confiée à l'AMO QE) > **Point bonus obtenu en conception**

Volet paysager et hydraulique intégré – candidat à l'appel à projet de l'Agence de l'Eau sur la **maîtrise des rejets d'eau pluviale aux réseaux publics et amélioration de la qualité des eaux renvoyées au milieu naturel**

Globalement réalisé malgré quelques modifications et retards dans les plantations

Volet paysager et pédagogique avec réponse à un appel à projet régional pour le développement de la **biodiversité et la sensibilisation des apprentis**: transfert des plantations reçues avant le chantier sur site, après GO et VRD

Vue depuis la RDn 7





Vue sur la façade de l'hébergement, côté cour intérieure

Vue en détail sur l'hydrogommage du béton en RDC de toutes façades extérieures





Matériaux

Parois	R isolants(m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	Composition*
Façades	5,6	0,17	<ul style="list-style-type: none"> •Voile porteur 20 cm béton ou prémur •Isolant 15 cm PSE ou LM •Voile béton non porteur
Toiture terrasse	6,29	0,15	Dalle béton Isolant PUR 22 cm Etanchéité + Dalle de finition extérieure en surtoiture sur comble partiellement
Plancher Bas sur VS	3,95	0,17	<ul style="list-style-type: none"> •Isolant PSE 15 cm •Dalle béton 15
Plancher Bas sur TP	3,95	0,24	<ul style="list-style-type: none"> • Isolant PSE 15 cm • Dalle béton 12

Rappel Engagement Phase chantier: intégration dans les DCE **d'une clause sur la fourniture et l'analyse de données environnementales pour le GO**: volumes matériaux premiers et matériaux transformés, énergie pour le transport, énergie pour la mise en œuvre, consommations d'eau et nombre d'emplois dédiés... pour dégager des tendances sur l'énergie grise et alimenter les travaux du GT Matériaux >>> **point Bonus**

Mise au point d'une clause du suivi environnemental des fournitures et mise en œuvre des matériaux au lot Gros-Œuvre : gestion par l'entreprise BEC, tableau mensuel

ANALYSE CONSOMMATION ENERGETIQUE CFA MALLEMORT			Volume et provenance de matériaux premiers <u>gr. transformés</u> (granulats, sable, bois - des branches et claires par exemple) en Tonnes et km.				Volume d'eau pour la production des ciments et bétons et pour le nettoyage du chantier - phase GO (ce qui suppose un sous-comptage spécifique) en m3.		Quantité d'énergie pour le transport des matériaux et matériels. (litres de gasoil).		Quantité d'énergie pour le chantier (hors terrassements et fondations) - (ce qui suppose un sous-comptage spécifique) en kWh		Nombre d'emplois impliqués en HEURES			
	Fournisseurs	Provenance	VOYAGES A/R	M3	TONNES	KM	BETON 165L/ M3	M3 CHANTIER (compteur à 0 au démarrage)	Estimation TEL/100	L	Consommations électriques en KWH (compteur à au démarrage)	BEC		BET+FERR	LIVREUR	
												ENCAD CE+CDT	CNRO	ENCAD ING	30 MINTRA	
15785																
RELEVÉ A LA POSE																
mar-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	30	225	563	360	37	10	12	43		304	912	304	33	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	6		15	360			12	43						
MATERIEL	FAYAT	PUY ST REPARADE 25 KM	12		30	300			12	36						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	10			290			12	36						
ISOLANT FACADE	KNALIF	ROUSSET 70KM	3	140		210			12	26						
BASE VIE	COUGNEAUX	GIGNAC LA NERTHE 58KM	4			232			12	28						
apr-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	46	338	844	540	56	15	12	66		304	2715	304	29	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	3		6	180			12	22						
MATERIEL	FAYAT	PUY ST REPARADE 25 KM	2		30	50			12	6						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	5			148			12	17						
ISOLANT FACADE	KNALIF	ROUSSET 70KM	3	60		210			12	26						
mai-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	40	300	750	480	50	17	12	58		304	2416	304	28	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	6		15	360			12	43						
MATERIEL	FAYAT	PUY ST REPARADE 25 KM	1		30	26			12	3						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	4			116			12	14						
ISOLANT FACADE	KNALIF	ROUSSET 70KM	1	30		70			12	8						
jun-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	56	413	1031	680	68	28	12	79			3263	304	34	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	3		15	180			12	22						
MATERIEL	FAYAT	PUY ST REPARADE 25 KM	2		30	50			12	6						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	5			146			12	17						
ISOLANT FACADE	KNALIF	ROUSSET 70KM	2	30		140			12	17						
juil-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	60	450	1126	720	74	36	12	86		304	3109	304	37	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	4		15	240			12	29						
MATERIEL	FAYAT	PUY ST REPARADE 25 KM	2		30	50			12	6						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	6			174			12	21						
ISOLANT FACADE	KNALIF	ROUSSET 70KM	2	30		140			12	17						
aoû-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	46	338	844	540	56	46	12	66		304	1982	304	29	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	4		15	240			12	29						
MATERIEL	FAYAT	PUY ST REPARADE 25 KM	2		30	50			12	6						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	2			58			12	7						
ISOLANT FACADE	KNALIF	ROUSSET 70KM	4	30		280			12	34						
sept-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	60	600	1500	960	98	101	12	115		304	4600	304	46	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	3		15	180			12	22						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	8			232			12	28						
oct-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	0	0	0	0	0		12	0		304	2600	304	0	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	0		0	0			12	0						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	0			0			12	0						
nov-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	0	0	0	0	0		12	0		304	1699	304	0	
ACIER	CAUMES	BEAUCAIRE 60KM	0		0	0			12	0						
MATERIAUX DIVERS	DIVERS	SALON 25KM	0			0			12	0						
dec-15																
BETON	UNBETON	LAMBESC 12KM	2	3	8	24	0,5		12	3		170	916	170		
MATERIAUX	DIVERS	DIVERS	15			1444			12	173						
DIVERS	DIVERS	DIVERS	5			424			12	51						

BILAN ENERGIE GRISE / CO2 DU GROS-ŒUVRE

SDP

4300

MATERIAUX	Qté en m3	Qté en T	Ratio énergie grise kWh/m3	Ratio CO2 eq kg CO2/T	CO2 transport	Energie Chantier	Eau Chantier	TOTAL en kg eq CO2	TOTAL en kWh	TOTAL EAU
Béton coulé en place	2732	6829	500	286	396 587	15068		2 350 361	1 380 818	451
Acier	12	96	60000	780	10 012	10801,92		84 892	730 802	
Isolants	320	333	450	2824	nc	4888,8		939 827	148 889	
Autres matériaux					nc	29323,488		nc	29 323	
Matériels (grue etc...)	120	nc			nc	133114	663	nc	133 114	663

TOTAL GROS-ŒUVRE	3 375 080	2 422 946	1113698
Rapporté à la SDP	785	563	259

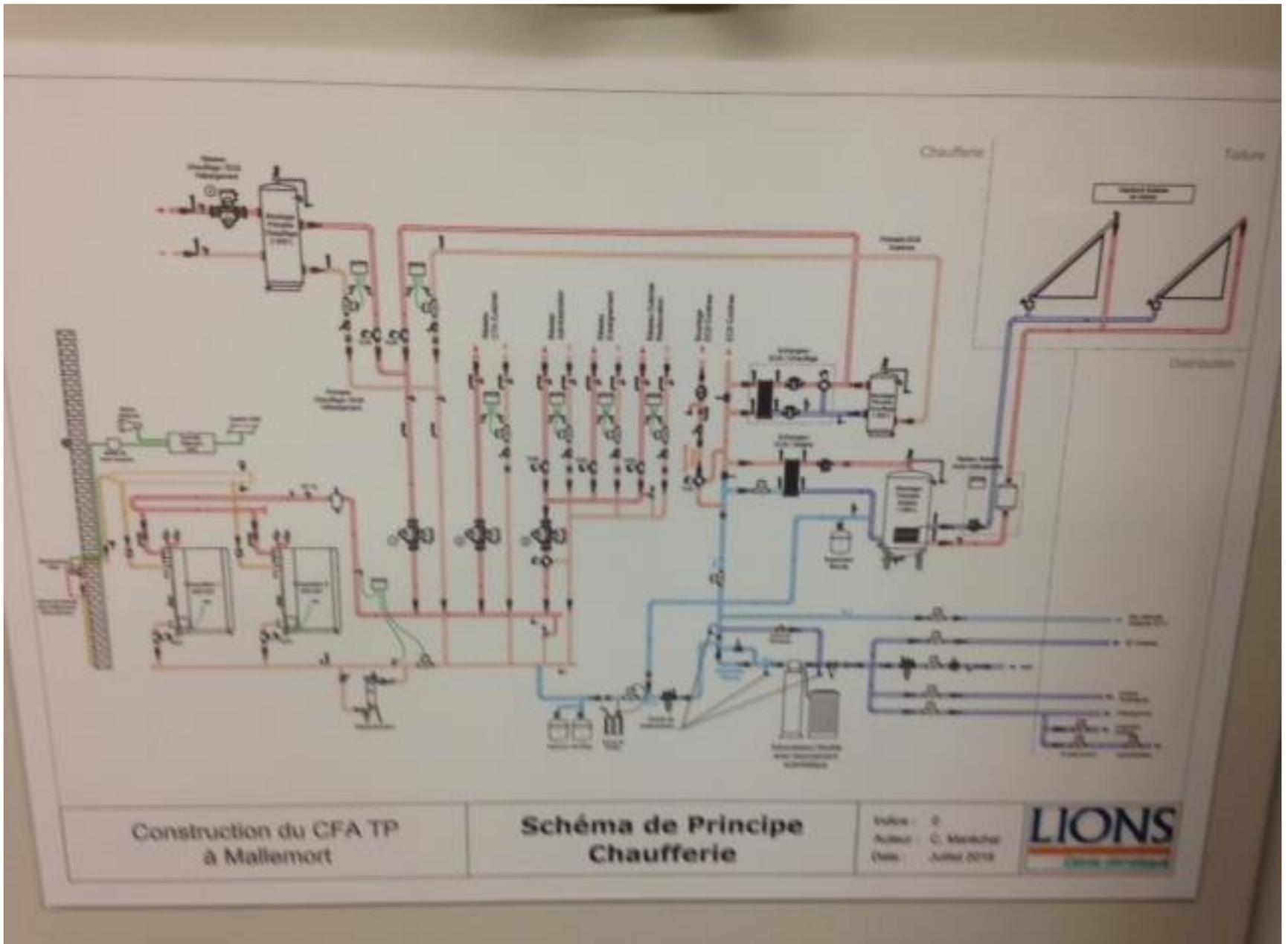
ANALYSE FIN DE CHANTIER

La mise en œuvre du gros-œuvre pour le CFA TP représente environ:

- **785 kg eq CO₂ par m² SDP** dont 2/3 pour la fabrication du béton
- **563 kWh d'énergie finale par m² SDP**, mais seulement 10 kWh sur chantier...
- **259 litres d'eau par m² SDP**
- Et plus de **37 000 heures sur chantier** soit 20 Equivalent Temps-Plein sur la durée du GO

Energie

Equipements	Destination
<ul style="list-style-type: none"> • Chaufferie Gaz – 1 chaudière 380 kW à condensation • Emetteurs Radiateurs Acier BT + quelques VC dans les locaux avec VRV • Régulation sur sonde + GTC 	Chauffage
<ul style="list-style-type: none"> • 3 locaux climatisés: salles simulateurs, informatique et CRAF • VRV ATLANTIC COP 4,1– EER 3 – 22,4 kW 	Refroidissement
<ul style="list-style-type: none"> • Simple Flux Hygroréglable B pour l’Hébergement 4200 m3/h • Simple Flux Autoréglable pour l’enseignement 5560 m3/h • Double Flux 80% échangeur 3300 m3/h – Puis moteur 2200 W pour enseignement côté RN 7 	Ventilation
<ul style="list-style-type: none"> • Système de production sur chaufferie Gaz – 1 chaudière 390 kW + Préparateurs instantanés sur boucle chauffage pour l’hébergement • Système production Solaire + Appoint Gaz pour la cuisine 30 m2 de capteurs avec ballon solaire de 1500 l 	ECS et appoint éventuel
<p>Puissance installée 6 à 7 W/m² dans salles enseignement et administration 5 W/m² dans les chambres. Etude de FLJ à l’appui.</p>	Eclairage
<ul style="list-style-type: none"> • Comptage électrique Clim, Elclairage, Auxiliaires, Ventilations, PC • Comptage volumétrique ECS, eau froide et eau brute (canal de Craponne) • Comptage d’énergie (chaufferie et Système solaire) 	Comptages





Production d'ECS solaire en
toiture technique sur bâtiment
Hébergement pour Usages
CUISINE uniquement : 27 m² de
capteurs +ballon 1500 l





Détail d'une gaine palière: TD + échangeur à plaque sur réseau primaire chauffage pour alimentation ECS des salles d'eau. A échangeur pour 2 chambres.

Projet très peu impactant sur le pluvial

Conception environnementale approfondie pour optimiser les systèmes de châsses d'eau et les robinetteries notamment pour l'hébergement avec recherche de gains jusqu'à **43%** par rapport aux solutions hydroéconomiques conventionnelles

Recours à l'eau brute du canal de Craponne pour quelques besoins mineurs (arrosage ponctuel, entretien extérieur) : canalisation non réalisée / pas de raccordement

Confort et Santé

Modifications en cours de chantier

Dispositions prises au PRO réalisées / non réalisées:

- pas de surventilation nocturne pour des raisons de nuisances sonores vis-à-vis de l'hébergement et de risque intrusion dans les locaux à RDC
- décision de climatiser 3 locaux à très forts apports internes dont 2 situés contre la RD 7n – voie bruyante
- optimisation des protections solaires, y compris en façade Nord (BSO et Volets roulants)
- choix de l'automatisation de la gestion des volets dans l'hébergement pour contrôle des températures car turn-over hebdomadaire des apprentis hébergés
- recours à des brasseurs d'air dans les locaux d'enseignement et d'administration exposés au bruit

Réflexion en cours sur implantation de modules adiabatiques sur CTA en fonction des résultats du suivi de fonctionnement estival sur 2 ans

Les différents Tests et étalonnages à la réception / GPA

- Mesures acoustiques à réception
- Tests finaux d'étanchéité à l'air du bâti: **entre 0,94 et 3 (zone cuisine – hors RT)**
- Tests finaux d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques : **classes A et B pour l'essentiel**
- Etalonnage comptages et reporting Point Zéro GTC : **non finalisé (Elec)**
- **Mise au point des programmations horaires (notamment volets roulants hébergement)**



Bilan comparé fin de chantier

Prévu	Réalisé
<ul style="list-style-type: none"> • Bbio = 33 • Cep = 58 kWhep/m².an • Etanchéité à l'air du bâti = 1 m³/h.m² • Génération d'énergie thermique = 20% ENR • Objectif déchets de chantier non quantifié mais volonté de limitation du volume et de maximisation du tri • Dossier Loi sur l'eau global • Coût d'objectif global = xx M€ TTC • Durée Chantier : 14 mois 	<ul style="list-style-type: none"> • Bbio = 31,6 • Cep = 56 kWhep/m².an • Etanchéité à l'air du bâti = 1,32 m³/h.m² • Génération d'énergie thermique = 18% ENR • Résultats déchets de chantier : <ul style="list-style-type: none"> – Tri 100 % et Valorisation 86% – 65 kg/m² • Dossier Loi sur l'eau complet et exemplaire • Coût d'objectif global = XX M€ TTC • Durée Chantier : 20 mois

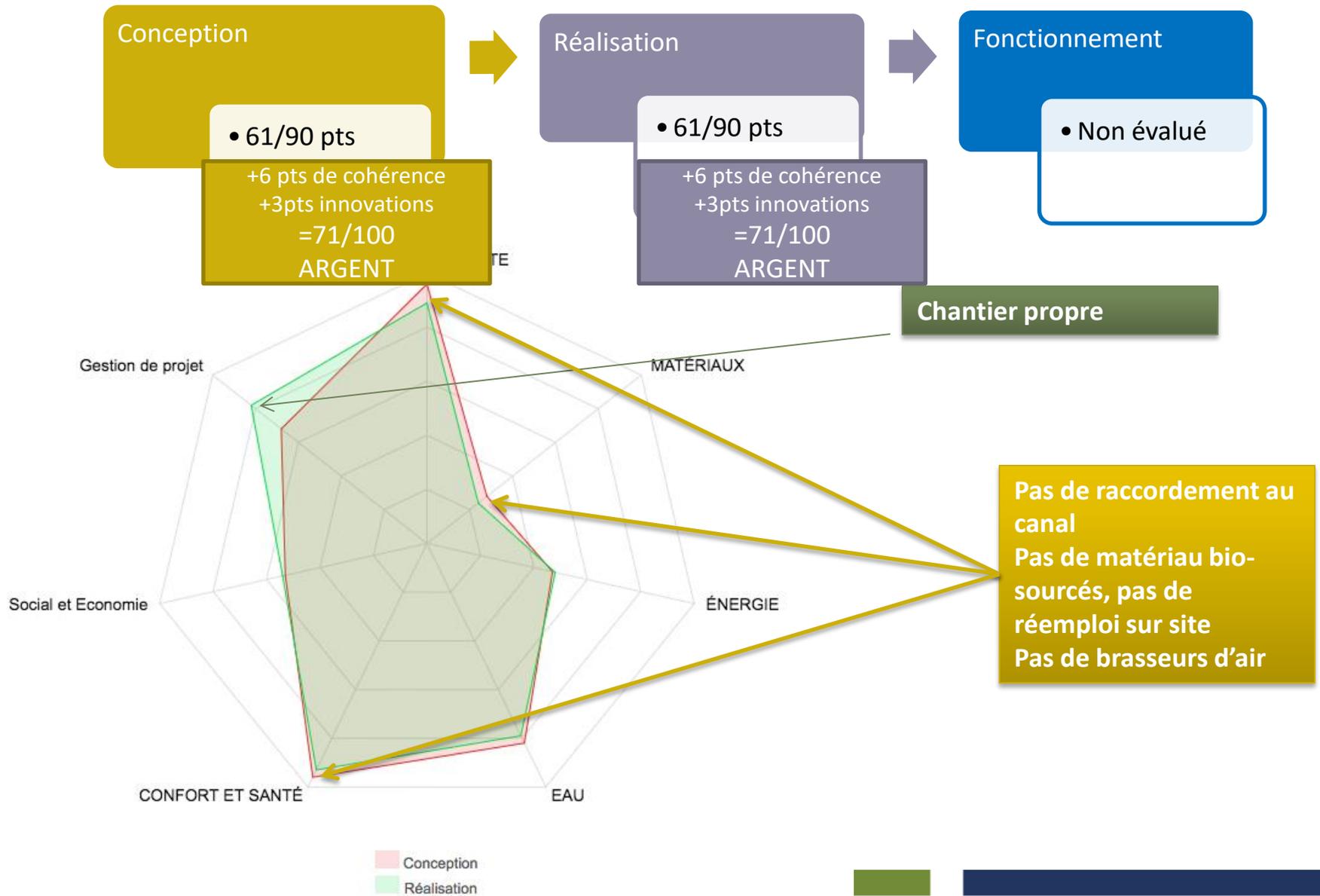
BILAN ECONOMIQUE DE L'OPERATION

- Etudes préalables (étude de sol, loi sur l'eau, géomètres, frais concours...) 148 000 € HT
- AMO dont QE : 226 000 € HT
- Travaux 8 611 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre 1 058 000 € HT
- Bureau de contrôle 27 000 € HT
- SPS 9 000 € HT
- Cetii 9 000 € HT
- Démarche BDM 7 000 € HT
- Assurance DO / Viabilité/ Divers 334 000 € HT

- Coût global HT = 10 429 000 €
 - Dont 27 % Etudes et frais



Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



Synthèse



Bonnes pratiques

Prise en compte des enjeux du site dans son ensemble y/c l'optimisation du stationnement, la gestion des eaux pluviales, la réorganisation de la desserte routière



Principales difficultés

Pas de matériaux bio-sourcés

Complexité étanchéité (air, eau réseaux aérauliques)

Maintien de la coopération des intervenants en DET

Fragilité du trinôme MO/AMO/MOE du fait d'un turn over important dans les équipes



Points Bonus

Outil de suivi CO2 – énergie grise par le GO

Création d'une aire sportive couverte non chauffée en lieu et place d'une réhabilitation d'un bâtiment (économies de matériaux et d'énergie)

A suivre en fonctionnement...

- 1 / Comportement bioclimatique de l'enveloppe
- 2 / Ressentis de confort des utilisateurs
- 3 / Performances des systèmes et bilan énergétique
- 4 / Fonctionnement de la GTC et des organes de comptages
- 5 / Coûts d'entretien courant et de maintenance annuelle
- 6 / Qualités des espaces extérieurs

Pour cela sont prévues:

- 1 mission de suivi de 2 ans à charge de la MOE
- 1 mission d'évaluation de 2 ans à charge AMO QE
- 1 contrat annuel d'entretien maintenance CVC

Les entreprises du chantier

N°	LOTS ET PRESTATIONS PARTICULIERES EVENTUELLES	ENTREPRISES
SOUS TRAITANTS		
02	BEC Construction	GROS ŒUVRE
03	SARL SMED	ETANCHEITE COUVERTURE
04	SARL REFLETS DU SUD	MENUISERIES EXTERIEURES
05	SARL ATELIER VERNUCCI	MENUISERIES INTERIEURES
06	SMG GARGINI	SERRURERIE
07	CKAT AMENAGEMENT	CLOISONS PEINTURES FAUX PLAFONDS
08	SCPA	REVETEMENTS SOLS CARRELAGE
09	SAS SAUGET	ELECTRICITE
10	LIONS	CHAUFFAGE VENTILATION CLIMATISATION / PLOMBERIE
11	BONNET THIRODE	CUISINE
12	STARLIFT ASCENSEURS	ASCENSEURS
13	MIDI TRAVAUX	TERRASSEMENTS VRD PAYSAGE