

Commission d'évaluation : Réalisation du 07/02/2017



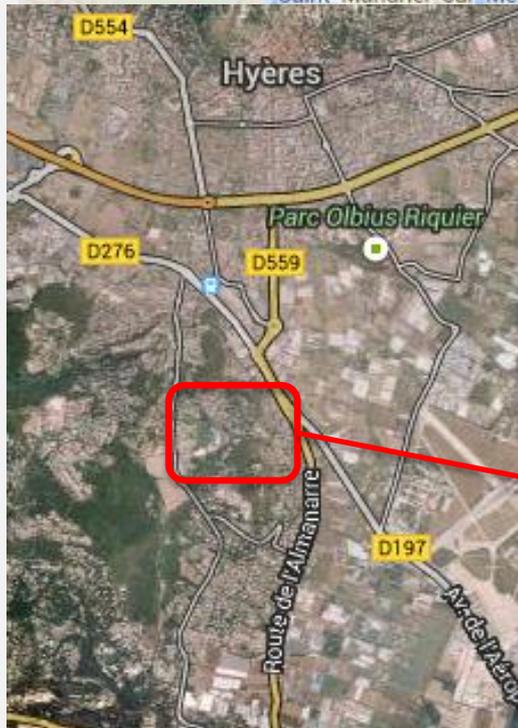
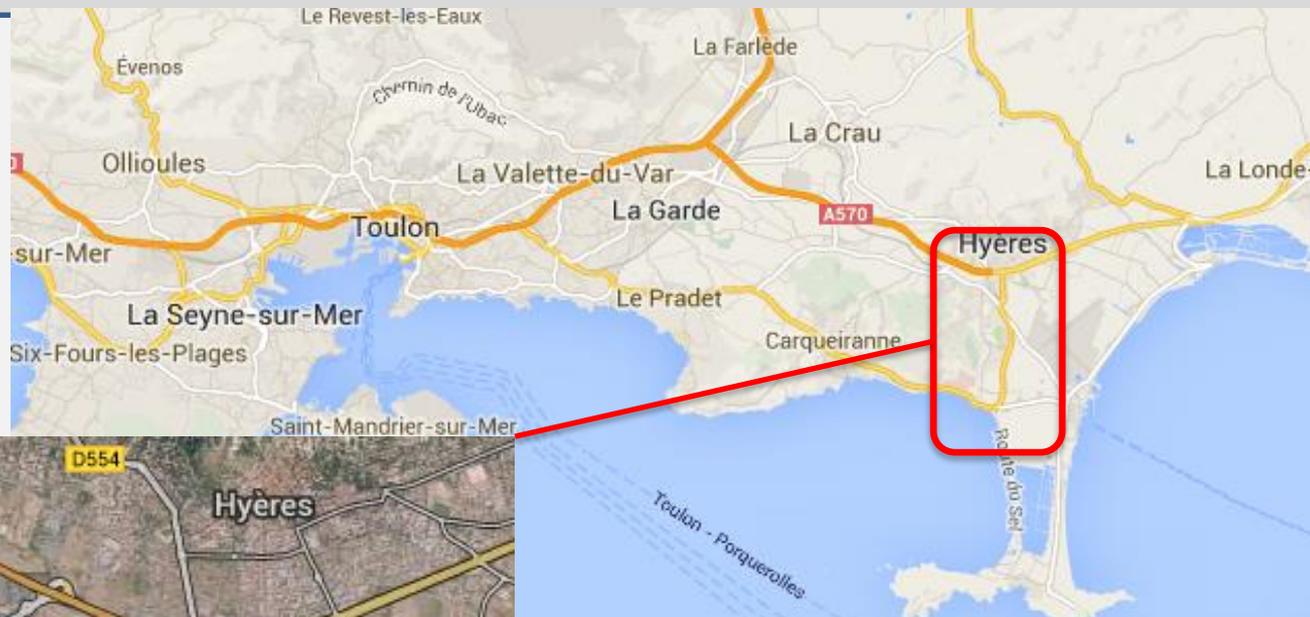
Gymnase du lycée Costebelle à Hyères (83)



Maître d'Ouvrage	Architecte	BE Technique	AMO QEB
REGION SUD AREA MOD	Architecture 54 T. Lombardi / P. Bartoli	AB SUD (QE) BTB (Fluides)	DOMENE scop R. Célaire Consultant

Contexte

Le Conseil Régional dote le lycée Costebelle et la commune de Hyères d'un équipement sportif positionné au cœur d'un complexe regroupant stade et vélodrome. En terme de programmation, il s'agissait en 2008 de livrer un ouvrage ambitieux en matière de maîtrise de la demande en électricité pour un équipement situé sur une péninsule connue pour la fragilité de son réseau de distribution électrique



Enjeux Durables du projet



- Une **insertion architecturale, fonctionnelle et paysagère** dans un périmètre **restreint**, inscrit en covisibilité d'un monument historique, en bordure d'un espace boisé classé, connecté à un ensemble d'équipements sportifs communaux et intercommunaux.
- Un projet soumis à **la loi sur l'eau avec un schéma directeur d'ensemble** et multi – maîtres d'ouvrage : un partenariat porté par la Région et l'AREA avec la Ville et TPM.



- Une volonté de la Région de **valoriser les constructions en bois** pour ses gymnases inscrite dans l'appel à candidature du concours et dans le programme.



- Une ambition énergétique de **maîtrise maximale des consommations d'électricité** et de **valorisation des énergies renouvelables**



- **Un travail de conception intégré approfondi sur les confort thermique et visuels**



- **Une approche collaborative pour le pilotage du chantier inscrite autour de la démarche BDM**



- **Valorisation d'une notation CO₂ pour le transport des bois afin de favoriser des ressources proches (régionales) portée par la MOUv déléguée**

Le terrain et son voisinage



Rue du Vélodrome à dévoyer

Vestiges classés (escalier)

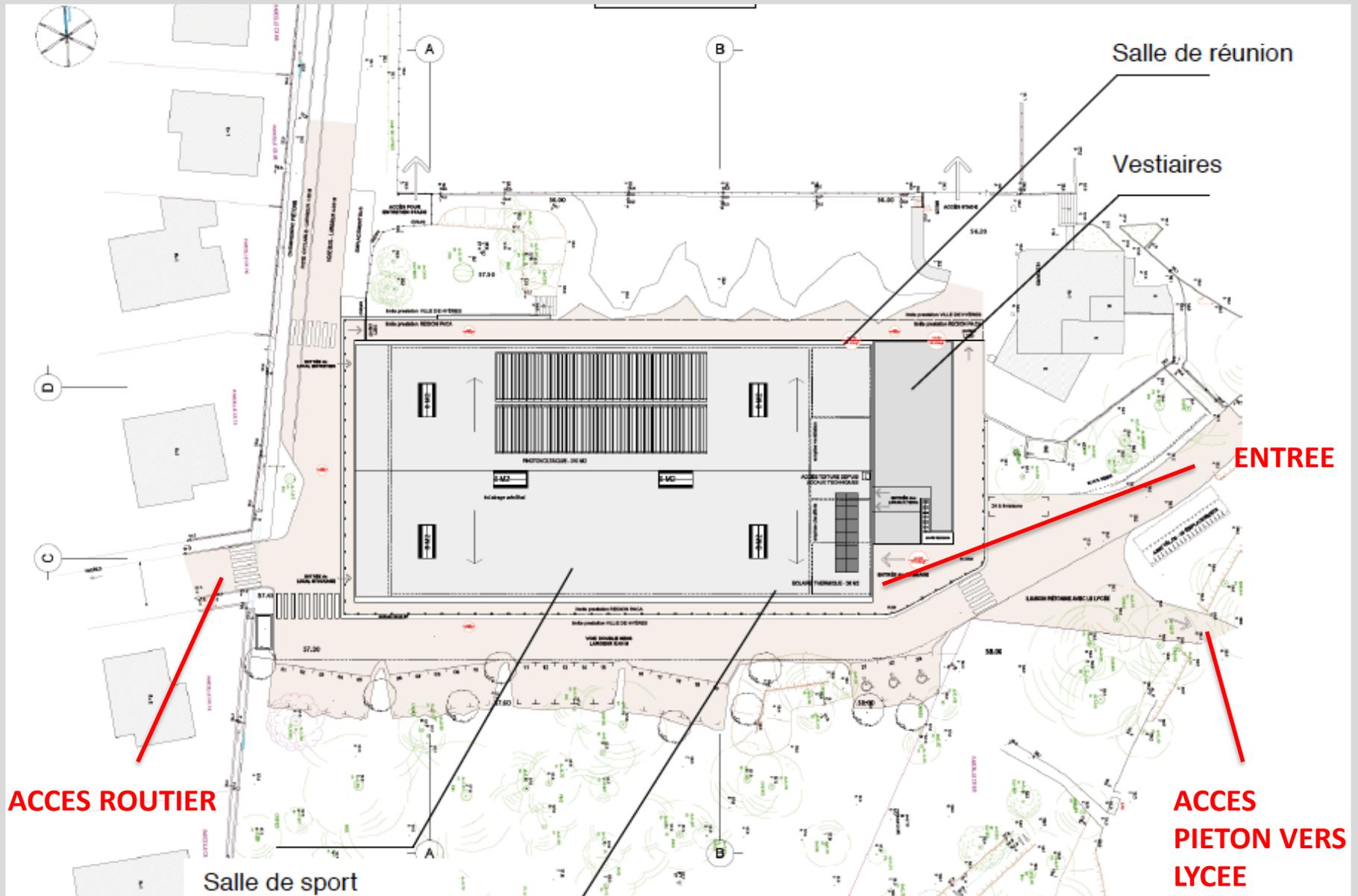


Espace boisé classé



Perspective depuis le stade

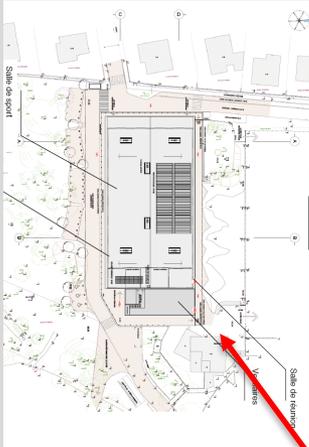
Plan masse



Le projet réalisé et son voisinage



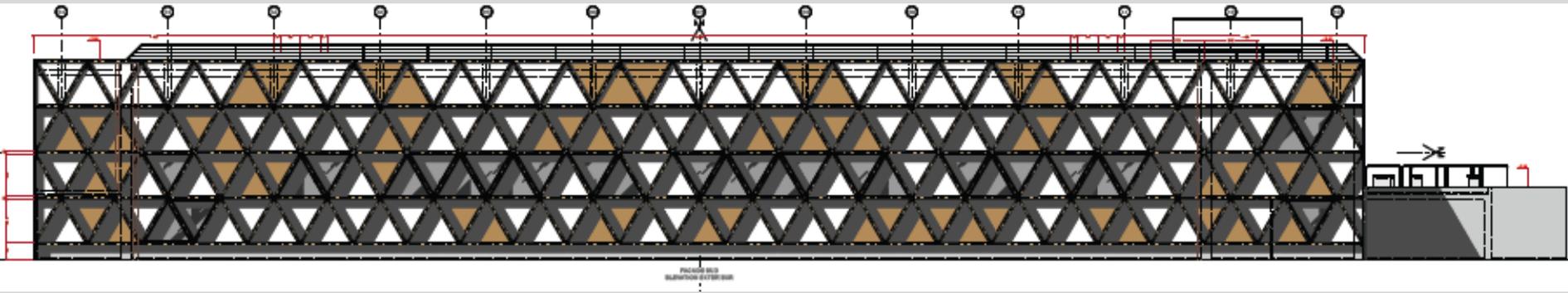
Rue du Vélodrome



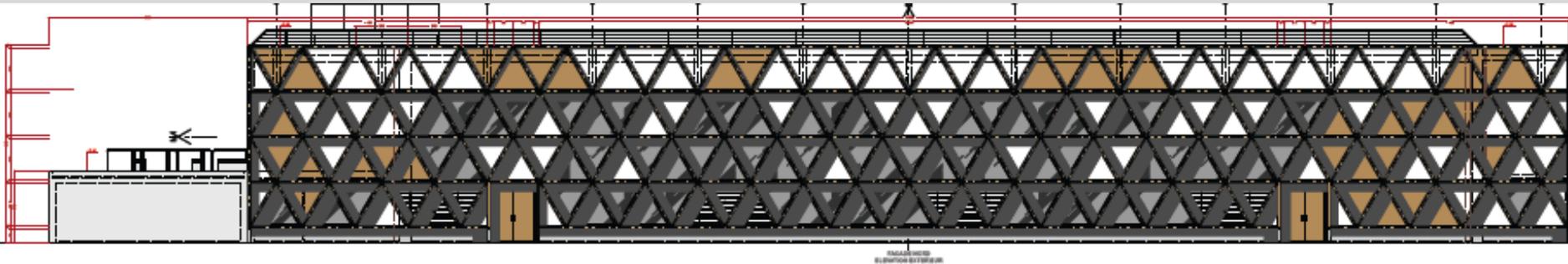
Espace boisé classé



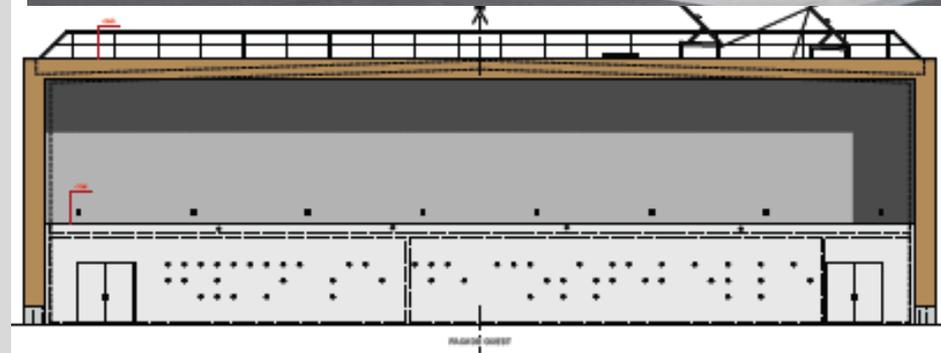
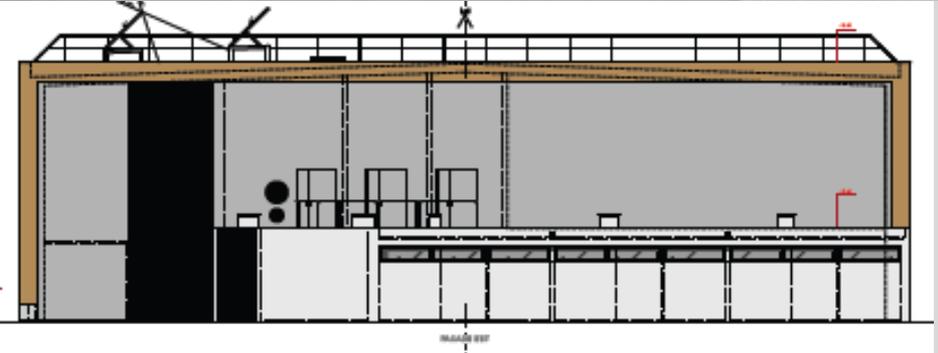
Façade Sud



Façade Nord

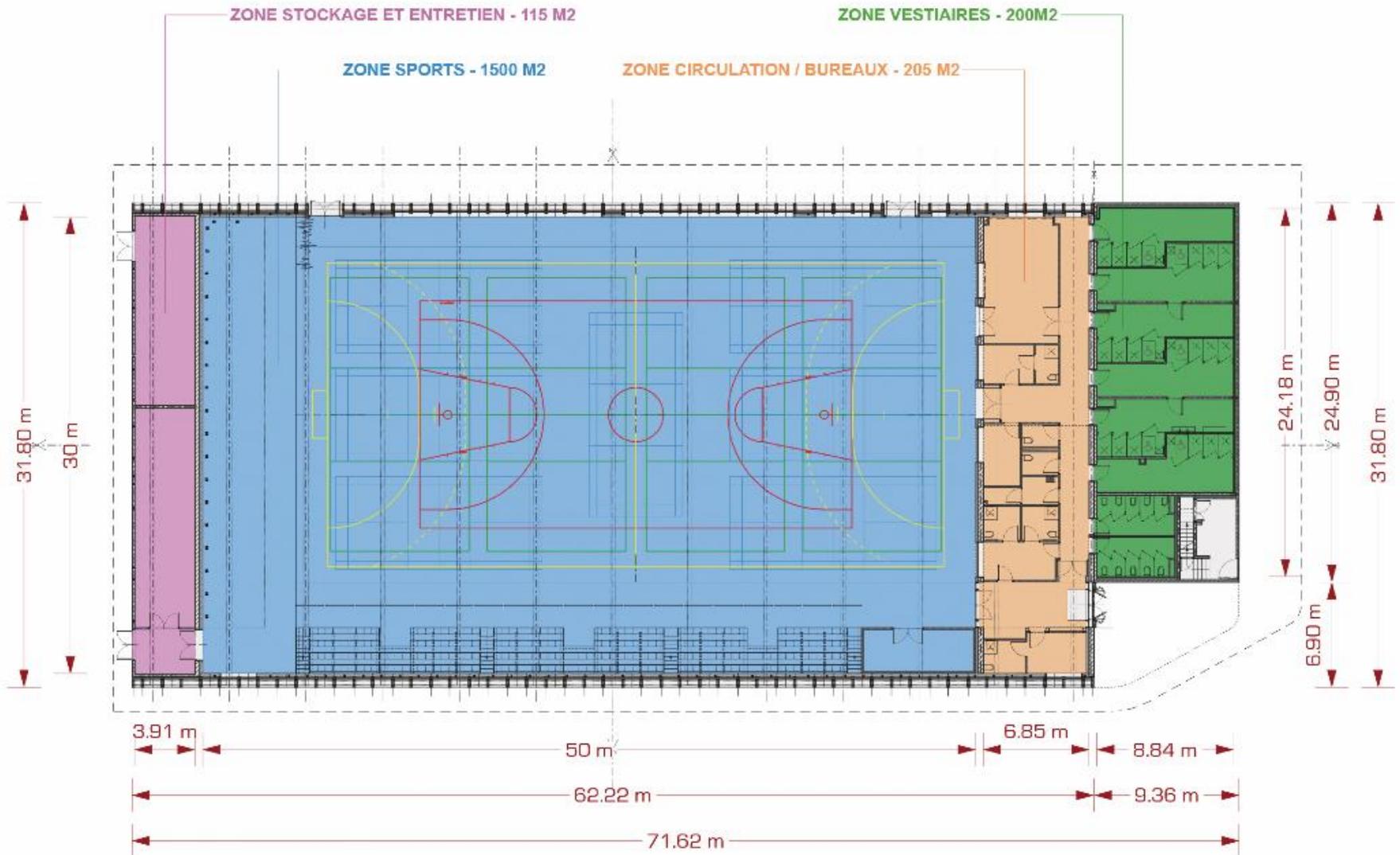


Pignons Ouest et Est



Plan de niveaux

REZ-DE-CHAUSSÉE





Photos du projet fini



Photos du projet fini



Bilan comparé fin de chantier

Prévu	Réalisé
<ul style="list-style-type: none"> • Bbio = 33 • Cep (hors PV) = 58 kWhep/m².an • Etanchéité à l'air du bâti = 3 m³/h.m² • Volume de bois = env. 400 m³ • Production d'électricité = 26 MWh/an • Génération d'énergie thermique = 100% ENR • Objectif déchets de chantier non quantifié mais volonté de limitation du volume et de maximisation du tri • Dossier Loi sur l'eau global • Insertion par l'emploi = 2000 heures • Coût d'objectif global = 5,5 M€ TTC • Durée Chantier : 14 mois 	<ul style="list-style-type: none"> • Bbio = 28 • Cep (hors PV) = 54 kWhep/m².an • Etanchéité à l'air du bâti = 1,12 m³/h.m² • Volume de bois = env. 440 m³ • Production d'électricité = 18 MWh/an • Génération d'énergie thermique = 100% ENR • Résultats déchets de chantier : <ul style="list-style-type: none"> – Tri 70% et Valorisation 54% – 42 kg/m² • Dossier Loi sur l'eau non achevé Ville • Insertion par l'emploi = 2373 heures • Coût d'objectif global = 4,9 M€ TTC • Durée Chantier : 16 mois

BILAN ECONOMIQUE DE L'OPERATION

- Etudes préalables (étude de sol, loi sur l'eau, géomètres, frais concours...) 65 000 € HT
 - AMO Prog et QE : 55 000 € HT
 - Travaux 3 179 768 € HT
 - Maîtrise d'œuvre 460 000 € HT
 - Bureau de contrôle 21 000 € HT
 - SPS 9 000 € HT
 - Cetii 11 500 € HT
 - Aréa 227 000 € HT
 - Démarche BDM 5 000 € HT
 - Coût global HT = 4 033 500 €
 - Dont 21% Etudes et frais
- + 80 k€ HT Travaux clôture / portail et video surveillance



Fiche d'identité – phase Conception

Typologie	<ul style="list-style-type: none">• Equipement pédagogique / EPS	Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*	<ul style="list-style-type: none">• RT 2012• Cep: 58• Gain p/r Cepmax: -16%
Surface	<ul style="list-style-type: none">• 2271 m² SDO• 2094 m² SHON RT	Production locale d'électricité	<ul style="list-style-type: none">• Membrane PV (156 modules de 138 Wc unitaire) soit 21,22 kWc• Prod annuelle: 26 000 kWh
Climat	<ul style="list-style-type: none">• Altitude: 58 m• Zone climatique : H3	Planning travaux	<ul style="list-style-type: none">• Début : avril 2014• Fin : juin 2015
Classement bruit	<ul style="list-style-type: none">• BR1• Catégorie locaux CE1	Coûts	<ul style="list-style-type: none">• Coût Travaux: 3,6 M€ HT• Honoraires (dont QE et OPC): 438 k€ HT• Prog et AMO QE: 63 k€ HT
UBāt (W/m ² .K)	<ul style="list-style-type: none">• 0,25• Bbio: 33		

Fiche d'identité

Système constructif

- Mixte Bois Béton

Plancher sur TP

- Dalle béton

Mur

- Ossature bois en façade: caisson bois panneaux + 26 cm LM
- Voiles béton en pignon : ITI 14 cm LM + doublage bois

Toiture

- Terrasse grande salle : bac acier + 25 cm LM (au lieu du PUR)
- Terrasse vestiaires : dalle béton 20 + 20 cm LM

Menuiseries

- Fixe bois $U_w = 1,1$ (triangle)
- Battante alu $= 1,5$

Chauffage

- Chaudière bois granulés 102 kW, rendement 93%
- Panneaux rayonnants grande salle
- Radiateurs autres locaux

Ventilation

- Caissons double flux – 5000 m³/h grande salle et 3000 m³/h pour vestiaires et bureaux
- Echangeur 85%
- Puissance moteur 50 W (3 caissons)

ECS

- Chaudière bois + ballon solaire 2500 l + ballon d'appoint 1500 l sur 9 capteurs de type solar plan de 2 m²

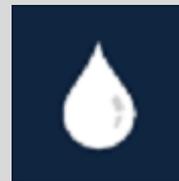
Eclairage

- Puissance installée 6 à 7 W/m² dans bureaux, vestiaires et sanitaires
- 8W /m² dans la grande salle.

Coûts de fonctionnement annuels



Chauffage - ECS
2 400 € HT



Eau
780 € TTC

Chauffage - auxiliaires
280 € HT



Production électrique
Revente : 2 700 € nets



Éclairage (partiel)
3 605 € HT



Ventilation
1 545 € HT



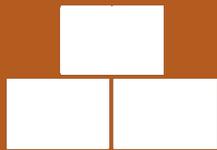
Espaces extérieurs
0 €

Retour sur les deux années de fonctionnement

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



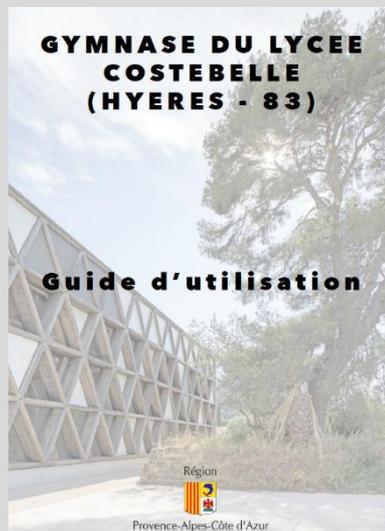
EAU



CONFORT ET SANTE

Gestion de projet

- **Forte implication** des agents du lycée dans la maintenance et l'entretien de l'équipement
- **Qualité et régularité** des interventions du mainteneur
- **Intérêt** pour l'affichage en temps réel de la production photovoltaïque
- Pas de suites données aux propositions de rencontres auprès du volley-club
- Pas de diffusion du Guide à l'attention des utilisateurs / absence de relecture et validation par la MO et le lycée



ECLAIRER

les chiffres

300 lux
c'est la luminosité suffisante et économe pendant les cours.

Lors de compétitions, ce sont 500 lux qui sont exigés.

Les façades et la toiture ont été conçues pour laisser passer assez de lumière et comme hiver, le soleil ou la masse rugueuse jouant le rôle de réflecteur, peuvent suffire à assurer le confort visuel sur les terrains. Les couleurs claires des revêtements intérieurs participent à la répartition homogène de la luminosité.

A la réception du chantier, 425lux ont été mesurés à 1m du sol dans la grande salle, par temps clair et à midi.

LE SOLEIL

ET NOUS

Puissance installée : 6 à 7 W/m² dans bureaux, vestiaires et sanitaires, 8W/m² dans la grande salle.

Qu'est-ce qu'on fait ?

Il n'est **PAS FORCÉMENT NÉCESSAIRE** d'avoir recours aux éclairages artificiels, la lumière naturelle suffit !

S'il y a besoin d'allumer, on pense ensemble à **ÉTEINDRE** toutes les lumières en quittant le gymnase (sans oublier les vestiaires).

Pour faire monter le Gymnase en qualité, le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage ont décidé de suivre la démarche BDM.

Elle permet de bénéficier des nombreux avantages et retours d'expériences pour concevoir le bâtiment le plus agréable possible et le moins impactant sur l'environnement.

Qu'est-ce que c'est ?

CONCEPTION : confort des usagers, matériaux biosourcés, maîtrise des coûts, rien n'est laissé au hasard.

CHANTIER : une attention particulière a été donnée à la tenue propre du chantier.

UTILISATION : la Démarche BDM accompagne et fait un suivi jusqu'à deux ans après la mise en service du bâtiment.

Qu'est-ce qu'on fait ?

Afin de conserver le **NIVEAU OR**, des comportements en tant que citoyen responsable sont à adopter.

SUIVEZ les conseils de ce guide. **PROFITEZ** de ce lieu et **PRENEZ SOIN**. **RAPORTEZ** toutes remarques qui vous paraissent pertinentes pour l'amélioration du confort de tous.



Social et économie

- **Sensibilisation à renforcer** sur la maîtrise de l'énergie et le réel besoin d'éclairage artificiel
- Maintien d'un **bon niveau de prestation** en maintenance pendant 3 années avec une entreprise locale
- **Convention multipartite** (Région, Lycée, Ville) respectée et appréciée
- **Insuffisante concertation** des personnels d'entretien –maintenance pour la conception des locaux techniques



Matériaux

- Très bon vieillissement des bois, béton et étanchéité
- Attention aux creux et fentes en exostructure : feuilles, déchets, mégots...
- Difficulté d'entretien de vitrages en hauteur et de remplacement si bris de glace
- Nécessité d'entretien renforcé du sol sportif blanc
- Pérennité des membranes photovoltaïques (décollements multiples malgré un bon rendement de l'installation)
- Exposition des équipements dans la grande salle aux « coups de ballons »



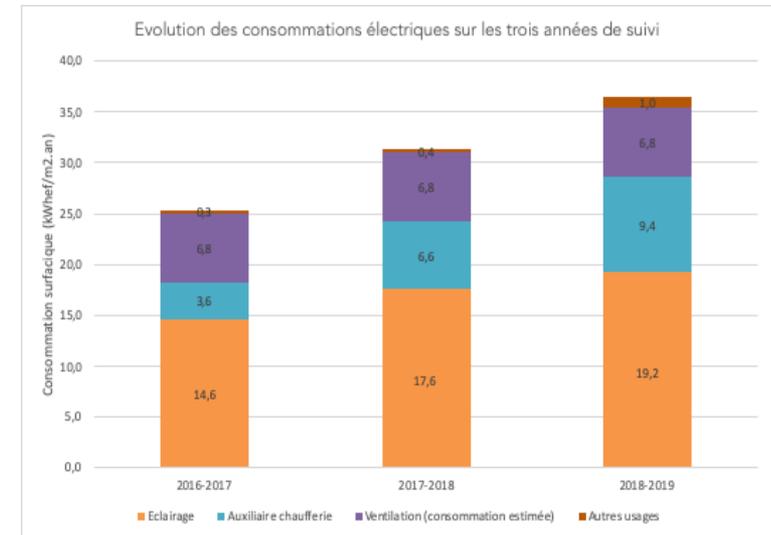
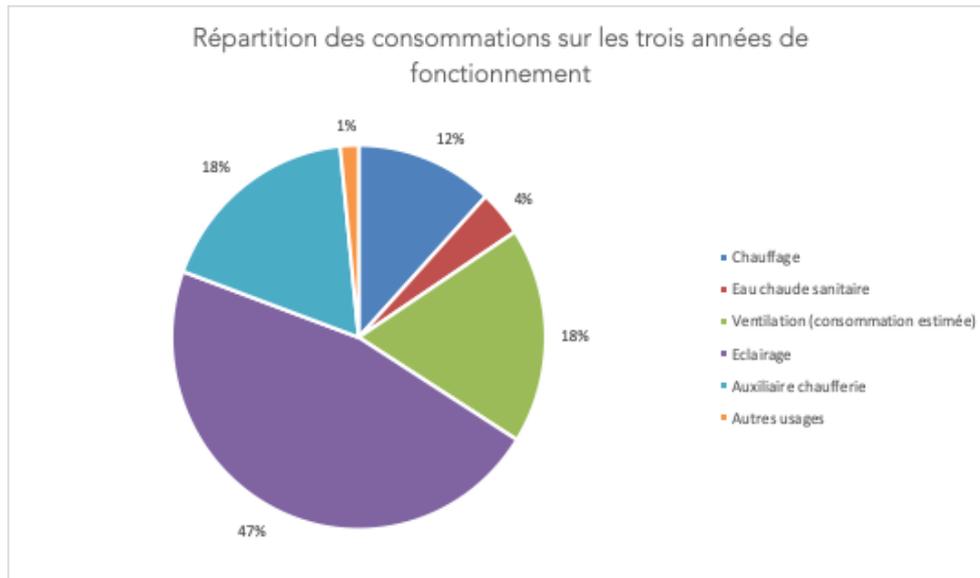
Energie

- Entretien bi-annuel des CTA
- Entretien régulier en chaufferie : repérage des pannes et réparations rapides
- Entretien mensuel des toitures et bi-annuel des équipements solaires
- Suivi par le personnel du lycée souhaité : le premier outil de suivi était trop complexe. Un nouvel outil est créé et mis à disposition par l'AMO QE
- Satisfaction quant aux coûts d'exploitation estimés faibles
- Cependant un écart important est constaté sur les factures d'électricité entre les index HP/HC et le cumul des comptages d'énergie au TGBT : **une expertise est en cours pour identification des postes comptés et non comptés au TGBT, lancée par l'AREA SUD en mai 2019**



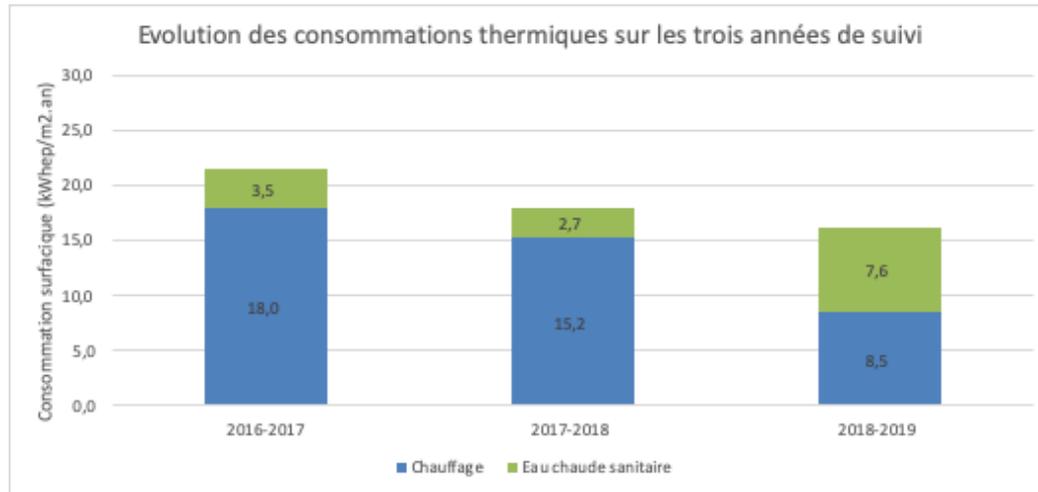
Energie

• Répartitions des consommations en énergie primaire



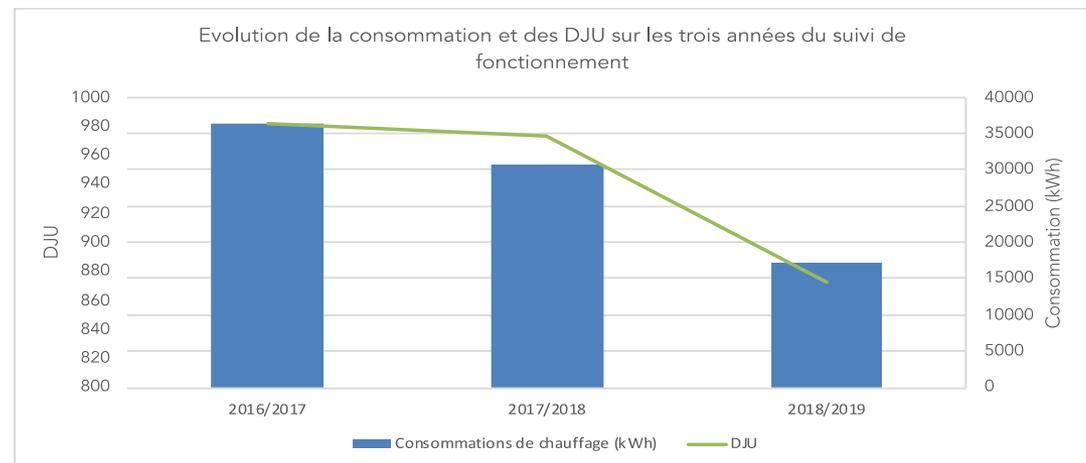
	Conventionnel	Prévisionnel	Réel
5 usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	58	65	81,2 (mesuré)
Tous usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	80	95	158 (index factures)

• Zoom sur les consommations thermiques



La part ECS croît sur la troisième année alors que la consommation volumétrique est stable.

L'évolution des consommations de chaleur pour le chauffage est cohérente avec les DJU. Le ratio kWh/DJU diminue de 35% la troisième année suite à une intervention du mainteneur en novembre 2018 sur la chaudière.



Energie

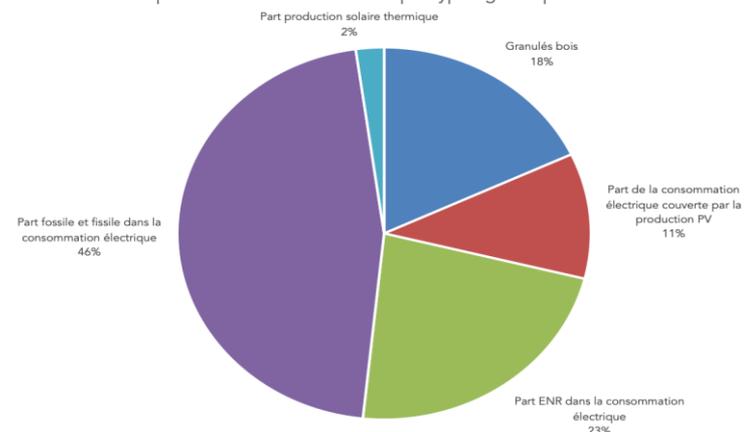
- Pas de relevés mensuels de la production d'énergie
- Les relevés annuels de la centrale PV ont montré une augmentation de la productivité en 2018 cohérent avec l'ensoleillement en moyenne plus élevé dans le Var cette année-là. Productivité moyenne : 1,26 kWh/kWc
- Un équipement de la chaudière en panne durant l'hiver 2018-2019 nécessitant l'intervention du mainteneur a permis de recalculer le **rendement de la chaudière bois à 84%**
- La **production solaire thermique est sous-exploitée** du fait d'un schéma de chaufferie où celle-ci est en appoint et le ballon principal à 70°C est principalement alimenté par la chaufferie pour être ensuite mitigée à 65°C avant distribution, alors que le solaire produit à 55°C et évacue son surplus.

La part ENR au global sur l'ensemble des consommations tous usages est de **54%**

Dont **58% sur site**

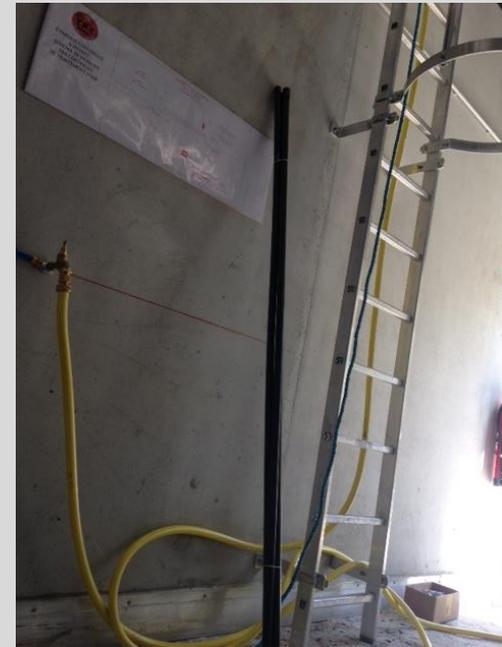
Le reste est constituée de la part ENR dans l'offre du fournisseur d'électricité (33%)

Répartition des consommations par typologie de production



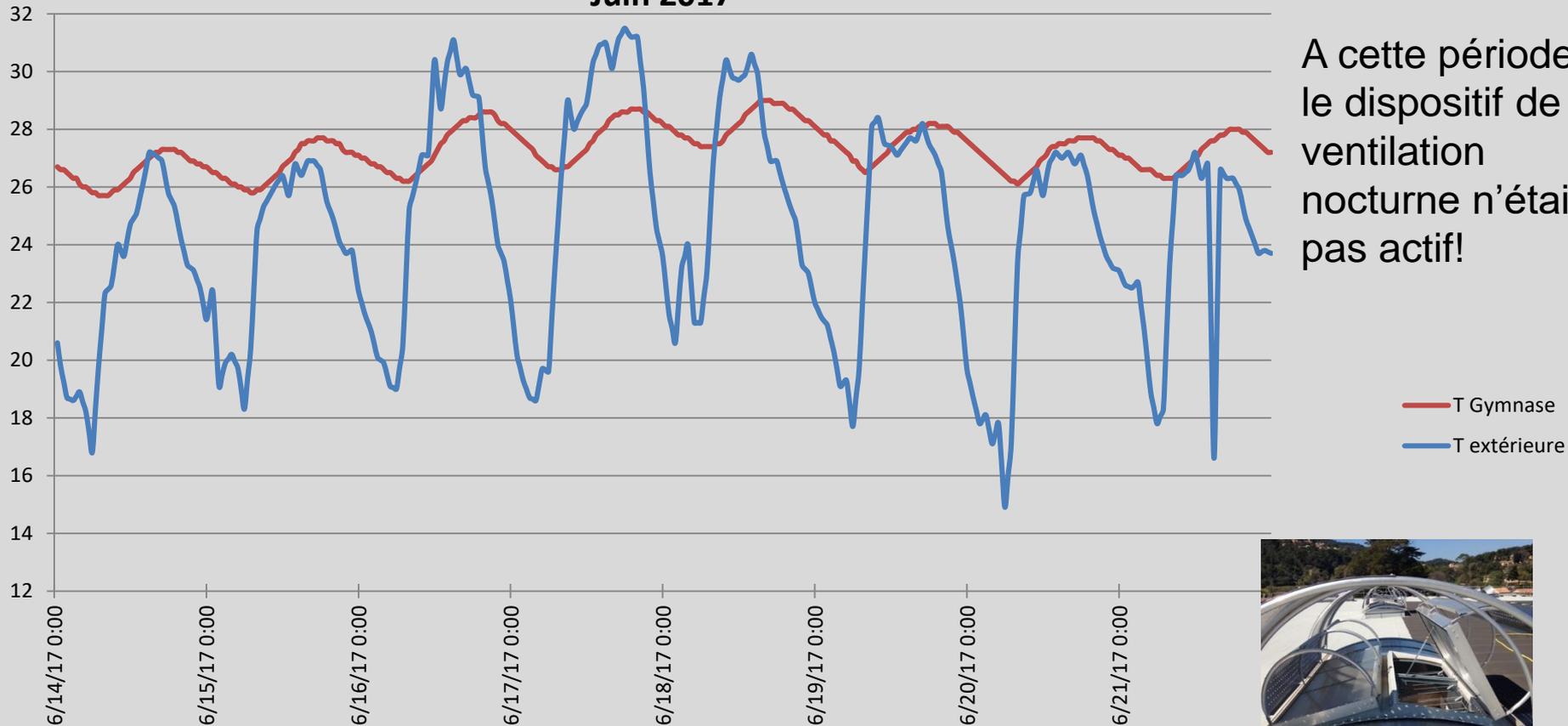
Eau

- La gestion des EP est assurée par les aménagements de la Ville : pas de difficultés ou de désordres observés
- Consommations annuelles d'eau pour 258 jours d'ouverture en moyenne:
 - AEP globale : **220 m³ /an, soit 7 l.p/j yc ménage quotidien**
 - Dont 4 m³ : nettoyage parvis et toitures
 - Dont 56 m³ d'ECS, soit **moins de 300 l/jour**
- Ecart consommations prévisionnelles /consommations réelles :
 - Scolaire **-70%** pour l'ECS
 - Global : - **43%** pour l'AEP
- Sanitaires **confortables et non dégradés**

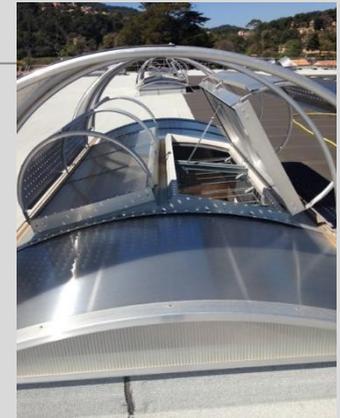


Confort et santé

Superposition des courbes de températures intérieures et extérieures relevées Juin 2017

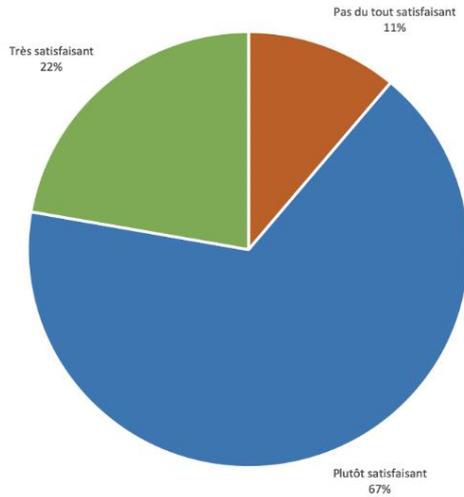


A cette période, le dispositif de ventilation nocturne n'était pas actif!

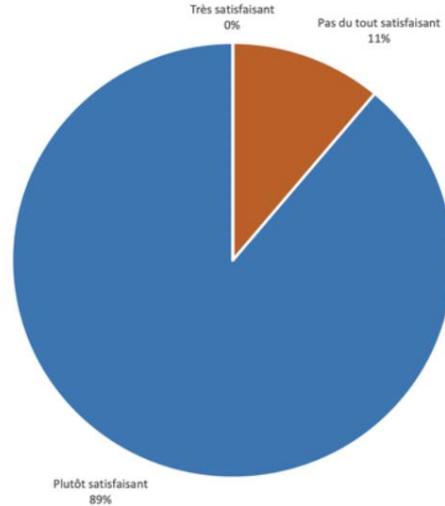


Confort et santé

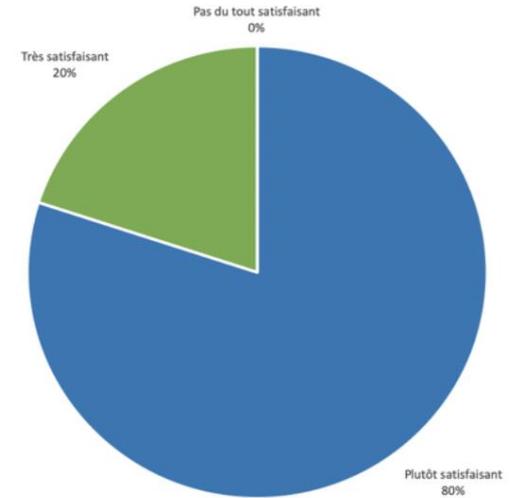
Appréciation du confort thermique hivernal



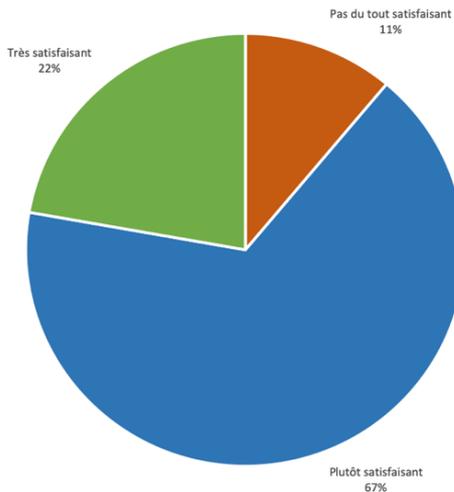
Appréciation du confort thermique estival



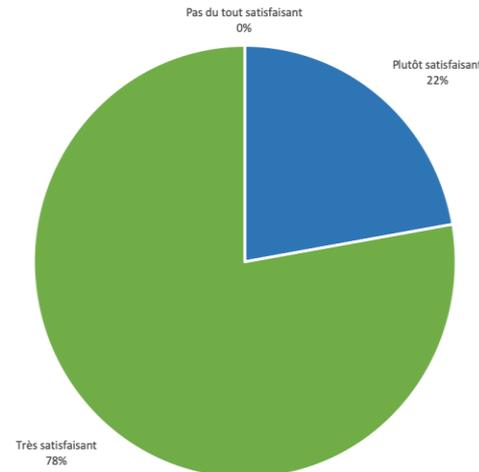
Appréciation du confort thermique en mi saison



Appréciation du niveau de lumière naturelle



Appréciation du confort olfactif



Enquête en ligne
9 utilisateurs
réguliers ont répondu
Aucun élève.

Appropriation par les utilisateurs

- Absence de tri sélectif intérieur
- La résille extérieure utilisée comme des bancs par les élèves
- Les sanitaires adultes sont en partie devenus des rangements complémentaires
- Visibilité des clubs : un équipement apprécié
- La blague des élèves entre eux: couper les vannes de chauffage et baisser les robinets thermostatiques pour une " petite douche froide" !



Pour conclure

*Performances environnementales et énergétiques du bâtiment confirmées
dont la lumière naturelle et le confort thermique
Une part d'ENR majoritaire (tous usages)
Un ouvrage bien intégré et apprécié
Des équipements très bien entretenus*

*La sensibilisation des utilisateurs sur la sobriété d'usage doit être renforcée
La production solaire thermique est sous-exploitée
Les luminaires de la grande salle pourrait être remplacés par des pavés leds*

Retour de l'évaluation E+C-

Le cabinet Izuba a procédé à des modélisations du bâtiment livré et le projet atteint le niveau E2 C1.

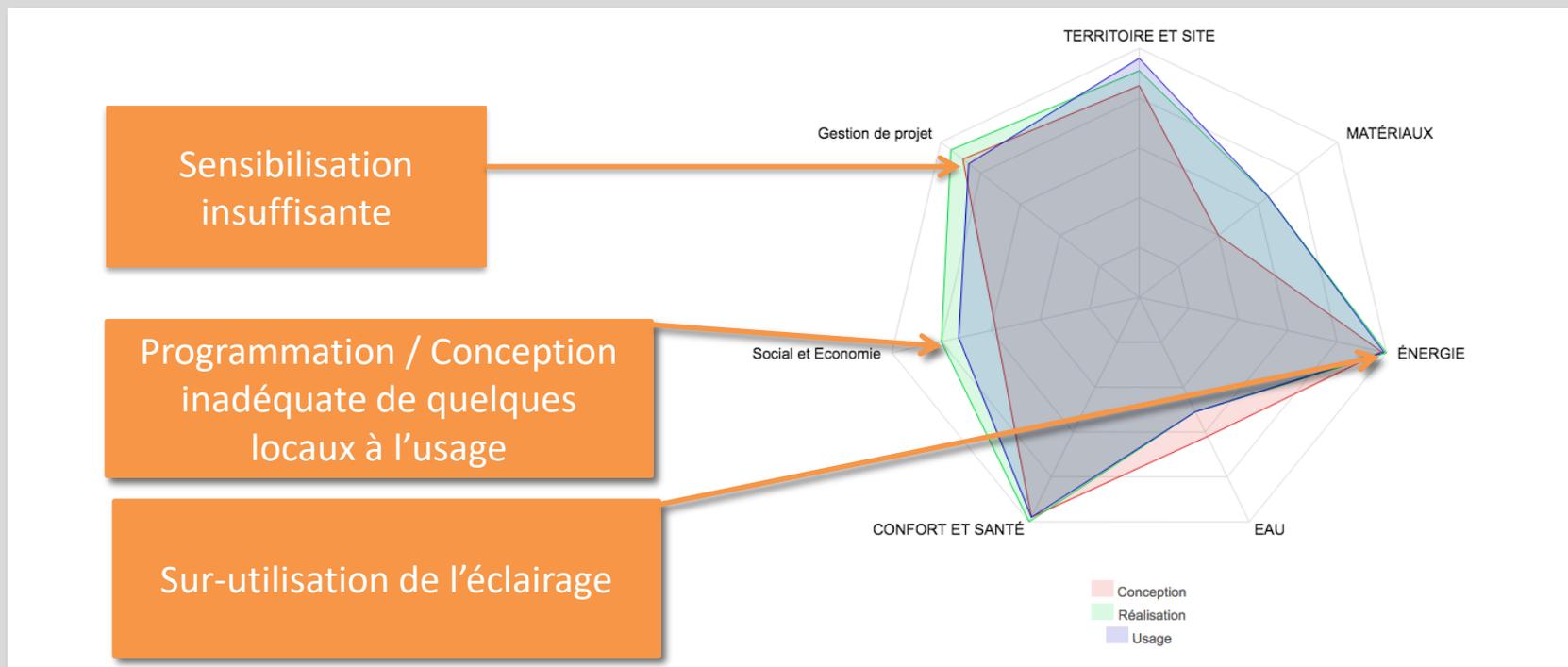
La dimension régionale du bois d'œuvre ne peut être prise en compte dans le calcul. La petite part de polyuréthane – en toiture des vestiaires – remplacée par une laine Minérale ainsi que des bétons bas carbone, permettraient d'atteindre le niveau C2.

Le niveau E3 nécessiterait une installation photovoltaïque supplémentaire de 12 kWc.

Niveaux ENERGIE-CARBONE du bâtiment

ENERGIE	$kWhEP/(m^2 S_{RT}.an)$	CARBONE	$kg_{eq.CO_2}/m^2_{SDP}$
Bilan BEPOS _{Niv1,2}	35,7	Eges	865,67
Bilan BEPOS _{Niv3,4}	35,7	Eges(PCE)	785,81
Bilan BEPOS _{Max1}	48,5	Eges _{Max,1}	1 788,31
Bilan BEPOS _{Max2}	43,1	Eges _{Max,2}	887,51
Bilan BEPOS _{Max3}	23,1	Eges(PCE) _{Max,1}	1 057,91

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



Les acteurs du projet

MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

MAITRISE D'OUVRAGE

Conseil Régional
PACA
Dir des Lycées

MOA DELEGUEE

AREA

AMO QEB

DOMENE scop
RCC

UTILISATEURS

Lycée Costebelle
Ville de Hyères

MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

ARCHITECTE

ARCHITECTURE 54
T. Lombardi
P. Bartoli

BE THERMIQUE

BTB

BE QUALITE ENVIRONNEMENTALE

AB SUD

ECONOMISTE

ECIB

BE STRUCTURE

IBS

BE ACOUSTIQUE

A2MS

CONTRÔLE TECHNIQUE

DEKRA

Les acteurs du projet

GROS ŒUVRE VRD

SEETA (83)

**OSSATURE BOIS, CHARPENTE
BOIS, ETANCHEITE**

**TOITURES MONTILIENNES
SCOP (26)**

**MENUISERIES EXT
SERRURERIE**

GENOVESES (83)

**CHAUFFAGE /
VENTILATION / PLOMBERIE**

**SANITAIRES et
MAINTENANCE**

TNT PACA (83)

ELECTRICITE

EIFFAGE ENERGIE (13)

**DOUBLAGE MEN INT.
FAUX PLAFOND**

PEINTURE

BMCV (13)

MUR ESCALADE

ATELIER ŒUF (13)

EQUIPEMENTS SPORTIFS

SPORT France (13)

SOLS SPORTIFS

2SRI (83)

MERCI DE VOTRE ATTENTION!

