

Commission d'évaluation : Fonctionnement du 10/04/2018



Accord-cadre Etat-Région-ADEME 2007-2013



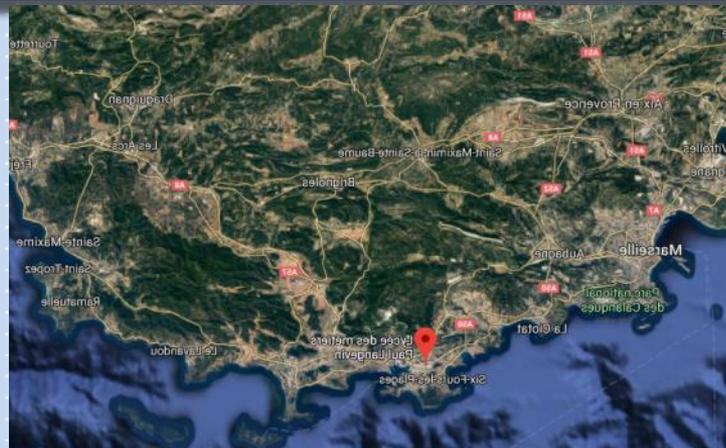
# Extension et restructuration du Lycée régional Paul Langevin La Seyne-sur-Mer (83)



Maître d'Ouvrage	MOA déléguée	Architecte	BE Technique	AMO QEB
Région PACA	AREA PACA	CFL Architecture	SLH Auxime H3C EA2C Concept BIO	SOWATT

# Contexte

- Le lycée Langevin était déjà un équipement de taille importante implanté dans une zone difficile de la Seyne-sur-Mer.
- Le site emprunt d'une trop grande minéralité
- Reconstruction du Pôle Sciences – Extension du CDI (Pôle Sport) – Ajout d'un Pôle Accueil et d'un bâtiment Agents
- Reconstruction d'un grand abri 2 roues
- Création d'un parvis adapté + gare routière



# Enjeux Durables du projet

## ➤ Réduire nos impacts sur les ressources et stocker du carbone

- Extension du CDI en structure bois
- CDI : Ouate de cellulose isolation des murs



## ➤ Limiter nos consommations d'énergies non renouvelables

- ENR : Production PV Membranes silicium amorphe
- CTA double flux



## ➤ Favoriser la mixité

- Mixité de l'enseignement entre le GRETA et l'enseignement Général



## ➤ Améliorer le confort et fonctionnement du lycée

- Créer une unité entre les bâtiments dispersés sur le site
- Différenciation des flux
- Revégétaliser – Réduire les surfaces imperméables

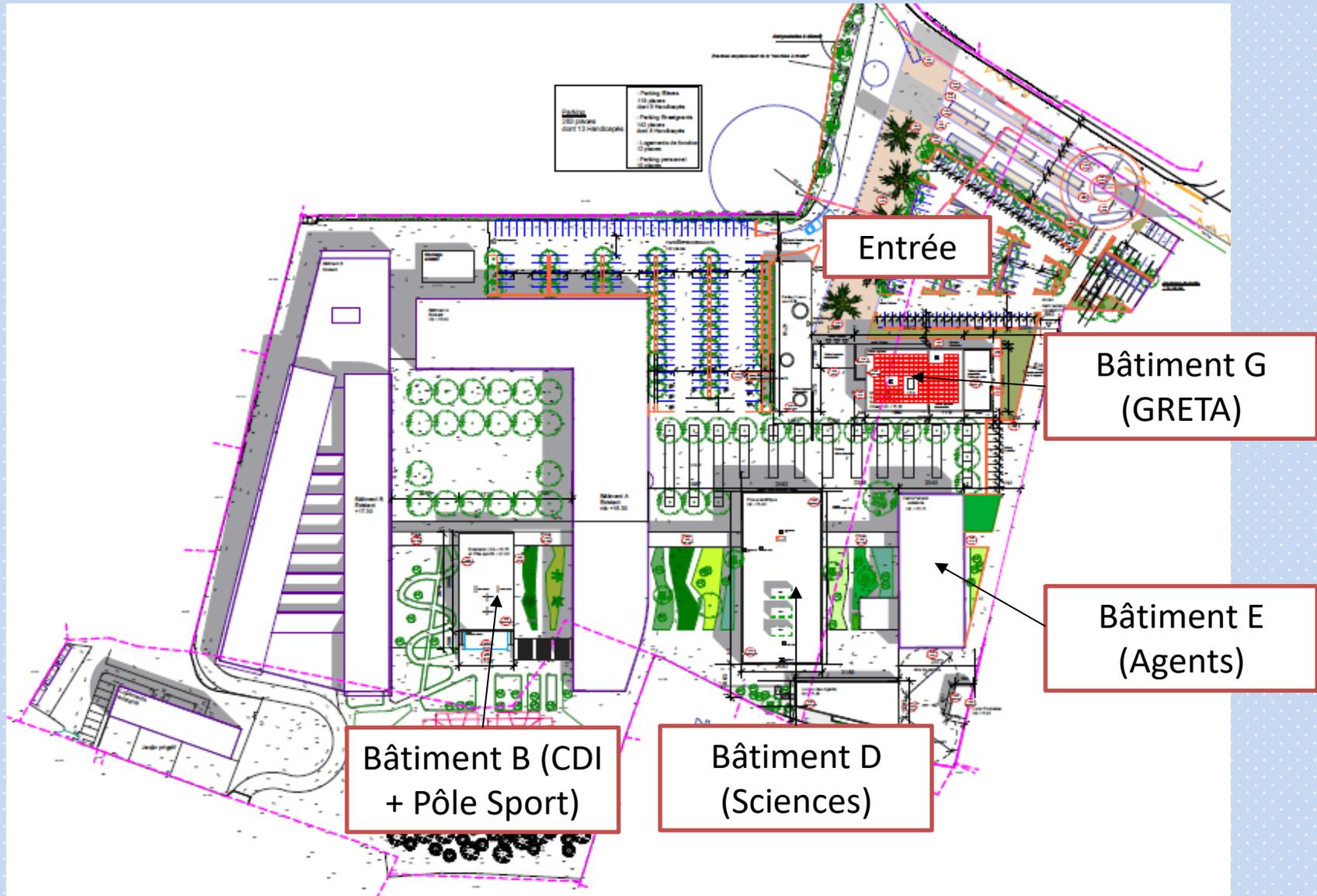


# Le projet dans son territoire

Vues satellite



# Plan masse



**Entrée**



**Bât D**



**Bât B**



**Bât G**



# Vues extérieures



**Cour**



**Bât G**

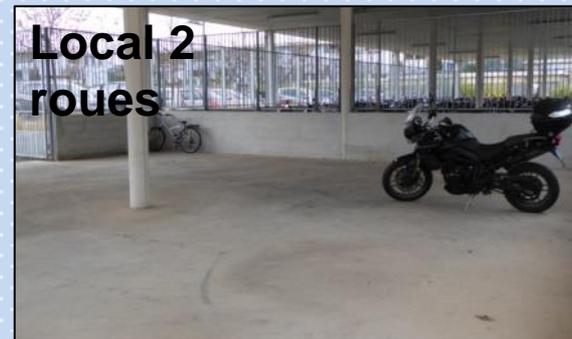


**Bât E**

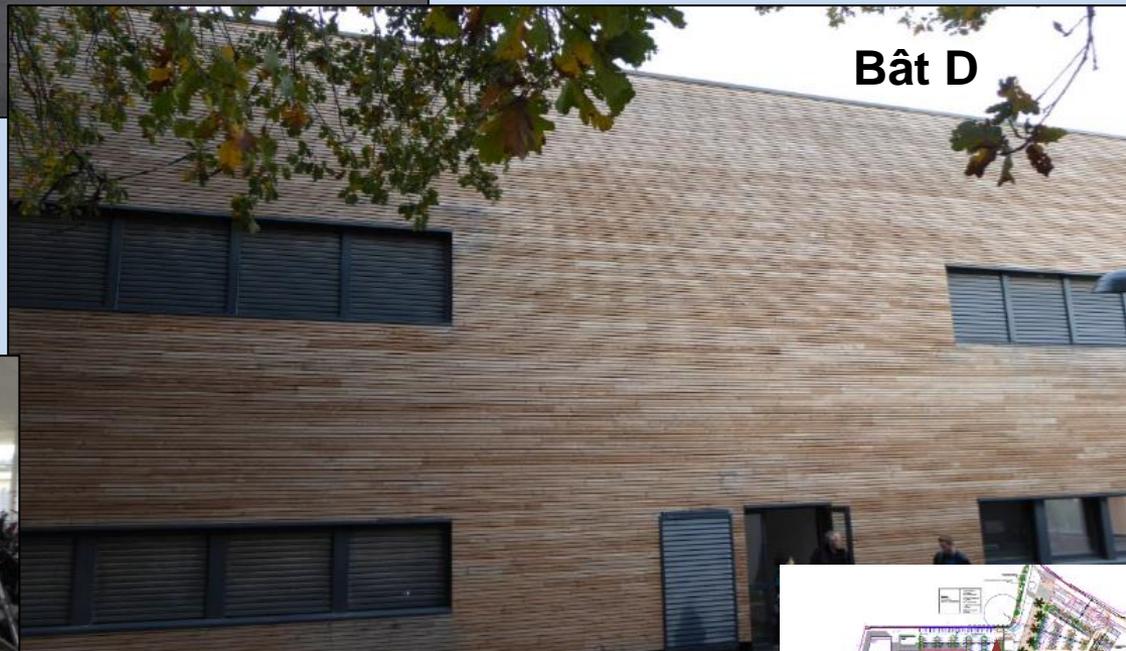


# Vues extérieures

**Local 2  
roues**



**Bât D**



**Local 2  
roues**



CDI



# Vues intérieures

CDI



Salle de sport



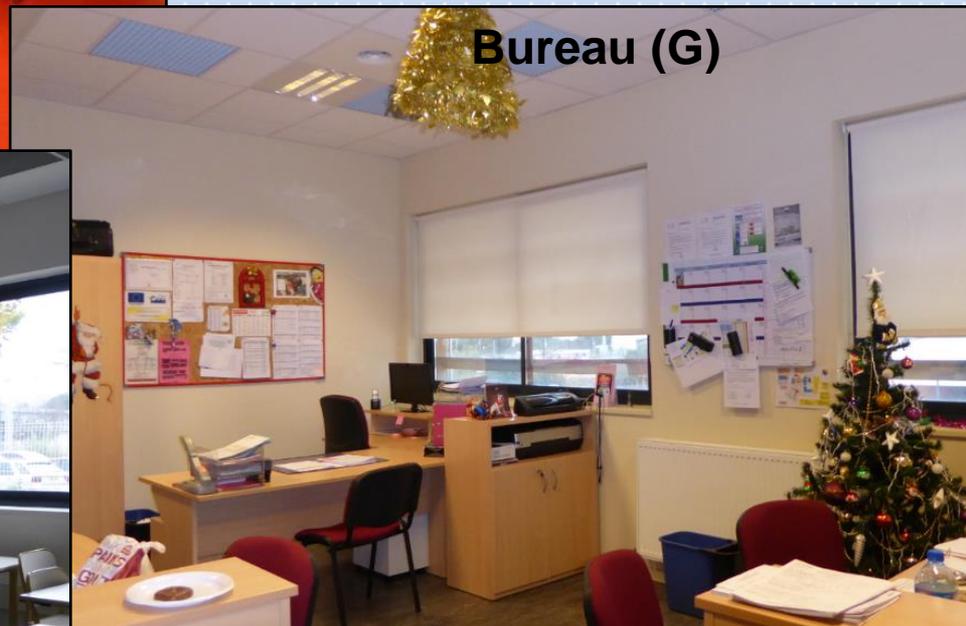
**Salle polyvalente (G)**



# Vues intérieures



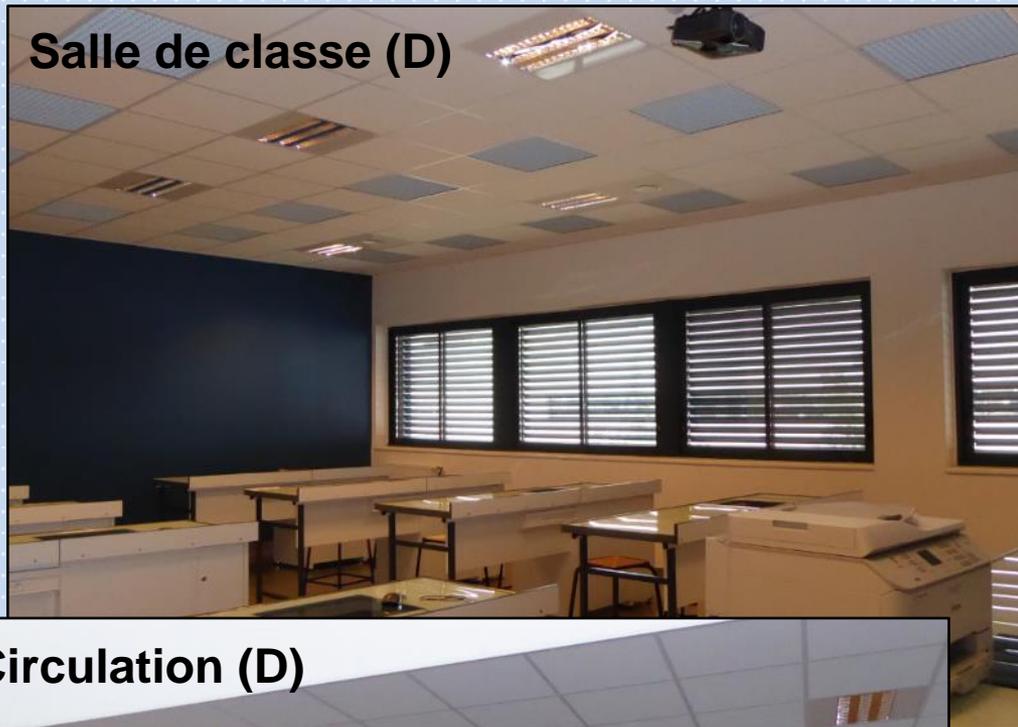
**Bureau (G)**



**Salle de classe (G)**



**Salle de classe (D)**



# Vues intérieures



**Circulation (D)**



**Salle de classe cinéma (D)**



# Fiche d'identité

## Typologie

- Bâtiments d'enseignement neufs

## Surface

- Pôle Sciences : 2 505m<sup>2</sup>
- Pôle Sport (CDI) : 536m<sup>2</sup>
- Pôle Accueil : 1 432m<sup>2</sup>
- Bâtiment Agents : 384m<sup>2</sup>

## Altitude

- Altitude 15m

## Zone clim.

- H3

## Classement bruit

- BR1
- CATEGORIE CE1

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

- Pôle Sciences : 0,36
- Pôle Sport (CDI) : 0,45
- Pôle Accueil : 0,41
- Bâtiment Agents : 0,5

## Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)\*

- Cep moy pondéré : 45,1 kWhep/m<sup>2</sup>SHON.an (sans photovoltaïque)
- Cep réf : 90,6 kWhep/m<sup>2</sup>SHON.an
- Gain : 50,2% du Cep réf
- Niveau RT

## Production locale d'électricité

- Production photovoltaïque 13 kWc
- Technologie silicium amorphe

## Planning travaux Délai

- Début : 07/2011
- Fin : 07/2014

## Budget prévisionnel Coûts réel

- Coût travaux hors VRD : 8,5 M€HT
- Soit 1 750 €HT/m<sup>2</sup>
- VRD : 1,8 M€HT
- MOE : 1,3 M€HT

# Fiche d'identité

## Système constructif

- Murs et dalles béton armé
- Sauf pour extension CDI (pôle sport) : structure bois

## Plancher sur VS

- 15 cm PSE en sous-face  $R = 4,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$  (terre plein)
- 16 cm laine de roche en sous-face  $R = 4,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

## Mur

- 20 cm ITE laine de verre  $R = 6,2 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- Pôle Sport : 15 cm ouate de cellulose + 6 cm ITE Laine de verre  $R = 5,4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

## Plancher haut

- 14 à 20 cm polyuréthane  $R = 5,9 \text{ à } 8,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- Pôle Sport : 6 cm de laine de verre  $R = 1,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

## Menuiseries

- Aluminium à rupture de pont thermique ; double vitrage argon 4/16/4 peu émissif

## Chauffage

- Chaudières gaz à condensation 150 kW

## Rafrachissement

- Aucun

## Ventilation

- CTA double flux
- VMC simple flux autoréglable pour sanitaires, archives ...

## ECS

- Ballons électriques décentralisés

## Eclairage

- Basse consommation asservis par sondes de présence et de luminosité

## Photovoltaïque

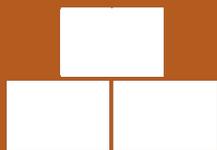
- Membranes silicium amorphe

# Retour sur les deux années de fonctionnement

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

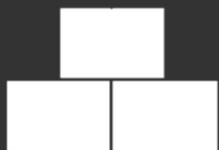
# Gestion de projet

- Suivi très partiel des consommations par le lycée.
- Siemens (installateur de la GTC) a changé le logiciel de commande ce qui a nécessité au lycée de racheter des cartes, les codes propriétaires des automates ont été disponibles courant d'année 2017.
- Problèmes de chauffage liés à des microcoupures de la GTC
- Incompatibilité entre les clés des anciens et nouveaux bâtiments
- Des problèmes d'étanchéité en toiture terrasse (infiltration d'eau) ont été notés, reprise des travaux sous garantie décennale
- Point positif : le contrat de maintenance avec COFELY donne entière satisfaction à la MOA

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Social et économie

- Deux guides d'utilisation à destination des usagers ont été remis à la MOA et diffusés au lycée
- Une enquête sur plateforme WEB a été mise en place afin de recueillir des avis plus larges et ainsi permettre une objectivité sur le ressenti des usagers



# Social et économie

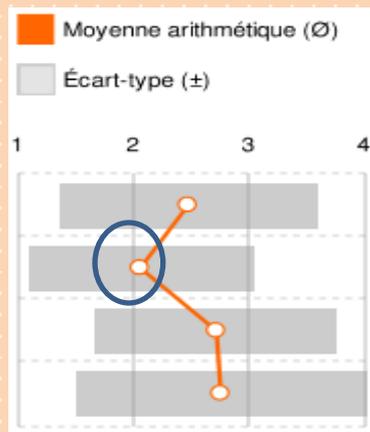
- Résultats de l'enquête

Points positifs	Points à améliorer
Nombre d'aménagements extérieurs augmenté (bancs)	Manque d'ombre et de bancs
Végétalisation du site	Sol extérieur éblouissant (trop clair)
Esthétique générale	Sable au sol qui salit les bâtiments par jour de pluie + ornière dangereuse dues au ruissellement
Rationalisation des espaces (parking, circulations)	Manque de zones protégées (pluie)
	Parking trop juste en nombre de places
	Absence d'abris extérieurs dans la cour et au niveau des abris bus (pluie)

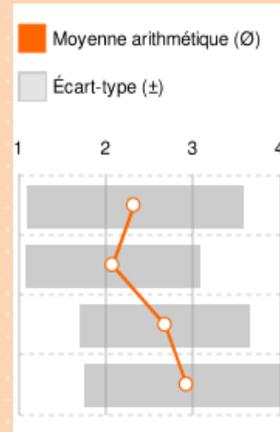
# Social et économie

## Confort d'usage

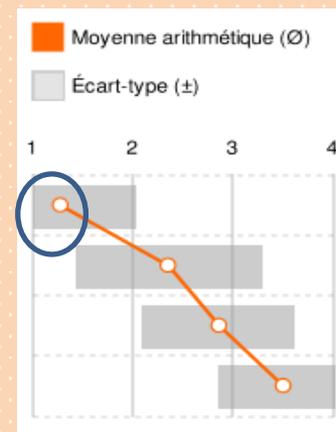
- 1 : pas satisfait
- 2 : peu satisfait
- 3 : satisfait
- 4 : très satisfait



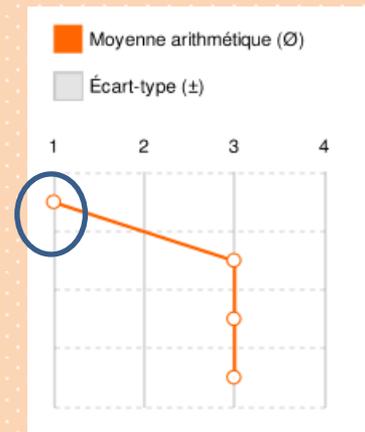
Bat B (sport CDI)



Bat D (Sciences)



Bat G (GRETA)



Bat E (Agents)

Bâtiment E peu significatif (peu de personnes)

Disfonctionnement sur les traitements d'air

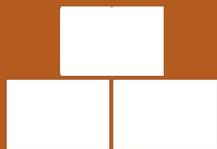
Bâtiment G ( température supérieure à 30°C dans les bureaux)

Surchauffe et température insuffisante en hiver dans la salle des sports

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

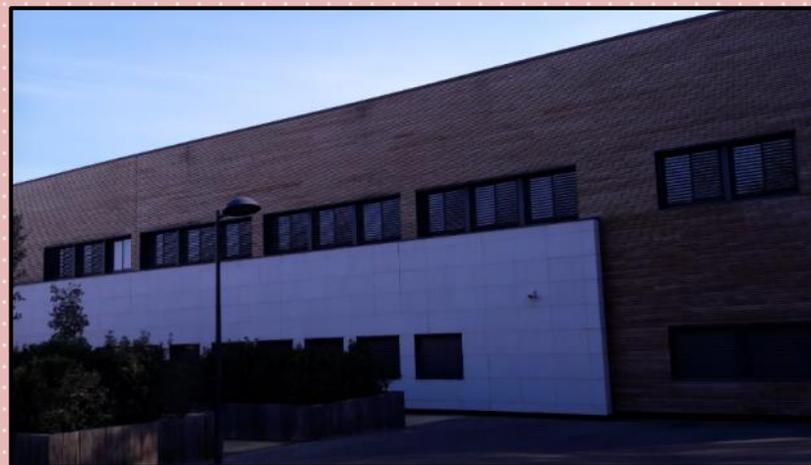


CONFORT ET SANTE

# Matériaux



Bonne tenue des matériaux de façade (bardage bois et parement pierre)  
Vieillesse après deux années positif  
Pas d'entretien particulier



# Matériaux



Ondulations

Cloques

Les bandes de silicium amorphe se décollent - Décollement lié à un coefficient de dilatation différent entre les membranes et l'étanchéité

Vieillessement prématuré du dispositif photovoltaïque – Durabilité dans le temps limitée

Pas d'entretien particulier

# Matériaux

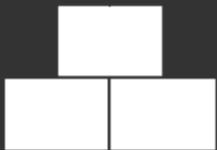


Ruissellement sur les  
façades dû aux menuiseries  
– Apparition de rouille  
prématurée – Interrogation  
sur la durabilité et le  
vieillessement dans le temps

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

## Les systèmes techniques

- Maintenance mensuelle pour les CTA avec changement des filtres – Cofely
- Pas de suivi des compteurs différentiels
- Pas de production photovoltaïque entre juillet 2016 et juillet 2017
- Problèmes de chauffage lié à des microcoupures de la GTC
- Mise à l'arrêt de la VMC du BAT G car signalée comme trop bruyante
- VMC du pôle sport (BAT B) à l'arrêt



# Energie

- Les systèmes de comptage



Chauffage



Eclairage



Eau



Photovoltaïque



## Suivi des consommations de chauffage

Suivi à partir des factures gaz

Années	kWh/m <sup>2</sup> SHON
2007 (avant travaux)	98
2015	44
2016	35
2017	47

Factures sur l'ensemble du lycée, bâtiments non rénovés inclus – Le fonctionnement ou pas de la ventilation joue sur la consommation de chauffage

## Suivi des consommations

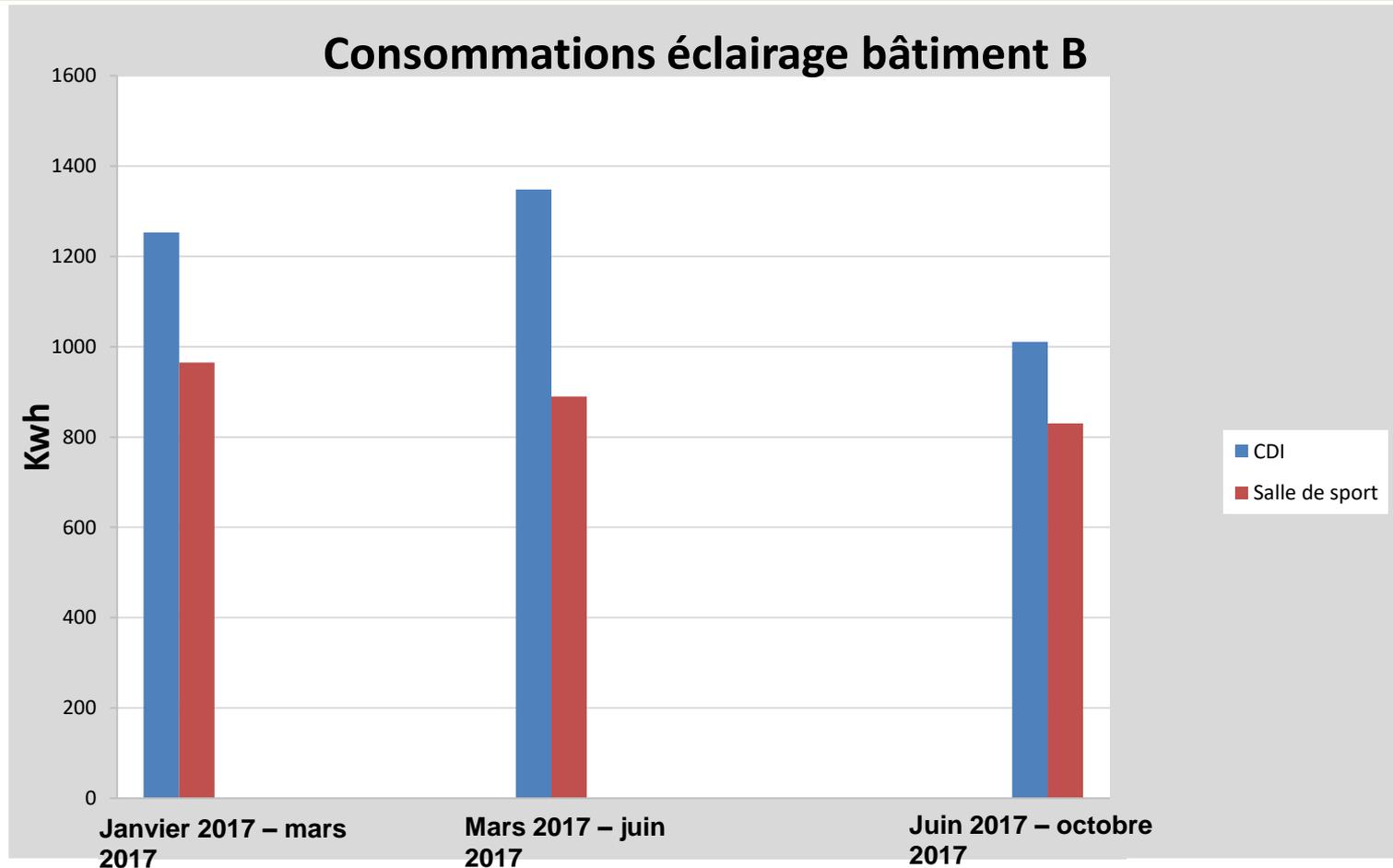
Suivi à partir des factures ERDF

Objectif conso électrique : 20 kWh EF/m<sup>2</sup>SHON coché en conception

Années	kWh/m <sup>2</sup> SU
2007 (avant travaux)	74
2014	73
2015	80
2016	36
2017	37

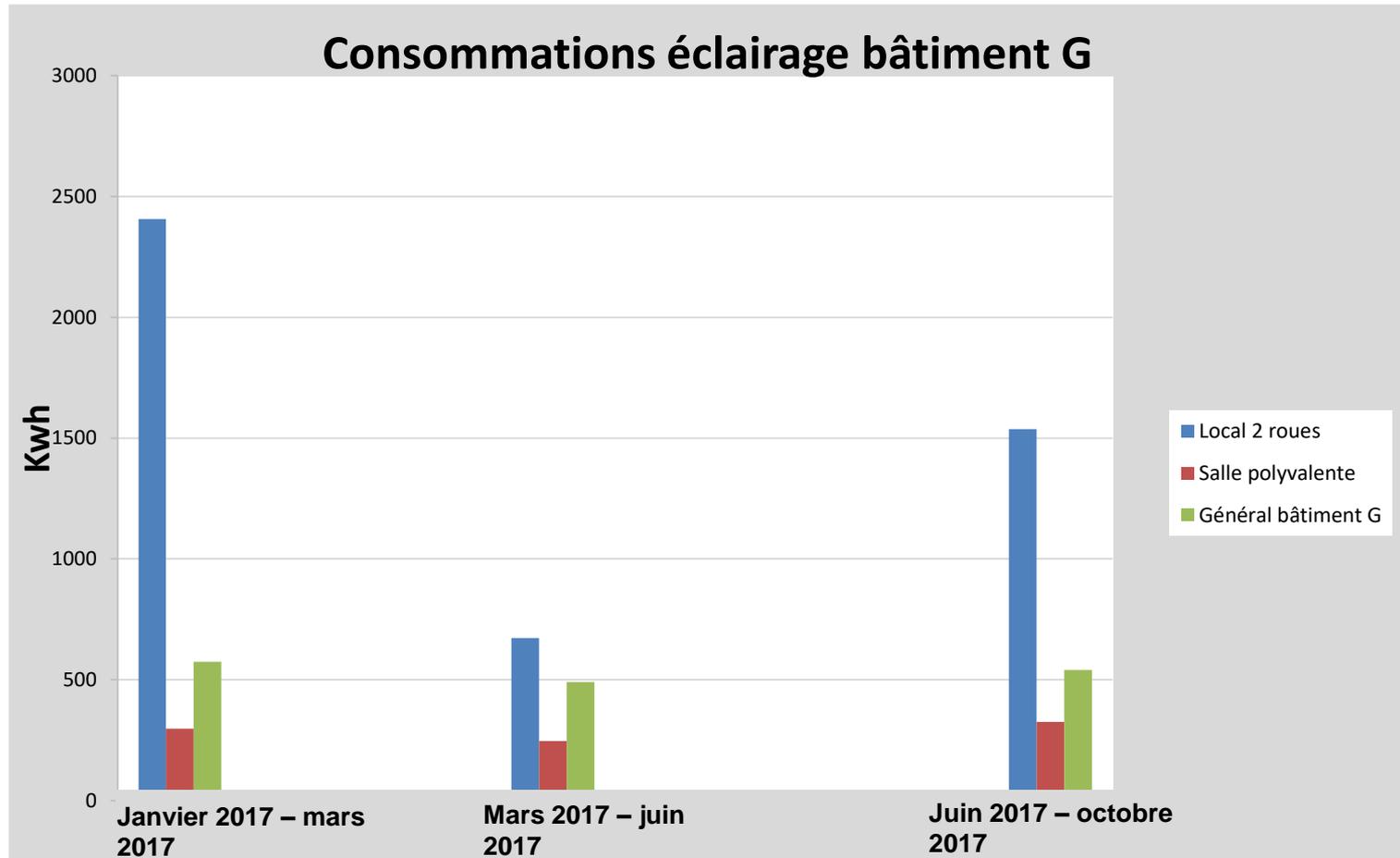
Factures sur l'ensemble du lycée, bâtiments non rénovés inclus

# Energie - éclairage



Le recul sur les données est faible – la baisse en période estivale n'est pas significative (surprenant car inoccupation 2mois)

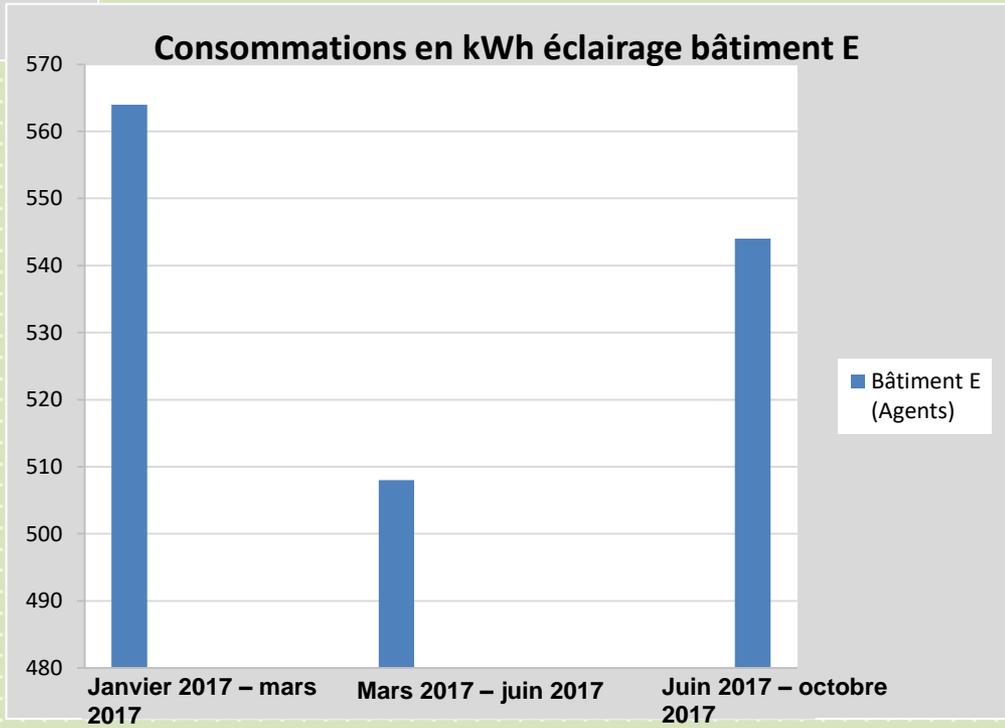
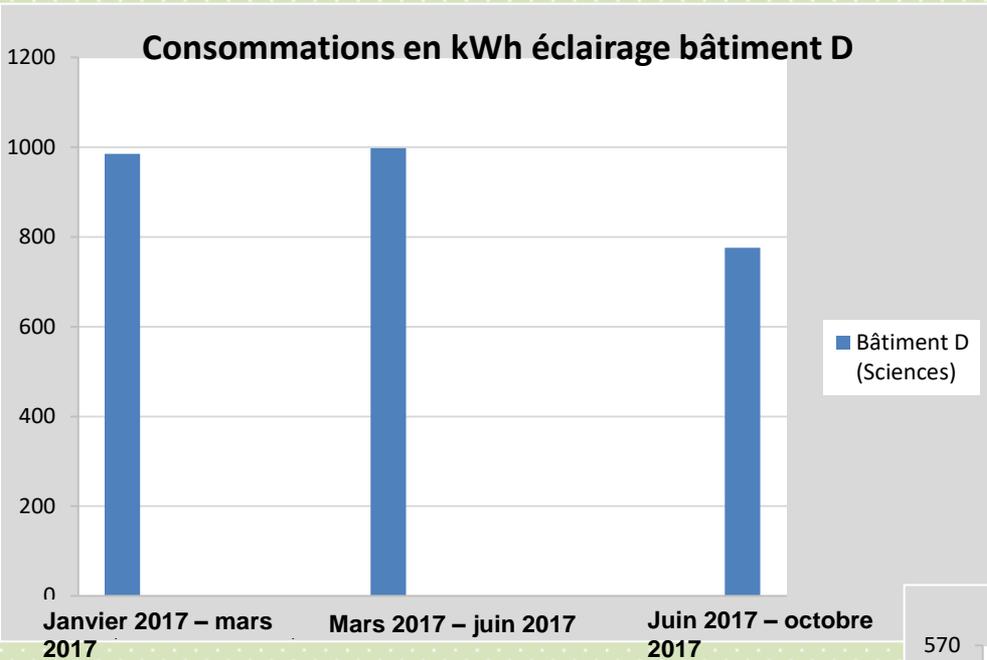
# Energie - éclairage



Le recul sur les données est faible – les consommations du local 2 roues sont excessives en comparaison aux autres locaux : éclairage permanent ?

Programmation à affiner

# Energie - éclairage



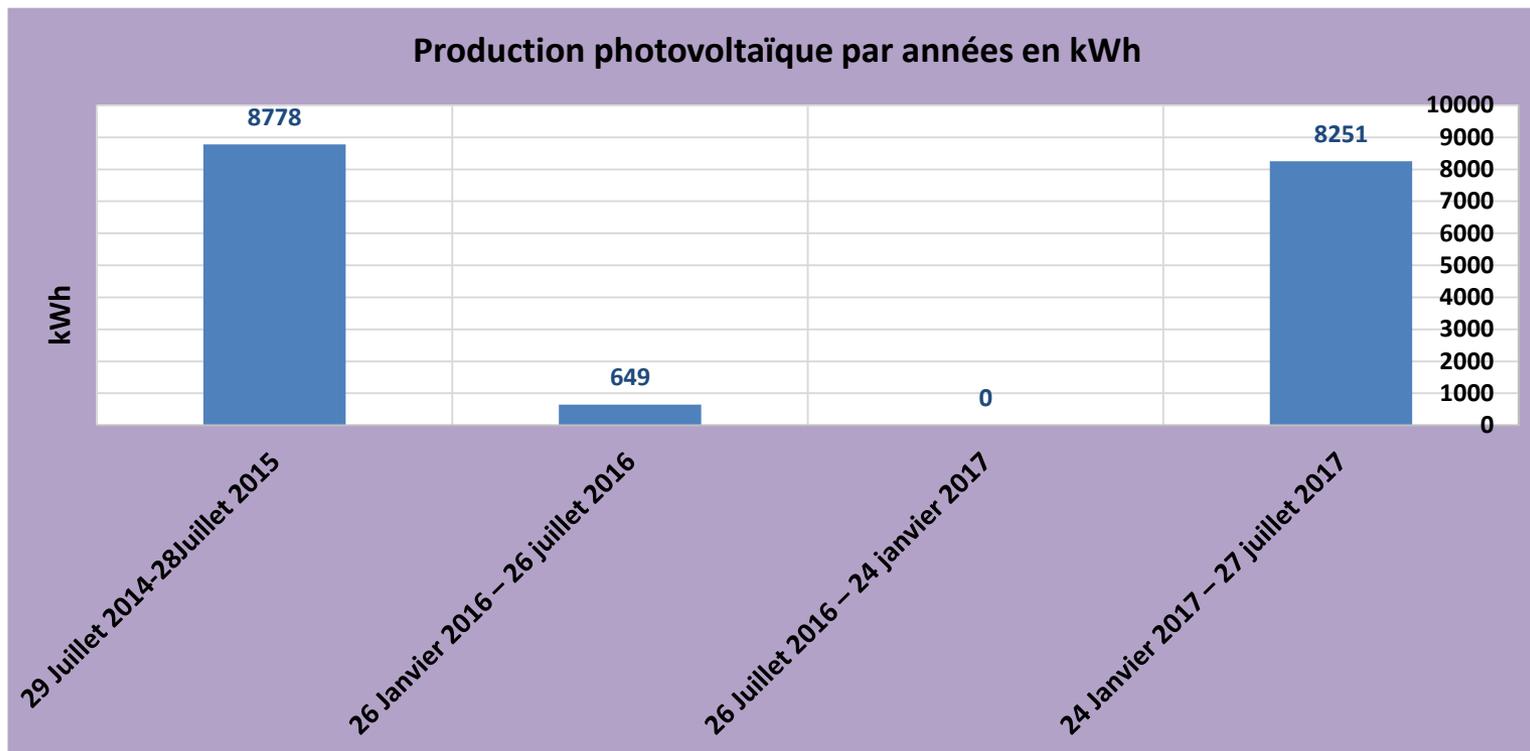
Le recul sur les données est faible – la baisse en période estivale n'est pas significative (surprenant car inoccupation 2mois)

# Energie - PV

## Production photovoltaïque

Rappel  
objectifs de  
conception :  
12,85kwc

Période de production	Energie produite
29 Juillet 2014- 28 Juillet 2015	8778 kWh
26 Janvier 2016 – 26 juillet 2016	649 kWh
26 Juillet 2016 – 24 janvier 2017	0 kWh
24 Janvier 2017 – 27 juillet 2017	8251 kWh



# Energie

- Pour rappel en commission BDM réalisation la puissance de production installée devait être de : 12,85 kWc – ce qui devrait produire par extrapolation 13363 kWh/an (logiciel de calcul de l'INES indicatif ci-dessous). Nous sommes donc loin de la production attendue.
- Contrat global de maintenance en cours de mise en place



**INES Education - Logiciel CALSOL - Photovoltaïque réseau**  
Estimation de la production PV injectée dans le réseau



Les résultats calculés par le présent logiciel sont donnés à titre indicatif et devront faire l'objet d'une étude les confirmant. En aucun cas, ils n'engagent la responsabilité de l'INES.

Choix de la ville :  Prendre en compte un masque :

Inclinaison du plan :  Orientation du plan :  Albédo du sol :

Puissance crête de l'installation PV :  kW

Investissement initial de l'installation PV (total  ou par Wc  ) :  €/W

Taux de subvention à l'investissement initial :  %

Rendement de conversion électrique module PV vers réseau :

Coût de la maintenance annuelle en % de l'investissement initial :

Tarif d'achat de l'électricité photovoltaïque :  €/kWh

Taux d'actualisation de l'argent :  Durée de vie de l'installation :

Cliquez ici pour valider votre choix et lancer les calculs

Calcul de la production électrique, moyenne par jour  ou cumulée  [COMPARAISONS](#)

-	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc	année
IGP (kWh/m <sup>2</sup> )	64	89	133	169	197	225	252	206	161	108	74	57	1733
Prod (kWh)	493	684	1027	1301	1519	1732	1939	1590	1238	833	569	439	13363

Panneau d'affichage non raccordé



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



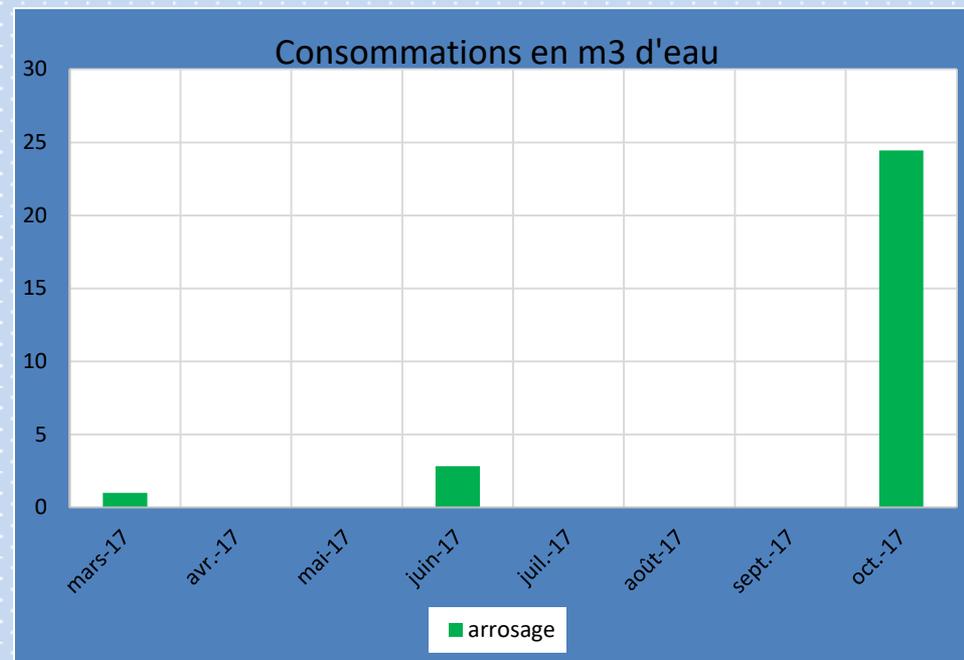
EAU



CONFORT ET SANTE

## Consommation d'eau par périodes (début janvier 2017)

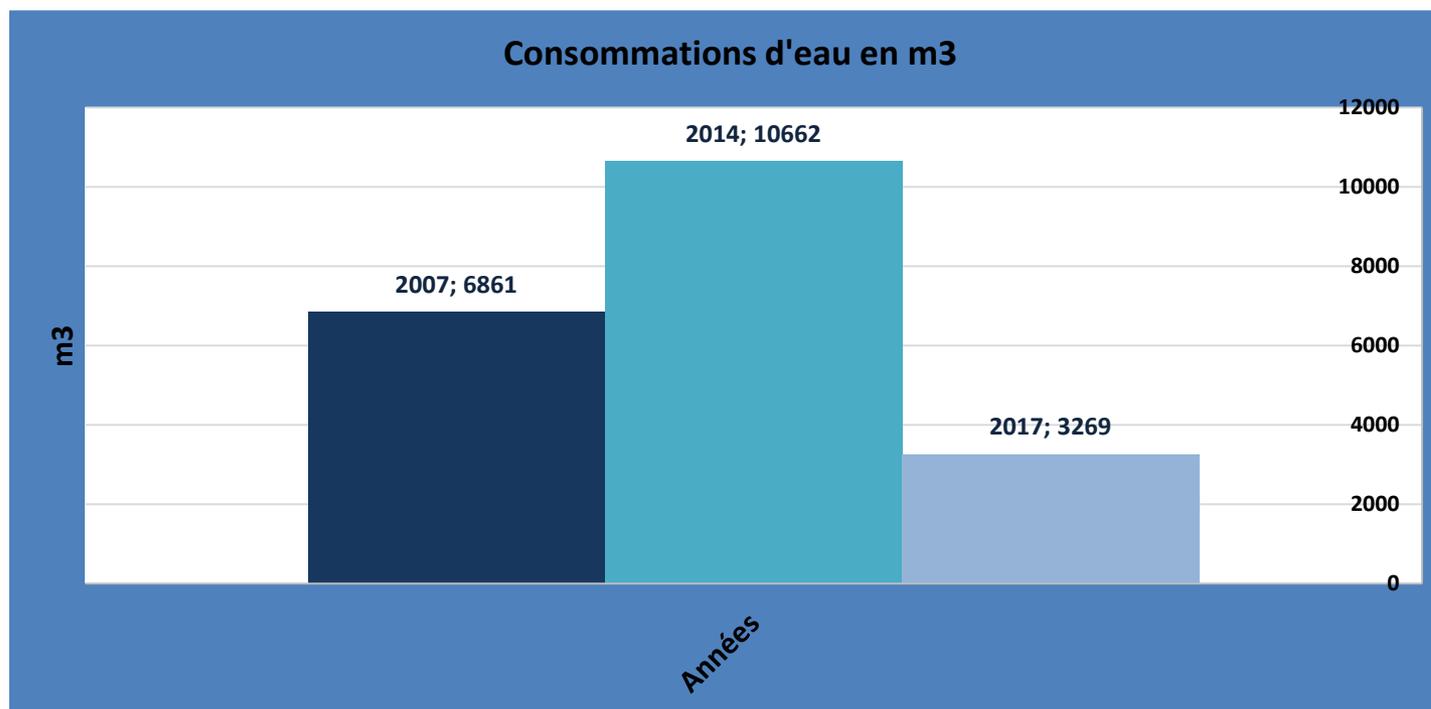
## Eau



Les consommations d'arrosage semblent faibles en période printanière (mars à juin) et peuvent expliquer que les arbres « végètent » et n'apportent pas toute l'ombre attendue

## Eau

	2007	2014	2017
	Consommation en m3	Consommation en m3	Consommation en m3
TOTAL	6861	10662	3269
L/jour/pers	15,1	29,6	9,1
m3/élève.an	5,7	5,9	1,8



Moyen coché en conception : 4 à 5 m3/élève.an – atteint !



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

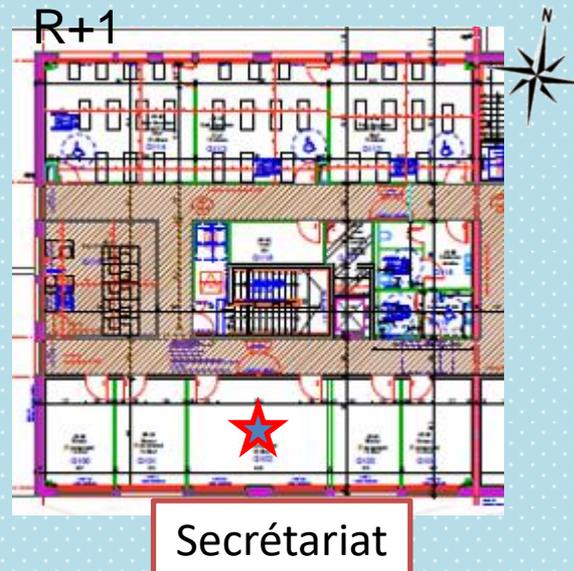


CONFORT ET SANTE

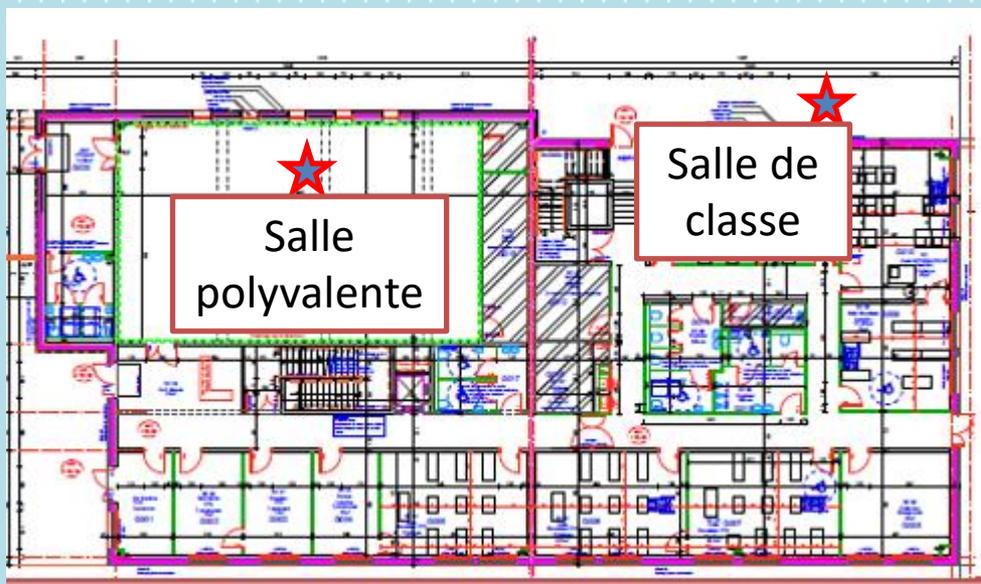
# Confort et santé – Bâtiment G



Contexte : la ventilation est à l'arrêt toute l'année



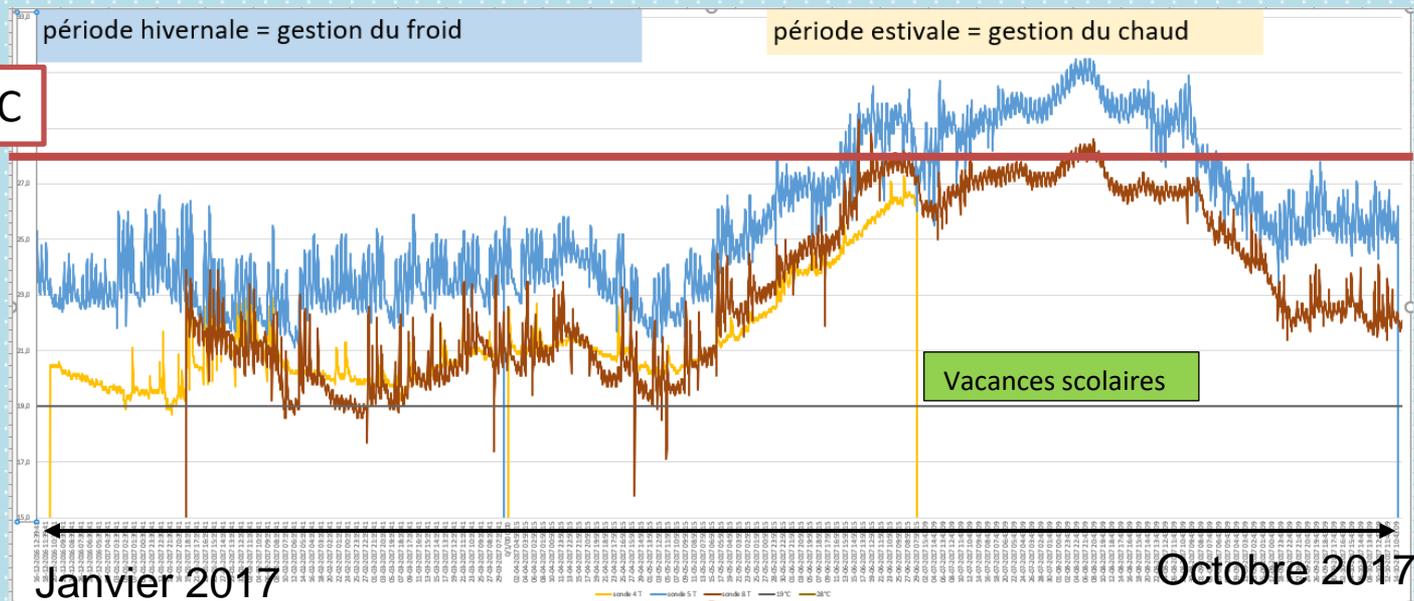
170 H d'inconfort mesuré dans le secrétariat



Rappel résultats STD conception

ZONES	T°max	% d'inconfort	Nbre d'heures au dessus de 28°C (en période d'occupation)
Salle polyvalente	29,9	10,5 %	34
Vie scolaire	27,1	0 %	0
Réunion	29,4	1,4 %	28
VAE banalisée	29,8	2,9 %	11
Bureau	28,2	0,15 %	3
GRETA banalisée	30,5	2,9 %	51

# Confort et santé – Bâtiment G



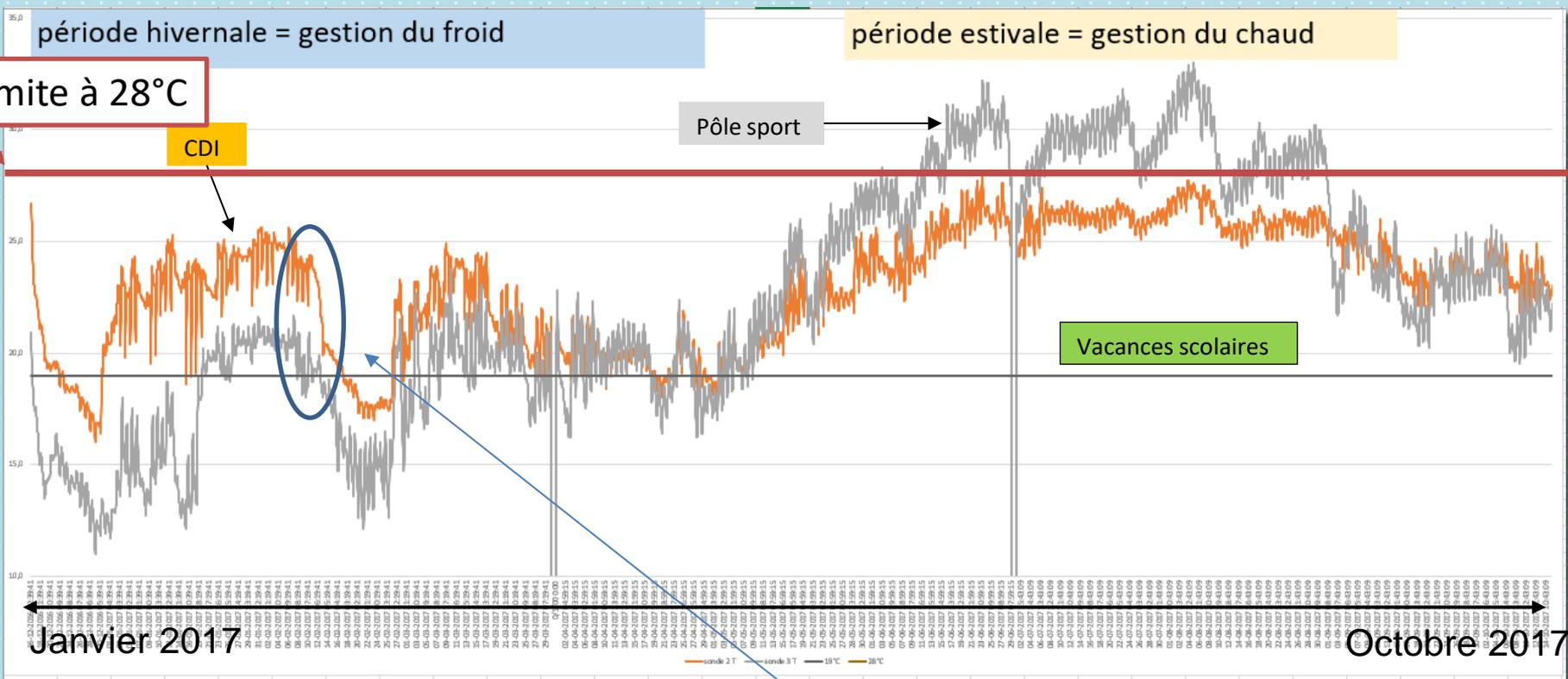
Les RDC (**sonde salle de cours (NORD)** et **sonde salle polyvalente (NORD)**) se comportent bien malgré l'absence de traitement d'air. Les apports internes des élèves sont absorbés dans les limites des températures fixées. L'orientation de ces pièces joue fortement sur ce résultat positif.

Le R+1 (**sonde secrétariat SUD**) présente une grosse dérive en saison chaude malgré la mise en place de protections solaires fixes. Cela rejoint les avis des usagers qui se plaignent des températures internes

# Confort et santé – Bâtiment B

Suivi des températures pendant un an (sondes de température)

CDI et Salle de Sport BAT B

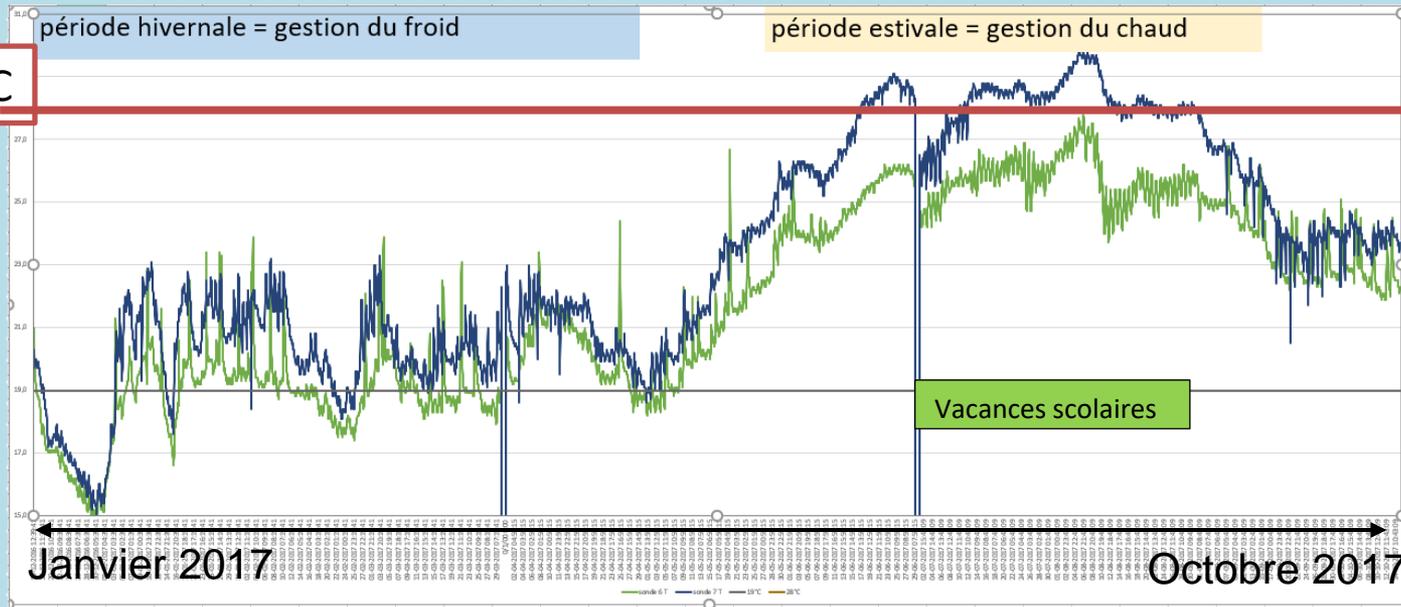


Le comportement passif du bâtiment est bon, il faut 5 jours (pdt vacance février) pour passer de 23°C à 19°C – Températures limites basses dans salle sports

# Confort et santé – Bâtiment D



Limite à 28°C



La salle de TP (EST) bénéficie d'un apport interne lié à son taux d'occupation plus élevé qui favorise son confort d'hiver mais la pénalise en été. L'inertie devient défavorable en été si une ventilation nocturne n'est pas mise en place pour évacuer les calories accumulées en journée.

**72 H d'inconfort en Juin** (pas de données STD pour comparer)

La salle de cinéma (Ouest) est beaucoup moins fréquentée et de ce fait présente une température ambiante plus proche des 19°C en hiver (moins d'apports internes). Cette situation est favorable pour l'été. **Pas d'inconfort dans la salle de cinéma.**

# Autres points

Les bordures en bois qui devaient servir de bancs sont envahies par la végétation

Ajouter du mobilier extérieur ou contenir les végétaux



# Autres Points

## ELEMENT RELEVE

**Abri vélo : Trop grand côté enseignants et trop petit côté élèves, muret en béton les séparant empêchant toute évolution simple.**

## PROPOSITION

Ouvrir le mur pour un partage de parking (comme pour les voitures) – en cours



# Pour conclure

*Bonne tenue des matériaux dans le temps ( bois et pierres de parement)*

*Bon comportement global des bâtiments lors des périodes estivales  
(lorsque la ventilation fonctionne)*

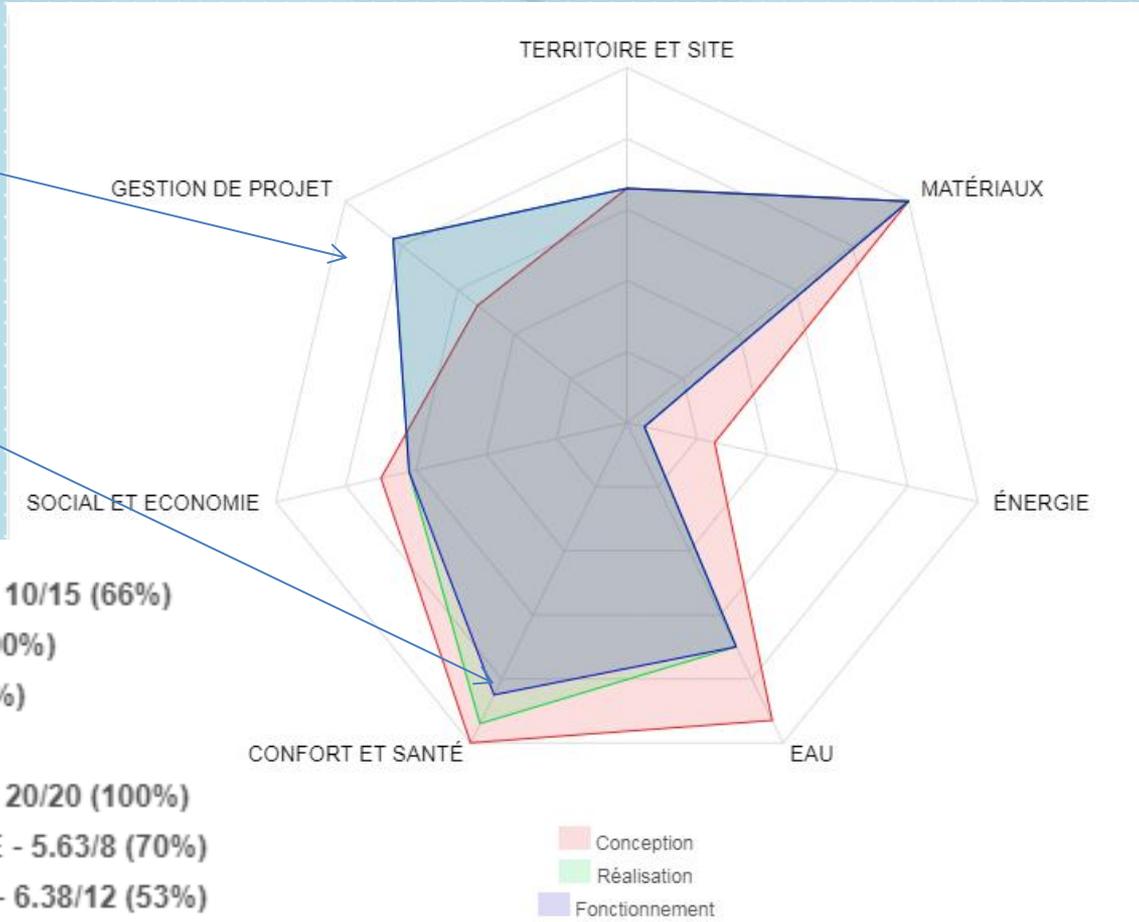
*Bons résultats globaux de consommations (chauffage, électricité, eau)*

*Quelques points techniques à résoudre  
Une optimisation encore possible avec davantage de suivi*

# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



Gestion de projet : livret usagers coché  
 Confort et santé : confort sans clim décoché pour qqs bâtiments



- TERRITOIRE ET SITE - 10/15 (66%)
- MATÉRIAUX - 15/15 (100%)
- ÉNERGIE - 5.14/20 (25%)
- EAU - 9.37/10 (93%)
- CONFORT ET SANTÉ - 20/20 (100%)
- SOCIAL ET ECONOMIE - 5.63/8 (70%)
- GESTION DE PROJET - 6.38/12 (53%)

■ Conception  
 ■ Réalisation  
 ■ Fonctionnement

# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

MAITRISE D'OUVRAGE

Région PACA

MOA DELEGUEE

AREA PACA

AMO QEB (fonctionnement)

SOWATT

UTILISATEURS

Lycée Langevin

## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

ARCHITECTE

CFL  
Architecture(13)

BE THERMIQUE

SLH Sud Est (13)

BE Acoustique

BETA Acoustique  
(13)

Paysagiste

Marc Richier (13)

# Les acteurs du projet

**GROS ŒUVRE \***

**CARI (83)**

**VRD AMENAGEMENTS  
EXTERIEURS**

**EIFFAGE TP (83)**

**ETANCHEITE**

**ALPHA SERVICE (13)**

**MENUISERIES EXTERIEURES  
ET OCCULTATIONS**

**SAS PROVENCALE  
D'ALUMINIUM (13)**

**CLOISON / DOUBLAGE /  
PEINTURE / SIGNALETIQUES /  
SOLS SOUPLE**

**GROUPEMENT VAR  
INGENIERIE CLOISONS  
(83)**

**PLOMBERIE / SANITAIRES /  
CVC**

**TNT PACA (83)**

**CHARPENTE COUVERTURE  
BARDAGE**

**TOITURE  
MONTILIENNES  
SARL (26)**

**ESPACES VERTS PAYSAGE**

**SAS IPS (13)**

**ELECTRICITE**

**INEO (83)**

**MENUISERIES INTERIEURES /  
VENTELLES BOIS / BS**

**MENUISERIE 2000  
(83)**

# Les acteurs du projet

**SERRURERIE**

**VAR INDUSTRIE (83)**

**ASCENSEUR**

**CFA-NSA (86)**

**SPS**

**ALPES CONTROLE**

**BUREAU DE CONTROLE**

**DEKRA NORISKO**

**Merci pour votre  
attention !**