

École Mirabeau, Peymeinade (06)



Maître d'Ouvrage	Architecte	BE Thermique	AMO QEB
Ville de Peymeinade	Ferla Architecture	ENERPULSE	SOWATT



2010



2013 (livraison)



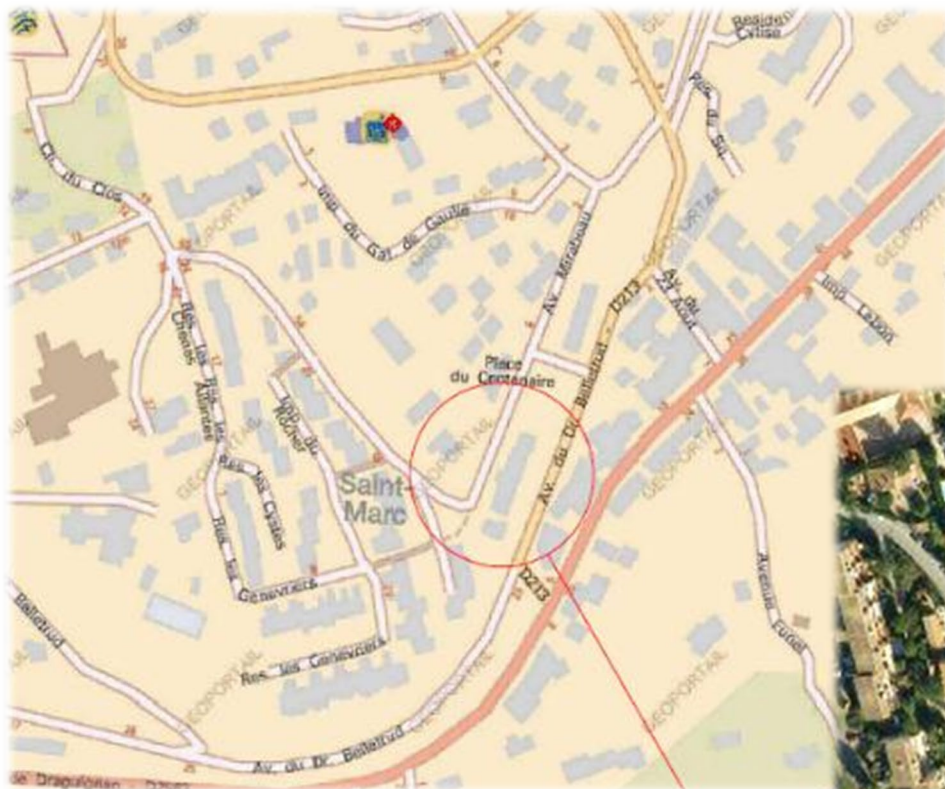
2025





Le projet dans son territoire

Plan de situation



Groupe scolaire
Mirabeau
Réf. Cadastre :
AE 192

Enjeux pour la commune :

- Financiers avec les économies d'énergie générées
- Environnementaux avec les techniques de rénovation employées : panneaux photovoltaïques, rénovation de la chaufferie et de la ventilation, isolation par l'extérieur en laine de roche....



Enjeux Durables du projet



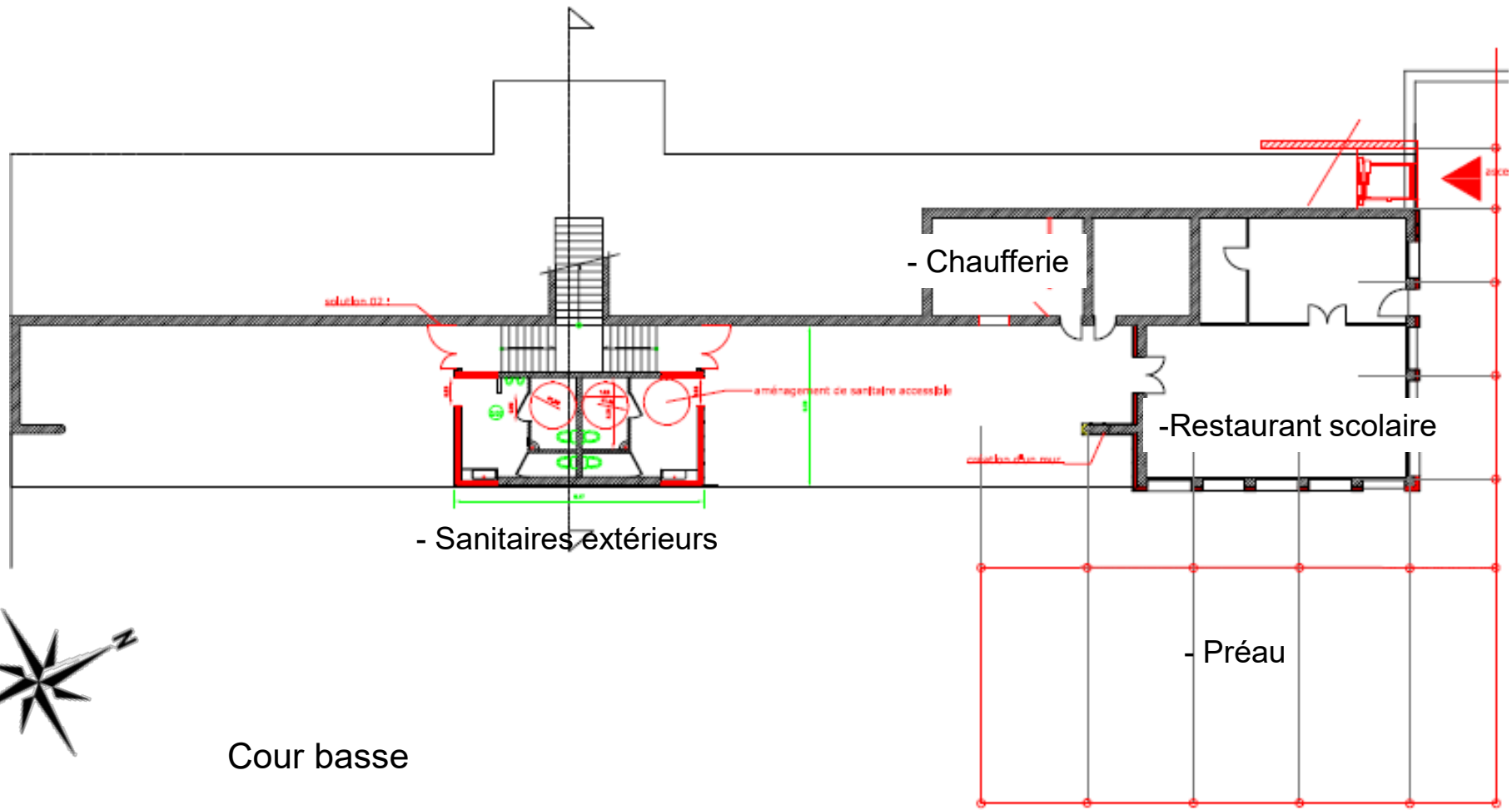
- Revalorisation de l'aspect extérieur d'un ancien bâtiment
- Augmentation confort d'hiver et baisse des consommations, objectif BBC effinergie rénovation
- Adaptation climatique (confort d'été)
- Amélioration de la qualité d'air

Espace libre de toute construction = **m²**



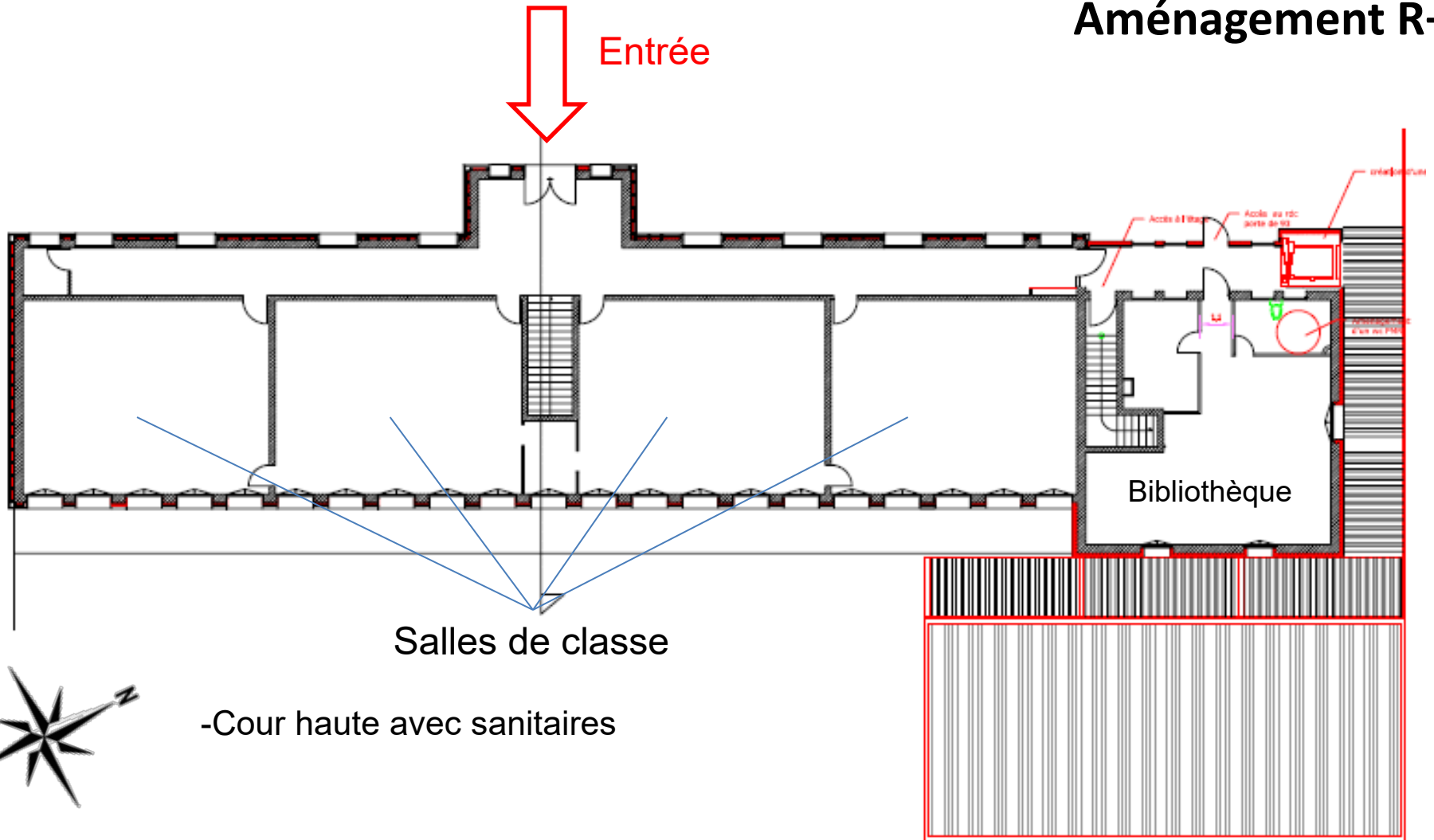
Le projet dans son territoire

Aménagement RDC



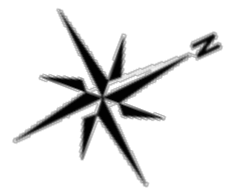
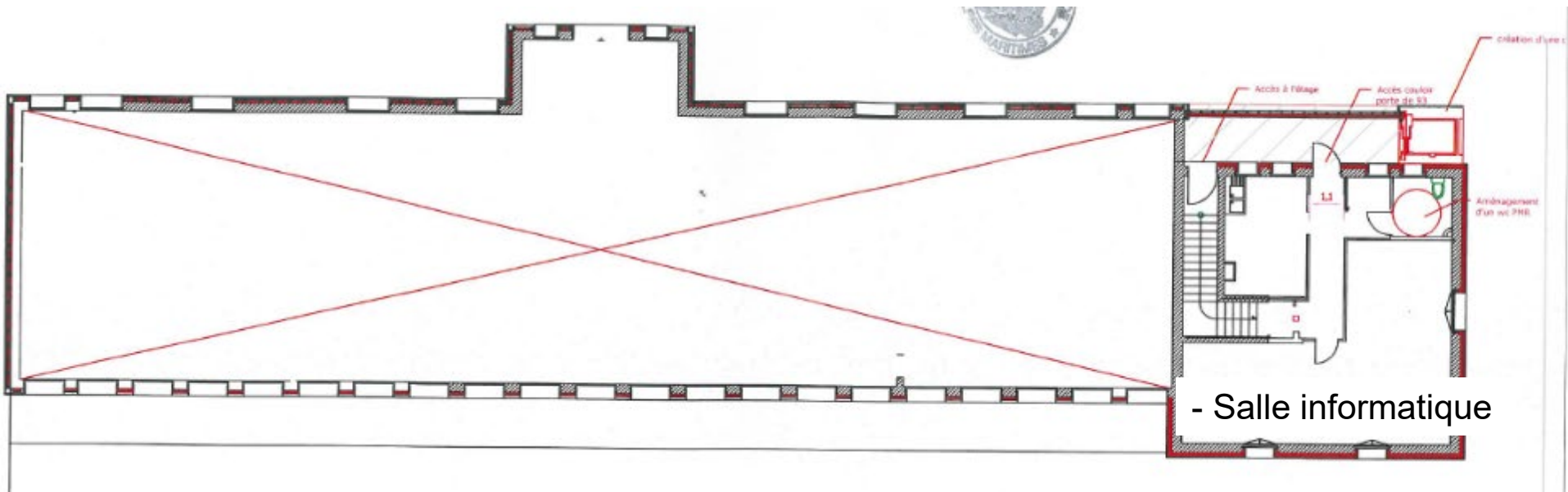
Le projet dans son territoire

Aménagement R+1



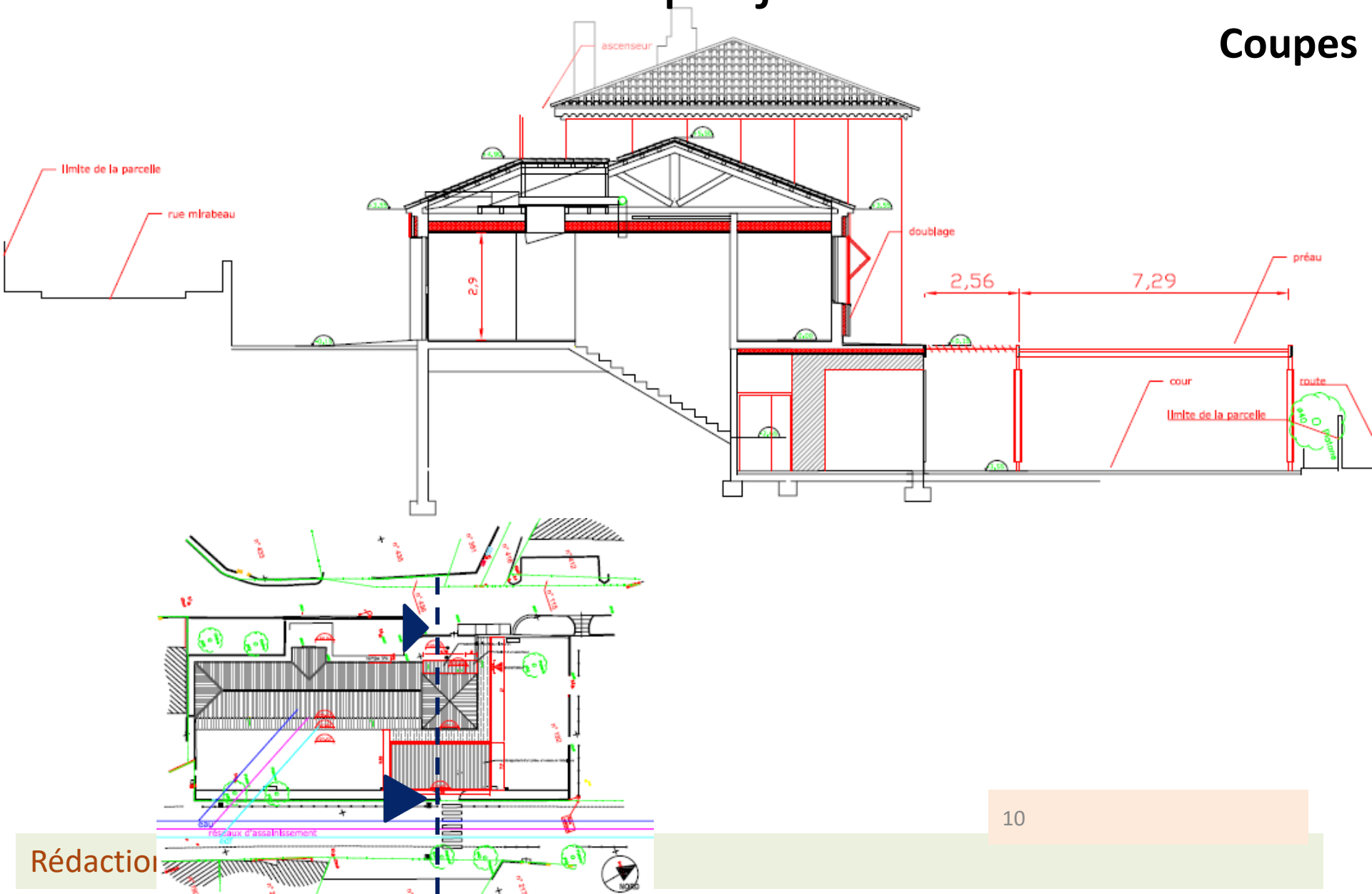
Le projet dans son territoire

Aménagement R+2



Le projet dans son territoire

Coupes

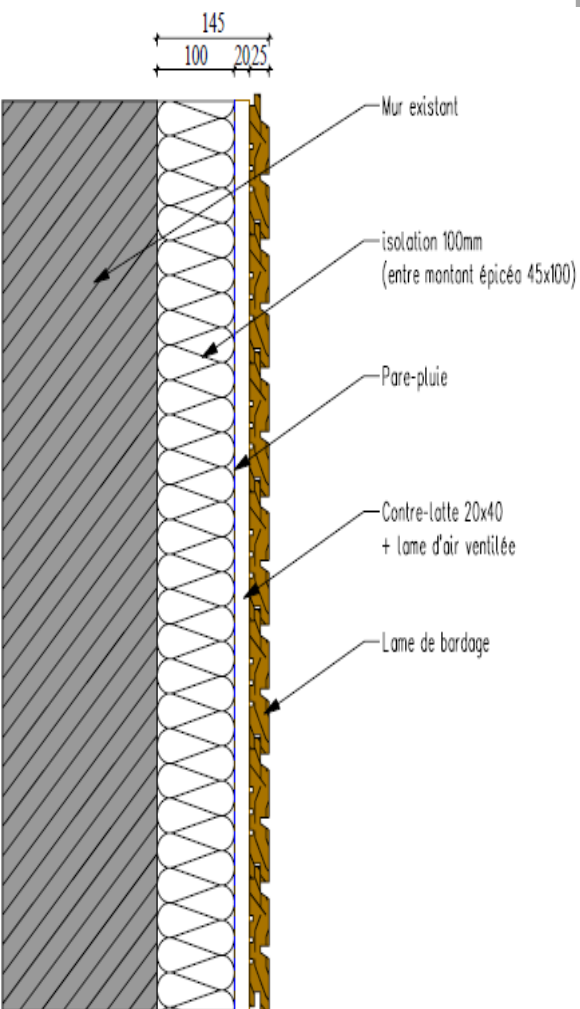


Fiche d'identité

Typologie	Tertiaire Réhabilitation	Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*	67,1 kWh_{ep}/m²/an (41,6 % par rapport au Cep réf)
Surface	544 m² SHON	Production locale d'électricité	132 m² de Photovoltaïque P. Annuelle estimée à 22100 kWh/an - Entièrement revendue à EDF
Climat	- Altitude: 150m - Zone climatique : H3	Planning travaux	Livré en 2013
Classement bruit	BR 1	Coûts	- Travaux : 330 000 € HT 600 € HT /m² SHON - Études : 35 857 HT € (OPC inclus)
UBāt (W/m².K)	0,455		

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

Matériaux



Parois	R (m ² .K/W)	Composition*
Façades ext	2.85	100mm de laine de roche recouvert d'un bardage en pin Douglas thermo huilé ou en panneaux stratifiés.
Combles	2.5	300mm de laine de verre sous charpente existante
Sous face Préau	3	Fibra Ultra FM 100mm

Menuiseries : Uw 2W/m²K

Energie

Equipements (par bât)	Destination
• Radiateurs alimentés par une chaudière à gaz 65 kW	Chauffage
• Néant	Refroidissement
• 6m ² de capteurs thermiques • Stockage dans un ballon de 360 l modulé de 2 échangeurs incorporés • Une chaudière à gaz	ECS et appoint éventuel
• Remplacement des ampoules classiques par des basse consommation	Eclairage
• Néant	Comptages
• PV : Puissance du générateur 18 kWc- Production d' électricité estimée 22100 kWh/an – marque éventuelle Surface : 132m ²	Production d'électricité
• Une ventilation DF dans les classes avec un débit de 2000m ³ /h • Une SF par extraction dans la cantine et la cuisine (réchauffage uniquement)	Ventilation

Acteurs du projet en fonctionnement

Usagers :

- École primaire (enseignants / élèves / mais aussi service de cantine scolaire au RDC)

Exploitant et pilote énergétique :

- Service technique
- Sous-traitance pour les systèmes

Coûts annuels de fonctionnement



Chauffage GAZ (option biométhane)
375 €TTC /an



Eau
4302 €TTC



Refroidissement
0



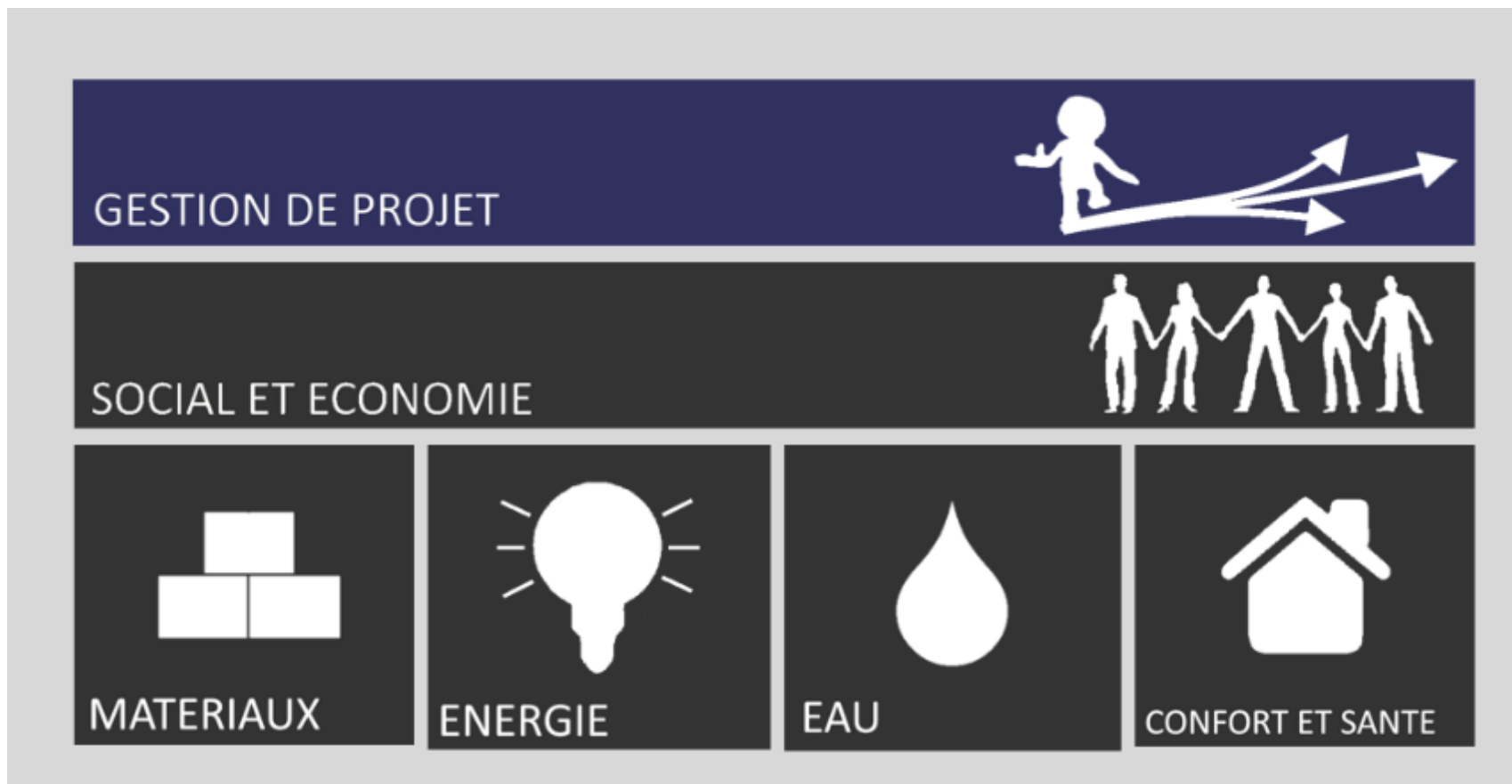
Production électrique
revendue (0,26€/kWh)
-3409 €TTC

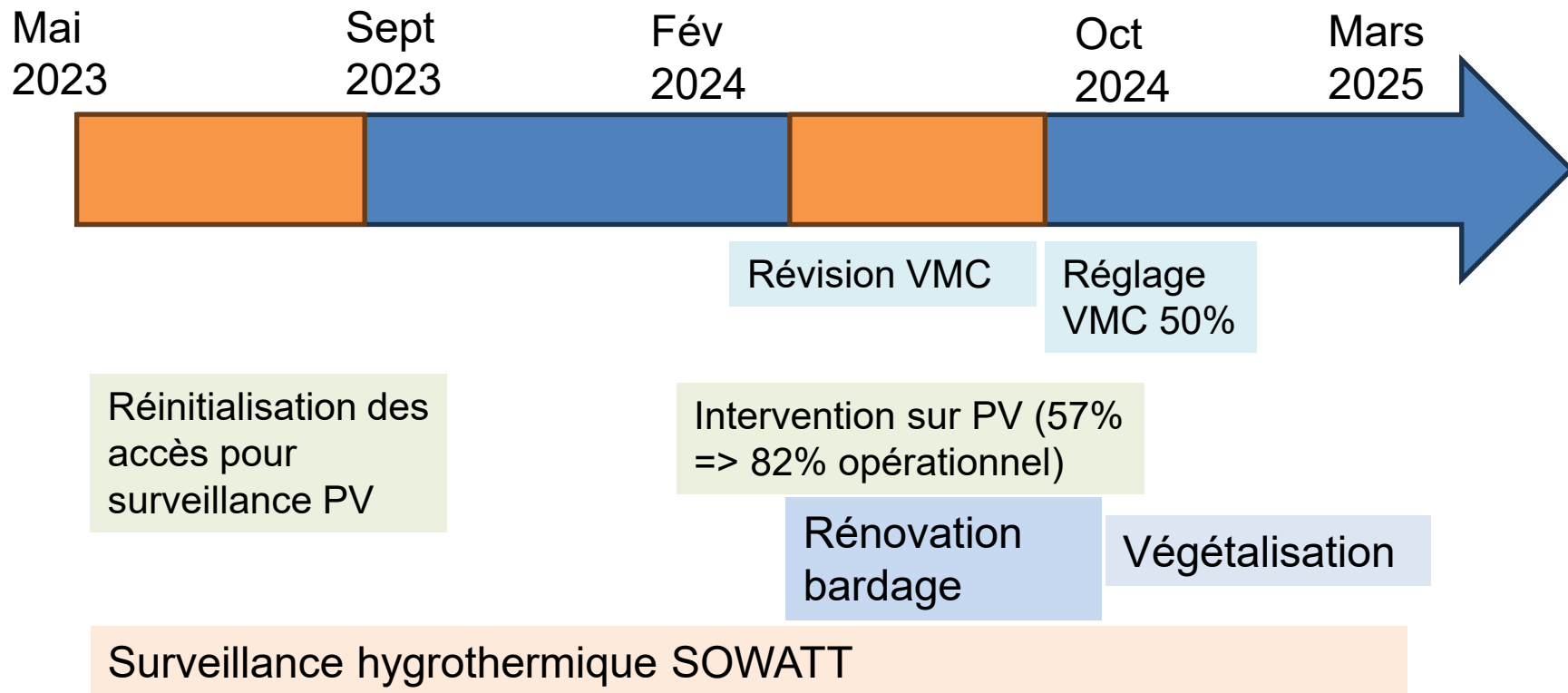


Éclairage + ventilation +
PC
3600 €TTC /an



Espaces extérieurs





Acteurs actifs et consultés:

Services techniques de la ville
Directrice de l'école,
Elu en charge de l'environnement
Prestataire de maintenance CVC
Prestataire de maintenance PV

Capteurs CO2 /
T°C déployés
dans l'école

Mobilité – Biodiversité - aménagements



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Façades

TRESPA rouge
après 13 ans ;
Ok sauf Sud Est ou
il blanchit
légèrement

TRESPA crème OK



BARDAGE bois en très bon état. Les développements de champignons noirs sur les zones humides ont contribué à la décision de rénover le bardage (nettoyage + saturateur).

Etages + BSO



Ballon + BSO

Rénovation bardage après
12 ans



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

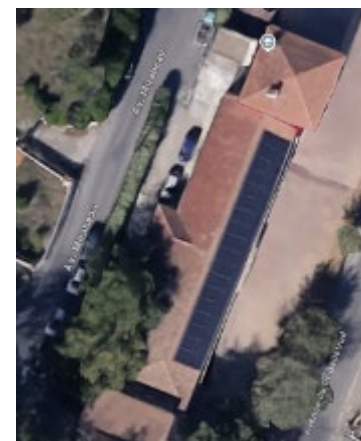
Solaire thermique
HS monte en
pression



Pas de Comptage
détaillé



Systèmes en place et
opérationnels





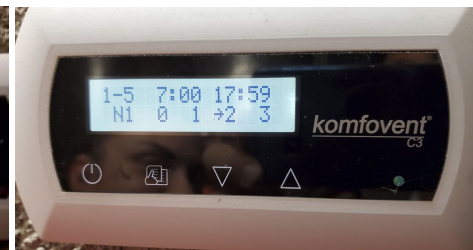
Absence de filtres dans la VMC,
roue complètement engorgée
de poussière / machine en
défaut lors de la visite N°1;
révisée à la visite N°2

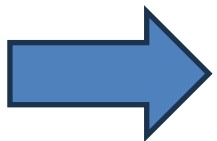


VMC à 90% : Confort
acoustique Non
conforme (<35dBA
pour l'OMS) => **VMC
arrêtée**
Programme été sans
freecooling



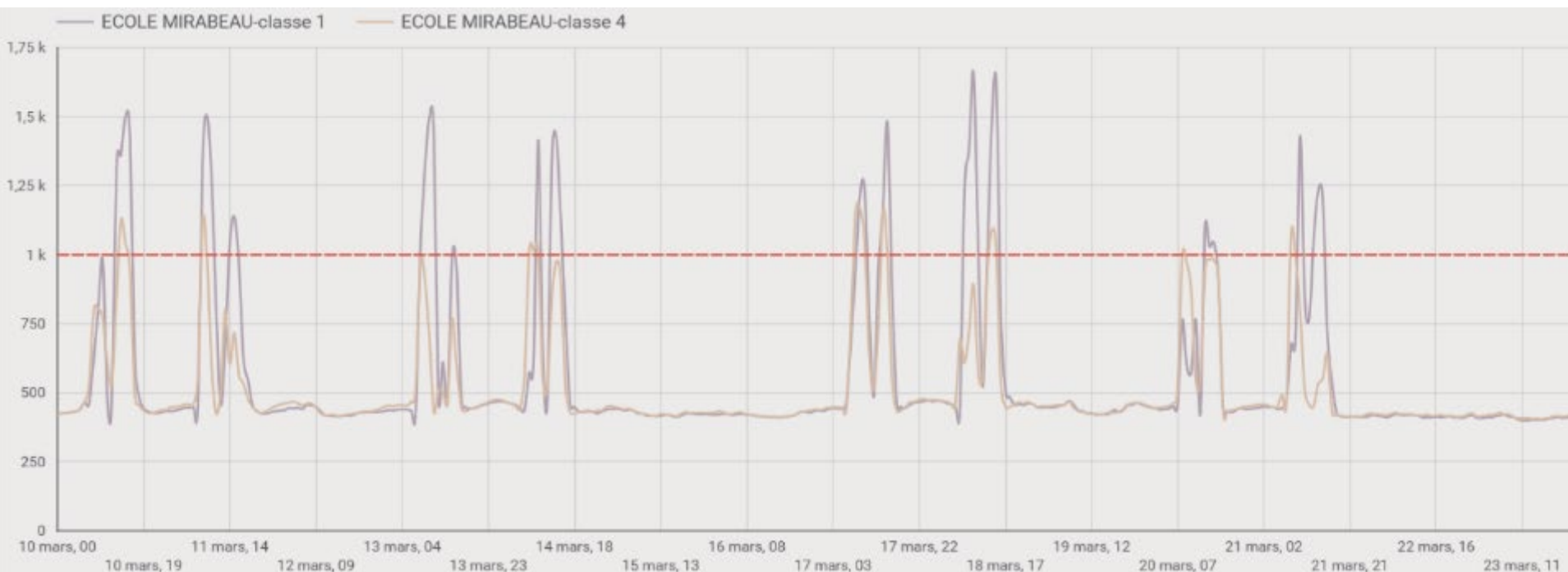
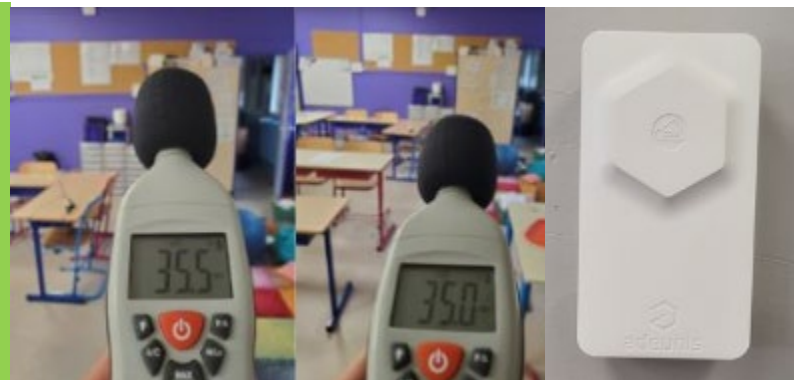
VMC à 90% (600m³/h/ salle):
confort d'hiver OK (< 0,2m/s)





VMC à 50% (350m³/h/ salle): confort acoustique OK => VMC maintenue , débit non réglementaire mais mieux que rien. Ajout de capteurs CO₂ connectés.

CO₂ < 1500 PPM (limite de l'arrêté du 22 décembre 2022 , art 4)



Mesure en continu du CO₂ dans les classes

Rédaction : Cédric GENTIL SOWATT

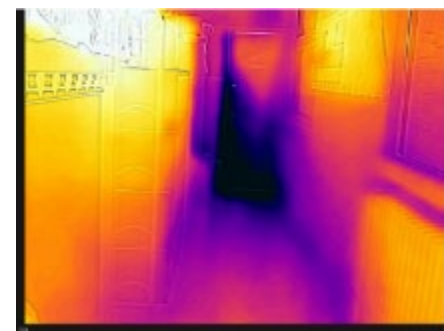
Consommations de chauffage

2023 : 84 kWh/m² (DJU 1798)

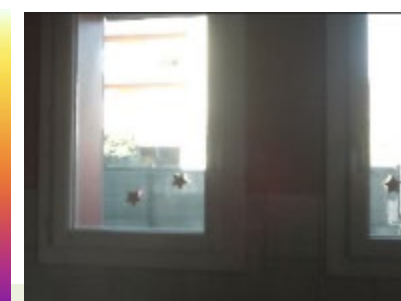
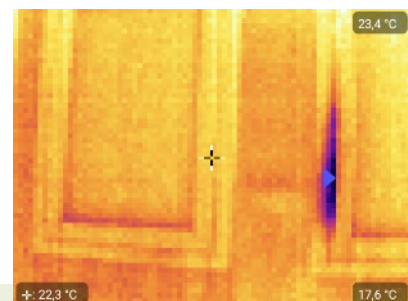
2024 : 52 kWh/m² (DJU 1958 => 47,8)

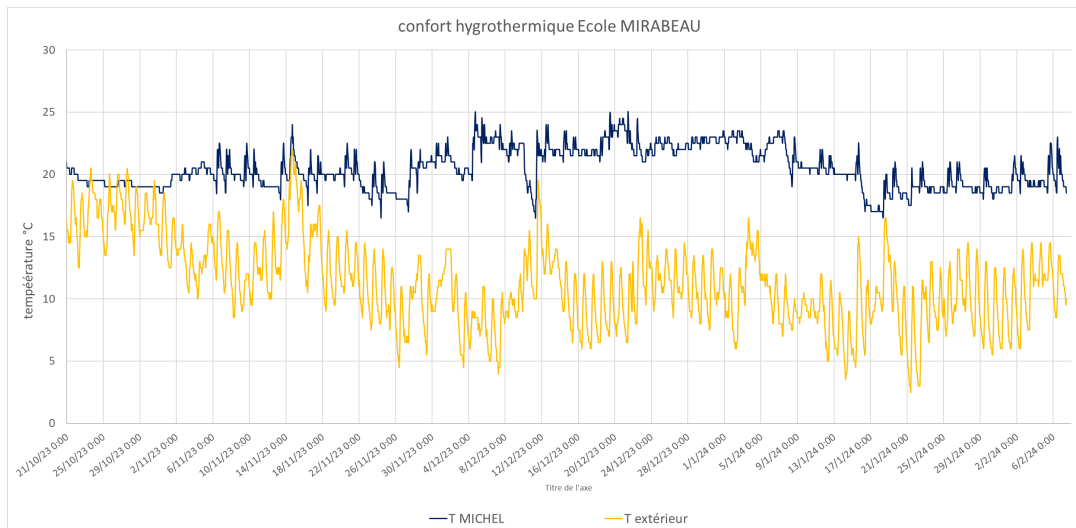
Explications / pistes d'amélioration:

- Façade principale orientée Est-Sud-Est
- BSO utilisés pour tamiser la lumière = limite les apports en hiver
- BSO réflectoire à ouvrir complètement en hiver
- Laisser les volets ouverts hors présence
- Toilettes en ventilation naturelle permanentes

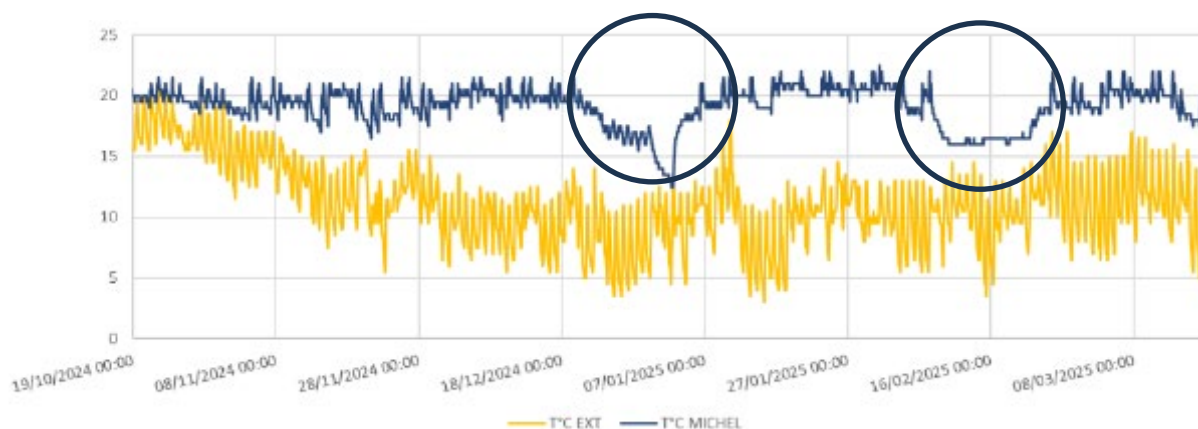


- Couloirs chauffés
- Revoir l'étanchéité à l'air des menuiseries
- Arrêt des systèmes en vacances.





Hiver 2023 /2024 :
Température intérieure 22-23°C en décembre, 19 en Janvier (mais tjs 22°C dans la classe voisine), pas de réduit pendant les vacances



Hiver 2024 /2025 :
Température intérieure 20°C , réduit pendant les vacances

Production Photovoltaïque : 2024-2025 : 13,5 MWh

Les problèmes de raccordement de grappe ont été résolus, mais quelques capteurs ou onduleurs isolés sont encore en défaut. (82% du champ opérationnel contre 57% avant intervention)

La production se dégrade,

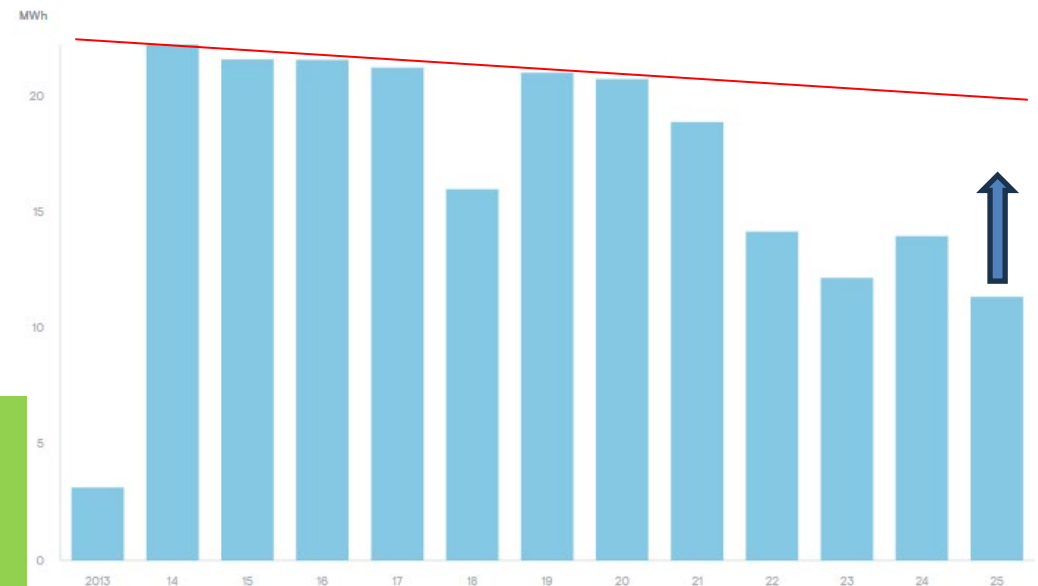
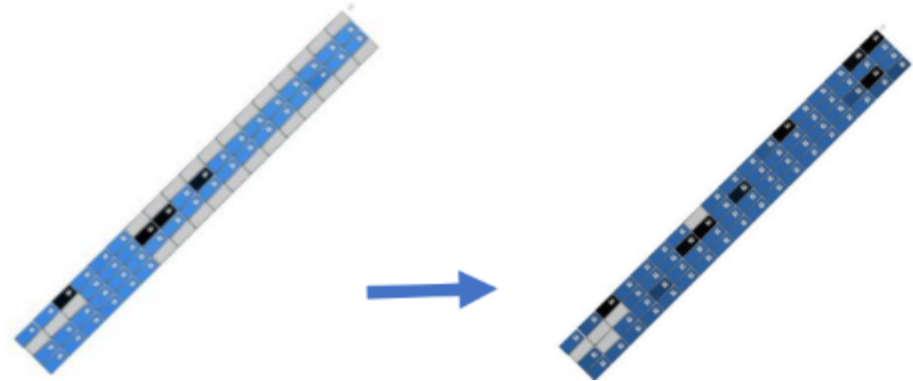
Actions menées (06/24):

- Révision des connections principales
- nettoyage

À mener :

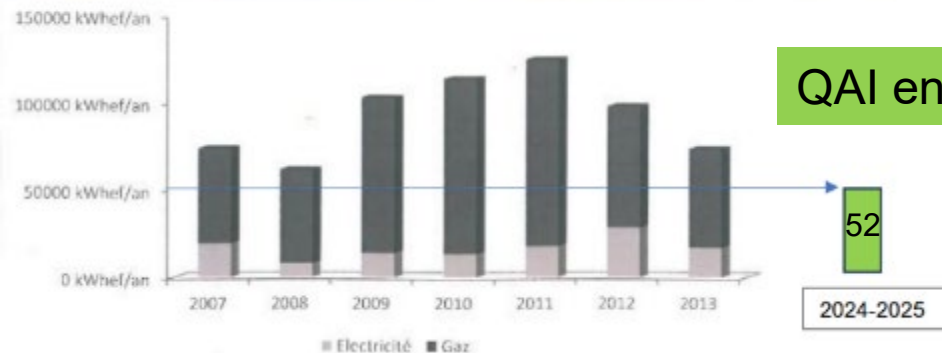
- vérification des micro-onduleurs encore en défaut

Produit 13133 kWh (-17 auxiliaires)
Plafond (0,26 €/kWh) 13 116 kWh
Au-delà : 0,05 €/kWh



ECOLE + BIBLI	RT 2005 kWhep/(m².an)	Réel kWhep/(m².an) (2,58)	Réel kWhep/(m².an)
Chauffage GAZ	15	52	52
ECS	4		
VMC	15		
Eclairage	21		
Auxiliaires	1		
Total Hors Chauffage	41	112	44
TOTAL	56 (+ 30*2,58) = 133	164	96
PV		-70	-181
R+2	RT 2005 kWhep/(m².an)	Réel kWhep/(m².an)	Réel kWhep/(m².an)
TOTAL	56	135	58

Consommations énergies



BBC RENO 2009
64 kWhep/m².an

REEL atteint (-30kWhep/m².an USE)
 $52 + 112 - 30 \times 2,58 =$
87 kWhep/m².an

Ok avec PV (-70 kWhep/m².an)

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE

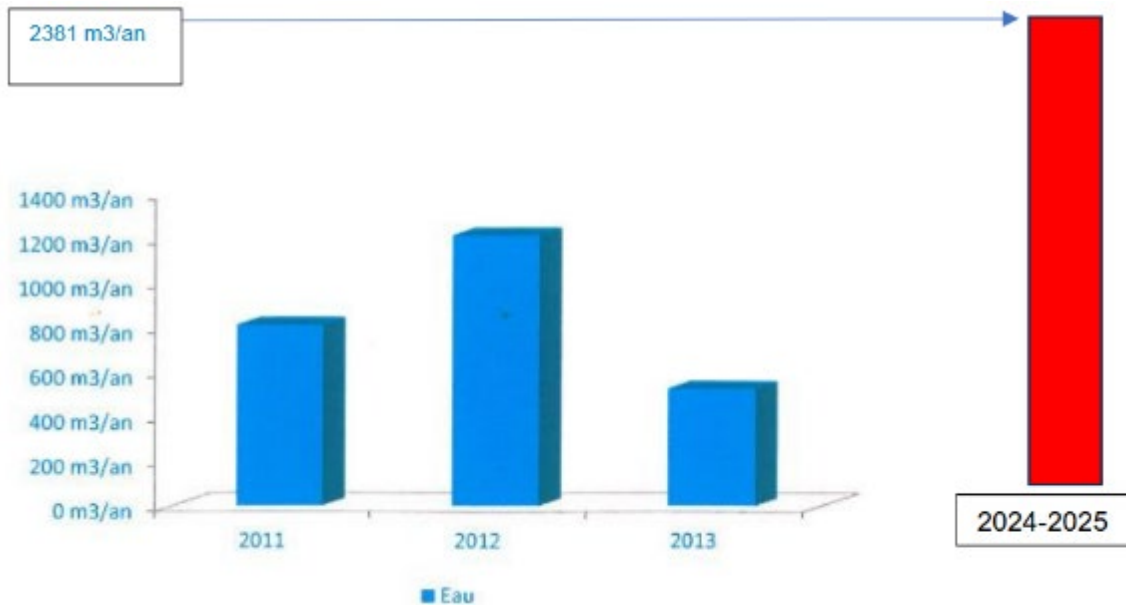


EAU



CONFORT ET SANTE

Consommation annuelle en eau : fuite dans le réseau sous terrain non localisée à ce jour.



Pistes évoquées avec le MO :

Switch flow au départ programmé sur les heures scolaires en attendant réparation;
Recherche de fuite dans le sol

Sanitaires hydro économes



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE

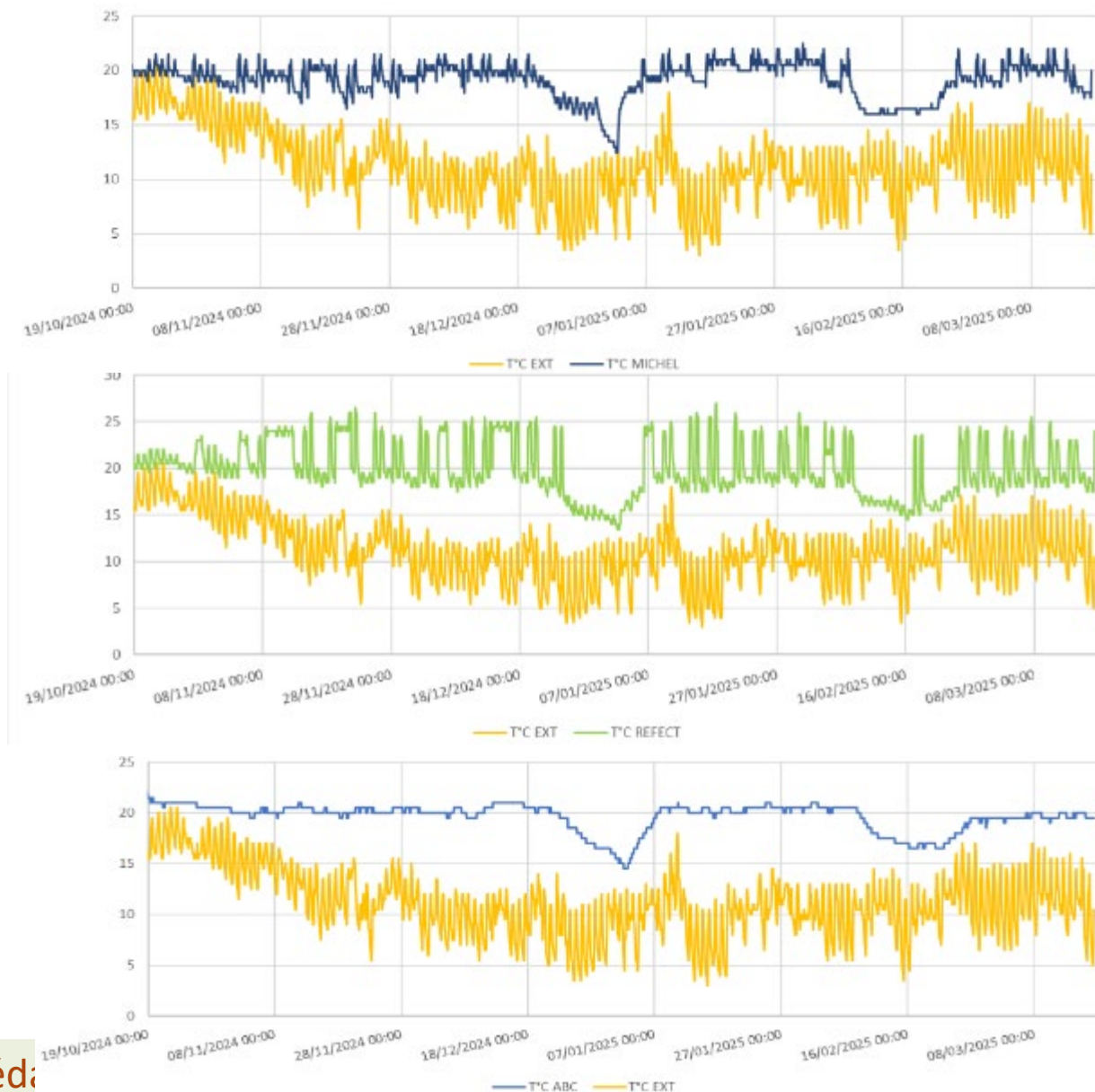


EAU



CONFORT ET SANTE

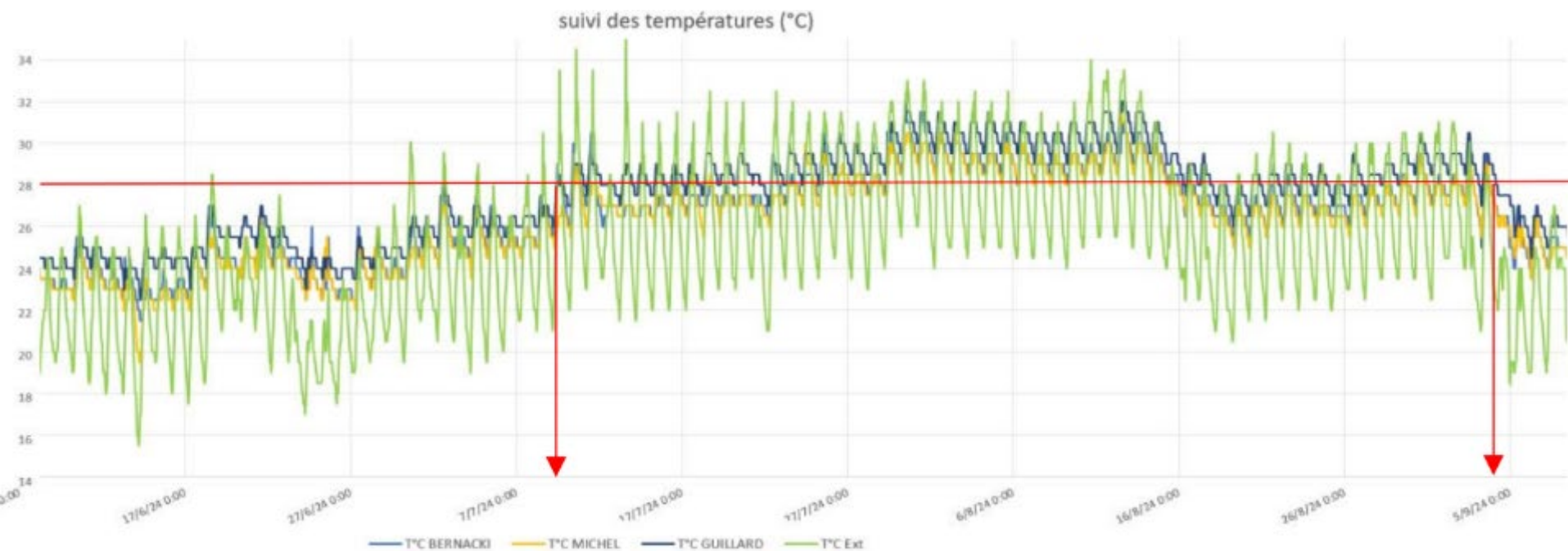
Confort en hiver



Consignes de chauffage vertueuses,

Réduit en vacances
pas de réduit les WE

Confort en été



Confort d'été validé (toujours inférieur à 28°C)

25 octobre : protection contre l'éblouissement = perte d'apports solaires



Usage des BSO : gestion de l'éblouissement qui limite les apports en hiver et protection solaire en été pas généralisée.

Suggestion d'amélioration : des persiennes intérieures et programmation automatique des BSO

25 Mai : protections solaires inégales entre usagers le mercredi



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Retours Directrice :

- école confortable en hiver (sauf en extrémité de bâtiment),
- En été c'est plus compliqué mais mieux que dans les autres écoles
- la VMC était trop bruyante, elle a été arrêtée (ok après réglage)
- Il fait froid dans le local AGGLO (R+2)

Retour Mme BOUFFIER (resp des services techniques) :

- Solaire thermique en surchauffe = stoppé dès le départ
- Solaire PV en revente; fortes variations inexpliquées
- démarche volontaire de maîtrise de la QAI + charges énergétiques à travers le déploiement de capteurs T°C/CO2 connectés

Retours de M. PIERRE (directeur des services)

- L'école est bien perçue en termes de confort d'été (apport des BSO indiscutable, même si leur utilisation n'est pas optimale)
- Nuisances sonores de la VMC remontées (avant réglage)
- Bardage rénové

Pour conclure

Points forts

Prise en main des problèmes par les services techniques

Gestion solaire en été accessible

Compromis QAI / confort acoustique trouvé avec la VMC

Suivi CO2 dans les salles de classe

Végétalisation des cours

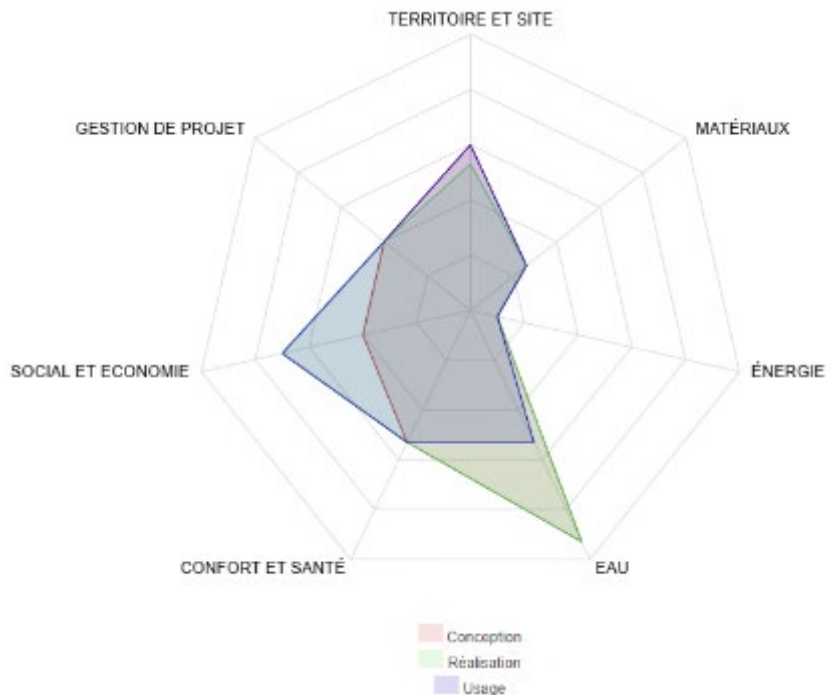
Pistes d'améliorations

Protections solaires trop utilisées en période de chauffe

Fuite d'eau à localiser => intérêt d'un switch flow pour gérer la période dégradée

Pilotage plus fin des systèmes de chauffage (réduits)

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



Espaces de vie extérieurs créés
Suppression récupération eau pluviales
Suppression espaces verts sans arrosage
Suppression solaire thermique
Ajoute Sondes CO2/ T°C