

Commission d'évaluation : Usage du 26 octobre 2023

# CHALUCET : BEAUX ARTS ET PEPINIERE TVT (83)



**Maître d'Ouvrage**

**TPM/TVT**

**Architecte**

**Vezzoni et Associés**

**BE Technique**

**Ing84/ADRET/CEC/8'18 /CE  
RRETTI**

**BE QEB**

**ADRET**



# Bâtiment des Beaux-Arts / Pépinière TVT

## Contexte

### Une partie de l'opération CHALUCET à TOULON : Ecoquartier - QDM

- Les maîtres d'ouvrage du site Chalucet : TPM, Kedge Business School, Ville de Toulon, CD du Var
- Le site : ancien Hôpital de Chalucet, en plein centre de Toulon, à 150m de la gare SNCF. L'ancien hôpital a été déconstruit en phase préalable, seuls, au titre de témoignage de l'histoire du site ont été conservés:

Le Pavillon de l'Entrée



Une aile et l'ancienne chapelle



Le Jardin Alexandre 1<sup>er</sup>, jardin d'acclimatation abritant des espèces végétales ramenées par des explorateurs de leurs voyages au cours des siècles précédents

- Tous ces témoignages du passé ont été préservés, restaurés et intégrés au nouveau projet :



# Contexte

## Le bâtiment des Beaux-Arts en quelques lignes

- Ecole des Beaux-Arts :
  - Ecole Supérieure d'Art et Design - Beaux-Arts
  - Occupe les niveaux RDC à R+6 : ateliers, bureaux et plateformes de cours
  - 180 étudiants
- TVT : Toulon Var technologie
  - Pépinière d'entreprises numériques
  - Occupe les niveaux R+7 et R+8 : bureaux, fab-lab, espace restauration...





# Le projet dans son territoire

## Chalucet Partie de la trame verte





# Enjeux Durables du projet



- **Approche intégrée**

- La construction d'un nouveau quartier en lien avec l'histoire du site
- Le mixage des activités, culture, écoles, activités, logements et commerces
- La mutualisation d'espaces entre les différents bâtiments
- Des actions pour la préservation de la bio diversité au niveau du grand site : cyprès chauve, martinets noirs



- **Toiture végétalisée innovante à double bac de rétention pour réutilisation de l'eau de pluie**



- **Faibles besoins énergétiques**

- Très bonne isolation, par un système innovant : double mur isolé
- Systèmes techniques performants, à base de réseaux basse et moyennes températures



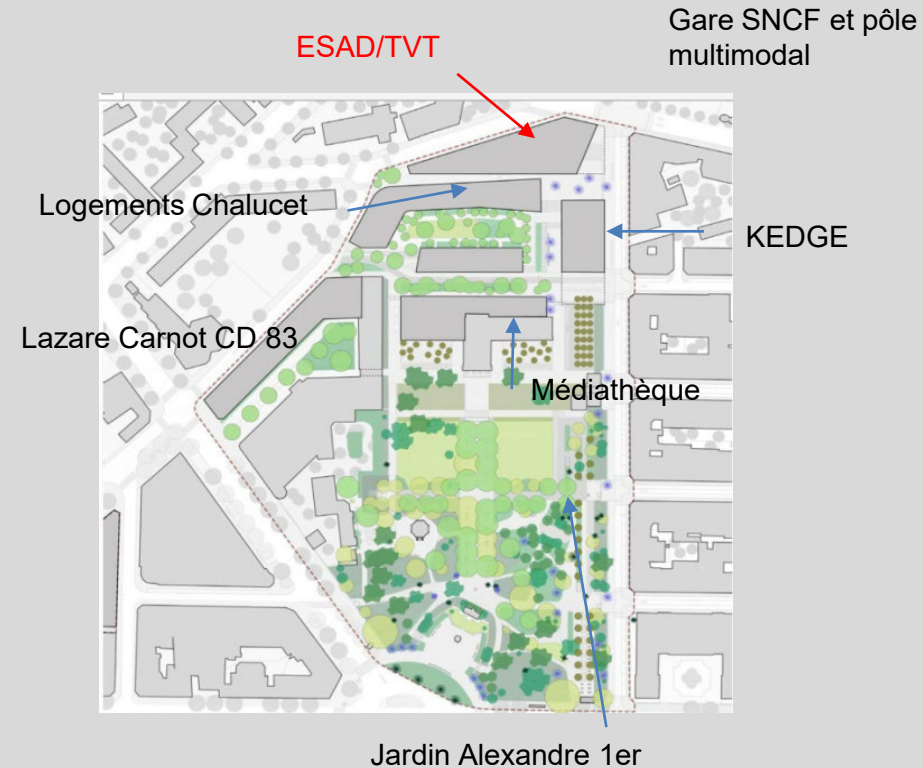
- **Confort thermique**

- Protections solaires extérieures systématisées
- Inertie

- **Confort visuel**

- Protections solaires adaptées aux orientations et aux usages
- Utilisation de patios, conduits de lumières pour amener la lumière naturelle au cœur de l'opération

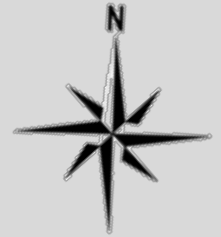
# Le terrain et son voisinage



Un site extrêmement bien desservi par les transports en communs : gare SNCF, gare routière,



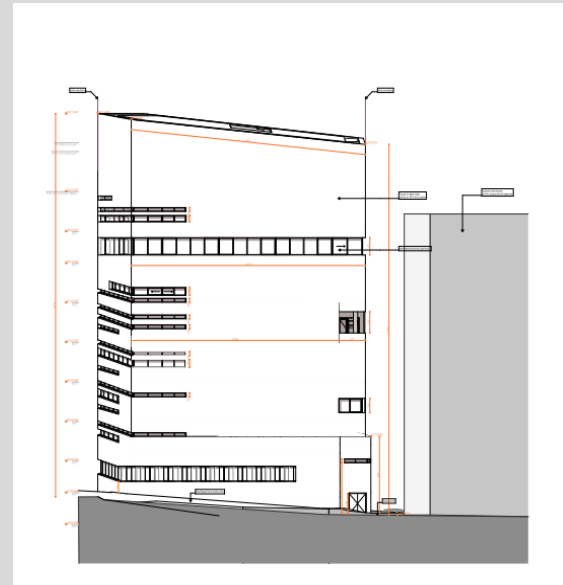
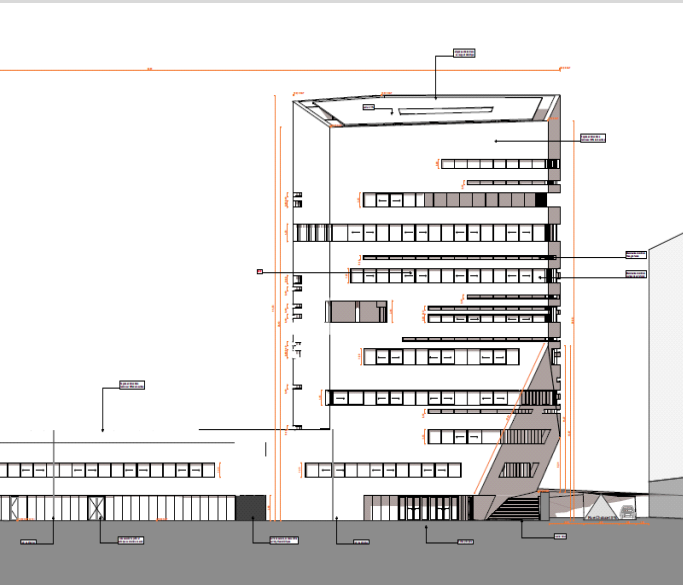
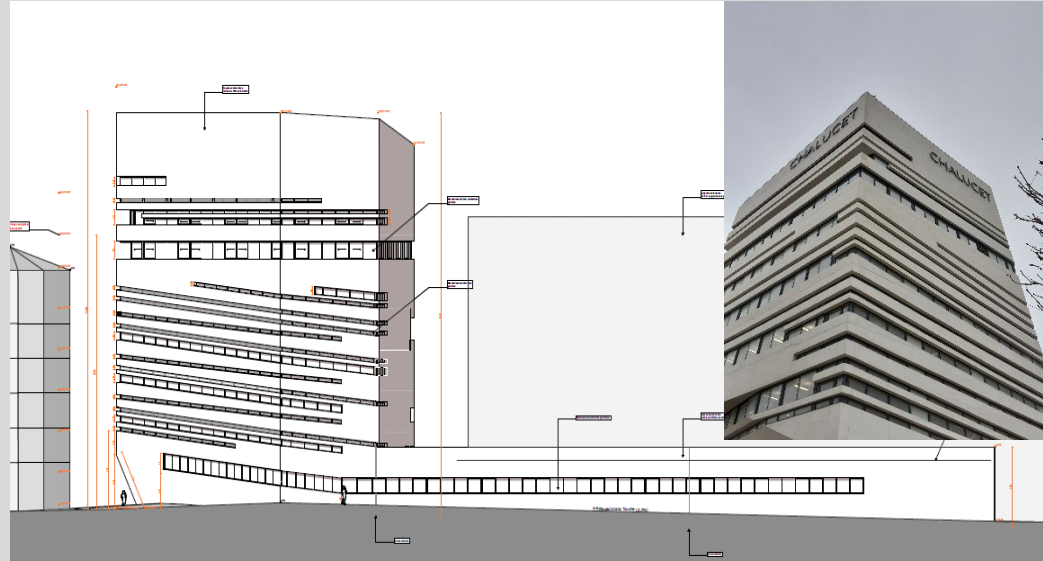
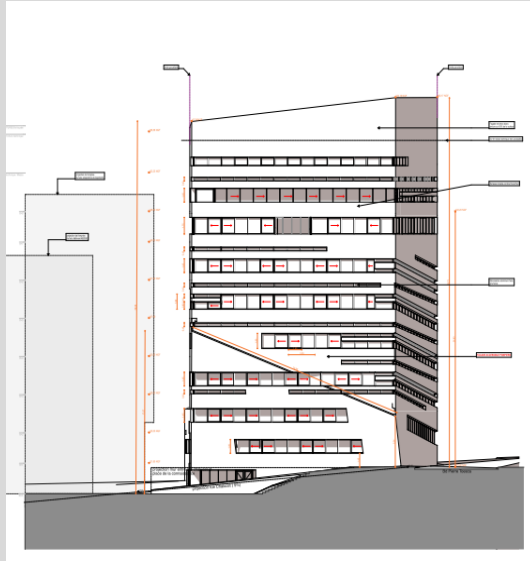
# Plan masse



Beaux-Arts -  
TVT

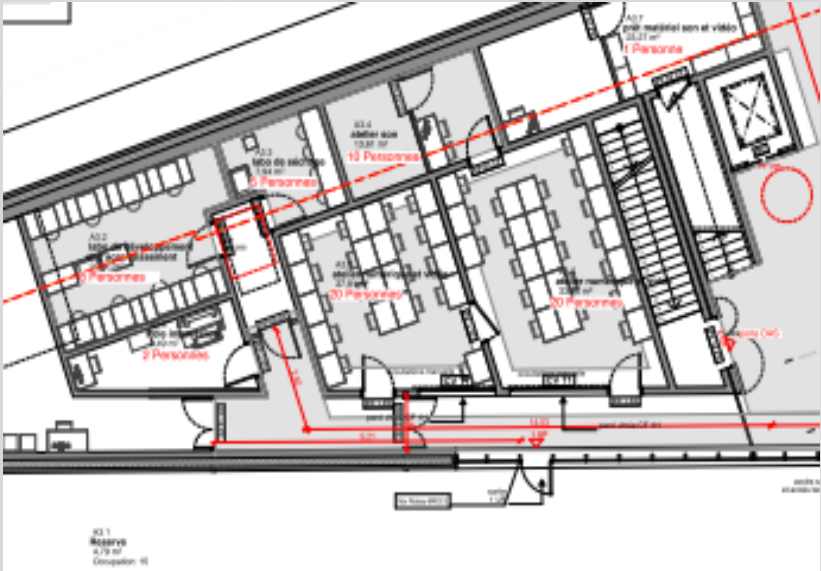
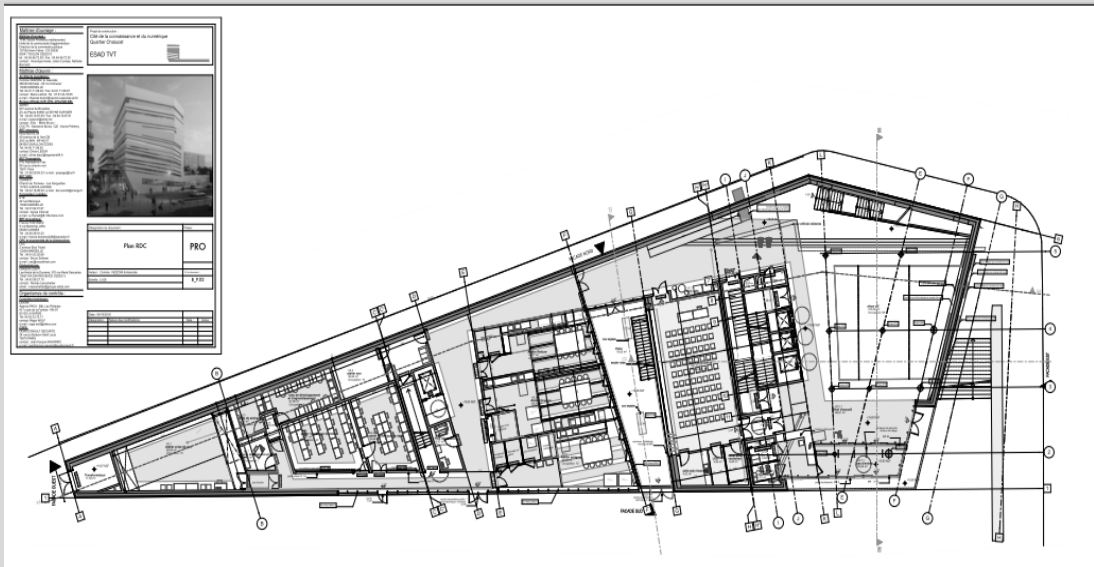
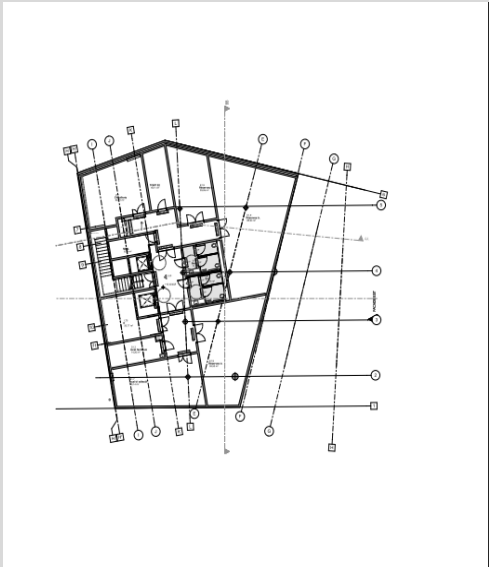


# Façades

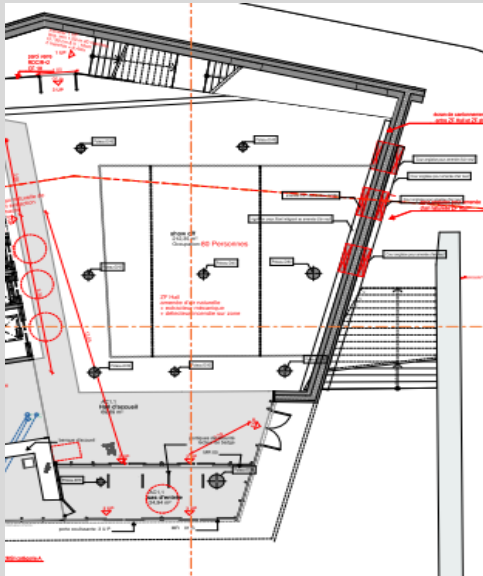




# Plan du niveau Rez de chaussée



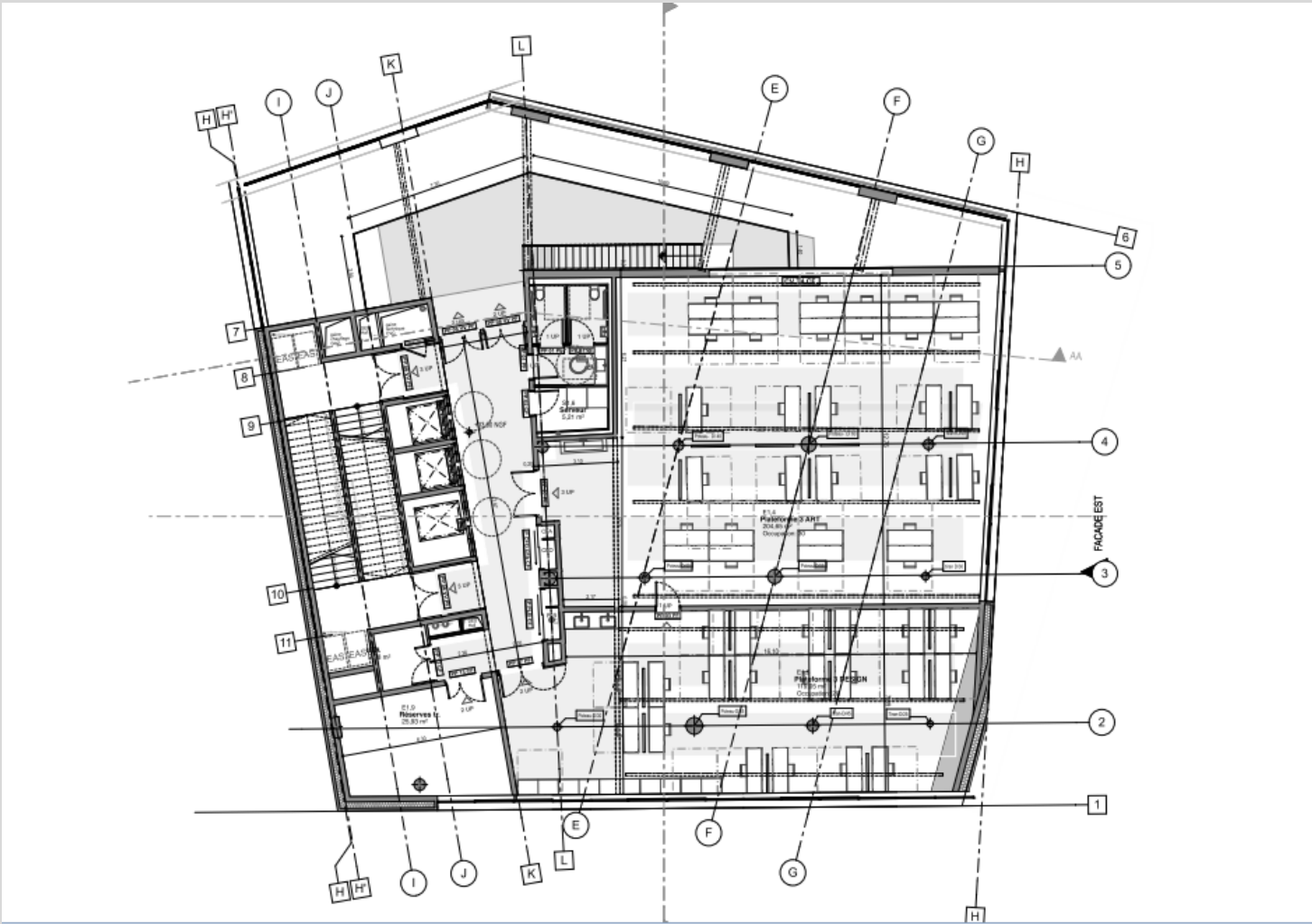
Zoom  
sur  
ateliers



Zoom  
sur hall  
d'entrée



# Plan du niveau R + 4











# Photos extérieures du bâtiment



# Evolution entre conception et chantier

## Les difficultés rencontrées

- Mur « sandwich » :
  - Ferrailage plus important que prévu
  - Impossibilité d'isoler les bandeaux de plus faible hauteur => Pont thermique intégré
  - Impossibilité d'utiliser la centrale à béton du site (manque de fluidité du béton incompatible avec les ferrailages)
- Béton blanc :
  - plus fort impact carbone que le béton gris
  - Mais intéressant pour son albedo
- Défaillance de l'entreprise d'électricité / Surventilation naturelle de l'atrium non raccordée

## Les bonnes pratiques et/ou améliorations apportées en phase chantier :

- Insertion sociale : 8 551 h réalisées pour 3 761 h prévues
- Tests d'étanchéité à l'air : installation permanente du dispositif de mesure pendant 2 à 3 jours jusqu'à l'atteinte du résultat –  $Q_4 = 1 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$
- Toiture végétalisée avec rétention EP et récupération pour arrosage par capillarité
- Renforcement de la résistance au vent de certains stores extérieurs

# Fiche d'identité

Typologie	<ul style="list-style-type: none"><li>Ecole des Beaux Arts - ESAD</li><li>Pépinière d'entreprise - TVT</li></ul>	Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*	<ul style="list-style-type: none"><li>RT 2012</li><li>Cep = 73 kWh EP/m²</li></ul>
Surface	<ul style="list-style-type: none"><li>SHORT 5 590 m²</li></ul>	Production locale d'électricité	<ul style="list-style-type: none"><li>Non</li></ul>
Altitude	40 m	Planning travaux	<ul style="list-style-type: none"><li>Début : 04/2017</li><li>Fin : 06/2019</li></ul>
Zone clim.	<ul style="list-style-type: none"><li>H3</li></ul>	Délai	
Classement bruit	<ul style="list-style-type: none"><li>BR Variable</li><li>CATEGORIE CE2</li></ul>	Budget	<ul style="list-style-type: none"><li>13 550 000 HT Travaux</li></ul>
Bbio (W/m².K)	<ul style="list-style-type: none"><li>Bbio = 73,9</li><li>Bbio max = 120</li><li>Gain 38,9%</li></ul>		



# Fiche d'identité

## Système constructif

- **Structure béton**

## Plancher Bas

- **Dalle béton**
- **PSE sous dalle 14 cm**
- **U=0,18**

## Mur

- **Béton 20 ou 35cm + isolant PSE 25 cm (R=8,15)+ béton 11cm – U=0,16**

## Plafond

- **Dalle béton + isolant PU sous étanch. – U=0,14**
- **Toiture terrasse végétalisée**

## Menuiseries

- **Menuiseries ALU RPT double vitrage**

## Chauffage

- **2 Chaudières gaz condensation 170 kW**
  - **Plafonds rayonnants, Ventilo convecteurs, UTA, plancher**

## Rafrâichissement

- **Groupe froid 158 kW (22W/m²SU)**
- **Plafonds rayonnants, Ventilo convecteurs, UTA, plancher**

## Ventilation

- **Ventilation mécanique double flux à récupération de chaleur**

## ECS

- **Production d'eau chaude sanitaire par ballons électriques décentralisés**

## Eclairage

- **Eclairage LED**
- **Puissance installée Chantier : 5,3 W/m²**

# Acteurs du projet en fonctionnement

## Usagers :

### **Ecole des Beaux Arts**

Enseignement, galerie d'art  
Jean-Marc Avrilla - Directeur

### **Pépinière d'entreprises TVT**

Espaces de coworking, salles de réunion,  
résidence d'entreprises  
Marie-Aude Hemard

## **Maître d'ouvrage / propriétaire du bâtiment / mainteneur :**

TPM

Service construction : Charlotte Renzulli-Verdier

Service maintenance : Jérôme Prévost

## **Gestionnaire technique du site :**

Thierry De Martino

## **Suivi énergétique et environnemental**

Adret – Karine Pellerrey

TPM – Patrick Cassinelli

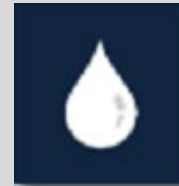
# Coûts de fonctionnement annuels



## Chauffage

Année 1 : 12 000 €TTC

Année 2 : 24 000 €TTC



## Eau

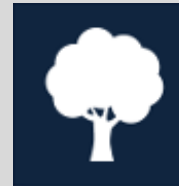
10 700 €TTC/an



## Electricité

Année 1 : 45 500 €TTC

Année 2 : 54 000 €TTC



## Espaces extérieurs

3 422 €HT/an

Maintenance CVC :  
12 493 €HT/an

Ménage :  
8 305 €HT/an



# Retour sur les deux années de fonctionnement

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

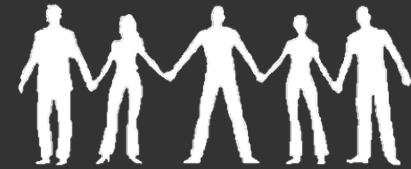


CONFORT ET SANTE

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

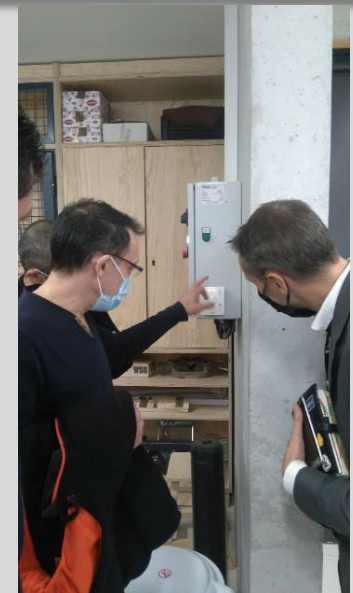
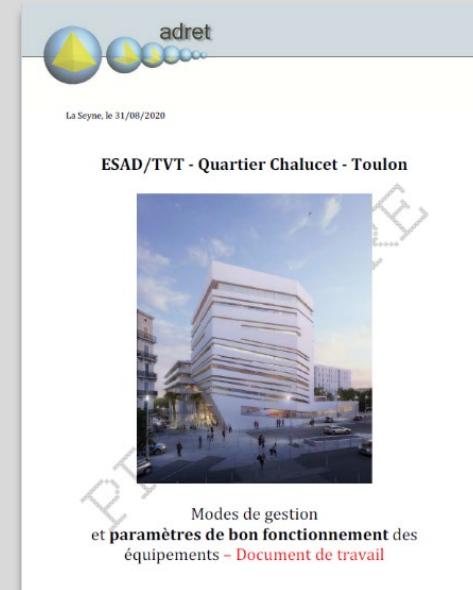
# Gestion de projet

## En phase chantier :

- Réalisation d'un **livret gestionnaire** présentant les modes de fonctionnement de chaque équipement (chauffage, clim, éclairage, stores, GTB, arrosage...) et réglages recommandés
- Mise à jour régulière pendant le chantier en partenariat avec les entreprises
- Mise en place de **paramètres optimisés à réception**

## En phase usage :

- Mise en place d'un **comité de suivi** : TPM (service construction et service exploitation), Ecole des Beaux-Arts, TVT, responsable technique du bâtiment, entreprise CVC
- **Réunions de suivi et optimisation** tous les 6 mois pendant 2 ans
- Des réunions techniques de mise au point des équipements





# Territoire et site

## Transports doux

- Utilisation des transports en commun (arrêts de bus et garde à proximité)
- Présence d'arceaux pour 10 vélos, mais craintes de vol pour les vélos électriques

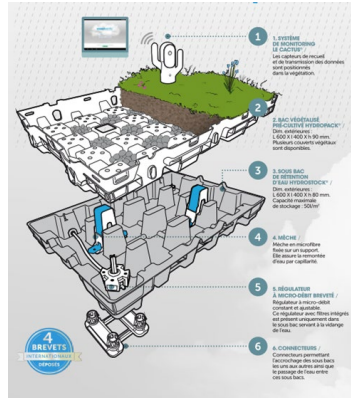
## Biodiversité

- Mise en place de 20 nichoirs a martinets.
- Suivi par la LPO : Ceux-ci n'ont pas encore été colonisés, temps nécessaire d'appropriation des nouvelles cavités mises à disposition

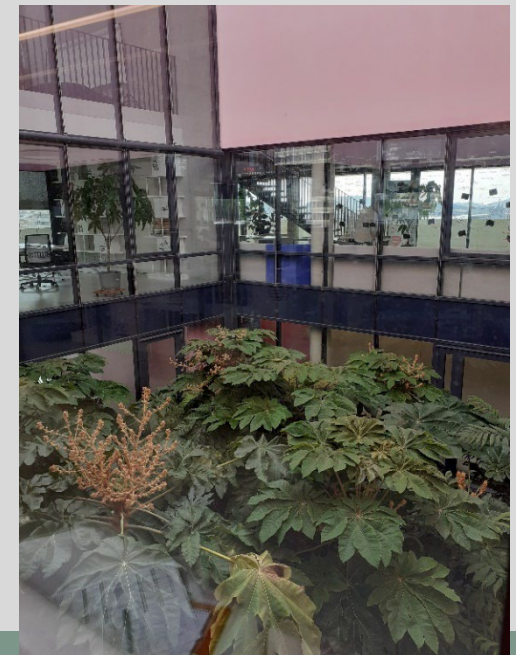


# Biodiversité

- Toiture végétalisée avec récupération d'eau de pluie et réutilisation par capillarité : bonne tenue des végétaux, fraisiers



- Espaces verts dans les patios



# Territoire et site

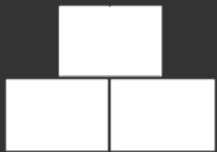




GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE



# Social et économie

- **Deux réunions d'informations** avec visite des locaux ont été organisées avec les gestionnaires et les occupants (professeurs) pour les sensibiliser à la bonne gestion du bâtiment (10 à 15 participants par réunion)

Démarche Bâtiment Durable Méditerranéen

**TPM**

Vezzoni  
architectes  
Bureaux d'étude

Occupants  
ESAD-TVT  
+  
mainteneurs

**Entreprises**

**Une démarche :**

- Environnementale et sociale
- Locale
- Collaborative

**Objectif :**  
Favoriser la coopération et la montée en compétences de tous les acteurs du bâtiment par les retours d'expérience

Vezzoni&associés architectes mandataire- BET Adret- BET I84-éclairageistes 8.18- exact acoustique- CEC SALINESI

Quelques bonnes pratiques...

➤ Ne pas utiliser de convecteurs électriques : en cas de problème de chauffage, contacter le régisseur

➤ Eteindre tout appareil inutilisé : matériel d'atelier, ordinateurs, imprimantes, cafetières, bouilloires...

➤ Paramétrer les ordinateurs, imprimantes et photocopieurs pour une mise en veille automatique après quelques minutes d'inutilisation

➤ Préférer les escaliers aux ascenseurs: c'est bon pour la santé !

**2 ans pour présenter à BDM un bâtiment le plus vertueux possible !**



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Matériaux

## ➤ Le béton brut en intérieur :

- Adapté à l'usage des Beaux-Arts : expositions
- Pas d'entretien

## ➤ Les stores extérieurs automatisés : quelques difficultés rencontrées

- Initialement, baisse automatique des stores en milieu de journée pour les locaux orientés Sud et Ouest => Automatisation limitée au matin et au soir pour limiter la gêne occasionnée aux occupants
- Quelques stores dégradés par des « effets d'angle » malgré la sécurité vent => Baisse de la limite
- Vents fréquents générant une remontée des stores pendant 15 minutes => génère un inconfort thermique et lumineux pour les occupants => Un équilibre délicat à trouver entre limite de vent et confort thermique
- Programmation déréglée par une entreprise intervenue en réparation...
- Stores sur câble trop fragiles
- Stores Solozip plus résistants



fragile



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



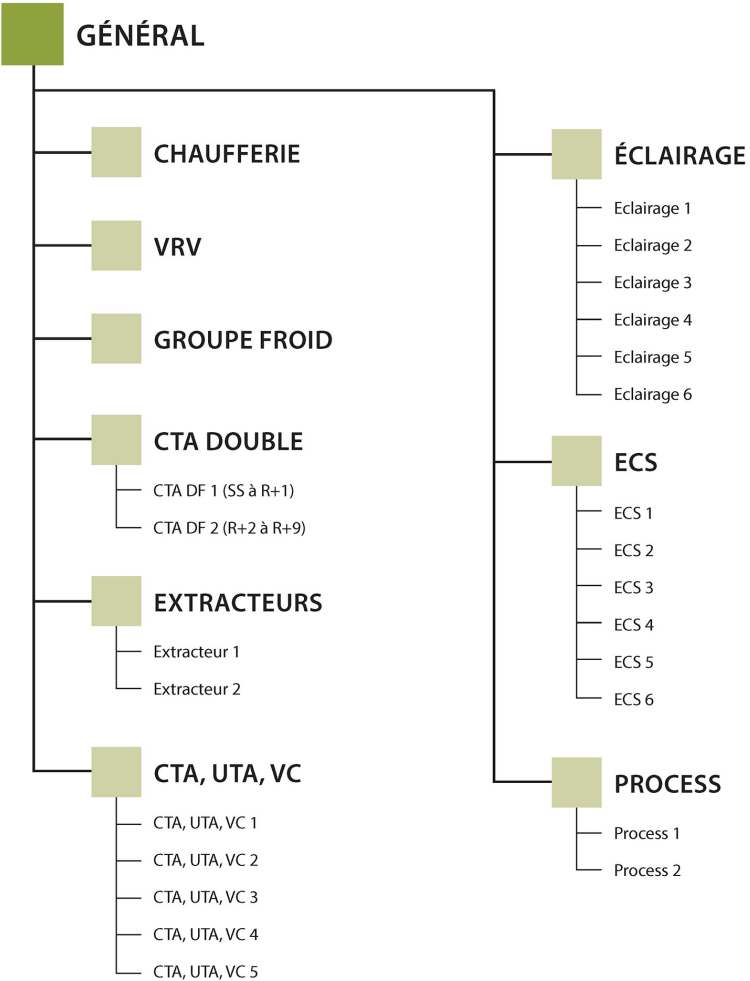
CONFORT ET SANTE



# Energie – plan de comptage

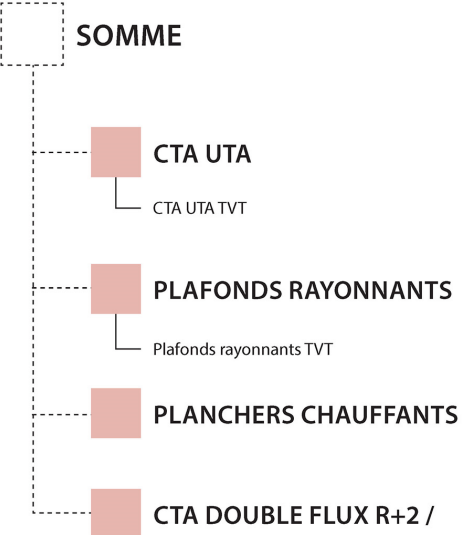
## ÉLECTRICITÉ

kWh



## ÉNERGIE CHAUD

kWh



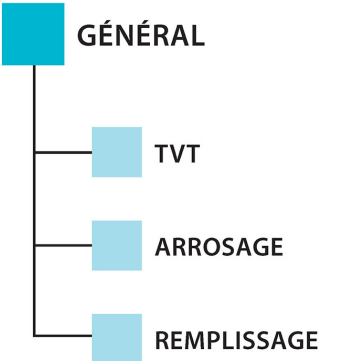
## ÉNERGIE CHAUD

GAZ

## GÉNÉRAL CHAUFFERIE

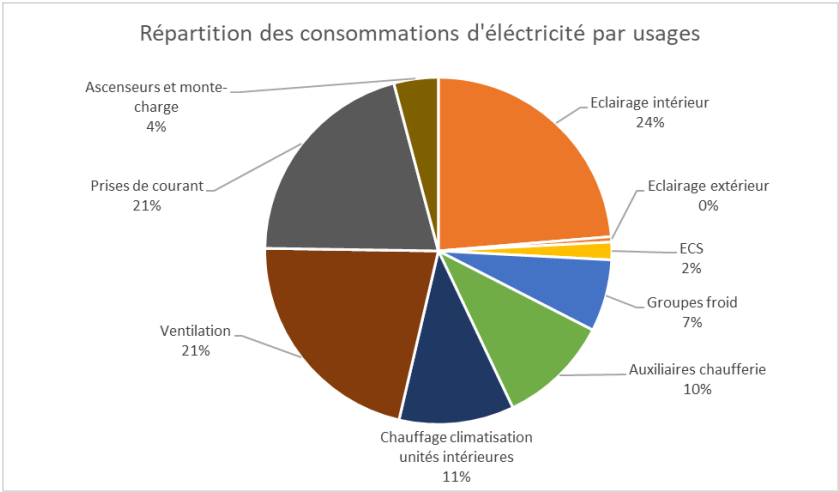
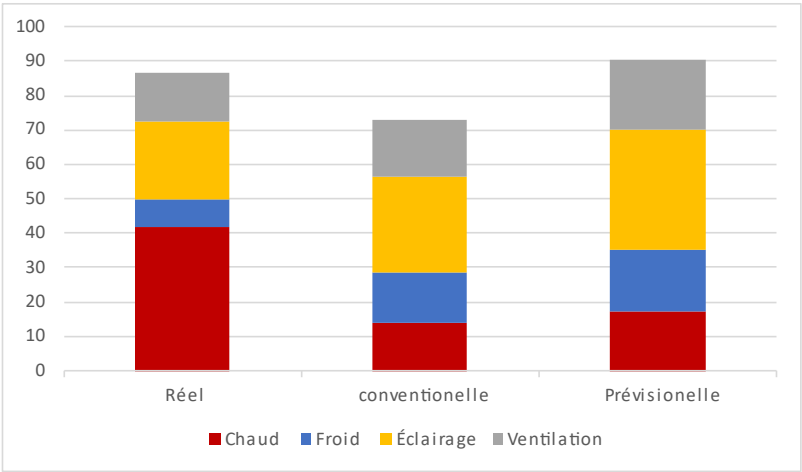
## EAU FROIDE

M<sup>3</sup>



# Energie

- Comparaison calcul conventionnel / prévision / consommations réelles en  $\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2.\text{an}$



	Conventionnel	Prévisionnel	Réel
5 usages (en $\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2.\text{an}$ )	72,9	90,4	86,5
Tous usages (en $\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2.\text{an}$ )	172,9	190,4	124,1

# Energie

## Les optimisations énergétiques réalisées grâce au suivi

- Locaux serveurs : T° de consigne constatée de 18°C hiver, comme été => Consigne remontée à 22°C, sollicitation service informatique TPM pour consigne réhaussée, mais consigne repassée à 19°C en 2023 !



- Plancher rafraîchissant du hall : Forte consommation à l'été 2021 pour un usage restreint => Plancher arrêté du 13/07 au 01/09 à l'été 2022

## Economie de 20% d'électricité entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> été malgré une plus forte occupation

- Mise en place de périodes de mi-saison, sans chauffage ni rafraîchissement (3 mois au total)
- T° intérieure des locaux abaissée à l'hiver 2022

# Energie

## Les optimisations énergétiques réalisées grâce au suivi

- Abaissement de la puissance souscrite de 630 kVA à 180 kVA => Baisse importante du coût d'abonnement
- Réglage des seuils de luminosité des détecteurs
- Arrêt des copieurs le week-end
- Allumage des lampes LIFI uniquement en cas de besoin
- Limitation de l'utilisation du monte-charge

Idée mise en œuvre sur  
un autre projet Citylab  
TPM :





# L'expérimentation LIFI/OCC – Projet Citylab - TPM

Sources : Rapport d'activité Citylab 2021/2022

- **Light-Fidelity** est l'une des nouvelles technologies de lumière communicante VLC (Visual Light Communication) qui permet l'échange d'informations à travers la lumière. De simples lampes LED allumées peuvent émettre un signal sans émission d'ondes « pénétrantes » (tels que 5G, WiFi etc.).
- La lumière ne peut traverser les murs, le réseau n'est accessible que dans la pièce où est installé le luminaire
- **La technologie unidirectionnelle OCC (pour Optical Camera Communication)** : la LED envoie un signal qui est interprété par la caméra du smartphone qui agit en tant que récepteur
- Des luminaires LIFI installés dans certains locaux de TVT
- Une application « Easy Chalucet » (prestataire : Lucibel)

## Energie

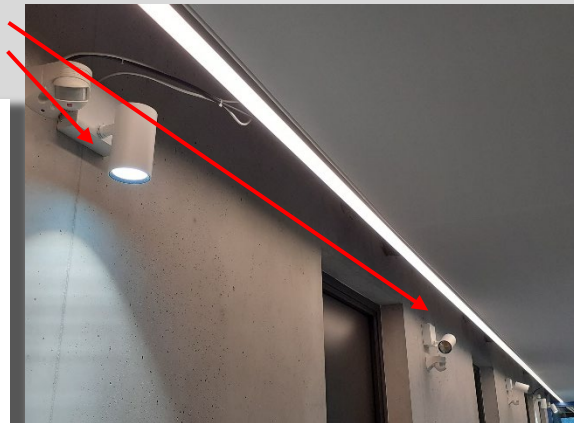


## Luminaires LIFI

## L'expérimentation en cours LIFI/OCC

- Réalisation d'un atelier de co-création EasyChalucet autour des usages possibles du LIFI à Chalucet
- Réalisation d'un atelier au sein du bâtiment avec les collégiens sur les usages possibles du LIFI au collège
- « Petit-déj LIFI »

Deux sessions d'appropriation du LiFi sur le site des Beaux-arts sous forme de petit-dej pour accompagner les résidents dans leur prise en main de la connexion LiFi.



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

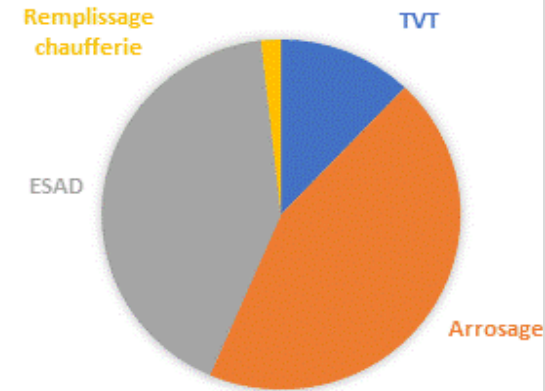
# Eau

## Consommation d'eau maîtrisée

- Consommation estimée : 2 000 m<sup>3</sup>/an
- 1<sup>e</sup> année : 1 992 m<sup>3</sup>
- L'arrosage représente une part importante de la consommation. Étant donné la bonne pousse des végétaux, l'arrosage a été réduit lors de la 2<sup>ème</sup> année de suivi
- 2<sup>e</sup> année : 1 461 m<sup>3</sup>

=> Economie d'eau générée de 27%

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS

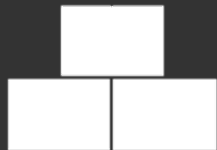




GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



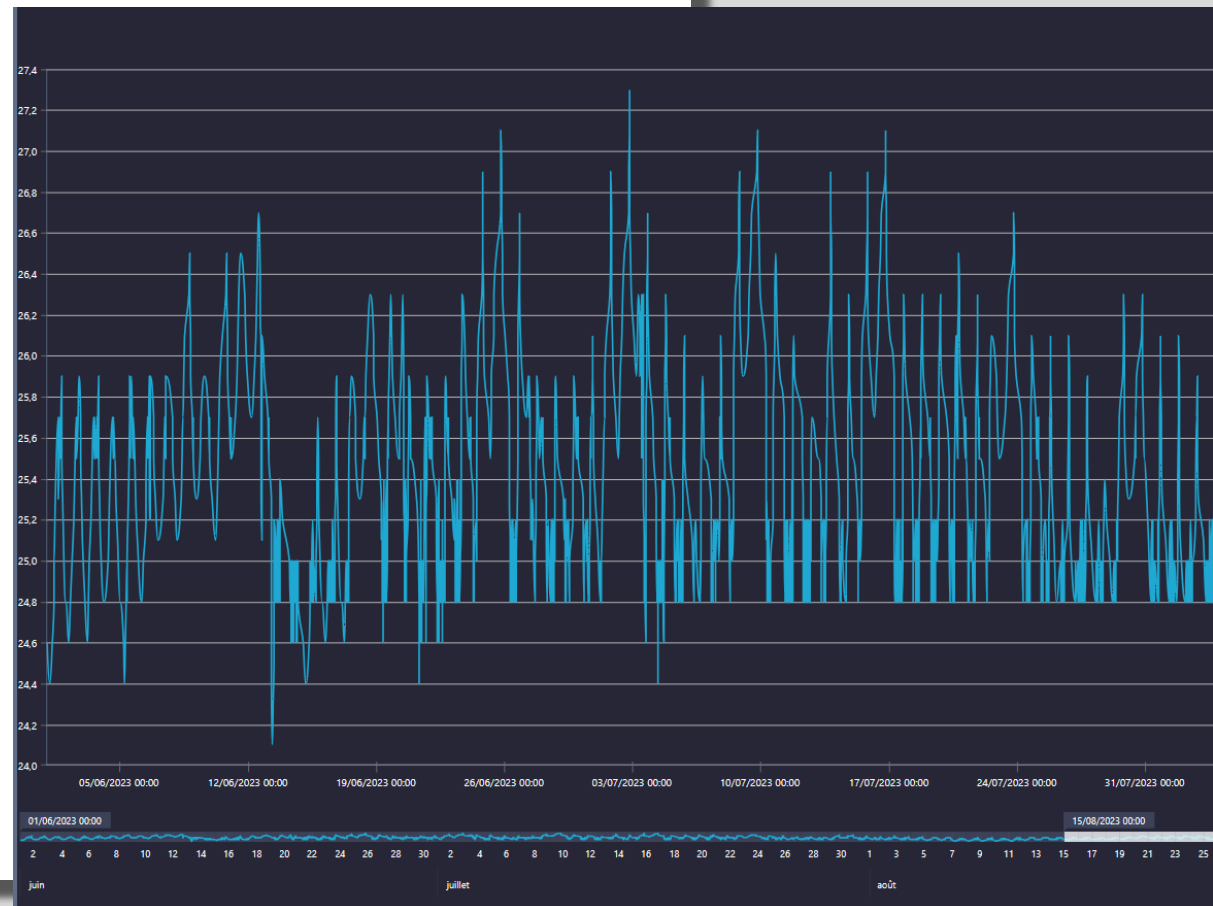
CONFORT ET SANTE

# Confort et santé

## Confort thermique d'été

- T° maintenue inférieure à 27°C dans tous les locaux
- Sur l'été 2023, une consigne qui aurait pu être relevée en juillet / août

Atelier fer –  
Juin/juillet 2023



# Confort et santé

## ➤ Confort thermique d'hiver

Premier hiver : consignes trop élevées (plateforme du R+2 et locaux TVT – 23°C en moyenne, plateformes R+4/R+5 : 21,5°C)

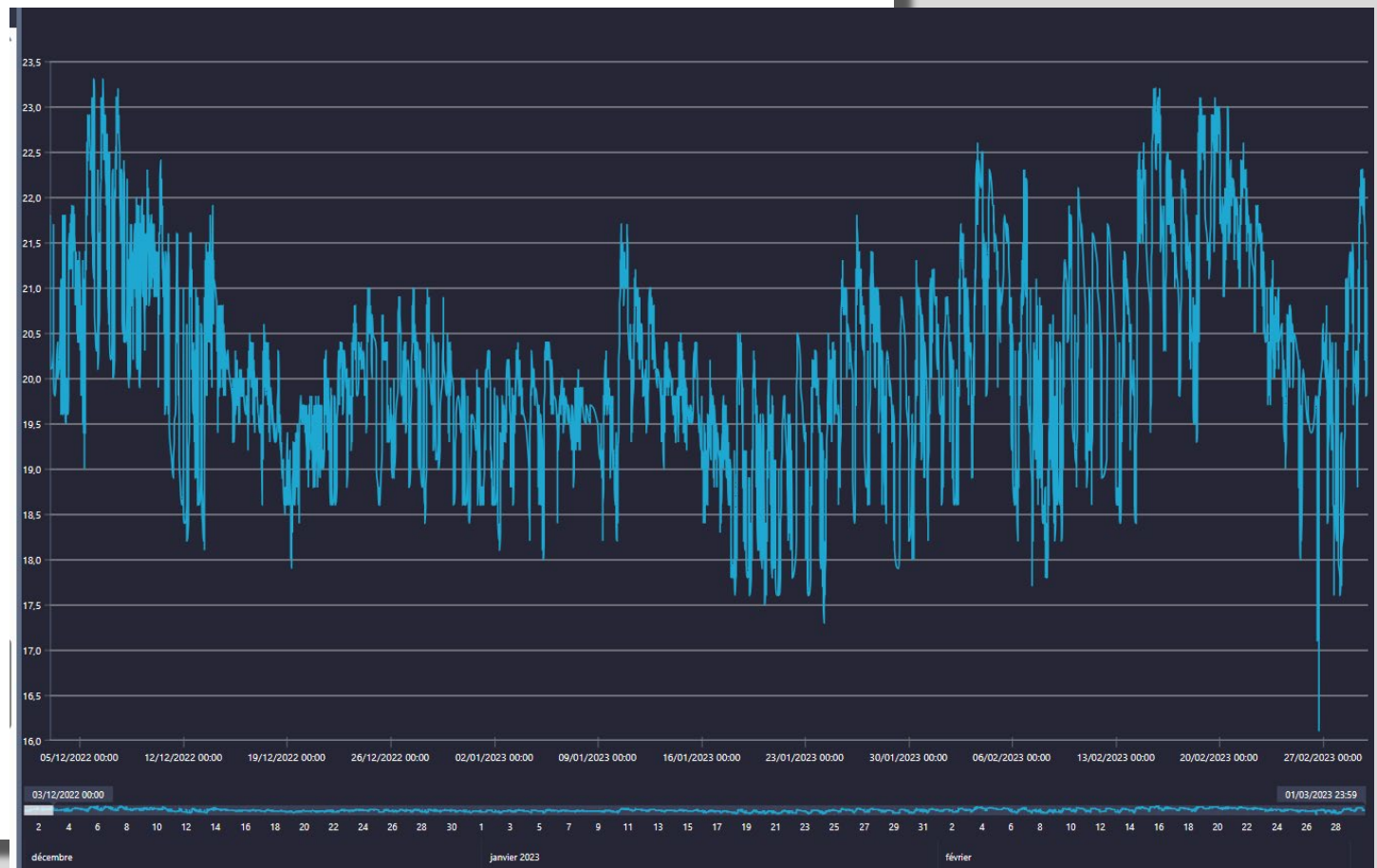


# Confort et santé

## ➤ Confort thermique d'hiver

Dernier hiver : consignes abaissées – 20°C en moyenne pour les locaux TVT et bureaux ESAD

Cowworking R+8





# Confort et santé

- **Confort visuel** : très bon niveau d'éclairage naturel, des vues panoramiques.



Vue Nord

Vue Sud





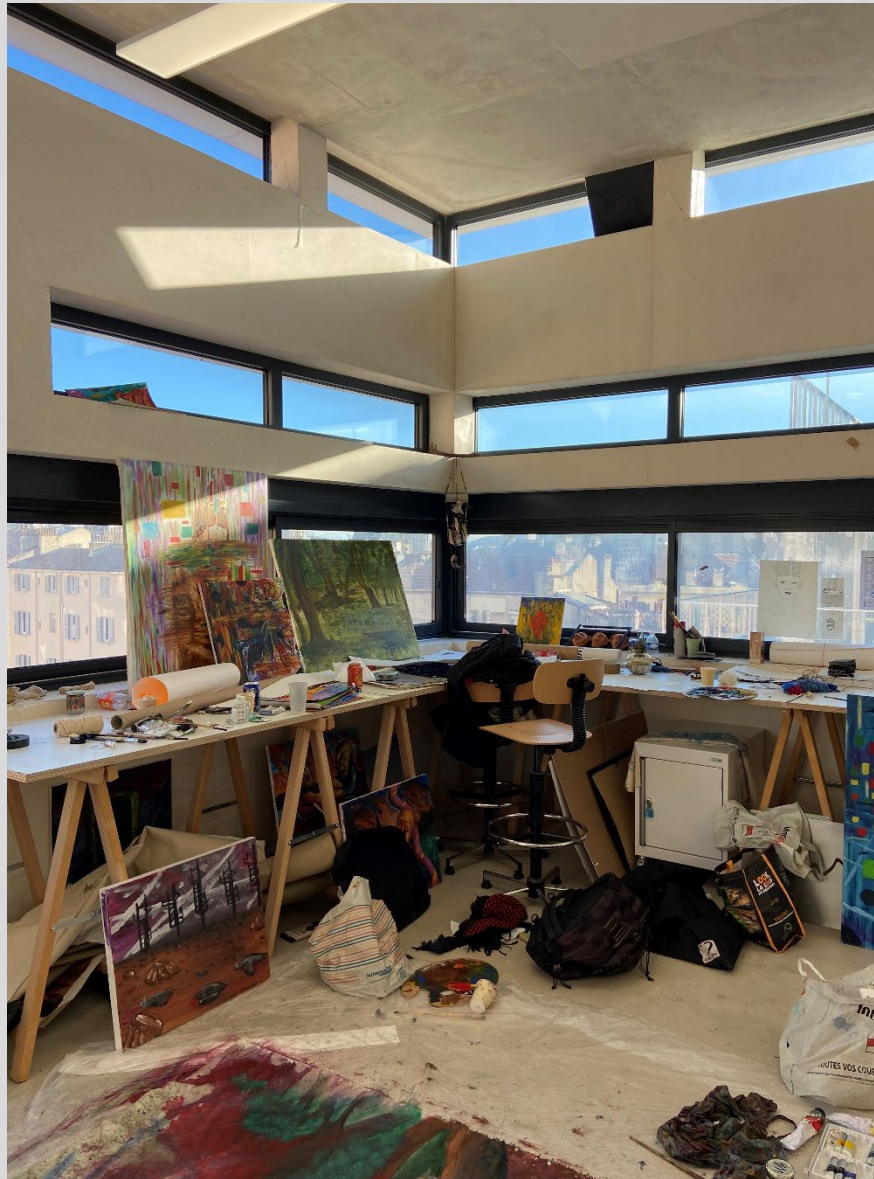
# Appropriation par les utilisateurs – Beaux-Arts



Appropriation des paliers d'étage



# Appropriation par les utilisateurs – Beaux-Arts



Plateforme de cours



# Appropriation par les utilisateurs – Beaux-Arts



Plateformes de cours





# Appropriation par les utilisateurs – Beaux-Arts



Accueil / hall d'expo

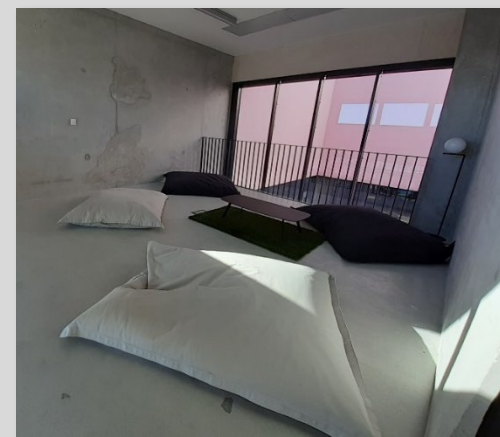




# Appropriation par les utilisateurs - TVT



Salle de  
sieste



Couloir et patio  
R+7



# Appropriation par les utilisateurs - TVT



Réfectoire





# Pour conclure

## ***Points remarquables du projet :***

- *Un confort visuel remarquable*
- *Des consommations maîtrisées, inférieures aux prévisions !*
- *Toiture et patios végétalisés tout en économisant l'eau*
- *Un régisseur impliqué présent sur site toute l'année*

## ***Points qui peuvent être améliorés:***

- *La gestion des stores*
- *La gestion des températures de consigne*



# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

## CONCEPTION

10/11/2016

**61 pts**

+ 8 cohérence durable  
+ 3 d'innovation

**72 pts - BRONZE**

## REALISATION

05/11/2020

**61 pts**

+ 8 cohérence durable  
+ 4 d'innovation

**73 pts - BRONZE**

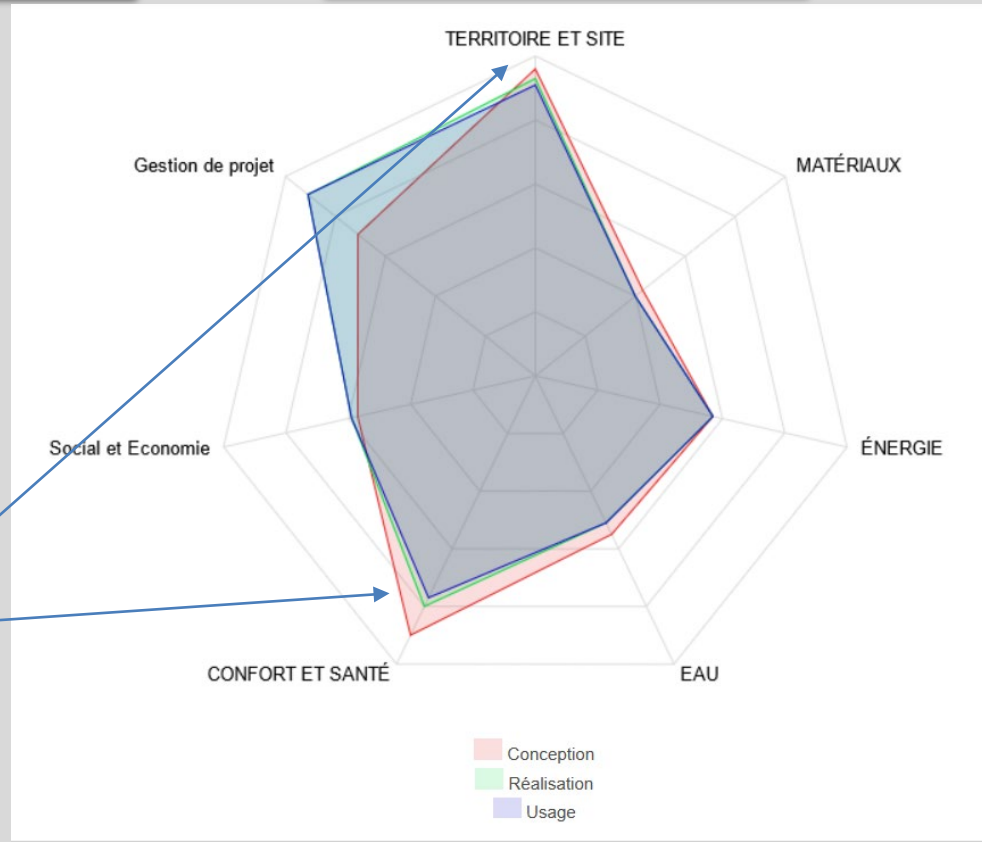
## USAGE

26/10/2023

**60 pts**

+ 7 cohérence durable  
+ 3 d'innovation

**70 pts - BRONZE**



Ventilation  
naturelle non  
opérationnelle

# Points innovation validés précédemment



- Communication LIFI



- Système constructif « mur sandwich » avec 25cm d'isolant



- Terrasse végétalisée avec double rétention pour arrosage

# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

### MAITRISE D'OUVRAGE



### UTILISATEURS

ESAD

** s a d t p m**

## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

### ARCHITECTE

Vezzoni et associés



### BE THERMIQUE

ADRET



### BE STRUCTURE

Ingénierie 84



### ECONOMISTE

CEC Salinesi



# Les acteurs du projet

Structure/Charpente  
métallique/terrassements

Travaux du midi  
Léon Grosse  
Renaudat

METALLERIE - SERRURERIE

GARGINI

ETANCHEITE

SMED Etanchéité

MENUISERIES EXTERIEURES

Alliage / Reflet du  
Sud

CLOISON / FP

COVINI  
Ckat

REVETEMENT DE SOL /  
FAIENCE

Soteca  
Lino Décor

PEINTURES / NETTOYAGE

COVINI

CVC / PLOMBERIE

TNT PACA BAOU

SIGANLETIQUE / ENSEIGNES

IMPACT  
SIGNALETIQUE

MOBILIER

EDWARD  
ROURE

ELECTRICITE CFA/CFO

SEDEL  
Degréane

MENUISERIES INTERIEURES

BAREAU  
ROURE

APPAREILS ELEVATEURS

CFA



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

