

Commission d'évaluation : Usage du 30/06/2020

CONSTRUCTION DES BUREAUX « HAMADRYADE » A AVIGNON (Vaucluse)



Accord-cadre Etat-Région-ADEME 2007-2013



Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur



Maître d'Ouvrage

CITADIS

Architecte

**FRADIN WECK
ARCHITECTURE**

BE Technique

ADRET

BE QEB

ADRET

Contexte

Citadis souhaite offrir un nouveau type de produit de bureaux qui allie performance énergétique, convivialité et flexibilité.

L'accent est mis sur la recherche d'une conception à la fois performante, mais aussi simplifiée, afin que le bâtiment soit facile à reproduire à des coûts maîtrisés.

3 bâtiments de bureaux, dont 2 en démarche BDM

Des contextes différents : lot livré brut, partiellement équipé...



Enjeux Durables du projet



➤ Flexibilité :

- Réelle modularité des plateaux rendue possible par un accès sur coursive extérieure et planchers de grande portée avec absence de porteur intermédiaire.

➤ Faible impact sur le site :

- Ossature primaire en béton préfabriqué.
- Modularité et préfabrication de la façade Nord. Modules identiques, préfabriqués en atelier et assemblés sur site.



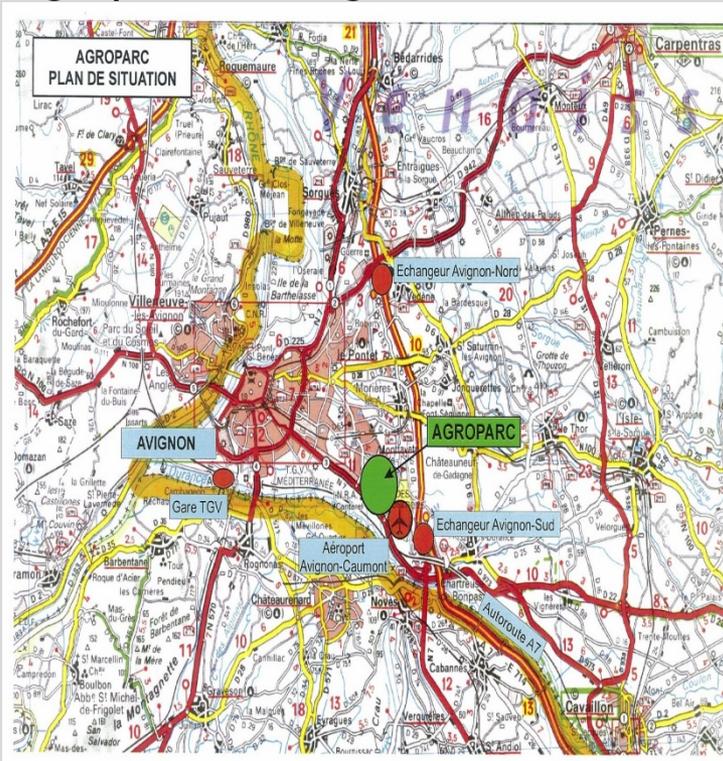
➤ Qualités d'usages :

- Lumière - plateaux traversants

- **Energie** : objectif de bureaux à faibles consommations

Le projet dans son territoire

Agroparc et Avignon



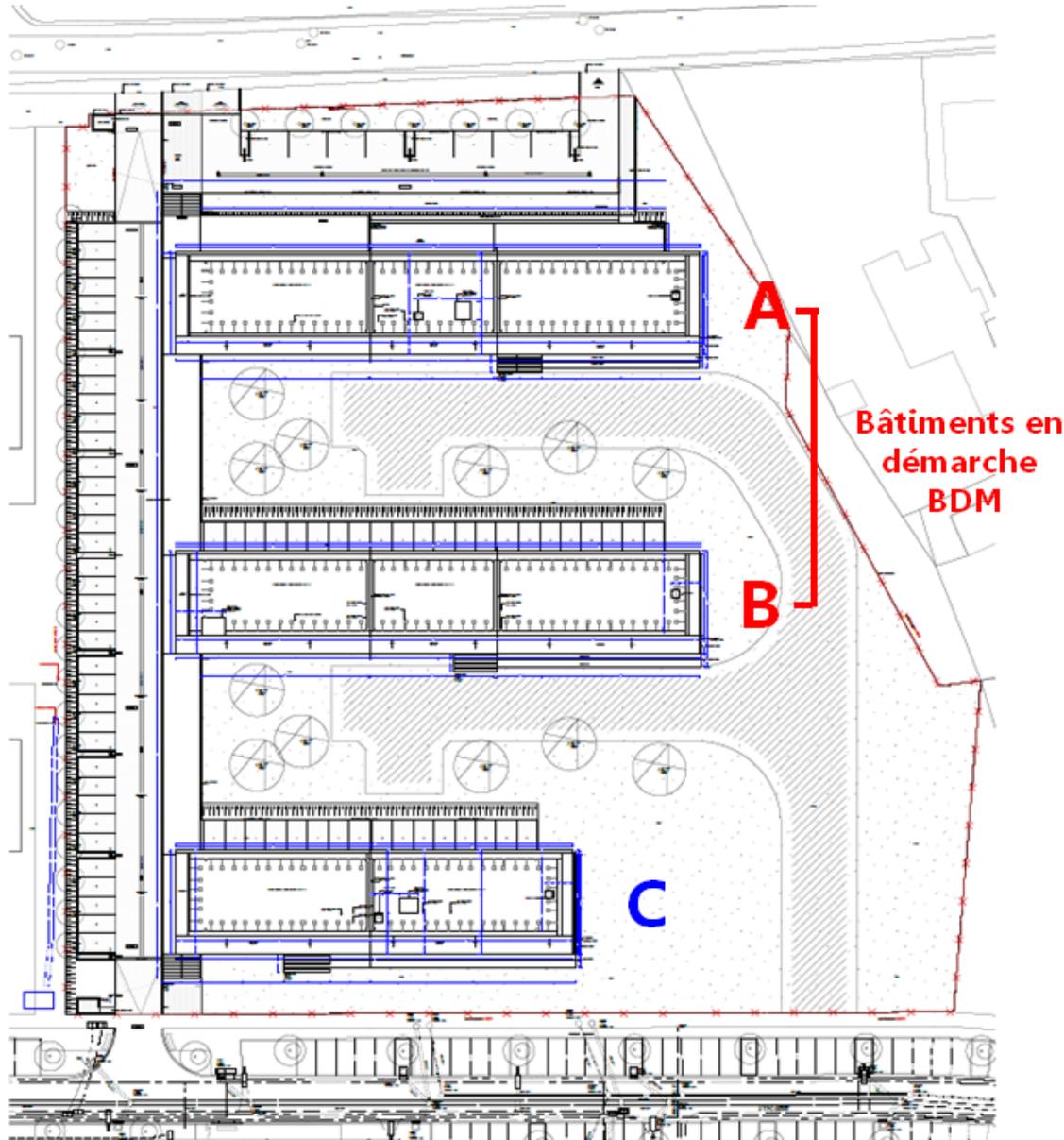
Le projet et Agroparc



Le projet et son voisinage



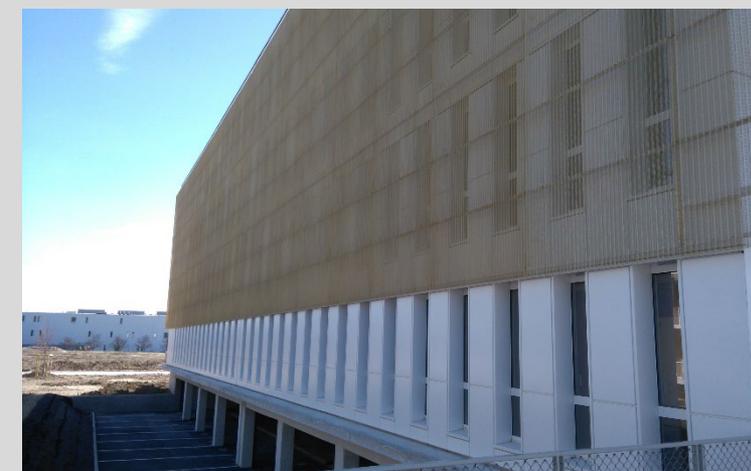
Plan masse



Vues extérieures



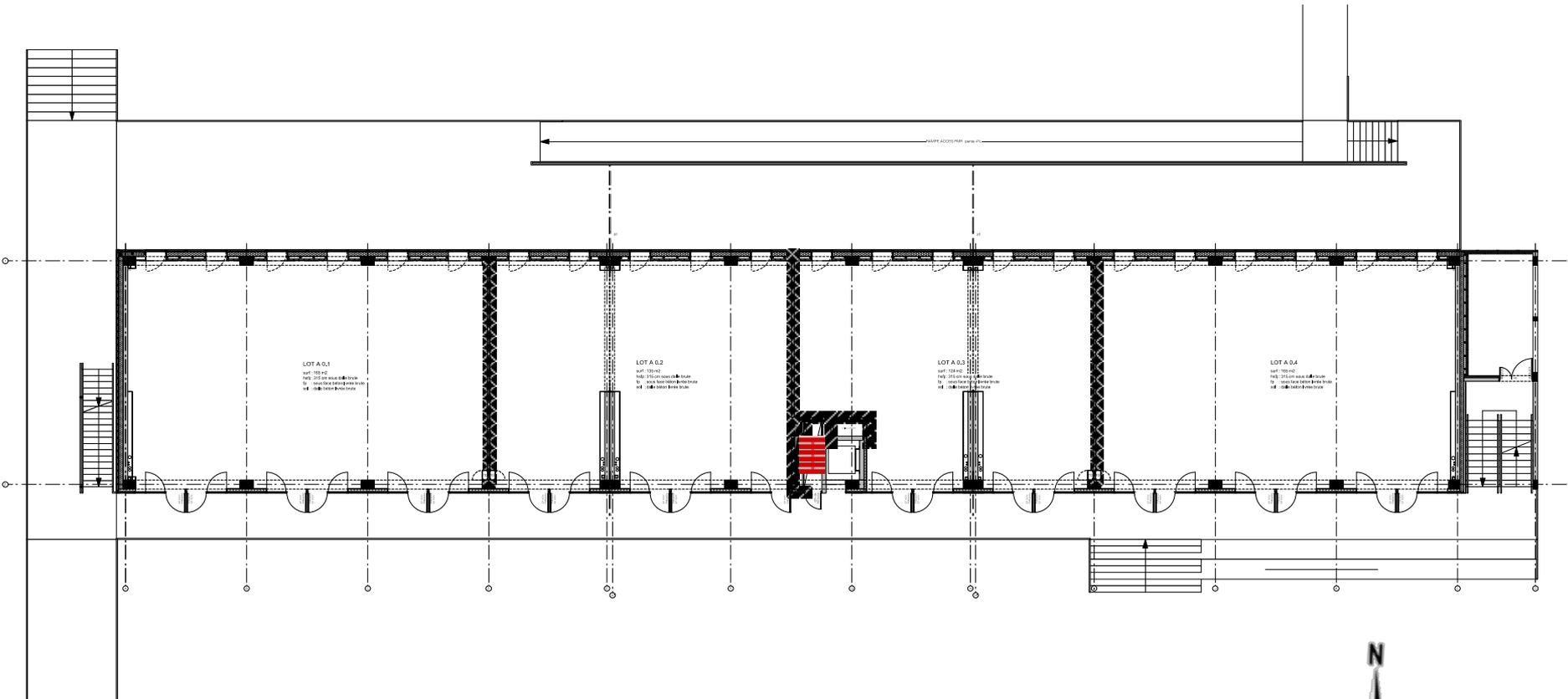
Vues extérieures



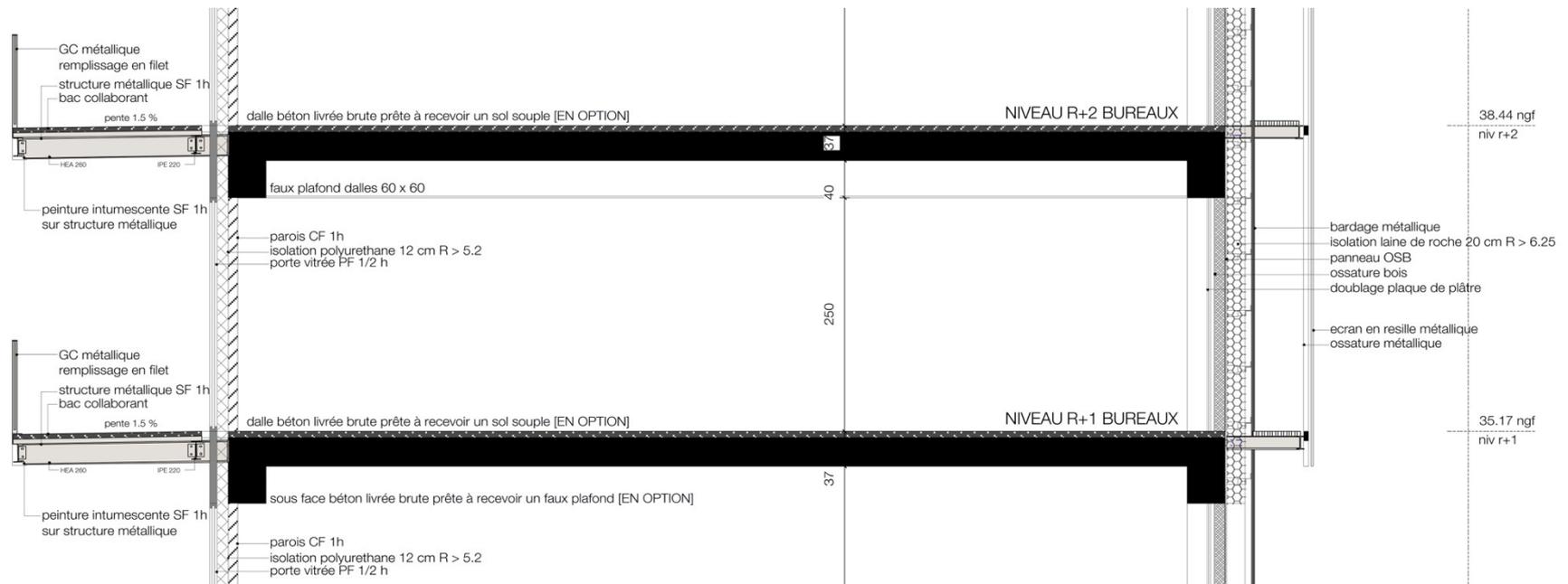
Vues extérieures



Plan du RDC



Zoom sur coupe transversale



Vues intérieures



Vues intérieures



Vues intérieures



Fiche d'identité

Typologie

- **R+3 – Tertiaire**

Surface

- **2 468 m²SU par bâtiment**

Altitude

- **70 m**

Zone clim.

- **H2d**

Classement
bruit

- **BR1**

Bbio

- **Bbio = 108**
- **Gain sur Bbiomax = 36%**

Consommation
d'énergie
primaire (selon
Effinergie)

- **CEP = 65**
- **Gain sur Cep max = 51%**

Production
locale
d'électricité

- **Bâtiment A:
installation preneur**

Planning travaux
Délai

- **Début : 09/15**
- **Fin : 06/17**

Coûts réel

- **Coût travaux :
3 920 000 € HT**

Fiche d'identité

Système constructif

- Dalles et poteaux béton
- Murs à ossature bois

Mur

- Façade Nord: ossature bois, panneau OSB, laine de roche 20 cm, bardage métallique
- Façade Sud/ Est/ Ouest: Isolation extérieure laine de roche 20 cm

Planchers

- Dalle béton
- Isolation thermique sur dalle: polyuréthane 9cm
- Isolation thermique sous dalle : laine de roche 20 cm

Menuiseries

- Châssis bois au sud et alu au Nord
- Double vitrage 16mm argon
- Déperdition énergétique $U_w = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ pour les murs rideaux façade Sud et 1,5 pour la façade Nord.
- Facteur solaire $S_w = 58\%$

Chauffage

- VRV (pompe à chaleur réversible à débit de réfrigérant variable). Unités extérieures regroupées dans des locaux techniques, unités intérieures de type cassettes encastrables.

Rafraichissement

- Surventilation nocturne, estivale, pilotage par GTC
- VRV

Ventilation

- Entrée air neuf par grilles autoréglables.
- VMC permanente dans blocs sanitaires, débit $200 \text{ m}^3/\text{h} - 150 \text{ Pa}$
- VMC de confort dans les bureaux, débit $4200 \text{ m}^3/\text{h} - 250 \text{ Pa}$

ECS

- Ballons électriques

Eclairage

- Luminaires Leds

Acteurs du projet en fonctionnement

Usagers bâtiment A:

Entreprise CBA (Informatique libérale)



Usagers bâtiment B:

RDC et R+1 : IMF : institut de formation en travail social

R+2 : Entreprises Kizeo, Waya Tech et Capitechnic

R+3 : Cabinet Morere (économiste de la construction) et Leroy Merlin

Syndic bâtiment B :

Foncia



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 Adret :

Mise au point GTB + suivi pendant **deux ans** :

- Analyse des consommations d'énergie et d'eau
- Campagnes de mesures de température (2 en hiver + 2 en été)
- Questionnaire d'enquête sur l'usage et le confort des locaux
- 3 réunions d'information et d'échange avec Citadis et les occupants



Territoire et site

Mobilité:

- Pleine utilisation des parkings, souvent insuffisants
- Bornes de recharge pour voitures électriques
- Parkings vélos : chez CBA, demande de plus de places
- Bus permettant de rejoindre le centre ville : utilisation par les étudiants, peu par les salariés - future ligne de tram devant le site

Qualité et convivialité des espaces extérieurs très fréquemment utilisés à la pause déjeuner :



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

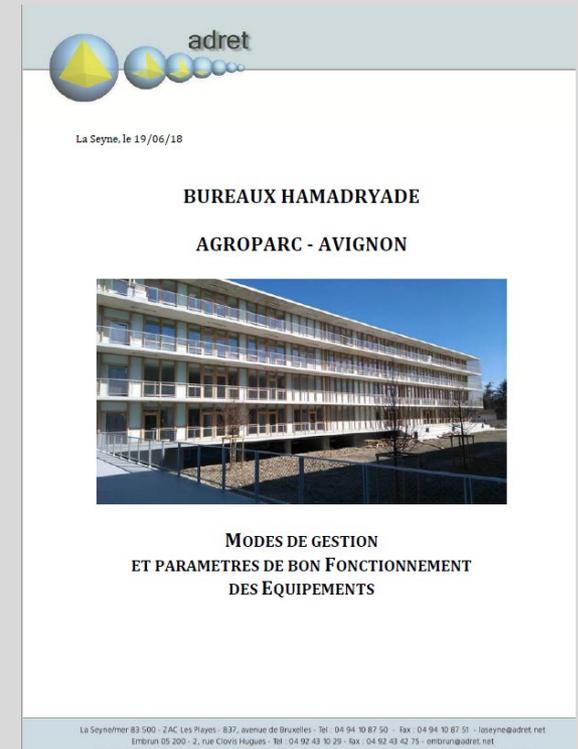


CONFORT ET SANTE

Social et économie

➤ Transmission aux preneurs

- 7 preneurs différents
 - 1 GTB par preneur
 - Des demandes de fonctionnement différentes
 - Des travaux étalés dans le temps (14 mois de décalage entre les premiers et les derniers arrivés)
 - Des preneurs faisant appel à des entreprises différentes
- Réalisation d'un livret gestionnaire remis à chaque preneur:
 - Mode de fonctionnement de chaque équipement technique
 - Paramètres de fonctionnement recommandés



Bureaux Hamadryade - Avignon

4. VENTILATION MECANIQUE

BATIMENT A :

Equipements, mode de commande et paramétrage :

On distingue 2 types de systèmes de ventilation : la VMC permanente pour les sanitaires et la ventilation de confort pour les plateaux de bureaux.

Extracteur	Localisation	Commande	Paramètres recommandés (modifiables)
VMC sanitaires 510m ³ /h	LT R+3	Fonctionnement permanent.	-
4 ventilateurs confort 1000m ³ /h RDC/R+1/R+2/R+3	LT en pignon Est de chaque niveau	Programmation horaire sur GTB	Arrêt de 22h à 6h

Les bouches sont à détection de présence.

Social et économie

➤ Transmission aux preneurs

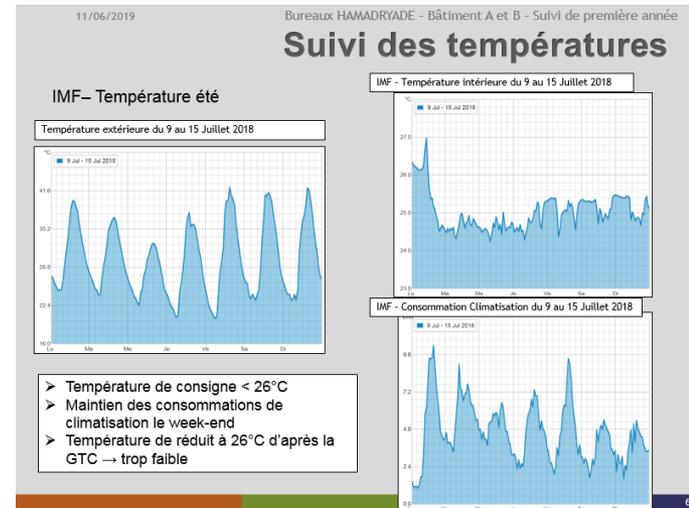
- Réunion d'information à la livraison sur l'usage de la GTB
- Réunion annuelle de suivi, avec support de présentation et proposition d'actions pour optimiser les consommations

11/06/2019 Bureaux HAMADRYADE - Bâtiment A et B - Suivi de première année

BUREAUX HAMADRYADE
BÂTIMENT A ET B
Suivi de première année




1



Social et économie

➤ Résultats de l'enquête 2019

- 80% des occupants sont satisfaits de l'éclairage naturel
- 64% des occupants sont satisfaits des systèmes d'éclairage => Nous encourageons les preneurs à prendre en main les télécommandes et notices de réglage de la luminosité
- 100% des occupants sont satisfaits des systèmes d'éclairage des couloirs, sanitaires et locaux communs.
- 70% des occupants sont satisfaits du confort acoustique par rapport aux espaces de travail mitoyens.
- 93% des occupants sont satisfaits du confort acoustique par rapport aux bruits extérieurs.
- 50% des occupants sont mécontents du confort thermique d'hiver - agrandir la plage de température pour permettre aux occupants de régler la température.
- 86% des occupants sont satisfaits du confort thermique en été - gênes liées au soleil

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Matériaux

- Bonne tenue des matériaux extérieurs après 2 ans
- La résille métallique en façade Nord génère un sifflement les jours de Mistral
- Une plaque de bardage métallique emportée (Mistral > 110 km/h)



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Energie

- **Chauffage / rafraîchissement (VRV)**

Plage de température autorisée : élargie à la demande des occupants

- **Ventilation simple flux**

Fonctionnement effectif.

Entrées d'air en façade Nord : sensations d'air frais et sifflements les jours de Mistral

- **Eclairage**

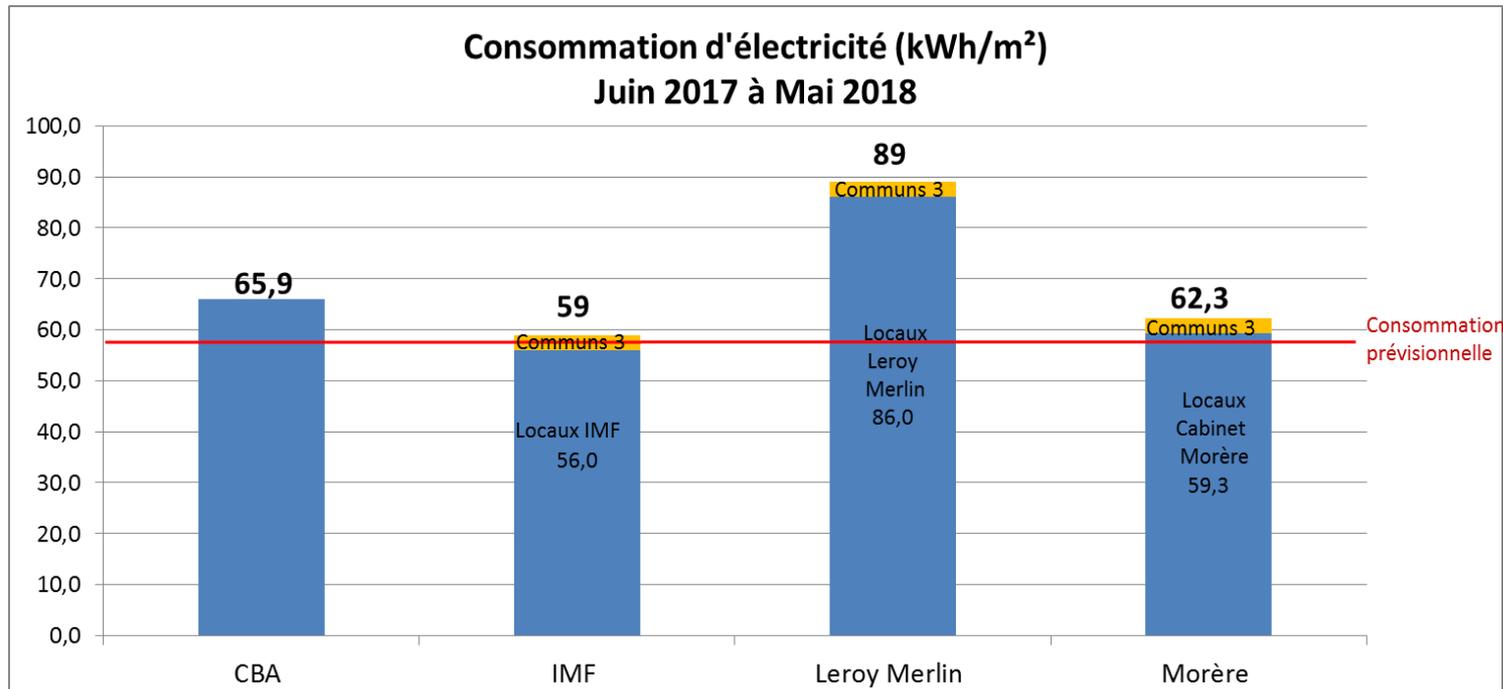
Choix d'éclairage par les preneurs : pas de maîtrise de la puissance installée mais 100% LED

- **GTB**

1 par preneur, simple d'utilisation, mais des températures affichées en décalage avec la réalité (sondes de reprise)

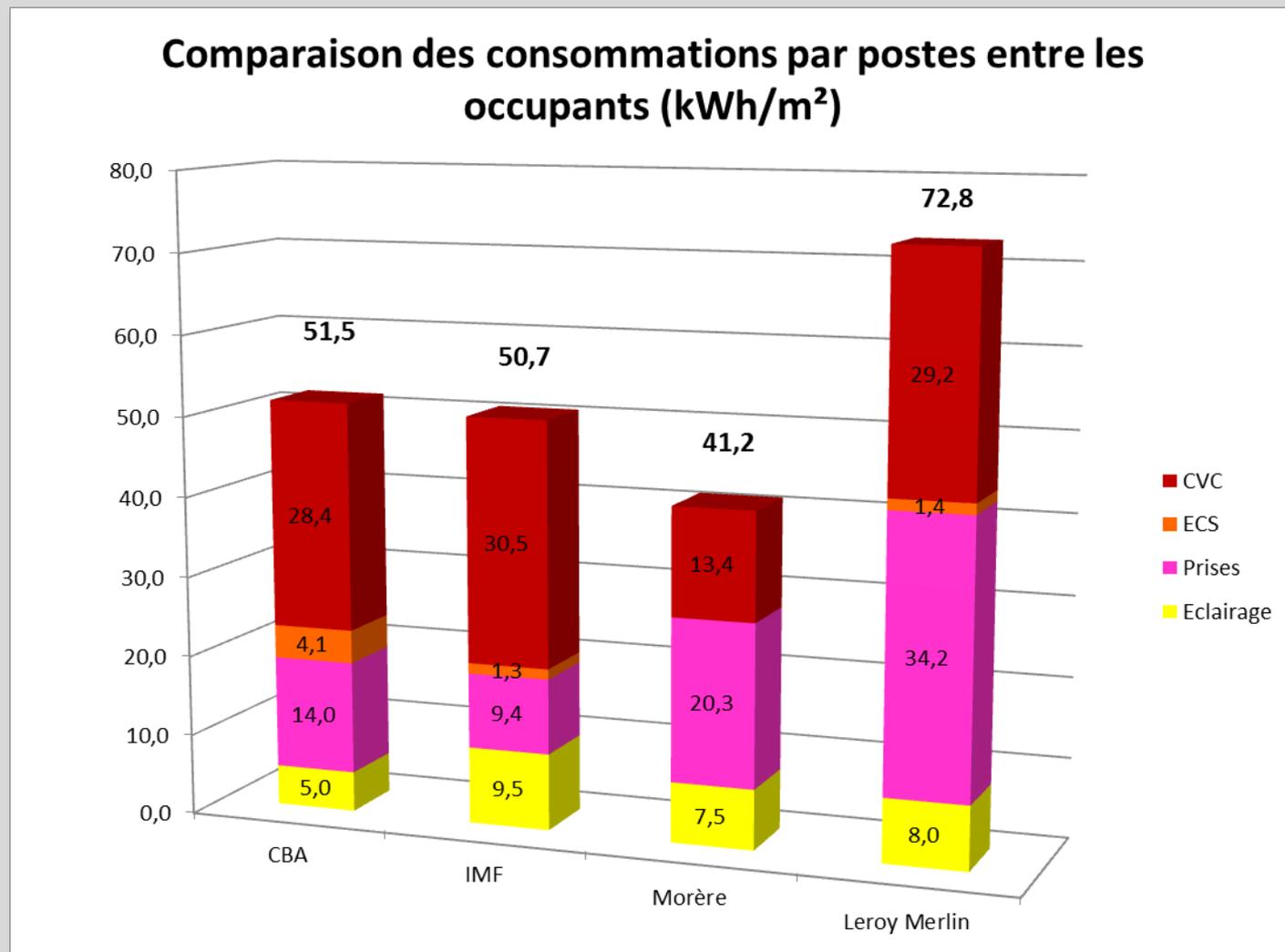


Consommation totale d'électricité (énergie finale)

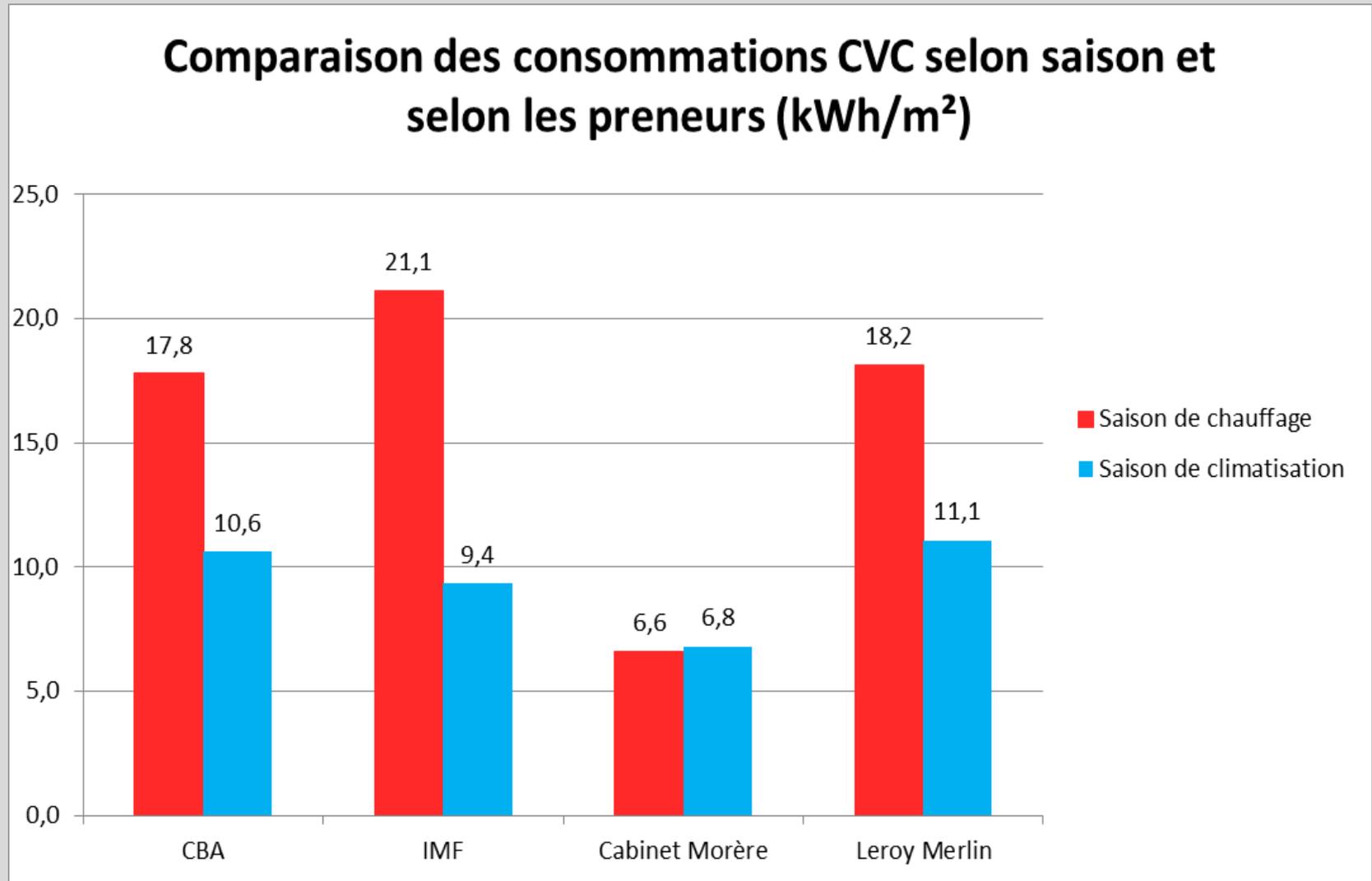


Une consommation très proche des prévisions pour le bâtiment A et la majorité des locaux du bâtiment B

Consommations par usage (énergie finale) - 2019



Energie



En énergie finale

Consommation du parc de bureaux en France en 2019

179 kWh_{ef}/m².an – Tous bureaux

142 kWh_{ef}/m².an – Bureaux années 2012

Source : Baromètre 2020 de l'Observatoire de l'immobilier durable (OID) analysant la performance énergétique de 19 500 bâtiments tertiaires du parc français.

Prévision de consommation bureaux hamadryade

58 kWh_{ef}/m².an

Consommation réelle bureaux Hamadryade

64 kWh_{ef}/m².an

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Eau

Bonne pratique : Mitigeurs à économie d'énergie (eau froide au centre)

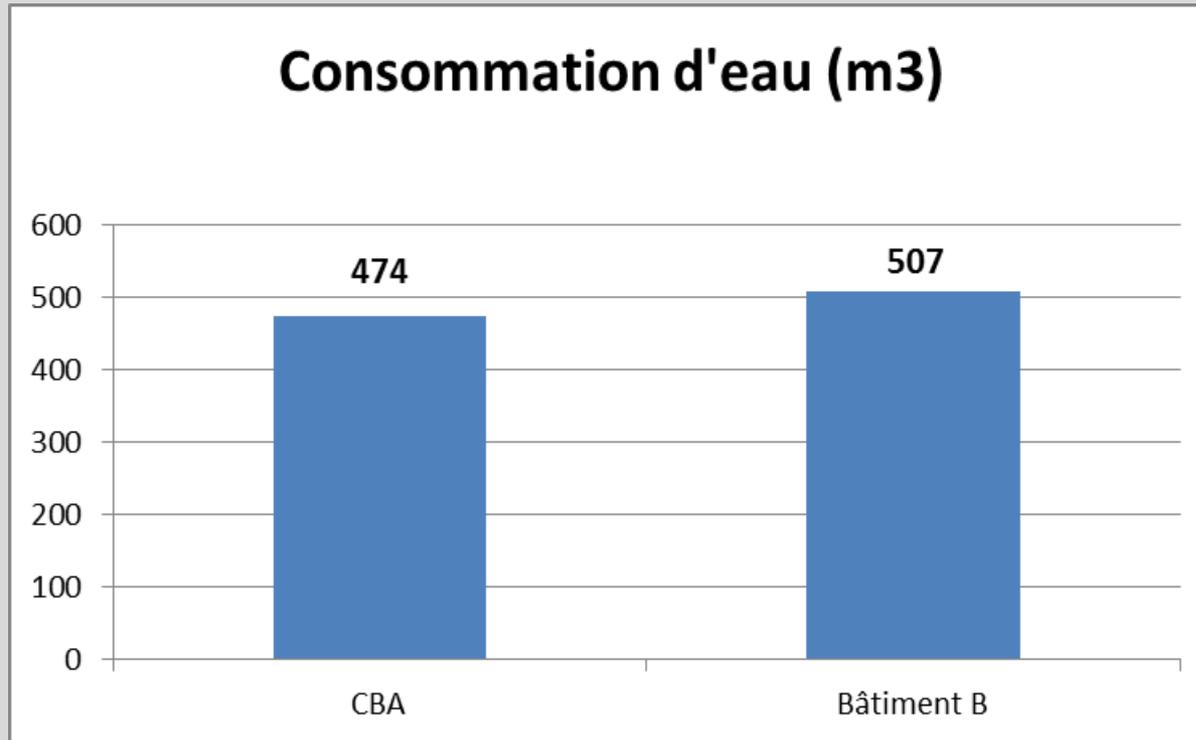


Mesures des débits d'eau

		l/min
Bat A CBA		
RDC accueil	Sanitaires lavabo commun	8,5
	Lavabo WC 1	6
	Lavabo WC 2	5,5
RDC Espace repas	Evier espace repas	10
R+1 Bloc sanitaire	Sanitaires lavabo commun dame	7,5
R+2 Bloc sanitaire	Sanitaires lavabo commun dame	5
R+3 Bloc sanitaire	Sanitaires lavabo commun dame	5,5
Bat B R+3		
Leroy Merlin	Evier cuisine accueil	3,5
	Evier cuisine	5
	lavabo WC	5
	Lavabo Sanitaires	6
Morère	Evier	5
Bat B RDC /R+1		
IMF	Evier RDC cuisine	6
	Lavabo communs sanitaires RDC étudiants	6
	Lavabo WC RDC étudiants	6,5
	Lavabo communs sanitaires RDC personnel	6
	Lavabo commun R+1	6
Bat B R+2		
Kizeo	Lavabo	10

Eau

Consommation d'eau potable (sanitaires, espaces repas)



Ratio de 0,2 m³/m².an de surface utile

Eau brute pour l'arrosage (redevance annuelle)

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Confort thermique d'été

➤ Ventilation naturelle nocturne été

Gestion par GTB :

- complexe à mettre en service (plusieurs intervenants impliqués), passerelle entre Schüco et GTB KNX à paramétrer en allemand...
- Ventilation naturelle pas acceptée par certains preneurs

Ventilation naturelle mise en service en juin 2018 :

- Test de tous les ouvrants
- Déplacement du mobilier dans certains locaux et recommandations aux preneurs
- Certains châssis condamnés car mise en place de stores intérieurs en façade Nord
- Paramètres de fonctionnement sur GTB (fonction de Tint, Text, vent, pluie, saison, horaire)

2019 : Ventilation naturelle arrêtée sur l'ensemble du bâtiment CBA car déclenchement d'alarme

Châssis ouvrant à la française



Compatibilité VNA et climatisation ?

Confort thermique d'été

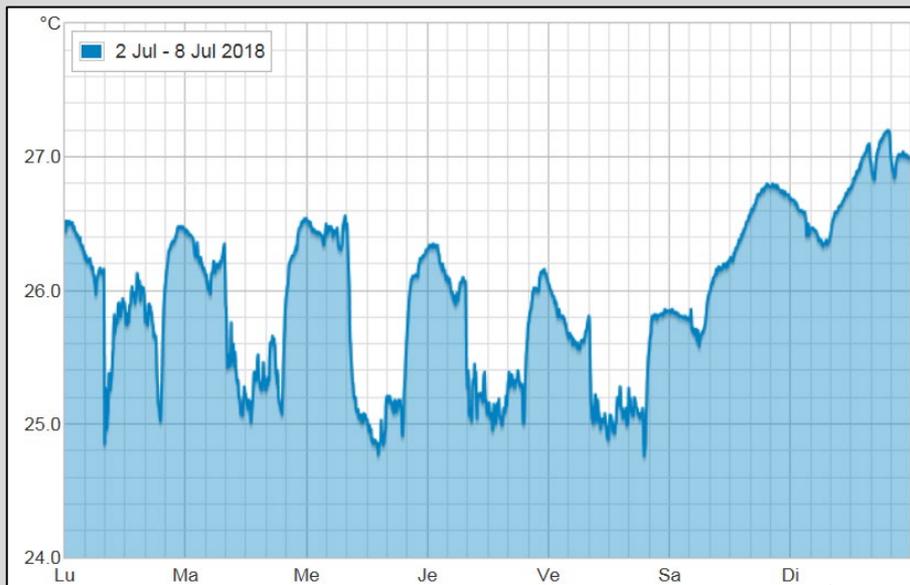
➤ Protections solaires

- Protection contre l'énergie incidente assurée par la large casquette béton
- Mise en place de protections individuelles par les preneurs pour l'éblouissement
- Surchauffes parfois ressenties dès le printemps (surface vitrée importante au Sud, énergie diffuse)



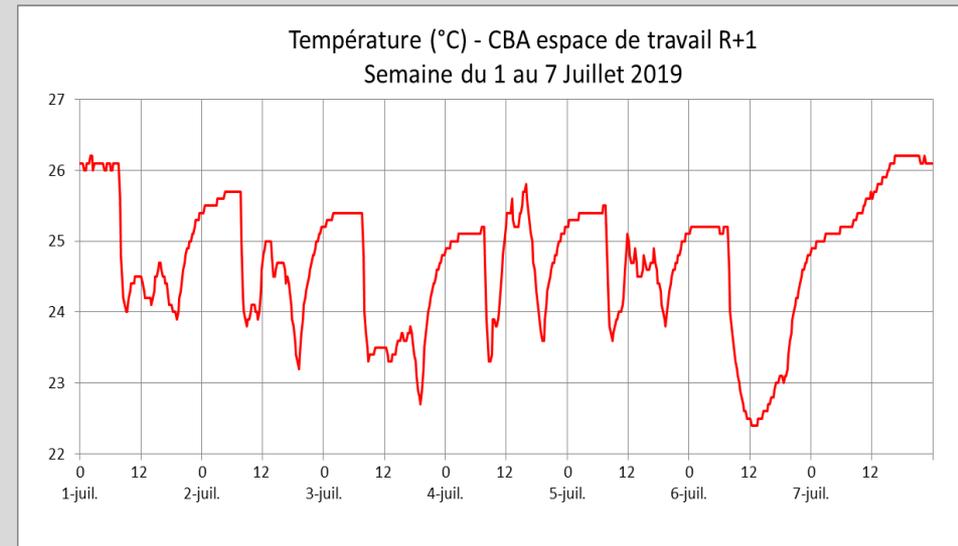
Confort thermique d'été

CBA - Température intérieure au R+2 du 2 au 8 Juillet 2018



- Température de 25°C en occupation
- Réduit effectif

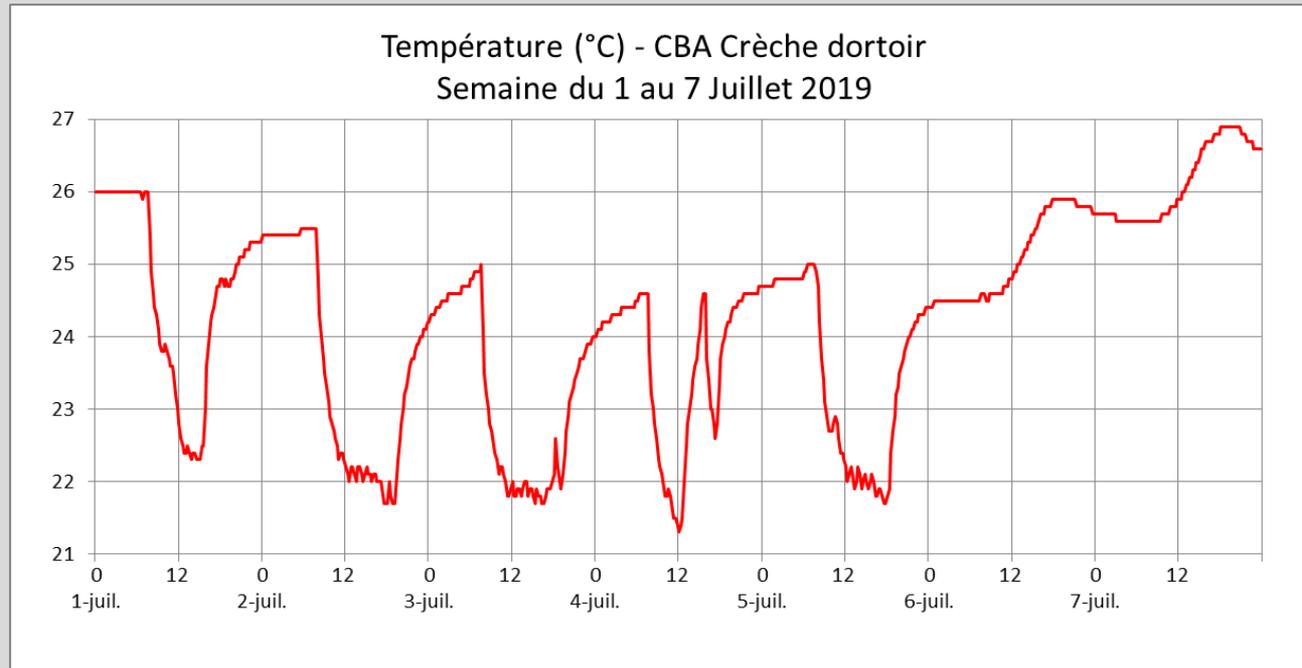
CBA - Température intérieure au R+1 du 1 au 7 Juillet 2019



- Température de consigne plus basse qu'en 2018

Confort thermique d'été

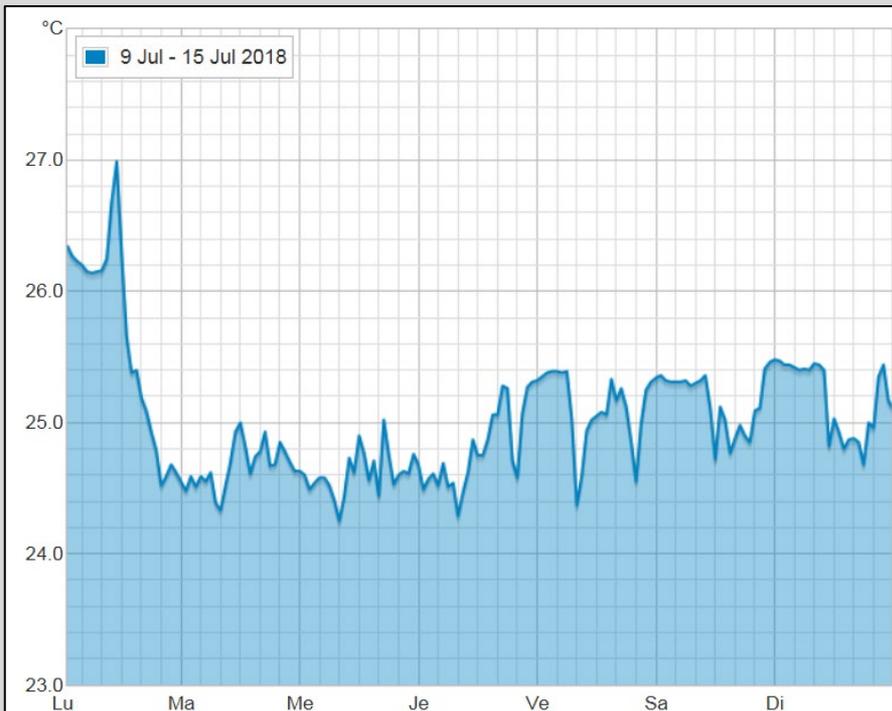
CBA - Dortoir de la crèche - 1 au 7 juillet 2019



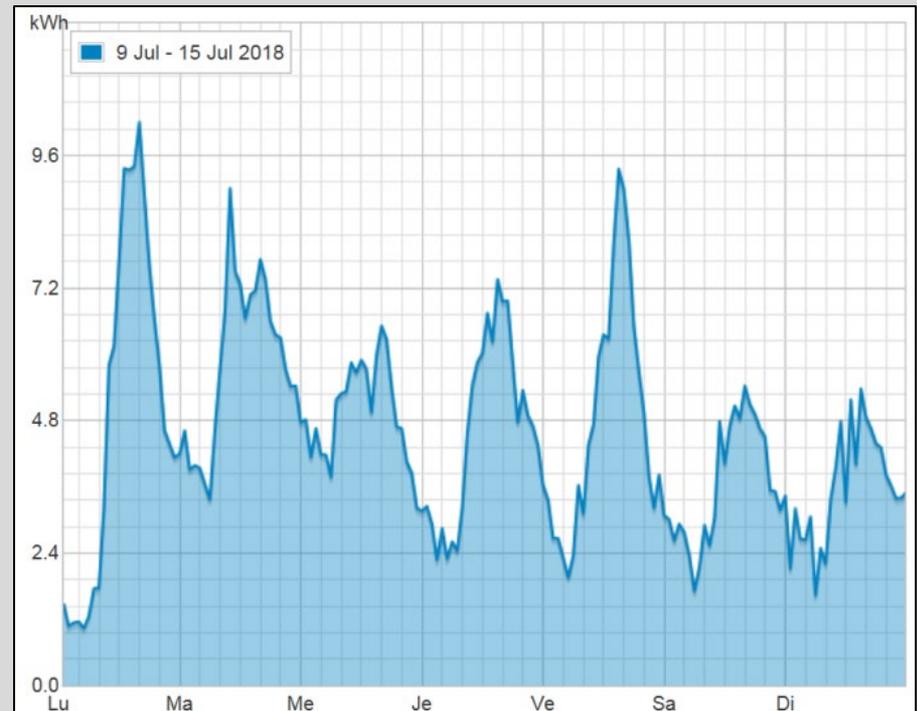
- Température de consigne très basse (22°C), générant un écart d'environ 15°C avec la température extérieure !
- D'après la directrice de la crèche, il serait recommandé une T° de 19°C dans les dortoirs en été
- « L'ADEME conseille que la pièce soit à une température de 26 °C au plus bas et qu'il n'y ait pas plus de 5 à 7 °C de différence entre intérieur et extérieur. »

Confort thermique d'été

IMF - Température intérieure du 9 au 15 Juillet 2018



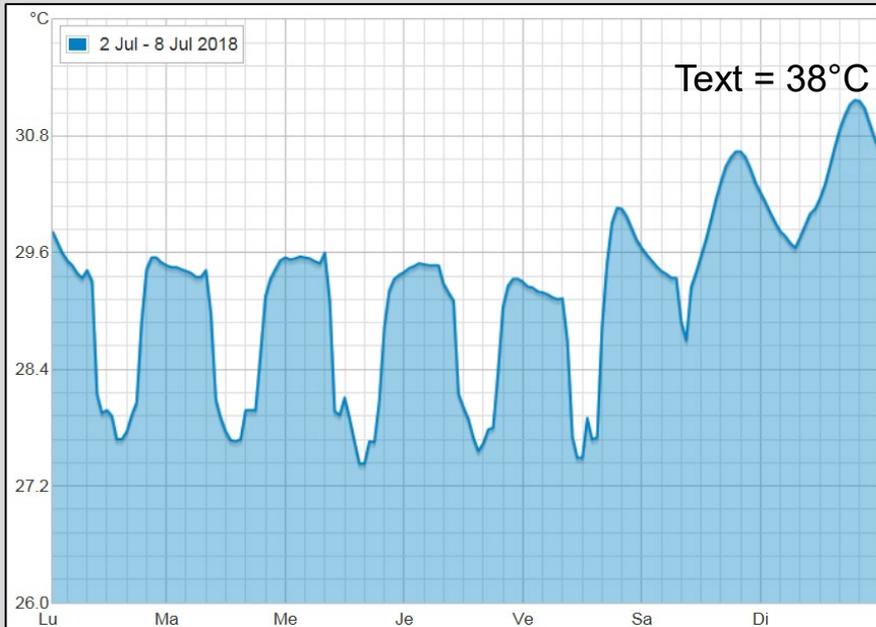
IMF - Consommation Climatisation du 9 au 15 Juillet 2018



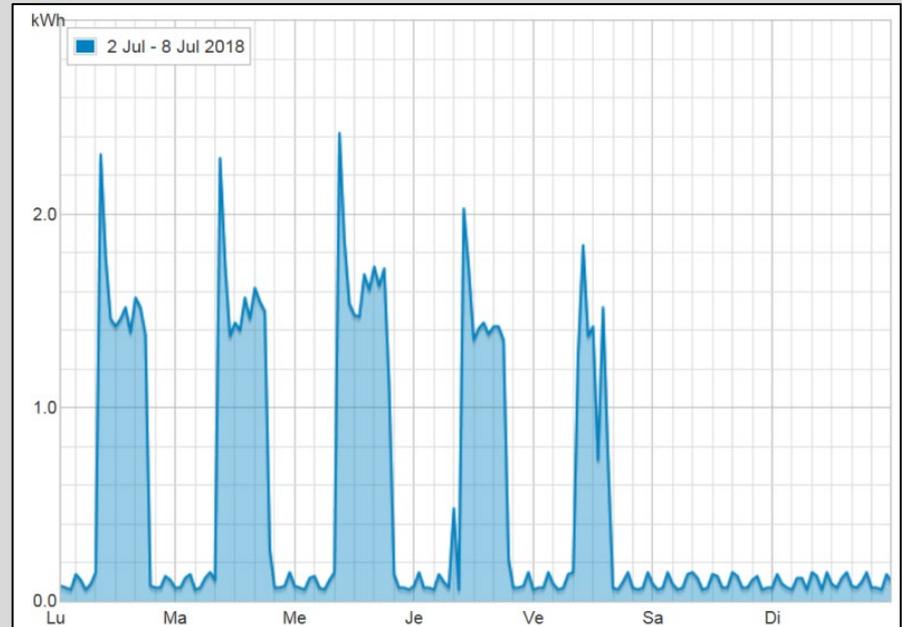
- Température < 26°C
- Maintien des consommations de climatisation le week-end

Confort thermique d'été

Cabinet Morère - Température intérieure du 9 au 15 Juillet 2018



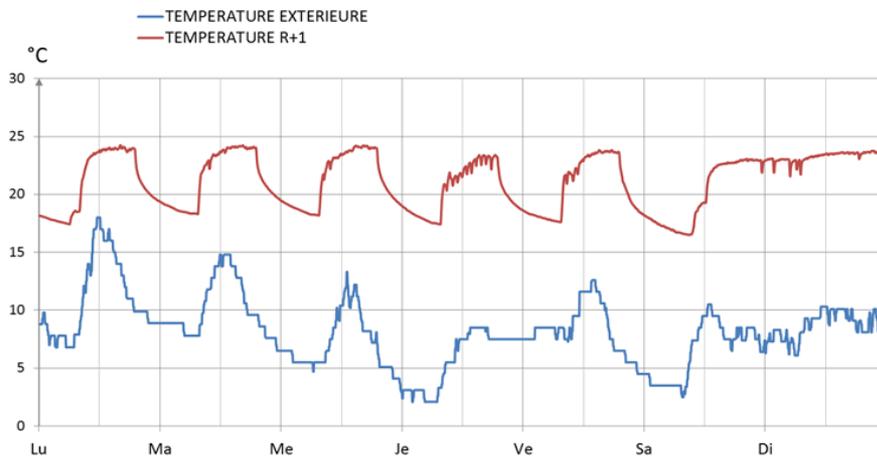
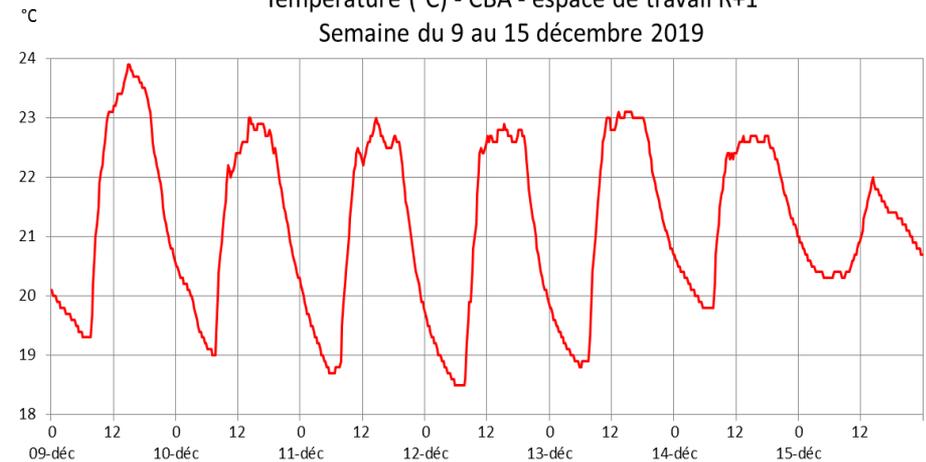
Cabinet Morère - Consommation Climatisation du 9 au 15 Juillet 2018



- Température de consigne à 27,5°C
- Aucune consommation de climatisation la nuit et le WE

Confort thermique d'hiver

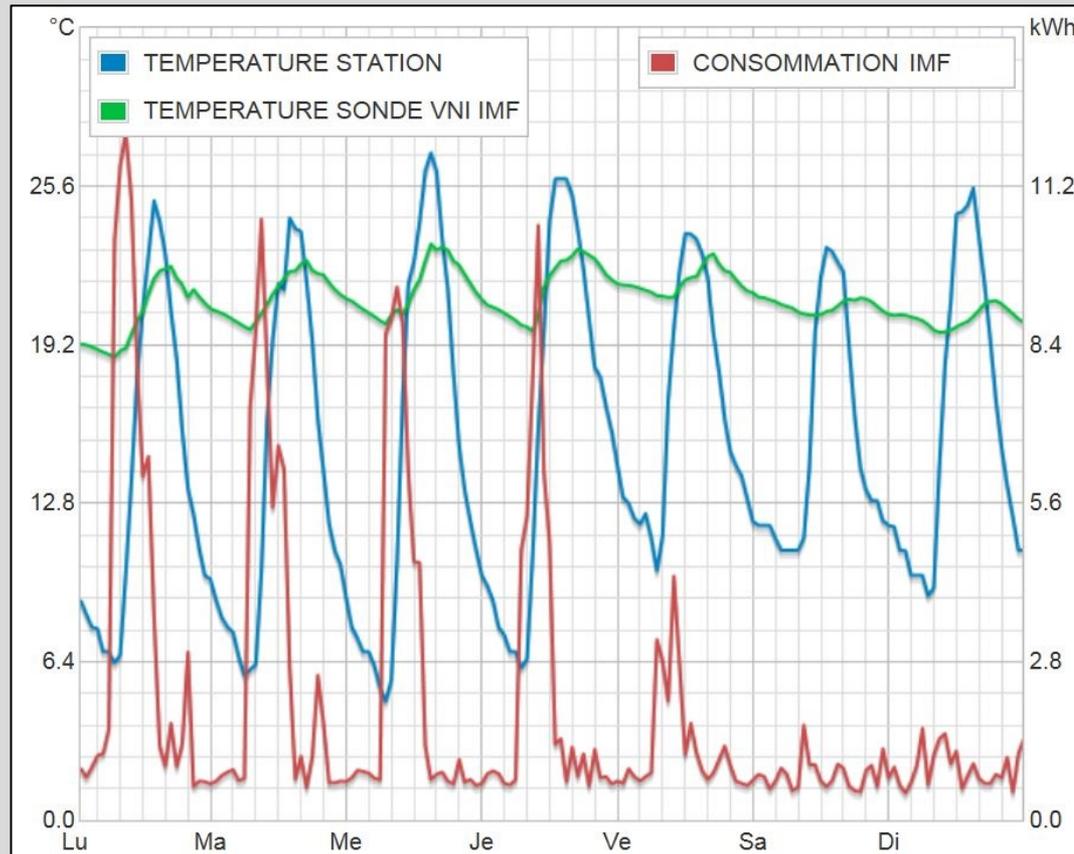
CBA R+1 - Semaine du 10 décembre au 16 décembre 2018

Température (°C) - CBA - espace de travail R+1
Semaine du 9 au 15 décembre 2019

- Température baissée d'1°C environ, mais encore élevée : 23°C en 2019
→ Potentiel d'économie important sur poste
- Température la nuit et le week-end dépassant 20°C

Confort thermique d'hiver

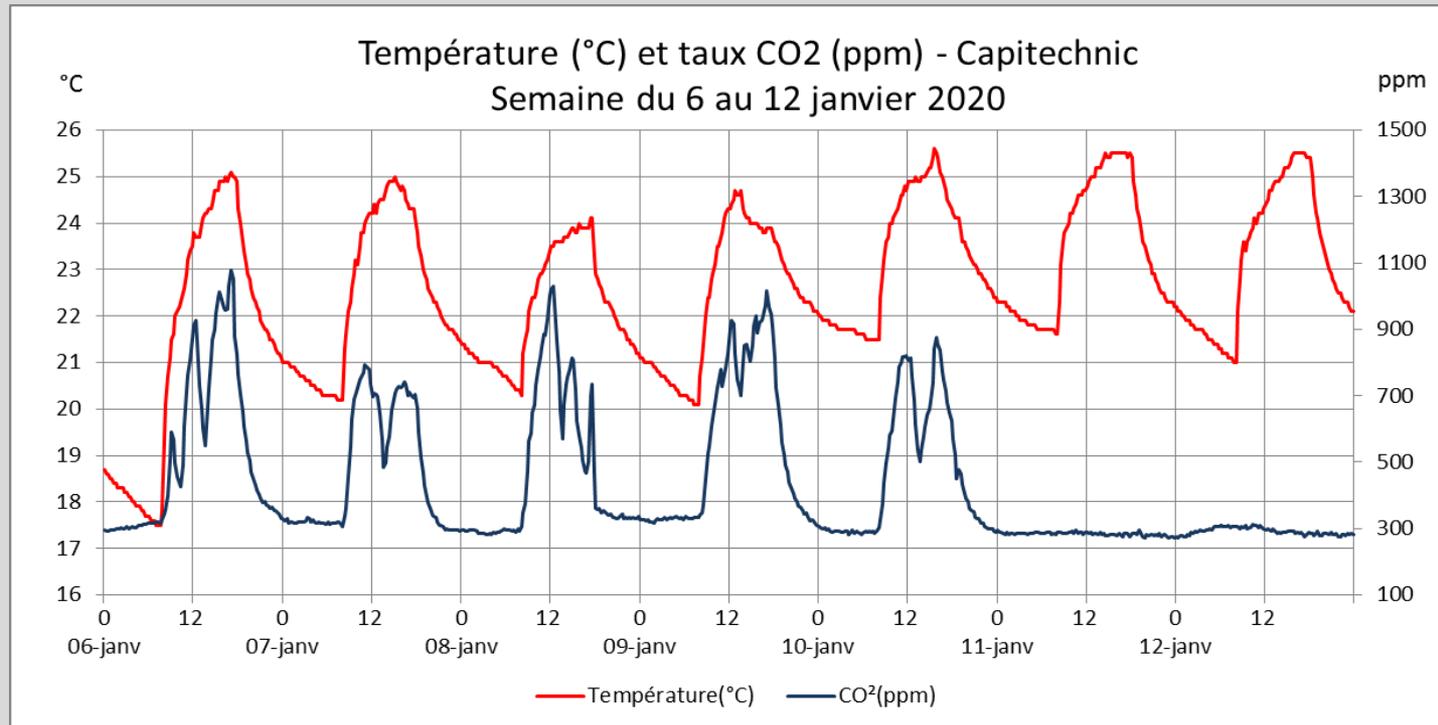
IMF – 25 février au 3 mars 2018



- Température de réduit à 18°C d'après la GTB
 - Efficacité du mode réduit sur les consommation de chauffage
 - Inertie du bâtiment

Confort thermique d'hiver

Capitechnic – Température hiver 2019 et taux de CO2



- Taux de CO2 toujours inférieur à 1000 ppm = bonne qualité d'air
- Température intérieure très élevée dans les locaux
- Pas de réduit le WE malgré une absence d'occupation

Pour conclure



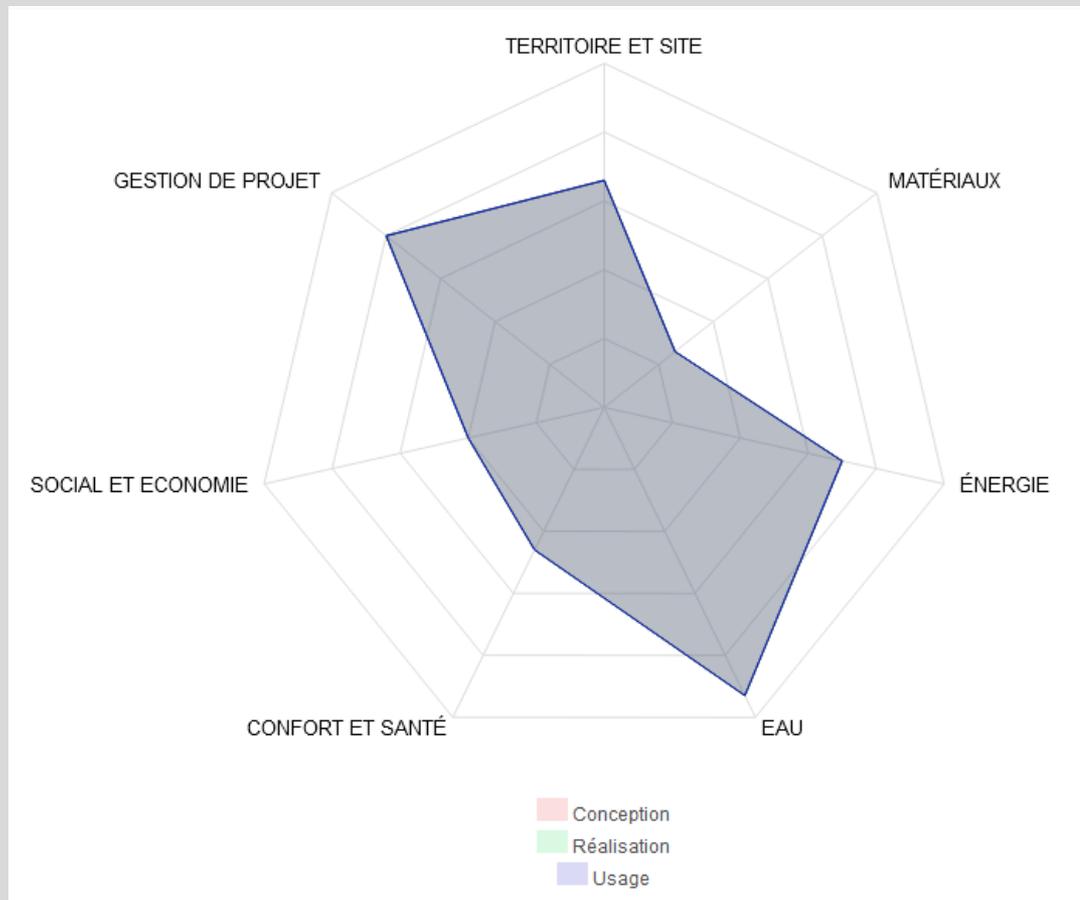
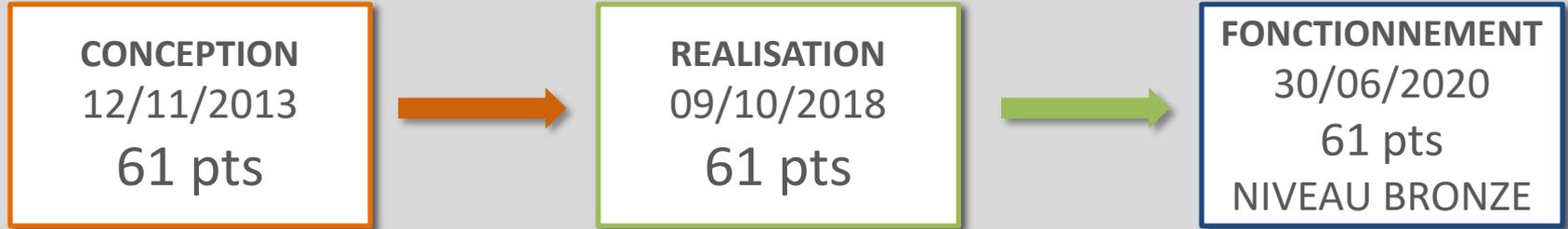
Les points pouvant être améliorés :

- *La réduction du nombre de voitures sur le site*
- *Les niveaux des consignes de température et réduits en inoccupation*
- *La ventilation naturelle nocturne*

Les points forts à retenir :

- *Un confort global des locaux apprécié par les occupants*
 - *Des espaces verts vivants, lieux de convivialité*
- *Un bâtiment très performant en usage : -55% que la moyenne française sur la même période de construction*

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



Les acteurs du projet

MAITRISE D'OUVRAGE ET MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

MAITRISE D'OUVRAGE

CITADIS



ARCHITECTES

FRADIN WECK
ARCHITECTURE
FRADIN WECK
ARCHITECTURE

ECONOMISTE OPC

CABINET MORERE



BE FLUIDES SSI

ADRET



BE STRUCTURES

INGENIERIE 84



CONTRÔLE TECHNIQUE

QUALICONSULT



QUALICONSULT

COORD. SPS

SOCOTEC



SOCOTEC

ENTREPRISES

GROS ŒUVRE *

POGGIA PROVENCE

ETANCHEITE

SOPREMA

MENUISERIES EXTERIEURES BOIS

ROUX FRERES

MENUISERIES EXTERIEURES ALUMINIUM

BOUISSE SMAB

Les acteurs du projet

ENTREPRISES

FACADES METALLIQUES
BARDAGES

SMAC

FACADES METALLIQUES
BARDAGES

ARBONIS

MENUISERIES BOIS

EGM PIERRE
VINCENT

SERRURERIE MENUISERIES
METALLERIES

METALLERIE
PERRUT

CLOISONS - PLAFONDS

ROUSSEL

CARRELAGE SOLS-SOUPLES

JOLISOL

PEINTURE

SARL KERTIT

ASCENSEURS

SCHLINDER

VRD – ESPACES VERTS

SCV

PLOMBERIE SANITAIRE

ROGER RENARD

ELECTRICITE CFO CFA SSI

SAET

ANNEXES

Confort thermique d'été

Campagne de mesures de températures été (11/06/19 – 27/07/19)

Bâtiment	Emplacement	Température [°C]			Humidité relative [%]		
		Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
	Extérieur	11,9	29,4	46,9			
A	CBA-Espace de travail R+1	21,4	24,2	26,4	42,6	56,0	67,3
A	CBA-Espace de travail R+3	22,7	25,0	27,1	41,7	53,2	63,9
A	CBA-Crèche dortoir	19,9	23,4	26,9	42,4	58,4	75,7
B	IMF-Bureau Nord	22,0	25,0	27,5	38,1	54,5	80,7
B	IMF-Bureau Sud	22,1	24,7	28,0	39,7	55,9	80,4
B	Capitechnic - Bureau accueil	22,5	25,5	28,6	38,3	54,5	70,1
B	Leroy Merlin - Bureau Sud	22,1	25,9	29,3	33,3	52,9	78,1