

Commission d'évaluation : Conception du 21/01/2020



# Construction du Cœur de Centre de l'INRAE PACA à Avignon (84)

Un projet financé par :



UNION EUROPÉENNE  
Fonds Européen de  
Développement Régional



Liberté • Egalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



RÉGION SUD  
PROVENCE ALPES  
CÔTE D'AZUR



Département  
de VAUCLUSE



communauté d'agglomération  
Grand avignon



PERSPECTIVE EXTERIEURE - Angle Sud-Ouest

**Maître d'Ouvrage**

**INRAE PACA**

**Architecte**

**ARCHIPEL**

**BE Techniques**

BETREC – Structure/Eco/VRD  
CET – Thermique/Fluides  
CANOPEE – Environnement  
SALTO – Acoustique

**AMO QEB**

**EODD**

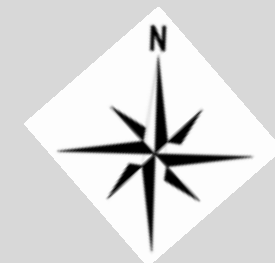
# Contexte

## Le centre INRAE PACA est situé sur l'AGROPARC, le technopôle d'Avignon réunissant en un même lieu

- Le centre de recherche INRAE PACA, l'institut technique agro-industriel (CTCPA), le pôle de compétitivité (TERRALIA),
- l'université d'Avignon (UAPV), pôle Agrosiences et Sciences et plusieurs instituts de formation,
- de nombreuses entreprises, notamment du domaine de l'agro-alimentaire, de l'innovation alimentaire, de la qualité et santé des végétaux.

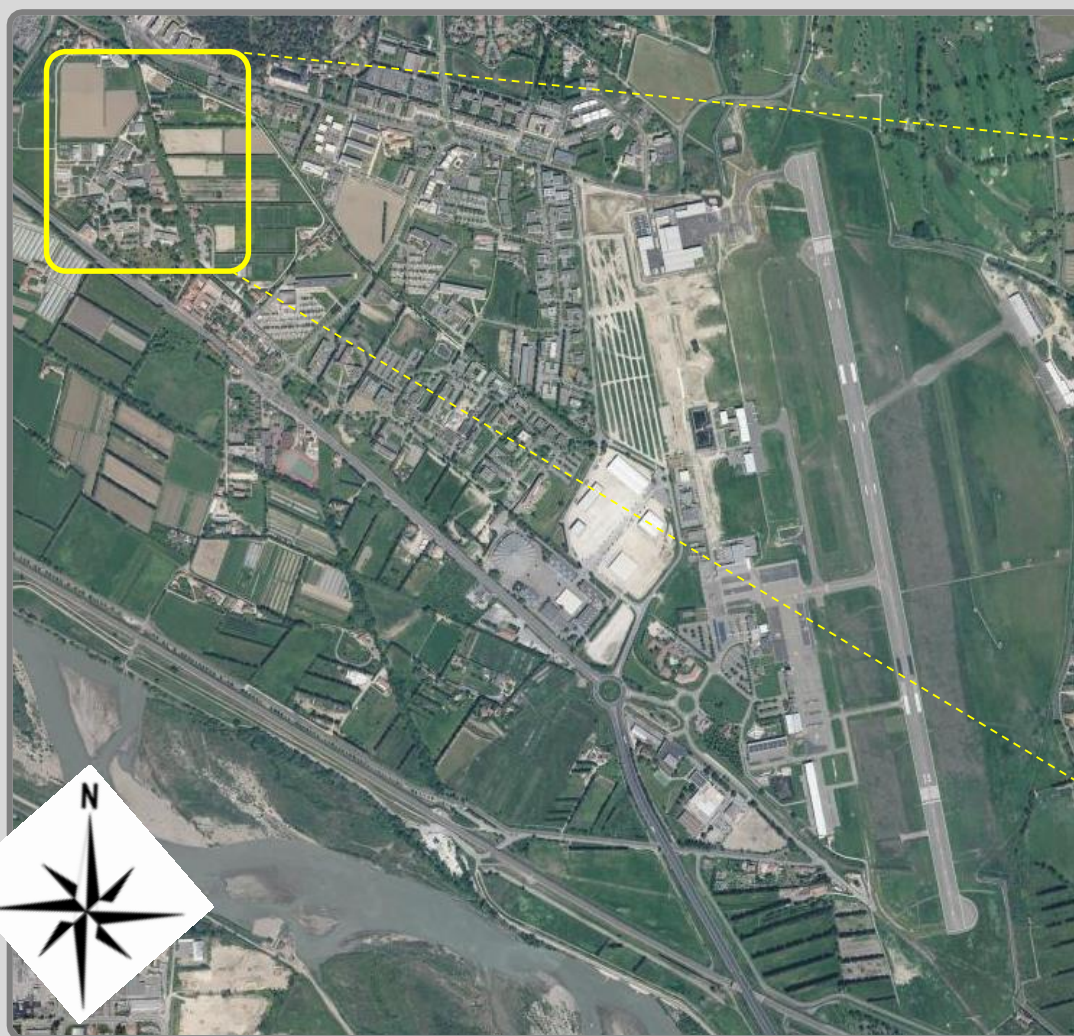
## Le cœur de centre a pour objectifs :

- d'amplifier les rapprochements et partenariats entre Recherche, Enseignement et Entreprises
- de mettre à disposition des locaux (Coworking, bureaux,...), outils et espaces (accueil, amphithéâtre, salles de réunion, ...)
- de permettre l'organisation de colloques, séminaires, de tenue de thèses, à caractère scientifique, d'enseignement, de vulgarisation, etc...
- de rapprocher sur un même lieu différentes entités INRAE ( services d'appui à la recherche, espaces de formation, salles de réunion et de commission...)



# Le projet dans son territoire

Vues satellite



# Le terrain et son voisinage



1. Bâtiment 020 – A démolir



3. Pigeonnier (conservé) et Bâtiment 002 (à démolir)



2. Bâtiment 004 (à démolir)



4. SDAR 027 (conservé)

# Enjeux Durables du projet



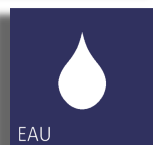
- Créer un lieu d'échanges, de rencontre de la communauté scientifique



- Intégration des usagers dans le processus de conception
- Regroupement de services
- Locaux dédiés au coworking et à l'accueil d'événements scientifiques



- Limiter les consommations de ressources



- Enveloppe performante
- Optimisation des solutions passives pour limiter le recours à la climatisation
- Réduction de consommation d'eau potable

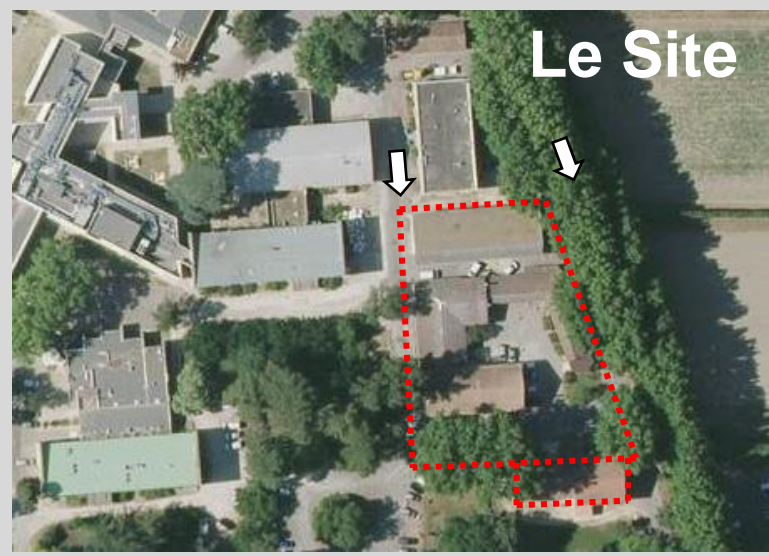
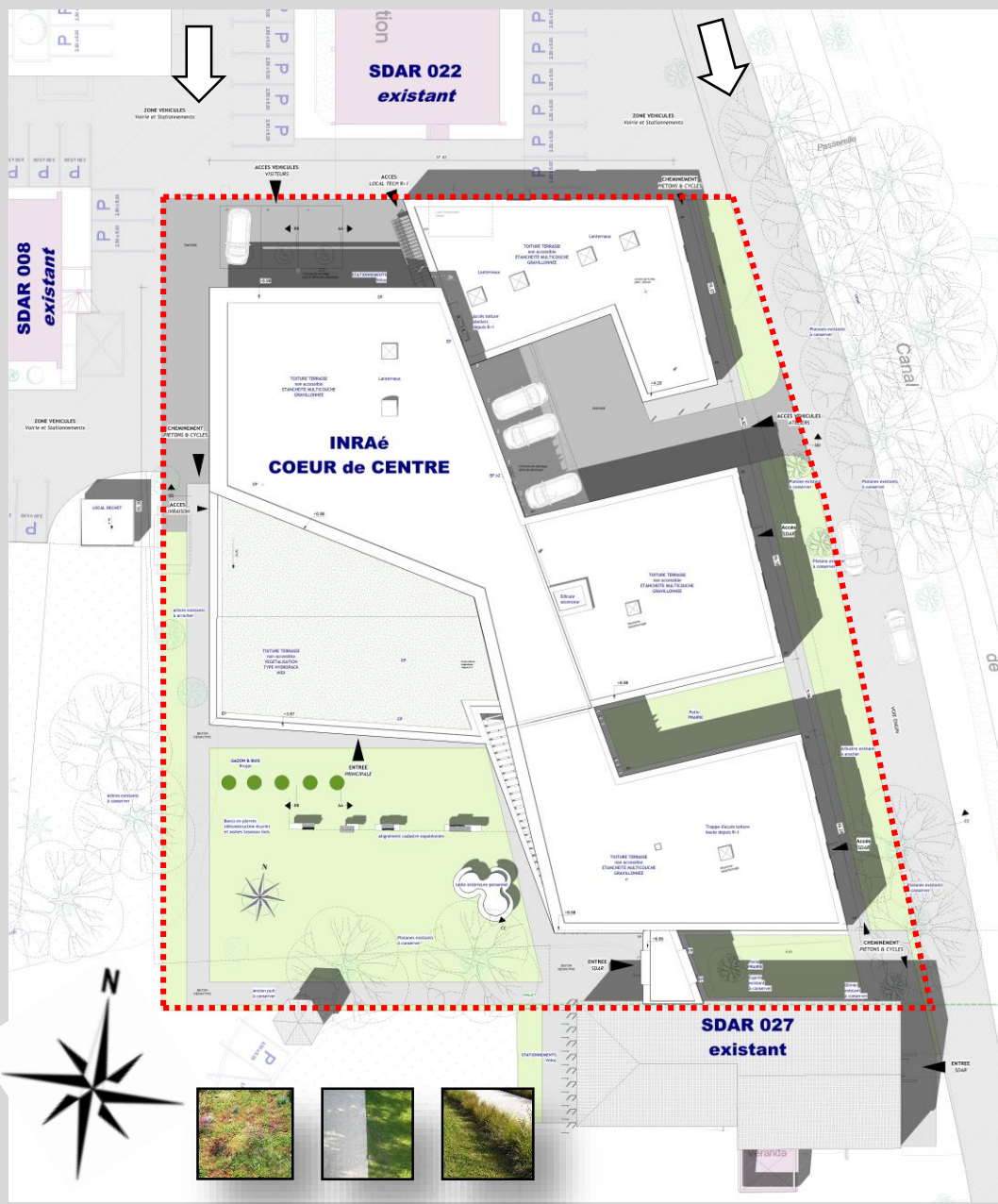


- Assurer le confort et la santé des usagers



- Confort visuel
- Confort thermique et acoustique
- Qualité des matériaux et débits de ventilation

# Plan masse



## Le Site



## SDAR 027



## Le Canal



## Le Parc

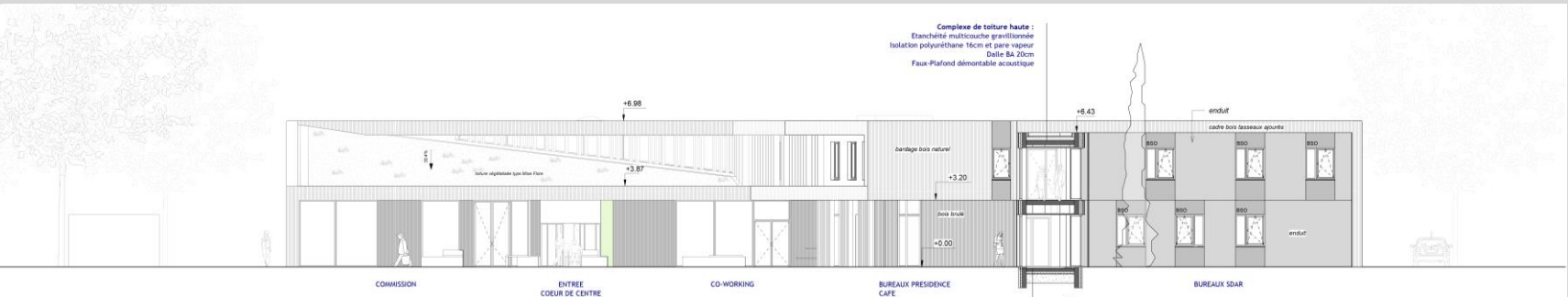
# Façades



**CŒUR DE CENTRE :**  
*tasseaux bois naturel*  
*et lames de bois brûlé*

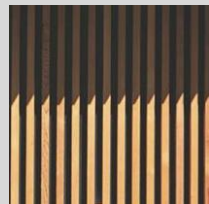


### Façade Ouest



### Façade Sud

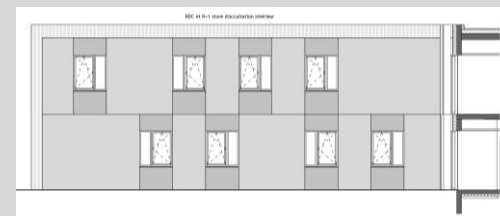
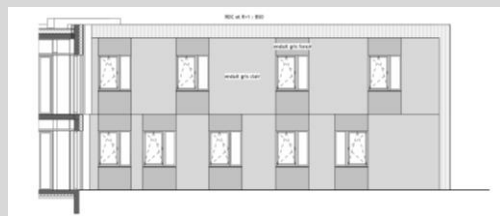
# Façades



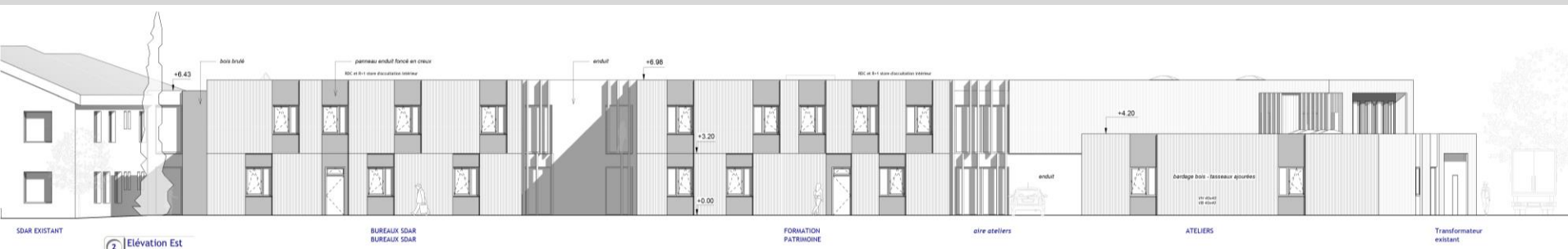
## Bloc formation

← Sud

Nord →



**SDAR :**  
*tasseaux bois  
et enduit sur ITE*

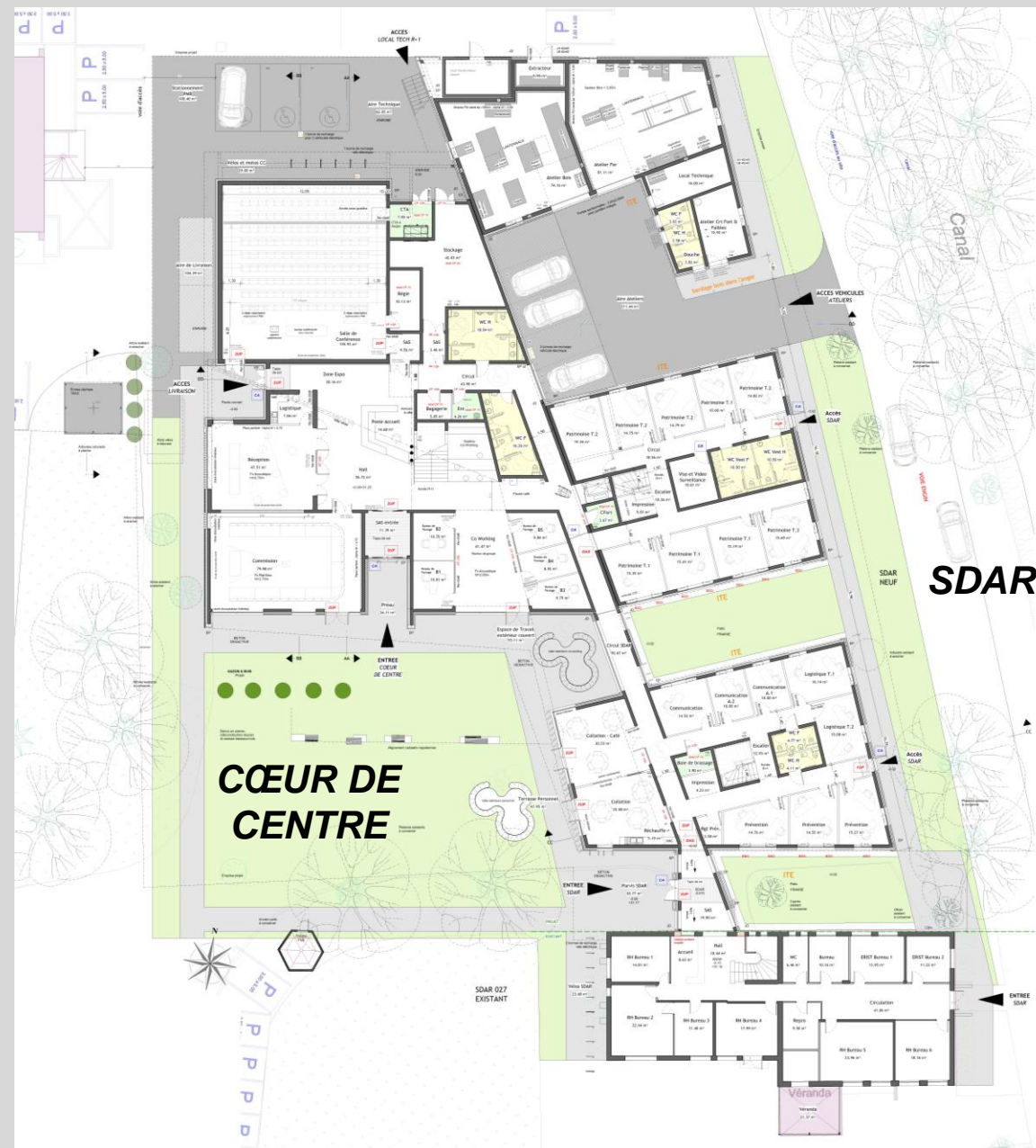


### Façade Est

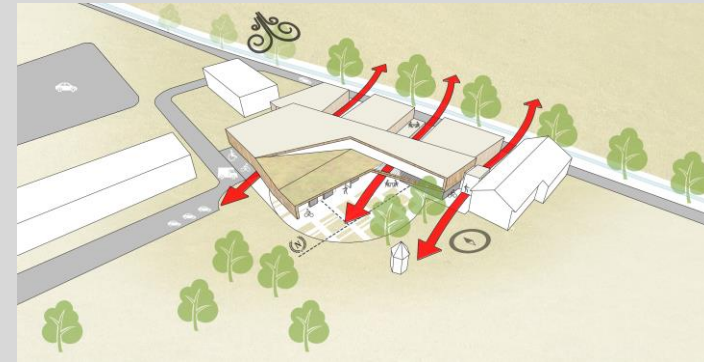


### Façade Nord





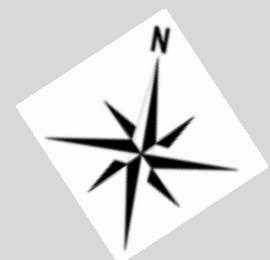
# Plan de niveaux



## Plan RDC

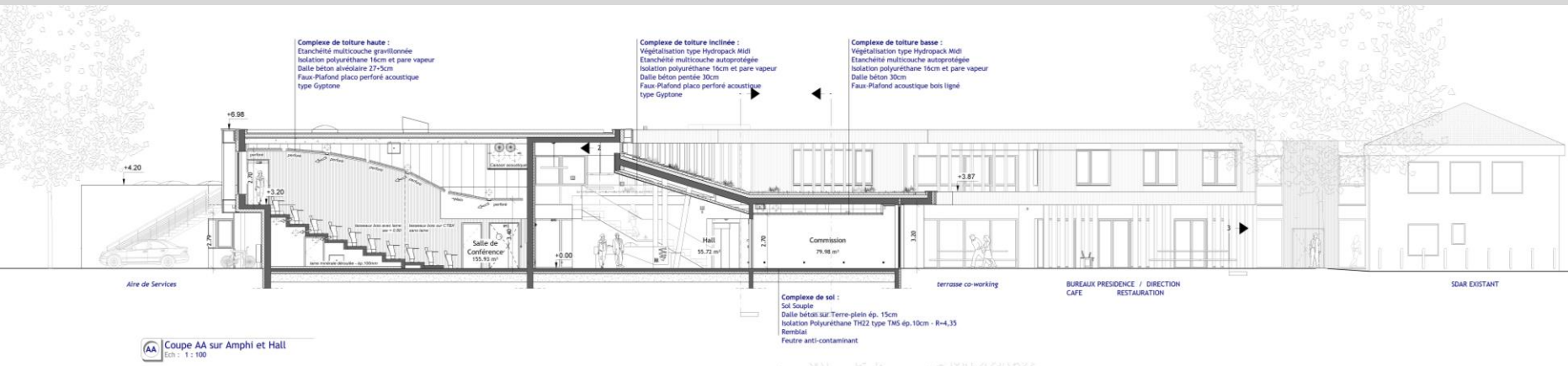
**SDAR**

**SDAR 027  
existant**





# Coupes

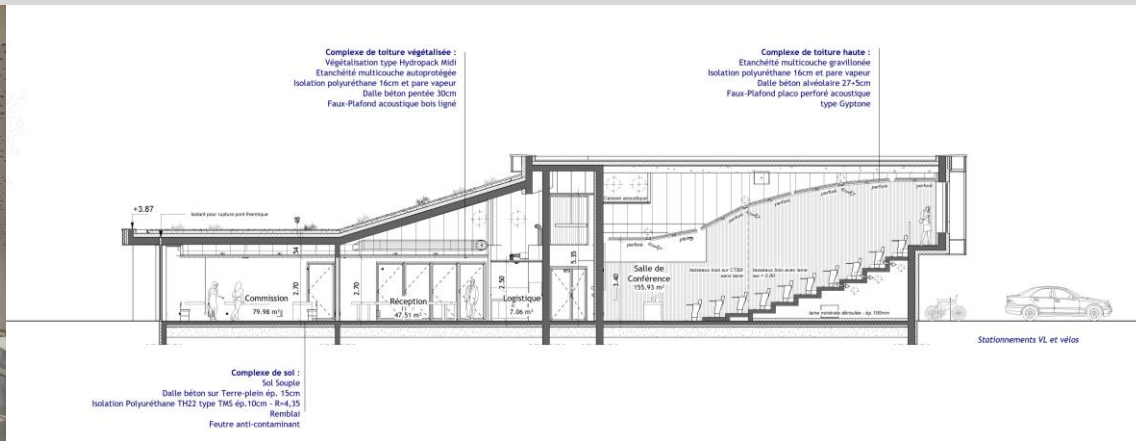


Coupe sur Salle de Conférence / Hall / Parvis

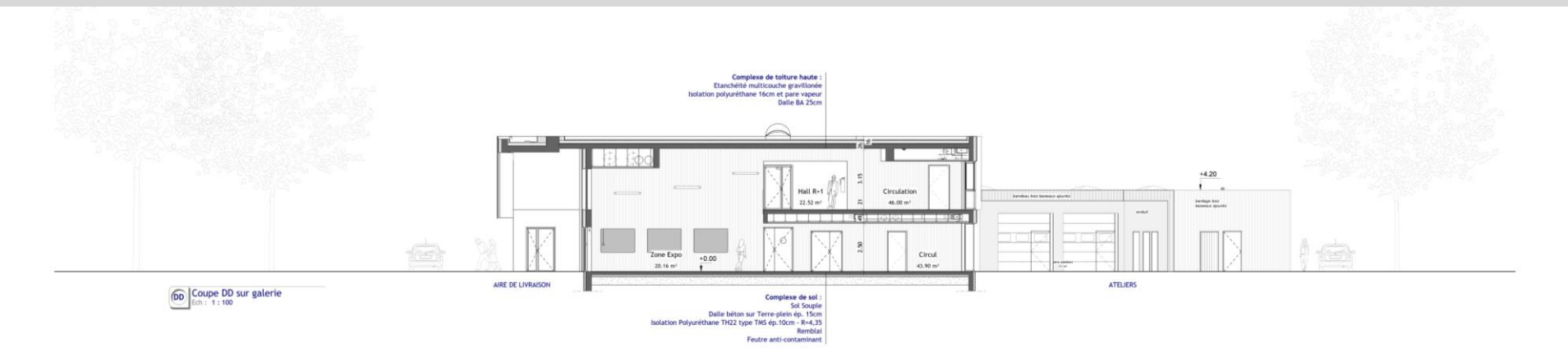


Coupe sur SDAR sud et Collation/Café

# Coupes



Coupe sur Salle de Conférence / Commission-Réception



Coupe sur Hall / Galerie

## COÛT PREVISIONNEL TRAVAUX

3 693 620 € H.T.\*

\*Travaux hors honoraires MOE, hors PSE

### HONORAIRES MOE

mission de BASE

400 440 € H.T.

1 718 € H.T. / m<sup>2</sup> de sdp

# Fiche d'identité

## Typologie

- Tertiaire – Bureaux

## Surface

- 2 149 m<sup>2</sup><sub>SDP</sub>

## Altitude

- 31 m

## Zone clim.

- H2d

## Classement bruit

- BR 1
- Catégorie CE2

## Bbio

- Bbio : 96
- Bbio max : 168
- Gain : 43%

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

- Niveau RT
- Cep = 81,9 kWhep/m<sup>2</sup>
- Cepmax = 132 kWhep/m<sup>2</sup>
- Gain = 38%

## Production locale d'électricité

- Pas de production locale d'électricité

## Planning travaux Délai

- Début : été 2020
- Fin : hiver 2021/2022
- Délai 15 mois

# Le projet au travers des thèmes BDM

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE



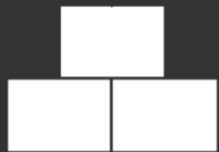
# Gestion de projet

- Intégration de la démarche BDM dès la phase Programmation
  
- Réalisation d'une charte de chantier à faibles nuisances
  - Objectif de limitation des quantités de déchets : moins de 80kg/m<sup>2</sup>SDP
  - Limitation des nuisances (pollution des sols, de l'eau et de l'air, limitation de consommation de ressources...)
  - Protection de la biodiversité et des arbres conservés
  
- Objectif d'étanchéité à l'air fixé à 1m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>  
→ Test d'étanchéité à l'air prévu au hors d'eau/hors d'air puis à la réception pour valider la valeur fixée au calcul RT

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Social et économie

- Réalisation d'une étude de mobilité
- Intégration des utilisateurs dans le processus de programmation et de conception :
  - Nombreux échanges en phase programmation pour recueillir leurs besoins et attentes et les traduire au mieux
  - Participation de représentants des différentes entités de l'INRAE aux réunions de présentation de phases
- Association du gestionnaire (INRAE) aux phases de conception.
- Livrets utilisateur et gestionnaire : réalisés par la maîtrise d'œuvre en fin de chantier



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



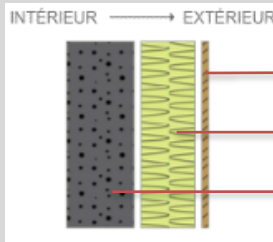
CONFORT ET SANTE

# Matériaux

**R**  
(m<sup>2</sup>.K/W)

**U**  
(W/m<sup>2</sup>.K)

## MURS EXTERIEURS

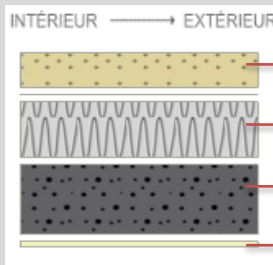


Enduit ou bardage bois  
Laine de roche extérieure TH36 16cm  
Béton bas carbone 20cm

4,7

0,21

## TOITURE TERRASSE / VEGETALISEE

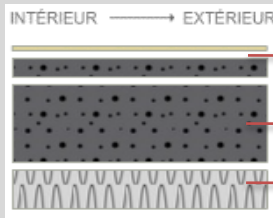


Végétalisation 10cm sur partie de toiture sur étanchéité  
Polyuréthane TH23 16cm  
Dalle béton bas carbone 20cm  
Faux plafond

7,2

0,14

## PLANCHER BAS SUR TERRE PLEIN

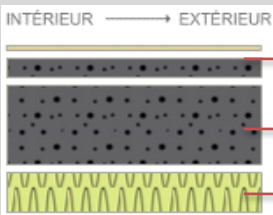


Chape + Revêtement de sol  
Dalle béton bas carbone  
Polystyrène extrudé TH27 10cm

3,9

0,26

## PLANCHER BAS SUR EXTERIEUR



Chape + Revêtement de sol  
Dalle béton bas carbone  
Panneau laine de roche TH36 10cm

3

0,33

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Energie

## CHAUFFAGE



- Pompe à chaleur Air/Eau
- Ventilateurs-convecteurs
- Radiateurs basse température

## REFROIDISSEMENT



- Pompe à chaleur Air/Eau
- Ventilateurs-convecteurs

## ECLAIRAGE



Eclairage LED,  $P < 7W/m^2$

Détection de mouvement temporisée  
3min

Sondes de luminosité : sanitaires,  
vestiaires, circulations

Manuel : locaux techniques, bureaux,  
autres

## VENTILATION



- Ventilation double flux
- Echangeur rotatif,  $\eta > 70\%$
- Débits:  $25m^3/h/pers$
- Asservissement à sondes de présences et/ou de  $CO_2$

## ECS



- Ballons électriques au plus près des points de puisage

## PRODUCTION D'ENERGIE



- Pas de production locale d'électricité

## • Les systèmes de comptage

### Comptages Electriques :

TGBT RDC	Celec : Eclairage / tranche de 500m <sup>2</sup>
	Celec : PC / tranche de 500m <sup>2</sup>
	Celec : Ballons ECS
	Celec : Terminaux de chauffage
	Celec : Eclairage Extérieur
	Celec : CTA 4 : Salle de conférence
	Celec : Ventilation 1 : Logistique
AD R+1	Celec : Ventilation 2 : Collation
	Celec : Eclairage / tranche de 500m <sup>2</sup>
	Celec : PC / tranche de 500m <sup>2</sup>
	Celec : Ballons ECS
	Celec : Terminaux de chauffage
	Celec : CTA 1 : SDAR SUD
	Celec : VMC 1 : Sanitaires SDAR SUD
AD ATELIERS	Celec : VMC 2 : SDAR NORD
	Celec : Eclairage / tranche de 500m <sup>2</sup>
	Celec : PC / tranche de 500m <sup>2</sup>
	Celec : Ballons ECS
	Celec : Terminaux de chauffage
AD LT PAC	Celec : VMC 4 : Sanitaires Ateliers
	Celec : Eclairage LT PAC
	Celec : PC
	Celec : CTA 2 : SDAR NORD
	Celec : CTA 3 : Commission
	Celec : VMC 3 : Sanitaires Amphi
	Celec : Clim 1 Info
	Celec : Clim 2 Info

### Comptages Energétiques :

Cnrj : Primaire PAC
Cnrj : Réseaux CTA & Ventilateurs
Cnrj : Réseaux Panneaux Rayonnants
Cnrj : Réseaux Radiateurs

A priori supprimé ; en attente de → confirmation de décision du MOA

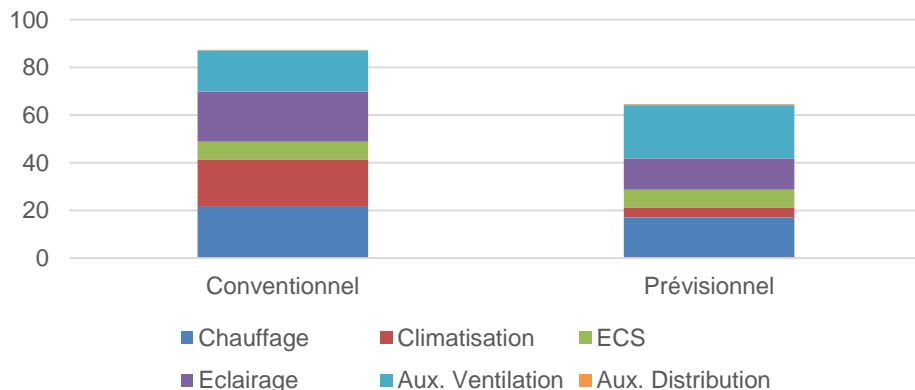
### Comptages Volumiques :

Adduction d'Eau Potable	Cvol : Concessionnaire
	Cvol : AEP Bâtiment Efroide
	Cvol : Remplissage Chauffage
Adduction d'Eau Forage	Cvol : Eau d'alimentation des WC
	Cvol : Eau d'arrosage

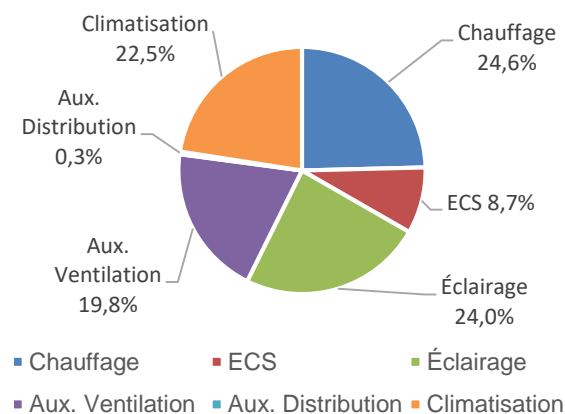


## • Répartition de la consommation en énergie primaire en kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup> SRT.an

Comparaisons consommations conventionnelles et prévisionnelles (kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>SRT)



Cep = 87,4 / 132 (-34%)

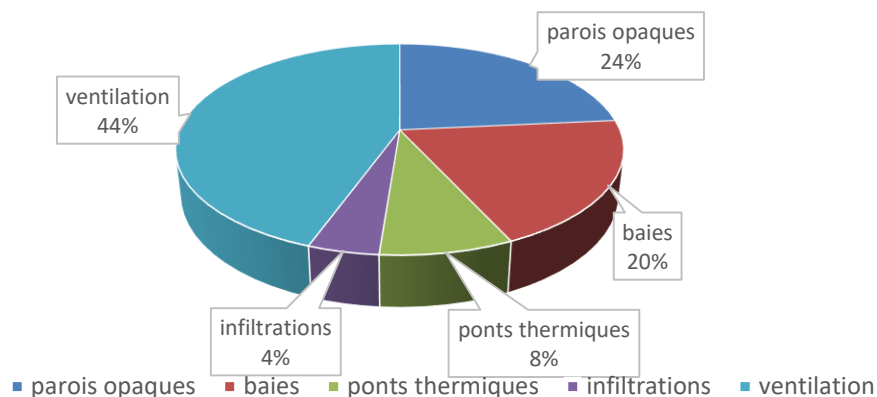


	Conventionnel (RT)	Prévisionnel (STD)
5 usages (+froid) (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	87,4	64,5
Tout usages (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	187,4 (+100)	83

Ne prend en compte que l'usage informatique en électricité spécifique

# Energie - Performance énergétique

Déperditions (EN12831) Tbase -6°C



## • Besoins énergétiques

	Météo standard	Météo chaud
<b>Besoin de chauffage annuel</b>	26,2 kWhe.u./m <sup>2</sup> chauffé	23,1 kWhe.u./m <sup>2</sup> chauffé
	22,6 kWhe.u./m <sup>2</sup> SDP	19,8 kWhe.u./m <sup>2</sup> SDP
<b>Besoin de rafraîchissement annuel</b>	8,6 kWhe.u./m <sup>2</sup> clim.	17,7 kWhe.u./m <sup>2</sup> clim.
	4,7 kWhe.u./m <sup>2</sup> SDP	9,7 kWhe.u./m <sup>2</sup> SDP

- *Ces indicateurs seront confrontés à des ordres de grandeur connus et niveaux standards afin de pouvoir positionner le bâtiment en termes de performance énergétique.*

# Ecomobilité

Étude du potentiel d'écomobilité avec l'outil de l'association Effnergie

Hypothèses d'entrée :

- surface 2149 m<sup>2</sup> (SDP)
- 55 occupants, distance moyenne au domicile 15 km
- accessibilités
  - Modes doux (vélos, etc) : moyen
  - Transports en communs : bon
- Résultats

Résultats	Energie primaire totale (kWh/an)	Changement climatique (kg éq CO2/an)
Résultat par m <sup>2</sup>	104	23
Résultats total	223159	50339



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

# Confort et Santé : baies

Menuiseries	Composition
Type de menuiseries	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Châssis Aluminium à rupture de pont thermique</li> <li>- Double vitrage faible émissivité, lame argon</li> <li>- Déperdition énergétique <math>U_g = 1 \text{ W/m}^2/\text{K}</math></li> <li>- Facteur solaire <math>S_g = 60\%</math></li> <li>- Transmission lumineuse <math>T_g = 80\%</math></li> <li>• Nature des fermetures : BSO (Sud et Ouest), lames verticales fixes (Ouest), Screen intérieurs (Ouest, Est, Nord)</li> </ul>

57 m<sup>2</sup>

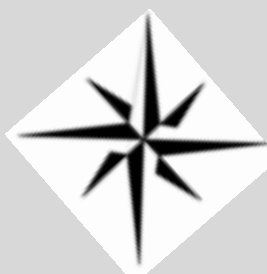
16,3%

Nord

100 m<sup>2</sup>

28,6%

Ouest



Est

77 m<sup>2</sup>

22%





Sud

116 m<sup>2</sup>

33,1%

# Confort et Santé : baies



-  Screen extérieur ou BSO
-  screen occultant intérieur
-  BSO
-  BS fixes verticaux

## Conception bioclimatique

- **Profiter des apports gratuits l'hiver**

Taux de vitrage 21 % (toutes orientations)

Facteur solaire 60% (préserver transmission lumineuse élevée pour l'objectif de Facteur de Lumière du Jour)

Bandeau vitré orienté SSO en partie haute du volume hall d'accueil

- **Diminuer les apports l'été :**

Préservation des arbres à l'est (canal) et à l'ouest

Protections architecturales pour le niveau RDC : casquette pleine en façade sud, casquette à lames horizontales façade ouest (cafétéria)

Brise-soleils verticaux fixes façade ouest (cafétéria, salle de réunion étage, bandeau vitré hall)

Protections mobiles pour tous locaux : BSO sud et ouest, stores screen est et nord

Salle de conférence : baies exposées au nord et débord latéral côté ouest

Bandeau déporté haut R+1

Vigilance à prévoir sur la gestion du matériel informatique

- **Décharger le bâtiment :**

Structure béton ITE pour l'inertie

Possibilité de mise en marche nocturne de la ventilation mécanique

Possibilité d'ouverture des baies pour les locaux à l'étage (pas de ventilation traversante, mais peut-être suffisant en mi-saison)

# Hypothèses Simulation Dynamique

## Fichier Météorologique

- Orange-Caritat (Météonorm)
- Données horaires moyennes période 2000-2009 (fichier standard)
- Variante fichier chaud : données horaires maximales période 2000-2009)

## Scénario d'occupation

Bureaux 2 postes : 2 pers, 8h/j, 5J/sem ;  
PC fixes ; 50% congés juillet ou août  
Bureaux 1 poste : Idem mais 1pers  
Salle formation : 20pers, 8h/j, 4j/sem, 18  
PC fixes

## Densité d'occupation

Bureaux 2 postes : 21m<sup>2</sup>/pers  
Bureaux 1 poste : 26 m<sup>2</sup>/pers  
Salles formations : 1,65 m<sup>2</sup>/pers

## Puissance installée des équipements.

- Eclairage : 7W/m<sup>2</sup> au max (bureaux, salles de réunion, formation) – apports dépendants du besoin réel (autonomie lumineuse valorisée)
- Apports internes équipement hors éclairage (informatique bureaux, salles de formation): 16,4 W/m<sup>2</sup>

## Charge interne moyenne annuelle

- Charge moy. Annuelle : 1,44 W/m<sup>2</sup>

## Ventilation mécanique

Débits de ventilation : 25 m<sup>3</sup>/h/pers hors ateliers (45m<sup>3</sup>/h/pers)  
Débits saisis local par local (reprise et air neuf) selon tableaux des débits du BE fluides



# Confort et santé - Surventilation nocturne

## Hypothèses de surventilation

### Surventilation mécanique nocturne en été

- ✓ Pour tous les locaux traités en double flux
- ✓ Période de fonctionnement : début juin à fin août
- ✓ Plage horaire de fonctionnement : 22h – 6h
- ✓ Débits mis en œuvre : débit nominal de jour fonction du nombre d'occupants (pas de surdimensionnement des réseaux aérauliques)
- ✓ Programmation GTC (type de sonde à définir en PRO)



Planning annuel

### Exemple : salle informatique

Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
normal								500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500					
absence	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
normal été	500	500	500	500	500	500	0	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	0	0	0	500	500

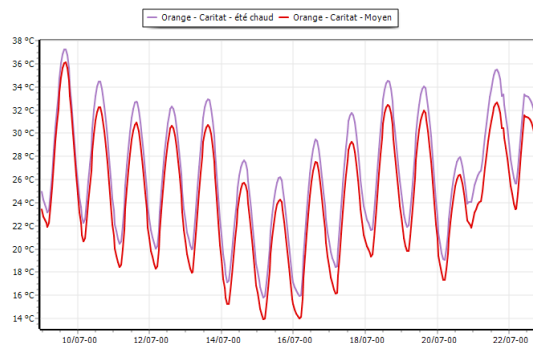
Planning horaire

# Confort et santé: Indicateurs

## • Critère de confort thermique STD

### Résultats de la STD en configuration non rafraîchie (1/2)

Bâtiment non rafraîchi Climat	Non Moyen >28°C	Non Moyen >28°C	Non Moyen >30°C	Non Moyen Tmax	Bâtiment non rafraîchi Climat	Non Chaud >28°C	Non Chaud >28°C	Non Chaud >30°C	Non Chaud Tmax
Zone	Heure d'inconfort	Taux d'inconfort	Heure d'inconfort	Température max	Zone	Heure d'inconfort	Taux d'inconfort	Heure d'inconfort	Température max
atelier bois	151	8,0%	4	31,9	atelier bois	281	15,0%	127	33,3
coworking B1	14	0,7%	0	29,8	coworking B1	159	7,5%	7	31,8
cafétéria	13	0,6%	0	28,7	cafétéria	230	9,0%	7	30,8
coworking B2	12	0,6%	0	29,6	coworking B2	138	6,5%	7	31,6
salle commission	11	2,0%	0	28,9	salle commission	53	9,8%	7	30,8
bureau président	10	0,6%	2	34,8	bureau président	120	5,7%	9	36,0
salle de conférence	5	0,2%	0	30,0	salle de conférence	91	3,9%	4	31,3
SDAR RDC patrimoine 6	22	1,1%	3	31,6	SDAR RDC patrimoine 6	153	7,2%	14	33,5
SDAR RDC logistique 2	20	1,0%	3	30,6	SDAR RDC logistique 2	147	7,0%	15	32,7
SDAR RDC patrimoine 2	17	0,8%	1	30,3	SDAR RDC patrimoine 2	140	6,6%	14	32,4
SDAR RDC prévention 2	16	0,8%	2	31,6	SDAR RDC prévention 2	102	4,9%	13	32,9
SDAR R+1 formation info	71	4,1%	4	32,0	SDAR R+1 formation info	155	8,7%	59	34,0
SDAR R+1 E-learning	26	1,5%	3	33,9	SDAR R+1 E-learning	109	6,1%	22	35,0
SDAR R+1 formation gén.	88	4,9%	10	33,9	SDAR R+1 formation gén.	179	10,0%	80	35,0
SDAR R+1 partenariat 2	16	0,8%	2	34,1	SDAR R+1 partenariat 2	85	4,0%	13	35,2
SDAR R+1 partenariat 3	16	0,8%	2	34,1	SDAR R+1 partenariat 3	86	4,1%	15	35,2
SDAR R+1 partenariat 1	15	0,7%	2	34,0	SDAR R+1 partenariat 1	69	3,3%	12	35,1
SDAR R+1 marchés pub. 1	14	0,9%	1	32,4	SDAR R+1 marchés pub. 1	101	4,9%	12	34,4

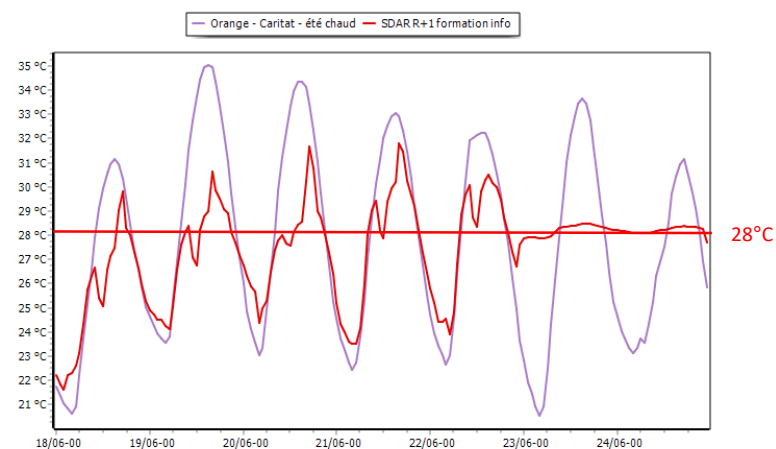
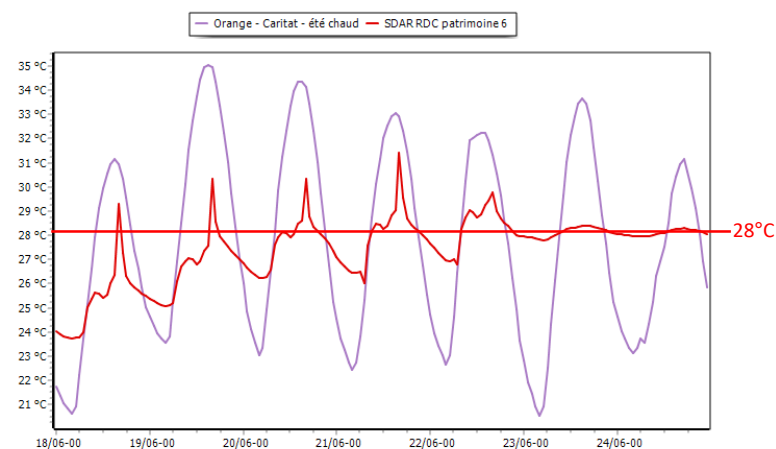


# Confort et santé: Indicateurs

## • Critère de confort thermique STD

Résultats de la STD en configuration non

Bâtiment non rafraîchi	Non Chaud + ventilation r >28°C	Non Chaud + ventilation r >28°C	Non Chaud + ventilation r >30°C	Non Chaud + ventilation r Tmax
Zone	Heure d'inconfort	Taux d'inconfort	Heure d'inconfort	Température max
atelier bois	281	15,0%	123	33,3
coworking B1	147	7,0%	7	31,7
caféteria	207	8,1%	3	30,7
coworking B2	124	5,9%	6	31,5
salle commission	52	9,6%	7	30,8
bureau président	104	5,0%	9	36,0
salle de conférence	84	3,6%	4	31,3
SDAR RDC patrimoine 6	142	6,7%	13	33,5
SDAR RDC logistique 2	138	6,5%	15	32,6
SDAR RDC patrimoine 2	126	6,0%	14	32,3
SDAR RDC prévention 2	90	4,3%	13	32,8
SDAR R+1 formation info	150	8,4%	53	34,0
SDAR R+1 E-learning	101	5,7%	14	35,0
SDAR R+1 formation gén.	176	9,9%	71	35,0
SDAR R+1 partenariat 2	78	3,7%	13	35,2
SDAR R+1 partenariat 3	80	3,8%	13	35,2
SDAR R+1 partenariat 1	64	3,0%	12	35,1
SDAR R+1 marchés pub. 1	93	4,5%	12	34,4

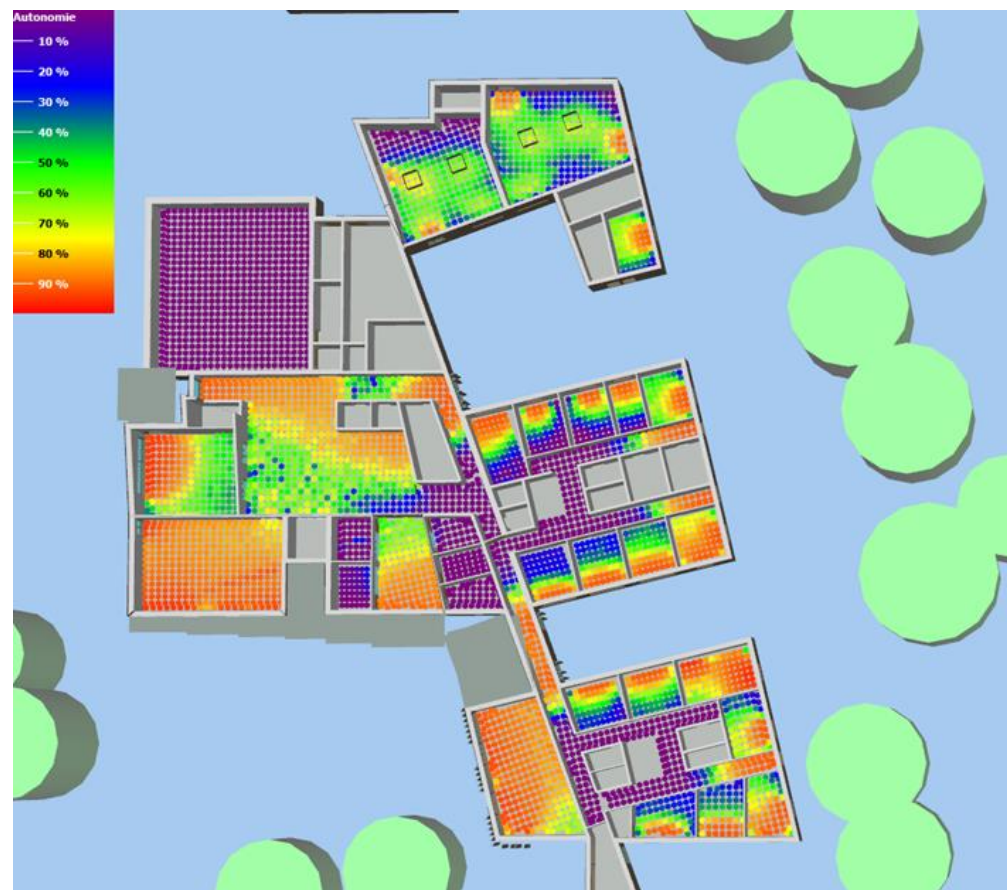


Confort adaptatif selon norme EN15251 : non évalué car le bâtiment sera climatisé, et absence de dispositif de brassage de l'air

# Confort et santé

- **Confort Acoustique** : bien traité
- **Qualité de l'air** :
  - Mise en œuvre de matériaux A+
  - Ventilation 25m<sup>3</sup>/h/pers
- **Confort visuel** :

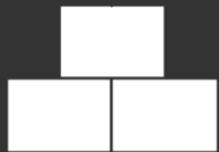
Autonomie lumineuse satisfaisante →  
(RDC – pour 300 lux demandés)



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU




CONFORT ET SANTE

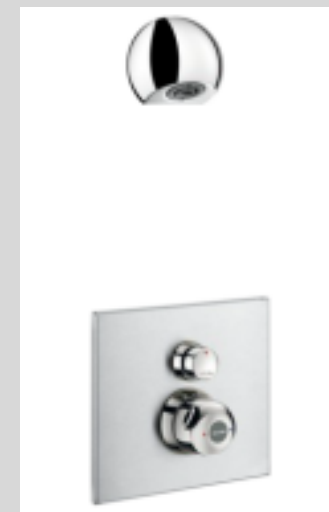
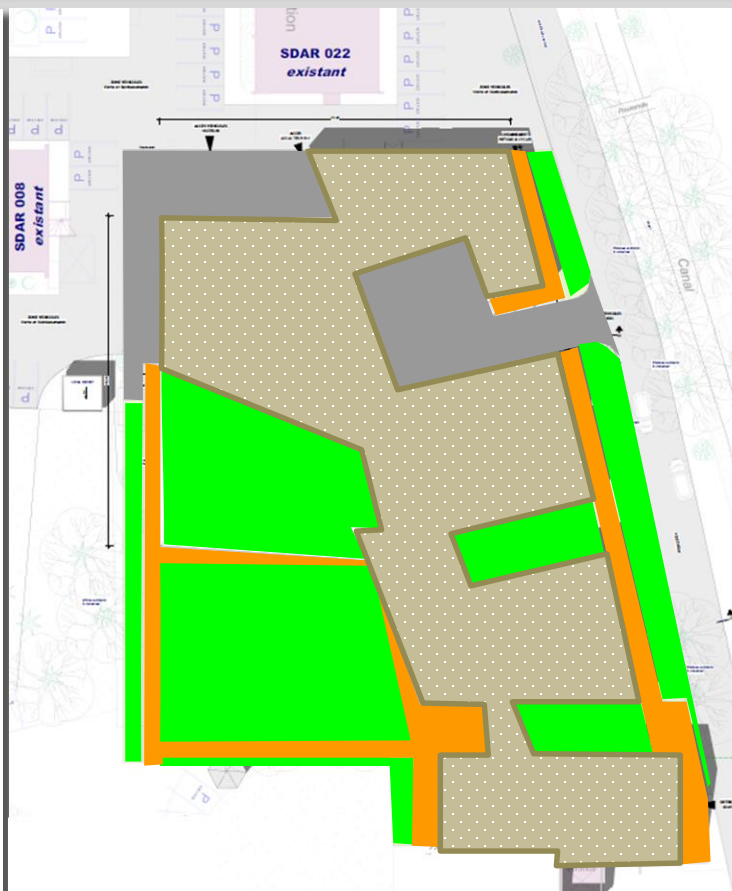
# Eau

- Equipements hydro économes :
  - WC double chasse 3/6L
  - Douchette 6L/min à 3bar
  - Mitigeur lavabos : 3L/min à 3bars, temporisation 7s

- WC alimentés par de l'eau de forage
- Imperméabilisation de la parcelle : 76%

(Attente de validation du MOA)

-  Espaces verts
-  Béton désactivé
-  Enrobé
-  Toitures



# Pour conclure

*Conception du projet en concertation avec les  
utilisateurs*

*Acoustique bien traitée*

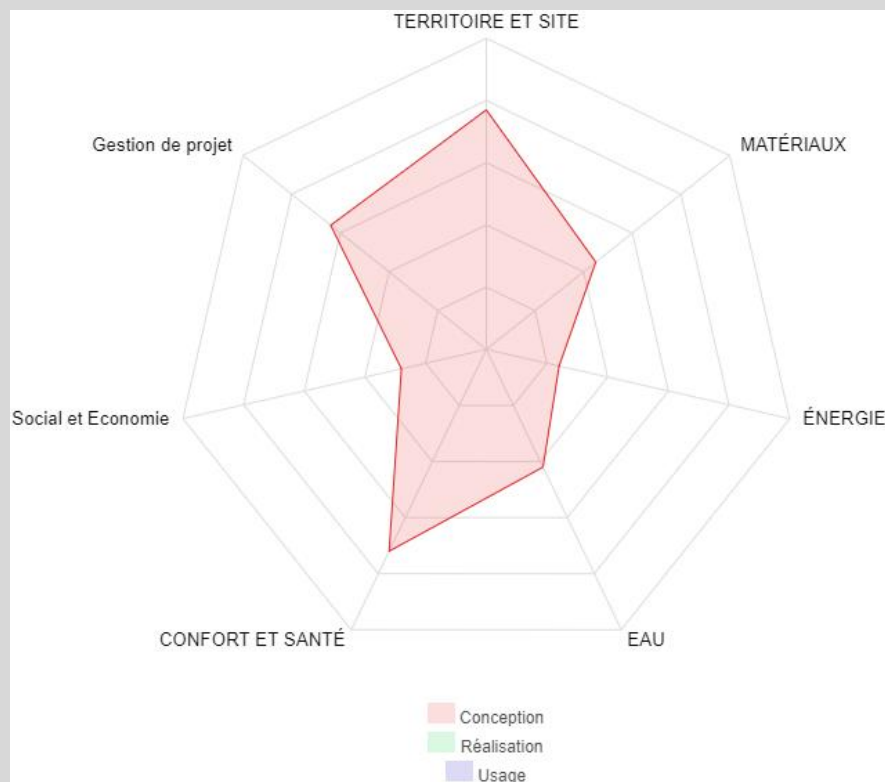
*Autonomie lumineuse satisfaisante*

*Matériaux biosourcés*

*Performances des vitrages (facteur solaire)*

*Imperméabilisation de la parcelle*

# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM





# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

### MAITRISE D'OUVRAGE

INRAE PACA (84)



### AMO QEB

EODD (13)



### UTILISATEURS

INRAE PACA (84)



## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

### ARCHITECTE

ARCHIPEL (38)



### BE THERMIQUE

CET (04)



### BE STRUCTURE, ECONOMIE, VRD

BETREC (38)



### ACOUSTIQUE

SALTO (38)



### QEB

CANOPEE (38)





**Merci pour votre attention !**