

Commission d'évaluation : Conception du 25/05/2023



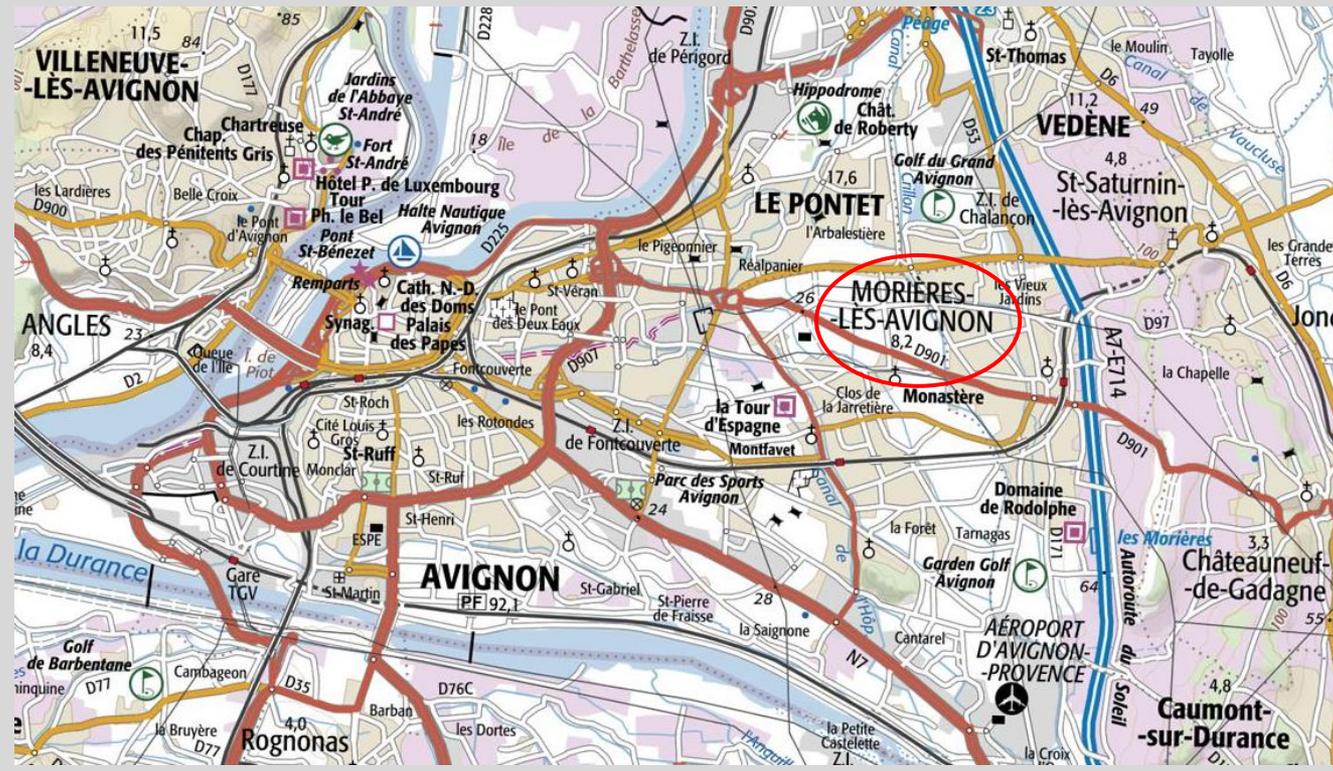
Groupe scolaire des Craoux à Morières-lès-Avignon(84)



Maîtrise d'ouvrage	Architecte	BE Technique	AMO QEB	Contrôle technique
Ville de Morières-lès-Avignon	APACHE / Isabelle ARNOLD	BETOM ingénierie CAP TERRE	albedo AMO/Domène	VERITAS

Contexte

Construction d'un troisième groupe scolaire (4 classes de maternelles et 5 classes d'élémentaire) dans un EcoQuartier tourné vers l'agriculture



Enjeux Durables du projet



TERRITOIRE

Un bâtiment inséré dans un EcoQuartier tourné vers l'agriculture



MATERIAUX

Une conception bioclimatique et une enveloppe performante au service du confort d'été



ENERGIE

Un recours massif aux matériaux biosourcés et à des solutions innovantes

Consommer le moins possible et intégrer des énergies renouvelables



CONFORT ET SANTE

Une optimisation des vues et de la ventilation naturelle pour tous les locaux

Une cour oasis favorisant la biodiversité

Le projet dans son territoire

Vues satellite



Le projet dans son territoire



COMMUNE DE MORIERES-LES-AVIGNONS
éch - 1.20 000e



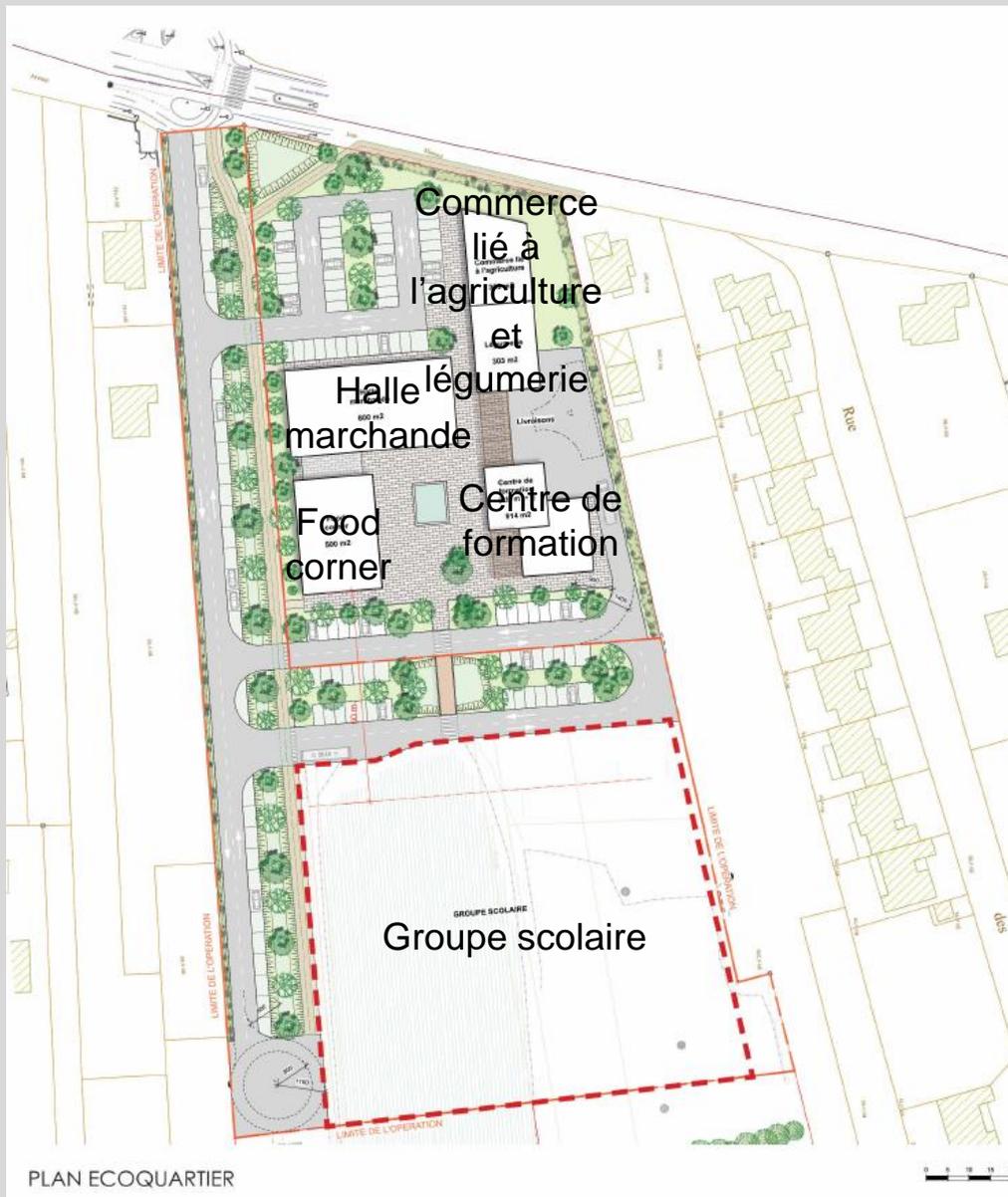
PARCELLE PROJET
éch - 1.5 000e



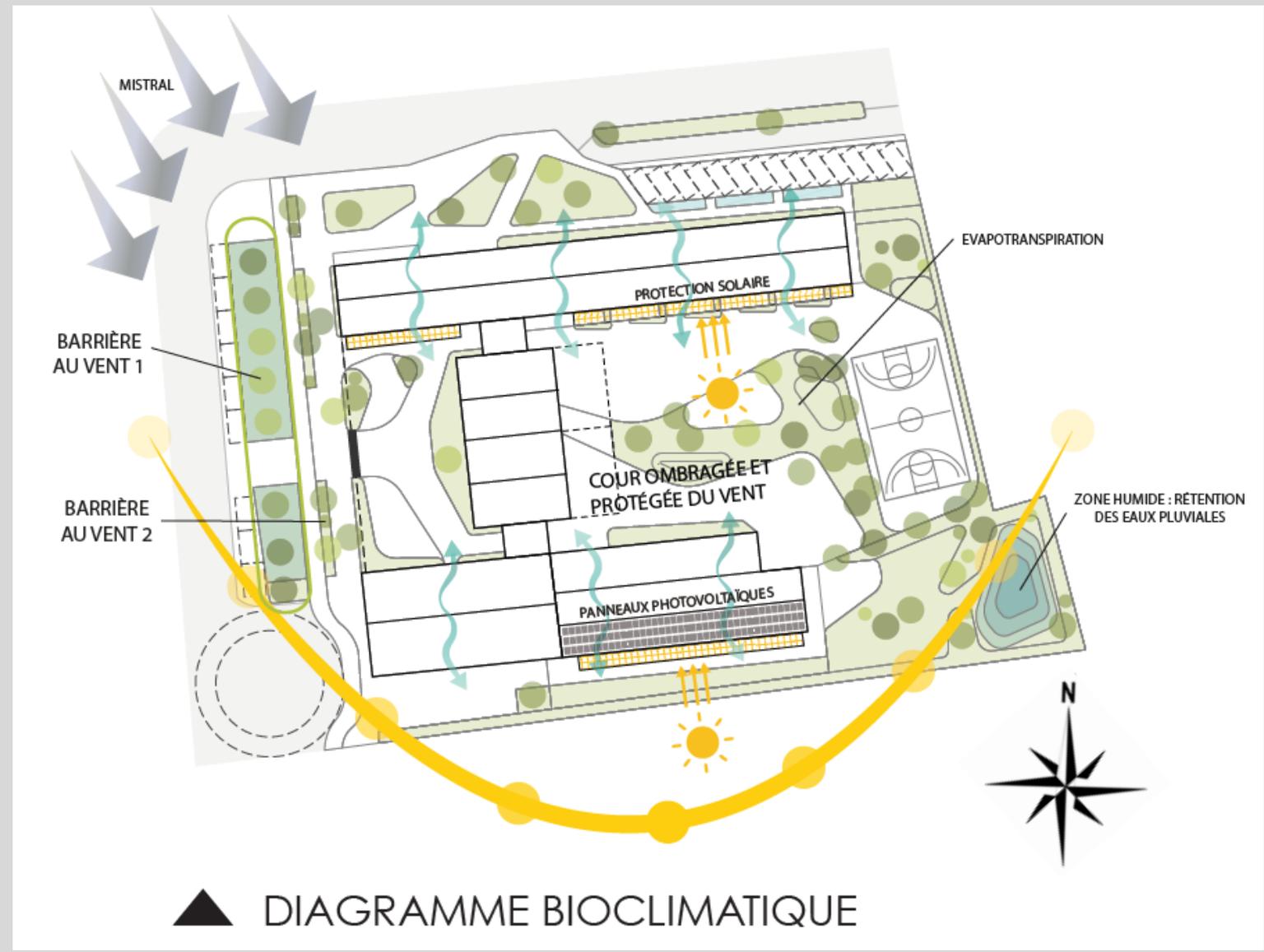
PARCELLE PROJET
éch - 1.2000e

Le terrain et son voisinage

Espace de transition entre le tissu urbain pavillonnaire et les espaces agricoles. La construction d'un groupe scolaire au Sud et d'une halle agricole au Nord permettra de concilier ces deux univers

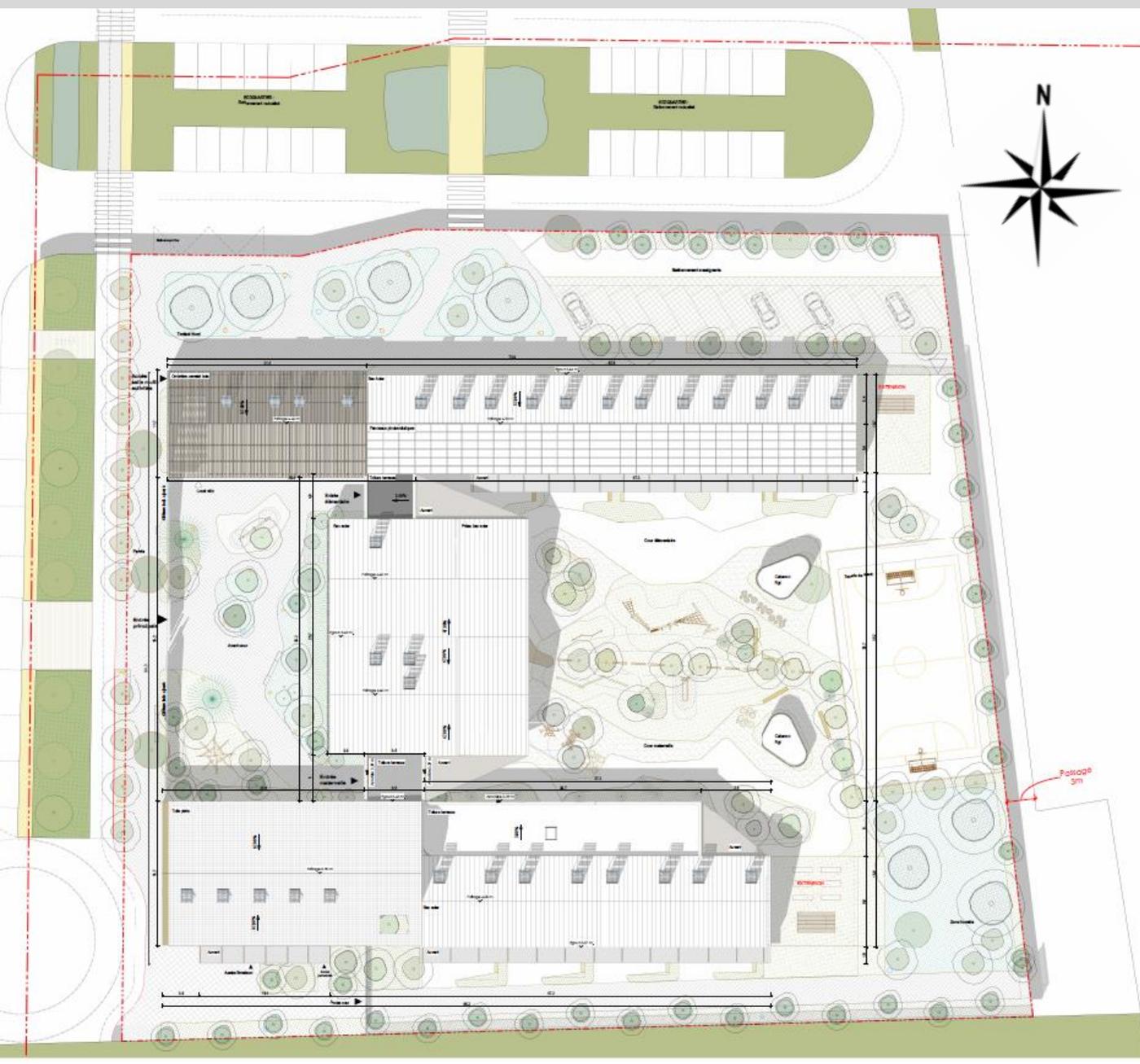


Plan masse

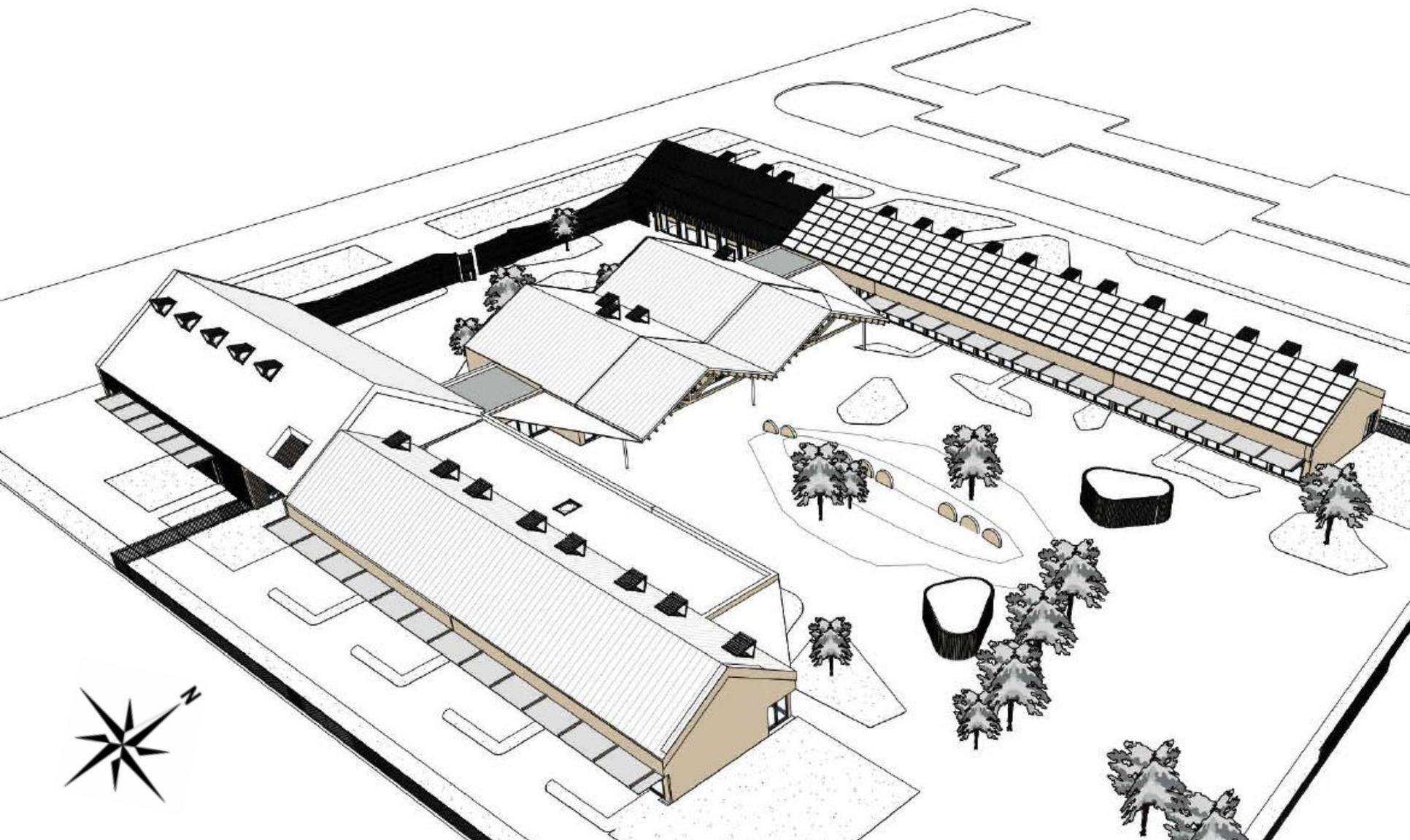


▲ DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE

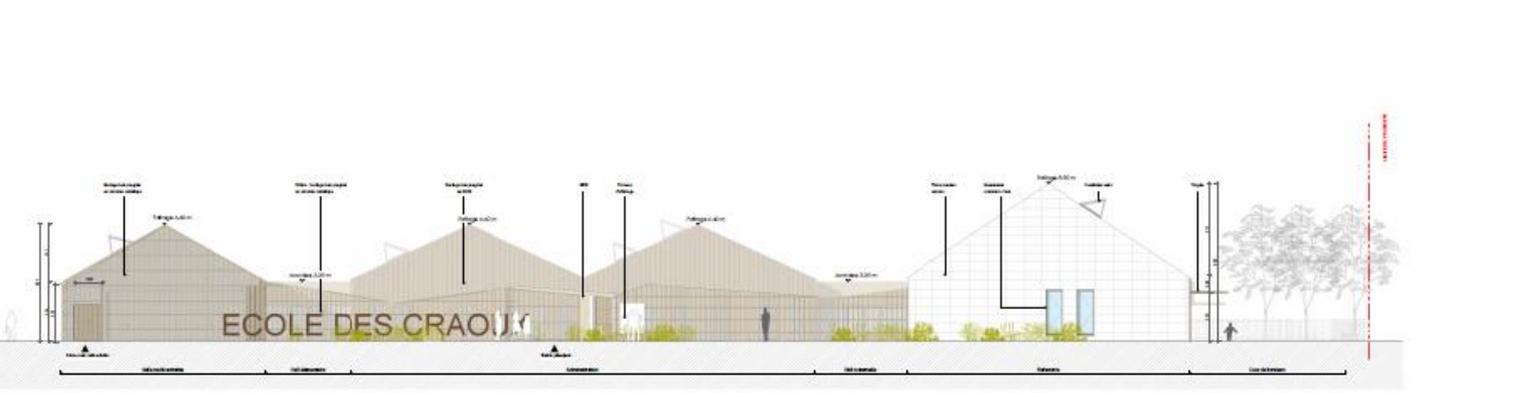
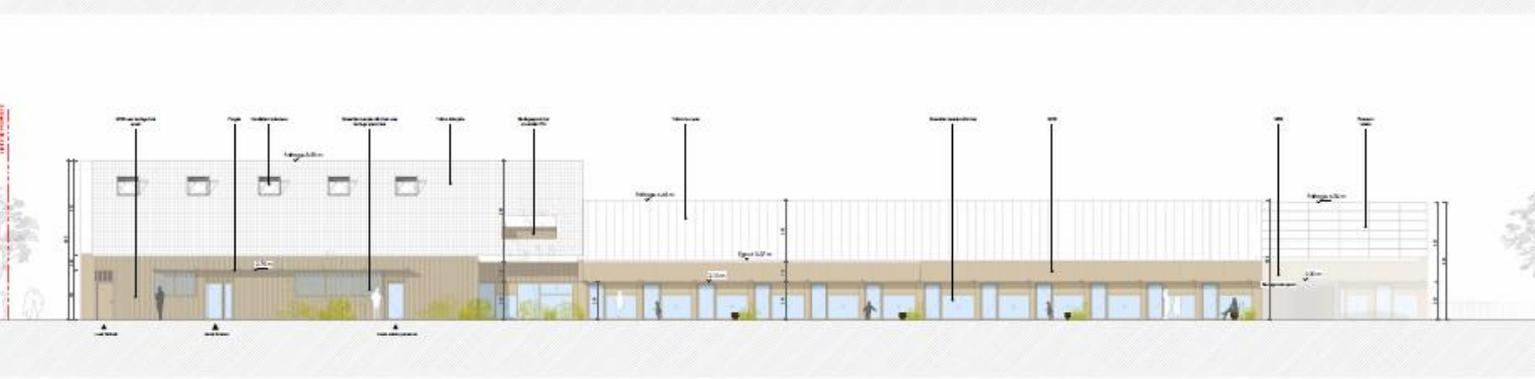
Plan masse



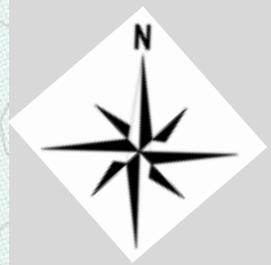
Des protections solaires fixes sur l'ensemble des vitrages Sud



Façades



Plan de niveaux



COÛT PRÉVISIONNEL TRAVAUX*

5 238 838 € H.T.

HONORAIRES MOE

780 000 € H.T.

AUTRES TRAVAUX

- VRD _____ 601 886 €
- Espaces Verts _____ 399 306 €

RATIOS*

2 770 € H.T. / m² de sdp

*Travaux hors honoraires MOE, hors fondations spéciales, parkings, VRD...

Fiche d'identité

Typologie

- **Groupe scolaire (9 classe)**

Surface

1 890 m² SU RT

Altitude

30 m NGF

Zone clim.

H2d

Classement
bruit

- **BR1**
- **Catégorie 1**

Bbio

- **78,3 Gain - 23,2 %**

Energie
primaire

- **Cep = 54,5 kWhep/m²**
- **Cep_{nr} = 54,5 kWhep/m²**
- **Gain Cep = - 45,9%**

RE 2020

- **DH/DH_{max} = 540 / 900 - 40%**
- **IC_{energie} = 66,2 / 336 - 80%**
- **IC_{construction} = 552,7 / 813,4**

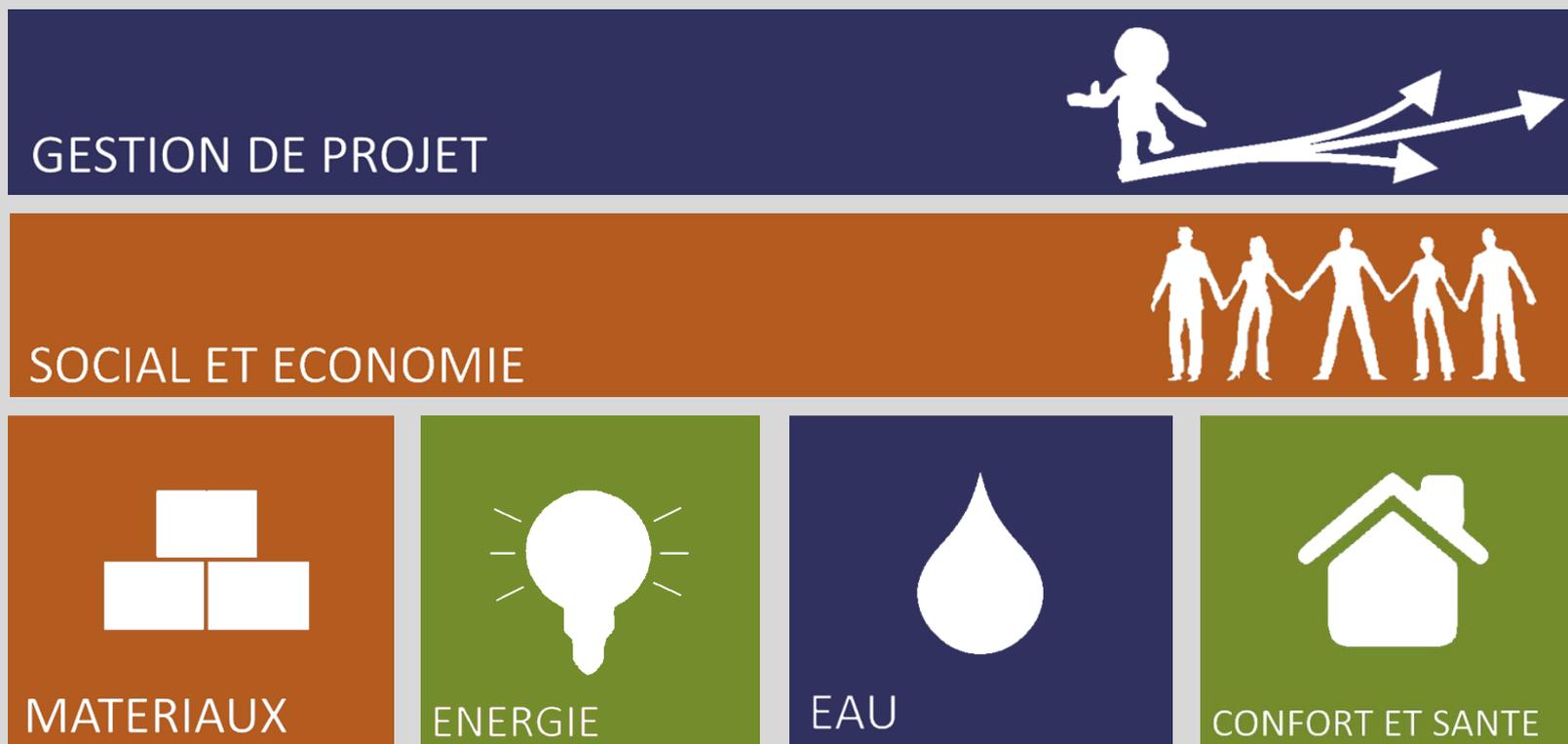
Production
locale
d'énergie

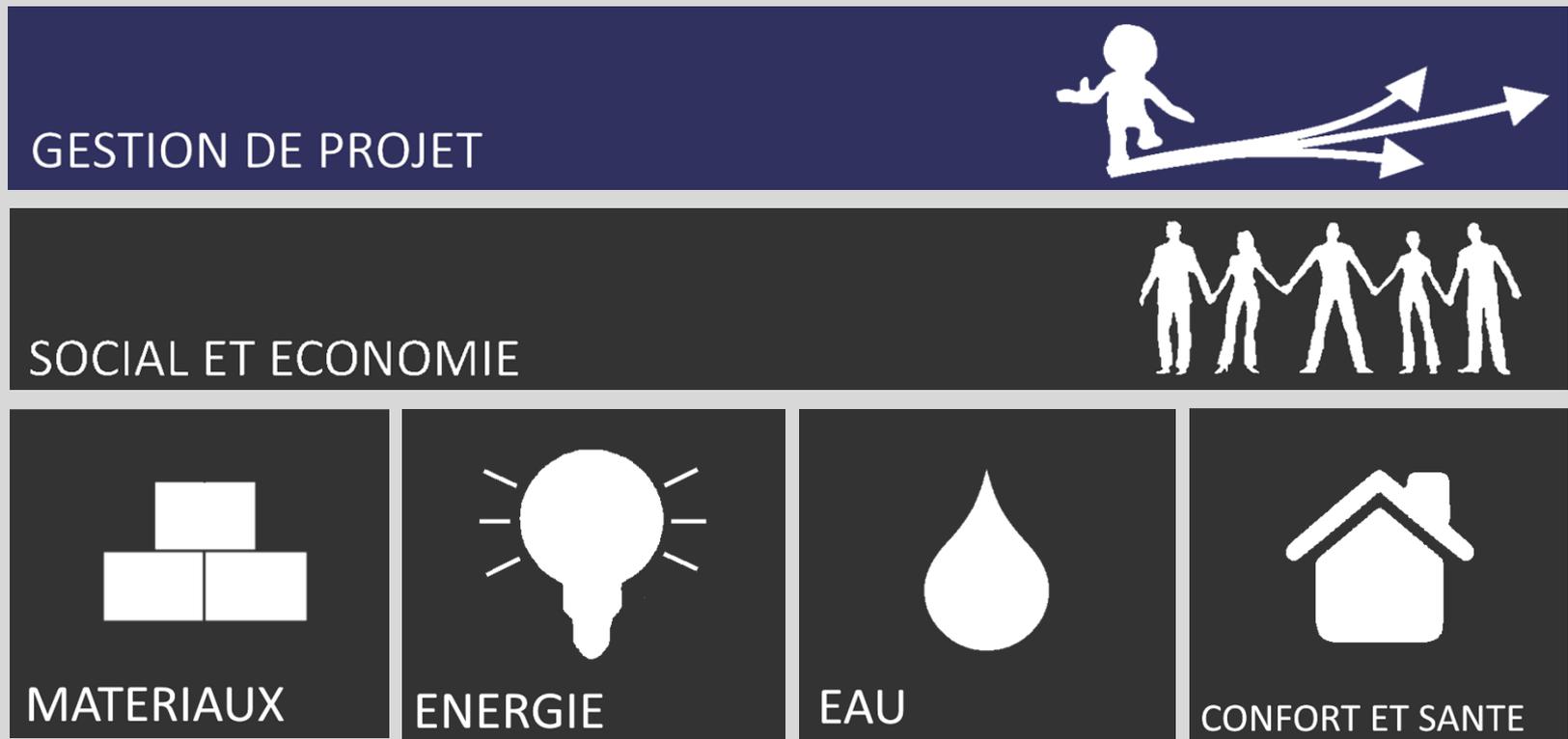
- **PV**
- **Surface : 290 m²**
- **Puissance : 60 kWc**

Planning
travaux

- **Début : Mars 2024**
- **Fin : Mai 2025**
- **Délai : 14 mois**

Le projet au travers des thèmes BDM

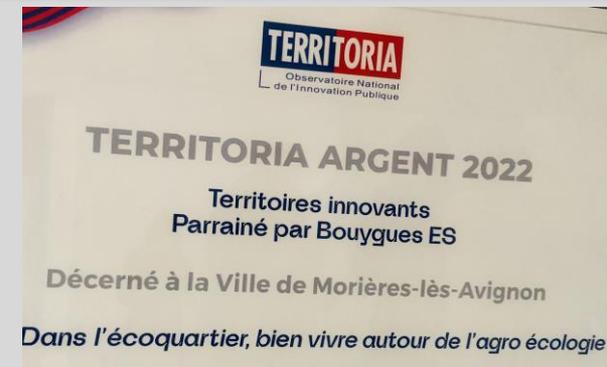


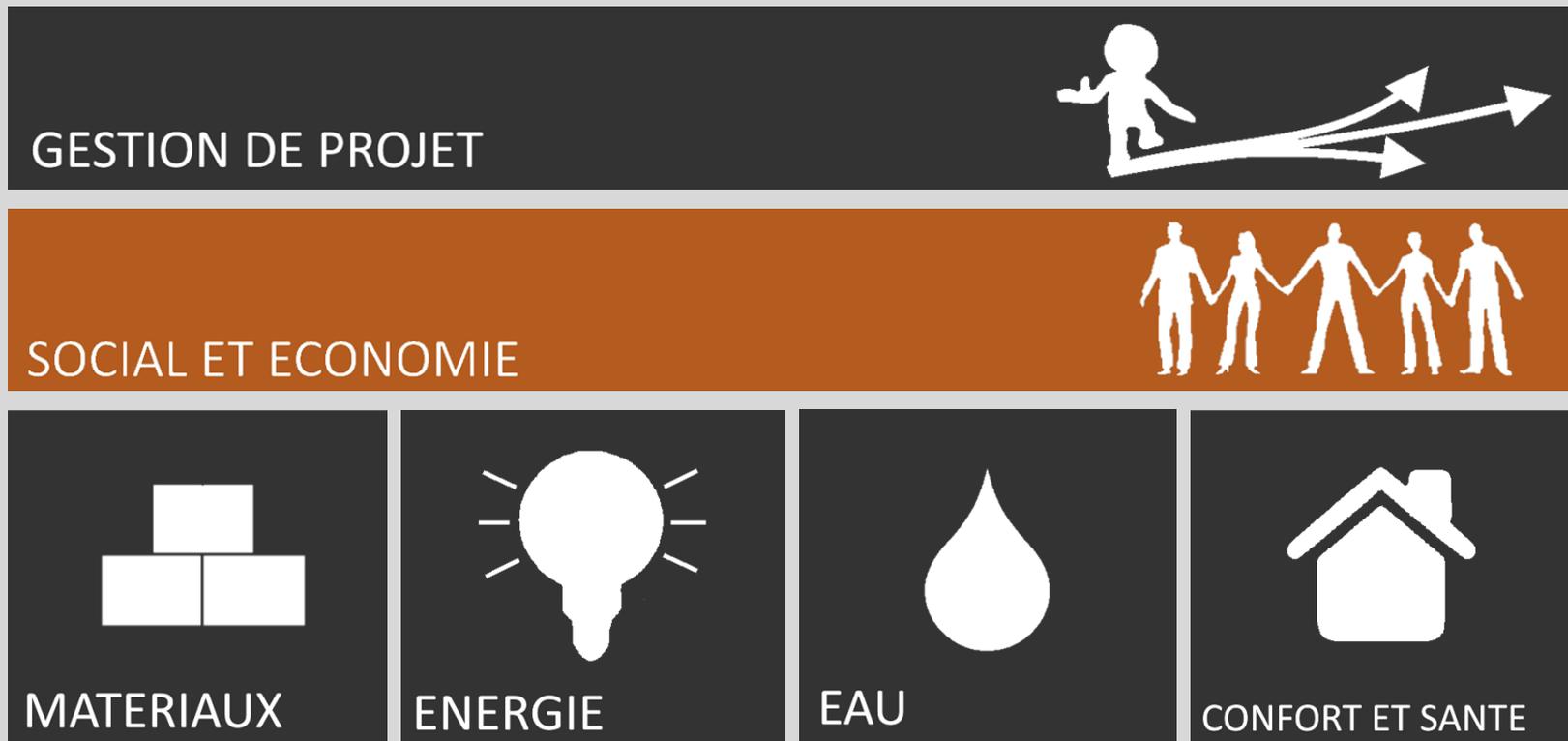


Gestion de projet

Un projet partagé tourné vers l'agriculture :

- Une charte EcoQuartier signé en 2022
- La commune a obtenu le Prix Territoria - niveau Argent, dans la catégorie « Territoires innovants », pour le projet intitulé : « Dans l'EcoQuartier, bien vivre autour de l'agro-écologie » remis le 23/02/2023
- Mission AMO QE engagée dès les études de programmation
- Une commission école qui participe activement au projet (directrices d'école et Inspection Académique présents à la programmation, au concours et aux rendu conception)





Social et économie

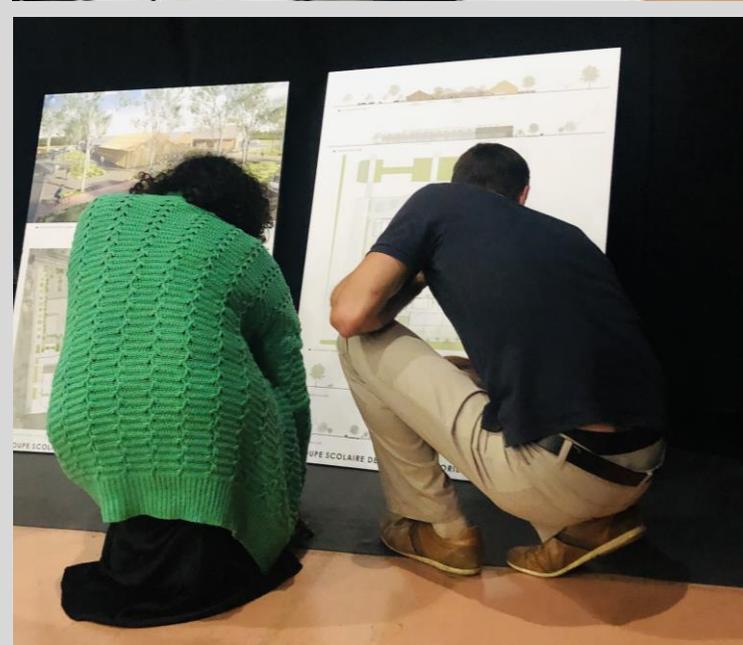
Un EcoQuartier dédié à la mise en valeur de la production agricole

Ce projet intégré a reçu l'aval de la Chambre d'Agriculture et s'inscrit dans la révision du PLU arrêtée en février 2021.

Etudes groupe scolaire financée dans le cadre bâtiment exemplaire de la Région

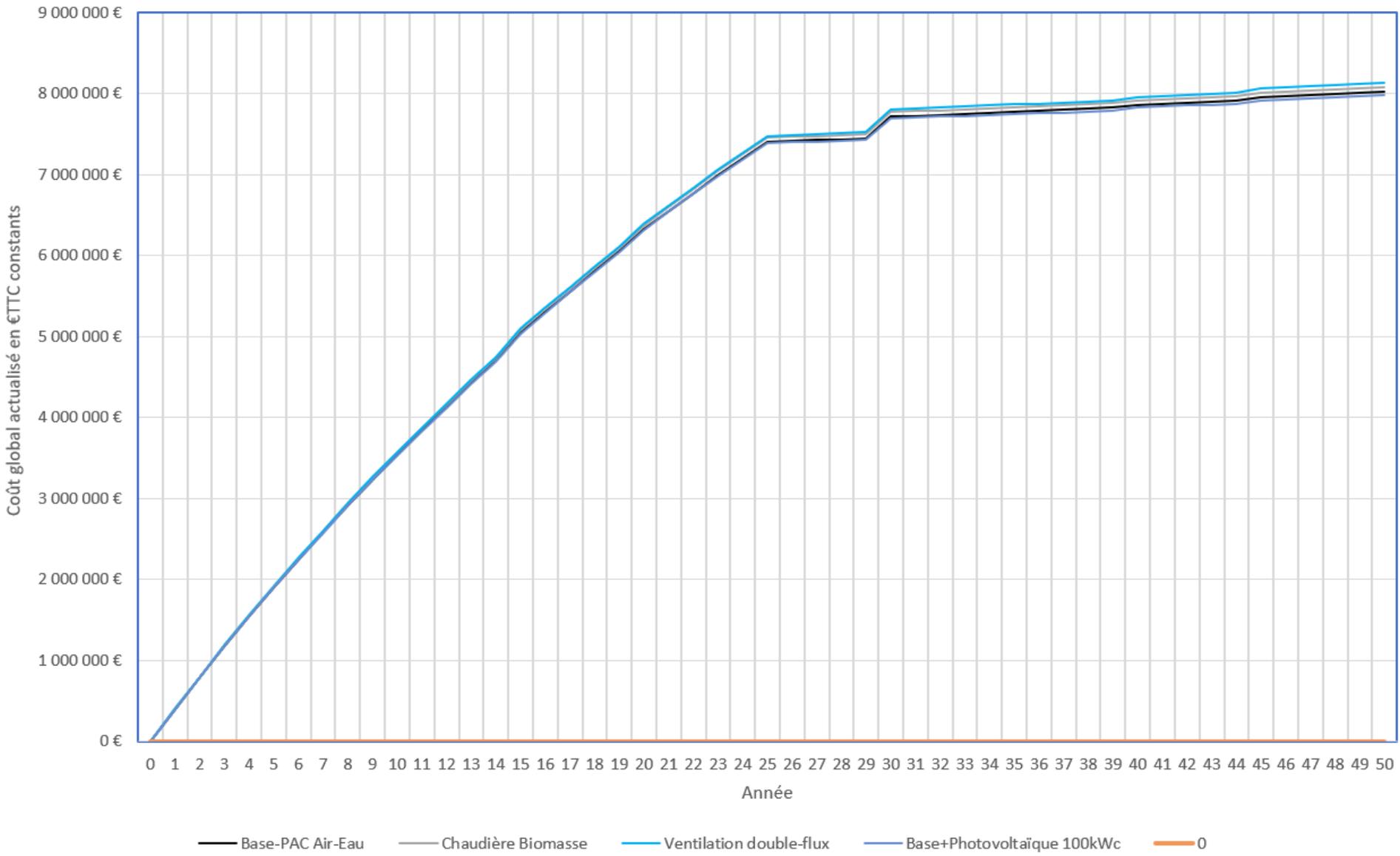
Bois des Alpes valorisé dans la construction et le mobilier extérieur

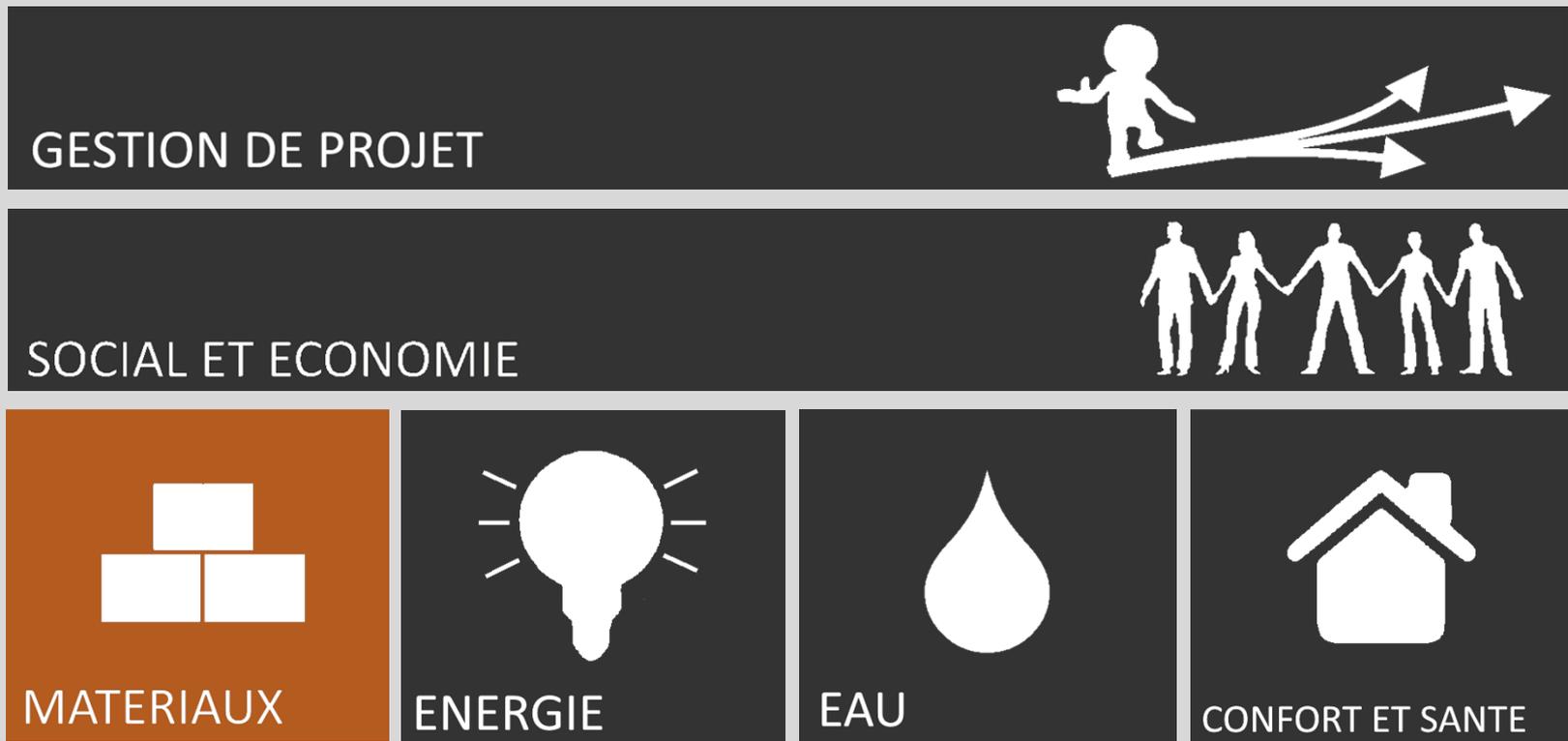
Concertation avec les futurs utilisateurs et gestionnaires depuis la programmation



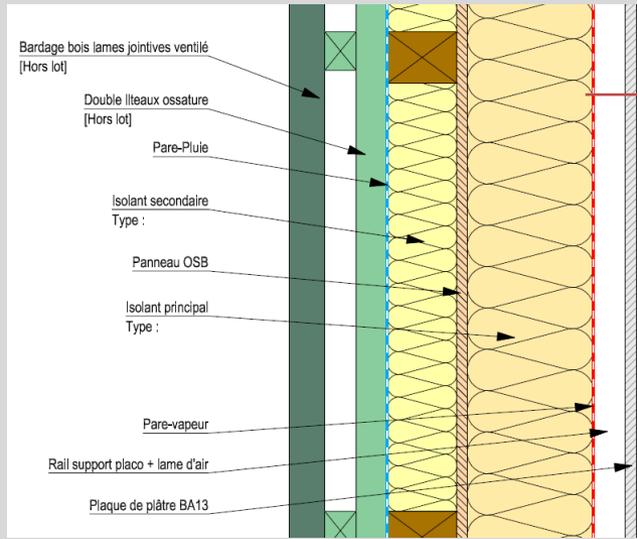
Coût global

Coût global cumulé sur 50 ans





Matériaux



MURS EXTERIEURS

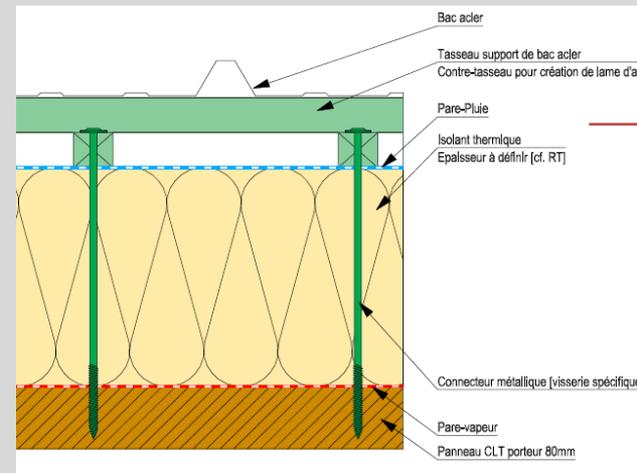
- Bardage
- Pare-pluie
- fibre de bois ISONAT FLEX 55 PLUS
ép.150+100mm
- OSB 22 mm

R
(m².K/W)

U
(W/m².K)

7

0,15



TOITURE

- Bac acier ép. .3mm
- Isolation PAVATHERM ép.380mm sous
rampant
- Panneau bois

10

0,10

PLANCHER BAS SUR TERRE PLEIN

- Isolation sous chape fibre de bois ép. 40mm
- Chape sèche type Fermacell 3 cm
- Revêtement de sol souple

1,1

0,9

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Energie

CHAUFFAGE



- 3 PAC air/eau AUER HRC COP 4,56
- Planchers chauffants dans classes et salles d'activités
- Radiateurs à eau chaude dans les bureaux
- Radiateurs à eau chaude et chauffage par air dans le réfectoire

REFROIDISSEMENT



- Absence de système de refroidissement

ECLAIRAGE



Puissance installée <math>< 6 \text{ W/m}^2</math>
Eclairage LED à détection de présence dans les circulations et sanitaires et interrupteurs manuel marche/arrêt dans les salles de classe et d'activités

VENTILATION



- VMC SF par insufflation dans salles de classe et d'activités $P=0,25 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$
- VMC DF dans réfectoire et bureaux $P=0,65 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$
- VN par ouverture manuelle et automatique des oscillo-battants et lucarnes de toit

ECS



- Ballon 200 l dans la cuisine

PRODUCTION D'ENERGIE



- PV : 60 kWc
- Production d'électricité estimée à 85 597 kWh/an
- Taux d'autoconsommation de 18 %.
- Surface : 290 m²

Energie - synoptiques comptages ELEC

LEGENDE :



Compteur électrique



Eclairage



Armoire électrique



Centrale de ventilation

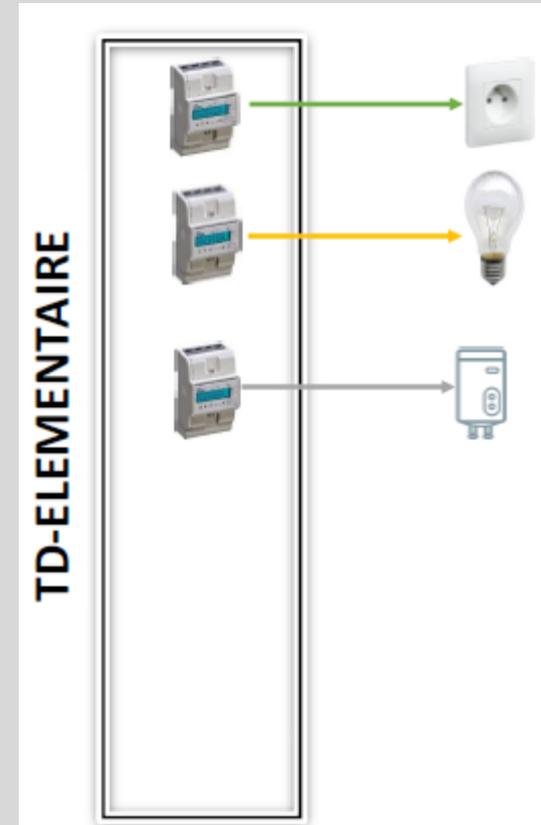
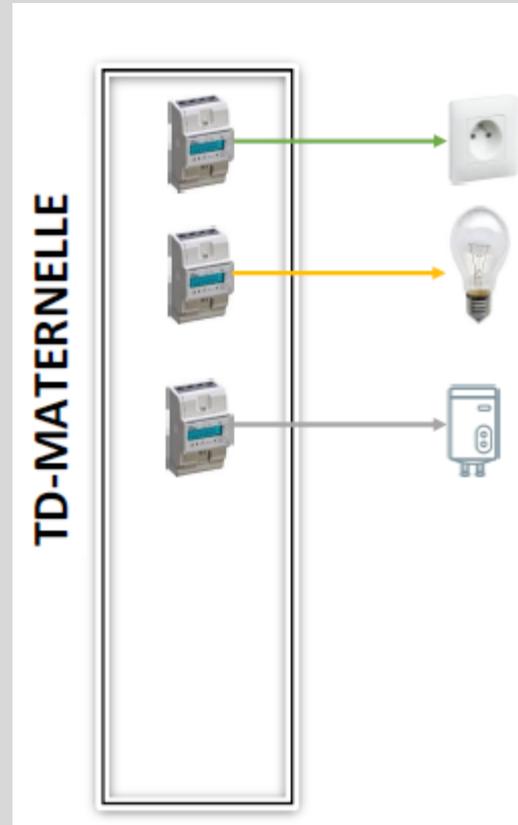
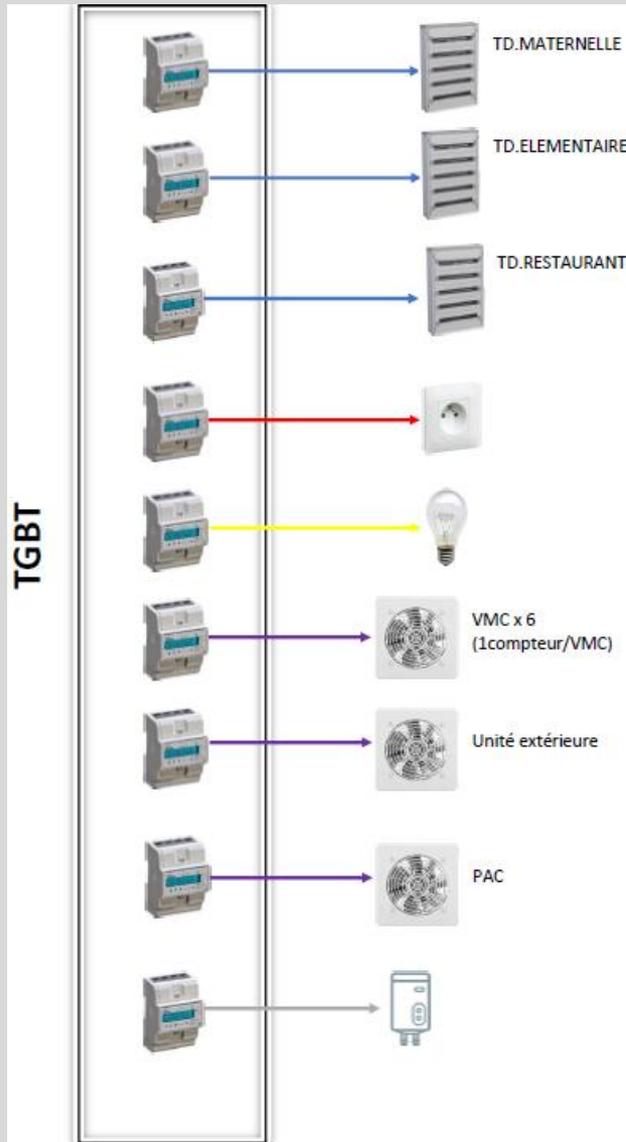


Prise électrique

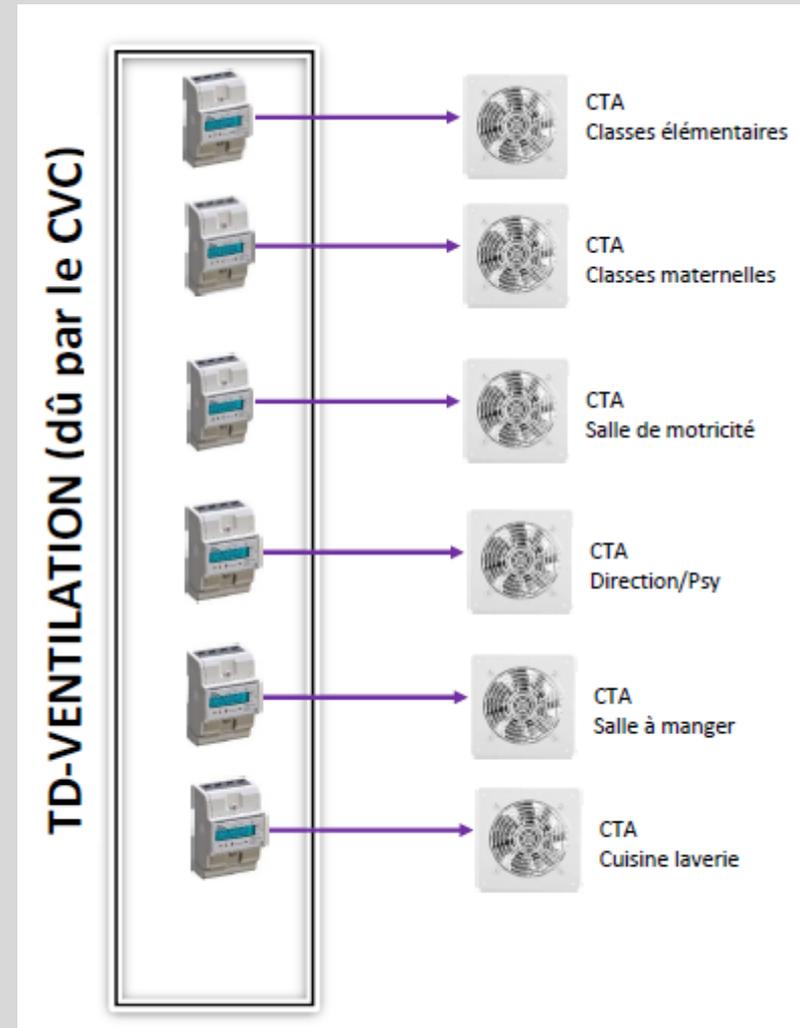
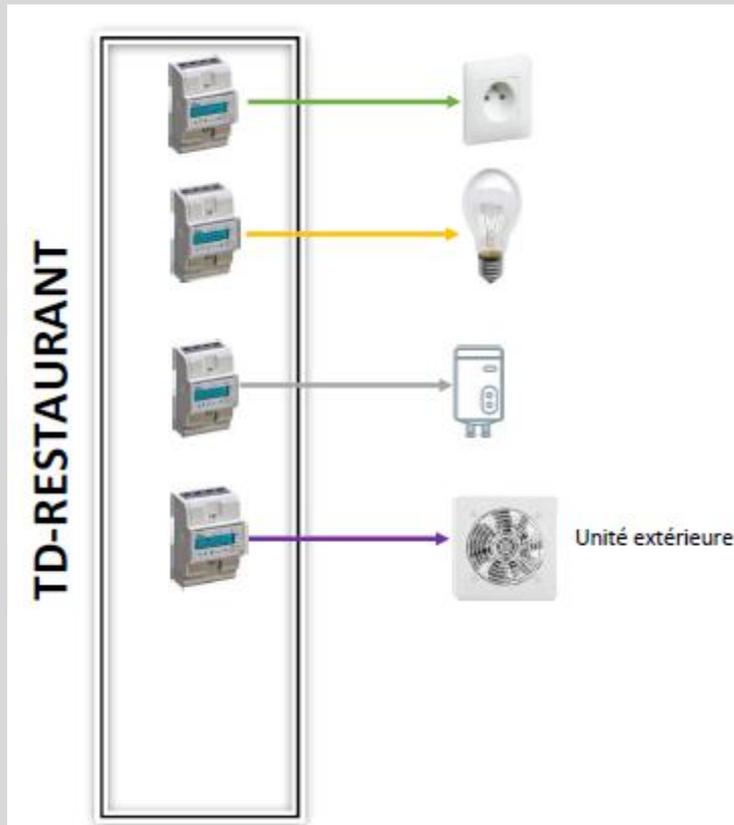


Production eau chaude ECS

Energie - synoptiques comptages ELEC



Energie - synoptiques comptages ELEC



Energie

- Répartition de la consommation en énergie primaire en kWh_{ep}/m² shon.an

Restauration RT 2012

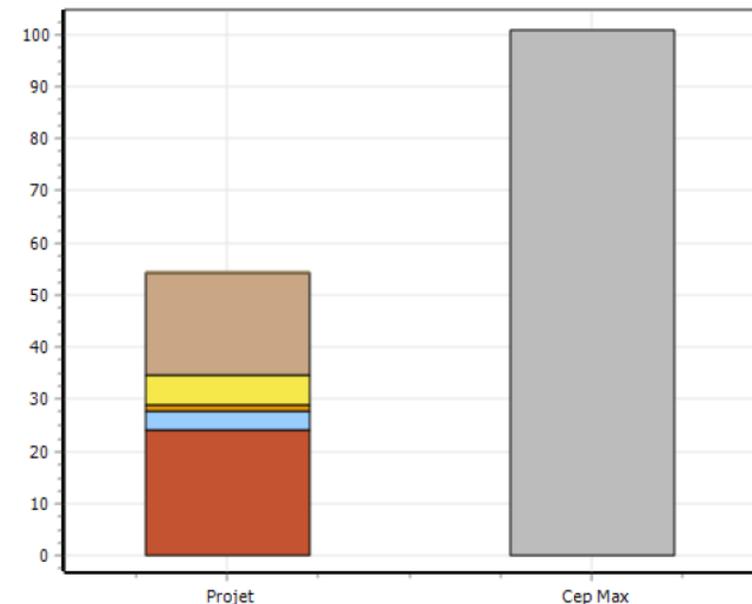
APD		RT2012
Cep projet [kWhEP/m ² .an]	Cep max [kWhEP/m ² .an]	Gain/Cep.max
-83,4	85	-198,1%
Tic projet [°C]	Tic Ref [°C]	N/A
27,7	35.5	/

Enseignement	Conventionnel (RE)	Prévisionnel (STD)
5 usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	50,6	20,3* *sans climatisation
Tout usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	54,5	30,4* *sans climatisation

Enseignement RE 2020

Décomposition du Cep

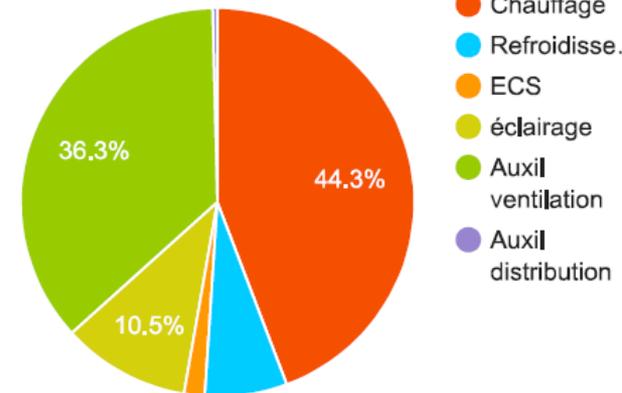
Chauffage (24.2kWhEP/m ²)	Climatisation (3.7kWhEP/m ²)
Eau chaude sanitaire (0.9kWhEP/m ²)	Eclairage (5.8kWhEP/m ²)
Auxiliaires de ventilation (19.8kWhEP/m ²)	Auxiliaires de distribution (0.2kWhEP/m ²)
Deplacement (0kWhEP/m ²)	Max (100.8kWhEP/m ²)



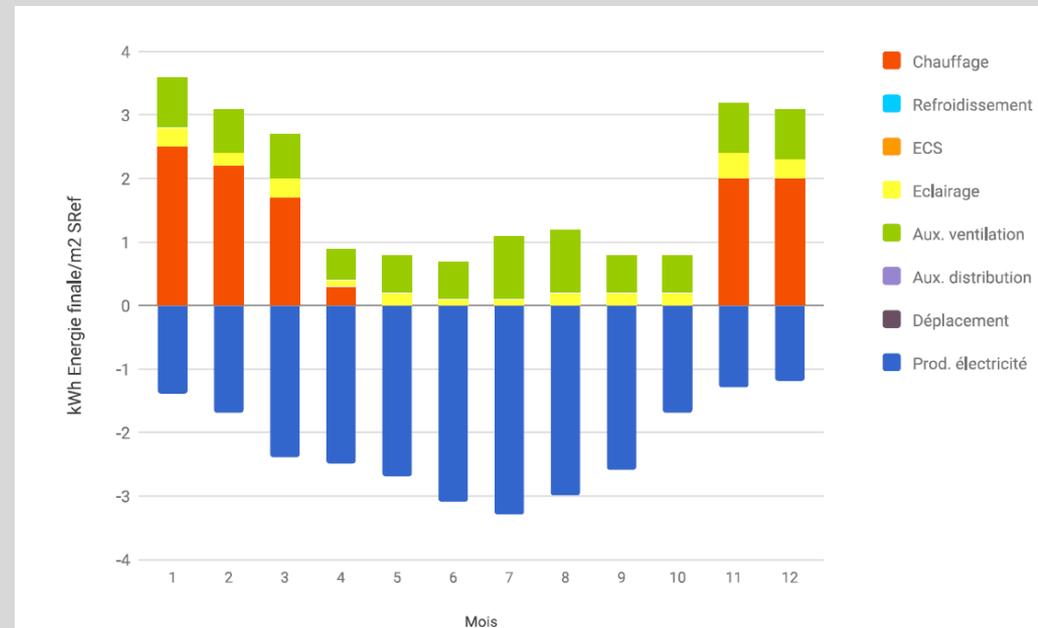
Energie - Performance énergétique

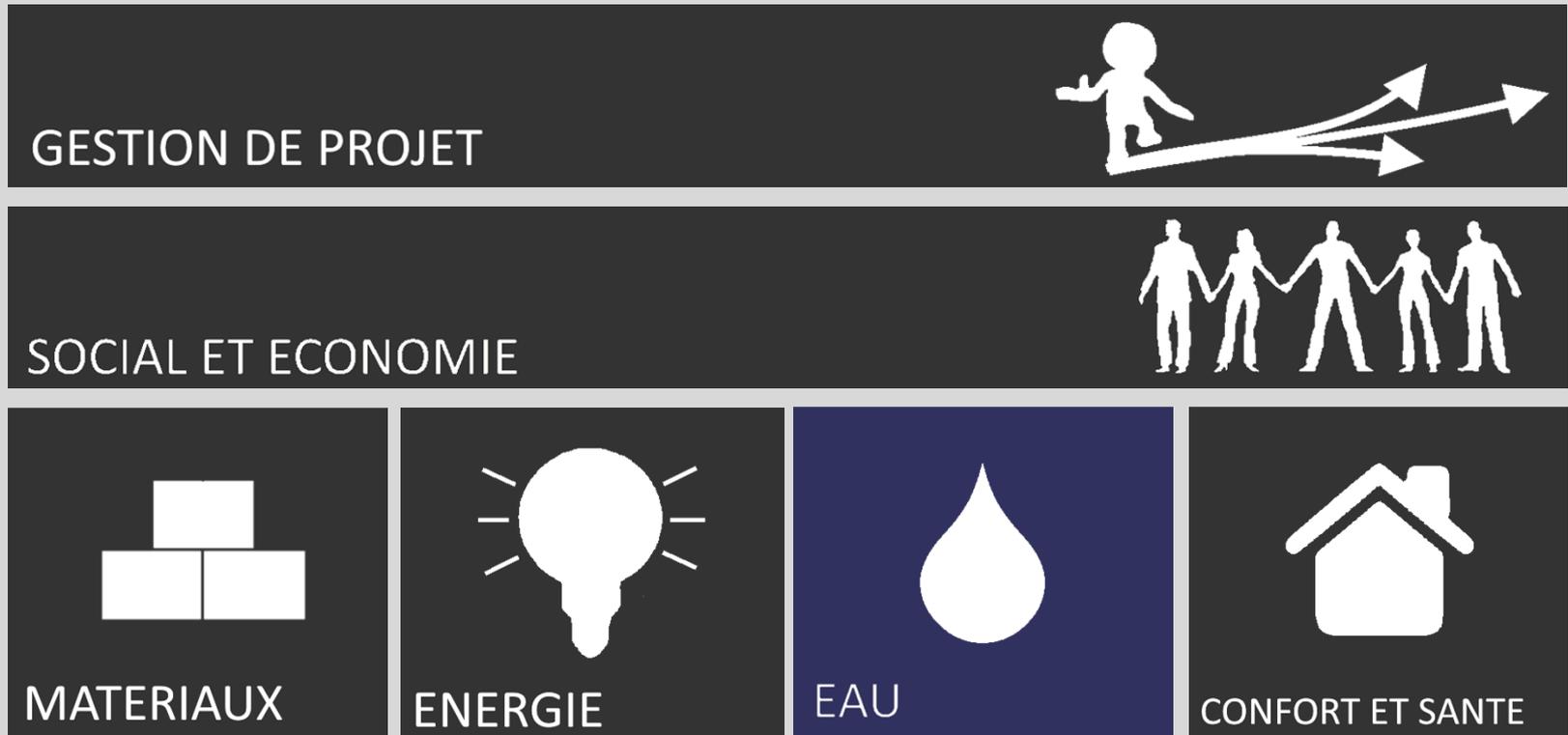
Répartition annuelle des postes de consommation du bâtiment enseignement

Postes	kWh (ef)
Chauffage	10,5
Refroidissement	1,6
ECS	0,4
Eclairage	2,5
Auxil. ventilation	8,6
Auxil. distribution	0,1
Déplacement	0



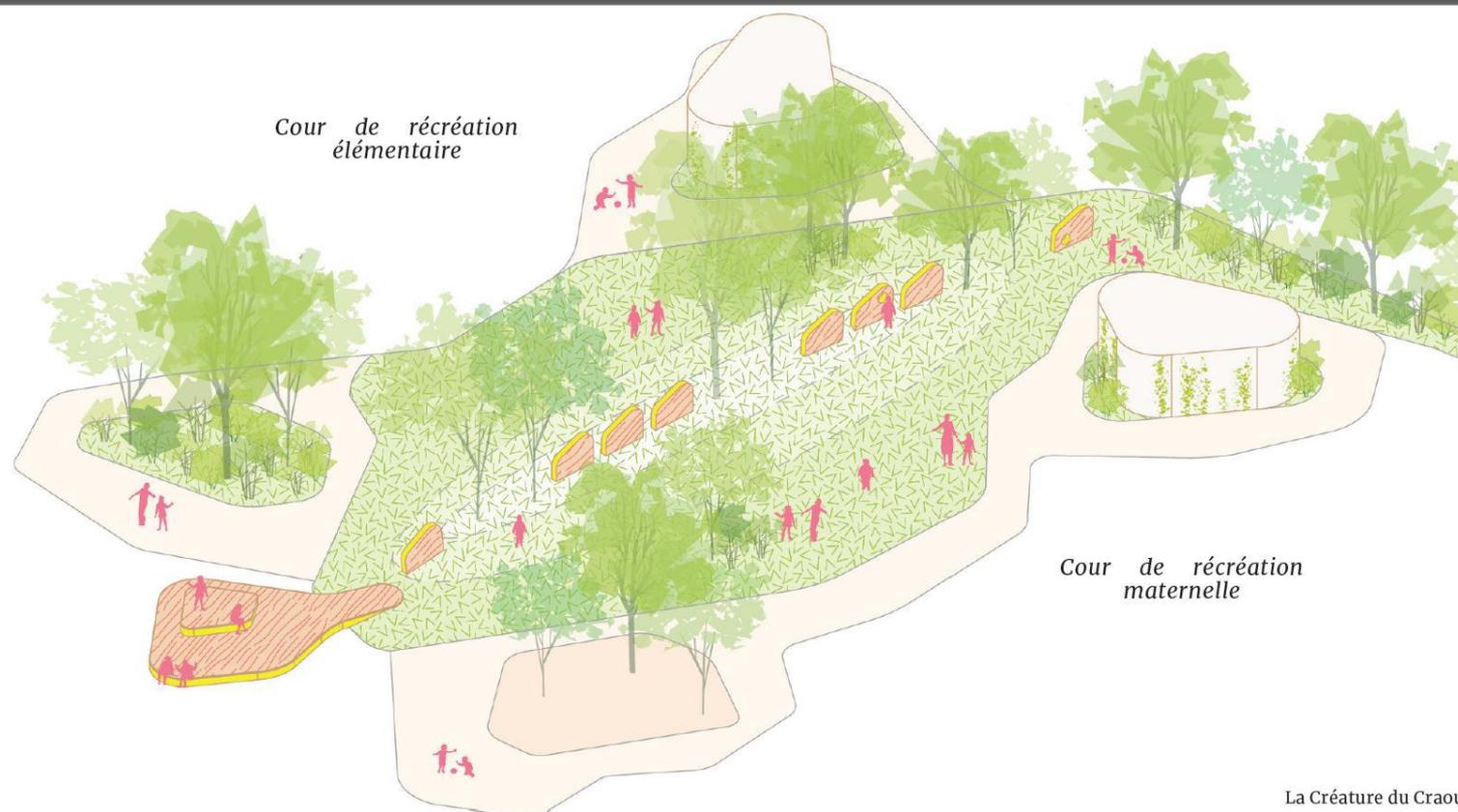
Balance énergétique globale du bâtiment enseignement



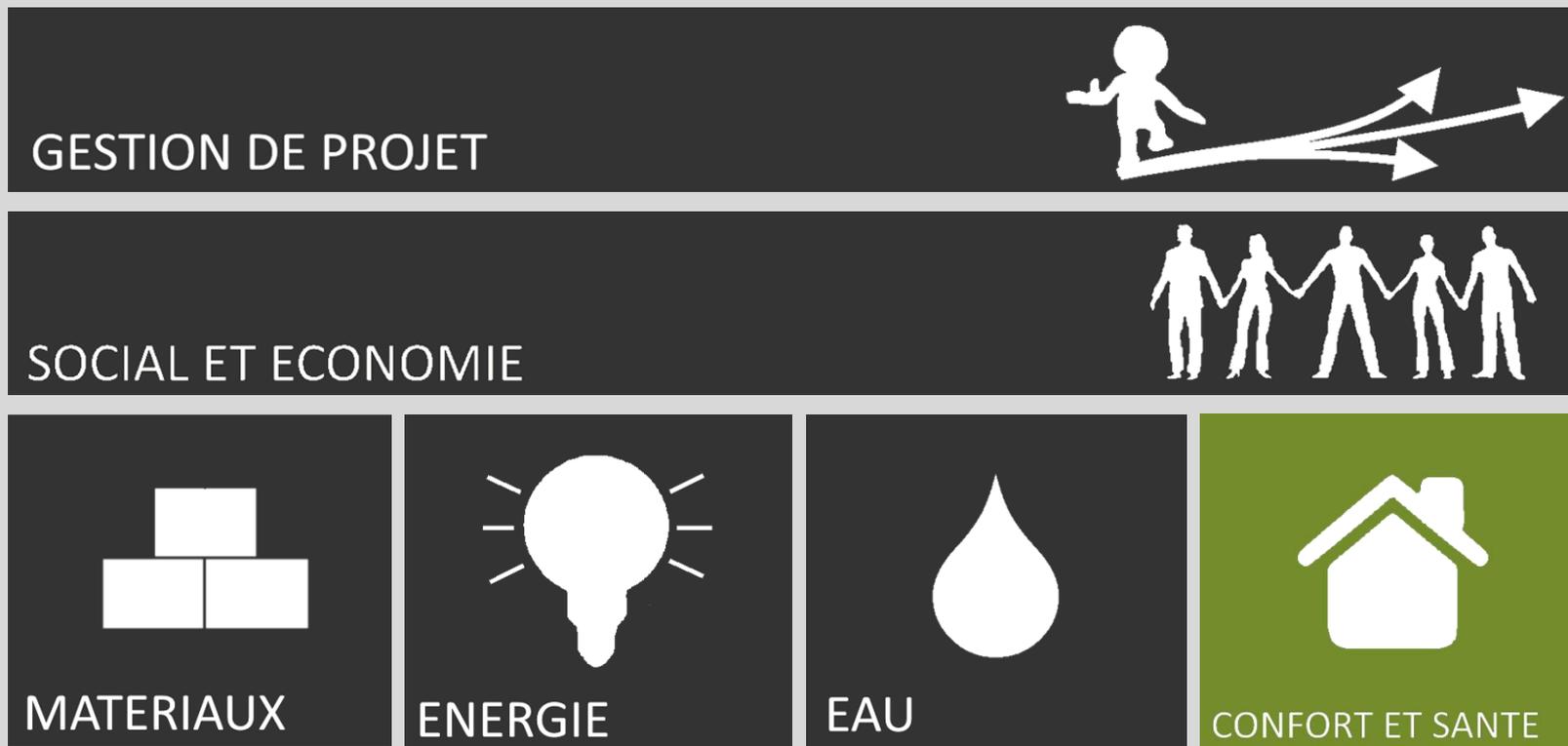


Economie de la ressource en eau :

- Absence d'eau chaude dans les sanitaires et dans les classes
- Mousseurs hydro-économiques (débit < 3 l/min)
- Essences méditerranéennes sans arrosage
- Le projet prévoit une restitution des eaux à la nappe souterraine avec 1452 m³ d'ouvrage de rétention/infiltration

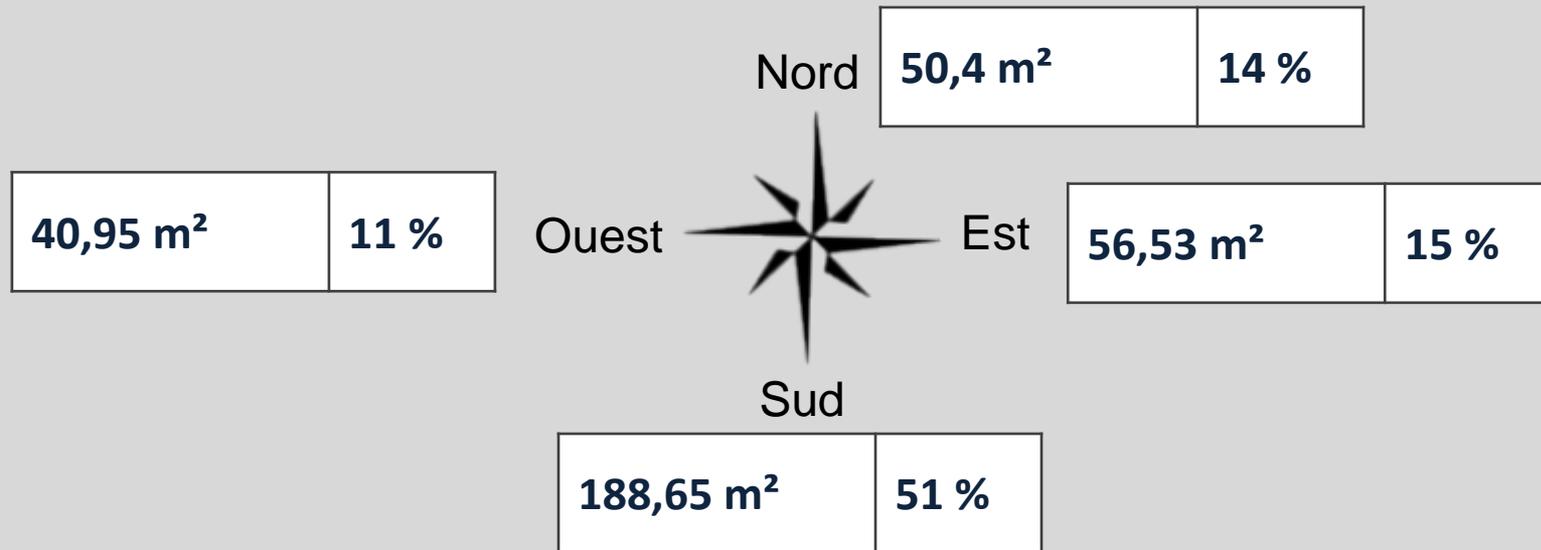


La Créature du Craoux



Confort et Santé : surfaces vitrées

Menuiseries	370 m²
Fenêtres	<ul style="list-style-type: none"> • Menuiserie bois - Nature du vitrage : DV 44,2/16/4 - Déperdition énergétique $U_w = 1,40$ - Facteur solaire des vitrages $S_{ws} = 0,21$ (0,32 à l'Ouest et les portes-fenêtres) • Nature des occultations : stores intérieurs type BANDALUX POLYSCREEN / IMMOBLADE pour la salle multi-activités
Fenêtre de toit VELUX	<ul style="list-style-type: none"> • Menuiserie alu - Nature du vitrage : DV Velux Confort - Déperdition énergétique U_w (horizontal) = 1,7 - Facteur solaire des vitrages $S_{ws} = 0,24$ • Nature des occultations : stores intérieurs et protections extérieures
Horizontale	
33,52 m²	9 %



Confort et santé

Conception bioclimatique

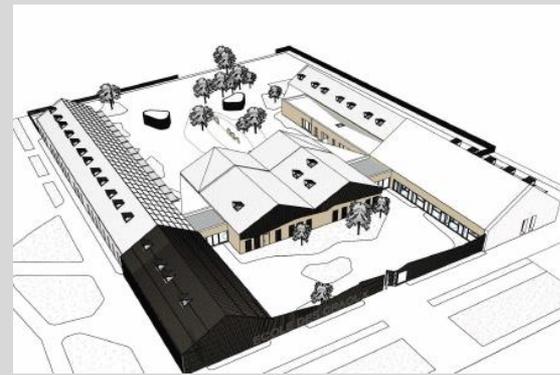
- Profiter des apports gratuits l'hiver:

Chauffage (°C)	Lundi, mardi, jeudi, vendredi		Mercredi et week-end
Zone	8h à 17h	17h-8h	
Locaux à occupation prolongée	19	16	16

- Diminuer les apports l'été :

Occultation (%)	Lundi, mardi, jeudi, vendredi		Week-end
Période	11h à 16h	16h-11h	
Hiver	0	0	0
Mi-saison	50	0	0
Eté	50	0	0

fenêtres de toiture et des impostes des menuiseries en soirée pour décharger la chaleur accumulée en journée par une ventilation naturelle lorsque la température intérieure dépasse 24°C et que la température extérieure est inférieure à celle de la pièce.



Classe de maternelle



Classe d'élémentaire

Confort et santé: Indicateurs

Zone	Nbr. d'heures d'inconfort	Taux d'inconfort	Validation
CLASSES ELEM 1	11	1.09%	Ok
CLASSES ELEM 2	11	1.09%	Ok
CLASSES ELEM 3	11	1.09%	Ok
CLASSES ELEM 4	11	1.09%	Ok
CLASSES ELEM 5	11	1.09%	Ok
CLASSE MATER1 + ESTIVAL	32	2.42%	Ok
CLASSES MATER2	7	0.69%	Ok
CLASSES MATER3	7	0.69%	Ok
CLASSES MATER4	7	0.69%	Ok
MOTRICITE	44	3.33%	Ok
MULTI ACTIVITES	11	0.83%	Ok
DORTOIRS	1	0.69%	Ok
DORTOIR + ESTIVAL	2	1.06%	Ok
BIBLIOTHEQUE/ATELIER	1	0.10%	Ok
PERISCOLAIRE	0	0.00%	Ok
ATSEM	0	0.00%	Ok
PSY	0	0.00%	Ok
DIRECTION	0	0.00%	Ok
TISANNERIE	2	0.20%	Ok
RESTAURANT	0	0.00%	Ok

Critère de confort thermique STD

Les résultats valident l'objectif de 50h maximum demandé par le référentiel BDO niveau or.

Les seules zones dépassants les 2% d'inconfort sont la salle de motricité et classe de maternelle « estivale », ce résultat est dû à l'occupation supplémentaire considérée pour ces locaux sur juillet et août période les plus chaude.

Cependant l'objectif de 50h reste atteint.

Confort et santé: scénario canicule

Zone	Nbr. d'heures d'inconfort	Taux d'inconfort	Validation
CLASSES ELEM 1	29	2.88%	Ok
CLASSES ELEM 2	28	2.78%	Ok
CLASSES ELEM 3	28	2.78%	Ok
CLASSES ELEM 4	28	2.78%	Ok
CLASSES ELEM 5	27	2.68%	Ok
CLASSE MATER1 + ESTIVAL	89	6.73%	Non
CLASSES MATER2	20	1.98%	Ok
CLASSES MATER3	20	1.98%	Ok
CLASSES MATER4	20	1.98%	Ok
MOTRICITE	105	7.94%	Non
MULTI ACTIVITES	50	3.78%	Non
DORTOIRS	1	0.69%	Ok
DORTOIR + ESTIVAL	3	1.59%	Ok
BIBLIOTHEQUE/ATELIER	5	0.50%	Ok
PERISCOLAIRE	0	0.00%	Ok
ATSEM	0	0.00%	Ok
PSY	0	0.00%	Ok
DIRECTION	0	0.00%	Ok
TISANNERIE	8	0.79%	Ok
RESTAURANT	2	0.53%	Ok

Cette version a été obtenue en utilisant le projet de base, avec une météo future.

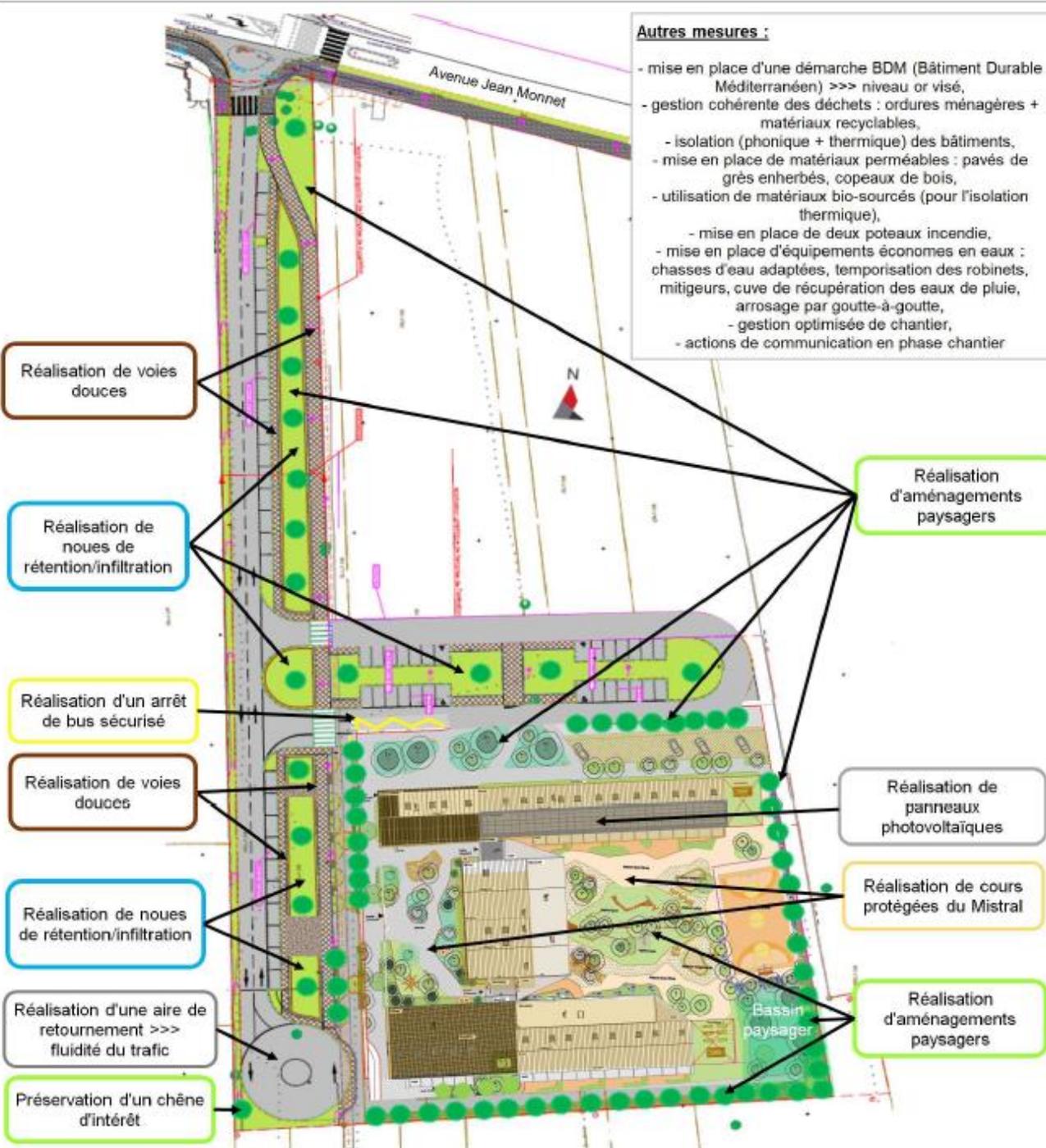
Il s'agit du scénario intermédiaire du GIEC «Orange Caritat RCP4.5 2040» de Meteonorm V2.

La classe de maternelle utilisée en été et la salle de motricité ne respectent plus l'objectif BDM.

Pendant les autres classes conservent un confort avec 20 à 30 h au-dessus du seuil des 29°C.

L'installation d'une batterie froide pour rafraichir l'air insufflé dans les locaux serait possible pour améliorer le confort dans ces conditions particulières sur une période limitée.

Confort et santé



- Des matériaux naturels
- De grandes hauteurs sous plafond avec une structure bois apparente « comme dans une vieille ferme »
- Une cour oasis peuplée d'espèces locales pour jouer sur le dos de « la créature du Craoux »
- Des espaces extérieurs mutualisés avec la halle agricole
- Une continuité écologique préservée par la création d'une noue paysagère le long de la voie d'accès Nord/Sud

Pour conclure

Point positif : un projet révélant l'histoire agricole du lieu favorisant le confort des usagers et le développement des filières locales de matériaux naturels

Point à améliorer : le confort d'été de la salle multi-activités, motricité et salle de classe maternelle 1 en scénario caniculaire



Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

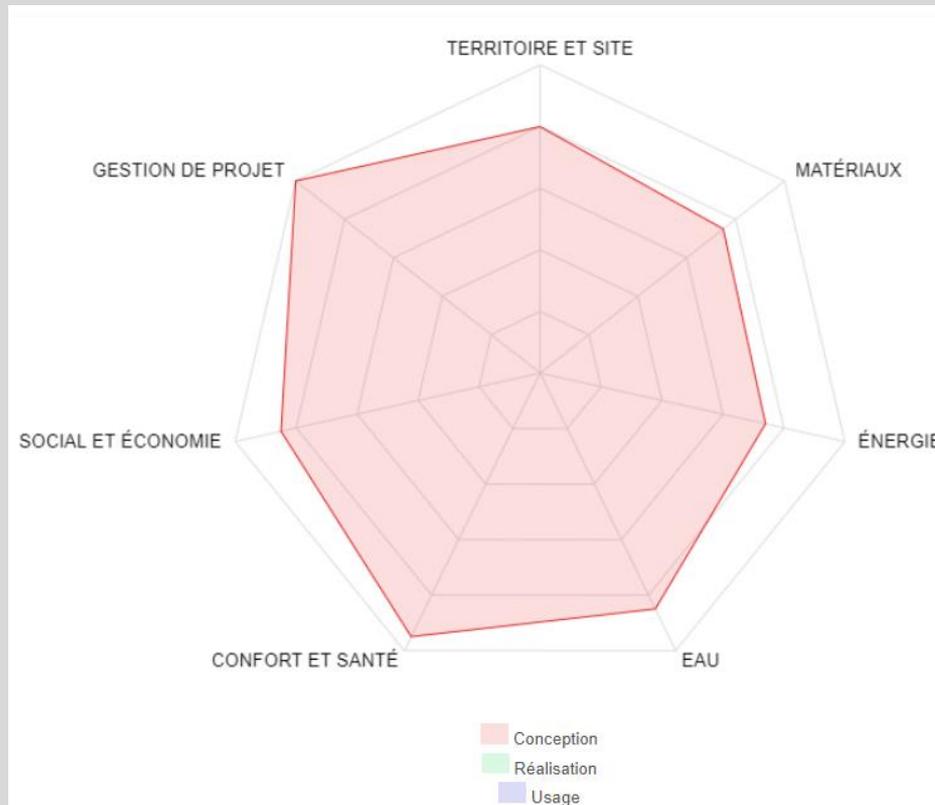
CONCEPTION
25/05/2023
77 pts
+ 8 cohérence durable
+ _ d'innovation
85 pts - OR



REALISATION
Date commission
__ pts
+ _ cohérence durable
+ _ d'innovation
__ pts NIVEAU



USAGE
Date commission
__ pts
+ _ cohérence durable
+ _ d'innovation
__ pts NIVEAU



Référentiel

- TERRITOIRE ET SITE - 10.17/12.6 (80%)
- MATÉRIAUX - 9.56/12.6 (75%)
- ÉNERGIE - 9.34/12.6 (74%)
- EAU - 10.73/12.6 (85%)
- CONFORT ET SANTÉ - 12.01/12.6 (95%)
- SOCIAL ET ÉCONOMIE - 11.61/13.5 (85%)
- GESTION DE PROJET - 13.5/13.5 (100%)

Points Bonus

Synthèse

Nombre de points total : 76.92/90
Pourcentage des points du projet : 85.47%

Maîtrise d'ouvrage



AMO QE



Maîtrise d'œuvre, SPS & CTC

ARCHITECTE MANDATAIRE	apacée ARCHITECTES agence occitanie / 21 rue des balances 34000 Montpellier agence sud-est / 171 av. E. Baudouin 84400 Apt
ARCHITECTE ASSOCIE	AR ARCHITECTURE
BET TCE	BETOM Ingénierie
BET PAYSAGE	taktyk LANDSCAPE + URBANISM
BET ECONOMIE	 ACEEC
BET ACOUSTIQUE	Atelier ROUCH Acoustique Architecturale
BET QE	 Cap Terre
SPS	STAASCO AUDIT ASSISTANCE COORDINATION
BUREAU DE CONTROLE	 BUREAU VERITAS



ANNEXES

Hypothèses Simulation Dynamique

Fichier Météorologique

- Meteonorm: zone de Morières-les-Avignon
- Données 2010-2020

Scénario d'occupation

Les principales occupations des locaux sont les suivants hors vacances scolaires :

Nbr. d'occupant	Lundi, mardi, jeudi, vendredi (hors vacances)				
	8h-11h	11h-13h	13h-15h	15h-17h	17h-8h
Classes primaires, multi-activité, motricité	31	0	31	31	0
Classes maternelles	25	0	12	25	0
Dortoirs	0	0	50	0	0
Réfectoire	0	100	0	0	0

Densité d'occupation

Puissance installée des équipements.

- Eclairage
- Apport interne équipement hors éclairage:
Bureaux: 5,5W/m²
Classes: 1,67 W/m²

Charge interne moyenne annuelle

- 2,61 W/m²

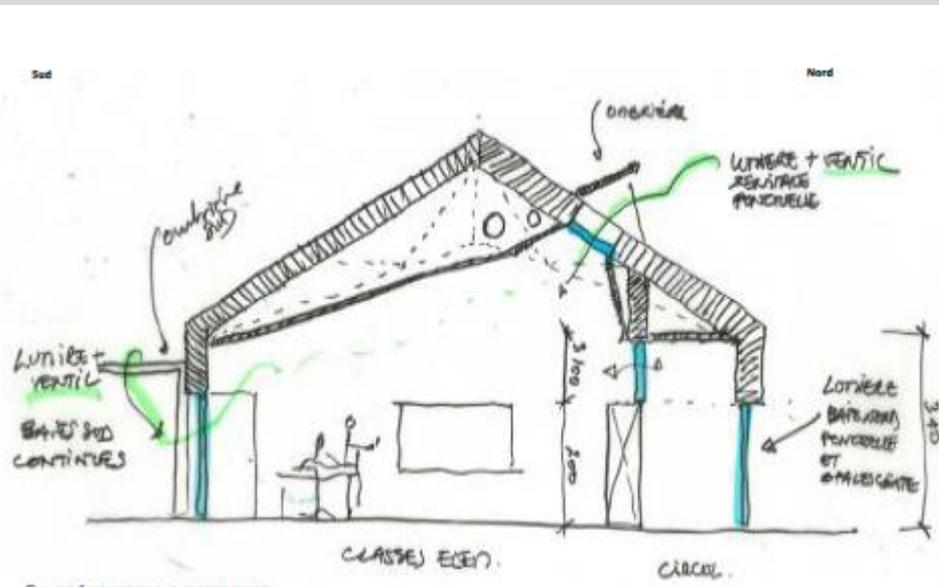
Ventilation mécanique

25m³/personnes

Confort et santé - Surventilation nocturne

Hypothèses de surventilation

- Anémomètre et sonde de pluie pour fermeture de sécurité.
- Par ouverture manuelle et automatique des oscillo-battants et lucarnes de toit.
- Sur horloge la nuit en période chaude.
- Débit de 1000-1500 m³/h.



Confort et santé

Simulation de mauvais usage et cas extrêmes.

- Mauvaise gestion protection solaire et ouverture des fenêtres
- Absence de surventilation nocturne

Cette variante a été obtenue à partir de la version de base en simulant une mauvaise gestion des protections solaires (stores intérieurs).

Les résultats sont les suivants :

Zone	Nbr. d'heures d'inconfort	Taux d'inconfort	Validation
CLASSES ELEM 1	11	1.09%	Ok
CLASSES ELEM 2	12	1.19%	Ok
CLASSES ELEM 3	12	1.19%	Ok
CLASSES ELEM 4	13	1.29%	Ok
CLASSES ELEM 5	11	1.09%	Ok
CLASSE MATER1 + ESTIVAL	32	2.42%	Ok
CLASSES MATER2	7	0.69%	Ok
CLASSES MATER3	7	0.69%	Ok
CLASSES MATER4	7	0.69%	Ok
MOTRICITE	47	3.55%	Ok
MULTI ACTIVITES	14	1.06%	Ok
DORTOIRS	1	0.69%	Ok
DORTOIR + ESTIVAL	2	1.06%	Ok
BIBLIOTHEQUE/ATELIER	1	0.10%	Ok
PERISCOLAIRE	0	0.00%	Ok
ATSEM	0	0.00%	Ok
PSY	0	0.00%	Ok
DIRECTION	0	0.00%	Ok
TISANNERIE	2	0.20%	Ok
RESTAURANT	0	0.00%	Ok

Ces résultats montrent que le bâtiment est particulièrement performant au niveau du confort thermique car ce dernier ne dépend que très peu des protections solaires actives. Ce sont notamment son enveloppe, ses masques solaires, et la ventilation naturelle et les brasseurs d'air qui assurent ce confort.

Cette variante a été obtenue à partir de la version de base en supprimant la ventilation nocturne. Les résultats sont les suivants :

Zone	Nbr. d'heures d'inconfort	Taux d'inconfort	Validation
CLASSES ELEM 1	12	1.19%	Ok
CLASSES ELEM 2	13	1.29%	Ok
CLASSES ELEM 3	13	1.29%	Ok
CLASSES ELEM 4	13	1.29%	Ok
CLASSES ELEM 5	12	1.19%	Ok
CLASSE MATER1 + ESTIVAL	32	2.42%	Ok
CLASSES MATER2	7	0.69%	Ok
CLASSES MATER3	7	0.69%	Ok
CLASSES MATER4	7	0.69%	Ok
MOTRICITE	47	3.55%	Ok
MULTI ACTIVITES	14	1.06%	Ok
DORTOIRS	1	0.69%	Ok
DORTOIR + ESTIVAL	2	1.06%	Ok
BIBLIOTHEQUE/ATELIER	1	0.10%	Ok
PERISCOLAIRE	0	0.00%	Ok
ATSEM	0	0.00%	Ok
PSY	0	0.00%	Ok
DIRECTION	0	0.00%	Ok
TISANNERIE	2	0.20%	Ok
RESTAURANT	0	0.00%	Ok

Ce tableau démontre les mêmes qualités que le précédent : ce sont surtout par des méthodes passives que ce bâtiment assure le confort thermique de ses occupants, la surventilation nocturne ne semble pas nécessaire.

Elle reste un complément lorsque les conditions extérieures limitent les possibilités d'ouverture des baies (pluies, vent fort).

Confort et santé

Simulation de mauvais usage et cas extrêmes.

- Fichier météo caniculaire: « Orange Caritat RCP4.5 2040 » de Meteonorm V2.

Zone	Nbr. d'heures d'inconfort	Taux d'inconfort	Validation
CLASSES ELEM 1	29	2.88%	Ok
CLASSES ELEM 2	28	2.78%	Ok
CLASSES ELEM 3	28	2.78%	Ok
CLASSES ELEM 4	28	2.78%	Ok
CLASSES ELEM 5	27	2.68%	Ok
CLASSE MATER1 + ESTIVAL	89	6.73%	Non
CLASSES MATER2	20	1.98%	Ok
CLASSES MATER3	20	1.98%	Ok
CLASSES MATER4	20	1.98%	Ok
MOTRICITE	105	7.94%	Non
MULTI ACTIVITES	50	3.78%	Non
DORTOIRS	1	0.69%	Ok
DORTOIR + ESTIVAL	3	1.59%	Ok
BIBLIOTHEQUE/ATELIER	5	0.50%	Ok
PERISCOLAIRE	0	0.00%	Ok
ATSEM	0	0.00%	Ok
PSY	0	0.00%	Ok
DIRECTION	0	0.00%	Ok
TISANNERIE	8	0.79%	Ok
RESTAURANT	2	0.53%	Ok

Maîtrise d'œuvre, SPS & CTC

Maîtrise d'ouvrage



AMO QE



ARCHITECTE MANDATAIRE	apacée ARCHITECTES agence occitanie / 21 rue des balances 34000 Montpellier agence sud-est / 171 av. E. Baudouin 84400 Apt
ARCHITECTE ASSOCIE	AR ARCHITECTURE
BET TCE	BETOM Ingénierie
BET PAYSAGE	taktyk LANDSCAPE + URBANISM
BET ECONOMIE	 ACEEC
BET ACOUSTIQUE	Atelier ROUCH Acoustique Architecturale
BET QE	 Cap Terre
SPS	STAASCO AUDIT ASSISTANCE COORDINATION
BUREAU DE CONTROLE	 BUREAU VERITAS

