

Commission d'évaluation : Conception du 18/10/2022



Groupe scolaire du Coudoulet (84)



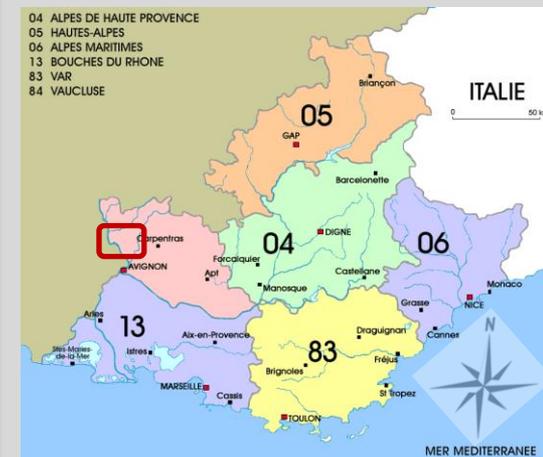
Maître d'Ouvrage	Architecte	BE Technique	BE Environnemental
Ville d'Orange	HB MORE Architectes	ENERGETEC	EODD

Contexte

L'opération de construction du groupe scolaire s'inscrit dans une démarche globale inscrite dans un secteur péri urbain en pleine mutation.

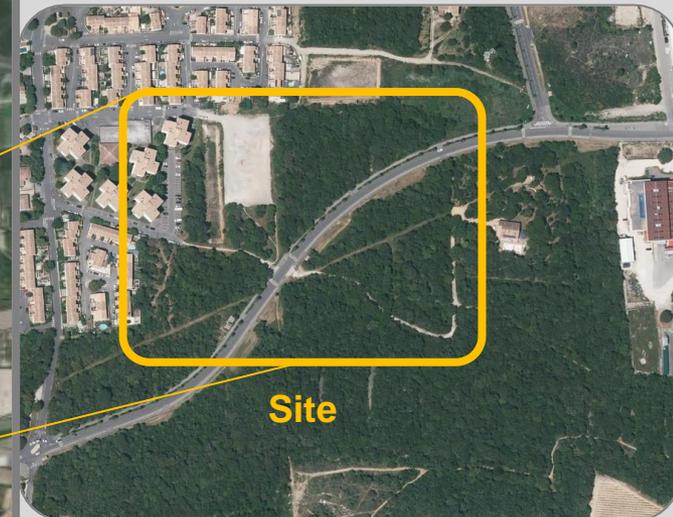
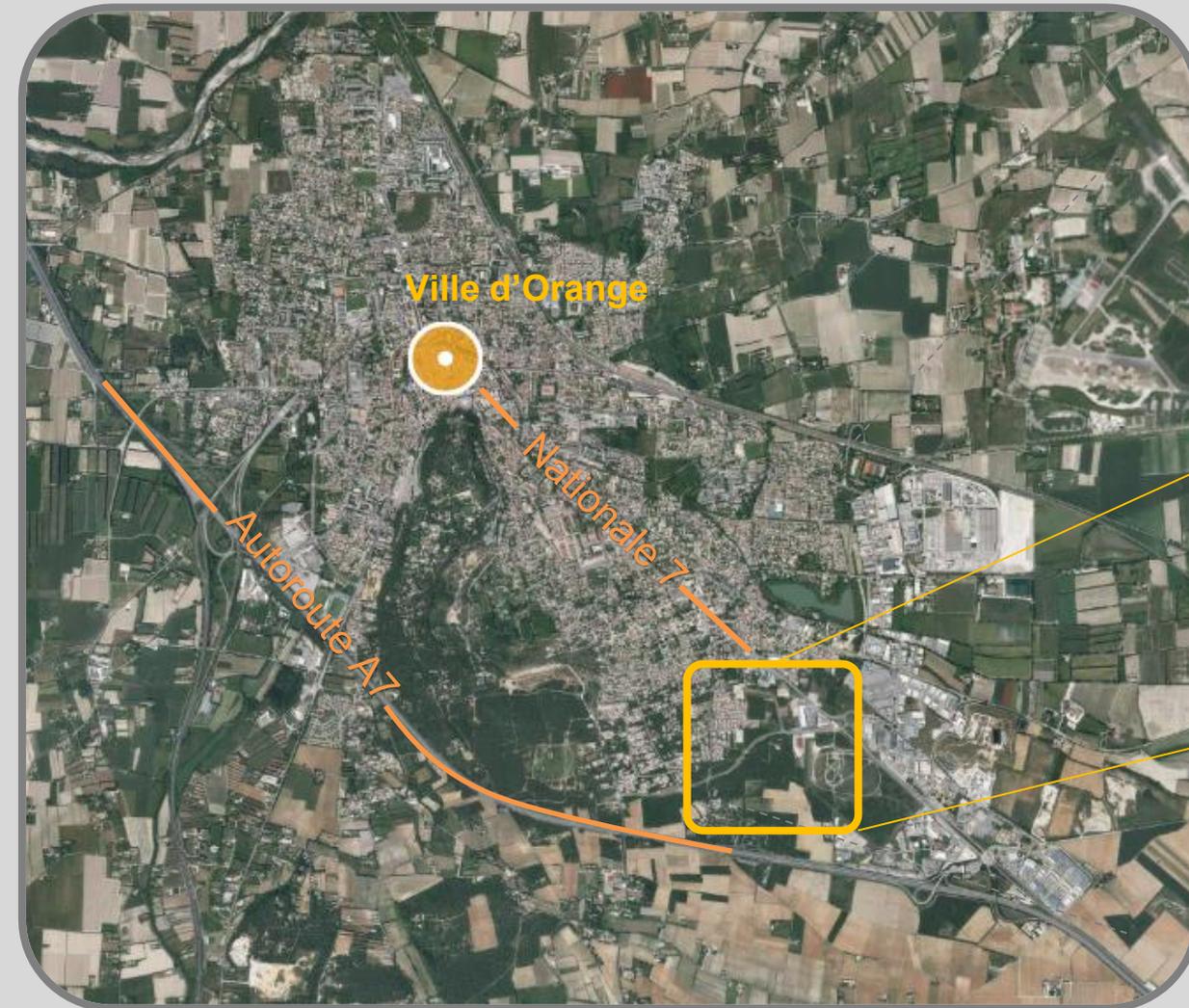
Dans cet environnement paysager, l'objectif est de créer l'école de demain : un équipement multifonctionnel dans une prise de conscience des problématiques du développement durable et de l'écologie.

Les questions environnementales, énergétiques et de confort sont donc au centre des préoccupations de ce projet qui répondra à la reconnaissance BDM Argent.



Le projet dans son territoire

Vues satellite



Enjeux Durables du projet

- Architecture préservant le bien-être des occupants



- Circulations éclairées
- Création de patios dans le projet pour la qualité d'usage
- Repérage aisé dans le bâtiment pour les jeunes enfants
- Connexion des locaux vers les espaces extérieurs

- Limitation de l'impact de la construction sur la nature



- Conservation d'un maximum de végétation existante et d'espaces en pleine terre
- Récupération des eaux de pluie pour arrosage des potagers

- Maîtrise des consommations énergétiques et de l'impact carbone

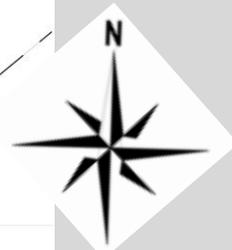


- Recours aux énergies renouvelables
- Niveau E3C1 et RE2020

Le terrain et son voisinage



Plan de niveaux



Façades



Coupes



COÛT PRÉVISIONNEL APD TRAVAUX***5 317 000 € H.T.****HONORAIRES BASE MOE****649 426 € H.T.****HONORAIRES OPTIONS MOE****134 505 € H.T.****AUTRES TRAVAUX**

- VRD	549 k€
- Aménagement paysager	128 k€
- Mobilier jeux	58 k€
- Géothermie	221 k€
- Photovoltaïque	26 k€

RATIOS***2 040 € H.T. / m²_{SDP}**
17 723 € H.T. / élèves**Travaux hors honoraires MOE, hors VRD, géothermie, aérothermie et photovoltaïque*

Fiche d'identité

Typologie

- **Ecole maternelle et élémentaire**

Surface

- SHON RT resto = 398 m²
 - S réf GS : 2053 m²
 - SdP = 2 604 m²
 - SU = 3011 m²
- } 2 451m²

Altitude

- **63 m**

Zone clim.

- **H2d**

Classement bruit

- **BR 1**
- **Catégorie CE2 (restaurant) / CE1 (école)**

Bbio (neuf)

- **Restaurant (RT2012) :**
57 pts : - 20 %
- **Ecole (RE2020) :**
96 pts : - 5,8 %

Consommation d'énergie primaire (selon Effinergie)*

- **Restaurant (RT2012) : BEPOS E3 – 62 kWhEP/m²SRT.an – 49%**
- **Ecole (RE2020) :**
75 kWhEP/m²SU.an – 26%

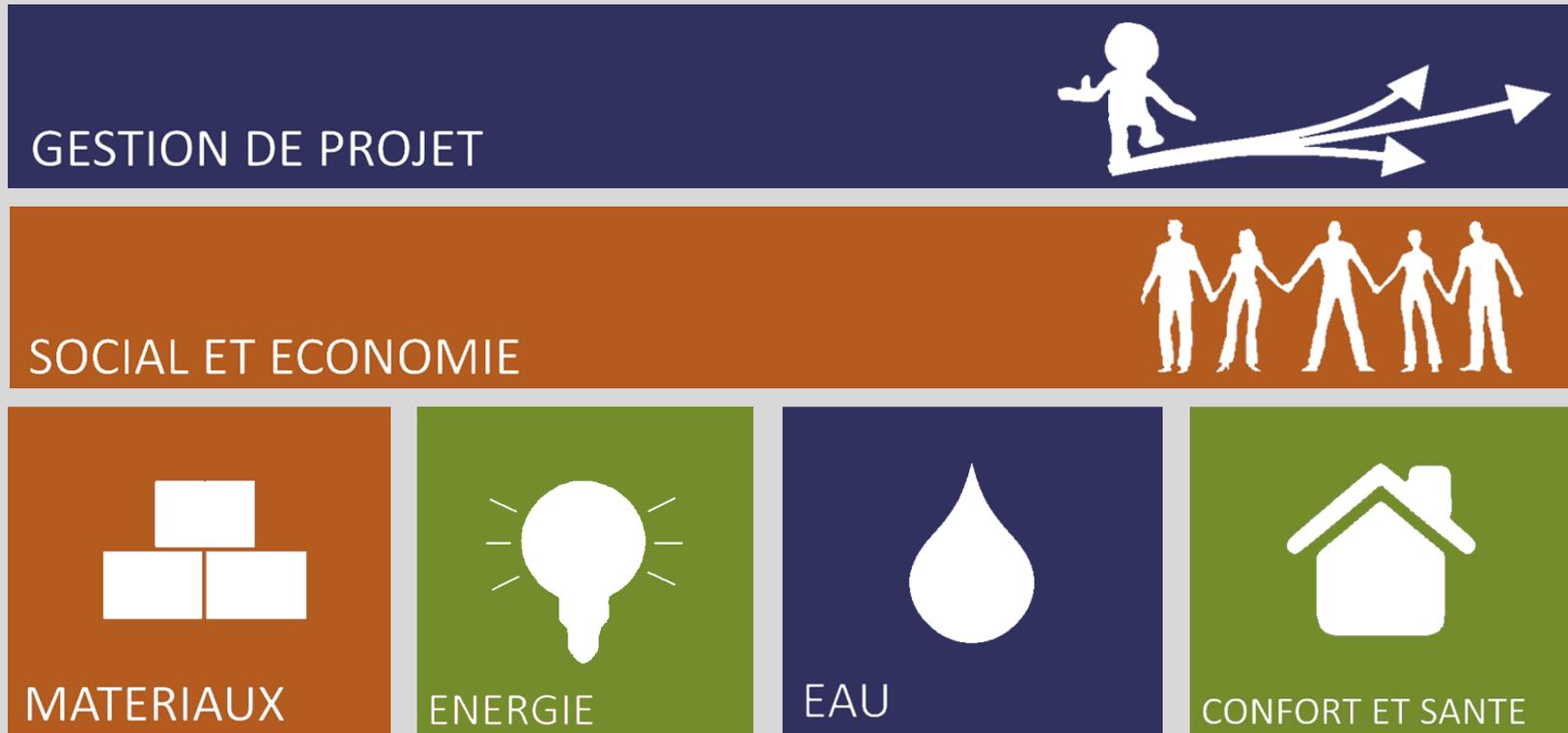
Production locale d'électricité

- **Photovoltaïque**
- **13 kWc**
- **Surface : 90 m²**

Planning travaux Délai

- **Début : avril 2023**
- **Fin : août 2024**
- **Délai : 17 mois**

Le projet au travers des thèmes BDM



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



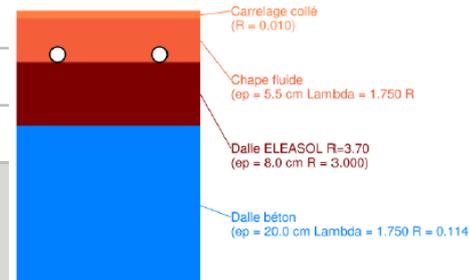
CONFORT ET SANTE

Matériaux

R
(m².K/W)

U
(W/m².K)

MURS EXTERIEURS OSB	Laine de bois 16 cm	}	6,4	0,16
	Panneau OSB 1,2 cm			
	Laine de bois haute densité			
MURS EXTERIEURS MACONNERIE (Cuisine et local technique)	Parpaing 20 cm	}	3,6	0,28
	Laine de bois 12 cm			
TOITURE LEGERE BOIS	Laine de roche 26 cm	}	7,6	0,13
	Panneau 3 plis 2,2 cm			
TOITURE POUTRELLE HOURDIS BETON	Laine de roche 26 cm	}	7,6	0,13
	Entrevous avec dalle			
PLANCHER BAS CHAUFFANT RAFRAICHISSANT	Chape fluide 5 cm	}	3,8	0,26
	PUR 8 cm			
	Béton 13 cm			



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Energie

CHAUFFAGE



Géothermie sur sondes et PAC
aérothermique :

- COP géo = 4,32
COP aéro = 3,86
- Plancher réversible
- $P = 35 \text{ W/m}^2$

REFROIDISSEMENT



Geocooling

- Plancher réversible
- $P = 11 \text{ W/m}^2$

ECLAIRAGE



- Eclairage intérieur : 5 W/m^2
- LED
- Pilotage automatique
- Détecteur infrarouge et de mouvement

VENTILATION



- 4 CTA double flux + 8 VMC simple flux
- Consommation électrique des moteurs 79 Mwhep/an
- Brasseurs d'air

ECS



- Production indépendante électrique

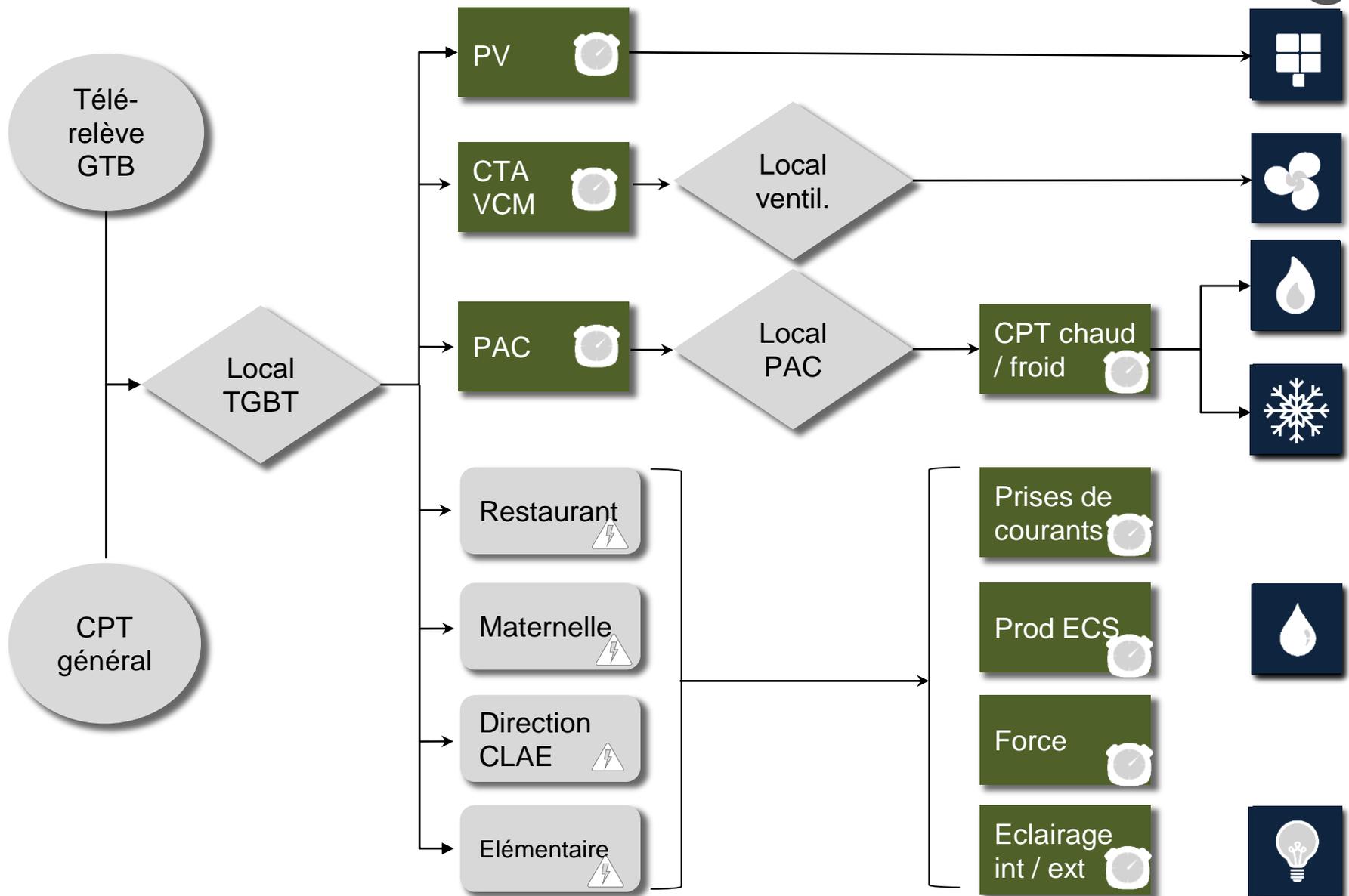
PRODUCTION D'ÉNERGIE



- PV : 13 kWc
- Surface : 90 m^2
- Pré-estim prod : 16 MWh/an

Les systèmes de comptage

Energie

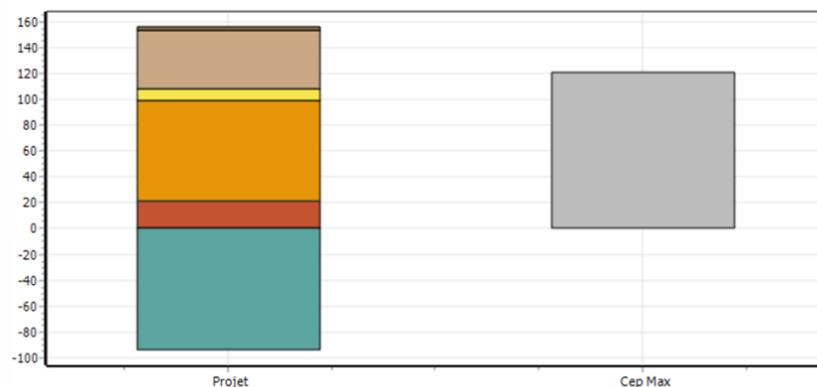
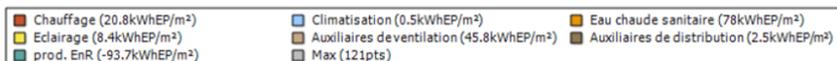


Energie

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

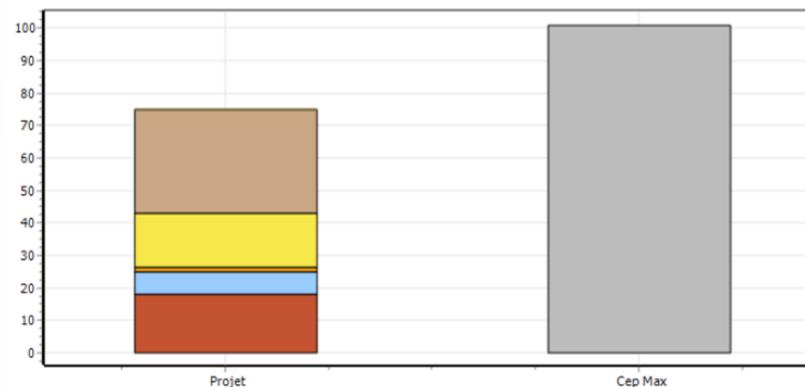
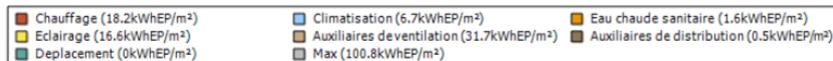
RESTAURANT

Décomposition du Cep



ECOLE

Décomposition du Cep

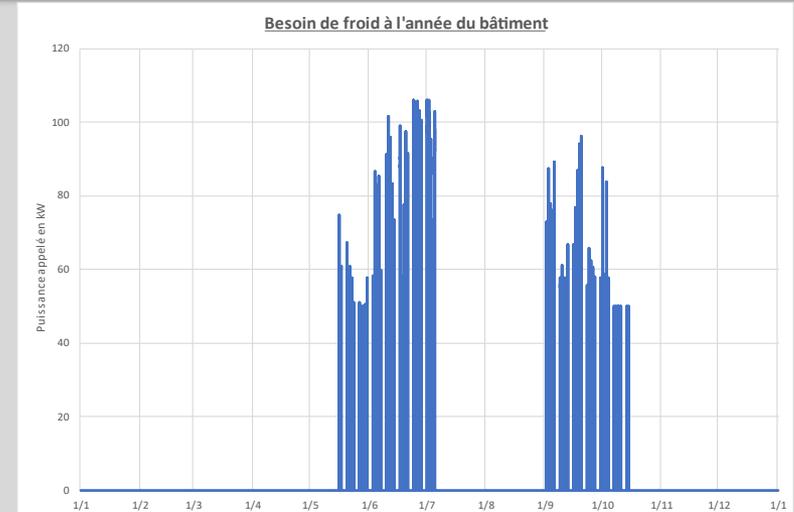
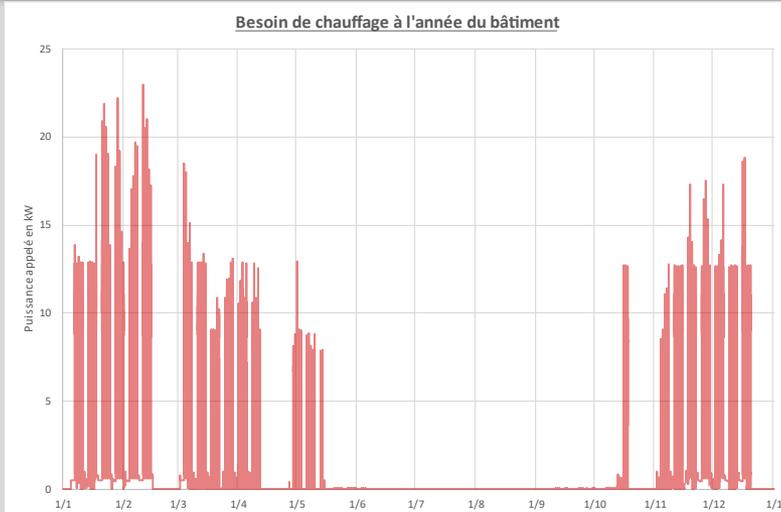


	Conventionnel Restaurant (RT2012)	Conventionnel Ecole (RE2020)
5 usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	62	75
Tout usages (en kWh _{ep} /m ² .an)	162	105

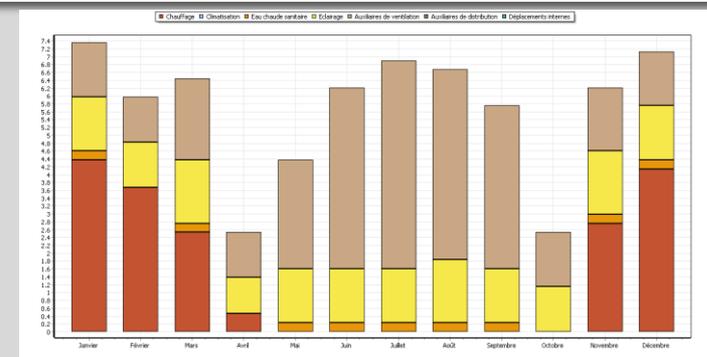
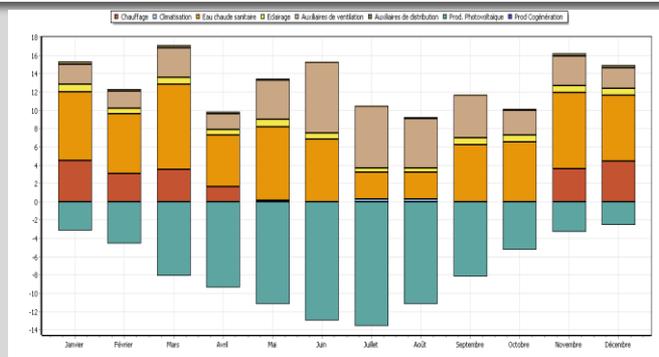
Energie - Performance énergétique

Besoins de chauffage totaux du bâtiment : 24,2 kWh/m²sdp.an

- Besoins de refroidissement totaux du bâtiment : 27,5 kWh/m²sdp.an



Balance énergétique globale du bâtiment



RESTAURANT

ECOLE

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Equipements hydro-économiques :

- 3L/min pour les robinets
- 9L/min pour les douches
- Chasses double débit 3 / 4,5 L pour la maternelle et 3/6 L pour l'élémentaire et les adultes.
- Temporisation

Gestion de l'eau de pluie:

- Cuve de récupération d'eau de pluie pour l'arrosage
- Sol perméable:
 - Espaces en pleine terre
 - Revêtement parking en pavé drainant avec joint végétal
 - Revêtement du parvis en organo-minéral perméable
 - Îlots en copeaux de bois

Cours de récréation perméables

= un cycle de l'eau préservé !



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"> • Châssis bois <ul style="list-style-type: none"> - DV 4/16/4 PE Argon - Déperdition énergétique $U_w < 1,4$ - Facteur solaire Sw (différencié selon les orientations/usages) $< 0,45\%$ sans protection solaire • Nature des fermetures : Brises solaire orientables

Surface en 152 m² 28 %

Nord



Sud

Surface en 159 m² 30 %

Ouest

Est

Surface en 123 m² 23 %

Surface en 101 m² 19 %

Confort et santé

Conception bioclimatique

- Profiter des apports gratuits l'hiver :
Grandes ouvertures dimensionnées grâce aux études FLJ et AEN – Ensoleillement à minima de classe C (référentiel HQE BD)
- Diminuer les apports l'été :
 Protections solaires fixes : préau, casquettes et pergolas
 Protections mobiles : BSO
 Sheds orientés au nord
 Végétation dense – îlot en copeaux de bois dans les cours
 Décharger le bâtiment :
 Gestion de l'inertie et de ventilation nocturne : Imposte au-dessus des menuiseries ouvrables



Salle d'activité / bureaux Salle de classe

Salle de repos

Périodes d'occupation : 8h-18h ou 9h-19h ou 8h-22h ou 10h20h

Niveau d'éclairement préconisé par la norme EN 12464-1
→ Voir en annexe 2 le tableau de liaison

	100	150	200	300	500	750	1000
Classe A	[90 - 100]	[85 - 100]	[80 - 100]	[65 - 100]	[60 - 100]	[40 - 100]	[20 - 100]
Classe B	[85 - 90[	[80 - 85[	[75 - 80[	[45 - 65[	[40 - 60[	[15 - 40[	[10 - 20[
Classe C	[70 - 85[	[60 - 80[	[50 - 75[	[10 - 45[	[10 - 40[	[5 - 15[	]0 - 10[
Classe D	[60 - 70[	[45 - 60[	[30 - 50[	[5 - 10[	[5 - 10[	]2 - 5[-
Classe E	[25 - 60[	[15 - 45[	[5 - 30[	]0 - 5[	]0 - 5[	]0 - 2[-
Classe F	[0 - 25[	[0 - 15[	[0 - 5[	[0 - 0]	[0 - 0]	[0 - 0]	-

Pourcentage de temps sur les heures de jour de la période d'occupation avec plus de X lux sur 80 % de la surface de plan utile

Restauration

Période d'occupation : 10h-15h

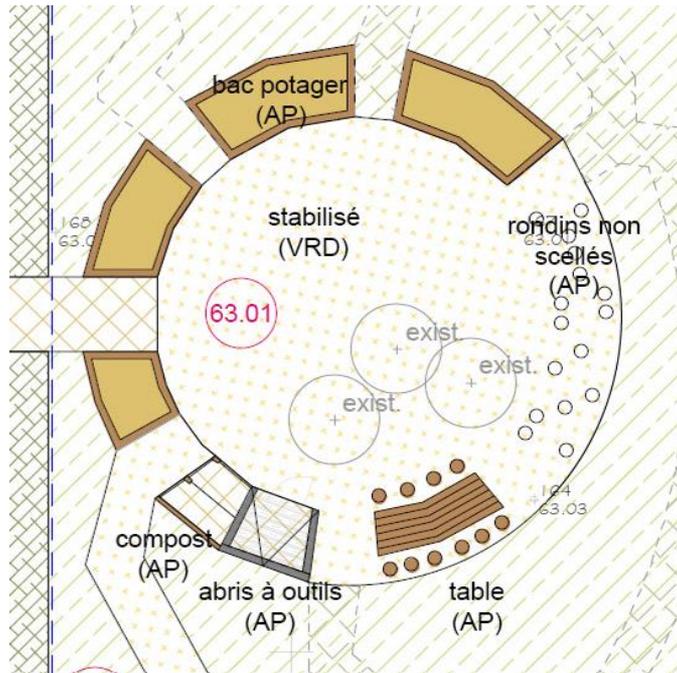
Niveau d'éclairement préconisé par la norme EN 12464-1
→ Voir en annexe 2 le tableau de liaison

	100	150	200	300	500	750	1000
Classe A	[95 - 100]	[90 - 100]	[90 - 100]	[70 - 100]	[60 - 100]	[40 - 100]	[15 - 100]
Classe B	[90 - 95[	[85 - 90[	[80 - 90[	[40 - 70[	[40 - 60[	[10 - 40[	[5 - 15[
Classe C	[80 - 90[	[65 - 85[	[55 - 80[	[5 - 40[	[5 - 40[	]0 - 10[	]0 - 5[
Classe D	[65 - 80[	[45 - 65[	[25 - 55[	]0 - 5[	]2 - 5[	[0 - 0]	[0 - 0]
Classe E	[35 - 65[	[10 - 45[	[5 - 25[	[0 - 0]	]0 - 2[-	-
Classe F	[0 - 35[	[0 - 10[	[0 - 5[	-	[0 - 0]	-	-

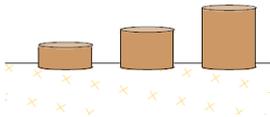
Pourcentage de temps sur les heures de jour de la période d'occupation avec plus de X lux sur 80 % de la surface de plan utile

Confort et santé

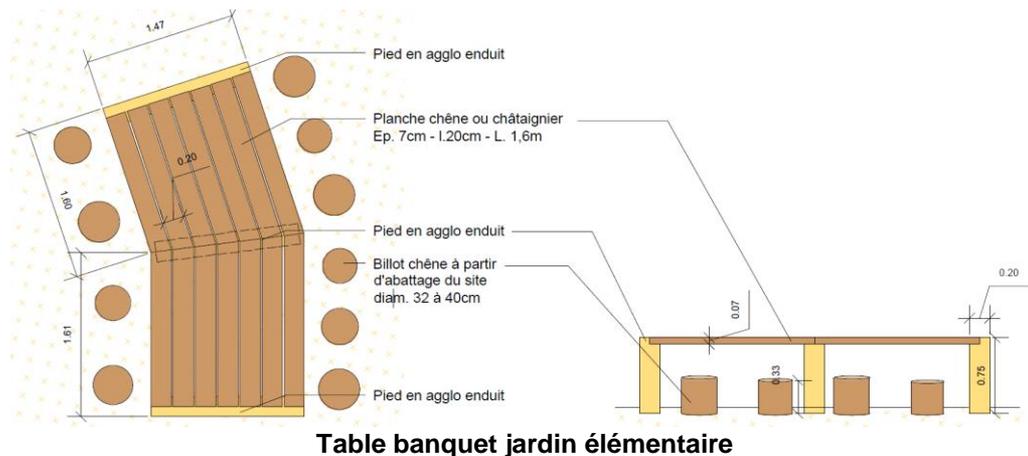
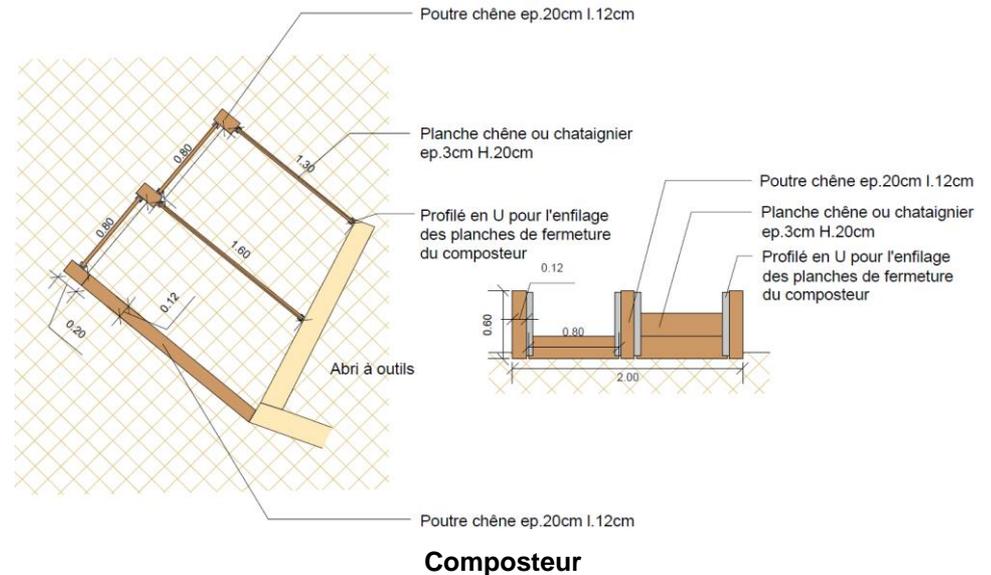
Jardin pédagogique des Élémentaires - Clairière



Billot chêne à partir d'abattage du site
3 hauteurs : 15cm, 23cm, 38cm

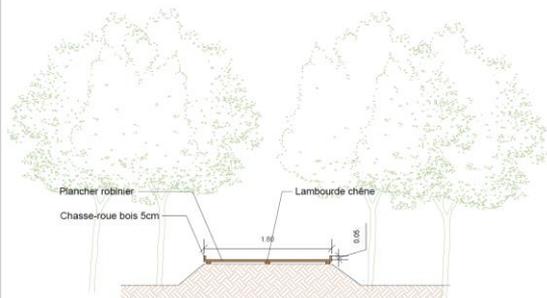


Rondins chêne du site non fixes – jardin élémentaire



Confort et santé

Cours écologiques et ludiques - Centrales



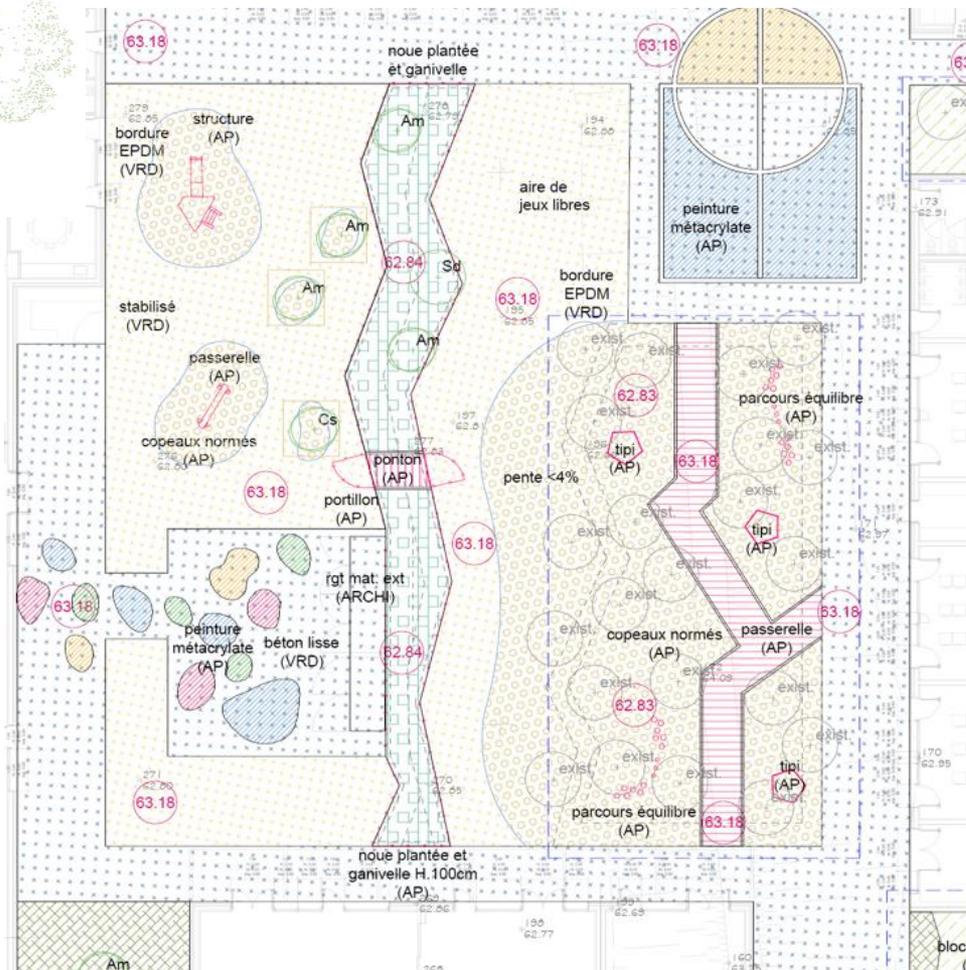
Passerelle



Structure toboggan



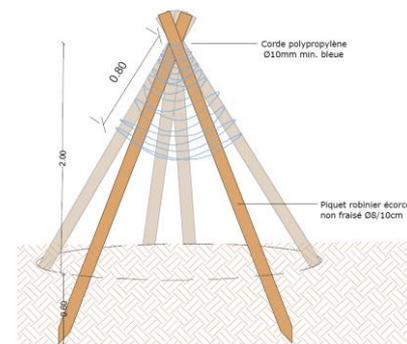
Salon pierre des patios



Pas japonais en robinier



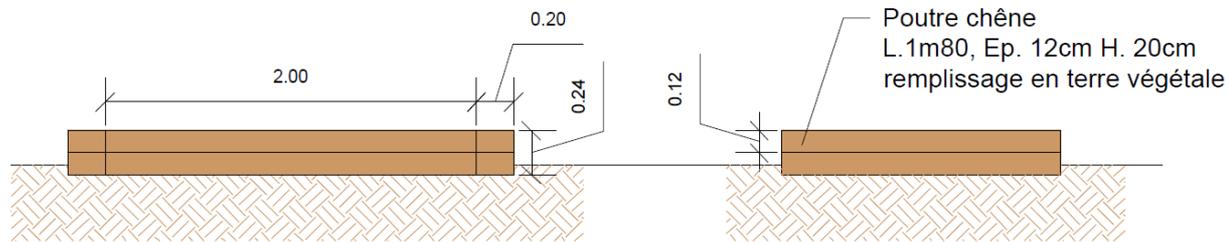
Rondins échasses



Tipi

Confort et santé

Jardin pédagogique des Maternelles



Bac potager maternelle

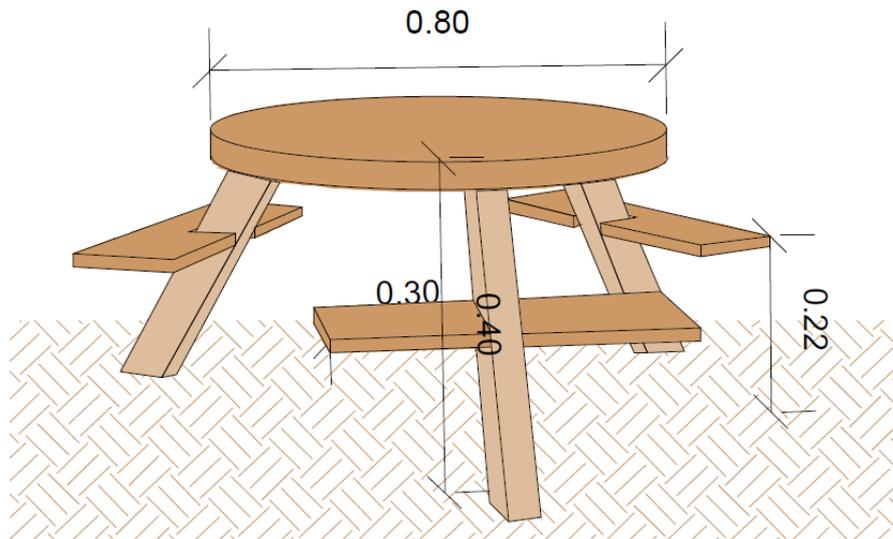


Table maternelle - sans échelle



Hypothèses Simulation Dynamique

Fichier Météorologique

- FRA_ORANGE_COUDOULET
- Meteonorm 8 contemporaines
- Meteonorm 8 horizon 2050 établi par le GIEC.

Scénario d'occupation

- Salle de classe : 8h30-16h30
- Salle de repos : 12h30-15h00
- Restauration : 11h30-13h30

Densité d'occupation

Salle de classe mat.: 28 pers.
Salle de classe élém.: 27 pers.
Salle de repos : 31 pers.

Restauration : midi 111 pers.
par service (x2).

Puissance installée des équipements.

- Eclairage 6 W/m² dans les locaux principaux et 4 W/m² dans les secondaires.
- Equipements apport interne
Salle de classe : 1,6 W/m²
Cuisine : 45 W/m²
Salle des maitres : 16 W/m²
Bureau : 13 W/m²

Charge interne moyenne annuelle

- Métabolisme:
Sommeil: 72 W/pers
Travail de bureau : 123 W/pers
Assis : 108 W/pers
En mouvement : 180 W/pers
Manger : 110 W/pers

Ventilation mécanique

Débit de ventilation hygiénique :
25 m³/h/pers
Sauf cuisine : 30m³/h/pers

Confort et santé: Indicateurs

• Critère de confort thermique STD

Résultats la STD :

- Ventilation mécanique nocturne en été, à débit nominal.
- Utilisation des brise-soleils orientables en journée et maintien de leur déploiement le soir
- Mise en veille des appareils électriques dans les salles de classe et les bureaux.
- Géothermie sur sondes pour alimenter des planchers réversibles et utilisation des brasseurs d'air

Local	CONTEMPORAIN					CANICULAIRE 2050				
	Nb.h surchauffe EN 16798-1		Top Max	Nb. H > 28°C		Nb.h surchauffe EN 16798-1		Top Max	Nb. H > 28°C	
	h	%	°C	h	%	h	%	°C	h	%
	V2 : Géothermie plancher rafraîchissant + Brasseur					V2 – RCP 4.5 2050				
1.1_Direction CLAE	14	1	29,1	29	2	0	0	30,2	79	4
1.4_Salle d'activité_01	16	1	28,6	9	1	1	0	29,2	29	2
1.4_Salle d'activité_02	13	1	28,2	2	0	0	0	29	27	2
1.5_Salle polyvalente	3	0	27,9	0	0	0	0	27,9	0	0
1.7_Salle atelier	15	1	28	0	0	0	0	28,9	24	1
3.1_Salle d'activité_01	10	1	29	18	1	0	0	29,9	51	4
3.1_Salle d'activité_02	13	1	28,8	13	1	0	0	29,5	32	2
3.1_Salle d'activité_03	12	1	29,4	17	1	0	0	30	45	3
3.1_Salle d'activité_04	14	1	28,9	13	1	0	0	29,6	41	3
3.2_Salle de classe_01	5	0	29,2	10	1	0	0	29,4	27	2
3.2_Salle de classe_02	33	2	30,9	45	3	28	2	31,2	89	6
3.2_Salle de classe_03	3	0	29,1	12	1	0	0	29,4	33	2
3.2_Salle de classe_04	3	0	29	13	1	0	0	29,6	40	3
3.2_Salle de classe_05	8	1	29,4	16	1	0	0	29,6	43	3
3.2_Salle de classe_06	8	1	29,5	16	1	0	0	29,6	40	3
3.2_Salle de classe_07	9	1	30	26	2	3	0	30,2	58	4
3.4_Bureau RASED	0	0	27,8	0	0	0	0	28,8	12	1

Confort et santé: Indicateurs

- Critère de confort thermique STD

Local	CONTEMPORAIN					CANICULAIRE 2050				
	Nb.h surchauffe EN 16798-1		Top Max	Nb. H > 28°C		Nb.h surchauffe EN 16798-1		Top Max	Nb. H > 28°C	
	h	%	°C	h	%	h	%	°C	h	%
	V2 : Géothermie plancher rafraîchissant + Brasseur					V2 – RCP 4.5 2050				
3.5_Salle de repos_01	5	1	28	0	0	0	0	29,1	24	4
3.5_Salle de repos_02	10	2	28,6	13	2	0	0	29,4	30	6
3.6_Salle de motricité	3	0	27,9	0	0	0	0	28	0	0
3.9_Bibliothèque	17	1	29,6	19	1	3	0	30,1	40	3
4.1_Direction Élémentaire	30	2	30,9	51	3	39	2	31,6	108	6
4.1_Direction Maternelle	18	1	30,2	50	3	25	1	31,2	119	7
4.2_Salle des maîtres Élémentaire	9	1	29,4	18	1	1	0	30	48	3
4.2_Salle des maîtres Maternelle	69	4	30	35	2	41	3	31,4	85	5
4.3_Salle ATSEM	96	6	31,3	66	4	89	5	31,8	138	9
4.4_Salle psychologue	39	2	31,1	54	3	47	3	31,8	116	6
5.1_Salle de restauration	5	1	29,7	17	2	2	0	30,3	34	4

La combinaison de la géothermie sur sondes en geocooling et couplée aux brasseurs d'air permet de respecter l'objectif programmatique pour 100% des locaux en climat contemporain et pour 94,8% des locaux en climat futur.

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Gestion de projet

- ✓ STD réalisée dès la phase APS
- ✓ Etude thermique réalisée dès la phase APS
- ✓ Etude FLJ réalisée dès la phase APS
- ✓ Charte chantier à faibles nuisances rédigée dès l'APD.
- ✓ Trois membres de la maîtrise d'œuvre ont au moins une expérience des reconnaissances BDM ou BDO.
- ✓ Valorisation autant que possible d'entreprises locales pour la phase réalisation. A suivre pour la prochaine commission.

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



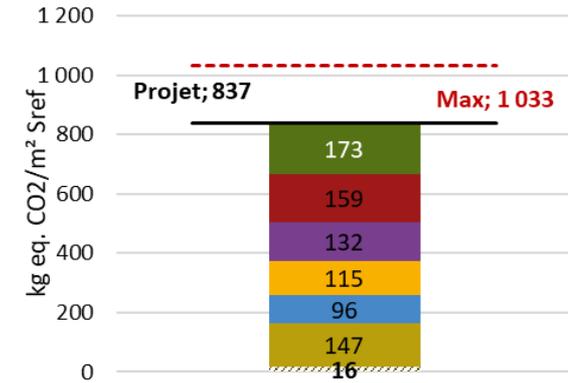
EAU



CONFORT ET SANTE

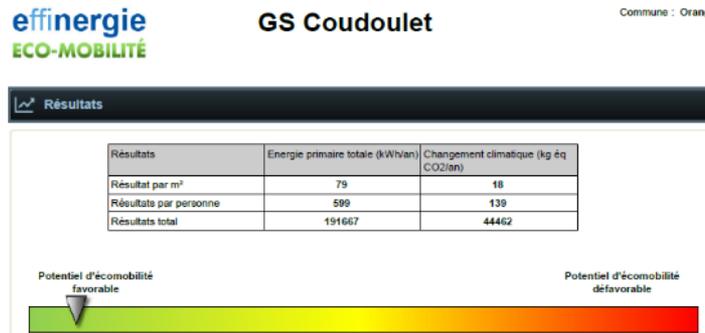
Social et économie

- ✓ Maitrise de l'impact environnemental : Niveau Carbone 1 atteint pour le restaurant et niveau RE2020 pour l'école.



Estimation poids carbone projet en phase APD

- ✓ Une évaluation de la mobilité est réalisée sur le projet sur la base de l'outil Effinergie



- ✓ Cours perméables, naturelles et multisensorielles.
- ✓ Cheminements doux

Coût global

Les coûts et bénéfices globaux du projet ont été calculés avec l'outil proposé par BDM

La recherche d'une optimisation du coût global a été faite via l'étude de plusieurs solutions techniques :

- **Base** : Géothermie + PAC aérothermique
- **Variante 1** : 100% géothermie
- **Variante 2** : PAC Aérothermique + CTA Adiabatique

Résultats généraux

Période de calcul	50 ans		
Coût global (€TTC constants)	Base: Mixte géothermie / aérothermie	V 1 : 100% géothermie	V2: aérothermie / CTA adiabatique
Total	11 045 649 €	11 139 369 €	11 132 932 €
Investissement	6 190 893 €	6 327 893 €	6 396 893 €
Bilan_carbone_construction	0 €	0 €	0 €
Consommation	1 844 215 €	1 827 902 €	1 711 466 €
Maintenance	3 010 541 €	2 983 574 €	3 024 573 €

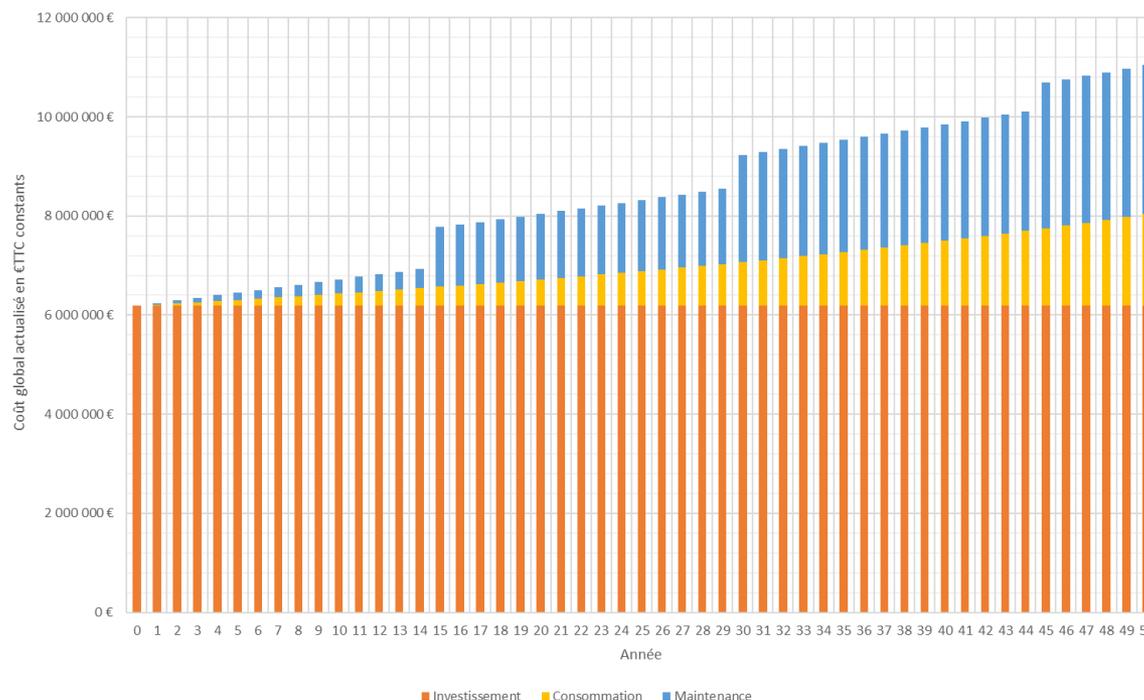
Émissions de GES (TCO2eq)	Base: Mixte géothermie / aérothermie	V 1 : 100% géothermie	V2: aérothermie / CTA adiabatique
Total	2 360	2 360	2 336
Investissement	0	0	0
Bilan_carbone_construction	2 043	2 043	2 043
Consommation	317	317	293
Maintenance	0	0	0

Coût global

Etude du scénario retenue (base): Coût entretien et maintenance

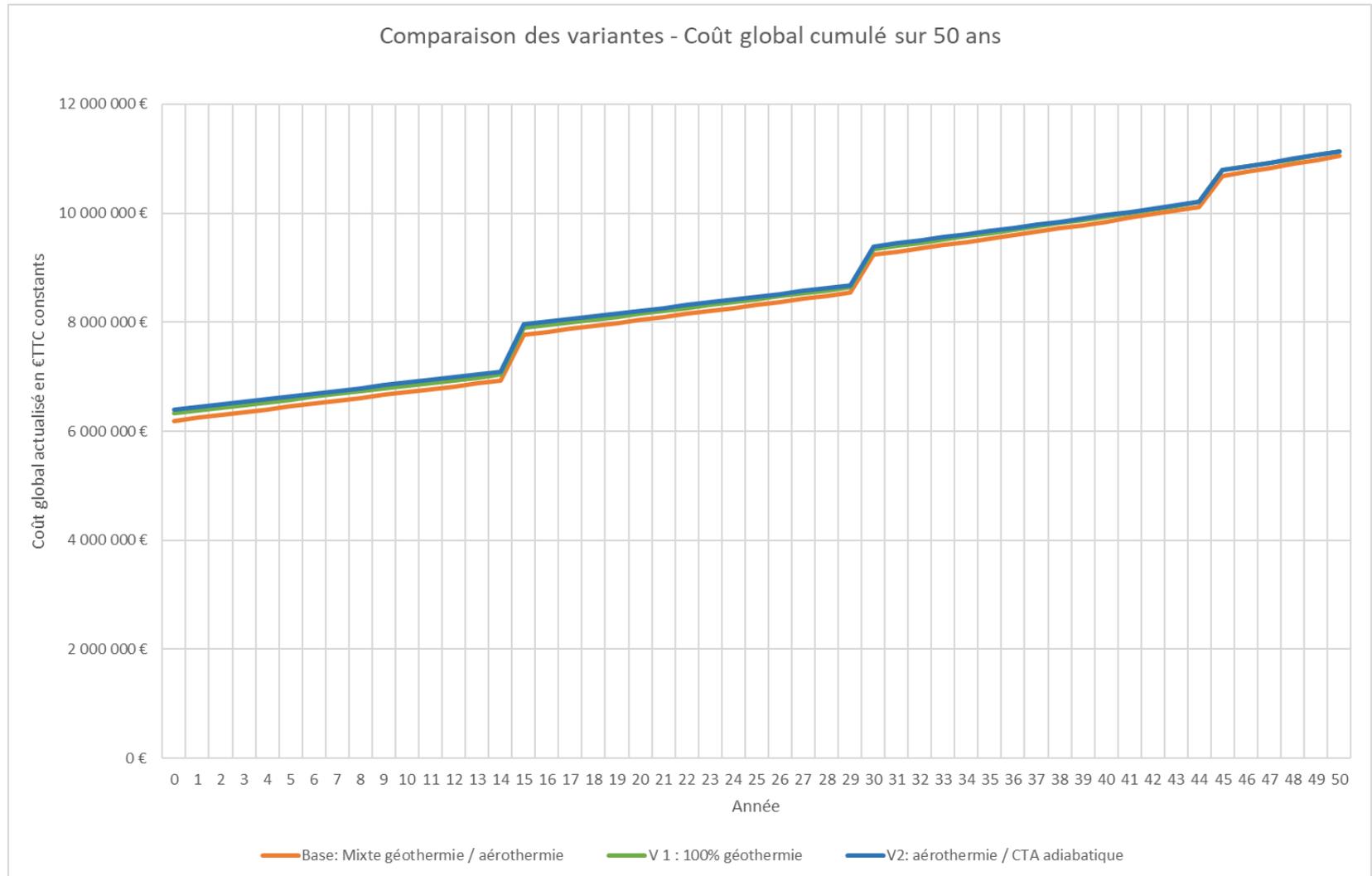
Résultats généraux			
Période de calcul	50 ans		
Coût global (€TTC constants)	Base: Mixte géothermie / aérothermie	Émissions de GES (TCO ₂ eq)	Base: Mixte géothermie / aérothermie
Total	11 045 649 €	Total	2 360
Investissement	6 190 893 €	Investissement	0
Bilan_carbone_construction	0 €	Bilan_carbone_construction	2 043
Consommation	1 844 215 €	Consommation	317
Maintenance	3 010 541 €	Maintenance	0

Base: Mixte géothermie / aérothermie



Coût global

Comparaison des scénarios : Coût global sur 50 ans



Pour conclure

Points forts

Conception bioclimatique de grande qualité

Matérialité biosourcée

Cours de récréation perméables

Récupération d'eau de pluie

Géothermie sur sonde

Points pouvant être améliorés

Matériaux classiques : murs en parpaing, laine minérale

Entreprises locales – à suivre en chantier

Points innovation proposés à la commission

Cours perméables et végétalisés

- Bien-être des enfants et enseignants
- Connexion à la nature
- Conservation du cycle de l'eau
- Réutilisation des arbres abattus

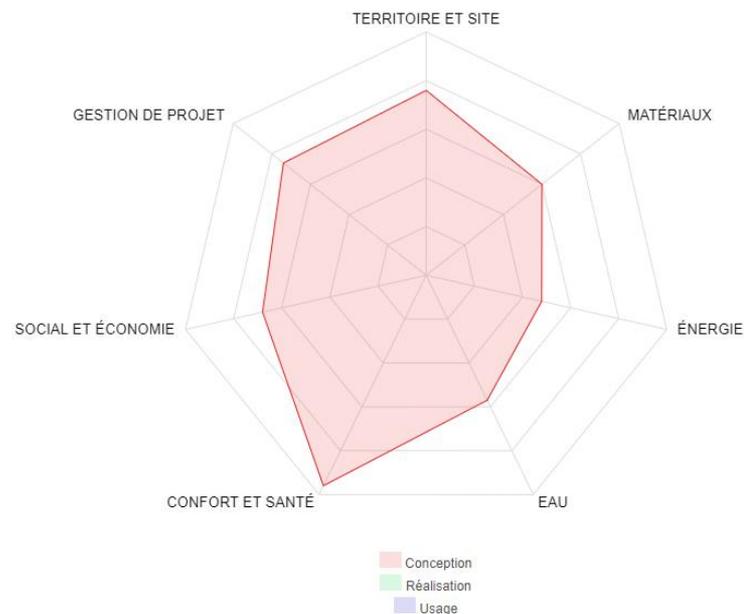


Pas japonais en robinier

Ateliers de préparation pour les CM2

- Former les élèves aux méthodes pratiquées au collège
- Faciliter leur arrivée dans ce nouvel environnement qu'est le collège

Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM



Les acteurs du projet

MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

MAITRISE D'OUVRAGE

Ville d'ORANGE (84)



MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

ARCHITECTE

HB MORE (30)



BE THERMIQUE

ENERGETEC (84)



BE STRUCTURE

CALDER (34)



ECONOMISTE

GECKO (34)



BE ENVIRONNEMENT

EODD (13)



BE VRD

TECTA (34)



BE PAYSAGISTE

IL Y A (30)



BE ACOUSTIQUE

Atelier ROUCH
(34)



BE CFO-CFa et PV

IGBAT&Co (84)





MERCI DE VOTRE ATTENTION !