

# Colloque Restitution E+ C- Occitanie Retour d'expérience Tertiaire

Campus Orange - Balma



# Sommaire

---

1-Présentation du projet

2-Volet Energie

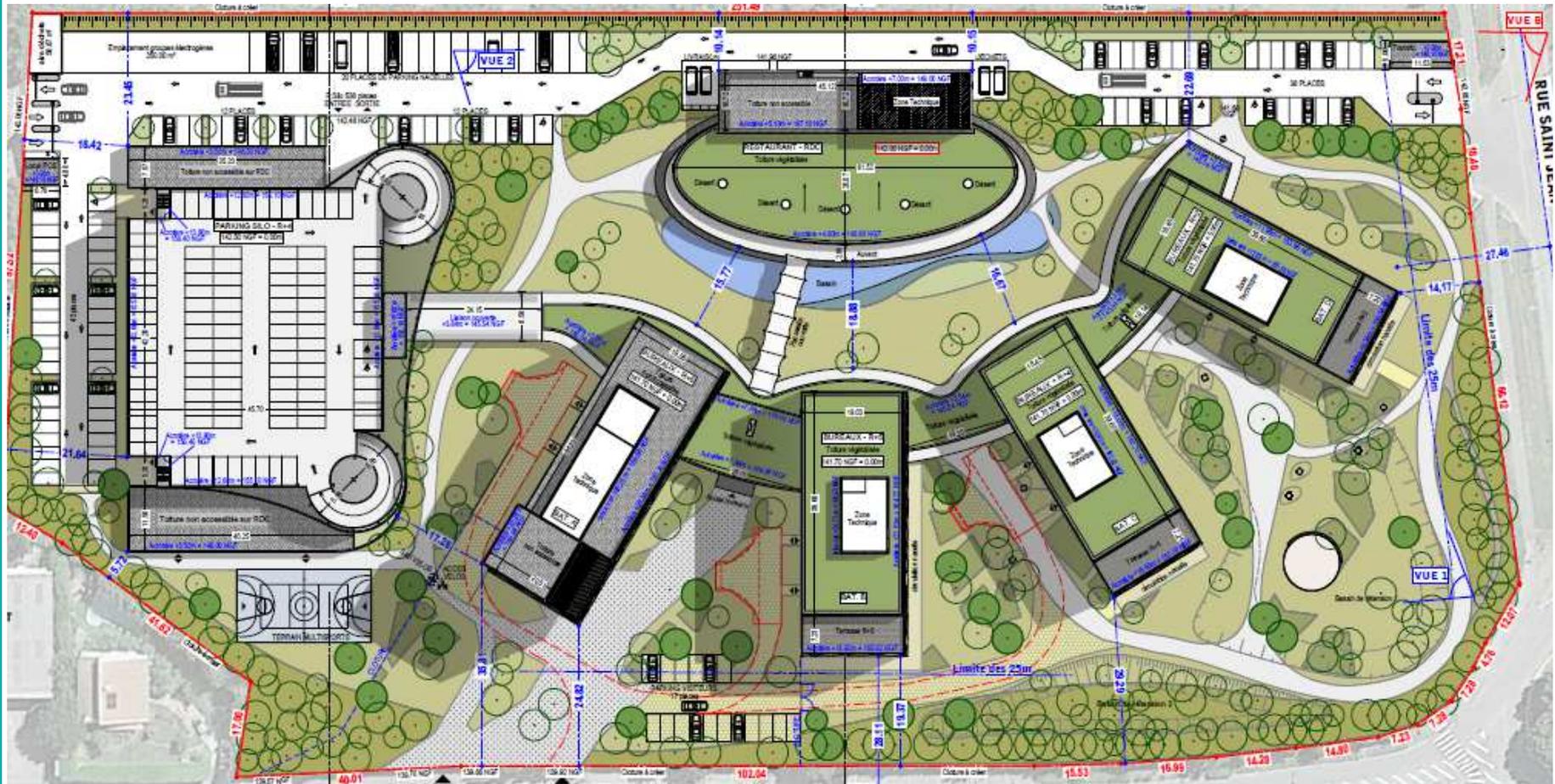
3-Volet Carbone

4-Résultats et Variantes étudiées

5-Conclusions



# 1 - Présentation du projet



## L'opération en chiffres

Parcelle : 33 276 m<sup>2</sup>

Espaces verts : 14 280 m<sup>2</sup>

SRT bureaux : 18615 m<sup>2</sup>

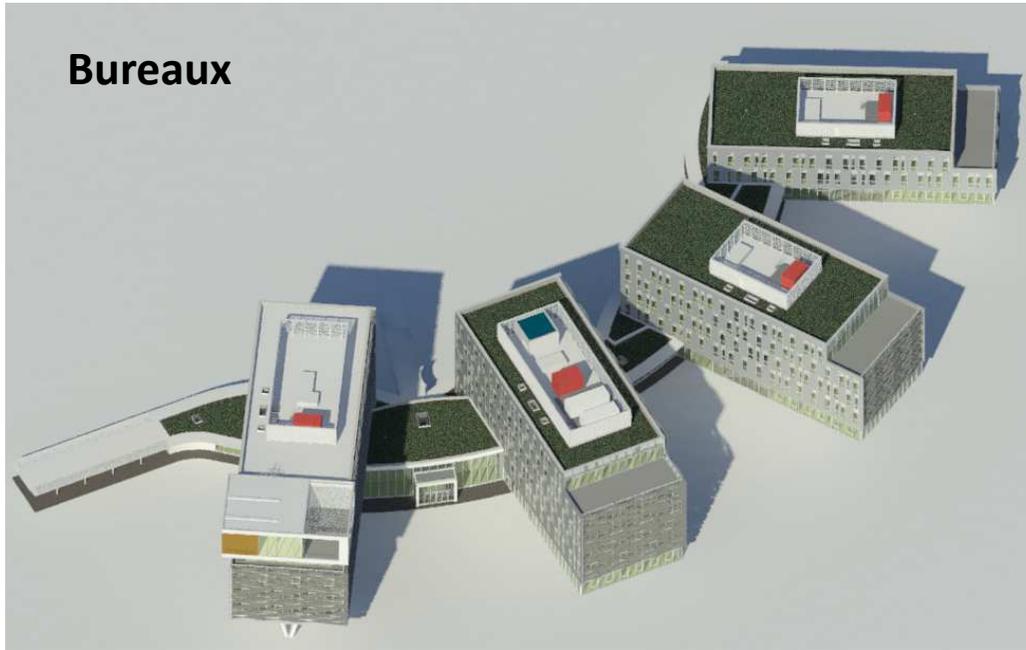
S utile bureaux : 16923 m<sup>2</sup>

Parking Silo : 646 places

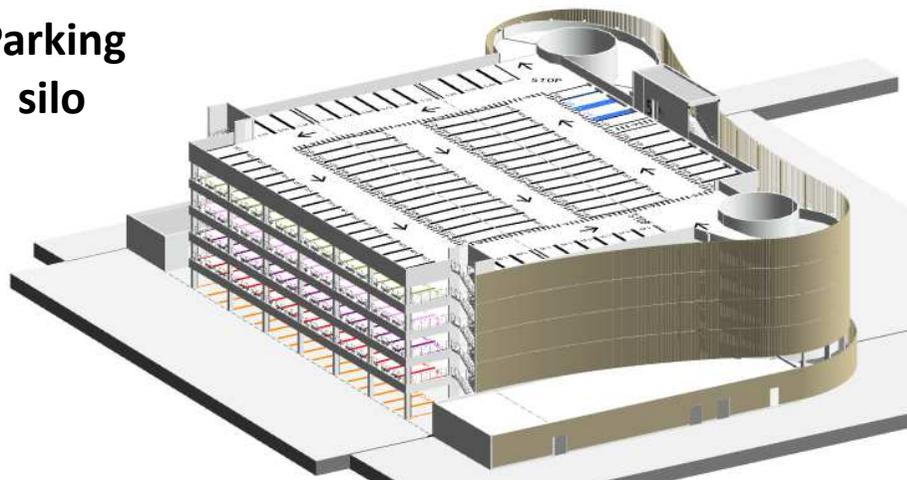
Restaurant : 1500 m<sup>2</sup>

# 1 - Présentation du projet

Bureaux



Parking  
silo



## Expérimentation E+ C- sur le bâtiment de bureaux avec le parking Silo

- Nbre d'occupants : 1300 pers
- Parking sur 6 niveaux
- Structure Poteaux poutres, voiles béton et façades rideau
- Toitures terrasses végétalisées
- Type de chauffage : PAC et Groupe Froid Air/Eau sur Ventilateurs-convecteurs...
- Ventilation : CTA double flux échangeur à roue
- Éclairage : LED avec gradation automatique et détection de présence

# 1 - Présentation du projet

## Expérimentation E+ C-

Travail en collaboration Barbanel (E+) / Néolia Ingénierie (C-)

Utilisation d'une maquette numérique (BIM)

Projet orienté bas Carbone avec 3 variantes étudiées :

- Base : projet solutions « courantes » tel que prévu
- V1 : travail sur l'évolution du vecteur énergie
- V2 : travail sur l'évolution matériaux (gros œuvre/ second œuvre)
- V3 : combinaison des V1 et V2 afin de réduire significativement l'impact carbone du projet

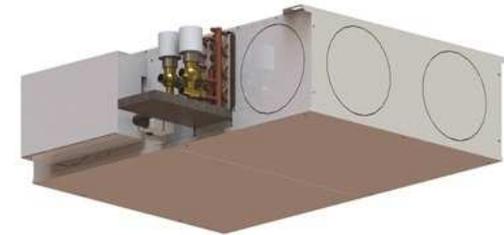


## 2 - Volet Energie

### Etude RT2012

- Production d'énergie autonome située en toiture du bâtiment,
  - Pompe à Chaleur Air/Eau 4 tubes assurant une production de chaud et de froid simultanée,
  - Pompe à Chaleur Air/Eau réversible pour le complément de chaud et de froid.

Locaux traités par des terminaux de type Ventilo-convecteur gainable avec régulateurs performants.



- Ventilation / Air Neuf Hygiénique

Installations type CTA double flux avec récupérateur d'énergie, batterie eau glacée et batterie de chauffage à eau chaude,

Débits variables sur Sonde CO2 dans les salles de réunions et débits constants sur programmation horaire dans les bureaux,

Efficacité de l'échangeur de récupération sur l'air extrait 80,5 % (certifié)

- Eau Chaude Sanitaire (ECS)

La production d'ECS est assurée par des ballons électriques mis en place dans les blocs sanitaires.



- Eclairage

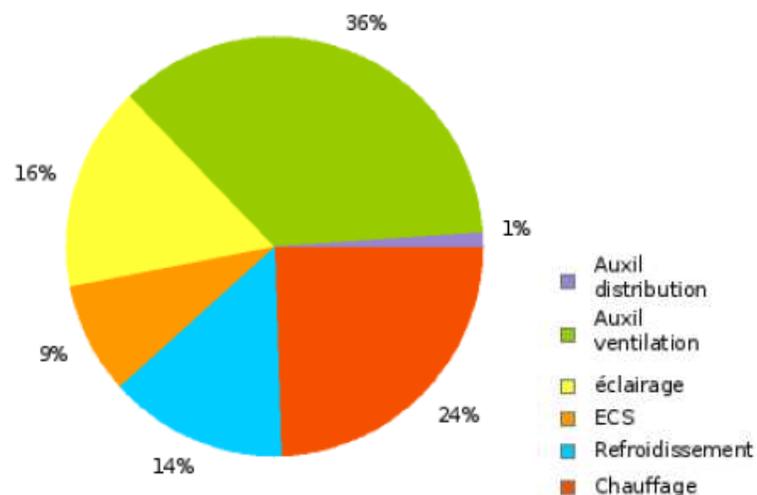
Eclairage LED avec détection de présence dans l'ensemble des locaux. Gradation dans les bureaux :

Bureaux	4 W/m <sup>2</sup>
Salles de réunions	4 W/m <sup>2</sup>
Circulations	3 W/m <sup>2</sup>
Sanitaires	10 W/m <sup>2</sup>

## 2 - Volet Energie

### Résultats et calcul E+

#### RT 2012



#### BEPOS

CONSOMMATIONS	ENERGIE FINALE (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON RT/an)	ENERGIE PRIMAIRE (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON RT/an)
Chauffage	5,8	15,0
Refroidissement	3,3	8,5
ECS	2,1	5,3
Eclairage	3,7	9,6
Auxiliaires	8,9	22,9
<b>Total usages RT 2012</b>	<b>23,8</b>	<b>61,3</b>
Ascenseurs	1,8	4,6
Parkings	0,4	1,0
Mobilier	26,0	67,1
<b>Total tous usages</b>	<b>52,0</b>	<b>134,1</b>

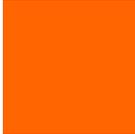
#### 2.3.3. - Indicateurs Energie du E+C-

Résultats E+ Base : Production autonome				
	E1	E2	E3	E4
Bilan BEPOS (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	134,1	134,1	134,1	134,1
Bilan BEPOS max (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	166,4	149,9	98,9	0
Niveau atteint	Oui	Oui	Non	Non

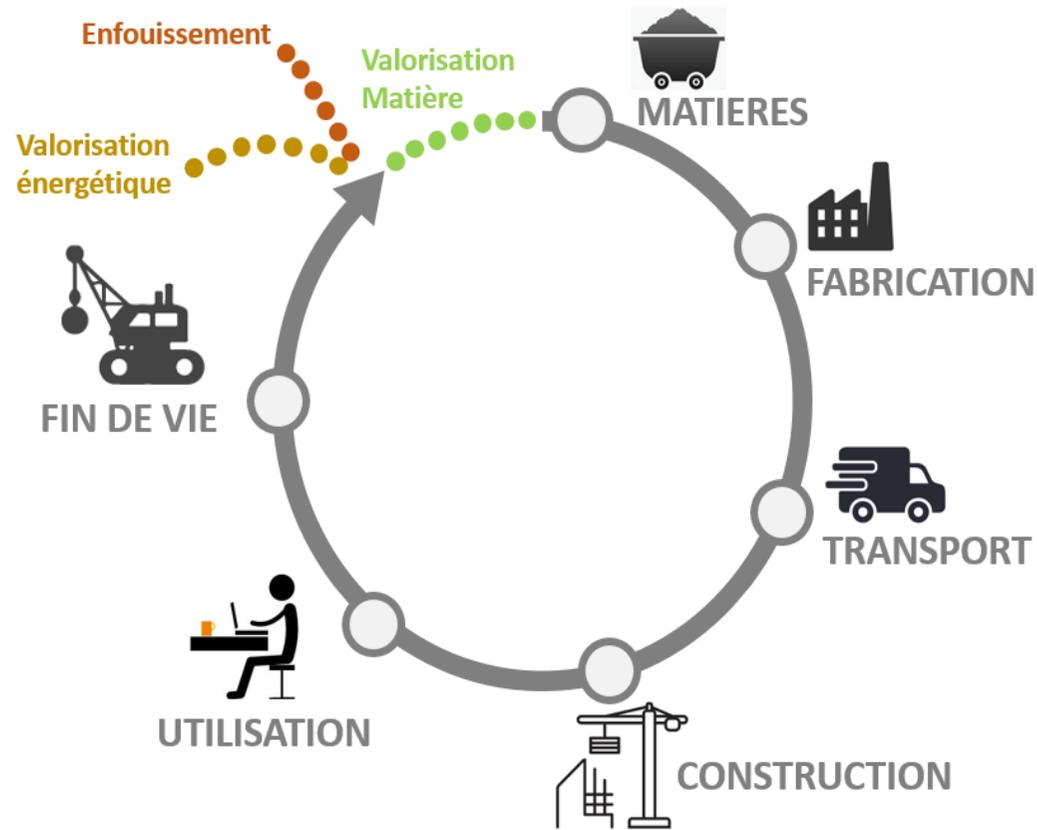
Niveau E2 atteint



# 3 – Volet Carbone



## Analyse du cycle de vie



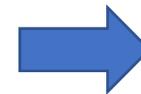
# 3 – Volet Carbone

## 14 Lots à inventorier

The screenshot shows a software interface with a navigation menu at the top: 'Elodie CSTB', 'Projets', 'Résultats', 'Bibliothèque', and 'Support'. The main content area displays a project tree for 'Campus O Balma - Bureaux + parking Base'. The tree structure is as follows:

- Campus O Balma - Bureaux + parking Base
  - Campus O Balma - Saisie DCE
    - Zone Bureaux
      - Produits de construction et équipements
        - 1. VRD (Voirie et Réseaux Divers)
        - 2. Fondations et infrastructure
        - 3. Superstructure - Maçonnerie
        - 4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
        - 5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
        - 6. Façades et menuiseries extérieures
        - 7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Peintures - Produits de décoration
        - 8. CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement - eau chaude sanitaire)**
        - 9. Installations sanitaires**
        - 10. Réseaux d'énergie (courant fort)**
        - 11. Réseaux de communication (courant faible)**
        - 12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur**
        - 13. Equipement de production locale d'électricité
        - 14. Fluides frigorigènes
      - Consommations d'énergie
      - Consommations et rejets d'eau
      - Chantier

The items 8 through 12 are enclosed in a red box with the text **Lots forfaitaires** overlaid in red.



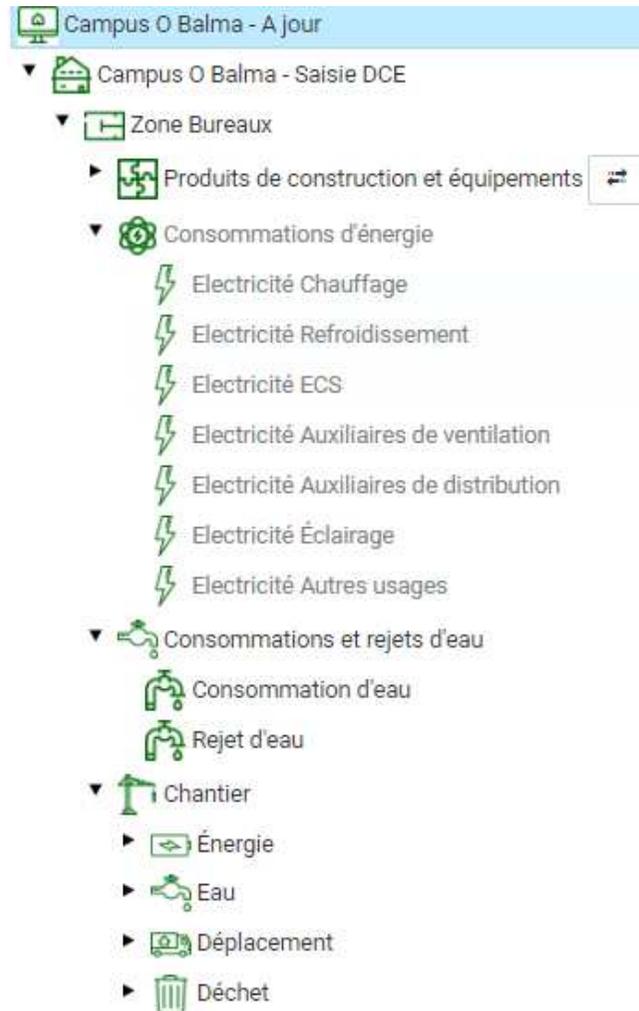
**Nécessité de faire l'inventaire des matériaux utilisés pour chaque lot avec les quantités**



# 3 – Volet Carbone



## Consommations d'énergie, eau et chantier



# 3 – Volet Carbone

## Eau

Nom	Consommations et rejets d'eau		
Poste Eau	Calculette Eau		
Description du bâtiment			
Usage	Bureaux		
Nombre d'unités liées à la fonctionnalité	16923 -		
Système d'assainissement	Assainissement collectif		
Réseau de collecte des eaux usées et pluviales	Réseau unitaire		
Consommation d'eau potable par défaut	94599,56999999999		
Description simplifiée des équipements			
Chasse d'eau	Double flux 3L/6L	▼	économie: - %
Urinoir	Présence d'urinoirs	▼	économie: -38.7 %
Lavabo	Réducteur de pression	▼	économie: -14.4 %
Economie totale réalisée sur les consommations d'eau des équipements:		-53 %	

## Chantier

Usage	Bureaux		
Durée de chantier en été (d'avril à septembre)	Avec grue	10 mois	Sans grue 2
Durée de chantier en hiver (doctobre à mars)	Avec grue	10 mois	Sans grue 2
Quantité de terres excavées	33000		
Quantité de terres évacuées	23000		
Distance entre le chantier et le lieu d'évacuation des terres	30		



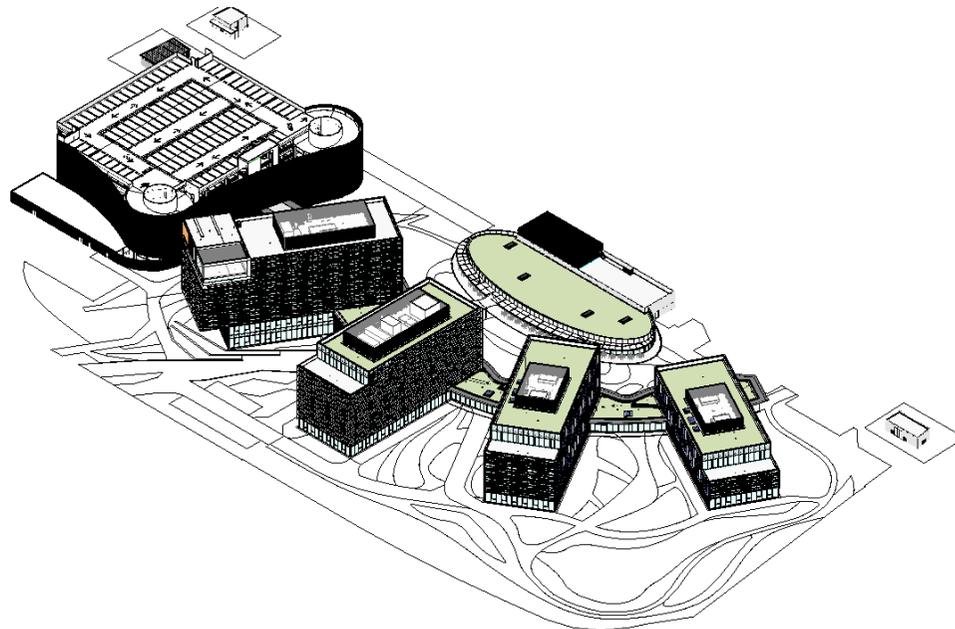
## 3 – Volet Carbone



Récupération des quantitatifs – création de nomenclatures (REVIT)



Logiciel de modélisation



Plateforme d'échange des données

# 3 – Volet Carbone

## Récupération des quantitatifs – création de nomenclatures (REVIT)

Propriétés de la nomenclature

Champs Filtre Tri/Regroupement Mise en forme Apparence

Sélectionner les champs disponibles à partir de:

Murs

Champs disponibles:

- Code d'assemblage
- Coefficient d'absorbance
- Coefficient de transfert de chaleur (U)
- Commentaires
- Commentaires du type
- Contrainte inférieure
- Contrainte supérieure
- Coût
- Critère feu
- Description
- Description de l'assemblage
- Décalage inférieur
- Décalage supérieur
- Fabricant
- Famille
- Famille et type**
- Flux 10
- Fonction
- Hauteur non contrainte
- Identifiant
- IfcGUID
- Image
- Image du type
- Largeur
- Longueur
- Marque de type
- Masse thermique
- Matériau structural
- Modèle
- Nom de l'assemblage
- Nombre
- Nomenclature Mur
- Note d'identification
- Phase de création
- Phase de démolition
- Protection contre l'incendie
- Rugosité
- Résistance thermique (R)
- Surface
- Type
- Type IfcGUID
- URL
- Utilisation structurelle
- Visible dans les nomenclatures
- Volume

<Néolia Nomenclature des sols>			
A	B	C	D
Famille et type	Type	Surface	Niveau
Sol: 1714_Mobilier coffrag	1714_Mobilier coffra	14.21 m <sup>2</sup>	7.36_R+2
Sol: dallage béton 15cm	dallage béton 15cm	4137.91 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: dallage béton 20cm	dallage béton 20cm	50.35 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: dallage béton 22cm	dallage béton 22cm	0.37 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: dallage béton 25cm	dallage béton 25cm	1.48 m <sup>2</sup>	
Sol: dallage béton 28cm	dallage béton 28cm	1.48 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: dallage béton 33cm	dallage béton 33cm	1.11 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Faux-plancher - 100+	Faux-plancher - 100	14171.52 m <sup>2</sup>	
Sol: isolant sous-dalle ep1	isolant sous-dalle ep1	4155.72 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: isolant sous-dalle ep2	isolant sous-dalle ep2	144.16 m <sup>2</sup>	
Sol: Mobilier 40mm	Mobilier 40mm	11.66 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher béton - 200	Plancher béton - 20	12826.82 m <sup>2</sup>	
Sol: Plancher béton - 250	Plancher béton - 25	273.09 m <sup>2</sup>	
Sol: Plancher béton - 250	Plancher béton - 25	405.89 m <sup>2</sup>	
Sol: Plancher Chape tech	Plancher Chape tec	27.68 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher Chape tech	Plancher Chape tec	25.00 m <sup>2</sup>	21.44_R+6
Sol: Plancher Chape tech	Plancher Chape tec	28.83 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher Chape+carr	Plancher Chape+car	1064.83 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher Chape+carr	Plancher Chape+car	705.02 m <sup>2</sup>	
Sol: Plancher Chape+PVC	Plancher Chape+PV	41.00 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher Chape+PVC	Plancher Chape+PV	92.45 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher Chape+tapi	Plancher Chape+tap	48.83 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher collab. 120	Plancher collab. 120	12.68 m <sup>2</sup>	3.84_R+1
Sol: Plancher collaborant	Plancher collaboran	17.63 m <sup>2</sup>	3.84_R+1
Sol: Plancher Contredalle	Plancher Contredall	37.34 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher Parquet - 30	Plancher Parquet - 3	141.19 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
Sol: Plancher terrasse - i	Plancher terrasse -	494.68 m <sup>2</sup>	
Sol: platelage métallique	platelage métallique	18.37 m <sup>2</sup>	3.84_R+1
Sol: platelage métallique	platelage métallique	84.20 m <sup>2</sup>	
Sol: Sol blanc	Sol blanc	546450.18 m <sup>2</sup>	0.00_RDC

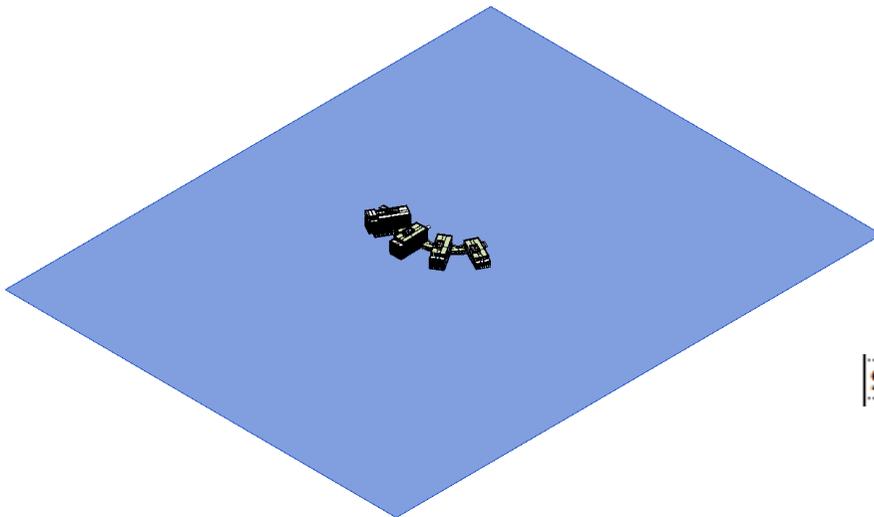


## 3 – Volet Carbone

### Difficultés liées à l'utilisation de la maquette et limites de son usage

- Beaucoup d'informations ce qui demande une bonne maîtrise du logiciel
- Evolution du modèle ce qui demande de recalculer l'analyse à minima en fin de chantier
- Nécessite de connaître précisément les informations nécessaires à l'analyse dès le début du projet afin de collaborer au mieux avec l'architecte

Par exemple ci-dessous un extrait de la nomenclature des sols :



Sol: Sol blanc	Sol blanc	546450.18 m <sup>2</sup>	0.00_RDC
----------------	-----------	--------------------------	----------

# 3 – Volet Carbone

## Difficultés liées à l'utilisation de la maquette et limites de son usage

- Compositions pas toujours décrites avec précision :

Famille: Mur de base  
Type: Mur trame verticale  
Epaisseur totale: 0.2360  
Résistance (R): 0.0000 (m²·K)/W  
Masse thermique: 1.35 kJ/K

Couches

COTE EXTERIEUR			
	Fonction	Matériau	Epaisseur
1	Finition 1 [4]	Aluminium	0.0030
2	Isolant/Vide [3]	Vide	0.0700
3	<b>Limite de la couche principale</b>	<b>Couches au-dessus</b>	<b>0.0000</b>
4	Isolant/Vide [3]	Isolant façade	0.1600
5	<b>Limite de la couche principale</b>	<b>Couches en dessous</b>	<b>0.0000</b>
6	Finition 2 [5]	Aluminium	0.0030

Nécessité de se reporter au CCTP ce qui rend le travail fastidieux.

# 3 – Volet Carbone

## Utilisation ELODIE V3



The screenshot shows the Elodie V3 software interface. At the top, there is a navigation bar with the Elodie logo and menu items: Projets, Résultats, Bibliothèque, and Support. Below this, the main content area displays a tree view for a project named 'Campus O Balma - Bureaux + parking Base'. The tree structure is as follows:

- Campus O Balma - Bureaux + parking Base
  - Campus O Balma - Saisie DCE
    - Zone Bureaux
      - Produits de construction et équipements
        - 1.VRD (Voirie et Réseaux Divers)
        - 2.Fondations et infrastructure
        - 3. Superstructure - Maçonnerie
        - 4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
        - 5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
        - 6. Façades et menuiseries extérieures
        - 7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape -Peintures - Produits de décoration
        - 8. CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement - eau chaude sanitaire)
        - 9. Installations sanitaires
        - 10. Réseaux d'énergie (courant fort)
        - 11. Réseaux de communication (courant faible)
        - 12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
        - 13. Equipement de production locale d'électricité
        - 14. Fluides frigorigènes
      - Consommations d'énergie
      - Consommations et rejets d'eau
      - Chantier

Arborescence

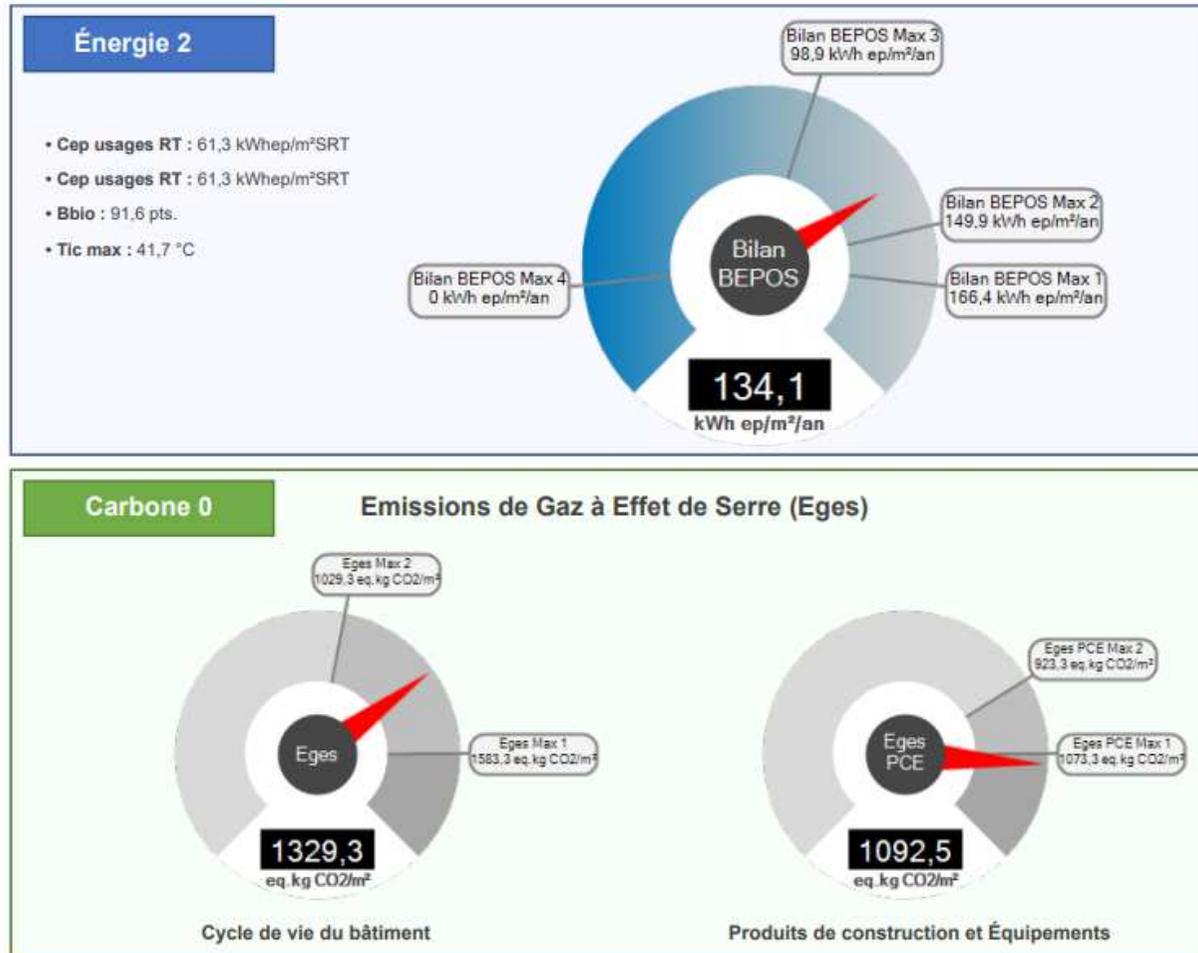
The screenshot shows the search results interface in the INIES database. It features a search bar at the top with the text 'Recherche par nom de fiche' and a magnifying glass icon. Below the search bar, there is a section for 'Recherche avancée' with a pagination control showing '1 2 3 ... 311'. The search results are displayed as a list of items, each with a grid icon to its right:

- Béton pour fondations superficielles C25/30 XC2 CEM II/A
- Fenêtres et portes fenêtres PVC - Teintes foncées (L< 0,82) UFME / SNEP
- Panneau isolant KNAUF Thane MultiTI Se 120mm
- Panneaux de granulés de verre cellulaire [ép. = 12 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT
- 1 FLUSH MOUNTED DIMMER 200W 2 WIRES + 2 INPUTS KNX RF
- 1 FLUSH MOUNTED OUTPUT 3A 230V + 2 INPUTS MAINS POWERED KNX RF
- 1 FLUSH MOUNTED OUTPUT 4A FREE OF POTENTIAL + 2 INPUTS MAINS POWERED KNX RF
- 1 FLUSH MOUNTED RF OUTPUT 3A FOR BLINDS OR SHUTTERS + 2 INPUTS
- 1 SORTIE 3A 230V + 2ENTREES A ENCASTRER KNX RADIO

Outil de recherche de fiches dans la base INIES

# 3 – Volet Carbone

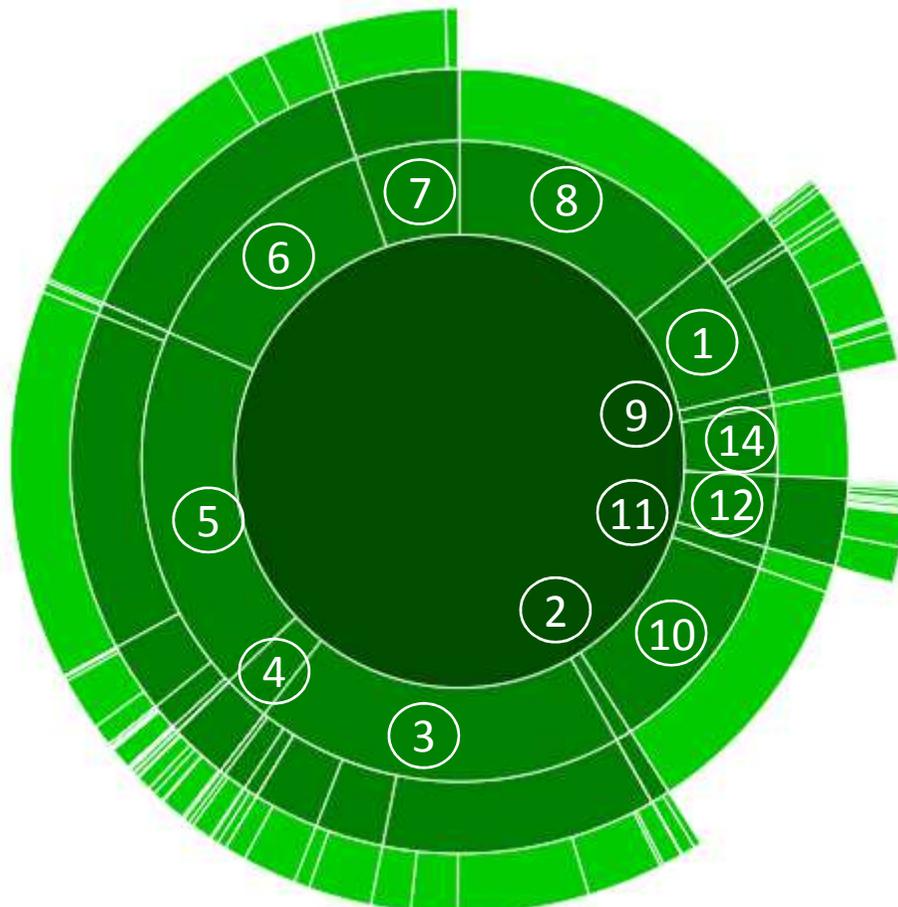
## Présentation des résultats de la version de base



Le niveau E2 est atteint mais pas C1 pour les produits de construction et équipements

# 3 – Volet Carbone

## Présentation des résultats de la version de base



- ▶ 1. VRD (Voirie et Réseaux Divers)
- ▶ 2. Fondations et infrastructure
- ▶ 3. Superstructure - Maçonnerie
- ▶ 4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
- ▶ 5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
- ▶ 6. Façades et menuiseries extérieures
- ▶ 7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape -Peintures - Produits de décoration
- ▶ 8. CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement - eau chaude sanitaire)
- ▶ 9. Installations sanitaires
- ▶ 10. Réseaux d'énergie (courant fort)
- ▶ 11. Réseaux de communication (courant faible)
- ▶ 12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
- ▶ 13. Equipement de production locale d'électricité
- ▶ 14. Fluides frigorigènes

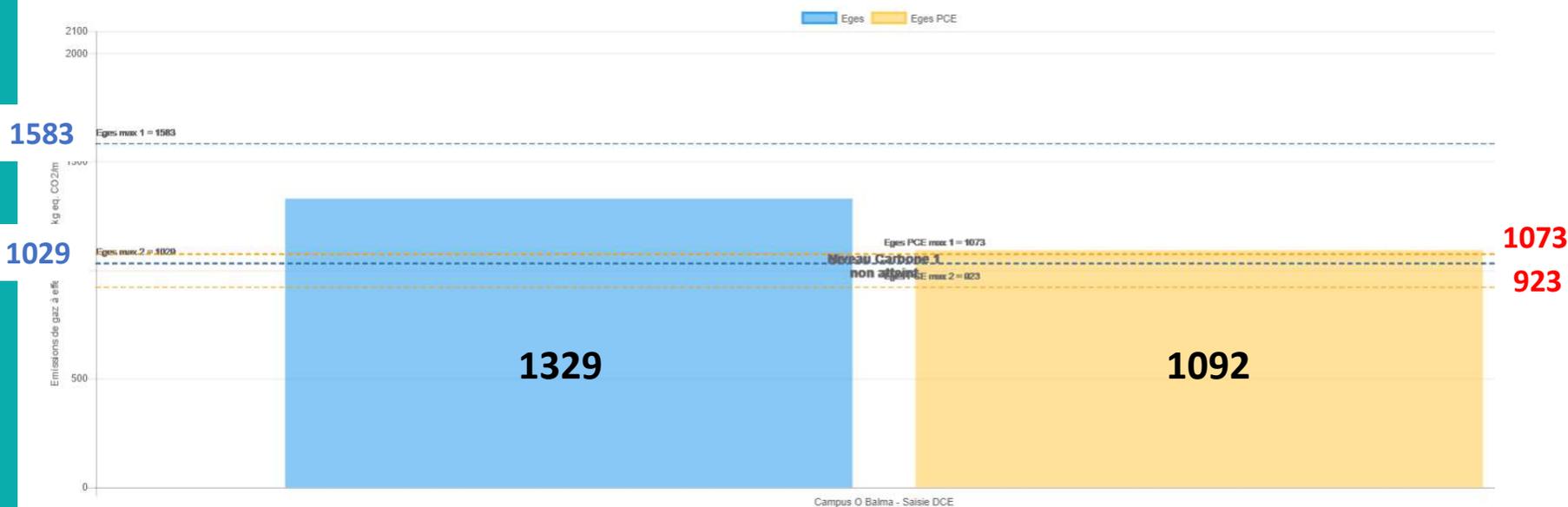
Outre les données forfaitaires, les lots les plus impactants sont le cloisonnement, la superstructure et les façades et menuiseries extérieures

# 4 – Résultats et Variantes étudiées

## Base

Résultats E+ Base : Production autonome				
	E1	E2	E3	E4
Bilan BEPOS (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	134,1	134,1	134,1	134,1
Bilan BEPOS max (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	166,4	149,9	98,9	0
Niveau atteint	Oui	Oui	Non	Non

Niveau Carbone

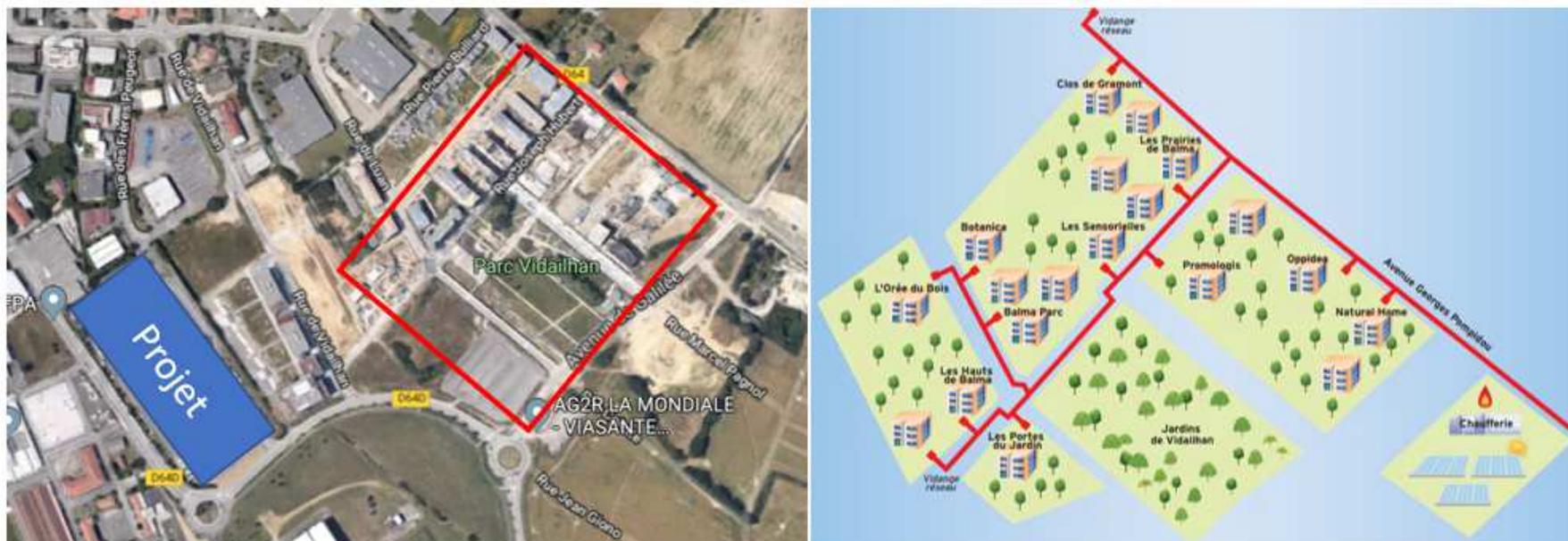


**Niveau Atteint : E2 C0**

## 4 – Résultats et Variantes étudiées

### Variante 1 : Installation Photovoltaïque et réseau de chaleur

#### Réseau de chaleur de Vidailhan



Réseau alimenté à 75% par de la Biomasse, à 5% par du solaire thermique haute concentration et à 20% par du gaz naturel.

La puissance de raccordement est de 700 kW.

Le contenu CO<sub>2</sub>, du réseau de chaleur est 0,043 g<sub>CO2</sub>/kWh<sub>ep</sub>

Aménagements techniques à prévoir : sous station comprenant l'éclairage, une attente d'eau, une attente électrique, une attente téléphonique, une évacuation d'eau et une ventilation mécanique.

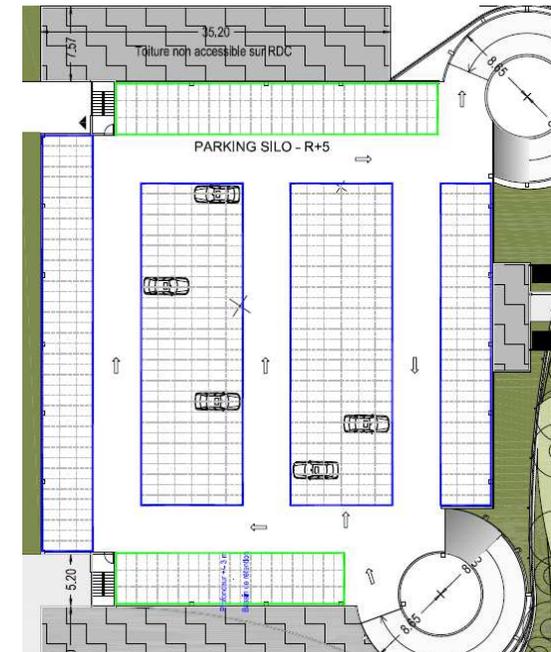
## 4 – Résultats et Variantes étudiées

### Variante 1 : Installation Photovoltaïque et réseau de chaleur

Installation photovoltaïque : ombrières sur parking Silo



744 modules pour une surface de 1250 m<sup>2</sup> et une puissance crête de 193 kWc



Pour ne pas dénaturer le projet architectural, les capteurs photovoltaïques ne sont pas implantés sur les toitures des bâtiments des bureaux.

#### Avantages

- Production centralisée sur un même niveau,
- Production et Revente d'énergie électrique,
- Fonction d'ombrière pour les voitures stationnées,
- Protège les véhicules des intempéries.

#### Aménagements à prévoir

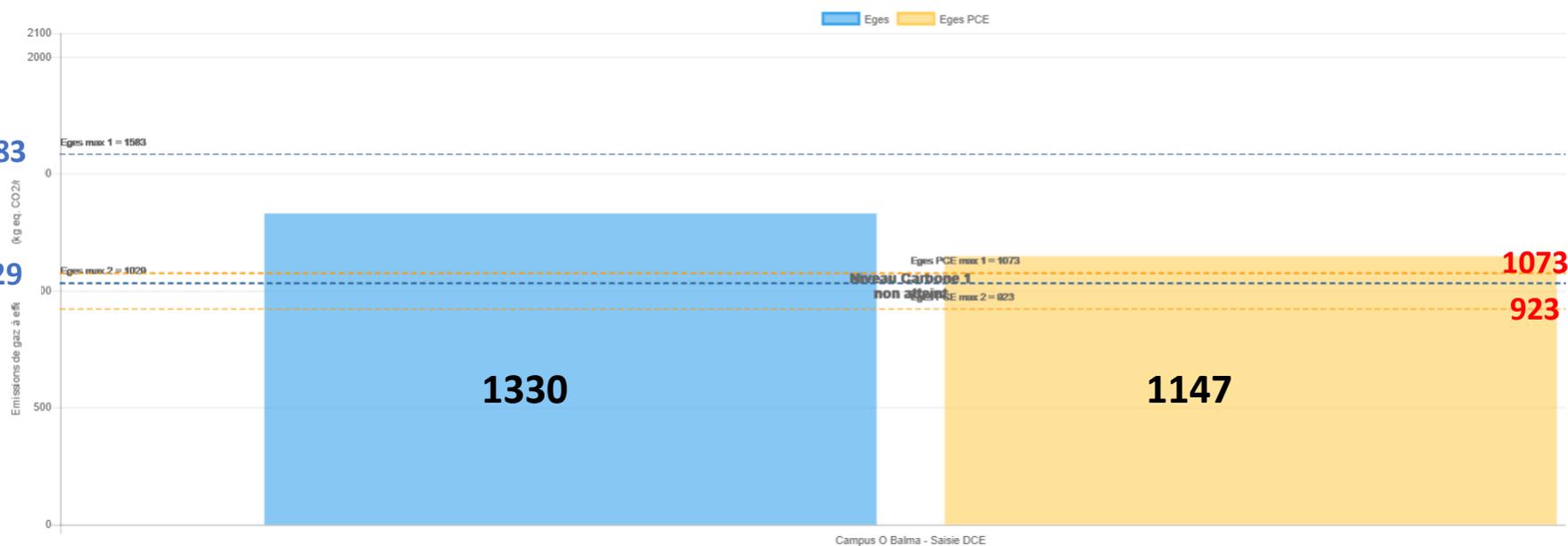
- Structurel : avec la reprise des charges des auvents et des capteurs,
- Reprise des pluviales ruisselant sur les capteurs,
- Création d'emplacement pour la mise en place des onduleurs PV.

# 4 – Résultats et Variantes étudiées

## Variante 1 : Installation Photovoltaïque et réseau de chaleur

Résultats E+ variante n°1 : Réseau de chaleur et production d'électricité photovoltaïque				
	E1	E2	E3	E4
Bilan BEPOS (kWhep/m².an)	98,6	98,6	95,2	95,2
Bilan BEPOS max (kWhep/m².an)	166,4	149,9	98,9	0
Niveau atteint	Oui	Oui	Oui	Non

Niveau Carbone



Niveau Atteint : E3 C0

# 4 – Résultats et Variantes étudiées

## Variante 2 : Travail sur le gros œuvre et second oeuvre

### Béton bas Carbone



Configurateur développé par  
les industriels du béton

Choisissez un béton parmi les inventaires existants

[En savoir plus](#)

Paramètre	Unité	Choix du paramètre
Résistance	MPa	20
Classe d'exposition		X0
Type ciment		CEM III/A
Addition		Pas d'ajout
Classe de résistance ciment		52.5
Dmax	mm	20
Consistance		S3
Type de gravier majoritaire		Graviers Massifs
Type de sable majoritaire		Sables Massifs
Type d'eau consommée en centrale		Eau de pompage

Choix d'un ciment de type CEM III (avec ajout de laitiers) afin de limiter l'impact carbone du matériau.

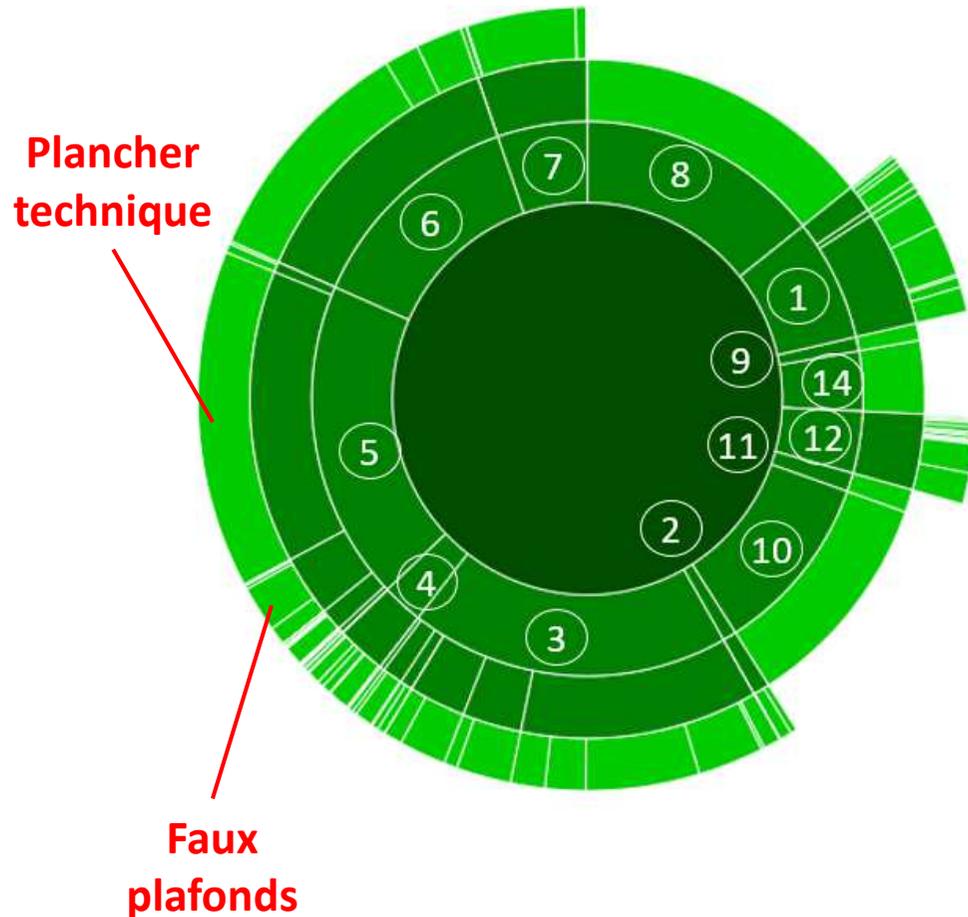
### Remarques

- Nécessite la validation par le BE Structure,
- Nécessite la disponibilité des matériaux.

# 4 – Résultats et Variantes étudiées

## Variante 2 : Travail sur le gros œuvre et second œuvre

Passage de tous les réseaux en faux plafond



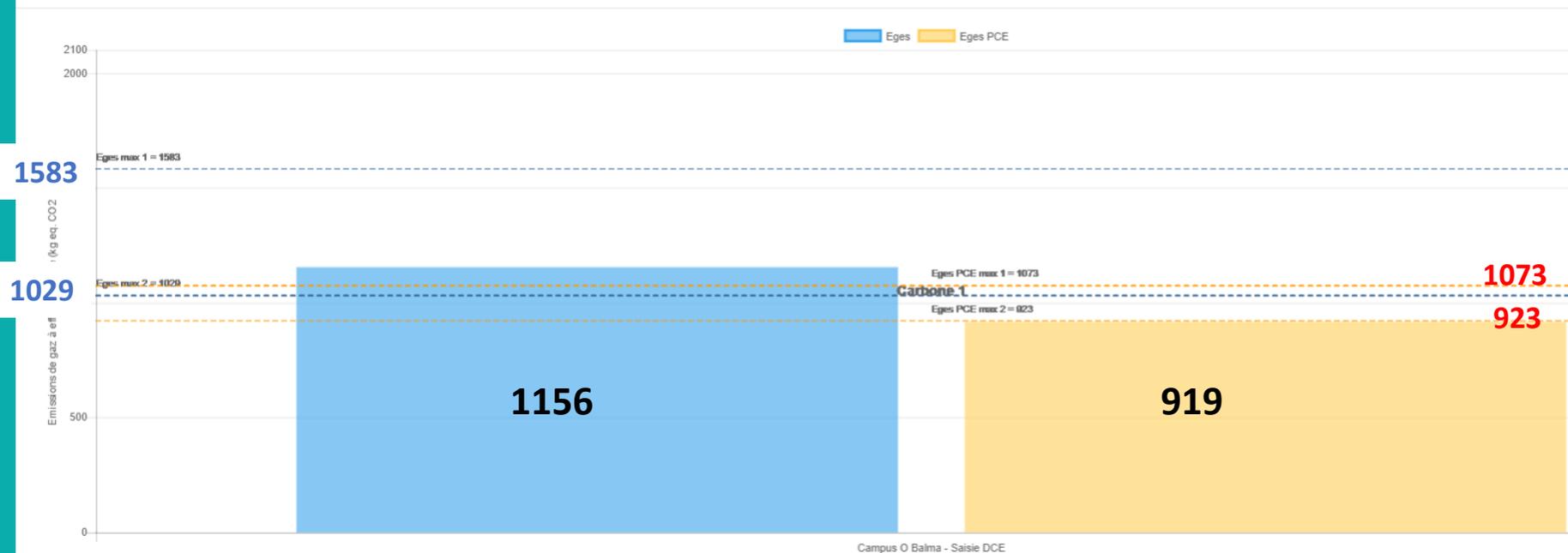
- ▶ 1. VRD (Voirie et Réseaux Divers)
- ▶ 2. Fondations et infrastructure
- ▶ 3. Superstructure - Maçonnerie
- ▶ 4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
- ▶ 5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
- ▶ 6. Façades et menuiseries extérieures
- ▶ 7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Peintures - Produits de décoration
- ▶ 8. CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement - eau chaude sanitaire)
- ▶ 9. Installations sanitaires
- ▶ 10. Réseaux d'énergie (courant fort)
- ▶ 11. Réseaux de communication (courant faible)
- ▶ 12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
- ▶ 13. Equipement de production locale d'électricité
- ▶ 14. Fluides frigorigènes

# 4 – Résultats et Variantes étudiées

## Variante 2 : Travail sur le gros œuvre et second œuvre

Résultats E+ Base : Production autonome				
	E1	E2	E3	E4
Bilan BEPOS (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	134,1	134,1	134,1	134,1
Bilan BEPOS max (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	166,4	149,9	98,9	0
Niveau atteint	Oui	Oui	Non	Non

Niveau Carbone

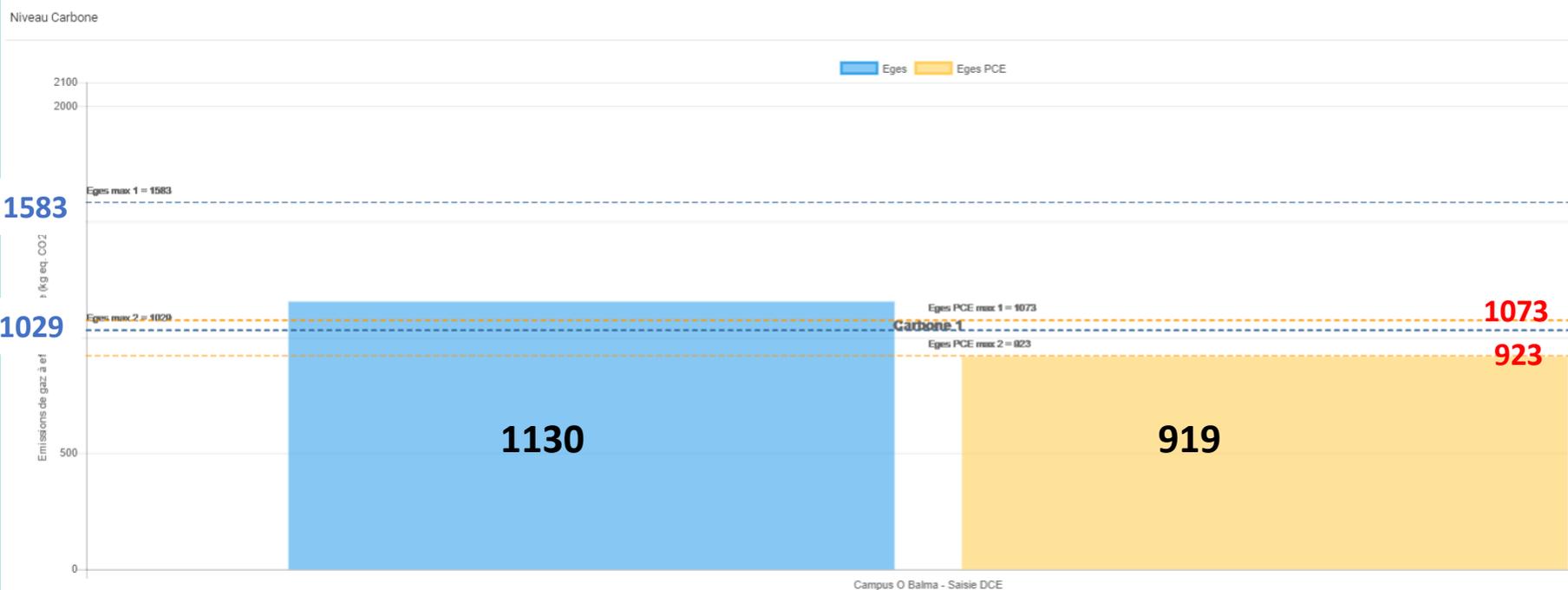


Niveau Atteint : E2 C1

# 4 – Résultats et Variantes étudiées

## Variante 3 : Combinaison des V1 et V2

Résultats E+ variante n°3 : Réseau de chaleur				
	E1	E2	E3	E4
Bilan BEPOS (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	122,7	122,7	122,7	122,7
Bilan BEPOS max (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	166,4	149,9	98,9	0
Niveau atteint	Oui	Oui	Non	Non

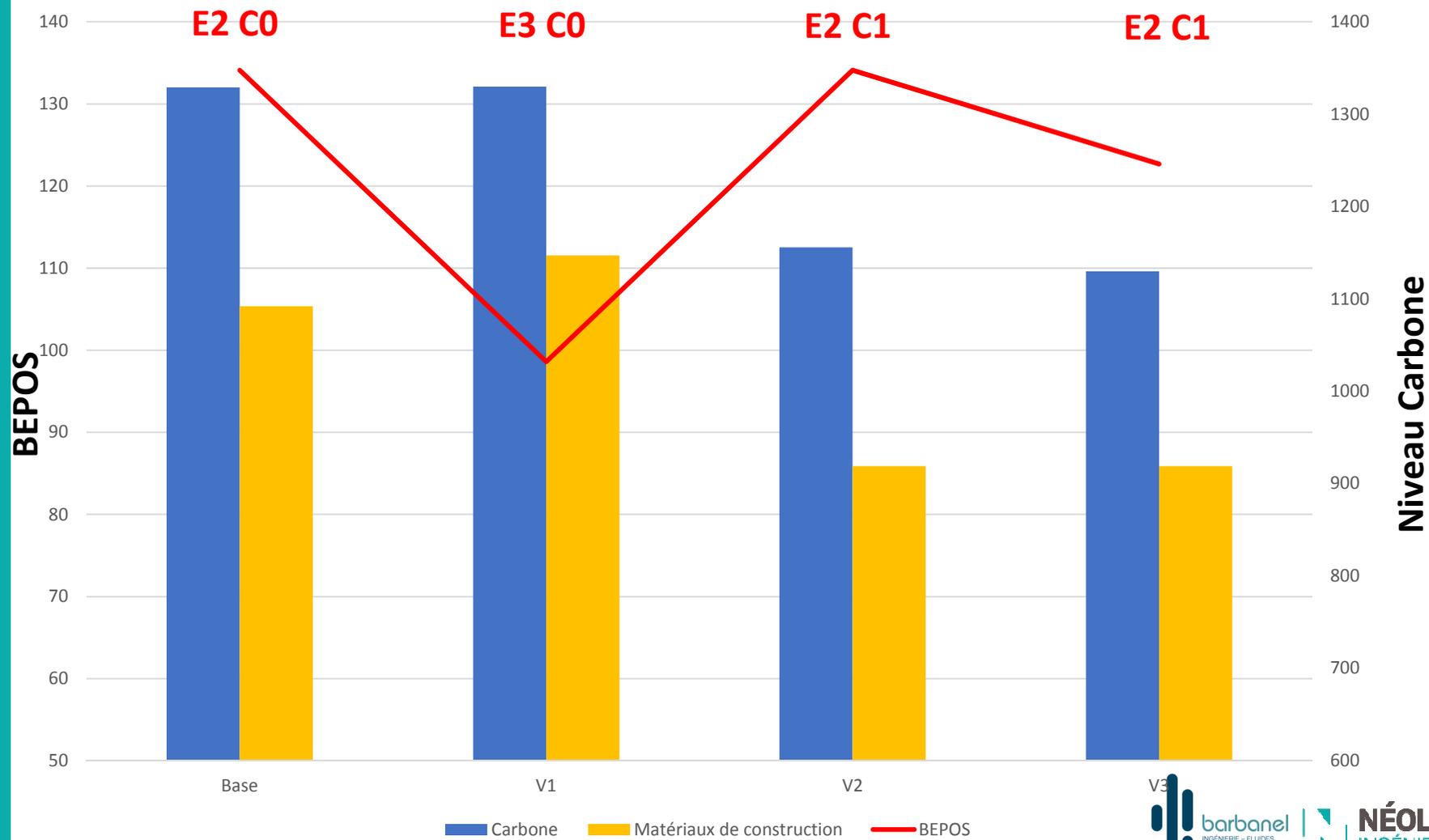


Niveau Atteint : E2 C1

# 4 – Résultats et Variantes étudiées

## Récapitulatif

### Indicateurs E+ C-



## 6 - Conclusions

- Un progrès sur le volet E+ peut dégrader le volet C- (Photovoltaïque...)
- Actuellement insuffisance des fiches sur la base INIES
- Compétences très larges nécessaires notamment pour faire les variantes
- Nécessité probable de revoir les seuils C1 et C2
- Difficulté de guider les choix d'équipements ou matériaux en fonction des objectifs visés (identification ultérieure des résultats et donc des impacts...)
- Grosse interrogation : comment disposer de suffisamment de données en phase esquisse du projet pour orienter sérieusement le projet vers une ambition élevée (notamment pour le C2) – vers toujours plus de travail en Esquisse ??
- Démarche qui peut être simplifiée si les échanges se font dès le début du projet avec le BE et les architectes
- Intérêt de la maquette numérique : Possibilités futures d'automatiser la démarche de quantitatifs à l'aide de logiciels BIM (Nomenclatures...)
- Nécessité de fixer un niveau de détail demandé pour l'étude : plus elle est menée en profondeur, plus le résultat est mauvais.