

# **GROUPE SCOLAIRE DU FIL D'OR, Ecoquartier des Orfèvres à Trévoux (01, France)**



Damien GALLET  
GALLET Architectes  
Echalas, France



Christian HACKEL  
M'CUB Architectes  
Montreuil, France

# Scolaire à haute performance : Energie et Carbone ou Ambiance et Confort ?

## 1. Présentation de l'opération

### 1.1. L'éco-quartier des Orfèvres : une ambition environnementale globale

Le groupe scolaire du Fil d'Or s'inscrit dans une stratégie de développement urbain maîtrisé de la part de la ville de Trévoux. En effet, compte tenu de l'attractivité que suscite son territoire en bord de Saône, à 1/2h au nord de Lyon et afin d'anticiper les projections d'accroissement démographique, la commune a fait le choix de la densification par l'extension de son tissu bâti existant. Cette démarche est d'une importance stratégique pour son développement ; elle vise bien évidemment à densifier et diversifier de manière forte son offre de logements dans un souci de mixité sociale, de qualité du cadre de vie et de mobilité alternative. Elle vise également une ambition très forte de maîtrise des impacts environnementaux de l'opération (énergétique, empreinte carbone, confort, gestion des eaux pluviales...).

Ainsi le nouvel Eco-quartier des Orfèvres prend place à l'est de la ville, à flanc de coteau, bien orienté au sud, en contrebas de la route de Reyrieux entre quartier pavillonnaire et ensemble résidentiel social existant. Il est délimité, au sud, par une ancienne voie ferrée réaffectée en tram-train qui reliera directement Trévoux à Lyon.



Plan masse de l'écoquartier des Orfèvres

## 1.2. Construire un nouvel établissement scolaire : responsabilité publique et exemplarité

Dans ce contexte, La ville a décidé, dans une volonté d'exemplarité, d'engager la construction du groupe scolaire du Fil d'Or en tout premier lieu, avant la réalisation des différentes opérations de logement.

En effet, la collectivité a voulu, pour ce nouvel établissement scolaire, un cahier des charges extrêmement ambitieux, à la fois dans sa façon de questionner les pratiques et les usages et dans ses objectifs de prise en compte des problématiques environnementales.

Programme :

- 15 classes (6 maternelles et 9 élémentaires) + 1 salle RASED + 1 salle ULIS + 2 salles d'activités périscolaires
- Salle de sport et restauration collective mutualisable
- Effectif max : 450 enfants / 50 personnels
- 2 250m<sup>2</sup> SU / 4 500 m<sup>2</sup> espaces extérieurs

## 1.3. Objectifs environnementaux : la frugalité comme feuille de route

Elaboré de façon concerté avec les habitants et les futurs usagers, la collectivité a fixé, dès la phase de programmation, une feuille de route précise et détaillée, axée sur les enjeux de frugalité énergétique, de réversibilité et mutualisation des usages, de minimisation du bilan carbone de la construction et de priorisation de l'emploi de ressources locales ; entre autres exigences, les suivantes sont attendues :

- anticiper la future réglementation environnementale (RE 2020) en visant à minima un bilan E3C2, évoluable vers un niveau E4C2, moyennant l'installation de systèmes producteurs d'énergie.
- favoriser la mise en œuvre massive de matériaux bio et géo-sourcés.
- anticiper les conséquences du réchauffement climatique par des dispositions passives efficaces, visant à la maîtrise des conditions du confort d'été.
- limiter le rejet des eaux pluviales au réseau et lutter contre l'effet d'îlot de chaleur par une conception végétale et poreuse des aménagements extérieurs.

## 2. Proposition de projet : une réponse en adéquation avec les attentes de la maîtrise d'ouvrage

Le processus de projet a fait l'objet d'un travail d'équipe continu à toutes les phases d'étude :

- Architectes : **agence GALLET**, mandataire et **agence M'CUB**, architecte associé
- Paysagiste : **AC&T**
- Bureau d'étude environnement : **MAYA**
- Economiste : **ECONOMIA**
- Bureau d'études Structure & Fluides : **SYNAPSE**
- Bureau d'études Acoustique : **ORFEA**
- AMO ACV : **AMOES**

## 2.1. Bioclimatisme : s'adapter au contexte physique

- > la déclivité importante du terrain a conduit à une organisation étagée des espaces extérieurs et une implantation du bâti en bas de pente, en front de rue et en angle, protégeant les cours de récréation du vent et des nuisances acoustiques.
- > Regroupée dans l'aile principale, toutes les salles de classe sont orientées sud. A l'étage, les classes comportent toutes des sheds orientés au nord, permettant un éclairage naturel optimal et une ventilation naturelle.
- > des protections solaires extérieures mobiles et contrôlables sont systématisées sur toutes les orientations exposées
- > profiter de la contrainte de la déclivité : mise en place d'un puit canadien relié au système double flux



Façade principale du groupe scolaire, orientée au sud

## 2.2. Système constructif : choix structurels et arbitrages économiques

Le choix du système constructif résulte du meilleur compromis technico-économique : il combine une structure béton pour les voiles porteurs et la dalle haute de rdch – réglant à la fois les problématiques de contreventement, d'acoustique et d'inertie thermique – et un système d'enveloppe thermiquement très performante, en caisson à ossature bois et isolation paille pour les parois verticales et la toiture.

La recherche constante du plus faible impact carbone a orienté la sélection des matériaux de construction que ce soit pour les bétons (béton « bas carbone »), là où ils sont nécessaires, celui de matériaux d'origine bio et géo sourcés (les parois d'enveloppe sont majoritairement conçus en ossature bois et isolation paille), ou celui des parements intérieurs qui sont réalisés en enduits de terre crue. Cette dernière provient des déblais de terrassement du site.



Mise en place des caissons pailles non fermés



Application du corps d'enduit terre crue



Application de la couche de finition terre crue

### 3. Atteinte de la performance : l'approche E+C- comme fil conducteur

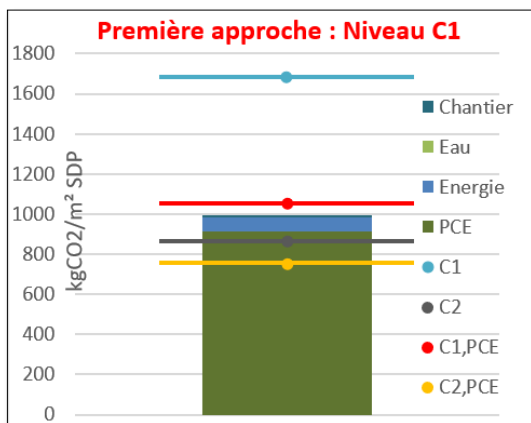
La volonté du maître d'ouvrage est d'obtenir une certification E+C- avec comme objectif le résultat E3C2 *a minima* avec une option de production local d'électricité pour obtenir le niveau E4C2.

Le calcul E+C- se divise en deux parties, avec une partie qui détermine l'efficacité énergétique du bâtiment (E+) et une autre qui détermine son empreinte carbone (C-). La méthode utilisée pour calculer l'impact carbone du bâtiment depuis sa construction jusqu'à sa démolition se décompose en quatre parties classés par ordre d'importance :

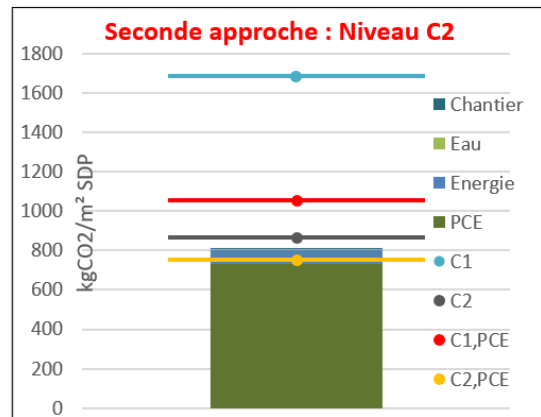
- L'impact carbone généré par les PCE (Produits de Construction et Equipements), c'est-à-dire l'ensemble des éléments qui constituent le bâtiment (les lots techniques peuvent être calculés forfaitairement)
- L'impact carbone de la consommation d'énergie sur toute la durée de vie du bâtiment (50 ans)
- L'impact carbone de la construction (chantier)
- La consommation d'eau

#### 3.1. Méthode de calcul : incertitudes, approximation et itération

Au premier calcul, le projet n'atteint pas le niveau C2. Cependant, il paraît réaliste, moyennant certaines préconisations, d'atteindre l'objectif fixé.



résultat du 1er calcul



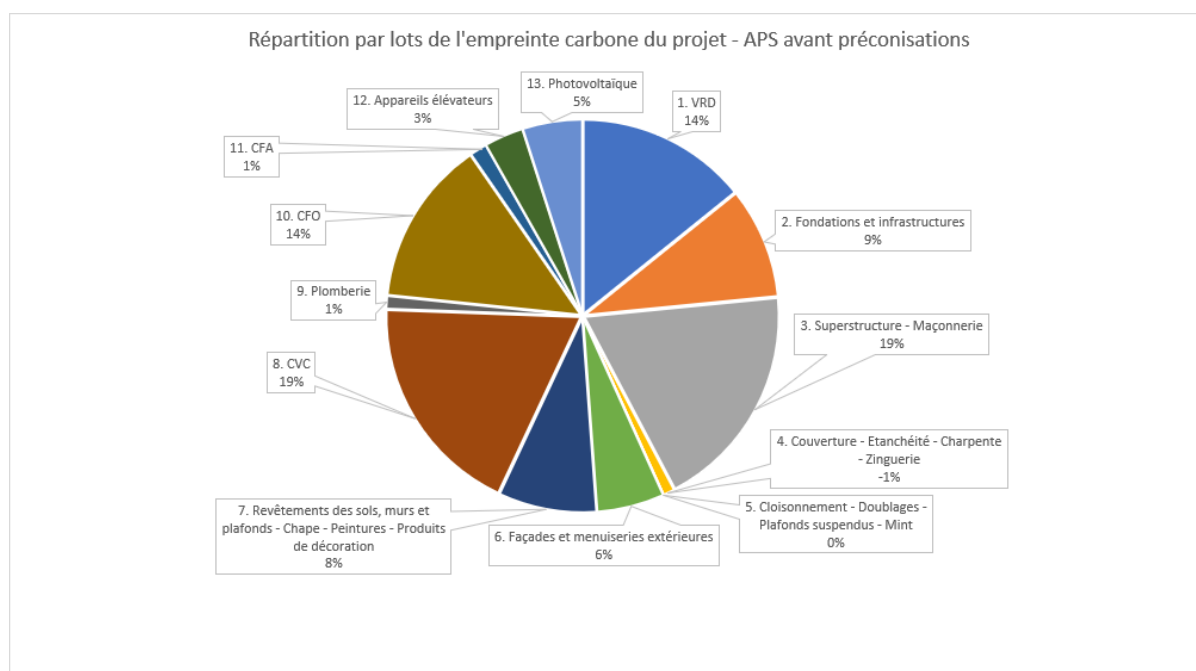
résultat du 2ème calcul

En analysant le détail de décomposition des différents poste PCE, il apparaît que les postes « Equipements techniques », VRD et structure béton sont très impactant. Les pistes d'amélioration sont envisageable par le choix des revêtements des espaces extérieurs (revêtements à faible impact carbone) ainsi qu'en mettant en œuvre du béton bas carbone pour les éléments en béton (superstructure).

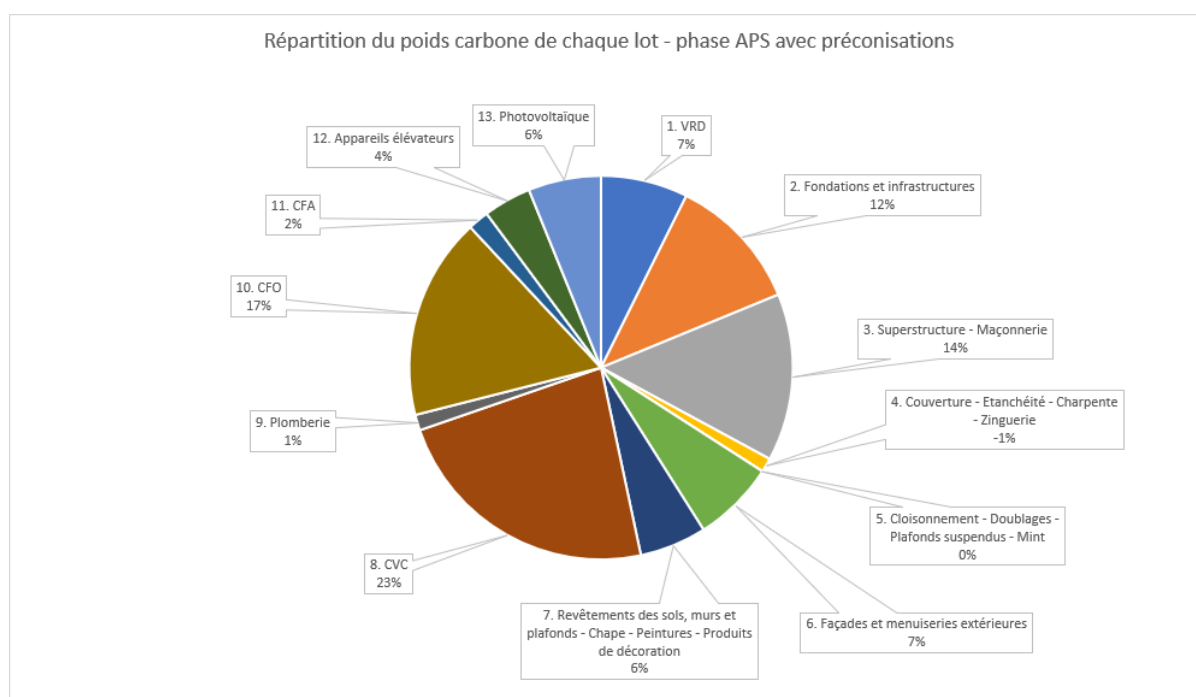
#### 3.2. Résultats : vérification / rectification / amélioration

##### CALCUL AU STADE APS :

Avant préconisations : Atteinte du Niveau **C1** – EGES PCE : **911 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** - EGES Energie 72 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>



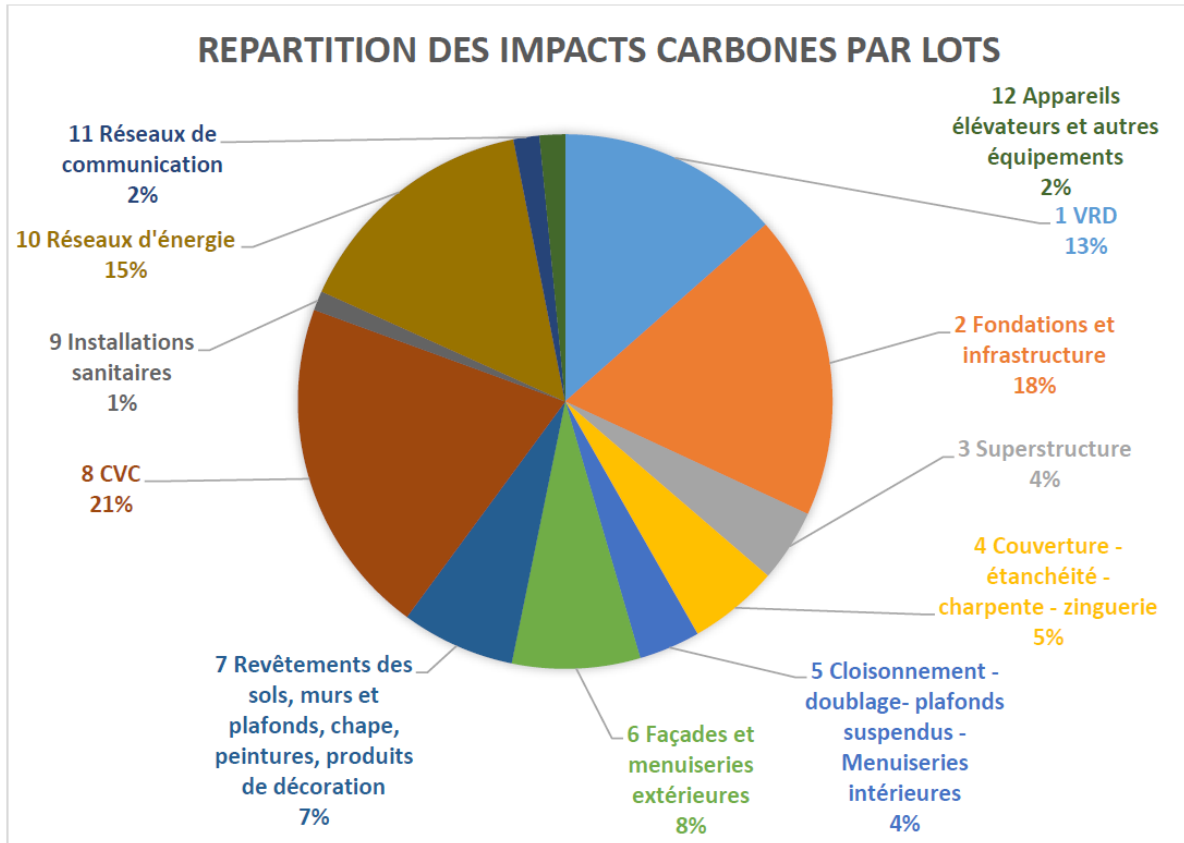
Après préconisations : Atteinte du Niveau **C2** – EGES PCE : **731 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** - EGES Energie 72 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>



### VERIFICATION AU STADE CHANTIER :

Le re-calcul du C sur la base des PCE effectivement mis en œuvre sur chantier permet de confirmer les hypothèses d'étude ; cependant, le diagramme ci-après met en évidence l'évolution de la répartition des différents postes dans le bilan global. Il permet de constater, en particulier, deux points :

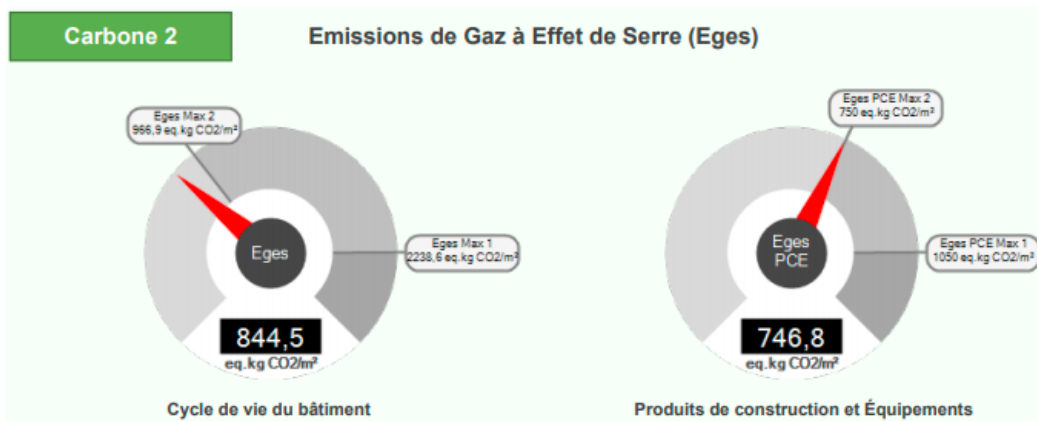
- les quatre postes VRD, Fondations/infrastructure, CVC et Réseaux d'énergie constituent à eux seuls les deux tiers du poids carbone global.
- le poste superstructure (qui inclus le système de parois d'enveloppe en ossature bois et isolation paille) ne représente qu'une très faible part (4%) du bilan.



Impact carbone relatif des PCE au stade de la réalisation

## 4. Conclusion

En ce qui concerne le bilan carbone, on constate que, du fait des PCE, le seuil C2 est atteint de très peu. En effet, il confirme l'impact rédhitoire de l'utilisation du béton, même bas carbone, pour l'atteinte de ce niveau. Le choix d'un mix bois / béton-bas carbone permet l'atteinte théorique du niveau C2.



Niveau C2

On peut s'interroger sur la réalité du caractère « bas-carbone » du béton et la pertinence de sa mise en œuvre dans une stratégie de construction faiblement carbonée ; néanmoins, le choix de mettre en œuvre du béton s'inscrit aussi dans un arbitrage qui prend en compte, outre la question économique, des enjeux tels que le confort d'été et l'acoustique.