

Evaluation énergétique et environnementale selon le référentiel Energie Carbone

Extension de l'Internat et construction de salles de classe de la Maison Familiale et Rurale de Beynac



Mise à jour phase Réalisation

Maître d'ouvrage :

Maison Familiale Rurale Beynac

10 Rue de la Croix des Combes, 87700 Beynac

Architectes :

Atelier 4

Ester Technopole, 20 rue de soyouz

87068 LIMOGES

Table des matières

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Contexte | 3 |
| 2 | Description du bâtiment..... | 3 |
| 2.1 | Caractéristiques générales | 3 |
| 2.2 | Données techniques..... | 3 |
| 2.3 | Plans de masse | 4 |
| 2.4 | Plan de niveaux..... | 5 |
| 2.5 | Composition des parois..... | 7 |
| 2.6 | Menuiseries | 10 |
| 2.7 | Ventilation..... | 10 |
| 2.8 | Chauffage | 10 |
| 2.9 | Eau chaude sanitaire | 10 |
| 3 | Méthodologie pour l'évaluation Carbone..... | 11 |
| 3.1 | Données environnementales et incertitudes sur les résultats..... | 11 |
| 3.2 | Hypothèses de calcul ACV | 11 |
| 3.2.1 | Périmètre physique | 11 |
| 3.2.2 | Consommations et productions énergétiques prise en compte..... | 11 |
| 3.2.3 | Durée de vie et période d'étude | 11 |
| 3.2.4 | Modalité de calcul pour les des différents contributeurs | 11 |
| 4 | Evaluation des quantitatifs du projet..... | 12 |
| 4.1 | Contributeur Energie..... | 12 |
| 4.2 | Contributeur Chantier | 12 |
| 4.3 | Contributeur Eau | 12 |
| 4.4 | Contributeur Produit de construction et équipement..... | 12 |
| 4.4.1 | Lots évalués via la méthode simplifiée..... | 12 |
| 4.4.2 | Lots évalués via la méthode détaillée. | 13 |
| 4.4.3 | Précisions pour le Lot fondation..... | 14 |
| 5 | RESULTATS DU PROJET | 15 |
| 5.1 | Niveaux de performance | 15 |
| 5.2 | Détail de l'indicateur Changement climatique (Eges)..... | 16 |
| 5.2.1 | Répartition par contributeurs | 16 |
| 5.3 | Détail du contributeur Produits de construction et équipements..... | 17 |
| 5.3.1 | Répartition par lots..... | 17 |
| 5.3.2 | Détail de l'impact des composants du projet (contributeur PCE)..... | 18 |
| 5.4 | Incertitude et limite de l'étude concernant l'évaluation carbone du contributeur PCE..... | 20 |

1 Contexte

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la conception de l'internat et de salles de classes de l'établissement Maison Familiale Rurale de Beynac.

L'objectif est d'évaluer les Niveaux Energie et Carbone du projet selon le référentiel d'évaluation du label Energie+ Carbone -.

Le Niveau Energie découle des calculs effectués sur la base de l'étude thermique réglementaire du projet. Plusieurs variantes seront d'autres part évaluée afin d'évaluer leur impact sur les niveaux E+ C-.

Contexte de l'étude : Phase Réalisation

2 Description du bâtiment

2.1 Caractéristiques générales

| Données générales | |
|--|---------------------------------------|
| Nom du bâtiment | Internat |
| Commentaires libres | - |
| Nombre de zones | 2 |
| Usage principal | Enseignement secondaire (partie nuit) |
| Surface de plancher (m ²) | 744 |
| Surface SRT (m ²) | 829,6 |
| Surface SHAB (m ²) | 0 |
| Surface SURT (m ²) | 691,3 |
| Surface de parking intérieur (m ²) | 0 |
| Nombre d'unités assurant le fonctionnalité du bâtiment | 57 |
| Le bâtiment est-il soumis à la RT2012 ? | Oui |
| Nb de niveaux de parking en sous-sol | 0 |
| Nb de niveaux de parking en surface | 0 |
| Nb de niveaux du bâtiment (en surface) | 2 |
| Nb de niveaux du bâtiment (en sous-sol) | 1 |
| Durée du chantier (mois) | 7.00 |
| Données de géolocalisation | 45° 49' 1"N / 1° 16' 59"E |
| Classe d'exposition au bruit | BR1 |
| Présence d'une maquette numérique | Non |

2.2 Données techniques

Fondations superficielles semelles béton

Plancher :

- Plancher béton (Dalle sur terre-plein) au RDJ sur fondations superficielles filantes

Murs extérieurs :

- Ossature bois remplissage paille en RDC,

- Murs maçonnées Agglo +ITI en RDJ

Toiture

- Toiture terrasse de type ossature bois remplissage ouate de cellulose sur la toiture Est

- Toiture de type fermettes industrielles isolation laine de chanvre et couverture bac acier sur le pan Ouest.

Menuiseries : Double vitrage de type bois $U_w=1.5 \text{ m}^2\text{k/W}$

Système de chauffage : Chauffage via chaudière bois granulé, émission via radiateurs à eau chaude

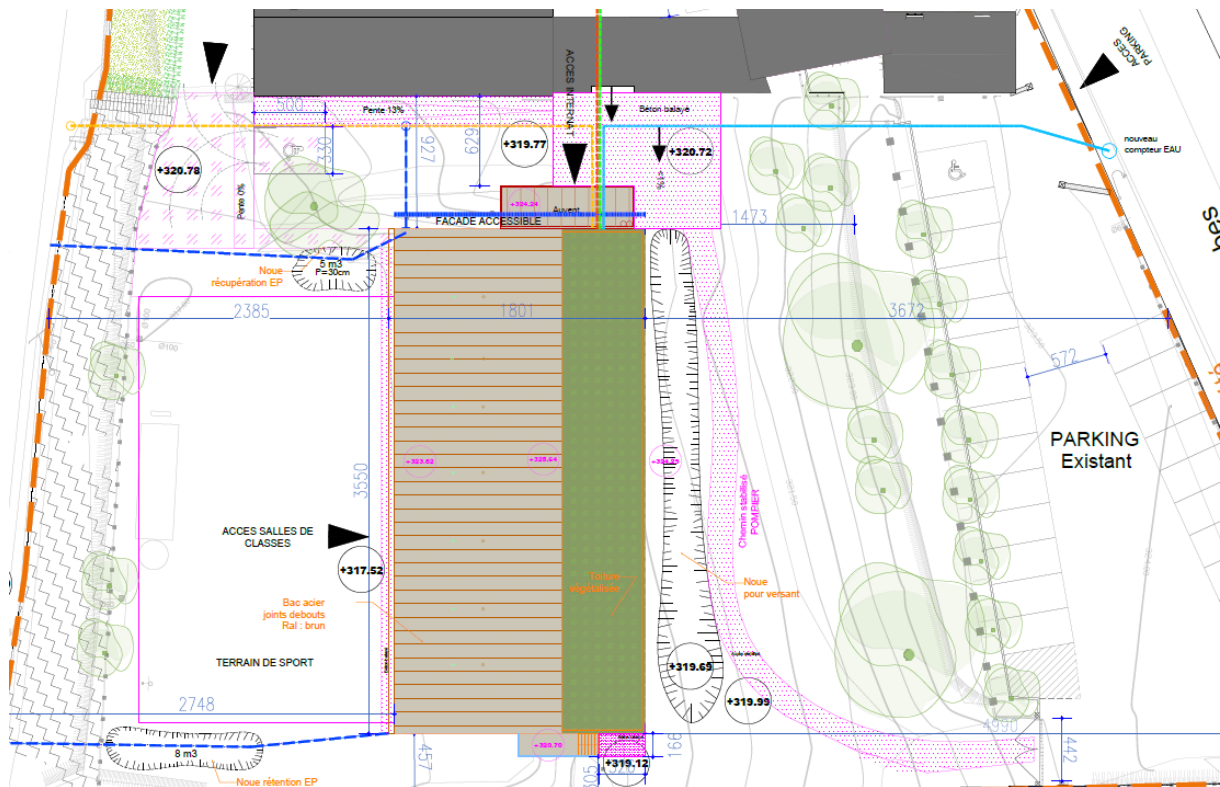
Système de ventilation : Ventilation simple flux de l'internat et ventilation naturelle des salles de classes via ouvrants.

Chauffage et production d'eau chaude sanitaire via la chaudière bois granulé.

Nombre de place de parking créées en surface : 0

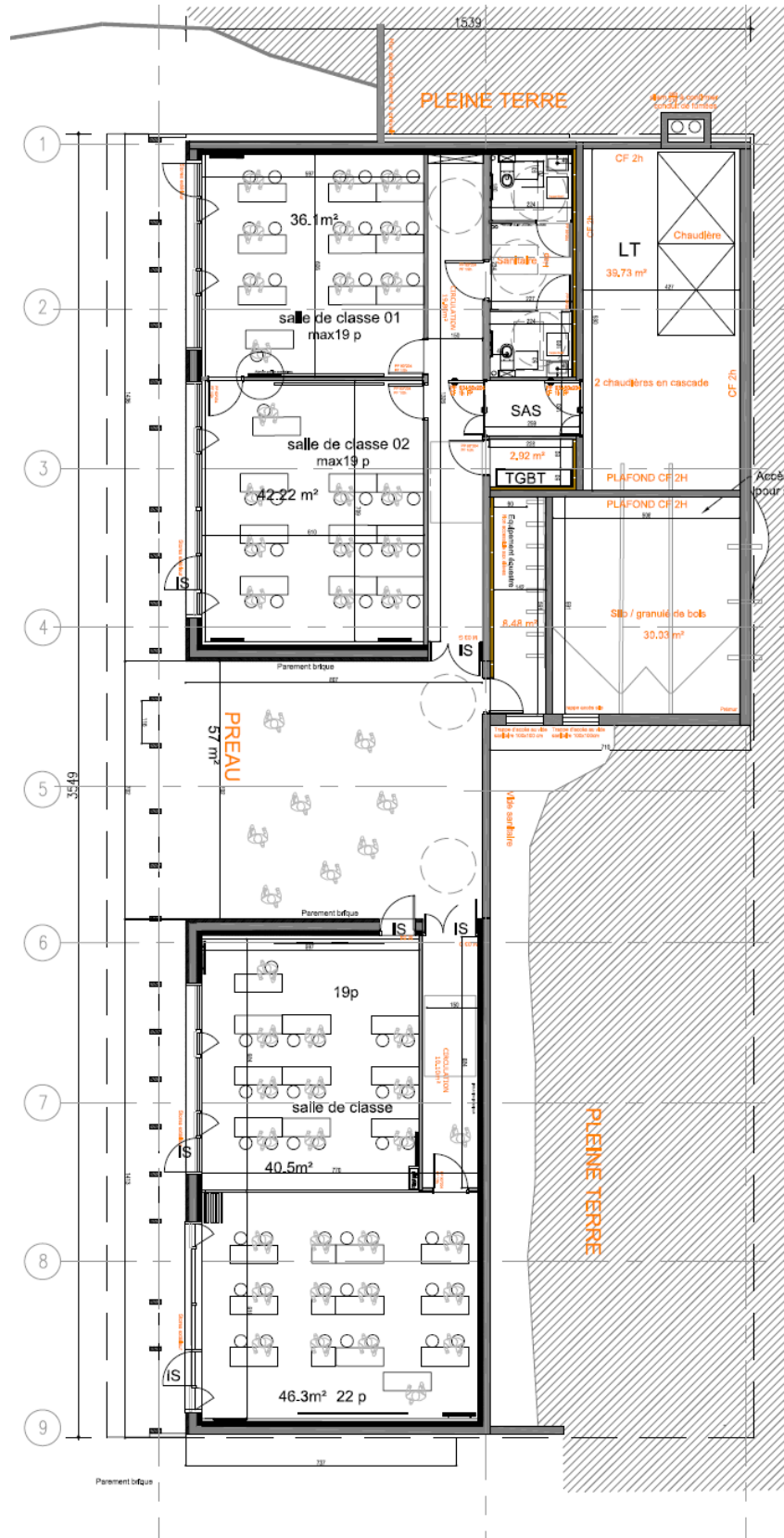
Nombre de place de parking créée en sous-sol : 0

2.3 Plans de masse

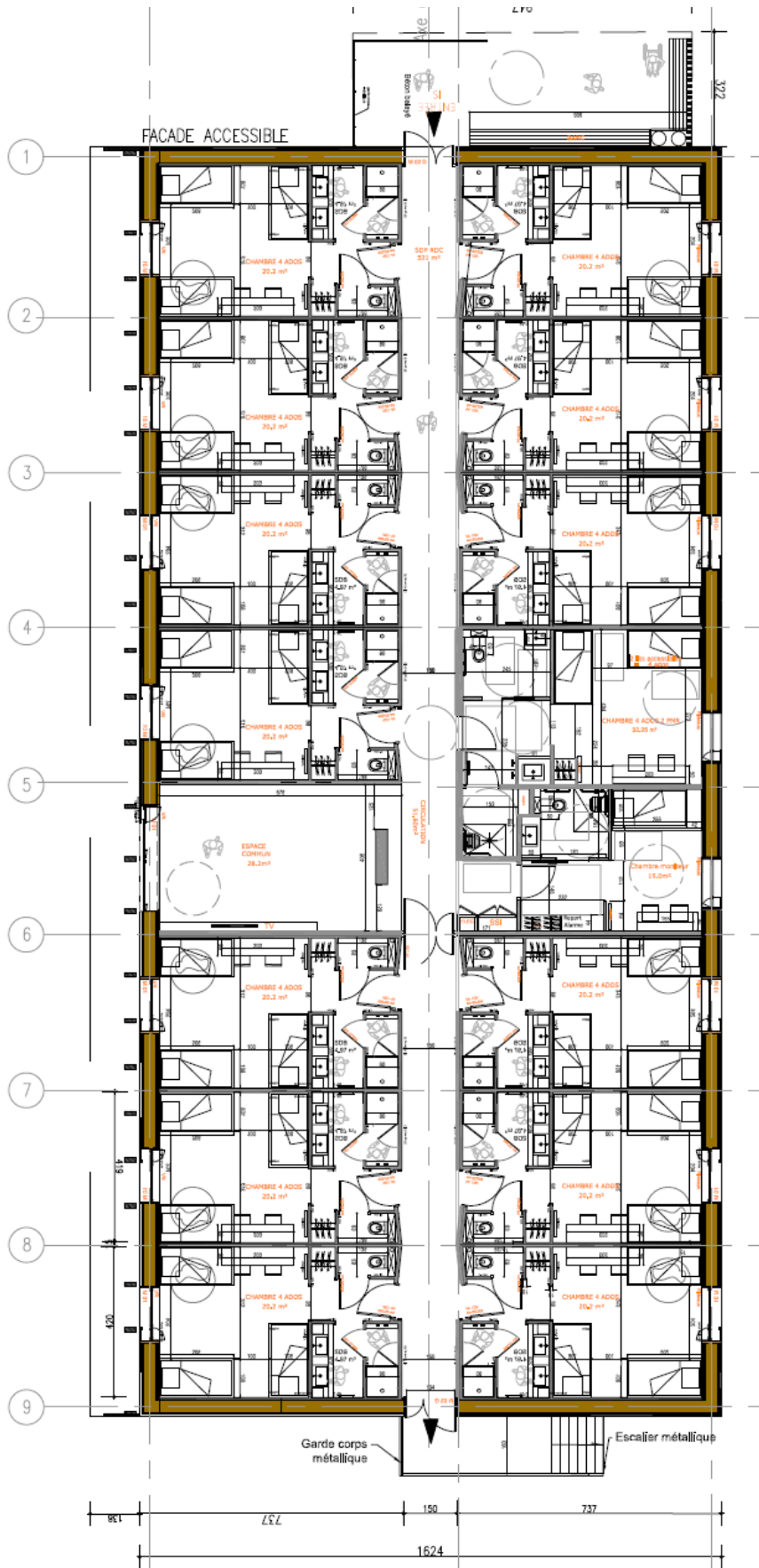


2.4 Plan de niveaux

RDJ



RDC



2.5 Composition des parois

| Nature | Libellé paroi opaque | système constructif du bâti | Ep. isolant (cm) | R isolants m ² .K/W | Origine de la donnée | Up W/m ² .K | Surf (m ²) | Coeff. b |
|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| <i>Plancher bas</i> | | | | | | | | |
| Terre plein | Dalle + PSExtrudé_12 | | 12 | 4.14 | Marquage CE | 0.2 | 174.2 | Extérieur |
| Extérieur | Plancher CLT sur extérieur_ITE_R=5 | | 20 | 5 | Marquage CE | 0.14 | 202.95 | Extérieur |
| Sous sol | Plancher CLT_sur LNC_ITE_R=5 | | 20 | 5 | Marquage CE | 0.15 | 68.93 | Tampon (b= 0.6) |
| Terre plein | Dalle + PSE_16 | | 16 | 4.1 | Marquage CE | 0.21 | 16.72 | Extérieur |
| Extérieur | Plancher CLT sur extérieur_ITE_R=5 | | 20 | 5 | Marquage CE | 0.14 | 35.83 | Tampon (b= 0.6) |
| <i>Plancher haut</i> | | | | | | | | |
| Terrasse | Totiure_Comble_Isolation Chanvre_300 | | 30 | 6.25 | Marquage CE | 0.16 | 285.73 | Extérieur |
| Terrasse | Totiure terrasse_Isolation ouate 300 | | 30 | 6.67 | Marquage CE | 0.14 | 232.43 | Extérieur |
| <i>Paroi verticale</i> | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|--------------------------------------|----|------|---------------|------|--------|-----------------|
| Autre | Cloison intérieure | Ossature bois | 6 | 1.54 | Marquage CE | 2.82 | 30.07 | Tampon (b= 0.6) |
| Mur extérieur | Murs_Paille_37 | Ossature bois | 36 | 6.92 | Marquage CE | 0.12 | 226.23 | Extérieur |
| Porte extérieure | Porte bois extérieure | Autre : Porte | 0 | 0 | Valeur Th-bât | 5 | 5.1 | Extérieur |
| Porte extérieure | Porte bois extérieure | Autre : Porte | 0 | 0 | Valeur Th-bât | 5 | 7.81 | Tampon (b= 0.6) |
| Mur extérieur | Murs maçonnés RDJ_LDV120 | Ossature bois | 12 | 3.75 | Marquage CE | 0.2 | 88.49 | Extérieur |
| Porte extérieure | Porte bois intérieure | Autre : Porte | 0 | 0 | Valeur Th-bât | 5 | 3.39 | Tampon (b= 0.6) |
| Mur extérieur | Murs sur terre-plein_R=3.5 | Isolation thermique par l'extérieure | 14 | 3.5 | Marquage CE | 0.26 | 37.05 | Extérieur |
| Autre | Cloison | Ossature bois | 6 | 1.54 | Marquage CE | 0.53 | 25.41 | Tampon (b= 0.6) |
| Mur extérieur | Murs sur terre-plein_R=3.5 | Isolation thermique par | 14 | 3.5 | Marquage CE | 0.19 | 23.3 | Extérieur |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|--|-----------|------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|
| | | <i>l'extérieure</i> | | | | | | |
| <i>Paroi sur locaux non chauffés</i> | | | | | | | | |
| <i>Autres</i> | <i>Mur sur LNC_Chaufferie</i> | <i>Isolation thermique par l'intérieur</i> | <i>10</i> | <i>2.5</i> | <i>Marquage CE</i> | <i>0.35</i> | <i>18.7</i> | <i>Tampon (b= 0.6)</i> |

2.6 Menuiseries

| Type de menuiserie | Localisation | Uw (W/m ² .K) | SW |
|--------------------------------|--|--------------------------|------|
| Fenêtres et portes-fenêtres | Menuiseries fixes et ouvrant à frappe des salles de classe et chambres | 1.5 | 0.5 |
| Portes vitrées sur circulation | RDJ Circulations | 1.5 | 0.35 |
| Porte Extérieure pleine | IS et portes sur classes | 5 | 0 |

2.7 Ventilation

La zone de classe en RDJ est ventilée via :

- **une extraction dans les pièces sanitaires** associées à des entrées d'air localisé sur les menuiseries des salles de classe 1 et 2.
- **une ventilation naturelle des salles de classes par ouvrants.**

Les chambres au RDC sont ventilées par une **ventilation simple flux par balayage** (entrées d'air situées dans les pièces de vie, extraction dans les sanitaires et locaux à pollution spécifique).

2.8 Chauffage

Emetteurs de chaleur : Radiateurs à eau chaude

Distribution de chaleur : Via canalisation isolées classe 4

Génération : chaudière Bois granulé + Ballon tampon 1000 litres

2.9 Eau chaude sanitaire

Calcul des besoins d'eau chaude :

Le calcul des besoins d'eau chaude est réalisé à partir des ratios réglementaires sur la base de 71 lits.

Système de distribution :

Les canalisations des distributions sont isolées via une isolation classe 4. Un bouclage est réalisé pour alimenter les chambres de l'internat.

Système de génération :

Production d'ECS via préparateur 1500 litres alimenté par la chaudière bois granulé.

3 Méthodologie pour l'évaluation Carbone

3.1 Données environnementales et incertitudes sur les résultats

Les données utilisées pour le calcul environnemental sont issues de la base de données INIES.

Les FDES spécifiques aux produits mis en œuvre sont utilisées lorsque disponible. A défaut, les données Environnementales par défaut (MDGED) sont utilisées.

Il fait noter que ces données par défaut présentent des impacts généralement plus élevés que les données spécifiques (coefficient de majoration jusqu'à 30%). De fait les résultats présentent une incertitude importante et sont de manière générale majorés

Pour information, le taux de données MDGED utilisé, à défaut d'avoir des données spécifiques aux produits installés pour cette étude est de l'ordre de 47.5%.

3.2 Hypothèses de calcul ACV

Les hypothèses principales de calcul sont celles décrites selon le référentiel d'évaluation de la performance environnemental des bâtiments du label E+C-.

3.2.1 Périmètre physique

Le champ de l'étude est limité aux constructions nouvelles du projet situées sur la parcelle C541

Les travaux pris en compte concernent notamment :

- Les salles de classes et l'internat
- les aménagements extérieurs situés sur les parcelles indiquées.

3.2.2 Consommations et productions énergétiques prise en compte

En cohérence avec l'étude énergétique, l'énergie comptabilisé pour la phase de fonctionnement du bâtiment concerne les bâtiments neufs de l'extension soumis à la réglementation thermique 2012.

Aucune production locale d'énergie sur la parcelle est prise en compte dans le calcul énergétique (Indicateur BEPOS).

3.2.3 Durée de vie et période d'étude

Durée de vie de référence pour le calcul : 50 ans

Durées de vie typique : durée de vie selon données environnementales utilisées (FDES ou MDGED).

3.2.4 Modalité de calcul pour les des différents contributeurs

Une évaluation simplifiée à partir des lots forfaitaires a été effectuée pour les contributeurs suivants :

- 9. Installations sanitaires
- 10. réseaux d'énergie (Courant fort) y compris éclairage
- 11. réseaux de communication (courant faible).

Pour les autres lots une évaluation détaillée a été effectuée.

4 Evaluation des quantitatifs du projet

Les quantitatifs du projet ont été mis à jour à partir des devis des entreprises retenues pour la construction du projet. D'autre part le nombre de résidents de l'internat a été réévalué à 5 par chambres

4.1 Contributeur Energie

Les quantités d'énergie pour les usages réglementaires sont issues du calcul thermique selon la méthode Th-BCE.

En ce qui concerne les équipements mobiliers non prise en compte dans la réglementation thermique (informatique, etc), les valeurs forfaitaires définies par le référentiel d'évaluation E+ C- sont prises en compte.

4.2 Contributeur Chantier

L'évaluation a été effectuée par une saisie simplifiée à partir des estimations des entreprises

| | Terrassement | Terre excavée | Terre évacuée |
|---|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| | Fouilles en pleine masse | 1250 | 375 |
| | Fouilles en tranchées ou rigoles | 278,75 | 83,625 |
| | Total | 1529 | 459 |
| Allocation aux zones du projet en fonction de la SDP | Classes | 458 | 137 |
| | Internat | 1071 | 321 |

Un maximum de terre excavé sera stocké et/ou étalé sur la parcelle adjacente. Un ratio forfaitaire de 30% des terres excavées est considéré dans l'étude comme étant évacué.

La distance au centre de retraitement des déchets de chantier le plus proche a été évaluée à 26 km (Colas Sud-Ouest à Couzeix, cf. <http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/>).

4.3 Contributeur Eau

L'évaluation des consommations d'eau a été réalisé via le **mode de calcul simplifié**. Le nombre d'occupants est calculé à partir des hypothèses de calcul issues de la méthode Th-BCE.

Aucune nouvelle surface végétalisée créée n'est arrosée.

Assainissement : de type collectif séparatif

4.4 Contributeur Produit de construction et équipement

4.4.1 Lots évalués via la méthode simplifiée

Pour les lots suivants, les valeurs forfaitaires mises à disposition dans le référentiel d'évaluation ont été utilisées :

- 9. Installations sanitaires
- 10 réseaux d'énergie (Courant fort) y compris éclairage
- 11 réseaux de communication (courant faible).

Les valeurs pour ces lots sont définies en annexe 5 du référentiel pour l'évaluation de la performance environnementale des bâtiments selon le référentiel E+C-.

4.5. ANNEXE 5 : LES VALEURS FORFAITAIRES DES LOTS SIMPLIFIES

| Typologie | Nom | Potentiel de réchauffement climatique | Utilisation totale des ressources d'énergie primaire | Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables | Epaissement des ressources | Utilisation nette d'eau douce | Déchets non dangereux | Déchets dangereux |
|---------------------|--------|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Unité | (kg CO2 eq/m ² Splancher) | (MJ/m ² Splancher) | (MJ/m ² Splancher) | (g Sb eq/m ² Splancher) | (L/m ² Splancher) | (kg/m ² Splancher) | (kg/m ² Splancher) |
| Bureau | Lot 08 | 157 | 2344 | 1983 | 482 | 1725 | 140,15 | 1,79 |
| | Lot 09 | 9 | 187 | 171 | 75 | 197 | 8,95 | 0,08 |
| | Lot 10 | 116 | 6931 | 6557 | 74 | 1929 | 32,70 | 24,20 |
| | Lot 11 | 12 | 927 | 868 | 1 | 289 | 0,00 | 0,14 |
| | Lot 12 | 91 | 1858 | 136 | 75 | 262 | 62,35 | 0,01 |
| Immeuble collectif | Lot 08 | 76 | 1283 | 1194 | 424 | 2454 | 169,92 | 12,61 |
| | Lot 09 | 32 | 720 | 657 | 265 | 431 | 30,78 | 0,20 |
| | Lot 10 | 46 | 1278 | 1205 | 144 | 650 | 17,60 | 125,95 |
| | Lot 11 | 6 | 316 | 297 | 1 | 114 | 0,04 | 0,08 |
| | Lot 12 | 44 | 1130 | 161 | 80 | 235 | 77,12 | 0,01 |
| Maison individuelle | Lot 08 | 132 | 2323 | 2109 | 776 | 2004 | 297,90 | 23,56 |
| | Lot 09 | 29 | 730 | 652 | 263 | 388 | 31,71 | 0,22 |
| | Lot 10 | 50 | 1839 | 1781 | 132 | 1243 | 1,29 | 0,93 |
| | Lot 11 | 1 | 408 | 383 | 0 | 466 | 0,00 | 0,37 |
| | Lot 12 | 6 | 73 | 36 | 17 | 72 | 2,08 | 0,00 |

4.4.2 Lots évalués via la méthode détaillée.

L'ensemble des lots suivants ont été évalués selon la méthode détaillée

- 1 VRD
2. Fondations et infrastructures
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)
12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
13. Équipement de production locale d'électricité

Les quantitatifs du projet pour chacun des produits et équipements ont été évalués à partir des devis et quantitatifs des entreprises.

4.4.3 Précisions pour le Lot fondation

Les fondations de types semelles filantes ont finalement été choisi pour le projet, il n'y a donc pas de micropieux vissés comme prévu en phase de conception.

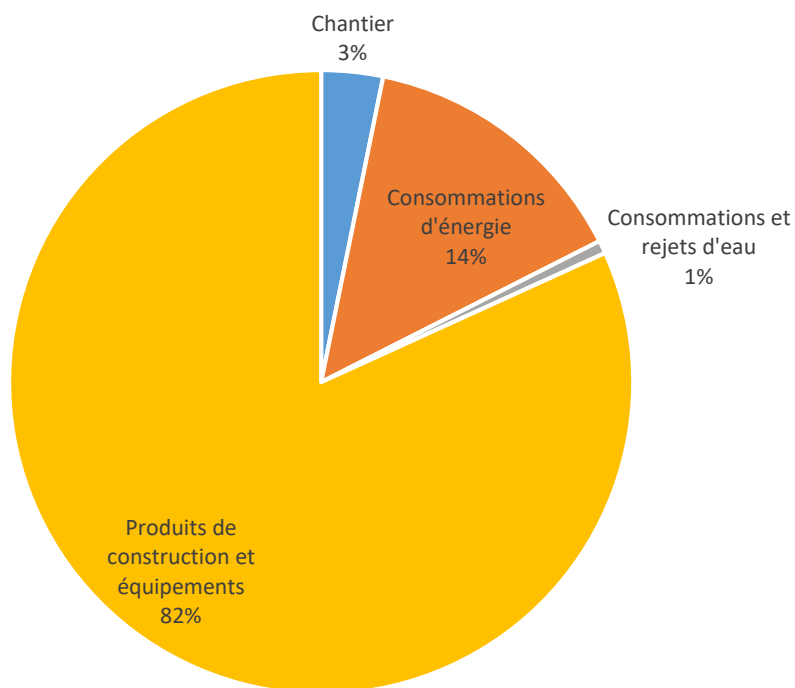
5 RESULTATS DU PROJET

5.1 Niveaux de performance

| Niveaux ENERGIE-CARBONE du bâtiment | | | |
|--|---|----------------------------|---|
| ENERGIE | <i>kWhEP/(m²S_{RT}.an)</i> | CARBONE | <i>kg_{eq}.CO₂/m²_{SDP}</i> |
| Bilan BEPOS _{Niv1,2} | 17,2 | Eges | 893,74 |
| Bilan BEPOS _{Niv3,4} | 17,2 | Eges(PCE) | 728,35 |
| Bilan BEPOS _{Max1} | 96,6 | Eges _{Max,1} | 2 210,97 |
| Bilan BEPOS _{Max2} | 86,4 | Eges _{Max,2} | 961,61 |
| Bilan BEPOS _{Max3} | 66,4 | Eges(PCE) _{Max,1} | 1 050 |
| Bilan BEPOS _{Max4} | 0 | Eges(PCE) _{Max,2} | 750 |
| Niveau ENERGIE | Niveau 3 | Niveau CARBONE | Niveau 2 |

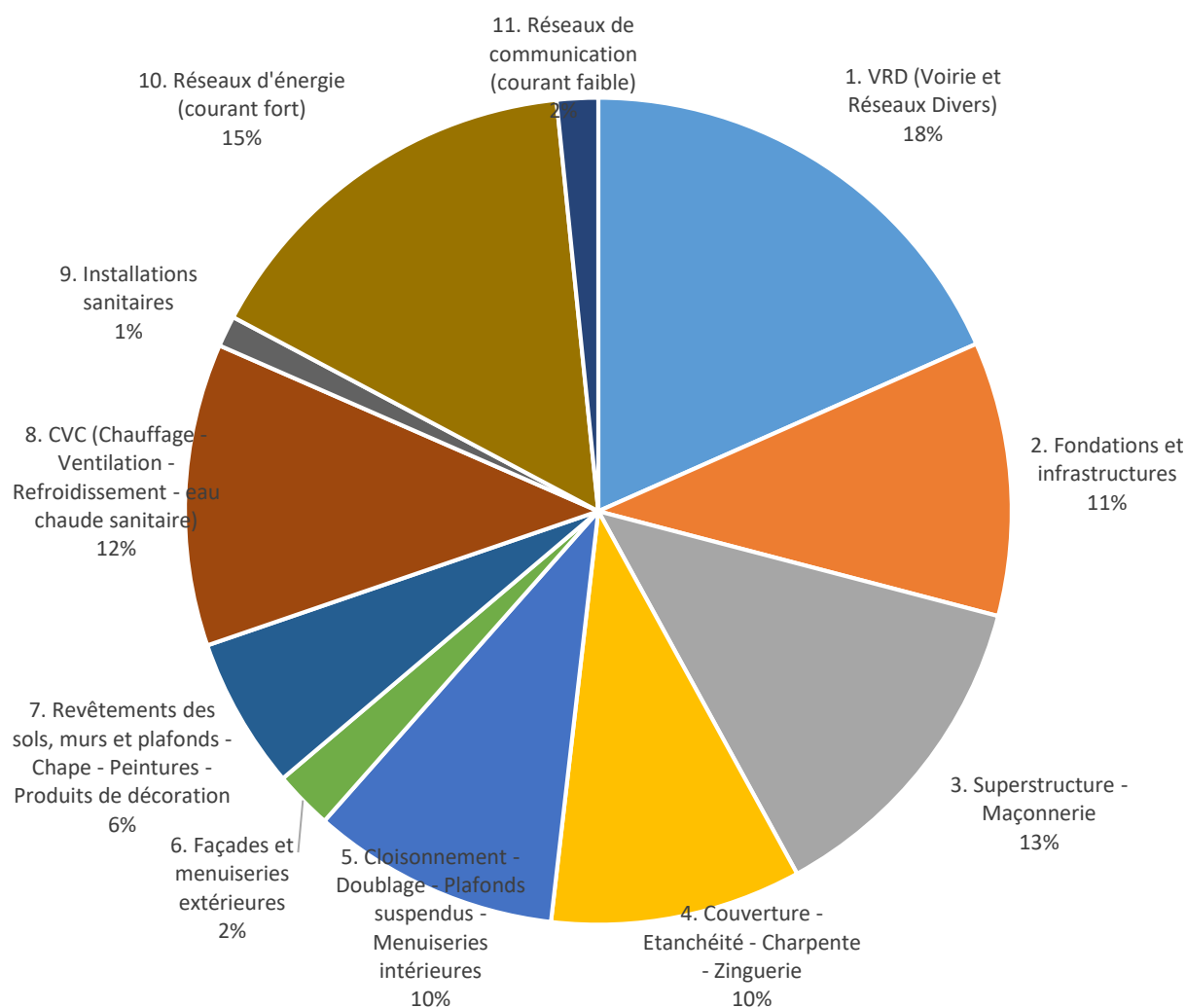
5.2 Détail de l'indicateur Changement climatique (Eges)

5.2.1 Répartition par contributeurs

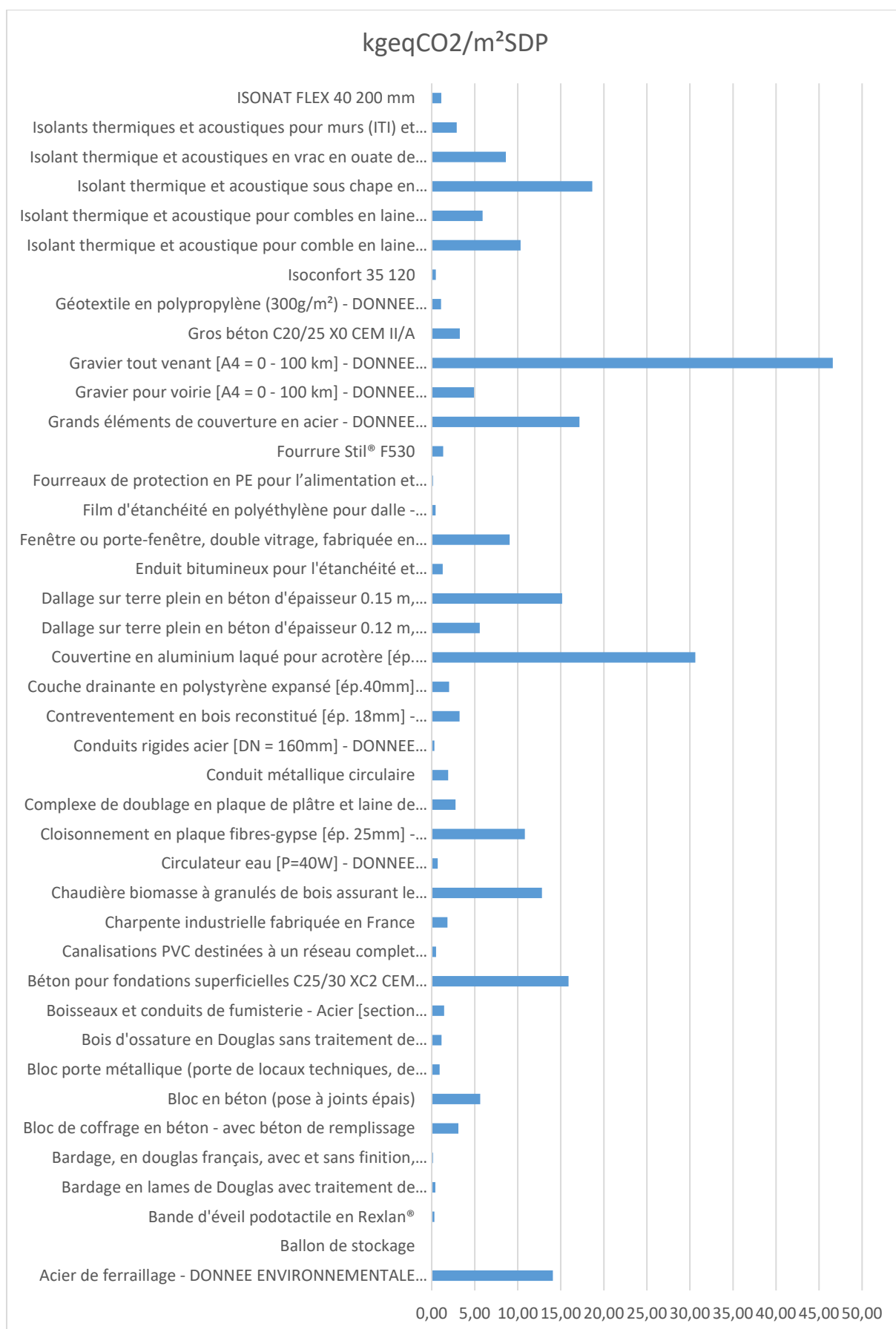


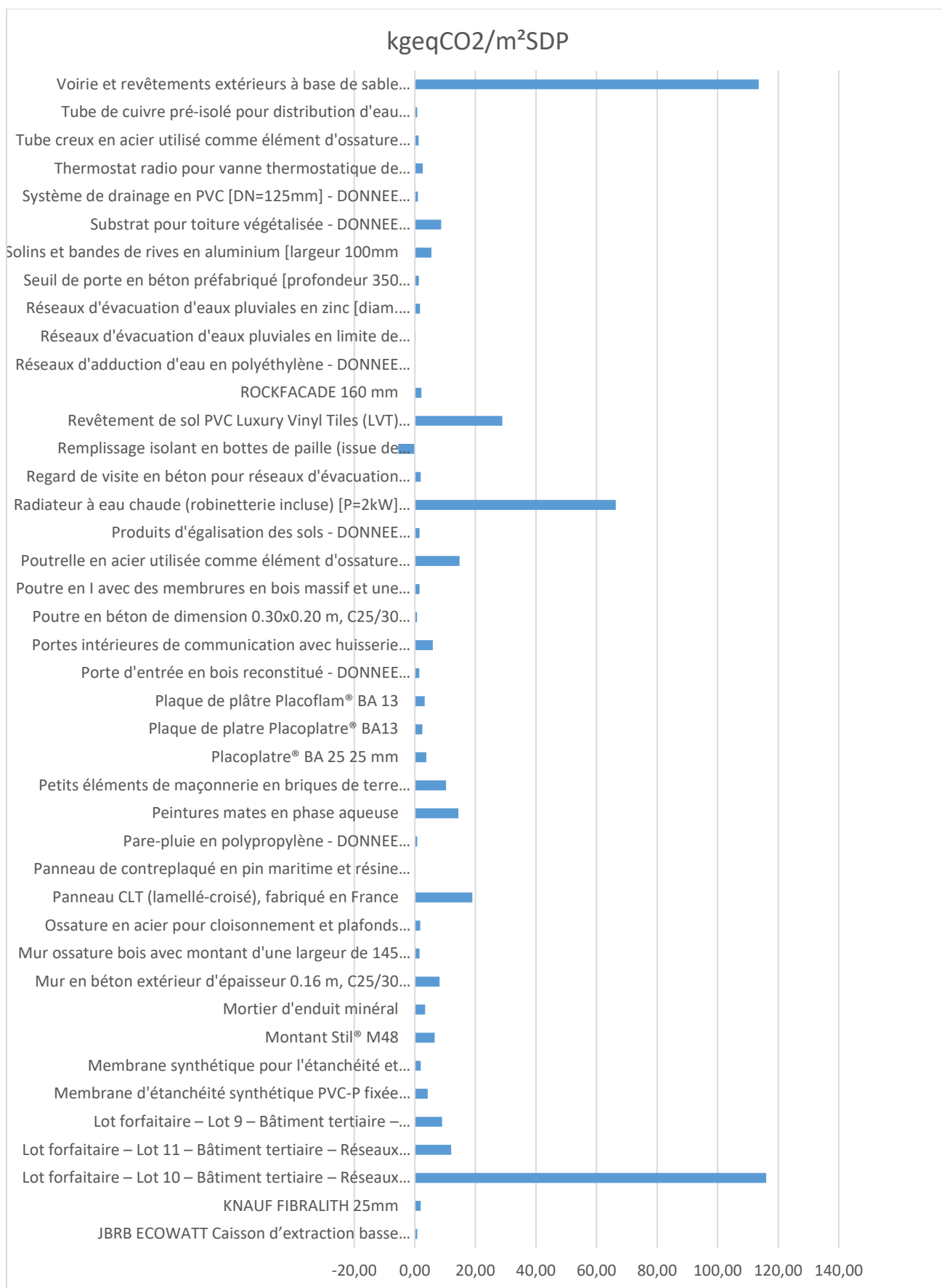
5.3 Détail du contributeur Produits de construction et équipements

5.3.1 Répartition par lots



5.3.2 Détail de l'impact des composants du projet (contributeur PCE)





5.4 Incertitude et limite de l'étude concernant l'évaluation carbone du contributeur PCE

Données environnementales :

Par défaut certains produits ne disposent pas de données environnementales spécifiques, de fait l'impact de certains matériaux ou équipement est majoré. Ces éléments induisent forcément une incertitude sur les résultats.

Quantitatifs :

L'utilisation de lots forfaitaires permet d'évaluer la contribution de certains lots qui s'avèrent difficile à quantifier par ailleurs. C'est notamment le cas pour les lots Electricité courants fort et courant faible. Cependant l'utilisation d'un ratio forfaitaire peut amener à des incertitudes importantes.