

# Prédalle en béton précontraint

conforme à la norme NF P 01-010

Fiche de déclaration  
environnementale  
et sanitaire  
**Prédalle en béton  
précontraint**

conforme à la  
norme NF P 01-010

Réf. **28.E-2**  
octobre 2010

## **Avertissement**

La présente Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire a été établie par le CERIB.

Les informations contenues dans cette fiche sont fournies sous la responsabilité du CERIB et de la FIB selon la norme NF P 01-010.

Toute exploitation, totale ou partielle, des informations ainsi fournies doit au minimum être accompagnée de la référence complète à la fiche d'origine ainsi qu'à son producteur qui pourra remettre un exemplaire complet.

Sont seuls autorisés à faire référence à cette fiche les fabricants de produits ressortissants du CERIB pour leur activité exercée en France.

© CERIB – 28 Épernon

28.E-2 – octobre 2010 - ISSN 0249-6224 – EAN 9782857552222

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

# SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| Résumé .....  | 5         |
| Avant propos.....   | 7         |
| <b>1. Caractérisation du produit .....</b>  | <b>9</b>  |
| 1.1 Définition de l'Unité Fonctionnelle (UF).....   | 9         |
| 1.2 Masse de produit nécessaire pour l'UF .....   | 9         |
| 1.3 Caractérisations techniques utiles non contenues dans la définition de l'UF .....   | 9         |
| <b>2. Données d'inventaire et autres données - Commentaires relatifs à la maîtrise des effets environnementaux et sanitaires du produit .....</b> | <b>10</b> |
| 2.1 Consommation de ressources naturelles.....  | 10        |
| 2.2 Émission dans l'environnement (eau, air, sol).....  | 14        |
| 2.3 Production des déchets .....  | 18        |
| <b>3. Contribution du produit aux impacts environnementaux.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>4. Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires et à la qualité de vie à l'intérieur du bâtiment .....</b>                     | <b>20</b> |
| 4.1 Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires.....   | 20        |
| 4.2 Contribution du produit au confort .....  | 22        |
| <b>5. Autres contributions du produit notamment par rapport à des préoccupations d'écogestion du bâtiment .....</b>                               | <b>23</b> |
| <b>Annexe technique.....</b>  | <b>25</b> |



## **Résumé :**

*Le présent document a pour objectif de fournir l'information disponible sur les caractéristiques environnementales et sanitaires d'un mètre carré de prédalle en béton précontraint. Ces informations sont présentées conformément à la norme NFP 01-010 « Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction ». Elles correspondent aux données nécessaires au choix de produits de construction en considérant les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits dans le cadre notamment d'une démarche de type HQE®. Le format utilisé est basé sur la fiche de déclaration AIMCC.*

## **Summary :**

*The aim of this document is to provide present available information on environment and health related to one square meter of a prestressed concrete floor plate. This information is presented in accordance with the French standard NF P 01-010 « Environmental quality of construction products ». It represents the necessary data to choose between construction products as far as environmental and health characteristics are considered, for example in the framework of the French HQE projects (Green/Sustainable constructions). The format used is the modified AIMCC form.*



## Avant Propos

Cette fiche constitue un cadre adapté à la présentation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction conformément aux exigences de la norme NF P 01-010 et à la fourniture de commentaires et d'informations complémentaires utiles dans le respect de l'esprit de cette norme en matière de sincérité et de transparence.

### **Producteur des données :**

Le producteur des données présentées dans cette fiche est le CERIB.

Les caractéristiques environnementales (Chapitres 1, 2 et 3 de la fiche) découlent d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV) réalisée par le CERIB actualisée en 2009. Pour ce travail, le logiciel de calcul d'ACV TEAM® et la base de données DEAM® et Ecoinvent (pour les données n'ayant pas fait l'objet d'un recueil spécifique) ont été utilisés.

Pour plus de détail se reporter aux informations en annexe.

### **Représentativité des données :**

#### ***Géographique :***

Les données sont jugées représentatives de la production moyenne française en ce qui concerne la production de prédalles en béton précontraint utilisées pour la réalisation de planchers de bâtiments. Elles font l'objet d'une certification NF selon la norme NF EN 13 747.

#### ***Temporelle :***

Les données principales utilisées s'échelonnent de 2000 à 2008.

Pour plus de détails, se reporter aux informations en annexe.

#### ***Technologique :***

Les données présentées ici correspondent à des process représentatifs du niveau technologique actuel en France.

Pour plus de détails, se reporter aux informations en annexe.

#### **Origine des données :**

Les sources des données sont précisées en annexe de ce document.

#### **Mode de production des données :**

Les données présentées sont issues de calculs d'ACV menés selon les normes ISO 14040 et Iso 14044. Les données principales ont fait l'objet de collectes spécifiques sur sites de production.

#### **Données énergétiques :**

Lors de la réalisation de cette fiche, le fascicule de documentation FD P 01-015 mentionné au paragraphe 4.5.2 de la norme NF P 01-010 a été utilisé pour l'évaluation environnementale des transports et de l'énergie.

#### **Remarques préliminaires sur les seuils d'affichage de certaines données :**

Dans les tableaux du chapitre 2, dans un souci de simplification et de lisibilité, seules les valeurs supérieures à  $10^{-6}$  (0,000001) sont reportées. Il a été vérifié que les valeurs affichées dans ces tableaux participent à plus de 98 % aux indicateurs d'impacts environnementaux du chapitre 3.





# 1. Caractérisation du produit selon NF P 01-010

## 1.1 Définition de l'Unité fonctionnelle (UF)

Former la partie inférieure armée (coffrage et résistance) d'un plancher en béton sur un mètre carré pendant une annuité.

6,50 m de portée (pour des charges conventionnelles).

Le produit est calculé et mis en œuvre selon les règles de l'art (CPT planchers titre II et Avis Techniques).

La durée de vie typique (DVT) retenue est de 100 ans.

## 1.2 Masse de produit nécessaire pour l'unité fonctionnelle (UF)

**Quantité de produits, et éventuellement de produits complémentaires et d'emballage de distribution, contenue dans l'UF sur la base d'une Durée de Vie Typique (DVT) de 100 ans.**

La fonction est assurée par un mètre carré représentatif d'une prédalle en béton précontraint d'épaisseur 5 cm, de largeur standard 2,50 m et de portée 6,50 m. Ce type de prédalle fait l'objet d'une certification selon la norme NF EN 13 747.

### **Produit :**

120 kg de prédalle par mètre carré soit 1,2 kg pour l'UF.

- 1,85 kg d'aciers de précontrainte soit 18,50 g pour l'UF
- 0,74 kg d'autres aciers (dont des aciers passifs) soit 7.4 g pour l'UF.

### **Produit complémentaire :**

Aucun produit complémentaire de mise en œuvre n'est intégré dans l'Unité Fonctionnelle (les autres produits constitutifs du plancher sont fonction du type de plancher mis en œuvre : treillis soudé, béton prêt à l'emploi, enduits...).

### **Emballage de distribution :**

Les prédalles sont séparées et protégées pour le stockage et la livraison, en moyenne par :

- 0,13 kg de bois de calage par m<sup>2</sup>, soit 1,3 g de bois par UF.

*Note : Les données relatives à cet emballage sont intégrées dans les calculs. Elles prennent en compte un taux de réutilisation.*

## 1.3 Caractéristiques techniques utiles non contenues dans la définition de l'unité fonctionnelle

La sous-face lisse des prédalles permet l'exécution rapide d'un plafond esthétique après traitement des joints. Elle est compatible avec tout type d'isolation complémentaire.

Le béton étant un matériau incombustible, les prédalles en béton ne présentent pas de risques spéciaux vis-à-vis du feu et permettent de respecter la réglementation incendie en vigueur.

Les degrés coupe-feu requis (jusqu'à 2 heures, voire plus) sont aisément satisfaits sans aucune protection rapportée.

**Les données d'inventaire de cycle de vie qui sont présentées ci-après ont été calculées pour l'unité fonctionnelle définie en 1.1 et 1.2**

## 2. Données d'Inventaire et autres données selon NF P 01-010

### Commentaires relatifs aux effets environnementaux et sanitaires du produit

#### 2.1 Consommation des ressources naturelles

##### 2.1.1 Consommation des ressources naturelles énergétiques et indicateurs énergétiques

###### Consommation des ressources naturelles énergétiques :

| Flux        | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie <sup>3</sup> |                                |
|-------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|---------------------------------|--------------------------------|
|             |        |            |           |               |              |            | Par annuité <sup>1</sup>        | Pour toute la DVT <sup>2</sup> |
| Bois        | kg     | 3.54E-05   |           |               |              |            | 3.30E-05                        | 3.30E-03                       |
| Charbon     | kg     | 6.75E-03   | 2.57E-06  | 4.63E-07      |              | 2.89E-06   | 6.75E-03                        | 6.75E-01                       |
| Lignite     | kg     | 2.98E-05   | 1.33E-07  |               |              | 1.49E-07   | 3.01E-05                        | 3.01E-03                       |
| Gaz naturel | kg     | 4.54E-03   | 6.42E-05  | 1.16E-05      |              | 7.22E-05   | 4.69E-03                        | 4.69E-01                       |
| Pétrole     | kg     | 2.01E-02   | 2.74E-03  | 4.92E-04      |              | 3.08E-03   | 2.64E-02                        | 2.64E+00                       |
| Uranium (U) | kg     | 1.98E-06   |           |               |              |            | 1.98E-06                        | 1.98E-04                       |

###### Indicateurs énergétiques :

| Flux                     | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|--------------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|                          |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Énergie Primaire Totale  | MJ     | 2.23E+00   | 1.17E-01  | 2.11E-02      |              | 1.32E-01   | 2.50E+00           | 2.50E+02          |
| Énergie Renouvelable     | MJ     | 1.70E-01   | 4.56E-05  | 8.21E-06      |              | 5.13E-05   | 1.70E-01           | 1.70E+01          |
| Énergie Non Renouvelable | MJ     | 2.06E+00   | 1.17E-01  | 2.11E-02      |              | 1.32E-01   | 2.33E+00           | 2.33E+02          |
| Énergie procédé          | MJ     | 2.16E+00   | 1.17E-01  | 2.32E-02      |              | 1.32E-01   | 2.44E+00           | 2.44E+02          |
| Énergie matière          | MJ     | 7.35E-02   | 1.51E-06  | -2.11E-03     |              | 1.69E-06   | 7.14E-02           | 7.14E+00          |
| Électricité*             | kWh    | 1.02E-01   | 8.58E-05  | 1.54E-05      |              | 9.65E-05   | 1.02E-01           | 1.02E+01          |

1 Les valeurs sont exprimées pour l'Unité Fonctionnelle c'est-à-dire par mètre carré de prédalle et par an.

2 Les valeurs sont exprimées pour un mètre carré de prédalle pour toute la durée de vie.

3 Du fait du choix d'affichage des seules valeurs supérieures à 10<sup>-6</sup>, pour certaines lignes, le « Total Cycle de Vie » peut être supérieur à la somme des valeurs affichées pour les différentes étapes (le « Total Cycle de Vie » ayant bien été effectué en considérant toutes les valeurs).

\* La consommation d'électricité est déjà comptabilisée dans les flux énergétiques précédents (Énergie primaire totale, Énergie Renouvelable...).

###### Commentaires relatifs à la consommation de ressources énergétiques :

Les indicateurs d'Énergie Primaire Totale figurant dans le tableau ci-dessus incluent notamment l'énergie récupérée par la valorisation énergétique de déchets en cimenterie.

La valeur de cette énergie récupérée est de 24.1 MJ pour toute la DVT, soit 0,241 MJ par UF.

Cette énergie figure dans le tableau 2.1.4 en « énergie récupérée ».

Environ 89 % de l'énergie consommée est attribuable à l'étape de production et 5% au transport de produit.

## 2.1.2 Consommation des ressources naturelles non énergétiques

| Flux  | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|---|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|   |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Antimoine (Sb)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Argent (Ag)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Argile  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Arsenic (As)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Bauxite (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                                       | kg     | 4.94E-06   |           | 1.44E-08      |              | 8.98E-08   | 5.12E-06           | 5.12E-04          |
| Bentonite   | kg     | 1.58E-07   | 7.91E-09  |               |              | 8.89E-09   | 1.77E-07           | 1.77E-05          |
| Bismuth (Bi)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Bore (B)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Cadmium (Cd)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Calcaire  | kg     | 2.46E-01   | 7.42E-07  | 1.33E-07      |              | 8.34E-07   | 2.46E-01           | 2.46E+01          |
| Carbonate de Sodium (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )                          | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Chlorure de Sodium (NaCl)   | kg     | 2.30E-05   | 3.76E-07  |               |              | 4.23E-07   | 2.39E-05           | 2.39E-03          |
| Chrome (Cr)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Cobalt (Co)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Cuivre (Cu)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Dolomie   | kg     | 4.75E-06   |           |               |              |            | 4.75E-06           | 4.75E-04          |
| Étain (Sn)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Feldspath   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Fer (Fe)**  | kg     | -2.97E-04  | 2.67E-07  |               |              | 3.01E-07   | -2.97E-04          | -2.97E-02         |
| Fluorite (CaF <sub>2</sub> )  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Gravier*  | kg     | 2.74E-05   | 1.99E-06  | 3.58E-07      |              | 2.24E-06   | 3.19E-05           | 3.19E-03          |
| Lithium (Li)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Kaolin (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2SiO <sub>2</sub> , 2H <sub>2</sub> O) | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Magnésium (Mg)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Manganèse (Mn)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Mercure (Hg)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Molybdène (Mo)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Nickel (Ni)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Or (Au)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Palladium (Pd)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Platine (Pt)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Plomb (Pb)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Chlorure de Potassium (KCl)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Rhodium (Rh)  | kg     | 1.45E-07   |           |               |              |            | 1.45E-07           | 1.45E-05          |
| Rutile (TiO <sub>2</sub> )  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Sable*  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Silice (SiO <sub>2</sub> )  | kg     | 8.30E-07   | 3.50E-08  |               |              | 3.94E-08   | 9.11E-07           | 9.11E-05          |
| Soufre (S)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Sulfate de baryum (BaSO <sub>4</sub> )  | kg     | 1.67E-06   | 8.37E-08  |               |              | 9.42E-08   | 1.86E-06           | 1.86E-04          |
| Titane (Ti)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Tungstène (W)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Vanadium (V)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Zinc (Zn)   | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Zirconium (Zr)  | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matières premières végétales non spécifiées avant                               | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matières premières animales non spécifiées avant                                | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Produits intermédiaires non remontés (total)                                    | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
|   |        |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Roches et granulats (d'origine alluvionnaire, roche sédimentaire et éruptive)   | kg     | 1.06E+00   |           |               |              |            | 1.06E+00           | 1.06E+02          |
| Gypse   | kg     | 1.91E-03   |           |               |              |            | 1.91E-03           | 1.91E-01          |
| Matières premières non spécifiées avant (total)                                 | kg     | 2.24E-05   | 2.19E-06  | 3.95E-07      |              | 2.47E-06   | 2.75E-05           | 2.75E-03          |

(\*) La majeure partie des granulats utilisés sur le cycle de vie est comptabilisée sous « Roches et granulats (d'origine alluvionnaire, roches sédimentaires et éruptives) » et non sous « Gravier » ou « Sable ».

### **Commentaires relatifs à la consommation de ressources non énergétiques :**

Plus de 99 % en masse des ressources non énergétiques consommées correspondent à des matériaux minéraux extraits pour la production des granulats du béton (d'origine alluvionnaire, roche sédimentaire ou éruptive) et la production du ciment (calcaire et argile).

\*\* La valeur négative du flux Fer (Fe) provient de la base de données utilisée pour modéliser la production de l'acier d'armature (données de l'IIIS ; cf annexe technique pour plus de détail). Cette valeur n'a pas d'incidence significative sur les indicateurs d'impacts environnementaux présentés en § 3. En particulier, aucune économie de ressources n'y a été associée sur l'indicateur d'épuisement de ressources (ADP).

### **2.1.3 Consommation d'eau**

| Flux                        | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|-----------------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|                             |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Eau : Lac                   | litre  |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Eau : Mer                   | litre  | 1.38E-06   |           |               |              |            | 1.38E-06           | 1.38E-04          |
| Eau : Nappe Phréatique      | litre  |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Eau : Origine non Spécifiée | litre  | 4.97E-01   | 1.14E-02  | 2.05E-03      |              | 1.28E-02   | 5.23E-01           | 5.23E+01          |
| Eau : Rivière               | litre  |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Eau Potable (réseau)        | litre  | 8.17E-02   |           |               |              |            | 8.17E-02           | 8.17E+00          |
| Eau Consommée (total)       | litre  | 8.98E-01   | 1.14E-02  | 2.05E-03      |              | 1.28E-02   | 9.25E-01           | 9.25E+01          |

### **Commentaires relatifs à la consommation d'eau :**

Les consommations d'eau données dans le tableau ci-dessus correspondent à l'eau totale puisée dans le milieu. 97 % de cette eau est consommée durant l'étape de production.

## 2.1.4 Consommation d'énergie récupérée, de matière récupérée

| Flux   | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|--|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|  |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Énergie Récupérée (stock)                        | MJ     | 2.41E-01   |           |               |              |            | 2.41E-01           | 24.0549           |
| Matière Récupérée (stock) : Total                | kg     | 5.30E-02   | 2.27E-06  | 4.08E-07      |              | 2.55E-06   | 5.30E-02           | 5.30E+00          |
| Matière Récupérée (stock) : Acier                | kg     | 2.95E-02   | 2.27E-06  | 4.08E-07      |              | 2.55E-06   | 2.95E-02           | 2.95E+00          |
| Matière Récupérée (stock) : Aluminium            | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock) : Métal (non spécifié) | kg     | 4.82E-03   |           |               |              |            | 4.82E-03           | 4.82E-01          |
| Matière Récupérée (stock) : Papier-Carton        | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock) : Plastique            | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock) : Calcin               | kg     | 2.71E-03   |           |               |              |            | 2.71E-03           | 2.71E-01          |
| Matière Récupérée (stock) : Biomasse             | kg     | 3.00E-03   |           |               |              |            | 3.00E-03           | 3.00E-01          |
| Matière Récupérée Minérale                       | kg     | 1.30E-02   |           |               |              |            | 1.30E-02           | 1.30E+00          |
| Matière Récupérée (stock) : Non spécifiée        | kg     | 1.73E-02   |           |               |              |            | 1.73E-02           | 1.73E+00          |

### **Commentaires relatifs à la consommation d'énergie et de matière récupérées :**

La plupart des matières récupérées sont :

- des matières valorisées, sous forme d'énergie ou de matière, lors de la fabrication du ciment entrant dans la composition du produit ;
- de l'acier recyclé utilisé pour la production d'aciers d'armatures.

## 2.2 Émissions dans l'environnement (eau, air et sol)

### 2.2.1 Émissions dans l'air

| Flux  | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|---|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|   |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Hydrocarbures (non spécifiés)                           | g      | 1.01E-01   | 3.11E-02  | 7.25E-03      |              | 3.50E-02   | 1.74E-01           | 1.74E+01          |
| HAP (non spécifiés)                                     | g      | 1.40E-06   |           |               |              |            | 1.48E-06           | 1.48E-04          |
| Méthane (CH4)   | g      | 1.07E-01   | 1.36E-02  | 3.20E-03      |              | 1.53E-02   | 1.39E-01           | 1.39E+01          |
| Composés organiques volatils (ex : acétone, acétate...) | g      | 1.90E-02   | 5.07E-05  | 9.79E-06      |              | 5.70E-05   | 1.92E-02           | 1.92E+00          |
| Dioxyde de Carbone (CO2)                                | g      | 2.02E+02   | 8.91E+00  | 1.81E+00      |              | 1.00E+01   | 2.23E+02           | 2.23E+04          |
| Monoxyde de Carbone (CO)                                | g      | 4.28E-01   | 2.30E-02  | 1.40E-02      |              | 2.59E-02   | 4.91E-01           | 4.91E+01          |
| Oxydes d'Azote (NOx en NO2)                             | g      | 5.17E-01   | 1.06E-01  | 2.02E-02      |              | 1.19E-01   | 7.61E-01           | 7.61E+01          |
| Protoxyde d'Azote (N2O)                                 | g      | 2.69E-03   | 1.15E-03  | 6.29E-05      |              | 1.29E-03   | 5.19E-03           | 5.19E-01          |
| Ammoniaque (NH3)  | g      | 9.56E-03   |           | 8.63E-05      |              |            | 9.65E-03           | 9.65E-01          |
| Poussières (non spécifiées)                             | g      | 1.25E-01   | 6.10E-03  | 4.99E-03      |              | 6.86E-03   | 1.43E-01           | 1.43E+01          |
| Oxydes de Soufre (SOx en SO2)                           | g      | 2.95E-01   | 3.88E-03  | 1.90E-03      |              | 4.37E-03   | 3.05E-01           | 3.05E+01          |
| Hydrogène Sulfureux (H2S)                               | g      | 1.81E-04   | 8.44E-07  | 1.52E-07      |              | 9.49E-07   | 1.82E-04           | 1.82E-02          |
| Acide Cyanhydrique (HCN)                                | g      | 1.84E-07   | 1.10E-12  | 1.97E-13      |              | 1.23E-12   | 1.84E-07           | 1.84E-05          |
| Composés chlorés organiques (en Cl)                     | g      | 4.41E-07   |           | 2.32E-06      |              |            | 2.76E-06           | 2.76E-04          |
| Acide Chlorhydrique (HCl)                               | g      | 2.85E-03   | 6.50E-06  | 1.17E-06      |              | 7.31E-06   | 2.87E-03           | 2.87E-01          |
| Composés chlorés inorganiques (en Cl)                   | g      | 1.05E-07   |           |               |              |            | 1.05E-07           | 1.05E-05          |
| Composés chlorés non spécifiés (en Cl)                  | g      | 2.08E-07   |           |               |              |            | 2.08E-07           | 2.08E-05          |
| Composés fluorés organiques (en F)                      | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Composés fluorés inorganiques (en F)                    | g      | 2.62E-04   | 5.07E-07  |               |              | 5.70E-07   | 2.63E-04           | 2.63E-02          |
| Composés halogénés (non spécifiés)                      | g      | 1.64E-06   | 5.57E-07  | 1.00E-07      |              | 6.27E-07   | 2.92E-06           | 2.92E-04          |
| Composés fluorés non spécifiés (en F)                   | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Métaux (non spécifiés)                                  | g      | 6.75E-04   | 1.15E-06  | 2.06E-07      |              | 1.29E-06   | 6.77E-04           | 6.77E-02          |
| Antimoine et ses composés (en Sb)                       | g      | 7.87E-06   | 7.45E-11  |               |              |            | 7.87E-06           | 7.87E-04          |
| Arsenic et ses composés (en As)                         | g      | 2.76E-06   | 4.12E-08  |               |              | 4.63E-08   | 2.85E-06           | 2.85E-04          |
| Cadmium et ses composés (en Cd)                         | g      | 5.46E-06   | 2.28E-07  |               |              | 2.56E-07   | 5.96E-06           | 5.96E-04          |
| Chrome et ses composés (en Cr)                          | g      | 3.56E-05   |           |               |              |            | 3.57E-05           | 3.57E-03          |
| Cobalt et ses composés (en Co)                          | g      | 3.60E-06   | 1.01E-07  |               |              | 1.14E-07   | 3.83E-06           | 3.83E-04          |
| Cuivre et ses composés (en Cu)                          | g      | 9.56E-06   | 1.53E-07  |               |              | 1.72E-07   | 9.91E-06           | 9.91E-04          |
| Étain et ses composés (en Sn)                           | g      | 3.39E-06   |           |               |              |            | 3.39E-06           | 3.39E-04          |
| Manganèse et ses composés (en Mn)                       | g      | 9.70E-06   | 1.23E-08  |               |              | 1.39E-08   | 9.73E-06           | 9.73E-04          |
| Mercurure et ses composés (en Hg)                       | g      | 6.07E-06   |           |               |              |            | 6.08E-06           | 6.08E-04          |
| Nickel et ses composés (en Ni)                          | g      | 3.27E-05   | 2.02E-06  | 3.64E-07      |              | 2.27E-06   | 3.74E-05           | 3.74E-03          |

(suite page suivante)

| Flux                             | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|----------------------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|                                  |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Plomb et ses composés (en Pb)    | g      | 7.42E-05   | 7.45E-07  |               |              | 8.38E-07   | 7.59E-05           | 7.59E-03          |
| Sélénium et ses composés (en Se) | g      | 3.62E-06   | 4.19E-08  |               |              | 4.71E-08   | 3.72E-06           | 3.72E-04          |
| Tellure et ses composés (en Te)  | g      | 2.12E-06   |           |               |              |            | 2.12E-06           | 2.12E-04          |
| Zinc et ses composés (en Zn)     | g      | 8.55E-04   | 3.44E-04  |               |              | 3.87E-04   | 1.59E-03           | 1.59E-01          |
| Vanadium et ses composés (en V)  | g      | 6.74E-05   | 8.08E-06  | 1.45E-06      |              | 9.09E-06   | 8.60E-05           | 8.60E-03          |
| Silicium et ses composés (en Si) | g      | 6.33E-04   | 5.95E-07  | 1.07E-07      |              | 6.69E-07   | 6.34E-04           | 6.34E-02          |
| Acide sulfurique (H2SO4)         | g      | 1.85E-07   |           |               |              |            | 1.85E-07           | 1.85E-05          |
| Bore et ses composés             | g      | 3.74E-05   |           |               |              |            | 3.75E-05           | 3.75E-03          |
| Brome (Br)                       | g      | 7.39E-06   | 7.60E-09  |               |              | 8.55E-09   | 7.41E-06           | 7.41E-04          |
| Cyanide (CN-)                    | g      | 2.60E-07   |           |               |              |            | 2.60E-07           | 2.60E-05          |
| Hydrogène (H2)                   | g      | 9.57E-06   |           |               |              |            | 9.57E-06           | 9.57E-04          |
| Iodure (I)                       | g      | 1.85E-06   |           |               |              |            | 1.85E-06           | 1.85E-04          |
| Matière Organique (non spécifié) | g      | 2.95E-04   | 2.99E-06  | 5.38E-07      |              | 3.36E-06   | 3.02E-04           | 3.02E-02          |
| Phosphore (P)                    | g      | 3.79E-06   |           |               |              | 3.94E-09   | 3.80E-06           | 3.80E-04          |

### **Commentaires relatifs aux émissions dans l'air :**

#### Dioxyde de carbone :

89 % des émissions sont attribuables à la phase de production.

#### Hydrocarbures :

48 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 21 % lors du transport du produit, 25 % lors de la phase de fin de vie.

#### Oxydes d'azote :

68 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 14 % lors du transport du produit, 16 % lors de la phase de fin de vie.

#### Oxydes de soufre :

97 % des émissions ont lieu lors de la phase de production.

#### Poussières :

87 % des émissions ont lieu lors de la phase de production.



## 2.2.2 Émissions dans l'eau

| Flux   | Unités   | Production      | Transport       | Mise en œuvre   | Vie en œuvre | Fin de vie      | Total cycle de vie |                   |
|--|----------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------------|
|  |          |                 |                 |                 |              |                 | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| DCO (Demande Chimique en Oxygène)                              | g        | 1.07E-02        | 4.05E-04        | 7.28E-05        |              | 7.08E-03        | 1.83E-02           | 1.83E+00          |
| DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène)                          | g        | 1.49E-03        | 1.22E-05        | 2.20E-06        |              | 1.60E-03        | 3.11E-03           | 3.11E-01          |
| Matière en Suspension (MES)                                    | g        | 2.20E-02        | 6.89E-05        | 1.24E-05        |              | 7.35E-03        | 2.94E-02           | 2.94E+00          |
| Cyanure (CN-)  | g        | 9.11E-06        | 5.77E-07        | 1.04E-07        |              | 4.80E-06        | 1.46E-05           | 1.46E-03          |
| AOX (Halogènes des composés organiques absorbables)            | g        | 1.73E-06        | 5.71E-07        | 1.03E-07        |              | 6.43E-07        | 3.04E-06           | 3.04E-04          |
| Hydrocarbures (non spécifiés)                                  | g        | 7.30E-03        | 2.17E-03        | 3.90E-04        |              | 2.47E-03        | 1.23E-02           | 1.23E+00          |
| Composés azotés (en N)   | g        | 1.75E-03        | 3.47E-04        | 6.24E-05        |              | 1.83E-03        | 1.46E-03           | 1.46E-01          |
| Composés phosphorés (en P)                                     | g        | 6.18E-05        | 1.12E-06        | 2.02E-07        |              | 1.26E-06        | 6.44E-05           | 6.44E-03          |
| Composés fluorés organiques (en F)                             | g        |                 |                 |                 |              |                 |                    |                   |
| Composés fluorés inorganiques (en F)                           | g        | 3.23E-05        | 2.84E-06        | 5.11E-07        |              | 3.19E-06        | 3.89E-05           | 3.89E-03          |
| Composés fluorés non spécifiés (en F)                          | g        |                 |                 |                 |              |                 |                    |                   |
| Composés chlorés organiques (en Cl)                            | g        | 4.74E-07        |                 |                 |              | 6.92E-09        | 4.88E-07           | 4.88E-05          |
| Composés chlorés inorganiques (en Cl)                          | g        | 4.26E-01        | 1.39E-01        | 2.50E-02        |              | 1.60E-01        | 7.50E-01           | 7.50E+01          |
| Composés chlorés non spécifiés (en Cl)                         | g        |                 |                 |                 |              |                 |                    |                   |
| HAP (non spécifiés)  | g        | 9.11E-06        | 3.50E-06        | 6.30E-07        |              | 4.16E-06        | 1.74E-05           | 1.74E-03          |
| Métaux (non spécifiés)   | g        | 6.70E-03        | 2.33E-03        | 4.18E-04        |              | 2.80E-03        | 1.22E-02           | 1.22E+00          |
| Aluminium et ses composés (en Al)                              | g        | 6.90E-04        | 1.73E-06        | 3.11E-07        |              | 1.95E-06        | 6.94E-04           | 6.94E-02          |
| Arsenic et ses composés (en As)                                | g        | 1.18E-06        | 1.14E-07        |                 |              | 3.36E-07        | 1.65E-06           | 1.65E-04          |
| Cadmium et ses composés (en Cd)                                | g        | 5.34E-07        | 1.89E-07        |                 |              | 2.29E-06        | 3.05E-06           | 3.05E-04          |
| Chrome et ses composés (en Cr)                                 | g        | 1.16E-05        | 6.63E-07        | 1.19E-07        |              | 4.90E-06        | 1.73E-05           | 1.73E-03          |
| Cuivre et ses composés (en Cu)                                 | g        | 2.10E-06        | 3.84E-07        |                 |              | 4.32E-07        | 2.98E-06           | 2.98E-04          |
| Étain et ses composés (en Sn)                                  | g        |                 |                 |                 |              |                 |                    |                   |
| Fer et ses composés (en Fe)                                    | g        | 3.26E-03        | 3.39E-05        | 6.10E-06        |              | 3.81E-05        | 3.34E-03           | 3.34E-01          |
| Mercure et ses composés (en Hg)                                | g        | 1.88E-07        |                 |                 |              | 5.74E-08        | 2.47E-07           | 2.47E-05          |
| Nickel et ses composés (en Ni)                                 | g        | 3.75E-03        | 6.54E-07        | 1.18E-07        |              | 7.35E-07        | 3.75E-03           | 3.75E-01          |
| Plomb et ses composés (en Pb)                                  | g        | 4.78E-05        | 1.56E-07        |                 |              | 2.25E-06        | 5.02E-05           | 5.02E-03          |
| Zinc et ses composés (en Zn)                                   | g        | 2.52E-05        | 1.14E-06        | 2.05E-07        |              | 2.21E-05        | 4.86E-05           | 4.86E-03          |
| Eau rejetée  | litre    | 4.07E-01        | 4.65E-04        | 8.36E-05        |              | 5.23E-04        | 4.08E-01           | 4.08E+01          |
| <b>Carbone Organique Total (COT)</b>                           | <b>g</b> | <b>5.03E-03</b> | <b>1.98E-03</b> | <b>3.56E-04</b> |              | <b>4.01E-03</b> | <b>1.14E-02</b>    | <b>1.14E+00</b>   |
| Composés inorganiques dissous non spécifiés                    | g        | 5.86E-04        | 3.14E-05        | 5.65E-06        |              | 3.53E-05        | 6.58E-04           | 6.58E-02          |
| Composés inorganiques dissous non spécifiés non toxiques       | g        | 1.21E-01        | 2.36E-03        | 4.24E-04        |              | 6.19E-03        | 1.30E-01           | 1.30E+01          |
| Matière Dissoute (non spécifiée)                               | g        | 1.75E-02        | 1.27E-05        | 2.28E-06        |              | 1.43E-05        | 1.75E-02           | 1.75E+00          |
| Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques | g        | 2.55E-01        | 9.41E-02        | 1.69E-02        |              | 1.06E-01        | 4.72E-01           | 4.72E+01          |

### Commentaires relatifs aux émissions dans l'eau :

#### Matières en suspension :

75 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 25% lors de la phase de fin de vie.

#### Hydrocarbures :

59 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 18 % lors du transport du produit, 20 % lors de la phase de fin de vie.

### 2.2.3 Émissions dans le sol

| Flux   | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|--|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|  |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Arsenic et ses composés (en As)                                | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Biocides <sup>a)</sup>   | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Cadmium et ses composés (en Cd)                                | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Chrome et ses composés (en Cr)                                 | g      | 1.06E-07   | 5.35E-09  |               |              | 6.01E-09   | 1.19E-07           | 1.19E-05          |
| Cuivre et ses composés (en Cu)                                 | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Étain et ses composés (en Sn)                                  | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Fer et ses composés (en Fe)                                    | g      | 4.24E-05   | 2.13E-06  | 3.84E-07      |              | 2.40E-06   | 4.73E-05           | 4.73E-03          |
| Plomb et ses composés (en Pb)                                  | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Mercure et ses composés (en Hg)                                | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Nickel et ses composés (en Ni)                                 | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Zinc et ses composés (en Zn)                                   | g      | 3.19E-07   | 1.60E-08  |               |              | 1.80E-08   | 3.56E-07           | 3.56E-05          |
| Métaux lourds (non spécifiés)                                  | g      | 8.48E-07   | 4.27E-08  |               |              | 4.80E-08   | 9.47E-07           | 9.47E-05          |
| Composés inorganiques non répandus dans le sol                 | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Hydrocarbures (non spécifiés)                                  | g      | 7.20E-04   |           |               |              |            | 7.20E-04           | 7.20E-02          |
| Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Silice (Si)  | g      |            |           |               |              |            |                    |                   |

<sup>a</sup> Biocides : par exemple, pesticides, herbicides, fongicides, insecticides, bactéricides, etc.

## 2.3 Production des déchets

### 2.3.1 Déchets valorisés

| Flux  | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|---|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|   |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Énergie Récupérée (stock)                       | MJ     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock) : Total               | kg     | 1.78E-02   |           | 1.97E-04      |              | 1.19E-09   | 1.80E-02           | 1.80E+00          |
| Matière Récupérée (stock): Acier                | kg     | 2.08E-03   |           |               |              | 1.19E-09   | 2.08E-03           | 2.08E-01          |
| Matière Récupérée (stock) : Aluminium           | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock): Métal (non spécifié) | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock) : Papier-Carton       | kg     | 4.48E-06   |           |               |              |            | 4.48E-06           | 4.48E-04          |
| Matière Récupérée (stock): Plastique            | kg     | 2.99E-06   |           |               |              |            | 2.99E-06           | 2.99E-04          |
| Matière Récupérée (stock): Calcin               | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock) : Biomasse            | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |
| Matière Récupérée (stock) : Minérale            | kg     | 1.58E-02   |           |               |              |            | 1.58E-02           | 1.58E+00          |
| Matière Récupérée (stock) : Non spécifiée       | kg     |            |           |               |              |            |                    |                   |

### 2.3.2 Déchets éliminés

| Flux                  | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie |                   |
|-----------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
|                       |        |            |           |               |              |            | Par annuité        | Pour toute la DVT |
| Déchets dangereux     | kg     | 4.45E-05   | 2.68E-06  | 4.83E-07      |              | 3.02E-06   | 5.07E-05           | 5.07E-03          |
| Déchets non dangereux | kg     | 1.04E-03   | 2.15E-06  | 9.29E-04      |              | 2.42E-06   | 1.98E-03           | 1.98E-01          |
| Déchets inertes       | kg     | 4.26E-03   | 5.62E-06  | 1.01E-06      |              | 1.19E+00   | 1.19E+00           | 1.19E+02          |
| Déchets radioactifs   | kg     | 1.40E-05   | 2.18E-06  | 3.44E-07      |              | 2.15E-06   | 1.85E-05           | 1.85E-03          |
| Déchets de mine       | kg     | 1.38E-02   | 1.36E-05  | 2.44E-06      |              | 1.52E-05   | 1.39E-02           | 1.38759           |

#### **Commentaires relatifs à la production et aux modalités de gestion des déchets :**

Les déchets sont, pour plus de 98 %, des déchets inertes de béton correspondant à l'élimination du produit en fin de vie.

S'il est correctement trié en déconstruction, ce type de déchet peut être aisément recyclé, après traitement (concassage avec séparation de l'acier), comme granulats secondaires. Dans le cadre de cette fiche, ces déchets de fin de vie sont considérés comme partant intégralement en décharge de classe 3. Ceci est conforme à la norme NF P 01 010, puisque la part des déchets traités actuellement par les filières de recyclage est encore limitée.

En France, la filière de traitement et de recyclage des déchets inertes de démolition est toutefois en forte expansion.

Les déchets radioactifs listés dans le tableau ci-dessus ont pour origine le processus de production d'électricité en centrales nucléaires.

### 3. Contribution du produit aux impacts environnementaux selon NF P 01-010

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des impacts environnementaux représentatifs pour l'Unité Fonctionnelle ainsi que pour toute la DVT. Ces impacts ont été calculés conformément à la norme NF P 01-010.

| N° | Impact environnemental                           |           | Valeur                      |  | Unité                   |    |
|----|--|-----------|-----------------------------|--|-------------------------|----|
|    |  |           | par UF <sup>(1)</sup>       | par mètre carré de prédalle <sup>(2)</sup> |                         |    |
| 1  | Consommation de ressources énergétiques :        |           |                             |  |                         |    |
|    | Énergie primaire totale                          |           | 2,50                        | 250  | MJ                      |    |
|    | dont énergie récupérée <sup>(3)</sup>            |           | 0,24                        | 24   | MJ                      |    |
|    | Énergie renouvelable                             |           | 0,17                        | 17   | MJ                      |    |
|    | Énergie non renouvelable                         |           | 2,33                        | 233  | MJ                      |    |
| 2  | Indicateur d'épuisement de ressources (ADP)      |           | $7,09.10^{-4}$              | $7,09.10^{-2}$                             | kg équivalent antimoine |    |
| 3  | Consommation d'eau                               |           | 0,92                        | 92,5                                       | litre                   |    |
| 4  | Déchets solides                                  | Valorisés | 0,018                       | 1,80                                       | kg                      |    |
|    |  | Éliminés  | Déchets dangereux           | $5,07.10^{-5}$                             | $5,07.10^{-3}$          | kg |
|    |  |           | Déchets non dangereux (DIB) | $1,98.10^{-3}$                             | 0,198                   | kg |
|    |  |           | Déchets inertes             | 1,21                                       | 121                     | kg |
|    |  |           | Déchets radioactifs         | $1,85.10^{-5}$                             | $1,85.10^{-3}$          | kg |
| 5  | Changement climatique                            |           | 0,23                        | 22,8                                       | kg éq CO <sub>2</sub>   |    |
| 6  | Acidification atmosphérique                      |           | $8,6.10^{-4}$               | 0,086                                      | kg éq SO <sub>2</sub>   |    |
| 7  | Pollution de l'air                               |           | 13,97                       | 1 397                                      | m <sup>3</sup>          |    |
| 8  | Pollution de l'eau                               |           | 0,024                       | 2,42                                       | m <sup>3</sup>          |    |
| 9  | Destruction de la couche d'ozone stratosphérique |           | $3,67.10^{-20}$             | $3,67.10^{-18}$                            | kg CFC-11 éq.           |    |
| 10 | Formation d'ozone photochimique                  |           | $6,96.10^{-5}$              | $6,96.10^{-3}$                             | kg d'éthylène éq.       |    |

(1) Les valeurs sont exprimées pour l'unité fonctionnelle c'est-à-dire par mètre carré de prédalle pour une annuité (avec pour base de calcul une durée de vie typique de 100 ans).

(2) Les valeurs sont exprimées pour un mètre carré de prédalle pendant toute la durée de vie.

(3) L'énergie récupérée correspond à l'énergie provenant des différents types de déchets valorisés en cimenterie.

## 4. Contribution du produit à l'évaluation des risques sanitaires et de la qualité de vie à l'intérieur du bâtiment selon NF P 01-010 § 7

### 4.1 Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires (NF P 01-010 § 7.2)

#### 4.1.1 Contribution du produit à la qualité sanitaire des espaces intérieurs (NF P 01-010 § 7.2.1)

Les prédalles en béton sont des éléments constitutifs de planchers. Quel que soit le type de plancher pour lequel elles sont mises en œuvre, elles ne sont le plus souvent qu'indirectement au contact de l'air intérieur par leur sous-face ce qui limite leur impact sur la qualité sanitaire des espaces intérieurs.

- **Radon et radioactivité gamma :**

En Europe, les concentrations moyennes de radioéléments dans les bétons courants sont de 40 Bq/kg en radium ( $^{226}\text{Ra}$ ), 30 Bq/kg en thorium ( $^{232}\text{Th}$ ), 400 Bq/kg en potassium ( $^{40}\text{K}$ ).

[source : Rapport 112 de la CE (Commission Européenne) « Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials » 1999].

Ces valeurs sont proches de celles rencontrées en moyenne pour l'écorce terrestre qui sont selon l'UNSCEAR\* de 40 Bq/kg, 40 Bq/kg et 400 Bq/kg respectivement en  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  et  $^{40}\text{K}$ .

\* United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation

Des mesures ont été effectuées sur douze échantillons de bétons similaires à ceux de prédalles de compositions standards. Les résultats montrent des valeurs d'activité massique comprises entre 10 et 24,6 Bq/kg (médiane à 16,4) pour le  $^{226}\text{Ra}$ , entre 5 et 18 Bq/kg (médiane à 11,9) pour le  $^{232}\text{Th}$  et entre 125 et 579 Bq/kg (médiane à 264) pour le  $^{40}\text{K}$  (mesures effectuées au LPSC de Grenoble en 2005). La plupart de ces valeurs sont inférieures aux moyennes européennes citées ci-dessus.

Pour ces échantillons, le calcul de l'index spécifique d'activité I, permettant de positionner les produits de construction vis-à-vis de l'irradiation des occupants d'un bâtiment s'effectue selon la formule :

$$I = \left[ \frac{A^{40}\text{K}}{3\,000} + \frac{A^{226}\text{R}}{300} + \frac{A^{232}\text{Th}}{200} \right]$$

où A représente les activités massiques mesurées en Bq/kg du  $^{40}\text{K}$ , du  $^{226}\text{Ra}$ , du  $^{232}\text{Th}$

[source : Rapport 112 de la CE « Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials » 1999].

Les valeurs d'index d'activité I de ces échantillons de béton s'échelonnent de 0,1 à 0,3.

Le rapport 112 de la CE "Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials", 1999 propose deux valeurs guide de niveaux de dose pour prendre en compte l'importance de l'utilisation des divers matériaux dans le bâtiment.

| Niveaux de dose   | 0,3 mSv/an   | 1 mSv/an   |
|---|--------------|------------|
| Matériaux gros œuvre (p.ex. béton)  | $I \leq 0,5$ | $I \leq 1$ |
| Matériaux superficiels et autres, d'emploi restreint (p.ex. tuiles, plaques etc.) | $I \leq 2$   | $I \leq 6$ |

La valeur d'indice I de ces échantillons correspond donc à une dose gamma reçue inférieure à 0,3 mSv/an. Sur la base de ces éléments, ces bétons peuvent donc être classés, selon la recommandation du rapport 112 de la Commission Européenne, dans la catégorie des produits exemptés de toute restriction d'utilisation du fait de leur radioactivité naturelle.

Concernant l'émission de radon par les matériaux de construction, la Commission Européenne estime que les matériaux, dont l'activité massique en  $^{226}\text{Ra}$  est inférieure à 100 Bq/kg, ont une contribution limitée à l'activité volumique de l'air intérieur, estimée entre 10 et 20 Bq/m<sup>3</sup>. Les valeurs d'activité en  $^{226}\text{Ra}$  mesurées pour ces échantillons sont bien inférieures à 100 Bq/kg. Dans la plupart des pays, c'est l'exhalation de radon en provenance des roches du sous-sol qui est la principale source de radon dans le bâtiment.

À titre indicatif, les seuils recommandés par la Commission Européenne pour l'activité volumique dans l'air intérieur des bâtiments (directive 90/143 Euratom) et repris dans la circulaire française du 27 janvier 1999 sont de 200 Bq/m<sup>3</sup> comme valeur limite d'activité pour les bâtiments neufs et de 400 Bq/m<sup>3</sup> comme seuil d'intervention pour des bâtiments existants.

#### *Prévention contre les émissions de radon en provenance du sous-sol :*

Les prédalles en béton permettent la réalisation d'un vide sanitaire qui, s'il est correctement ventilé, est reconnu comme l'un des moyens de diminution de la concentration en radon dans l'air intérieur des bâtiments.

#### • **Émissions de Composés Organiques Volatils (COV) et aldéhydes :**

De manière générale, des substances susceptibles d'être à l'origine d'émissions de composés organiques volatils peuvent être présentes dans les compositions de béton (agents de mouture, adjuvants, agents de démoulage). Lorsque c'est le cas, ces composés sont toujours présents en quantités infimes et les faibles émissions qui peuvent avoir lieu décroissent très rapidement. De plus, dans le cas des prédalles, le fait que le produit n'est généralement pas au contact direct de l'air intérieur fait qu'il est peu concerné par cette problématique.

À titre indicatif, deux échantillons de blocs creux en béton ont fait l'objet, quatre semaines après leur fabrication, d'une évaluation des émissions des COV et des aldéhydes en chambre d'essai d'émission selon la norme XP ENV 13419-1 au CSTB (2003) à la demande du CERIB.

Sur la base des résultats, les blocs testés remplissent les conditions de la procédure d'évaluation toxicologique des émissions de COV pour être déclarés faiblement émissifs selon le protocole européen ECA/IAQ ce qui signifie que les émissions en provenance du produit ne sont pas responsables d'un risque pour la santé.

#### • **Micro-organismes :**

Matériau minéral, le béton ne constitue pas un milieu de croissance pour les micro-organismes tels que les moisissures.

#### • **Fibres et particules :**

Les prédalles en béton précontraint ne contiennent pas de fibres. Elles ne sont pas à l'origine d'émissions de fibres ou de particules susceptibles de contaminer l'air intérieur des bâtiments avec lequel elles n'ont d'ailleurs le plus souvent pas de contact direct.

#### **4.1.2 Contribution du produit à la qualité sanitaire de l'eau (NF P 01-010 § 7.2.2)**

Cette question concerne la qualité des eaux potables et non potables utilisées durant la phase d'usage du bâtiment. La prédalle n'a pas d'influence sur la qualité sanitaire de l'eau.

### **4.2 Contribution du produit au confort (NF P 01-010 § 7.3)**

#### **4.2.1 Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort hygrothermique dans le bâtiment (NF P 01-010 § 7.3.1)**

La prédalle contribue par sa masse au sein du plancher à l'inertie thermique de l'ouvrage dans lequel elle est mise en œuvre permettant, suivant les conditions, une atténuation des variations de température diminuant ainsi le risque d'inconfort.

#### **4.2.2 Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort acoustique dans le bâtiment (NF P 01-010 § 7.3.2)**

Les prédalles en béton permettent la réalisation de planchers présentant de très bonnes performances acoustiques en raison de la masse mise en œuvre. À titre indicatif, l'indice d'affaiblissement acoustique ( $R_w + C$ ) d'un plancher à prédalle de type 5 + 15 cm est d'environ 60 dB.

#### **4.2.3 Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort visuel dans le bâtiment (NF P 01-010 § 7.3.3)**

La prédalle n'a pas d'influence sur les conditions de confort visuel dans le bâtiment. Elle est l'un des éléments d'un plancher pouvant recevoir tout type de revêtement ou de doublage qui peut alors avoir une influence sur le confort visuel.

#### **4.2.4 Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort olfactif dans le bâtiment (NF P 01-010 § 7.3.4)**

La prédalle en béton est neutre vis-à-vis de cette préoccupation.

## 5. Autres contributions du produit notamment par rapport à des préoccupations d'écogestion du bâtiment

### Écogestion du bâtiment

#### 5.1 Gestion de l'énergie

Le plancher complet a une influence sur la gestion énergétique du bâtiment. La prédalle, par sa contribution à la masse du plancher, participe à l'inertie thermique apportée par ce dernier. En hiver et en mi-saison, elle peut contribuer à la récupération et au stockage des apports internes et des apports solaires d'énergie.

La prédalle en béton permet la réalisation de planchers à isolation intégrée ainsi que des planchers compatibles avec un chauffage au sol.

#### 5.2 Gestion de l'eau

Cette question concerne la gestion de l'eau durant la phase d'utilisation du bâtiment (gestion des eaux pluviales, consommation d'eau potable...). La prédalle n'a pas d'influence sur la gestion de l'eau durant cette phase.

#### 5.3 Entretien et maintenance

La prédalle précontrainte en béton, comme le plancher auquel elle participe, ne nécessite aucun entretien durant la vie en œuvre.





# ANNEXE TECHNIQUE

## Caractérisation des données principales :

### Description des étapes du cycle de vie :

#### **Production :**

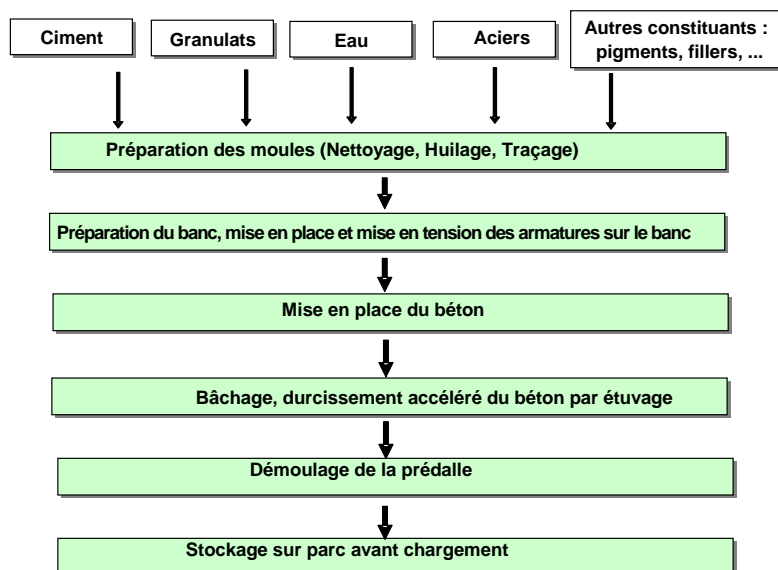
##### Cette étape comprend :

- la production des matières premières entrant dans la composition des prédalles ;
- le transport de ces matières ;
- la fabrication des prédalles jusqu'à leur chargement pour livraison.

##### Le procédé de production en usine inclut les étapes suivantes :

- préparation des moules (nettoyage, huilage, traçage) ;
- mise en place et mise en tension des armatures de précontrainte sur banc ;
- préparation du béton ;
- mise en place du béton par moulage ou distribution sur banc de précontrainte ;
- durcissement accéléré des prédalles par étuvage ;
- démoulage ;
- stockage sur parc et chargement pour livraison.

### Schéma du procédé de production :



### **Transport :**

Transport des produits par camion depuis le site de production jusqu'au chantier de construction.

### **Mise en œuvre :**

L'étape de mise en œuvre comprend la pose des prédalles au moyen d'un engin de levage.

### **Vie en œuvre :**

Aucune intervention n'est nécessaire et donc comptabilisée durant l'étape de vie en œuvre.

### **Fin de vie :**

Cette étape comprend :

- la démolition et le chargement des déchets de prédalles (démolition par pelle mécanique) ;
- le transport de ces déchets de démolition ;
- l'élimination des déchets de béton en centre de stockage de classe 3 pour déchets inertes.

## **Définition du système :**

### **Principales données incluses ou exclues :**

#### ***Incluses :***

- Production des prédalles en béton [1]
- Production du ciment CEM I 52,5 [2]
- Production des granulats [3]
- Production d'adjuvants [4]
- Production d'huiles industrielles [5]
- Production d'électricité en France [6]
- Production et combustion de gasoil [7]
- Production et combustion de fioul léger [8]
- Transport par route [9]
- Production d'acier pour armatures [10]
- Production et combustion de gaz naturel [11]
- Production de polystyrène expansé [12]
- Incinération de bois [13]
- Mise en œuvre [14]
- Démolition [15]
- Stockage en CET de classe 3 [16]

#### ***Exclues :***

- En règle générale, le transport des employés, les départements administratifs, la construction des engins, appareils et équipements nécessaires à la production des matières premières et des prédalles en béton, à l'exception des pièces d'usure (les impacts sur l'environnement liés à la construction des équipements sont amortis sur l'ensemble de leur durée d'utilisation).
- Traitement des déchets (excepté ceux liés au produit en fin de vie conformément à la norme NF P 01-010)

## **Règle de coupure :**

La norme NF P 01-010 recommande que la part de la masse des produits entrants non remontés (c'est-à-dire pour lesquels la production n'a pas été comptabilisée) soit inférieure à 2 % de la masse totale des entrants. Ce seuil est respecté dans l'étude.

Comme spécifié dans la norme, les flux non intégrés dans les frontières du système ne correspondent pas à des substances classées T+, T, Xn ou N selon l'arrêté du 20 avril 1994 (relatif à la déclaration, la classification, l'emballage, et l'étiquetage des substances).

## **Prise en compte des coproduits :**

Comme recommandé dans la norme NF P 01-010, c'est principalement la méthode des stocks qui est utilisée comme règle afin d'éviter les allocations.

## **Principales hypothèses :**

### **Production des prédalles en béton :**

Une allocation, le plus souvent massique, a été réalisée pour l'imputation de certaines consommations (électricité, carburant, huiles nécessaires) à la production de prédalles en béton par rapport à la totalité des productions annuelles des usines, tous formats confondus.

Les distances moyennes de transport des principales matières premières sont de :

- 170 km pour le transport du ciment ;
- 42 km pour le transport des granulats ;
- 1 107 km pour le transport des aciers ;

Les transports sont effectués par camions.

### **Emballage :**

Les chevrons en bois, utilisés pour le conditionnement des prédalles, sont inclus dans les frontières du système.

Les chevrons en bois sont recyclés à 75%.

On considère pour les déchets de bois générés sur chantier les destinations suivantes : 70 % en Centre d'Enfouissement Technique de classe 2, 15 % recyclé et 15 % brûlé sans récupération d'énergie.

### **Livraison :**

La distance moyenne de transport des prédalles jusqu'au chantier est de 110 km.

Le transport est effectué par camion de charge utile 24 tonnes.

Une moyenne de 50 % de retour à vide a été retenue.

### **Mise en œuvre :**

La mise en œuvre est effectuée selon les règles de l'art (CPT planchers titre I et Avis Techniques).

### **Vie en œuvre :**

La prédalle, tout comme le plancher qu'elle compose, ne nécessite aucune opération d'entretien durant la vie en œuvre.

### **Fin de vie :**

#### **Démolition**

La démolition du plancher incluant les prédalles est effectuée par pelle mécanique.

#### **Elimination :**

La totalité des déchets de béton de la prédalle est stockée en décharge de classe 3 pour déchets inertes. La distance de transport comptabilisée est de 30 km.

Les données concernant la lixiviation du béton sont issues d'analyses effectuées au CERIB (2002).

Ces données sont comptabilisées dans l'analyse en fin de vie.

## **Informations sur les données :**

- **Données principales :**

[1] Les données de production des prédalles en béton ont été collectées auprès de trois sites représentatifs de la production française. Elles ont été moyennées et pondérées pour ces productions.

Les données ont été collectées et traitées par le CERIB en 2009.

## **Représentativité des données de production des prédalles précontraintes :**

- **Année :** 2008.
- **Zone géographique :** France.
- **Part du marché :** La collecte directe de données sur site a concerné environ 14 % de la production annuelle française en 2008 de prédalles précontraintes. Cette représentativité est à considérer en regard de la large représentativité technologique présentée ci-dessous.

## **Technologie :**

Les process de production étudiés dans le cadre de cette analyse correspondent aux process les plus couramment utilisés dans une majorité d'usines françaises pour la fabrication de prédalles précontraintes. Ils comprennent, après une préparation des bancs, une mise en tension des armatures de précontrainte, la préparation du béton, son transport jusqu'à la machine et sa mise en place par cette machine de moulage. Après le durcissement accéléré et la mise en précontrainte par relâchement des armatures, les prédalles sont découpées, évacuées et stockées sur parc.

Les matières premières et les dosages utilisés sont représentatifs de ceux de la plupart des usines françaises pour la fabrication de prédalles en béton précontraint.

- **Autres données :**

- [2] **Production du ciment CEM I 52,5** : Données moyennes pour un ciment du type CEM I 52,5 de production française (source : Association Technique de l'Industrie des Liants Hydrauliques (ATILH) / Ecobilan 2002).
- [3] **Production des granulats** : Données provenant de 32 sites, Union Nationale des Producteurs de Granulats (UNPG). Étude Ecobilan de 1995 actualisées en 2000 par l'UNPG (pour les données relatives aux eaux de lavage et émissions de poussières). Ces données concernent la production de granulats d'origine alluvionnaire (44 %) ou de roches massives (56 % dont roche calcaire 26 %).
- [4] **Production d'adjuvants** : Données européennes de l'EFCA (Association européenne des producteurs d'adjuvants) pour les plastifiants et superplastifiants – juin 2002.
- [5] **Production d'acier pour armature** : Données de l'International Iron and Steel Institute (IISI) pour la production de rond à béton par four à arc électrique – Rebar, EAF route 2002 (données de 1999-2000).
- [6] **Production de polystyrène expansé** : Eco-profiles of European plastics industry. Report 4 : Polystyrene (Second edition). I.Boustead. April 1997. Page 31-32.
- [7] **Production d'huiles industrielles** : Module Ecoinvent, Lubricating Oil Production, données européennes, 2000.
- [8] **Production et combustion de gasoil par les engins** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996.
- [9] **Production et combustion du fuel léger** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1
- [10] **Incinération de bois** : « Émissions de gaz à effet de serre des parcelles agricoles et des brûlis », p. 14, R. Delmas, C. Jambert - CNRS/Université Paul Sabatier, Toulouse, 1994
- [11] **Pose des prédalles**: Positionnement sur chantier par engin de levage : Beton Database BETON2D - Plaatsen van betonelementen m.b.v. kraan - INTRON 1998
- [12] **Démolition** : Cas d'une démolition par pelle mécanique - Beton Database BETON2D – Slopen van betonelementen m.b.v. graaf/sloopmachine – INTRON 1998 & documentation technique 2002 LIEBHERR.
- [13] **Mise en décharge de classe 3** : Données de lixiviation issues d'analyses CERIB (2002).
- [14] **Transport et production d'énergie**: Fascicule AFNOR FD P 01-015 complété notamment par ETH 1996 Zurich (Laboratorium für Energiesysteme) et Ecoinvent 2006 v 1.3

**Contact** : M. Nicolas Decousser

Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton  
BP 30059 - 28231 ÉPERNON CEDEX - tel 02 37 18 48 00 - Fax 02 37 83 67 39 - e-mail : [envir@cerib.com](mailto:envir@cerib.com) - [www.cerib.com](http://www.cerib.com)

## Conventions sur les transports :

En accord avec le fascicule de documentation FD P 01-015 « Qualité environnementale des produits de construction – fascicule de données énergie et transport »

### Transport par route :

La consommation de carburant pour le transport du produit est estimée à partir de la formule présentée ci-dessous. Elle fournit la quantité de gasoil nécessaire pour transporter une charge réelle donnée, dans un camion de 24 tonnes, et consommant 38 l de gasoil pour 100 km. Les hypothèses sont les suivantes :

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Consommation de gasoil pour un camion plein                                     | 38 l pour 100 km           |
| Consommation de gasoil pour un camion vide                                      | 2/3*38 l pour 100 km       |
| Charge utile du camion  | 24 tonnes                  |
| Retour à vide des camions   | Voir note sur la livraison |
| Consommation linéaire en fonction de la charge, pour les charges intermédiaires |                            |
| Densité du carburant gasoil = 0,84  |                            |

La quantité de gasoil consommée pour transporter une quantité Q d'un constituant est alors :

$$(38/100) * km * [(1/3)*(Cr/24) + 2/3 + (0.3*2/3)] * N, \text{ et } N = Q/Cr$$

où

km : est la distance de transport du constituant, en kilomètre ;

Cr : est la charge réelle dans le camion, comprenant la masse des emballages et des palettes, en tonne ;

Q : est la quantité de produit transporté (produit + emballages éventuels), en tonne ;

N : est le nombre de camions nécessaires pour transporter cette quantité.

Cette formule est également utilisée pour le transport des matières premières parfois ajustées pour des camions de type différent.

### Transports par rail, mer ou fleuve :

Pour les autres transports, le tableau ci-dessous propose des valeurs de consommation de carburant et d'électricité par tonne.km transportée.

#### **Consommations d'énergie pour les transports ferroviaire, maritime et fluvial :**

|                                    | Consommation   | Source |
|------------------------------------|--|--------|
| Transport ferroviaire              | France : 10 % de diesel et 90 % d'électricité  | SNCF   |
|                                    | Europe : 20 % de diesel et 80 % d'électricité  | ETH    |
|                                    | Diesel : 0.0056 litre/tonne.km   | ETH    |
|                                    | Électricité : 0,022 kWh/tonne.km   | ETH    |
| Transport maritime                 | Fuel lourd : 0,0026 kg/tonne.km<br><i>Hypothèses :</i><br>capacité du tanker > 80 000 tonnes<br>puissance : 0,11 kW/tonne<br>fuel lourd : 0,35 kg/kWh<br>vitesse : 15 km/h | ETH    |
| Transport fluvial                  | Diesel : 0.0057 litre/tonne.km   | VNF    |
| Densité du carburant diesel = 0,84 |  |        |



## Conventions sur les consommations énergétiques :

### Pouvoirs Calorifiques Inférieurs (PCI) :

|                 | Unité<br>(t) | PCI<br>(MJ) | PCI<br>(th) | Source  |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|---------|
| Charbon         | 1            | 28 900      | 6 905       | ETHZ 96 |
| Lignite         | 1            | 19 500      | 4 659       | ETHZ 96 |
| Coke de charbon | 1            | 28 000      | 6 690       | DGEMP   |
| Fuel lourd      | 1            | 40 000      | 9 557       | ETHZ 96 |
| Fuel léger      | 1            | 44 000      | 10 512      | ETHZ 96 |
| Diesel          | 1            | 42 000      | 10 035      | DGEMP   |
| Coke de pétrole | 1            | 32 000      | 7 645       | DGEMP   |
| Gaz naturel     | 1            | 45 500      | 10 871      | ETHZ 96 |

Note : Le PCI du bois varie en fonction de son humidité de 10 000 à 18 000 MJ/t.

### Composition de l'électricité :

|                                 | 2004   |
|---------------------------------|--------|
| Charbon                         | 4,51%  |
| Gaz de procédé                  | 0,49%  |
| Pétrole                         | 1,02%  |
| Gaz naturel                     | 0,49%  |
| Nucléaire                       | 78,33% |
| Hydraulique / éolienne / autres | 12,44% |

**Sources :** Energy statistics of OECD countries 2003-2004, International Energy Agency pour l'Union Européenne.

Les données relatives à la mise à disposition des combustibles et à la production d'électricité par les différentes filières proviennent d'ETH Zurich (Laboratorium für Energiesysteme).



**Développement  
durable**

[www.cerib.com](http://www.cerib.com)



Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton  
BP 30059 - Épernon Cedex - France - Tél. 02 37 18 78 00 - Fax 02 37 83 67 39  
E-mail [cerib@cerib.com](mailto:cerib@cerib.com) - [www.cerib.com](http://www.cerib.com)