



Fiche de déclaration
environnementale et sanitaire

Poutre en béton
précontraint

Conforme à la
norme NF P 01-010

41.E

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

conforme à la
norme NF P 01-010

Réf. **41.E**
décembre 2005

par
Nicolas DECOUSSER
Jérôme DANIS

Avertissement

La présente Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire a été établie par le CERIB et validée par une tierce partie.

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 et qui ont pris l'engagement de conformité correspondant.

© CERIB – 28 Épernon

41.E – décembre 2005 - ISSN 0249-6224 - ISBN 2-85755-170-3

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^{er} 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 |
| 1. Caractérisation du produit..... | 9 |
| 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 |
| 2. Données d'inventaire et autres données - commentaires relatifs à la maîtrise des effets environnementaux et sanitaires du produit | 10 |
| 2.1 Consommation de ressources naturelles | 10 |
| 2.2 Émission dans l'environnement (eau, air, sol) | 14 |
| 2.3 Production des déchets..... | 18 |
| 3. Contribution du produit aux impacts environnementaux..... | 19 |
| 4. Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires et à la qualité de vie à l'intérieur du bâtiment | 20 |
| 4.1 Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires..... | 20 |
| 4.2 Contribution du produit au confort..... | 22 |
| 5. Autres contributions du produit notamment par rapport à des préoccupations d'écogestion du bâtiment | 23 |
| Annexe technique..... | 25 |

Résumé

Le présent document a pour objectif de fournir l'information disponible sur les caractéristiques environnementales et sanitaires d'un mètre linéaire de poutre en béton précontraint. Ces informations sont présentées conformément à la norme NF P 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. La fiche a été soumise pour ses parties traitant des caractéristiques environnementales (chapitres 1, 2 et 3 de la fiche) à une revue critique visant à vérifier l'adéquation par rapport aux exigences de la norme NF P 01-010. Cette revue critique a été effectuée par la société O2 France.

Summary

The aim of this document is to provide present available information on environment and health related to one meter of a prestressed concrete beam. 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 based on the AIMCC form.

Parts of the form dealing with environmental information (Chap. 1, 2 and 3) have been critically reviewed in order to check accordance with the NF P 01-010 standard. The critical review was endorsed by O2 France company.

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.

Validations

La présente fiche a été soumise pour ses parties traitant des caractéristiques environnementales (Chapitres 1, 2 et 3 de la fiche) à une revue critique visant à vérifier l'adéquation aux exigences de la norme NF P 01-010. Cette revue critique a été effectuée par la société O2 France (le rapport de revue est disponible sur demande auprès du CERIB).

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 en 2004. Pour ce travail, le logiciel de calcul d'ACV TEAM[®] et la base de données DEAM[®] (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 poutres en béton précontraint de section moyenne 20 x 35 cm et de portée 6,40 m utilisées classiquement en tant que supports de planchers. Ces poutres sont sous Avis Techniques et font l'objet d'une certification CSTBat.

Temporelle

Les données principales utilisées s'échelonnent de 2000 à 2004.

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 de la série 14040. 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 n'est pas encore publié. Il devrait fournir les données d'Inventaire de Cycle de Vie des énergies (et transports) et préciser les règles d'utilisation de ces données. Dans l'attente de cette parution, les données énergétiques utilisées pour la réalisation de cette fiche sont celles préconisées dans la précédente version de norme XP P 01-010.

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 99,9 % 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)

Supporter les charges et autres éléments de plancher sur un mètre linéaire pendant une annuité.

6,40 m de portée (isostatique) avec un entraxe de 2,30 m.

450 daN/m² de charge d'exploitation.

Le produit est calculé et mis en œuvre selon les règles de l'art (CPT Structures titre I 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 linéaire de poutre en béton précontraint de section moyenne 20 x 35 cm et de portée 6,40 m. Ce type de poutre sous Avis Technique fait l'objet d'une certification CSTBat.

Produit

165 kg de poutre par mètre linéaire soit 1,65 kg pour l'UF.

Produit complémentaire

Aucun produit complémentaire de mise en œuvre n'est intégré dans l'Unité Fonctionnelle (les autres produits mis en œuvre sont fonction du type de système auquel la poutre participe ; pour un plancher : béton prêt à l'emploi, treillis soudé...).

Emballage de distribution

Les poutres sont séparées et protégées pour le stockage et la livraison par des bois de calage pour partie réutilisés ce qui correspond à 0,36 kg de bois par mètre linéaire, soit 3,6 g de bois pour l'UF.

Note : Les données relatives à cet emballage sont intégrées dans les calculs.

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

Le béton étant un matériau incombustible, les poutres 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 Consommations 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 ³ | |
|-------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | | | Par annuité ¹ | pour toute la DVT ² |
| Bois | kg | 3.66E-03 | | | | | 3.66E-03 | 3.66E-01 |
| Charbon | kg | 1.18E-02 | 7.91E-06 | | | 5.90E-06 | 1.18E-02 | 1.18E+00 |
| Lignite | kg | 6.24E-06 | | | | | 6.77E-06 | 6.77E-04 |
| Gaz naturel | kg | 7.37E-03 | 1.39E-04 | 1.58E-05 | | 1.04E-04 | 7.63E-03 | 7.63E-01 |
| Pétrole | kg | 2.77E-02 | 5.96E-03 | 6.77E-04 | | 4.45E-03 | 3.88E-02 | 3.88E+00 |
| Uranium (U) | kg | 2.13E-06 | | | | | 2.13E-06 | 2.13E-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 | 3.32E+00 | 2.55E-01 | 2.90E-02 | | 1.91E-01 | 3.80E+00 | 3.80E+02 |
| Énergie Renouvelable | MJ | 3.05E-01 | 1.38E-04 | 1.57E-05 | | 1.03E-04 | 3.05E-01 | 3.05E+01 |
| Énergie Non Renouvelable | MJ | 3.00E+00 | 2.55E-01 | 2.90E-02 | | 1.91E-01 | 3.48E+00 | 3.48E+02 |
| Énergie procédé | MJ | 3.27E+00 | 2.55E-01 | 2.90E-02 | | 1.91E-01 | 3.75E+00 | 3.75E+02 |
| Énergie matière | MJ | 5.00E-02 | 2.57E-06 | | | 1.92E-06 | 5.00E-02 | 5.00E+00 |
| Électricité* | kWh | 1.66E-01 | 1.86E-04 | 2.11E-05 | | 1.39E-04 | 1.67E-01 | 1.67E+01 |

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

2 Les valeurs sont exprimées pour un mètre linéaire de poutre pour toute la durée de vie.

3 Du fait du choix d'affichage des seules valeurs supérieures à 10^{-6} , 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

L'indicateur d'Énergie Primaire Totale figurant dans le tableau ci-dessus comprend l'énergie récupérée par la valorisation énergétique de déchets en cimenterie.

La valeur de cette énergie récupérée est de 31,23 MJ pour toute la DVT, soit 0,312 MJ par UF.

Si l'on considère cette énergie comme un apport gratuit, l'énergie totale est alors de :

$379,96 - 31,23 = 348,73$ MJ pour toute la DVT soit 3,49 MJ pour l'UF.

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

Environ 87 % de l'énergie consommée est attribuable à l'étape de production et 6,7 % au transport du 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 | 7.98E-02 | | | | | 7.98E-02 | 7.98E+00 |
| Arsenic (As) | kg | | | | | | | |
| Bauxite (Al ₂ O ₃) | kg | 5.69E-06 | | | | | 6.01E-06 | 6.01E-04 |
| Bentonite | kg | | | | | | | 2.35E-05 |
| Bismuth (Bi) | kg | | | | | | | |
| Bore (B) | kg | | | | | | | |
| Cadmium (Cd) | kg | | | | | | | |
| Calcaire | kg | 3.80E-01 | 1.63E-06 | | | 1.22E-06 | 3.80E-01 | 3.80E+01 |
| Carbonate de Sodium (Na ₂ CO ₃) | kg | | | | | | | |
| Chlorure de Sodium (NaCl) | kg | 2.68E-05 | | | | | 2.84E-05 | 2.84E-03 |
| Chrome (Cr) | kg | | | | | | | |
| Cobalt (Co) | kg | | | | | | | |
| Cuivre (Cu) | kg | | | | | | | |
| Dolomie | kg | 1.21E-05 | | | | | 1.21E-05 | 1.21E-03 |
| Étain (Sn) | kg | | | | | | | |
| Feldspath | kg | | | | | | | |
| Fer (Fe) | kg | | | | | | | |
| Fluorite (CaF ₂) | kg | | | | | | | |
| Gravier* | kg | 4.42E-05 | 4.35E-06 | | | 3.24E-06 | 5.23E-05 | 5.23E-03 |
| Lithium (Li) | kg | | | | | | | |
| Kaolin (Al ₂ O ₃ , 2SiO ₂ , 2H ₂ 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 | | | | | | | 1.13E-05 |
| Rutile (TiO ₂) | kg | | | | | | | |
| Sable* | kg | | | | | | | |
| Silice (SiO ₂) | kg | 3.91E-05 | | | | | 3.94E-05 | 3.94E-03 |
| Soufre (S) | kg | | | | | | | 4.06E-06 |
| Sulfate de baryum (BaSO ₄) | kg | 2.14E-06 | | | | | 2.48E-06 | 2.48E-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 | 2.92E-04 | | | | 2.66E-09 | 2.92E-04 | 2.92E-02 |
| Roches et granulats (d'origine alluvionnaire, roche sédimentaire et éruptive) | kg | 1.34E+00 | | | | | 1.34E+00 | 1.34E+02 |
| Gypse | kg | 2.47E-03 | | | | | 2.47E-03 | 2.47E-01 |
| Matières premières non spécifiées avant (total) | kg | 3.52E-05 | 4.78E-06 | | | 3.57E-06 | 4.41E-05 | 4.41E-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).

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 | 1.72E-06 | | | | | 1.72E-06 | 1.72E-04 |
| Eau : Nappe Phréatique | litre | 4.36E-01 | | | | | 4.36E-01 | 4.36E+01 |
| Eau : Origine non Spécifiée | litre | 8.24E-01 | 2.48E-02 | 2.82E-03 | | 1.85E-02 | 8.70E-01 | 8.70E+01 |
| Eau : Rivière | litre | | | | | | | |
| Eau Potable (réseau) | litre | 9.75E-02 | | | | | 9.75E-02 | 9.75E+00 |
| Eau Consommée (total) | litre | 1.36E+00 | 2.48E-02 | 2.82E-03 | | 1.85E-02 | 1.41E+00 | 1.41E+02 |

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. Environ 20 % de cette eau est consommée pour la production des aciers de précontrainte. 36 % de l'eau est utilisée en carrière essentiellement pour le lavage des granulats, et en circuit de refroidissement. 17 % sont consommés durant la fabrication en usine (dont 6 % pour la composition du béton). La quasi-totalité de cette eau est restituée au milieu naturel après épuration des éléments « polluants » qui sont pour l'essentiel des matières minérales en suspension.

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 | MJ | 3.12E-01 | | | | | 3.12E-01 | 3.12E+01 |
| Matière Récupérée Total | kg | 1.31E-01 | 5.57E-06 | | | 4.16E-06 | 1.31E-01 | 1.31E+01 |
| Matière Récupérée Acier | kg | 7.43E-02 | 5.52E-06 | | | 4.12E-06 | 7.43E-02 | 7.43E+00 |
| Matière Récupérée Aluminium | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Métal (non spécifié) | kg | 6.01E-03 | | | | | 6.01E-03 | 6.01E-01 |
| Matière Récupérée Papier-Carton | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Plastique | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Calcin | kg | 3.52E-03 | | | | | 3.52E-03 | 3.52E-01 |
| Matière Récupérée Biomasse | kg | 7.56E-03 | | | | | 7.56E-03 | 7.56E-01 |
| Matière Récupérée Minérale | kg | 1.68E-02 | | | | | 1.68E-02 | 1.68E+00 |
| Matière Récupérée Non spécifiée | kg | 2.25E-02 | | | | | 2.25E-02 | 2.25E+00 |

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

La plupart des matières récupérées correspondent à de l'acier de recyclage (utilisé pour la production des aciers d'armatures) ou à des matières valorisées, sous forme d'énergie ou de matière, lors de la fabrication du ciment entrant dans la composition du produit.

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 | | | | | | | |
| Hydrocarbures (non spécifiés, excepté méthane) | g | 1.29E-01 | 6.57E-02 | 1.04E-02 | | 4.90E-02 | 2.54E-01 | 2.54E+01 |
| HAP (non spécifiés) | g | | | | | | | 9.22E-05 |
| Méthane (CH4) | g | 1.74E-01 | 2.96E-02 | 5.43E-03 | | 2.21E-02 | 2.32E-01 | 2.32E+01 |
| Composés organiques volatils (ex : acétone, acétate...) | g | 3.88E-02 | 2.16E-03 | 2.46E-04 | | 1.62E-03 | 4.28E-02 | 4.28E+00 |
| Dioxyde de Carbone (CO2) | g | 2.82E+02 | 1.94E+01 | 2.83E+00 | | 1.45E+01 | 3.19E+02 | 3.19E+04 |
| Monoxyde de Carbone (CO) | g | 6.88E-01 | 5.02E-02 | 2.86E-02 | | 3.75E-02 | 8.05E-01 | 8.05E+01 |
| Oxydes d'Azote (NOx en NO2) | g | 7.34E-01 | 2.30E-01 | 2.80E-02 | | 1.72E-01 | 1.16E+00 | 1.16E+02 |
| Protoxyde d'Azote (N2O) | g | 4.51E-03 | 2.50E-03 | 9.58E-05 | | 1.87E-03 | 8.98E-03 | 8.98E-01 |
| Ammoniaque (NH3) | g | 1.24E-02 | | 2.40E-04 | | | 1.27E-02 | 1.27E+00 |
| Poussières (non spécifiées) | g | 1.78E-01 | 1.33E-02 | 9.66E-03 | | 9.92E-03 | 2.11E-01 | 2.11E+01 |
| Oxydes de Soufre (SOx en SO2) | g | 4.68E-01 | 8.48E-03 | 2.63E-03 | | 6.33E-03 | 4.86E-01 | 4.86E+01 |
| Hydrogène Sulfureux (H2S) | g | 3.09E-04 | 1.88E-06 | | | 1.40E-06 | 3.13E-04 | 3.13E-02 |
| Acide Cyanhydrique (HCN) | g | | | | | | | |
| Composés chlorés organiques (en Cl) | g | | | 9.23E-06 | | | 9.26E-06 | 9.26E-04 |
| Acide Chlorhydrique (HCl) | g | 5.50E-03 | 1.60E-05 | 1.82E-06 | | 1.20E-05 | 5.53E-03 | 5.53E-01 |
| Composés chlorés inorganiques (en Cl) | g | | | | | | | |
| Composés chlorés non spécifiés (en Cl) | g | | | | | | | 3.06E-06 |
| Composés fluorés organiques (en F) | g | | | | | | 1.65E-06 | 1.65E-04 |
| Composés fluorés inorganiques (en F) | g | 4.18E-04 | 1.23E-06 | | | | 4.20E-04 | 4.20E-02 |
| Composés halogénés (non spécifiés) | g | | | | | | | |
| Composés fluorés non spécifiés (en F) | g | | | | | | | |
| Cadmium et ses composés (en Cd) | g | 8.80E-06 | | | | | 9.69E-06 | 9.69E-04 |
| Chrome et ses composés (en Cr) | g | 8.39E-05 | | | | | 8.41E-05 | 8.41E-03 |
| Cobalt et ses composés (en Co) | g | 4.79E-06 | | | | | 5.20E-06 | 5.20E-04 |
| Cuivre et ses composés (en Cu) | g | 1.27E-05 | | | | | 1.33E-05 | 1.33E-03 |
| Étain et ses composés (en Sn) | g | 4.42E-06 | | | | | 4.42E-06 | 4.42E-04 |
| Manganèse et ses composés (en Mn) | g | 1.34E-05 | | | | | 1.34E-05 | 1.34E-03 |
| Mercure et ses composés (en Hg) | g | 1.18E-05 | | | | | 1.18E-05 | 1.18E-03 |
| Nickel et ses composés (en Ni) | g | 4.38E-05 | 4.41E-06 | | | 3.29E-06 | 5.20E-05 | 5.20E-03 |

(suite page suivante)

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie | |
|-----------------------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | | Par année | pour toute la DVT |
| Plomb et ses composés (en Pb) | g | 1.56E-04 | 1.63E-06 | | | 1.21E-06 | 1.59E-04 | 1.59E-02 |
| Sélénium et ses composés (en Se) | g | 5.39E-06 | | | | | 5.56E-06 | 5.56E-04 |
| Tellure et ses composés (en Te) | g | 2.75E-06 | | | | | 2.75E-06 | 2.75E-04 |
| Zinc et ses composés (en Zn) | g | 1.83E-03 | 7.49E-04 | | | 5.59E-04 | 3.13E-03 | 3.13E-01 |
| Vanadium et ses composés (en V) | g | 9.01E-05 | 1.76E-05 | 2.00E-06 | | 1.31E-05 | 1.23E-04 | 1.23E-02 |
| Silicium et ses composés (en Si) | g | 1.36E-03 | 1.90E-06 | | | 1.42E-06 | 1.36E-03 | 1.36E-01 |
| | | | | | | | | |
| Antimoine et ses composés (en Sb) | g | 1.03E-05 | | | | | 1.03E-05 | 1.03E-03 |
| Arsenic et ses composés (en As) | g | 4.28E-06 | | | | | 4.45E-06 | 4.45E-04 |
| Bore et ses composés | g | 8.23E-05 | | | | | 8.25E-05 | 8.25E-03 |
| Brome (Br) | g | 1.65E-05 | | | | | 1.65E-05 | 1.65E-03 |
| Cyanide (CN-) | g | | | | | | | 4.33E-05 |
| Disulfide de Carbone (CS2) | g | 7.83E-05 | | | | | 7.83E-05 | 7.83E-03 |
| Goudron (non spécifié) | g | | | | | | | 1.98E-06 |
| Hydrogène (H2) | g | 3.07E-06 | | | | | 3.07E-06 | 3.07E-04 |
| Iodure (I) | g | 4.11E-06 | | | | | 4.12E-06 | 4.12E-04 |
| Matière Organique (non spécifié) | g | 9.80E-05 | | 1.86E-06 | | | 1.00E-04 | 1.00E-02 |
| Mercaptans | g | | | | | | | 3.05E-06 |
| Métaux (non spécifiés) | g | 1.96E-03 | 9.86E-06 | 1.12E-06 | | 7.36E-06 | 1.98E-03 | 1.98E-01 |
| Phosphore (P) | g | 8.11E-06 | | | | | 8.13E-06 | 8.13E-04 |

(*) Déjà comptabilisé dans le flux « Hydrocarbures (non spécifiés, excepté méthane) ».

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 | 1.26E-02 | 8.81E-04 | 1.00E-04 | | 1.32E-02 | 2.67E-02 | 2.67E+00 |
| DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène) | g | 1.54E-03 | 2.67E-05 | 3.03E-06 | | 3.03E-03 | 4.60E-03 | 4.60E-01 |
| Matière en Suspension (MES) | g | 3.34E-02 | 1.47E-04 | 1.67E-05 | | 1.39E-02 | 4.75E-02 | 4.75E+00 |
| Cyanure (CN-) | g | 1.45E-05 | 1.26E-06 | | | 8.80E-06 | 2.47E-05 | 2.47E-03 |
| AOX (Halogènes des composés organiques absorbables) | g | 2.16E-06 | 1.24E-06 | | | | 4.47E-06 | 4.47E-04 |
| Hydrocarbures (non spécifiés) | g | 8.17E-03 | 3.75E-03 | 4.25E-04 | | 2.84E-03 | 1.52E-02 | 1.52E+00 |
| Composés azotés (en N) | g | 4.10E-03 | 8.24E-04 | 9.36E-05 | | 5.76E-03 | 1.08E-02 | 1.08E+00 |
| Composés phosphorés (en P) | g | 3.03E-04 | 2.44E-06 | | | 1.82E-06 | 3.07E-04 | 3.07E-02 |
| Composés fluorés organiques (en F) | g | | | | | | | |
| Composés fluorés inorganiques (en F) | g | 4.49E-05 | 6.18E-06 | | | 4.62E-06 | 5.64E-05 | 5.64E-03 |
| Composés fluorés non spécifiés (en F) | g | | | | | | | |
| Composés chlorés organiques (en Cl) | g | | | | | | | 2.82E-05 |
| Composés chlorés inorganiques (en Cl) | g | 6.02E-01 | 3.03E-01 | 3.44E-02 | | 2.33E-01 | 1.17E+00 | 1.17E+02 |
| Composés chlorés non spécifiés (en Cl) | g | 6.15E-05 | 5.21E-06 | | | | 6.67E-05 | 6.67E-03 |
| HAP (non spécifiés) | g | 1.19E-03 | 7.12E-04 | 8.09E-05 | | 5.32E-04 | 2.51E-03 | 2.51E-01 |
| Métaux (non spécifiés) | g | 4.13E-02 | 2.44E-02 | 2.77E-03 | | 1.85E-02 | 8.70E-02 | 8.70E+00 |
| Aluminium et ses composés (en Al) | g | 7.53E-04 | 3.37E-06 | | | 2.51E-06 | 7.60E-04 | 7.60E-02 |
| Arsenic et ses composés (en As) | g | 1.37E-06 | | | | | 2.22E-06 | 2.22E-04 |
| Cadmium et ses composés (en Cd) | g | | | | | 4.24E-06 | 5.43E-06 | 5.43E-04 |
| Chrome et ses composés (en Cr) | g | 1.79E-05 | 1.44E-06 | | | 8.94E-06 | 2.84E-05 | 2.84E-03 |
| Cuivre et ses composés (en Cu) | g | 2.87E-06 | | | | | 4.43E-06 | 4.43E-04 |
| Étain et ses composés (en Sn) | g | | | | | | | 1.50E-06 |
| Fer et ses composés (en Fe) | g | 7.01E-03 | 7.34E-05 | 8.34E-06 | | 5.48E-05 | 7.14E-03 | 7.14E-01 |
| Mercure et ses composés (en Hg) | g | | | | | | | 1.18E-05 |
| Nickel et ses composés (en Ni) | g | 1.14E-05 | 1.42E-06 | | | 1.06E-06 | 1.40E-05 | 1.40E-03 |
| Plomb et ses composés (en Pb) | g | 6.99E-05 | | | | 4.17E-06 | 7.44E-05 | 7.44E-03 |
| Zinc et ses composés (en Zn) | g | 5.48E-05 | 2.48E-06 | | | 4.11E-05 | 9.87E-05 | 9.87E-03 |
| Eau rejetée | Litre | 5.00E-01 | 1.01E-03 | 1.15E-04 | | 7.56E-04 | 5.02E-01 | 5.02E+01 |
| Acides (H+) | g | 3.81E-04 | | | | | 3.81E-04 | 3.81E-02 |
| Acide Borique (H3BO3) | g | 7.95E-05 | | | | | 7.98E-05 | 7.98E-03 |
| Acides Gras (non spécifiés) | g | 1.35E-05 | | | | | 1.35E-05 | 1.35E-03 |
| Acide Oxalique ((COOH)2) | g | | | | | | | 2.71E-05 |
| Alcool (non spécifié) | g | 3.91E-06 | | | | | 3.92E-06 | 3.92E-04 |
| Bore (B III) | g | 1.58E-05 | 9.51E-06 | 1.08E-06 | | 7.10E-06 | 3.35E-05 | 3.35E-03 |
| Carbonates (CO3--, HCO3-, CO2, as C) | g | 7.05E-05 | | | | | 7.07E-05 | 7.07E-03 |
| Carbone Organique Dissous (COD) | g | 2.18E-05 | 1.84E-06 | | | 1.38E-06 | 2.52E-05 | 2.52E-03 |
| COT (Carbone Organique Total) | g | 7.07E-03 | 4.31E-03 | 4.89E-04 | | 6.60E-03 | 1.85E-02 | 1.85E+00 |

(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 |
| COV (Composés Organiques Volatils) | g | 3.40E-04 | 2.05E-04 | 2.33E-05 | | 1.53E-04 | 7.21E-04 | 7.21E-02 |
| Iode (I-) | g | 9.74E-05 | 5.86E-05 | 6.66E-06 | | 4.38E-05 | 2.07E-04 | 2.07E-02 |
| Matière Dissoute (non spécifiée) | g | 2.35E-02 | 2.79E-05 | 3.17E-06 | | 2.08E-05 | 2.35E-02 | 2.35E+00 |
| Matière Inorganique Dissoute (non spécifiée) | g | 1.62E-04 | | | | | 1.62E-04 | 1.62E-02 |
| Matière Organique Dissoute (non spécifiée) | g | 3.04E-04 | | | | | 3.04E-04 | 3.04E-02 |
| Matière Organique (non spécifiée) | g | | | | | | | 2.30E-06 |
| Matières sulfurées (non spécifiées, as S) | g | | | | | | | 1.12E-06 |
| Métaux alcalins (Na+, K+) | g | 3.23E-01 | 1.86E-01 | 2.11E-02 | | 1.39E-01 | 6.68E-01 | 6.68E+01 |
| Phénol (C6H5OH) | g | 1.16E-04 | 6.78E-05 | 7.70E-06 | | 6.04E-05 | 2.52E-04 | 2.52E-02 |
| Sélénium (Se II, Se IV, Se VI) | g | 4.23E-06 | | | | 2.15E-06 | 6.66E-06 | 6.66E-04 |
| Sels (non spécifiés) | g | 1.83E-04 | | | | | 1.84E-04 | 1.84E-02 |
| Sulfates (SO4--) | g | 1.33E-01 | 5.06E-03 | 5.75E-04 | | 1.05E-02 | 1.49E-01 | 1.49E+01 |
| Sulfate de Baryum | g | 3.87E-04 | 3.28E-05 | 3.72E-06 | | 2.45E-05 | 4.48E-04 | 4.48E-02 |
| Sulfides (S--) | g | 1.75E-05 | 9.51E-06 | 1.08E-06 | | 7.10E-06 | 3.51E-05 | 3.51E-03 |
| Sulfite (SO3--) | g | | | | | | | 1.59E-05 |
| Triéthylène Glycol (C6H14O4) | g | 2.18E-05 | 1.84E-06 | | | 1.38E-06 | 2.52E-05 | 2.52E-03 |

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 | | | | | | | 1.26E-06 |
| Biocides ^{a)} | g | | | | | | | |
| Cadmium et ses composés (en Cd) | g | | | | | | | |
| Chrome et ses composés (en Cr) | g | | | | | | | 1.58E-05 |
| Cuivre et ses composés (en Cu) | g | | | | | | | |
| Étain et ses composés (en Sn) | g | | | | | | | |
| Fer et ses composés (en Fe) | g | 5.46E-05 | 4.62E-06 | | | 3.45E-06 | 6.32E-05 | 6.32E-03 |
| Plomb et ses composés (en Pb) | g | | | | | | | |
| Mercurure et ses composés (en Hg) | g | | | | | | | |
| Nickel et ses composés (en Ni) | g | | | | | | | |
| Zinc et ses composés (en Zn) | g | | | | | | | 4.75E-05 |
| Métaux lourds (non spécifiés) | g | | | | | | | |
| Aluminium (Al) | g | 2.73E-05 | 2.31E-06 | | | 1.73E-06 | 3.16E-05 | 3.16E-03 |
| Calcium (Ca) | g | 1.09E-04 | 9.24E-06 | 1.05E-06 | | 6.90E-06 | 1.26E-04 | 1.26E-02 |
| Carbone (C) | g | 8.20E-05 | 6.93E-06 | | | 5.18E-06 | 9.49E-05 | 9.49E-03 |
| Hydrocarbures (non spécifiés) | g | | | | | | | 2.02E-05 |
| Manganèse (Mn) | g | 1.09E-06 | | | | | 1.26E-06 | 1.26E-04 |
| Phosphore (P) | g | 1.37E-06 | | | | | 1.58E-06 | 1.58E-04 |
| Soufre (S) | g | 1.64E-05 | 1.39E-06 | | | 1.03E-06 | 1.90E-05 | 1.90E-03 |

^{a)} 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 | MJ | | | | | | | |
| Matière Récupérée : Total | kg | 2.84E-03 | | | | | 3.38E-03 | 3.38E-01 |
| Matière Récupérée : Acier | kg | 1.33E-03 | | | | | 1.33E-03 | 1.33E-01 |
| Matière Récupérée : Aluminium | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée : Métal (non spécifié) | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée : Papier-Carton | kg | 5.81E-06 | | | | | 5.81E-06 | 5.81E-04 |
| Matière Récupérée : Plastique | kg | 3.88E-06 | | | | | 3.88E-06 | 3.88E-04 |
| Matière Récupérée : Calcin | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée : Biomasse | kg | | | | | | 5.47E-04 | 5.47E-02 |
| Matière Récupérée : Minérale | kg | 1.38E-03 | | | | | 1.38E-03 | 1.38E-01 |
| Matière Récupérée : Non spécifiée | kg | 1.18E-04 | | | | | 1.18E-04 | 1.18E-02 |

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 | 5.50E-05 | 5.85E-06 | | | 4.36E-06 | 6.59E-05 | 6.59E-03 |
| Déchets non dangereux | kg | 8.28E-03 | 5.95E-06 | 2.57E-03 | | 4.44E-06 | 1.09E-02 | 1.09E+00 |
| Déchets inertes | kg | 3.72E-03 | 1.31E-05 | 1.49E-06 | | 1.64E+00 | 1.64E+00 | 1.64E+02 |
| Déchets radioactifs | kg | 2.31E-05 | 4.17E-06 | | | 3.11E-06 | 3.08E-05 | 3.08E-03 |
| Déchets de mine | kg | 1.52E-02 | 2.10E-05 | 2.39E-06 | | 1.57E-05 | 1.52E-02 | 1.52E+00 |

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

Les déchets sont, pour 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 ⁽¹⁾ | par mètre linéaire de poutre ⁽²⁾ | | |
| 1 | Consommation de ressources énergétiques : | | | | | |
| | Énergie primaire totale | | 3,8 | 379,96 | MJ | |
| | dont énergie récupérée ⁽³⁾ | | 0,31 | 31,23 | MJ | |
| | Énergie renouvelable | | 0,3 | 30,51 | MJ | |
| | Énergie non renouvelable | | 3,48 | 347,58 | MJ | |
| 2 | Indicateur d'épuisement de ressources (ADP) | | 1,08.10⁻³ | 1,08.10⁻¹ | kg équivalent antimoine | |
| 3 | Consommation d'eau | | 1,41 | 140,66 | litre | |
| 4 | Déchets solides | Valorisés | 3,38.10⁻³ | 0,34 | kg | |
| | | Éliminés | Déchets dangereux | 6,59.10⁻⁵ | 6,59.10⁻³ | kg |
| | | | Déchets non dangereux (DIB) | 1,09.10⁻² | 1,09 | kg |
| | | | Déchets inertes | 1,64 | 164,17 | kg |
| | | | Déchets radioactifs | 3,08.10⁻⁵ | 3,08.10⁻³ | kg |
| 5 | Changement climatique | | 0,33 | 32,68 | kg éq CO ₂ | |
| 6 | Acidification atmosphérique | | 1,33.10⁻³ | 0,13 | kg éq SO ₂ | |
| 7 | Pollution de l'air | | 22,22 | 2 222,25 | m ³ | |
| 8 | Pollution de l'eau | | 1,19.10⁻¹ | 11,93 | m ³ | |
| 9 | Destruction de la couche d'ozone stratosphérique | | 6,21.10⁻²³ | 6,21.10⁻²¹ | kg CFC-11 éq. | |
| 10 | Formation d'ozone photochimique | | 1,02.10⁻⁴ | 1,02.10⁻² | kg d'éthylène éq. | |

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

(2) Les valeurs sont exprimées pour un mètre linéaire de poutre 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 poutres en béton sont des éléments de structure. Le type de poutre faisant l'objet de cette fiche est généralement utilisé en support de planchers. Quel que soit le type d'ouvrage pour lequel elles sont mises en œuvre, elles ne sont le plus souvent qu'au contact indirect de l'air intérieur, éventuellement en sous-face et, dans ce cas, pour une surface restreinte de plafond. Elles ne sont, pour cette raison, que peu concernées par la préoccupation de 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}Ra), 30 Bq/kg en thorium (^{232}Th), 400 Bq/kg en potassium (^{40}K).

[source : Rapport 112 de la Commission Européenne (C.E.) « 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}Ra , ^{232}Th et ^{40}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 poutres 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}Ra , entre 5 et 18 Bq/kg (médiane à 11,9) pour le ^{232}Th et entre 125 et 579 Bq/kg (médiane à 264) pour le ^{40}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}K , du ^{226}Ra , du ^{232}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}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/m³. Les valeurs d'activité en ^{226}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/m³ comme valeur limite d'activité pour les bâtiments neufs et de 400 Bq/m³ comme seuil d'intervention pour des bâtiments existants.

- **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 poutres, la faiblesse des surfaces éventuellement concernées (tournées vers l'intérieur du bâtiment) et le fait que les produits ne sont le plus souvent pas au contact direct de l'air intérieur font que le produit est très 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 poutres 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, le plus souvent, elles n'ont d'ailleurs 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 poutre 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 poutre contribue par sa masse à l'inertie thermique du plancher et de l'ouvrage dans lequel elle est mise en œuvre permettant, suivant les conditions, une atténuation des variations de température et participant alors à la diminution du 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)

La poutre en béton peut être utilisée en support de planchers en béton présentant de très bonnes performances acoustiques en raison de la masse mise en œuvre.

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 poutre n'a pas d'influence sur les conditions de confort visuel dans le bâtiment.

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 poutre 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 poutre, 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 externes d'énergie.

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 poutre n'a pas d'influence sur la gestion de l'eau durant cette phase.

5.3 Entretien et maintenance

La poutre précontrainte en béton ne nécessite aucun entretien durant la vie en œuvre.

ANNEXE TECHNIQUE

Caractérisation des données principales

Description des étapes du cycle de vie

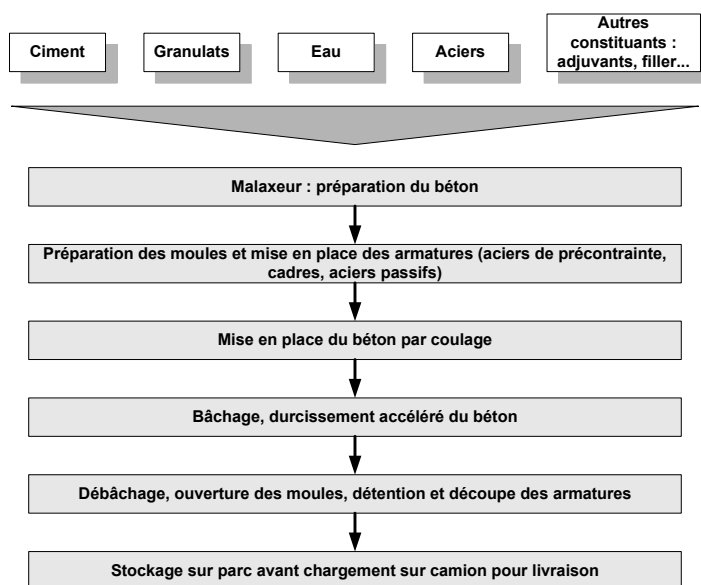
Production

Cette étape comprend :

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

Le procédé de production en usine correspond aux étapes suivantes :

Schéma du procédé de production



Livraison

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 poutres sur chantier 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 poutre (démolition par pelle mécanique) ;

- le transport de ces déchets de démolition ;
- l'élimination des déchets de poutre en centre de stockage de classe 3 pour déchets inertes.

Définition du système

Principales données incluses ou exclues :

Incluses

- Production des poutres 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 armature [10]
- Production et combustion de gaz naturel [11]
- Production de polystyrène expansé [12]
- Production du produit de ragréage [13]
- Incinération de bois [14]
- Mise en œuvre [15]
- Démolition [16]
- Mise en décharge de classe 3 [17]

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 poutres 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, ces impacts étant en effet inclus dans l'analyse).

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 poutres 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 poutres en béton par rapport à la totalité des productions annuelles des sites, tous formats confondus.

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

- 200 km pour le transport du ciment ;
- 28 km pour le transport des granulats ;
- 1 005 km pour le transport des aciers ;

Les transports sont effectués par camions.

Emballage

Les chevrons et liteaux en bois utilisés pour le conditionnement des poutres sont inclus dans les frontières du système. Ils sont pour partie réutilisés. On considère pour les déchets de bois résultants 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 poutres jusqu'au chantier est de 131 km. Le transport est effectué par camion de capacité 16 ou 24 tonnes. Une moyenne de 100 % 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). Aucun produit complémentaire n'est comptabilisé lors de cette étape.

Vie en œuvre

La poutre ne nécessite aucune opération d'entretien durant la vie en œuvre.

Démolition

La démolition du plancher incluant les poutres est effectuée par pelle mécanique (moteur diesel de puissance 165 CV).

Mise en décharge

La totalité des déchets de poutres 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 poutres en béton ont été collectées sur 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 2004.

Représentativité des données de production des poutres en béton précontraint

- **Année :** 2003.
- **Zone géographique :** France.
- **Part du marché :** environ 10 % de la production annuelle française en 2003 de poutres précontraintes. Cette représentativité est à considérer au 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. Ils comprennent, après une préparation des moules et des armatures, une mise en tension des aciers de précontrainte, la préparation du béton, son transport et son coulage dans les moules. Après le durcissement accéléré et la détension par relâchement des aciers, les poutres sont libérées par l'ouverture des moules et la découpe des aciers ; elles sont alors 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 poutres précontraintes.

- **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 actualisée 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 roches calcaires 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 de lubrifiants :** Données d'un site de production, 1996 (base DEAM Ecobilan).
- [6] **Production de l'électricité en France :** données de base par filières de production a) combustion du charbon, lignite, du fuel lourd, du gaz naturel : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996 et b) origine de l'électricité française : "Électricité de France", Environnement, Rapport d'activité 1998.
- [7] **Production et combustion de gasoil par les engins :** Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996.
- [8] **Production et combustion du fuel léger :** Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996.
- [9] **Transport par route :** Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996.
- [10] **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).
- [11] **Production et combustion du gaz naturel :** Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996, Teil 1, Erdgas, Pages 66-67.
- [12] **Production de polystyrène expansé :** Eco-profiles of European plastics industry. Report 4 : Polystyrene (Second edition). I.Boustead. April 1997. Page 31-32.

- [13] **Produit de ragréage** : simulé par données sur un mortier de ciment adjuvanté d'acétate de vinyl – (données sur le Vinyl acetate : BUWAL 232 - Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes 1994)
- [14] **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.
- [15] **Pose des poutres** : Positionnement sur chantier par engin de levage : Beton Database BETON2D – Plaatsen van betonelementen m.b.v. kraan – INTRON 1998
- [16] **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.
- [17] **Mise en décharge de classe 3** : Données de lixiviation issues d'analyses CERIB (2002).

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 - www.cerib.com

Conventions sur les transports

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 ajusté 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 ferroviaires, maritime et fluvial

| | Consommation | Source |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Transport ferroviaire | France : 10 % de diesel et 90 % d'électricité Europe : 20 % de diesel et 80 % d'électricité Diesel : 0,0056 litre/tonne.km Électricité : 0,022 kWh/tonne.km | SNCF ETH ETH ETH |
| Transport maritime | Fuel lourd : 0,0026 kg/tonne.km <i>Hypothèses :</i> capacité du tanker > 80 000 tonnes puissance : 0,11 kW/tonne fuel lourd : 0,35 kg/kWh vitesse : 15 km/h | ETH |
| Transport fluvial | Diesel : 0.014 litre/tonne.km | ETH |
| Densité du carburant diesel = 0,84 | | |

Conventions sur les consommations énergétiques

Pouvoirs Calorifiques Inférieurs (PCI)

| | Unité (t) | PCI (MJ) | PCI (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

| | France (1998) % | Union Européenne (1996) % |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Charbon | 6,64 | 21,56 |
| Lignite | 0 | 7,80 |
| Fuel lourd | 0,72 | 8,27 |
| Énergies hydraulique, éolienne et marémotrice | 13,57 | 13,15 |
| Nucléaire | 75,77 | 35,19 |
| Gaz | 1,70 | 11,60 |
| Gaz de procédés | 1,50 | 0,88 |
| Énergies géothermale, solaire, biomasse, issues des déchets | 0 | 1,55 |

Sources : Bilan environnement EDF 1998 pour la France et Energy statistics of OECD countries 1995-1996, International energy agency pour l'Union européenne.

Les données relatives à la mise à disposition des combustibles et à la production de différentes sources d'énergie proviennent d'ETH Zurich (Laboratorium für Energiesysteme).



Matériaux



Activités productives



Qualité



Produits - Ouvrages



Santé - Environnement



Promotion - Information

Les Éditions du CERIB

BP 30059 - 28231 Épemon Cedex
Tél. 02 37 18 48 00
Fax 02 37 83 67 39
e.mail : edition@cerib.com