

Poutrelle en béton précontraint

conforme à la norme NF P 01-010

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

conforme à la
norme NF P 01-010

Réf. **42.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

42.E – décembre 2005 - ISSN 0249-6224 - ISBN 2-85755-171-1

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 poutrelle 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 secondaires 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 poutrelles en béton précontraint utilisées principalement en maison individuelle pour la réalisation de planchers à poutrelles et entrevous. Ces poutrelles sont sous Avis Techniques et font l'objet d'une certification CSTBat.

Temporelle

Les données principales utilisées s'échelonnent de 2000 à 2003.

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 ou de toiture sur un mètre linéaire pendant une annuité.

Jusque 5,50 m de portée (autour de 4,50 m en utilisation classique).

Entraxe courant de 60 cm.

Résistance $f_{C28} = 50$ MPa et torons $f_{pt} = 2\ 060$ MPa

Le produit est calculé et mis en œuvre selon les règles de l'art (CPT planchers 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 poutrelle précontrainte en béton manuable de hauteur moyenne 11 cm typiquement utilisée en maison individuelle dans la réalisation de planchers à poutrelles et entrevous. La portée maximale est de 5,50 m pour des planchers de type 16 + 4 cm avec entrevous béton et entraxe de 60 cm. Ce type de poutrelle sous Avis Technique fait l'objet d'une certification CSTBat.

Produit

16,2 kg de poutrelle précontrainte en béton par mètre linéaire soit 0,162 kg 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 : entrevous, treillis soudé, béton prêt à l'emploi).

Emballage de distribution

Les poutrelles sont séparées et protégées à la livraison par des bois de calage en partie réutilisés ce qui correspond à 0,1 kg de bois par mètre linéaire, soit 1 g 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

Les poutrelles en béton permettent la réalisation d'une large gamme de planchers aux caractéristiques diverses en fonction des produits avec lesquels elles sont associées.

Les poutrelles sont manposables.

Le béton étant un matériau incombustible, les poutrelles 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 1/2 heure 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	1.00E-03					1.00E-03	1.00E-01
Charbon	kg	1.19E-03					1.19E-03	1.19E-01
Lignite	kg	2.34E-06					2.36E-06	2.36E-04
Gaz naturel	kg	1.12E-03				9.05E-06	1.13E-03	1.13E-01
Pétrole	kg	2.98E-03	1.97E-05			3.88E-04	3.39E-03	3.39E-01
Uranium (U)	kg							2.25E-05

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	3.49E-01	8.42E-04			1.66E-02	3.67E-01	3.67E+01
Énergie Renouvelable	MJ	1.86E-02				8.99E-06	1.86E-02	1.86E+00
Énergie Non Renouvelable	MJ	3.30E-01	8.42E-04			1.66E-02	3.48E-01	3.48E+01
Énergie procédé	MJ	3.40E-01	8.42E-04			1.66E-02	3.58E-01	3.58E+01
Énergie matière	MJ	8.77E-03					8.77E-03	8.77E-01
Électricité*	kWh	1.79E-01	7.94E-06			1.56E-04	1.79E-01	1.79E+01

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

2 Les valeurs sont exprimées pour un mètre linéaire de poutrelle 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 3,57 MJ pour toute la DVT, soit 0,036 MJ par UF.

Si l'on considère cette énergie comme un apport gratuit, l'énergie totale est alors de : 36,7 – 3,57 = 33,13 MJ pour toute la DVT soit 0,33 MJ pour l'UF.

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

Environ 95 % de l'énergie consommée est attribuable à l'étape de production.

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	9.11E-03					9.11E-03	9.11E-01
Arsenic (As)	kg							
Bauxite (Al ₂ O ₃)	kg	1.51E-05					1.51E-05	1.51E-03
Bentonite	kg							1.22E-05
Bismuth (Bi)	kg							
Bore (B)	kg							
Cadmium (Cd)	kg							
Calcaire	kg	3.68E-02					3.68E-02	3.68E+00
Carbonate de Sodium (Na ₂ CO ₃)	kg							
Chlorure de Sodium (NaCl)	kg	3.96E-06					4.01E-06	4.01E-04
Chrome (Cr)	kg							
Cobalt (Co)	kg							
Cuivre (Cu)	kg							
Dolomie	kg							2.64E-05
Étain (Sn)	kg							
Feldspath	kg							
Fer (Fe)	kg	4.84E-05					4.85E-05	4.85E-03
Fluorite (CaF ₂)	kg							
Gravier*	kg	4.90E-06					5.20E-06	5.20E-04
Lithium (Li)	kg							
Kaolin (Al ₂ O ₃ , 2SiO ₂ , 2H ₂ O)	kg							
Magnésium (Mg)	kg							
Manganèse (Mn)	kg	7.69E-05					7.69E-05	7.69E-03
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							1.29E-06
Rhodium (Rh)	kg							
Rutile (TiO ₂)	kg							
Sable*	kg	6.18E-05					6.18E-05	6.18E-03
Silice (SiO ₂)	kg							
Soufre (S)	kg							
Sulfate de baryum (BaSO ₄)	kg	1.27E-06					1.29E-06	1.29E-04
Titane (Ti)	kg							
Tungstène (W)	kg							
Vanadium (V)	kg							
Zinc (Zn)	kg							1.29E-05
Zirconium (Zr)	kg							
Matières premières végétales non spécifiées avant	kg							
Matières premières animales non spécifiées avant	kg							
Produits intermédiaires non remontés (total)	kg	2.00E-05					2.00E-05	2.00E-03
Roches et granulats (d'origine alluvionnaire, roche sédimentaire et éruptive)	kg	1.45E-01					1.45E-01	1.45E+01
Gypse	kg	2.82E-04					2.82E-04	2.82E-02
Matières premières non spécifiées avant (total)	kg	5.46E-06					5.78E-06	5.78E-04

(*) 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	1.32E-02					1.32E-02	1.32E+00
Eau : Mer	litre							1.86E-05
Eau : Nappe Phréatique	litre	6.21E-02					6.21E-02	6.21E+00
Eau : Origine non Spécifiée	litre	8.62E-02	8.17E-05			1.61E-03	8.78E-02	8.78E+00
Eau : Rivière	litre	4.52E-03					4.52E-03	4.52E-01
Eau Potable (réseau)	litre	1.47E-02					1.47E-02	1.47E+00
Eau Consommée (total)	litre	1.81E-01	8.17E-05			1.61E-03	1.82E-01	1.82E+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. 99 % de cette eau est consommée durant l'étape de production. Environ 25 % de cette eau est consommée pour la production des aciers de précontrainte. Une partie importante (60 %) est utilisée en carrière pour le lavage des granulats, en circuit de refroidissement ou encore durant la fabrication en usine (25 % dont 2,5 % 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	3.57E-02					3.57E-02	3.57E+00
Matière Récupérée Total	kg	9.41E-03					9.41E-03	9.41E-01
Matière Récupérée Acier	kg	5.33E-03					5.33E-03	5.33E-01
Matière Récupérée Aluminium	kg							
Matière Récupérée Métal (non spécifié)	kg	7.14E-04					7.14E-04	7.14E-02
Matière Récupérée Papier-Carton	kg							
Matière Récupérée Plastique	kg							
Matière Récupérée Calcin	kg							
Matière Récupérée Biomasse	kg	1.45E-03					1.45E-03	1.45E-01
Matière Récupérée Minérale	kg	1.92E-03					1.92E-03	1.92E-01
Matière Récupérée Non spécifiée	kg							

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	2.16E-02	2.16E-04	3.90E-04		4.27E-03	2.65E-02	2.65E+00
HAP (non spécifiés)	g							3.53E-05
Méthane (CH4)	g	1.73E-02	9.75E-05	6.13E-04		1.92E-03	1.99E-02	1.99E+00
Composés organiques volatils (ex : acétone, acétate...)	g	3.67E-03	7.14E-06			1.41E-04	3.82E-03	3.82E-01
Dioxyde de Carbone (CO2)	g	3.17E+01	6.40E-02	2.04E-01		1.26E+00	3.33E+01	3.33E+03
Monoxyde de Carbone (CO)	g	6.19E-02	1.65E-04	5.58E-03		3.26E-03	7.09E-02	7.09E+00
Oxydes d'Azote (NOx en NO2)	g	7.28E-02	7.58E-04	1.17E-04		1.50E-02	8.86E-02	8.86E+00
Protoxyde d'Azote (N2O)	g	3.19E-04	8.25E-06	5.58E-06		1.63E-04	4.95E-04	4.95E-02
Ammoniaque (NH3)	g	1.43E-03		7.25E-05			1.50E-03	1.50E-01
Poussières (non spécifiées)	g	1.72E-02	4.38E-05	1.67E-03		8.64E-04	1.98E-02	1.98E+00
Oxydes de Soufre (SOx en SO2)	g	4.02E-02	2.79E-05	8.03E-06		5.51E-04	4.08E-02	4.08E+00
Hydrogène Sulfureux (H2S)	g	3.75E-05					3.77E-05	3.77E-03
Acide Cyanhydrique (HCN)	g							
Composés chlorés organiques (en Cl)	g	4.13E-05		2.79E-06			4.41E-05	4.41E-03
Acide Chlorhydrique (HCl)	g	5.66E-04				1.04E-06	5.67E-04	5.67E-02
Composés chlorés inorganiques (en Cl)	g							1.26E-05
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	g							
Composés fluorés organiques (en F)	g							1.23E-05
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	4.85E-05					4.86E-05	4.86E-03
Composés halogénés (non spécifiés)	g							
Composés fluorés non spécifiés (en F)	g							
Cadmium et ses composés (en Cd)	g	1.14E-06					1.17E-06	1.17E-04
Chrome et ses composés (en Cr)	g	1.62E-06					1.63E-06	1.63E-04
Cobalt et ses composés (en Co)	g							5.58E-05
Cuivre et ses composés (en Cu)	g	1.45E-06					1.47E-06	1.47E-04
Étain et ses composés (en Sn)	g							5.04E-05
Manganèse et ses composés (en Mn)	g	1.65E-06					1.65E-06	1.65E-04
Mercurure et ses composés (en Hg)	g							8.89E-05
Nickel et ses composés (en Ni)	g	4.92E-06					5.22E-06	5.22E-04

(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	1.41E-05					1.42E-05	1.42E-03
Sélénium et ses composés (en Se)	g							6.16E-05
Tellure et ses composés (en Te)	g							3.14E-05
Zinc et ses composés (en Zn)	g	1.31E-04	2.47E-06			4.87E-05	1.83E-04	1.83E-02
Vanadium et ses composés (en V)	g	1.01E-05				1.14E-06	1.13E-05	1.13E-03
Silicium et ses composés (en Si)	g	1.44E-04					1.44E-04	1.44E-02
Antimoine et ses composés (en Sb)	g	1.17E-06					1.17E-06	1.17E-04
Arsenic et ses composés (en As)	g							4.80E-05
Bore et ses composés	g	8.74E-06					8.75E-06	8.75E-04
Brome (Br)	g	1.74E-06					1.75E-06	1.75E-04
Cyanide (CN-)	g							4.83E-06
Disulfide de Carbone (CS ₂)	g	8.48E-06					8.48E-06	8.48E-04
Goudron (non spécifié)	g	4.33E-06					4.33E-06	4.33E-04
Hydrogène (H ₂)	g							3.50E-05
Iodure (I)	g							4.37E-05
Matière Organique (non spécifié)	g	1.79E-05					1.85E-05	1.85E-03
Métaux (non spécifiés)	g	2.10E-04					2.10E-04	2.10E-02
Phosphore (P)	g							8.63E-05

(*) 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	2.50E-03	2.90E-06			1.80E-04	2.68E-03	2.68E-01
DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène)	g	3.21E-04				3.12E-05	3.53E-04	3.53E-02
Matière en Suspension (MES)	g	3.79E-03				1.44E-04	3.93E-03	3.93E-01
Cyanure (CN-)	g	1.62E-06					1.78E-06	1.78E-04
AOX (Halogènes des composés organiques absorbables)	g							3.72E-05
Hydrocarbures (non spécifiés)	g	1.03E-03	1.23E-05			2.44E-04	1.29E-03	1.29E-01
Composés azotés (en N)	g	2.07E-04	2.72E-06			1.04E-04	3.14E-04	3.14E-02
Composés phosphorés (en P)	g	3.91E-04					3.91E-04	3.91E-02
Composés fluorés organiques (en F)	g							
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	6.00E-05					6.04E-05	6.04E-03
Composés fluorés non spécifiés (en F)	g							
Composés chlorés organiques (en Cl)	g							1.21E-05
Composés chlorés inorganiques (en Cl)	g	7.11E-02	9.98E-04			1.97E-02	9.18E-02	9.18E+00
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	g	3.66E-05					3.66E-05	3.66E-03
HAP (non spécifiés)	g	1.39E-04	2.35E-06			4.63E-05	1.88E-04	1.88E-02
Métaux (non spécifiés)	g	4.91E-03	8.03E-05			1.59E-03	6.57E-03	6.57E-01
Aluminium et ses composés (en Al)	g	9.10E-05					9.12E-05	9.12E-03
Arsenic et ses composés (en As)	g							1.91E-05
Cadmium et ses composés (en Cd)	g							1.53E-05
Chrome et ses composés (en Cr)	g	2.28E-06					2.45E-06	2.45E-04
Cuivre et ses composés (en Cu)	g							3.71E-05
Étain et ses composés (en Sn)	g							
Fer et ses composés (en Fe)	g	1.27E-04				4.77E-06	1.32E-04	1.32E-02
Mercure et ses composés (en Hg)	g							
Nickel et ses composés (en Ni)	g	2.36E-06					2.46E-06	2.46E-04
Plomb et ses composés (en Pb)	g	1.09E-05					1.10E-05	1.10E-03
Zinc et ses composés (en Zn)	g	2.17E-06					2.73E-06	2.73E-04
Eau rejetée	Litre	1.06E-01	3.34E-06			6.58E-05	1.06E-01	1.06E+01
Acides (H+)	g	4.64E-05					4.65E-05	4.65E-03
Acide Borique (H3BO3)	g	8.41E-06					8.42E-06	8.42E-04
Acides Gras (non spécifiés)	g	1.46E-06					1.46E-06	1.46E-04
Acide Oxalique ((COOH)2)	g							2.86E-06
Alcool (non spécifié)	g							4.14E-05
Bore (B III)	g	1.86E-06					2.51E-06	2.51E-04
Carbonates (CO3--, HCO3-, CO2, en C)	g	7.45E-06					7.46E-06	7.46E-04
Carbone Organique Dissous (COD)	g	1.30E-05					1.31E-05	1.31E-03
COT (Carbone Organique Total)	g	9.77E-04	1.42E-05			3.13E-04	1.30E-03	1.30E-01

(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	3.98E-05				1.33E-05	5.38E-05	5.38E-03
Goudrons (non spécifiés)								6.25E-06
Iode (I-)	g	1.14E-05				3.81E-06	1.54E-05	1.54E-03
Matière Dissoute (non spécifiée)	g	3.71E-03				1.81E-06	3.71E-03	3.71E-01
Matière Inorganique Dissoute (non spécifiée)	g	2.60E-05					2.60E-05	2.60E-03
Matière Organique Dissoute (non spécifiée)	g	3.63E-05					3.63E-05	3.63E-03
Métaux alcalins (Na+, K+)	g	3.77E-02	6.12E-04			1.21E-02	5.04E-02	5.04E+00
Phénol (C6H5OH)	g	1.38E-05				4.50E-06	1.85E-05	1.85E-03
Sélénium (Se II, Se IV, Se VI)	g							4.88E-05
Sels (non spécifiés)	g	2.37E-05					2.37E-05	2.37E-03
Sulfates (SO4--)	g	1.43E-02	1.67E-05			3.94E-04	1.47E-02	1.47E+00
Sulfate de Baryum	g	2.30E-04				2.13E-06	2.33E-04	2.33E-02
Sulfides (S--)	g	1.64E-05					1.71E-05	1.71E-03
Sulfite (SO3--)	g							1.70E-06
Triéthylène Glycol (C6H14O4)	g	1.30E-05					1.31E-05	1.31E-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							
Biocides ^{a)}	g							
Cadmium et ses composés (en Cd)	g							
Chrome et ses composés (en Cr)	g							8.21E-06
Cuivre et ses composés (en Cu)	g							
Étain et ses composés (en Sn)	g							
Fer et ses composés (en Fe)	g	3.25E-05					3.28E-05	3.28E-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							2.46E-05
Métaux lourds (non spécifiés)	g							
Aluminium (Al)	g	1.63E-05					1.64E-05	1.64E-03
Calcium (Ca)	g	6.49E-05					6.56E-05	6.56E-03
Carbone (C)	g	4.87E-05					4.92E-05	4.92E-03
Hydrocarbures (non spécifiés)	g							9.90E-06
Manganèse (Mn)	g							6.56E-05
Phosphore (P)	g							8.21E-05
Soufre (S)	g	9.74E-06					9.84E-06	9.84E-04

^{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	1.33E-02		1.65E-04			1.35E-02	1.35E+00
Matière Récupérée : Acier	kg	4.07E-04					4.07E-04	4.07E-02
Matière Récupérée : Aluminium	kg							
Matière Récupérée : Métal (non spécifié)	kg							
Matière Récupérée : Papier-Carton	kg							6.64E-05
Matière Récupérée : Plastique	kg							4.43E-05
Matière Récupérée : Calcin	kg							
Matière Récupérée : Biomasse	kg			1.65E-04			1.65E-04	1.65E-02
Matière Récupérée : Minérale	kg	1.29E-02					1.29E-02	1.29E+00
Matière Récupérée : Non spécifiée	kg	1.79E-05					1.79E-05	1.79E-03

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	9.30E-05					9.35E-05	9.35E-03
Déchets non dangereux	kg	4.06E-04		7.71E-04			1.18E-03	1.18E-01
Déchets inertes	kg	3.94E-04				1.53E-01	1.54E-01	1.54E+01
Déchets radioactifs	kg	2.46E-06					2.74E-06	2.74E-04
Déchets de mine	kg	1.55E-03				1.37E-06	1.55E-03	1.55E-01

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

Les déchets sont, pour plus de 95 %, 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 granulat secondaire. 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 poutrelle ⁽²⁾		
1	Consommation de ressources énergétiques :					
	Énergie primaire totale		0,366	36,6	MJ	
	dont énergie récupérée ⁽³⁾		0,036	3,57	MJ	
	Énergie renouvelable		0,019	1,86	MJ	
	Énergie non renouvelable		0,35	34,8	MJ	
2	Indicateur d'épuisement de ressources (ADP)		1,05.10⁻⁴	1,05.10⁻²	kg équivalent antimoine	
3	Consommation d'eau		0,18	18,1	litre	
4	Déchets solides	Valorisés	0,01	1,35	kg	
		Éliminés	Déchets dangereux	9,35.10⁻⁵	9,35.10⁻³	kg
			Déchets non dangereux (DIB)	1,18.10⁻³	0,118	kg
			Déchets inertes	0,15	15,38	kg
			Déchets radioactifs	2,74.10⁻⁶	2,74.10⁻⁴	kg
5	Changement climatique		0,03	3,38	kg éq CO ₂	
6	Acidification atmosphérique		1,06.10⁻⁴	1,06.10⁻²	kg éq SO ₂	
7	Pollution de l'air		2	199,67	m ³	
8	Pollution de l'eau		9,34.10⁻³	0,93	m ³	
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique		6,72.10⁻²⁴	6,72.10⁻²²	kg CFC-11 éq.	
10	Formation d'ozone photochimique		1,06.10⁻⁵	1,06.10⁻³	kg d'éthylène éq.	

(1) Les valeurs sont exprimées pour l'unité fonctionnelle c'est-à-dire par mètre linéaire de poutrelle 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 poutrelle 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 poutrelles 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 en sous-face où elles ne représentent qu'une surface restreinte de plafond 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}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 poutrelles 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.

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

Les poutrelles 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, les poutrelles ont très peu de surface orientée vers l'intérieur des locaux et ne sont pas en contact direct avec l'air intérieur. Ce produit est donc 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 poutrelles 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 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 poutrelle 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 poutrelle elle-même est neutre vis-à-vis de cette préoccupation. C'est le plancher dans son ensemble selon ses caractéristiques propres, qui peut avoir un lien avec ce sujet notamment par l'inertie thermique qu'il apporte au sein d'un ouvrage permettant selon 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 poutrelles 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 poutrelles et entrevous béton de type 16 + 4 cm est de 49 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 poutrelle 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 poutrelle 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 poutelle, 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 poutelle en béton permet la réalisation de planchers à isolation intégrée (entrevous isolants) ou rapportée (dalle flottante) ainsi que des planchers compatibles avec un chauffage au sol.

5.2 Gestion de l'eau

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

5.3 Entretien et maintenance

La poutelle 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

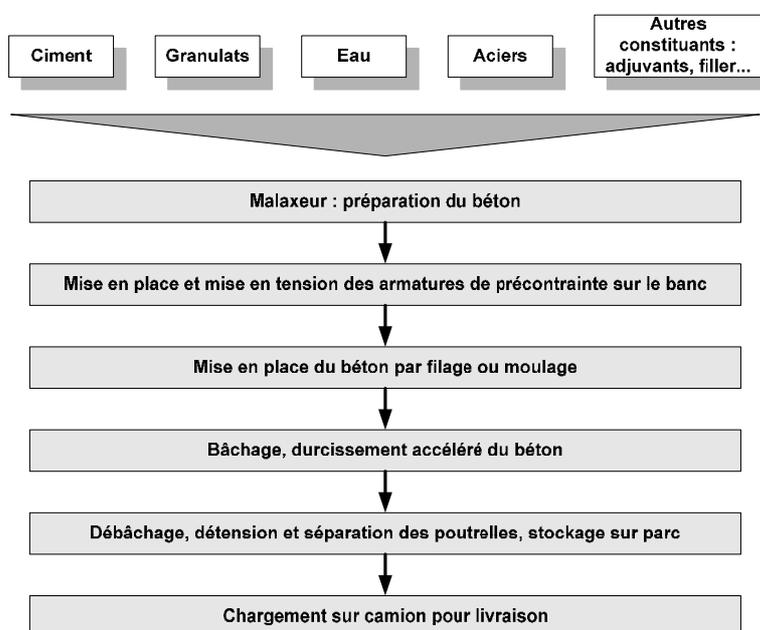
Cette étape comprend :

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

Le procédé de production en usine inclut les étapes suivantes :

- préparation du béton par mélange des différentes matières premières ;
- mise en place et mise en tension des armatures de précontrainte sur banc ;
- mise en place du béton par filage ou moulage ;
- durcissement accéléré des poutrelles ;
- débâchage et séparation des poutrelles, stockage sur parc et chargement pour livraison.

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 dépose des poutrelles sur chantier au moyen d'un engin de levage puis la pose manuelle des poutrelles, celles-ci étant manportables.

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 poutrelle (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 poutrelles 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]
- Incinération de bois [12]
- Mise en œuvre [13]
- Démolition [14]
- Mise en décharge de classe 3 [15]

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 poutrelles 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 poutrelles 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 poutrelles 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 :

- 48 km pour le transport du ciment ;
- 30 km pour le transport des granulats ;
- 839 km pour le transport des aciers ;

Les transports sont effectués par camions.

Emballage

Les chevrons en bois utilisés pour le conditionnement des poutrelles sont inclus dans les frontières du système. 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 poutrelles jusqu'au chantier est de 81 km.

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

Une moyenne de 95 % 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).

Les déchets de construction comptabilisés sont les déchets d'emballage.

Vie en œuvre

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

Démolition

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

Mise en décharge

La totalité des déchets de béton de poutrelles 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 poutrelles en béton ont été collectées par questionnaire et visite 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 2003.

Représentativité des données de production des poutrelles précontraintes

- **Année** : 2002-2003.
- **Zone géographique** : France.
- **Part du marché** : environ 25 % de la production annuelle française en 2003 de poutrelles 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. Ils comprennent, après une préparation des bancs, une mise sous tension des armatures de précontrainte, la préparation du béton, son transport jusqu'à la machine de moulage ou de filage et sa mise en place par cette machine. Après un durcissement accéléré et la détension par relâchement des armatures, les poutrelles sont séparées puis stockées sur parc. Les deux modes de mise en place de béton par filage ou moulage sont représentés à parts égales dans les données de la fiche.

Les matières premières et les dosages utilisés sont représentatifs de ceux de la plupart des usines françaises pour la fabrication de poutrelles 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 secondaire** : Données européennes de production d'acier collectées en 1994-1995 dans le cadre du projet réalisé pour l'ISI.
- [11] **Production et combustion du gaz naturel** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996, Teil 1, Erdgas, Pages 66-67.
- [12] **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.
- [13] **Pose des poutrelles** : Positionnement sur chantier par engin de levage : Beton Database BETON2D – Plaatsen van betonelementen m.b.v. kraan – INTRON 1998

- [14] **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.
- [15] **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	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 <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 maréomotrice	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).



www.cerib.com

CERIB

Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton

BP 30059 – Éperon Cedex – France • Tél. 02 37 18 48 00 – Fax 02 37 83 67 39 • E-mail cerib@cerib.com – www.cerib.com