

Éléments architecturaux en béton

conforme à la norme NF P 01-010

Fiche de déclaration
environnementale
et sanitaire
**Éléments architecturaux
en béton**

conforme à la
norme NF P 01-010

Réf. **88.E**
Septembre 2006

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.

© CERIB – 28 Épernon

88.E – septembre 2006 - ISSN 0249-6224 - ISBN 2-85755-194-0 – EAN 9782857551942

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.....	19
3. Contribution du produit aux impacts environnementaux.....	21
4. Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires et à la qualité de vie à l'intérieur du bâtiment.....	22
4.1 Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires.....	22
4.2 Contribution du produit au confort.....	24
5. Autres contributions du produit notamment par rapport à des préoccupations d'écogestion du bâtiment	25
Annexe technique.....	27

Résumé

Le présent document a pour objectif de fournir l'information disponible sur les caractéristiques environnementales et sanitaires d'un mètre carré de façade en éléments architecturaux en béton. 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 leurs caractéristiques environnementales et sanitaires dans le cadre notamment d'une démarche de construction de type HQE®. Le format utilisé est basé sur la fiche de déclaration AIMCC modifiée.

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 square meter of an architectural precast concrete component. This information is presented in accordance with the French standard NF P 01-010 « Environmental quality of construction products ». It represents the necessary data to choose between construction products as far as environmental and health characteristics are considered, for example in the framework of the French HQE projects (Green/Sustainable constructions). The format used is the modified AIMCC form.

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 2005-2006. Pour ce travail, le logiciel de calcul d'ACV TEAM® et, entre autres sources de données, 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 d'éléments architecturaux de façade en béton. Les éléments architecturaux en béton répondent à la norme NF P 10-210. Ils peuvent faire l'objet d'une certification QUALIF-IB Éléments architecturaux en béton fabriqués en usine.

Temporelle

Les données principales utilisées s'échelonnent de 2000 à 2006.

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.

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 contribuent 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)

Assurer le parement de façon esthétique sur un mètre carré de façade de bâtiments en contribuant à assurer l'étanchéité à l'air et à l'eau et en apportant une isolation acoustique additive $R_w(C; Ctr)$ de 51 (-1 ; -6) dB pendant une annuité.

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 panneau d'un mètre carré d'élément architectural bicouche, autoporteur en béton armé. La finition est polie brillant teinté rouge. Le dimensionnement du produit retenu est de 6 x 2,70 x 0,12 m. Cet élément architectural en béton répond à la norme NF P 10-210. Il peut faire l'objet d'une certification QUALIF-IB Éléments architecturaux en béton fabriqués en usine.

Produit

289,9 kg de panneau plein en béton sont nécessaires par m^2 , soit 2,9 kg pour l'UF
Cette masse comprend notamment par m^2 : 8,78 kg d'aciers d'armature ; 0,7 kg d'acier galvanisé ou non (ancres de levage) ; 0,5 kg d'acier galvanisé de fixation (rail, boulon à tête, équerre de fixation) ; 20 g de glissière PVC.

Produit complémentaire

Les produits complémentaires comptabilisés pour la mise en œuvre d'un m^2 de panneau sont 18 g de joint PVC (languette) pour étanchéité et 1,5 g d'acier (pièce d'arrêt, épingles de fixation).

Emballage de distribution

- 5 g d'emballages divers plastiques par m^2 , soit 0,05 g pour l'UF.
- 0,97 kg de bois de calage par m^2 , soit 9,7 g pour l'UF.

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

L'élément architectural en béton offre une bonne résistance aux chocs et une résistance au feu de 2 heures pour une épaisseur de 12 cm.

L'élément architectural considéré peut, dans certains cas, assurer des fonctions structurales.

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	9,79E-03					9,79E-03	9,79E-01
Charbon	kg	1,82E-02	1,29E-05	1,11E-06		6,94E-06	1,82E-02	1,82E+00
Lignite	kg	1,36E-04					1,37E-04	1,37E-02
Gaz naturel	kg	2,07E-02	3,25E-04	2,77E-05		1,75E-04	2,12E-02	2,12E+00
Pétrole	kg	6,60E-02	1,38E-02	1,19E-03		7,44E-03	8,84E-02	8,84E+00
Uranium (U)	kg	3,23E-06					3,25E-06	3,25E-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	6,60E+00	5,90E-01	5,20E-02		3,19E-01	7,56E+00	7,56E+02
Énergie Renouvelable	MJ	5,56E-01	2,30E-04	1,99E-05		1,24E-04	5,56E-01	5,56E+01
Énergie Non Renouvelable	MJ	6,04E+00	5,90E-01	5,20E-02		3,18E-01	7,00E+00	7,00E+02
Énergie procédé	MJ	6,54E+00	5,90E-01	5,20E-02		3,19E-01	7,50E+00	7,50E+02
Énergie matière	MJ	6,04E-02	2,05E-06			1,10E-06	6,04E-02	6,04E+00
Électricité ⁴	kWh	2,40E-01	4,29E-04	3,71E-05		2,32E-04	2,40E-01	2,40E+01

1 les valeurs sont exprimées pour l'Unité Fonctionnelle c'est-à-dire par mètre carré d'éléments architecturaux pour une annuité.

2 les valeurs sont exprimées pour un mètre carré de panneau 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).

4 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 56,24 MJ pour toute la DVT, soit 0,56 MJ par UF.

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

$755,93 - 56,24 = 699,69$ MJ pour toute la DVT soit 7 MJ pour l'UF.

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

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	1,44E-01					1,44E-01	1,44E+01
Arsenic (As)	kg							
Bauxite (Al ₂ O ₃)	kg	1,08E-05					1,15E-05	1,15E-03
Bentonite	kg	1,74E-06					1,80E-06	1,80E-04
Bismuth (Bi)	kg							
Bore (B)	kg							
Cadmium (Cd)	kg							
Calcaire	kg	6,12E-01	3,79E-06			2,04E-06	6,12E-01	6,12E+01
Carbonate de Sodium (Na ₂ CO ₃)	kg							
Chlorure de Sodium (NaCl)	kg	4,84E-04	1,88E-06			1,01E-06	4,87E-04	4,87E-02
Chrome (Cr)	kg							
Cobalt (Co)	kg							
Cuivre (Cu)	kg							1,85E-06
Dolomie	kg	8,56E-05					8,56E-05	8,56E-03
Étain (Sn)	kg							
Feldspath	kg							
Fer (Fe)	kg	9,99E-04	1,35E-06				1,00E-03	1,00E-01
Fluorite (CaF ₂)	kg							
Gravier*	kg	7,66E-05	1,00E-05			5,41E-06	9,29E-05	9,29E-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	2,89E-06					2,89E-06	2,89E-04
Rutile (TiO ₂)	kg							
Sable*	kg							
Silice (SiO ₂)	kg	5,92E-05					5,97E-05	5,97E-03
Soufre (S)	kg	6,89E-06					6,89E-06	6,89E-04
Sulfate de baryum (BaSO ₄)	kg	1,79E-05					1,85E-05	1,85E-03
Titane (Ti)	kg							
Tungstène (W)	kg							
Vanadium (V)	kg							
Zinc (Zn)	kg	4,14E-05					4,14E-05	4,14E-03
Zirconium (Zr)	kg							
Matières premières végétales non spécifiées avant	kg							
Matières premières animales non spécifiées avant	kg							
Produits intermédiaires non remontés (total)	kg	4,06E-04					4,06E-04	4,06E-02
Roches et granulats (d'origine alluvionnaire, roche sédimentaire et éruptive)	kg	2,48E+00					2,48E+00	2,48E+02
Gypse	kg	4,46E-03					4,46E-03	4,46E-01
Matières premières non spécifiées avant (total)	kg	8,54E-05	1,10E-05			5,96E-06	1,03E-04	1,03E-02

(*) 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	9,85E-05					9,85E-05	9,85E-03
Eau : Nappe Phréatique	litre	1,84E+00					1,84E+00	1,84E+02
Eau : Origine non Spécifiée	litre	1,46E+00	5,73E-02	4,95E-03		3,09E-02	1,55E+00	1,55E+02
Eau : Rivière	litre	7,11E-04					7,11E-04	7,11E-02
Eau Potable (réseau)	litre	6,31E-01					6,31E-01	6,31E+01
Eau Consommée (total)	litre	3,93E+00	5,73E-02	4,95E-03		3,09E-02	4,02E+00	4,02E+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. L'eau est consommée à un peu plus de 97 % durant la phase de production. Une grande partie de cette eau (70 %) est utilisée en usine de fabrication essentiellement pour le polissage, en carrière pour le lavage des granulats ou encore en réalimentation de circuits de refroidissement. Cette eau est restituée au milieu naturel après épuration des éléments polluants qui ne sont, pour l'essentiel, que 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	5,62E-01					5,62E-01	5,62E+01
Matière Récupérée Total	kg	1,96E-01	1,14E-05			6,16E-06	1,96E-01	1,96E+01
Matière Récupérée Acier	kg	1,00E-01	1,14E-05			6,16E-06	1,00E-01	1,00E+01
Matière Récupérée Aluminium	kg							
Matière Récupérée Métal (non spécifié)	kg	1,13E-02					1,13E-02	1,13E+00
Matière Récupérée Papier-Carton	kg							
Matière Récupérée Plastique	kg							
Matière Récupérée Calcin	kg	6,34E-03					6,34E-03	6,34E-01
Matière Récupérée Biomasse	kg	7,02E-03					7,02E-03	7,02E-01
Matière Récupérée Minérale	kg	3,03E-02					3,03E-02	3,03E+00
Matière Récupérée Non spécifiée	kg	4,05E-02					4,05E-02	4,05E+00

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

Les matières récupérées correspondent pour l'essentiel à de l'acier de recyclage entrant dans la composition des aciers utilisés, 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	4,35E-01	1,52E-01	1,60E-02		8,19E-02	6,85E-01	6,85E+01
HAP (non spécifiés)	g	5,57E-06	1,71E-07	1,48E-08		9,22E-08	5,85E-06	5,85E-04
Méthane (CH4)	g	4,18E-01	6,83E-02	5,35E-03		3,69E-02	5,29E-01	5,29E+01
Composés organiques volatils (ex : acétone, acétate...)	g	6,41E-02	5,00E-03	4,04E-04		2,70E-03	7,22E-02	7,22E+00
Dioxyde de Carbone (CO2)	g	5,80E+02	4,49E+01	3,78E+00	-2,32E-01	2,40E+01	6,52E+02	6,52E+04
Monoxyde de Carbone (CO)	g	1,73E+00	1,16E-01	1,78E-02		6,26E-02	1,93E+00	1,93E+02
Oxydes d'Azote (NOx en NO2)	g	1,77E+00	5,32E-01	4,85E-02		2,87E-01	2,64E+00	2,64E+02
Protoxyde d'Azote (N2O)	g	1,37E-02	5,78E-03	1,35E-04		3,12E-03	2,27E-02	2,27E+00
Ammoniaque (NH3)	g	2,74E-02	3,85E-07	2,72E-08		2,08E-07	2,74E-02	2,74E+00
Poussières (non spécifiées)	g	4,94E-01	3,07E-02	7,25E-03		1,66E-02	5,48E-01	5,48E+01
Oxydes de Soufre (SOx en SO2)	g	8,16E-01	1,95E-02	4,56E-03		1,05E-02	8,51E-01	8,51E+01
Hydrogène Sulfureux (H2S)	g	6,22E-04	4,26E-06			2,30E-06	6,28E-04	6,28E-02
Acide Cyanhydrique (HCN)	g							7,36E-05
Composés chlorés organiques (en Cl)	g	3,56E-04					5,86E-04	5,86E-02
Acide Chlorhydrique (HCl)	g	7,46E-03	3,26E-05	2,82E-06		1,76E-05	7,51E-03	7,51E-01
Composés chlorés inorganiques (en Cl)	g							
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	g	2,54E-05					2,54E-05	2,54E-03
Composés fluorés organiques (en F)	g	2,80E-06	1,07E-06				4,55E-06	4,55E-04
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	6,44E-04	2,68E-06			1,44E-06	6,48E-04	6,48E-02
Composés halogénés (non spécifiés)	g							7,90E-05
Composés fluorés non spécifiés (en F)	g							
Cadmium et ses composés (en Cd)	g	1,80E-05	1,15E-06				1,98E-05	1,98E-03
Chrome et ses composés (en Cr)	g	1,42E-04					1,43E-04	1,43E-02
Cobalt et ses composés (en Co)	g	1,01E-05					1,10E-05	1,10E-03
Cuivre et ses composés (en Cu)	g	2,52E-05					2,65E-05	2,65E-03
Étain et ses composés (en Sn)	g	7,92E-06					7,92E-06	7,92E-04
Manganèse et ses composés (en Mn)	g	2,45E-05					2,46E-05	2,46E-03
Mercure et ses composés (en Hg)	g	1,94E-05					1,95E-05	1,95E-03
Nickel et ses composés (en Ni)	g	1,12E-04	1,02E-05			5,49E-06	1,28E-04	1,28E-02

(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	2,68E-04	3,75E-06			2,02E-06	2,74E-04	2,74E-02
Sélénium et ses composés (en Se)	g	9,13E-06					9,47E-06	9,47E-04
Tellure et ses composés (en Te)	g	4,95E-06					4,95E-06	4,95E-04
Zinc et ses composés (en Zn)	g	4,21E-03	1,73E-03			9,34E-04	6,88E-03	6,88E-01
Vanadium et ses composés (en V)	g	2,99E-04	4,07E-05	3,51E-06		2,19E-05	3,65E-04	3,65E-02
Silicium et ses composés (en Si)	g	1,38E-03	2,98E-06			1,61E-06	1,38E-03	1,38E-01
Acide Propionique (CH3CH2COOH)	g							1,94E-06
Acide Sulfurique (H2SO4)	g							7,37E-05
Antimoine et ses composés (en Sb)		1,91E-05					1,91E-05	1,91E-03
Arsenic et ses composés (en As)	g	7,52E-06					7,86E-06	7,86E-04
Bore et ses composés	g	8,12E-05					8,16E-05	8,16E-03
Brome (Br)	g	1,62E-05					1,62E-05	1,62E-03
Cyanide (CN-)	g							6,04E-05
Disulfide de Carbone (CS2)	g	1,46E-04					1,46E-04	1,46E-02
Goudron (non spécifié)	g							5,07E-06
Hydrogène (H2)	g	2,63E-04					2,63E-04	2,63E-02
Iodure (I)	g	4,05E-06					4,07E-06	4,07E-04
Matière Organique (non spécifié)	g	2,56E-04					2,57E-04	2,57E-02
Mercaptans	g							7,88E-05
Métaux (non spécifiés)	g	2,10E-03	2,08E-05	1,80E-06		1,12E-05	2,14E-03	2,14E-01
Pentoxyde de phosphore (P2O5)	g							1,35E-06
Phosphore (P)	g	8,33E-06					8,36E-06	8,36E-04

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

Commentaires relatifs aux émissions dans l'air

Dioxyde de carbone

89 % des émissions sont attribuables à la phase de production et 7 % à la phase de transport du produit. Durant toute la vie du béton, du dioxyde de carbone est réabsorbé par carbonatation. Cette réabsorption a été comptabilisée lors des étapes de vie en œuvre et de fin de vie (à parts égales sur ces deux phases) du fait de leur durée importante. Ceci explique le chiffre négatif d'émission de dioxyde de carbone durant la vie en œuvre (voir l'Annexe technique pour plus d'information).

Hydrocarbures

63,5 % des émissions sont imputables à la phase de production et 22 % à la phase transport du produit.

Oxydes d'azote

67 % des émissions sont imputables à la phase de production, 20 % au transport du produit et 11 % à la phase de fin de vie.

Oxydes de soufre

96 % des émissions sont imputables à la phase de production.

Poussières

90 % des émissions sont imputables à la phase de production.

2.2.2 Émissions dans l'eau

Flux	Unités	Production	Transport	Mise en œuvre	Vie en œuvre	Fin de vie	Total cycle de vie	
							Par annuité	pour toute la DVT
DCO (Demande Chimique en Oxygène)	g	1,28E-01	2,04E-03	1,76E-04		1,95E-02	1,50E-01	1,50E+01
DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène)	g	2,75E-02	6,16E-05	5,32E-06		4,45E-03	3,20E-02	3,20E+00
Matière en Suspension (MES)	g	1,86E-01	3,43E-04	2,95E-05		2,04E-02	2,07E-01	2,07E+01
Cyanure (CN-)	g	2,53E-05	2,90E-06			1,31E-05	4,16E-05	4,16E-03
AOX (Halogènes des composés organiques absorbables)	g	8,34E-06	2,88E-06			1,55E-06	1,30E-05	1,30E-03
Hydrocarbures (non spécifiés)	g	3,43E-02	8,66E-03	7,48E-04		4,73E-03	4,84E-02	4,84E+00
Composés azotés (en N)	g	9,75E-03	1,90E-03	1,64E-04		8,59E-03	2,04E-02	2,04E+00
Composés phosphorés (en P)	g	4,78E-04	5,64E-06			3,05E-06	4,87E-04	4,87E-02
Composés fluorés organiques (en F)	g							
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	1,10E-04	1,43E-05	1,23E-06		7,71E-06	1,33E-04	1,33E-02
Composés fluorés non spécifiés (en F)	g							
Composés chlorés organiques (en Cl)	g	1,42E-05					1,43E-05	1,43E-03
Composés chlorés inorganiques (en Cl)	g	1,98E+00	7,00E-01	6,04E-02		3,87E-01	3,13E+00	3,13E+02
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	g							
HAP (non spécifiés)	g	4,28E-03	1,65E-03	1,42E-04		8,89E-04	6,96E-03	6,96E-01
Métaux (non spécifiés)	g	1,48E-01	5,63E-02	4,86E-03		3,09E-02	2,40E-01	2,40E+01
Aluminium et ses composés (en Al)	g	1,63E-03	7,85E-06			4,24E-06	1,65E-03	1,65E-01
Arsenic et ses composés (en As)	g	3,81E-06					5,31E-06	5,31E-04
Cadmium et ses composés (en Cd)	g	3,75E-06				6,29E-06	1,11E-05	1,11E-03
Chrome et ses composés (en Cr)	g	1,19E-04	3,34E-06			1,33E-05	1,36E-04	1,36E-02
Cuivre et ses composés (en Cu)	g	1,40E-05	1,93E-06			1,04E-06	1,72E-05	1,72E-03
Étain et ses composés (en Sn)	g							2,23E-06
Fer et ses composés (en Fe)	g	1,11E-02	1,70E-04	1,47E-05		9,16E-05	1,14E-02	1,14E+00
Mercure et ses composés (en Hg)	g							9,18E-05
Nickel et ses composés (en Ni)	g	1,17E-04	3,29E-06			1,78E-06	1,23E-04	1,23E-02
Plomb et ses composés (en Pb)	g	4,41E-04				6,17E-06	4,48E-04	4,48E-02
Zinc et ses composés (en Zn)	g	1,21E-04	5,74E-06			6,08E-05	1,88E-04	1,88E-02
Eau rejetée	Litre	2,56E+00	2,33E-03	2,02E-04		1,26E-03	2,56E+00	2,56E+02
Acides (H+)	g	7,07E-04					7,07E-04	7,07E-02
Acide Borique (H3BO3)	g	1,18E-04					1,19E-04	1,19E-02
Acides Gras (non spécifiés)	g	2,49E-05					2,49E-05	2,49E-03
Acide Oxalique ((COOH)2)	g							4,03E-05
Alcool (non spécifié)	g	5,82E-06					5,84E-06	5,84E-04
Bore (B III)	g	5,73E-05	2,20E-05	1,90E-06		1,19E-05	9,30E-05	9,30E-03
Bromates (BrO3-)	g							7,30E-05
Carbonates (CO3--, HCO3-, CO2, en C)	g	1,19E-04					1,19E-04	1,19E-02
Carbone Organique Dissous (COD)	g	1,81E-04	4,31E-06			2,33E-06	1,88E-04	1,88E-02
COT (Carbone Organique Total)	g	2,76E-02	9,96E-03	8,60E-04		1,03E-02	4,88E-02	4,88E+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	1,23E-03	4,73E-04	4,09E-05		2,55E-04	2,00E-03	2,00E-01
Iode (I-)	g	3,52E-04	1,35E-04	1,17E-05		7,31E-05	5,72E-04	5,72E-02
Matière chlorée (non spécifiée)	g	5,12E-04	1,22E-05	1,05E-06		6,57E-06	5,32E-04	5,32E-02
Matière Dissoute (non spécifiée)	g	4,02E-02	6,14E-05	1,52E-06		3,31E-05	4,03E-02	4,03E+00
Matière Inorganique Dissoute (non spécifiée)	g	2,87E-04					2,87E-04	2,87E-02
Matière Organique Dissoute (non spécifiée)	g	1,63E-03					1,63E-03	1,63E-01
Matière Organique (non spécifiée)	g	2,46E-06	6,53E-12				2,46E-06	2,46E-04
Métaux alcalins (Na+, K+)	g	1,14E+00	4,29E-01	3,71E-02		2,31E-01	1,84E+00	1,84E+02
Phénol (C6H5OH)	g	4,19E-04	1,57E-04	1,35E-05		9,90E-05	6,88E-04	6,88E-02
Sélénium (Se II, Se IV, Se VI)	g	7,17E-06				3,20E-06	1,10E-05	1,10E-03
Sels (non spécifiés)	g	3,05E-04	1,67E-06				3,08E-04	3,08E-02
Sulfates (SO4--)	g	2,18E-01	1,17E-02	1,01E-03		1,61E-02	2,47E-01	2,47E+01
Sulfate de Baryum	g	3,26E-03	7,66E-05	6,59E-06		4,13E-05	3,38E-03	3,38E-01
Sulfides (S--)	g	6,10E-05	2,20E-05	1,90E-06		1,19E-05	9,68E-05	9,68E-03
Sulfite (SO3--)	g							2,40E-05
Triéthylène Glycol (C6H14O4)	g	1,81E-04	4,31E-06			2,33E-06	1,88E-04	1,88E-02

Commentaires relatifs aux émissions dans l'eau

Demande chimique en oxygène

85 % des rejets ont lieu lors de la phase de production, 13 % lors de la phase de fin de vie.

Matières en Suspension

90 % des rejets ont lieu lors de la phase de production, 10 % lors de la phase de fin de vie.

Métaux

63 % des rejets ont lieu lors de la phase de production, 22 % lors de la phase de transport du produit et 12% lors de la phase de fin de vie.

2.2.3 Émissions dans le sol

Flux	Unités	Production	Transport	Mise en œuvre	Vie en œuvre	Fin de vie	Total cycle de vie	
							Par annuité	pour toute la DVT
Arsenic et ses composés (en As)	g							9,43E-06
Biocides ^{a)}	g							
Cadmium et ses composés (en Cd)	g							
Chrome et ses composés (en Cr)	g	1,17E-06					1,22E-06	1,22E-04
Cuivre et ses composés (en Cu)	g							
Étain et ses composés (en Sn)	g							
Fer et ses composés (en Fe)	g	4,54E-04	1,08E-05			5,83E-06	4,71E-04	4,71E-02
Plomb et ses composés (en Pb)	g							
Mercure et ses composés (en Hg)	g							
Nickel et ses composés (en Ni)	g							
Zinc et ses composés (en Zn)	g	3,41E-06				4,38E-08	3,54E-06	3,54E-04
Métaux lourds (non spécifiés)	g							
Aluminium (Al)	g	2,27E-04	5,41E-06			2,92E-06	2,36E-04	2,36E-02
Calcium (Ca)	g	9,08E-04	2,16E-05	1,86E-06		1,17E-05	9,43E-04	9,43E-02
Carbone (C)		6,81E-04	1,62E-05	1,39E-06		8,75E-06	7,08E-04	7,08E-02
Hydrocarbures (non spécifiés)	g	2,08E-04					2,08E-04	2,08E-02
Manganèse (Mn)	g	9,08E-06					9,43E-06	9,43E-04
Phosphore (P)	g	1,14E-05					1,18E-05	1,18E-03
Soufre (S)	g	1,36E-04	3,24E-06			1,75E-06	1,41E-04	1,41E-02

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	6,31E-02					6,31E-02	6,31E+00
Matière Récupérée : Acier	kg	3,77E-03					3,77E-03	3,77E-01
Matière Récupérée : Aluminium	kg							
Matière Récupérée : Métal (non spécifié)	kg							
Matière Récupérée : Papier-Carton	kg	1,05E-05					1,05E-05	1,05E-03
Matière Récupérée : Plastique	kg	7,00E-06					7,00E-06	7,00E-04
Matière Récupérée : Calcin	kg							
Matière Récupérée : Biomasse	kg							
Matière Récupérée : Minérale	kg	5,88E-02					5,88E-02	5,88E+00
Matière Récupérée : Non spécifiée	kg	5,08E-04					5,08E-04	5,08E-02

Commentaires relatifs aux déchets valorisés

La majorité des déchets valorisés (93 %) correspondent à des déchets de béton générés lors de la fabrication du produit et valorisés en matériau de remblayage (TP, carrière...).

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	1,49E-03	1,48E-05	1,28E-06		8,00E-06	1,51E-03	1,51E-01
Déchets non dangereux	kg	6,35E-03	1,22E-05	2,53E-05		6,60E-06	6,39E-03	6,39E-01
Déchets inertes	kg	2,40E-02	2,87E-05	2,48E-06		2,89E+00	2,91E+00	2,91E+02
Déchets radioactifs	kg	4,83E-05	9,64E-06			5,20E-06	6,40E-05	6,40E-03
Déchets de mine	kg	2,25E-02	4,97E-05	4,29E-06		2,68E-05	2,26E-02	2,26E+00

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

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

S'il est correctement trié en déconstruction, ce type de déchet peut être aisément recyclé, après concassage et criblage, comme granulats secondaires. Dans le cadre de cette fiche de déclaration, ces déchets de fin de vie sont considérés comme partant intégralement en décharge de classe 3 pour déchets inertes. 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 carré d'éléments architecturaux ⁽²⁾		
1	Consommation de ressources énergétiques :					
	Énergie primaire totale		7,56	755,93	MJ	
	dont énergie récupérée ⁽³⁾		0,56	56,24	MJ	
	Énergie renouvelable		0,56	55,59	MJ	
	Énergie non renouvelable		7	700,31	MJ	
2	Indicateur d'épuisement de ressources (ADP)		$2,42.10^{-3}$	$2,42.10^{-1}$	kg équivalent antimoine	
3	Consommation d'eau		4,02	402,47	litres	
4	Déchets solides	Valorisés	$6,31.10^{-2}$	6,31	kg	
		Éliminés	Déchets dangereux	$1,51.10^{-3}$	0,15	kg
			Déchets non dangereux (DIB)	$6,39.10^{-3}$	0,64	kg
			Déchets inertes	2,91	291,31	kg
			Déchets radioactifs	$6,40.10^{-5}$	$6,40.10^{-3}$	kg
5	Changement climatique		0,67	67,02	kg éq CO₂	
6	Acidification atmosphérique		$2,76.10^{-3}$	0,28	kg éq SO₂	
7	Pollution de l'air		52,05	5 204,76	m³	
8	Pollution de l'eau		0,33	32,98	m³	
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique		$3,31.10^{-19}$	$3,31.10^{-17}$	kg CFC-11 éq.	
10	Formation d'ozone photochimique		$2,74.10^{-4}$	$2,74.10^{-2}$	kg d'éthylène éq.	

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

(2) Les valeurs sont exprimées pour un mètre carré d'éléments architecturaux 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)

- **Radon et radioactivité gamma**

Dans les bétons courants, les concentrations moyennes européennes de radioéléments 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 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 d'éléments architecturaux 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 :

$$I = \left[\frac{A^{40}\text{K}}{3000} + \frac{A^{226}\text{R}}{300} + \frac{A^{232}\text{Th}}{200} \right]$$

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.a ⁻¹	1 mSv.a ⁻¹
Matériaux gros œuvre (p.ex. béton)	I ≤ 0,5	I ≤ 1
Matériaux superficiels et autres, d'emploi restreint (p.ex. tuiles, plaques, etc.)	I ≤ 2	I ≤ 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 CE 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 dans le temps. De plus, l'élément architectural étant destiné au parement de façades, il n'est généralement pas au contact direct de l'air intérieur ce qui limite son impact.

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 éléments architecturaux en béton, objets de la présente fiche de déclaration ne contiennent pas de fibres. Ils ne sont pas à l'origine d'émissions de fibres ou de particules susceptibles de contaminer l'air intérieur des bâtiments. Les éléments architecturaux ne sont de plus généralement pas à son contact direct.

Condition normale d'utilisation

L'élément architectural en béton étudié n'est généralement pas en contact direct avec l'air intérieur des bâtiments. Ceci contribue, au-delà des caractéristiques présentées ci-dessus, à sa neutralité vis-à-vis de la problématique de qualité de l'air intérieur.

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 ou non utilisées durant la phase d'usage du bâtiment. Les éléments architecturaux n'ont 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 surface et les joints des éléments architecturaux garantissent l'étanchéité à l'eau et à l'air de la façade. Ils peuvent, dans certaines configurations, jouer favorablement sur l'inertie thermique de l'ouvrage.

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 éléments architecturaux en béton permettent l'obtention de façades possédant de très bonnes performances acoustiques (loi de masse). À titre indicatif, un panneau de béton de 12 cm d'épaisseur (cas du panneau objet de la déclaration) apporte une isolation acoustique additive $R_w(C ; C_{tr})$ de 51 (-1 ; -6) 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)

L'élément architectural en béton 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)

L'élément architectural 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

L'élément architectural seul n'a pas d'influence sur la gestion énergétique du bâtiment. C'est l'enveloppe entière qui est concernée selon sa constitution.

L'élément architectural peut participer à l'inertie thermique du bâtiment dans certaines situations (utilisé en intérieur).

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...). L'élément architectural n'a pas d'influence sur la gestion de l'eau durant cette phase.

5.3 Entretien et maintenance

Les éléments architecturaux en béton offrent de par leur constitution une grande durabilité.

La durabilité esthétique est accrue par l'adoption de dispositions constructives spécifiques : dispositifs de rejets d'eau, modénatures, formes géométriques visant à faciliter l'évacuation de l'eau.

Différentes mesures préventives comme l'application de produits antigraffiti, hydrofuges... peuvent être prises en amont pour éviter les salissures ou faciliter leur nettoyage.

En actions curatives, différents types de nettoyage sont préconisés en fonction du type de salissure et de l'aspect de surface de l'élément architectural. Le nettoyage peut consister, par exemple, en un lavage à l'eau sous pression ou non, un lavage à la vapeur, un brossage, ponçage, sablage ou encore gommage.

ANNEXE TECHNIQUE

Caractérisation des données principales

Description des étapes du cycle de vie

Production

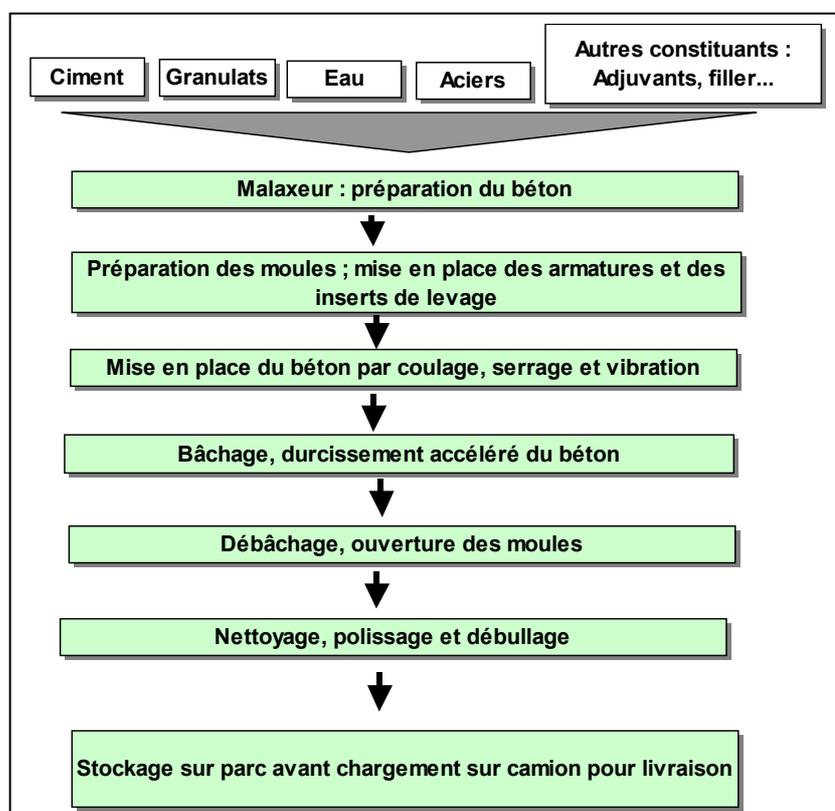
Cette étape comprend :

- la production des matières premières entrant dans la composition des éléments architecturaux (panneaux) ;
- le transport de ces matières ;
- la fabrication des panneaux jusqu'au chargement pour livraison.

Le procédé de production en usine inclut les étapes suivantes :

- préparation du béton par mélange des différentes matières premières ;
- fabrication des panneaux en béton dans des moules ;
- durcissement des panneaux en béton ;
- nettoyage et polissage ;
- 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 panneaux sur chantier, puis la pose des panneaux au moyen d'un engin de levage, et leur fixation.

Vie en œuvre

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

Fin de vie

Cette étape comprend :

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

Définition du système

Principales étapes incluses ou exclues :

Incluses

- Production des panneaux en béton [1]
- Production du ciment CEM I 52,5 [2]
- Production des granulats [3]
- Production d'adjuvants [4]
- Production de fillers calcaires [5]
- Production d'huiles [6]
- Production d'électricité en France [7]
- Production de pétrole [8]
- Production et combustion de gasoil [9]
- Production et combustion de fioul léger [10]
- Production et combustion de fioul lourd [11]
- Production et combustion de propane [12]
- Production et combustion de gaz naturel [13]
- Production de Polychlorure de Vinyle (PVC) [14]
- Production de Polyéthylène Haute Densité (HPDE) [15]
- Production d'acier secondaire [16]
- Production d'acier d'armature [17]
- Production d'acier galvanisé à chaud [18]
- Production d'acier électro galvanisé [19]
- Transport par route [20]
- Incinération de bois [21]
- Pose des panneaux [22]
- Démolition [23]
- Mise en décharge de classe 3 [24]

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 à la fabrication des produits à l'exception des pièces d'usure (les impacts sur l'environnement liés à la construction des équipements sont amortis sur l'ensemble de leur durée d'utilisation).
- Traitement des déchets (excepté ceux liés au produit en fin de vie conformément à la norme NF P 01-010).

Règle de coupure

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

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

Prise en compte des coproduits

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

Principales hypothèses

Production des panneaux en béton

Une allocation massique a été réalisée pour l'imputation de certaines consommations (électricité, carburant, huiles) à la production de panneaux 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 :

- 170 km pour le transport du ciment ;
- 245 km pour le transport des granulats.
- 740 km pour le transport des aciers.

Les transports sont effectués par camion.

Les éléments constitutifs des panneaux nécessaires au levage, à la pose et à l'étanchéité sont :

Ancre de levage

- 20 g d'acier (ancre de levage à pied-plat), soit 0,2 g pour l'UF.
- 590 g d'acier galvanisé (ancre de levage à basculer), soit 5,9 g pour l'UF.
- 88 g d'acier (ancre de levage de renfort), soit 0,88 g pour l'UF.

Fixations

- 190 g d'acier galvanisé (rail de fixation), soit 1,9 g pour l'UF,
- 50 g d'acier électro-zingué (boulon à tête), soit 0,5 g pour l'UF,
- 260 g d'acier galvanisé (équerre de fixation), soit 2,6 g pour l'UF.

Joints d'étanchéité

- 20 g de glissières PVC, soit 0,2 g pour l'UF.

Livraison

La distance moyenne de transport des panneaux jusqu'au chantier est de 215 km. Le transport est effectué par camion de 24 tonnes.

À défaut de données statistiques, l'hypothèse défavorable d'un retour à vide a été retenue bien que n'étant pas systématiquement le cas dans les faits.

Mise en œuvre

L'hypothèse d'une mise en œuvre (levage et positionnement) à l'aide d'une grue à moteur thermique a été retenue.

Les produits complémentaires apportés sur le chantier sont :

- 18 g de joint PVC (languette d'étanchéité) par m², soit 0,2 g pour l'UF,
- 1,5 g d'acier (pièce d'arrêt et épingle de fixation) par m², soit 0,015 g pour l'UF.

La prise en compte de ces produits complémentaires (pour ce qui est de leur production) est

effectuée au niveau de la phase de production et non de mise en œuvre.

Vie en œuvre

Aucune opération d'entretien n'a été comptabilisée durant la vie en œuvre.

Les seules opérations qui pourraient être comptabilisées en situation normale d'usage sont des nettoyages dont la nature varie en fonction du type de salissure rencontré (cf. § 5.3 Entretien et Maintenance). Ces éventuelles interventions, du fait de leur diversité, ne sont pas comptabilisées dans l'analyse.

Démolition

L'hypothèse d'une démolition et d'un chargement pas pelle mécanique est retenue.

Mise en décharge

La totalité des déchets de panneau en fin de vie est stockée en décharge de classe 3 pour déchets inertes.

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.

Carbonatation

Le béton réabsorbe, tout au long de sa vie, du dioxyde de carbone atmosphérique lors du processus de carbonatation. Ce processus a été pris en compte dans l'ACV. L'hypothèse retenue est celle d'une réabsorption d'une masse de CO₂ correspondant à 18 % de la masse de ciment présent sur une épaisseur de 5 mm pour chaque face. Cette réabsorption a été comptabilisée à part égales sur les phases de vie en œuvre et de fin de vie en raison de leur durée.

Informations sur les données

• Données principales :

- [1] Les données de production des panneaux en béton ont été collectées par questionnaires 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 2005-2006.

Représentativité des données de production des éléments architecturaux

- **Année** : 2004-2005.
- **Zone géographique** : France.
- **Part du marché** : la production des sites ayant fait l'objet d'une collecte de données approfondie représente au moins 15 % de la production annuelle nationale d'éléments architecturaux en 2005.

Certaines données (distances de transport notamment) proviennent de moyennes nationales sur l'ensemble des sites de production en France.

La représentativité des sites ayant fait l'objet d'une collecte directe est à considérer au regard de la très large représentativité technologique des process présentée ci-dessous.

Technologie

Les process de production des usines étudiées dans le cadre de cette analyse correspondent aux process les plus couramment utilisés dans la très grande majorité des usines françaises. Ils comprennent, après une préparation du béton dans une centrale à béton, une préparation des moules avec la mise en place des armatures et des inserts de levage, une mise en place du béton par coulage, le serrage et la vibration du béton dans le moule, le bâchage et le durcissement du béton, le débâchage et l'ouverture des moules, le nettoyage, le polissage et le débullage, puis l'évacuation des produits sur le parc pour chargement et livraison. Les matières premières et les dosages utilisés sont représentatifs de la plupart des usines françaises pour les éléments architecturaux en béton.

- **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 roche calcaire 26 %).
- [4] **Production d'adjuvants** : Données européennes de l'EFCA (Association européenne des producteurs d'adjuvants) pour les superplastifiants – juin 2002 ; accélérateur de prise – décembre 2005.
- [5] **Production de fillers calcaires** (sable calcaire extra fin) : Extraction de calcaire en carrière : Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape (FOEFL or BUWAL), Environmental Series No. 132, Bern, February 1991.
Émissions de poussières modifiées d'après les données fournies par l'UNPG en 2000 pour les carrières calcaire et éruptif.
- [6] **Production de lubrifiants** : Données d'un site de production, 1998 Ecobilan.
- [7] **Production de l'électricité en France** : a) combustion du charbon, de la lignite, du fuel lourd, du gaz naturel : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996 et b) Energy statistics of OECD countries 1999-2000 ; International energy agency, Paris, 2002.
- [8] **Production de pétrole** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996
- [9] **Production et combustion de gasoil par les engins** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996.
- [10] **Extraction, production et combustion du fuel léger** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996.
- [11] **Extraction, production et combustion du fuel lourd** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996.
- [12] **Production et combustion de propane** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996.
- [13] **Production et combustion du gaz naturel** : Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996, Teil 1, Erdgas, Pages 66-67.
- [14] **Production de polychlorure de vinyle (PVC, sheet)** : Ecoprofiles of the European plastics industry, PVC Conversion processes, Pages 25 to 33, I.Boustead, APME, Brussels, October 2002
- [15] **Production de polyéthylène haute densité (PEHD)** : Ecoprofiles of the European plastics industry, Polyolefins p19-25, I. Boustead, APME, Brussels, July 2003
- [16] **Production d'acier secondaire** : Données européennes de production d'acier collectées en 1994-1995 dans le cadre du projet réalisé pour l'International Iron and Steel Institute.
- [17] **Production d'acier d'armature** : Données européennes de production d'acier d'armature 1999-2000 International Iron and Steel Institute.
- [18] **Production d'acier électroaluminé** : Données européennes de production d'acier collectées en 1999-2000 dans le cadre du projet réalisé pour l'International Iron and Steel Institute.
- [19] **Production d'acier galvanisé à chaud** : Données européennes de production d'acier collectées en 1999-2000 dans le cadre du projet réalisé pour l'International Iron and Steel Institute.

- [20] **Transport par route** : Laboratorium fur Energiesysteme ETH, Zurich, 1996.
- [21] **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.
- [22] **Pose des panneaux** : Positionnement sur chantier et pose par engin de levage : Béton Database BETON2D - Plaatsen van betonelementen m.b.v. kraan - INTRON 1998.
- [23] **Démolition** : Cas d'une démolition par pelle mécanique - DIK LCA 1994/INTRON 98 – documentation technique 2002 LIEBHERR.
- [24] **Mise en décharge de classe 3** : Données de lixiviation 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 18 48 66 - e-mail : envir@cerib.com - www.cerib.com

Conventions sur les transports

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

Transport par route

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

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

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

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

où

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

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

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

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

Cette formule est également utilisée pour le transport des matières premières ; elle est parfois ajustée 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 : 0.0057 litre/tonne.km	ETH
Densité du carburant diesel = 0,84		

Conventions sur les consommations énergétiques

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

Pouvoirs Calorifiques inférieurs (PCI)

	Unité	PCI (MJ)	PCI (th)	Source
Charbon	1 (t)	28 900	6 905	ETHZ 96
Lignite	1 (t)	19 500	4 659	ETHZ 96
Coke de charbon	1 (t)	28 000	6 690	DGEMP
Fuel lourd	1 (t)	40 000	9 557	ETHZ 96
Fuel léger	1 (t)	44 000	10 512	ETHZ 96
Diesel	1 (t)	42 000	10 035	DGEMP
Coke de pétrole	1 (t)	32 000	7 645	DGEMP
Gaz naturel	1 (t)	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 (2002) %	Union Européenne (2002) %
Charbon	4,48	30,75
Fuel lourd	0,81	5,87
Énergies hydrauliques, éolienne et maréomotrice	12,54	14,23
Nucléaire	77,98	31,80
Gaz	4,10	17,35

Sources : Energy statistics of OECD countries 2002-2003, 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