

Mur à coffrage intégré en béton

conforme à la norme NF P 01-010

*Fiche de
déclaration
environnementale
et sanitaire*

*Mur à coffrage intégré
en béton*

conforme à la
norme NF P 01-010

Réf. 259.E
Mars 2012

Avertissement

Toute exploitation, totale ou partielle, des informations fournies dans ce document 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.

© CERIB – 28 Épernon

259.E – Mars 2012- ISSN 0249-6224 - EAN 9782857552345

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

| | |
|---|-----------|
| SOMMAIRE | 3 |
| Résumé | 5 |
| AVANT PROPOS | 7 |
| 1. Caractérisation du produit selon NF P 01-010 | 8 |
| 1.1. Définition de l'Unité fonctionnelle (UF) | 8 |
| 1.2. Masse de produit nécessaire pour l'unité fonctionnelle (UF) | 8 |
| 1.3. Caractéristiques techniques utiles non contenues dans la définition de l'unité fonctionnelle | 8 |
| 2. Données d'Inventaire et Commentaires | 9 |
| 2.1. Consommation des ressources naturelles | 9 |
| 2.2. Émissions dans l'environnement (eau, air et sol) | 13 |
| 2.3. Production des déchets | 17 |
| 3. Contribution du produit aux impacts environnementaux selon NF P 01-010 | 19 |
| 4. Contribution du produit à l'évaluation des risques sanitaires et de la qualité de vie selon NF P 01-010 § 7 | 20 |
| 4.1. Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires (NF P 01-010 § 7.2) | 20 |
| 4.2. Contribution du produit au confort (NF P 01-010 § 7.3) | 22 |
| 5. Autres contributions du produit notamment par rapport à des préoccupations d'écogestion de l'ouvrage | 23 |
| 5.1. Ecogestion du bâtiment | 23 |
| 6. ANNEXE TECHNIQUE | 24 |
| 6.1. Représentativité des données | 24 |
| 6.2. Définition du système d'Analyse de Cycle de Vie | 25 |
| 6.3. Sources de données | 27 |
| 6.4. Traçabilité | 28 |

Résumé

Le présent document a pour objectif de fournir l'information disponible sur les caractéristiques environnementales et sanitaires d'un mètre carré de mur à coffrage intégré en béton armé. 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.

Summary

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

AVANT PROPOS

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

Producteur des données :

La présente FDES a été réalisée par le Centre d'Etudes et de Recherche de l'Industrie du Béton (CERIB) à l'initiative de la Fédération de L'industrie du Béton (FIB). Les informations contenues dans cette FDES sont fournies sous la responsabilité du CERIB et de la FIB selon la norme NF P 01-010.

Les caractéristiques environnementales (Chapitres 1, 2 et 3 de la fiche) proviennent d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV) réalisée par le CERIB en 2010-2011.

Représentativité des données :

La FDES est collective. Les données correspondent à un produit type représentatif de la production française de murs à coffrage intégré en béton (dénommés "MCI" dans le reste du document). Les MCI sont couverts par la norme NF EN 14-992 et peuvent faire l'objet d'un Avis Technique assorti d'une certification CSTBat.

Géographique

Les données sont représentatives de la production française.

Temporelle

Les données de production collectées auprès des usines sont de 2008-2009.

Les données secondaires utilisées s'échelonnent de 2000 à 2011.

Technologique

Les données présentées correspondent au process de niveau technologique moyen actuel.

Des informations complémentaires sur la représentativité des données sont détaillées en annexe.

Origine des données :

Les données principales ont fait l'objet de collectes spécifiques sur sites de production. Pour les données secondaires, les bases de données DEAM[®], Ecoinvent[®] et ELCD[®] sont le plus souvent utilisées. Pour plus de détails, se reporter aux informations en annexe.

Mode de production des données :

Les données présentées sont issues de calculs d'ACV menés selon les normes ISO de la série 14040. Pour cette analyse, le logiciel d'ACV TEAM[®] a été utilisé. Les indicateurs d'impacts environnementaux sont calculés conformément à la norme NF P 01-010 et au Vadémécum, pour la réalisation des ACV dans le cadre des FDES - AIMCC sept 2009.

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.

Une notation scientifique simplifiée est utilisée, par exemple : $5.91E-06 = 5,91 \times 10^{-6}$

1. Caractérisation du produit selon NF P 01-010

1.1. Définition de l'Unité fonctionnelle (UF)

Assurer la fonction de mur porteur (structure et clos) sur un mètre carré de paroi pendant une annuité, tout en assurant une isolation acoustique ($R_w (C, C_{tr}) = 61 (-1, -6) \text{ dB}$) additive à celle d'un doublage.

Le produit est mis en œuvre selon les règles de l'art.

La Durée de Vie Typique (au sens de la norme NF P 01-010) est de 100 ans.

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

Quantité de produits et éventuellement de produits complémentaires de d'emballage de distribution contenue dans l'UF sur la base d'une Durée de Vie Typique (au sens de la norme NF P 01-010) de 100 ans.

La fonction est assurée par un mètre carré représentatif de mur à coffrage intégré en béton armé d'épaisseur 18 cm (deux parois de coffrage de 55 mm d'épaisseur espacées de 70 mm).

Ce produit est couvert par la norme NF EN 14-992 et peut faire l'objet d'un Avis Technique assorti d'une certification CSTBat.

Produit :

270 kg de MCI par m^2 de mur porteur, soit 2,70 kg pour l'UF, comprenant :

- 258 kg de béton, soit 2,58 kg pour l'UF
- 12 kg d'aciers (armatures/raidisseurs et autres aciers de liaisons horizontale et verticale entre éléments), soit 0,12 kg pour l'UF

Produits complémentaires :

Les MCI ne nécessitent aucun conditionnement pour leur livraison.

La mise en œuvre d'un m^2 nécessite :

- 0,07 m^3 (soit 167 kg) de béton prêt à l'emploi (BPE) type C25/30 CEM II A-S XC2 et de consistance S4, soit 0,0007 kg pour l'UF
- 1 mètre linéaire de fond de joint et de mastic pour assurer l'étanchéité des raccords, soit : 0,01 ml pour l'UF

Taux de chute :

Une perte de 1% est retenue pour le BPE de remplissage lors de la mise en œuvre.

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

La paroi en béton apporte une isolation thermique additive à celle d'un doublage (résistance thermique de 0,09 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$).

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 Commentaires

2.1. Consommation des ressources naturelles

2.1.1. Consommation des ressources naturelles énergétiques et indicateurs énergétiques

Consommation des ressources naturelles énergétiques :

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total Cycle de Vie UF | Total Cycle de Vie DVT |
|-------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|-----------------------|------------------------|
| Bois | kg | 1,40E-03 | | 2,79E-03 | | | 4,19E-03 | 4,19E-01 |
| Charbon | kg | 4,54E-02 | | 1,37E-02 | | | 5,91E-02 | 5,91E+00 |
| Lignite | kg | 2,02E-03 | | 5,50E-04 | | | 2,57E-03 | 2,57E-01 |
| Gaz naturel | kg | 1,75E-02 | 3,06E-04 | 4,69E-03 | | 1,61E-04 | 2,26E-02 | 2,26E+00 |
| Pétrole | kg | 3,66E-02 | 1,30E-02 | 1,86E-02 | | 6,80E-03 | 7,50E-02 | 7,50E+00 |
| Uranium | kg | 2,80E-06 | 9,30E-09 | 7,99E-07 | | 4,87E-09 | 3,61E-06 | 3,61E-04 |

Indicateurs énergétiques :

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total Cycle de Vie UF | Total Cycle de Vie DVT |
|--------------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|-----------------------|------------------------|
| Énergie Primaire Totale | MJ | 5,02E+00 | 5,58E-01 | 1,78E+00 | | 2,92E-01 | 7,65E+00 | 7,65E+02 |
| Énergie Renouvelable | MJ | 4,54E-01 | | 1,37E-01 | | | 5,92E-01 | 5,92E+01 |
| Énergie Non Renouvelable | MJ | 4,57E+00 | 5,57E-01 | 1,65E+00 | | 2,92E-01 | 7,06E+00 | 7,06E+02 |
| Énergie procédé | MJ | 4,89E+00 | 5,58E-01 | 1,76E+00 | | 2,92E-01 | 7,50E+00 | 7,50E+02 |
| Énergie matière | MJ | 1,26E-01 | | 2,55E-02 | | | 1,52E-01 | 1,52E+01 |
| Électricité ¹ | kWh | 1,39E-01 | 4,09E-04 | 5,35E-03 | | 2,14E-04 | 1,45E-01 | 1,45E+01 |

Commentaires relatifs à la consommation de ressources énergétiques :

L'indicateur d'Énergie Primaire Totale comme celui d'Énergie Non Renouvelable figurant dans le tableau ci-dessus incluent notamment l'énergie récupérée par la valorisation énergétique de déchets en cimenterie.

La valeur de cette énergie récupérée est de 52,5 MJ pour toute la DVT, soit 0,525 MJ par UF.
Si l'on considère cette énergie comme apport gratuit, l'énergie totale est alors de :
 $765 - 52,5 = 712,5$ MJ pour toute la DVT soit 7,13 MJ pour l'UF.

Attention : cette énergie récupérée figure également dans le tableau 2.1.4 en "Energie récupérée".

¹ La production d'électricité est également comptabilisée dans les flux énergétiques précédents.

2.1.2. Consommation des ressources naturelles non énergétiques

| Flux | Unité | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total cycle de vie UF | pour toute la DVT |
|---|-------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|-----------------------|-------------------|
| Antimoine (Sb) | kg | | | | | | | |
| Argent (Ag) | kg | | | | | | | |
| Argile | kg | 7,61E-02 | | 3,73E-02 | | | 1,13E-01 | 1,13E+01 |
| Arsenic (As) | kg | | | | | | | |
| Bauxite (Al ₂ O ₃) | kg | 4,53E-03 | | 2,33E-03 | | | 6,86E-03 | 6,86E-01 |
| Bentonite | kg | 5,75E-06 | 3,77E-08 | 4,32E-07 | | 2,02E-08 | 6,24E-06 | 6,24E-04 |
| Bismuth (Bi) | kg | | | | | | | |
| Bore (B) | kg | | | | | | | |
| Cadmium (Cd) | kg | | | | | | | |
| Calcaire | kg | 8,42E-01 | | 2,00E-01 | | | 1,04E+00 | 1,04E+02 |
| Carbonate de Sodium (Na ₂ CO ₃) | kg | | | | | | | |
| Chlorure de Potassium (KCl) | | 2,87E-06 | | 3,62E-05 | | | 3,91E-05 | 3,91E-03 |
| Chlorure de Sodium (NaCl) | kg | 2,09E-03 | 1,79E-06 | 3,99E-04 | | | 2,49E-03 | 2,49E-01 |
| Chrome (Cr) | kg | 8,03E-06 | | 6,25E-07 | | | 8,65E-06 | 8,65E-04 |
| Cobalt (Co) | kg | | | | | | | |
| Cuivre (Cu) | kg | 3,84E-06 | | 5,18E-07 | | | 4,36E-06 | 4,36E-04 |
| Dolomie | kg | 9,01E-03 | | 1,88E-03 | | | 1,09E-02 | 1,09E+00 |
| Etain (Sn) | kg | 1,41E-07 | | 1,75 E-09 | | | 1,43E-07 | 1,43E-05 |
| Feldspath | kg | | | 1,36E-07 | | | 1,36E-07 | 1,36E-05 |
| Fer (Fe) | kg | 5,80E-02 | | 1,25E-02 | | | 7,05E-02 | 7,05E+00 |
| Fluorite (CaF ₂) | kg | 3,43E-07 | | 9,57E-07 | | | 1,30E-06 | 1,30E-04 |
| Gravier ² | kg | 7,03E-04 | | 7,07E-01 | | | 7,08E-01 | 7,08E+01 |
| Lithium (Li) | kg | | | | | | | |
| Kaolin (Al ₂ O ₃ , 2SiO ₂ , 2H ₂ O) | kg | 1,59E-03 | | | | | 1,59E-03 | 1,59E-01 |
| Magnésium (Mg) | kg | 1,74E-06 | | 6,94E-08 | | | 1,81E-06 | 1,81E-04 |
| Manganèse (Mn) | kg | 5,11E-06 | | 2,35E-07 | | | 5,34E-06 | 5,34E-04 |
| Mercuré (Hg) | kg | | | | | | | |
| Molybdène (Mo) | kg | 2,53E-07 | | 1,52E-08 | | | 2,69E-07 | 2,69E-05 |
| Nickel (Ni) | kg | 2,13E-05 | | 1,58E-06 | | | 2,29E-05 | 2,29E-03 |
| Or (Au) | kg | | | | | | | |
| Palladium (Pd) | kg | | | | | | | |
| Platine (Pt) | kg | | | | | | | |
| Plomb (Pb) | kg | 6,85E-08 | 1,22E-10 | 3,91E-09 | | | 7,26E-08 | 7,26E-06 |
| Rhodium (Rh) | kg | | | | | | | |
| Rutile (TiO ₂) | kg | 1,89E-07 | | 2,11E-07 | | | 4,00E-07 | 4,00E-05 |
| Sable ² | kg | 1,51E-02 | | 6,25E-01 | | | 6,41E-01 | 6,41E+01 |
| Silice (SiO ₂) | kg | | | | | | | |
| Soufre (S) | kg | | | 1,69E-06 | | | 1,01E-06 | 1,01E-04 |
| Sulfate de Baryum (BaSO ₄) | kg | 1,37E-05 | 3,99E-07 | 2,08E-06 | | 2,14E-07 | 1,64E-05 | 1,64E-03 |
| Titane (Ti) | kg | 1,84E-06 | | | | | 1,84E-06 | 1,84E-04 |
| Tungstène (W) | kg | | | | | | | |
| Vanadium (V) | kg | | | | | | | |
| Zinc (Zn) | kg | 1,35E-06 | | 1,60E-07 | | | 1,47E-06 | 1,47E-04 |
| Zirconium (Zr) | kg | | | | | | | |
| Matières premières végétales non spécifiées | kg | 6,80E-07 | | 2,91E-08 | | | 7,09E-07 | 7,09E-05 |
| Produits intermédiaires non remontés (total) | kg | 1,19E-04 | | 7,67E-06 | | | 1,27E-04 | 1,27E-02 |
| Roches massives (granite, quartzite, cornéenne, dolérite) ² | kg | 8,40E-01 | | | | | 8,40E-01 | 8,40E+01 |
| Roche silico-calcaire ² | kg | 9,74E-01 | | | | | 9,74E-01 | 9,74E+01 |
| Roche (autres) | kg | 4,01E-07 | | 1,28E-07 | | | 5,29E-07 | 5,29E-05 |
| Gypse | kg | 1,51E-02 | | | | | 1,51E-02 | 1,51E+00 |
| Matières premières non spécifiées avant | kg | 1,22E-03 | 1,04E-05 | 1,07E-03 | | 5,45E-06 | 2,31E-03 | 2,31E-01 |

Commentaires relatifs à la consommation de ressources non énergétiques :

Environ 98% en masse des ressources non énergétiques consommées correspondent à des matériaux minéraux extraits pour la production des granulats du béton et la production de ciment (argile, calcaire, sable, roches massives, ...) nécessaire à la fabrication et la mise en œuvre du MCI.

² Pour l'étape de production, le sable et les granulats entrant dans la composition du béton sont comptabilisés dans les flux "Roche silico-calcaire" et "Roches massives".

2.1.3. Consommation d'eau

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total Cycle de Vie UF DVT | |
|-----------------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|------------------------------|----------|
| Eau : Lac | litre | 1,83E-02 | | 8,38E-03 | | | 2,67E-02 | 2,67E+00 |
| Eau : Mer | litre | 3,10E-03 | | 4,35E-04 | | | 3,54E-03 | 3,54E-01 |
| Eau : Nappe Phréatique | litre | 2,78E-01 | | 1,96E-01 | | | 4,74E-01 | 4,74E+01 |
| Eau : Origine non Spécifiée | litre | 2,24E+00 | 5,41E-02 | 7,57E-01 | | 2,84E-02 | 3,08E+00 | 3,08E+02 |
| Eau: Rivière | litre | 4,71E-02 | | 2,38E-02 | | | 7,10E-02 | 7,10E+00 |
| Eau Potable (réseau) | litre | 2,37E-01 | | 6,71E-02 | | | 3,04E-01 | 3,04E+01 |
| Eau Consommée (total) | litre | 2,82E+00 | 5,41E-02 | 1,05E+00 | | 2,84E-02 | 3,96E+00 | 3,96E+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 71% pendant l'étape de production et à 27% pendant l'étape de mise en œuvre essentiellement pour la production du béton prêt à l'emploi.

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 UF DVT | |
|--|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|------------------------------|----------|
| Énergie Récupérée ³ | MJ | 3,62E-01 | | 1,63E-01 | | | 5,25E-01 | 5,25E+01 |
| Matière Récupérée Total | kg | 9,94E-02 | | 1,79E-01 | | | 2,78E-01 | 2,78E+01 |
| Matière Récupérée Acier | kg | 6,35E-02 | | 1,33E-02 | | | 7,68E-02 | 7,68E+00 |
| Matière Récupérée Aluminium | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Métal (non spécifié) | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Papier-Carton | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Plastique | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Calcin | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Biomasse | kg | 9,93E-03 | | 2,41E-05 | | | 9,96E-03 | 9,96E-01 |
| Matière Récupérée Minérale | kg | 5,07E-03 | | | | | 5,07E-03 | 5,07E-01 |
| Matière Récupérée Non spécifiée | kg | 2,09E-02 | | 1,66E-01 | | | 1,86E-01 | 1,86E+01 |

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

La majeure partie des matières récupérées, spécifiées ou non, sont valorisées sous forme d'énergie ou de matières lors de la fabrication de ciment, nécessaire à la préparation des bétons pour la fabrication du MCI, à l'étape de production ou pour la pose lors de l'étape de mise en œuvre.

³ La ligne " Energie récupérée" correspond au contenu énergétique de matières valorisées énergétiquement des flux matière présents dans les lignes du dessous.

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 UF DVT | |
|---|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|------------------------------|----------|
| Hydrocarbures (non spécifiés) | g | 1,82E-01 | 1,48E-01 | 1,18E-01 | | 8,65E-02 | 5,34E-01 | 5,34E+01 |
| HAP (non spécifiés) | g | 8,49E-06 | 1,61E-07 | 5,72E-06 | | 8,45E-08 | 1,44E-05 | 1,44E-03 |
| Méthane (CH4) | g | 5,12E-01 | 6,45E-02 | 1,56E-01 | | 3,39E-02 | 7,67E-01 | 7,67E+01 |
| Composés organiques volatils (ex : acétone, acétate...) | g | 5,06E-02 | | 1,06E-02 | | | 6,12E-02 | 6,12E+00 |
| Dioxyde de Carbone (CO2) | g | 4,64E+02 | 4,24E+01 | 2,01E+02 | | 2,19E+01 | 7,29E+02 | 7,29E+04 |
| Monoxyde de Carbone (CO) | g | 1,58E+00 | 1,10E-01 | 5,34E-01 | | 8,20E-02 | 2,31E+00 | 2,31E+02 |
| Oxydes d'Azote (NOx en NO2) | g | 1,14E+00 | 5,02E-01 | 5,40E-01 | | 2,71E-01 | 2,46E+00 | 2,46E+02 |
| Protoxyde d'Azote (N2O) | g | 2,08E-02 | 5,46E-03 | 6,62E-03 | | 1,72E-03 | 3,46E-02 | 3,46E+00 |
| Ammoniaque (NH3) | g | 2,95E-02 | | 1,20E-02 | | | 4,14E-02 | 4,14E+00 |
| Poussières (non spécifiées) | g | 2,51E-01 | 2,90E-02 | 7,74E-02 | | 3,13E-02 | 3,88E-01 | 3,88E+01 |
| Oxydes de Soufre (SOx en SO2) | g | 6,25E-01 | 1,85E-02 | 2,42E-01 | | 1,87E-02 | 9,04E-01 | 9,04E+01 |
| Hydrogène Sulfureux (H2S) | g | 6,63E-03 | | 1,49E-03 | | | 8,12E-03 | 8,12E-01 |
| Acide Cyanhydrique (HCN) | g | 1,70E-04 | | 8,52E-05 | | | 2,55E-04 | 2,55E-02 |
| Composés chlorés organiques (en Cl) | g | 2,94E-04 | | | | | 2,94E-04 | 2,94E-02 |
| Acide Chlorhydrique (HCl) | g | 8,65E-03 | 3,15E-05 | 2,66E-03 | | 1,71E-05 | 1,13E-02 | 1,13E+00 |
| Composés chlorés inorganiques (en Cl) | g | 2,65E-04 | | 1,29E-04 | | | 3,93E-04 | 3,93E-02 |
| Composés chlorés non spécifiés (en Cl) | g | 2,06E-05 | | 1,06E-05 | | | 3,13E-05 | 3,13E-03 |
| Composés fluorés organiques (en F) | g | 7,40E-06 | 1,01E-06 | 6,10E-06 | | 5,26E-07 | 1,50E-05 | 1,50E-03 |
| Composés fluorés inorganiques (en F) | g | 2,36E-03 | 2,43E-06 | 1,03E-04 | | | 2,46E-03 | 2,46E-01 |
| Composés halogénés (non spécifiés) | g | 4,43E-05 | | 6,86E-05 | | | 1,13E-04 | 1,13E-02 |
| Composés fluorés non spécifiés (en F) | g | | | | | | | |
| Métaux (non spécifiés) | g | 1,78E-03 | 5,63E-06 | 5,32E-04 | | 2,96E-06 | 2,32E-03 | 2,32E-01 |
| Antimoine et ses composés (en Sb) | g | 2,35E-06 | | 2,56E-05 | | | 2,80E-05 | 2,80E-03 |
| Arsenic et ses composés (en As) | g | 4,80E-06 | 1,96E-07 | 1,62E-06 | | 1,03E-07 | 6,72E-06 | 6,72E-04 |
| Cadmium et ses composés (en Cd) | g | 7,89E-06 | 1,08E-06 | 2,58E-06 | | 3,94E-07 | 1,19E-05 | 1,19E-03 |
| Chrome et ses composés (en Cr) | g | 9,66E-05 | 2,46E-07 | 1,92E-05 | | 1,53E-07 | 1,16E-04 | 1,16E-02 |
| Cobalt et ses composés (en Co) | g | 2,03E-05 | 4,81E-07 | 1,60E-07 | | 2,52E-07 | 2,12E-05 | 2,12E-03 |
| Cuivre et ses composés (en Cu) | g | 4,21E-05 | 7,26E-07 | 1,83E-05 | | 3,80E-07 | 6,15E-05 | 6,15E-03 |
| Étain et ses composés (en Sn) | g | 2,06E-06 | | 9,13E-07 | | | 2,97E-06 | 2,97E-04 |
| Manganèse et ses composés (en Mn) | g | 2,15E-05 | 5,90E-08 | 1,01E-05 | | | 3,17E-05 | 3,17E-03 |
| Mercurure et ses composés (en Hg) | g | 2,07E-05 | 2,48E-08 | 6,44E-06 | | | 2,71E-05 | 2,71E-03 |
| Nickel et ses composés (en Ni) | g | 6,11E-05 | 9,62E-06 | 2,67E-05 | | 5,03E-06 | 1,02E-04 | 1,02E-02 |
| Plomb et ses composés (en Pb) | g | 2,32E-04 | 3,54E-06 | 5,68E-05 | | 1,50E-06 | 2,94E-04 | 2,94E-02 |

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total Cycle de Vie UF DVT | |
|--|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|------------------------------|-----------|
| Sélénium et ses composés (en Se) | g | 1,80E-06 | 1,99E-07 | 7,83E-07 | | 1,04E-07 | 2,89E-06 | 2,89E-04 |
| Tellure et ses composés (en Te) | g | | | | | | | |
| Zinc et ses composés (en Zn) | g | 7,06E-04 | 1,63E-03 | 2,19E-04 | | 3,86E-04 | 2,95E-03 | 2,95E-01 |
| Vanadium et ses composés (en V) | g | 1,62E-04 | 3,85E-05 | 8,55E-05 | | 2,01E-05 | 3,07E-04 | 3,07E-02 |
| Silicium et ses composés (en Si) | g | 1,11E-03 | 3,00E-06 | 4,10E-04 | | 1,57E-06 | 1,53E-03 | 1,53E-01 |
| Carbonatation (Dioxyde de carbone, CO ₂) | g | | | | -1,90E+01 | -1,29E+01 | -3,19E+01 | -3,19E+03 |
| Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques | g | 5,46E-04 | 1,43E-05 | 3,19E-06 | | 7,47E-06 | 5,70E-04 | 5,70E-02 |
| Phosphore et ses composés (P) | g | 7,29E-06 | 1,77E-08 | 2,59E-08 | | 9,26E-09 | 7,34E-06 | 7,34E-04 |
| Composés inorganiques non spécifiés | g | 8,89E-03 | | 3,33E-04 | | | 9,22E-03 | 9,22E-01 |

Commentaires relatifs aux émissions dans l'air :

Dioxyde de carbone :

Les émissions dans l'air sous forme de dioxyde de carbone contribuent pour 96% à l'impact "Changement climatique". Ces émissions ont lieu à 64% lors de l'étape de production et à 28% lors de l'étape de mise en œuvre.

Durant toute la vie du béton, du dioxyde de carbone est réabsorbé par carbonatation. Cette réabsorption a été comptabilisée pour les MCI et explique la valeur négative d'émission de dioxyde de carbone, affichée comme flux complémentaire dans le tableau précédent, en ce qui concerne les étapes de vie en œuvre et de fin de vie.

Ce CO₂ fait partie des échanges qui ont lieu dans les limites du système, il ne doit pas être considéré comme un évitement d'impact mais bien comme une consommation réelle de CO₂.

Hydrocarbures :

Ils contribuent majoritairement à l'impact de formation "Ozone photochimique".

34% des émissions ont lieu lors de la production, 28% lors du transport, 22% lors de la mise en œuvre et 16% lors de la fin de vie.

Oxydes d'azote et oxydes de soufre :

Les émissions d'oxydes d'azote et d'oxydes de soufre sont respectivement responsables de 63% et 33% de l'indicateur d'impact "Acidification atmosphérique".

47% des émissions d'oxydes d'azote ont lieu lors de l'étape de production, 20% lors de l'étape de transport, 22% lors de l'étape de mise en œuvre et 11% lors de la fin de vie.

69% des émissions d'oxydes de soufre ont lieu lors de l'étape de production et 27% lors de l'étape de mise en œuvre.

Monoxyde de carbone :

Les émissions de monoxyde de carbone présentent, avec 45%, la contribution la plus importante sur l'impact "Pollution de l'air".

69% des émissions ont lieu au cours de l'étape de production et 23% lors de la mise en œuvre.

Poussières :

Le flux d'émission de poussières est le second contributeur à l'impact "Pollution de l'air" avec 19%.

Ces poussières sont émises à 65% lors de la production, 8% lors du transport, 20% lors de la mise en œuvre et 5% lors de la fin de vie.

2.2.2 Émissions dans l'eau

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total Cycle de Vie UF DVT | |
|--|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|------------------------------|----------|
| DCO (Demande Chimique en Oxygène) | g | 1,23E-01 | 1,92E-03 | 1,64E-02 | | 1,38E-03 | 1,43E-01 | 1,43E+01 |
| DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène) | g | 4,12E-02 | 5,82E-05 | 4,35E-03 | | 7,62E-05 | 4,57E-02 | 4,57E+00 |
| Matière en Suspension (MES) | g | 5,06E-02 | 3,28E-04 | 3,19E-02 | | 3,73E-04 | 8,32E-02 | 8,32E+00 |
| Cyanure (CN-) | g | 2,61E-05 | 2,74E-06 | 1,22E-05 | | 1,61E-06 | 4,27E-05 | 4,27E-03 |
| AOX (Halogènes des composés organiques absorbables) | g | 5,44E-06 | 2,72E-06 | 7,13E-06 | | 2,74E-06 | 1,80E-05 | 1,80E-03 |
| Hydrocarbures (non spécifiés) | g | 2,28E-02 | 9,71E-03 | 1,96E-02 | | 5,10E-03 | 5,72E-02 | 5,72E+00 |
| Composés azotés (en N) | g | 8,34E-03 | 1,61E-03 | 3,53E-03 | | 9,41E-04 | 1,44E-02 | 1,44E+00 |
| Composés phosphorés (en P) | g | 1,45E-03 | 5,35E-06 | 3,42E-04 | | 2,86E-06 | 1,80E-03 | 1,80E-01 |
| Composés fluorés organiques (en F) | g | | | 1,89E-04 | | 1,98E-05 | 2,09E-04 | 2,09E-02 |
| Composés fluorés inorganiques (en F) | g | 1,63E-03 | 2,70E-05 | 2,69E-06 | | 1,43E-05 | 1,68E-03 | 1,68E-01 |
| Composés fluorés non spécifiés (en F) | g | | | 2,28E-08 | | | 2,28E-08 | 2,28E-06 |
| Composés chlorés organiques (en Cl) | g | 1,67E-05 | 2,96E-08 | 1,06E-06 | | | 1,78E-05 | 1,78E-03 |
| Composés chlorés inorganiques (en Cl) | g | 9,62E-01 | 6,61E-01 | 7,04E-01 | | 3,46E-01 | 2,67E+00 | 2,67E+02 |
| Composés chlorés non spécifiés (en Cl) | g | 7,56E-05 | 1,15E-05 | 4,35E-05 | | 6,01E-06 | 1,37E-04 | 1,37E-02 |
| HAP (non spécifiés) | g | 1,72E-05 | 1,66E-05 | 1,12E-05 | | 8,70E-06 | 5,37E-05 | 5,37E-03 |
| Métaux (non spécifiés) | g | 1,39E-02 | 1,11E-02 | 8,07E-03 | | 5,81E-03 | 3,89E-02 | 3,89E+00 |
| Aluminium et ses composés (en Al) | g | 1,39E-03 | 8,24E-06 | 4,77E-04 | | 4,59E-06 | 1,88E-03 | 1,88E-01 |
| Arsenic et ses composés (en As) | g | 1,34E-05 | 5,41E-07 | 2,33E-06 | | 2,87E-07 | 1,65E-05 | 1,65E-03 |
| Cadmium et ses composés (en Cd) | g | 1,56E-05 | 8,97E-07 | 3,27E-06 | | 5,45E-07 | 2,03E-05 | 2,03E-03 |
| Chrome et ses composés (en Cr) | g | 2,70E-05 | 3,15E-06 | 6,00E-04 | | 1,78E-06 | 6,32E-04 | 6,32E-02 |
| Chrome hexavalent (en Cr VI) | g | 7,83E-05 | | | | | 7,83E-05 | 7,83E-03 |
| Cuivre et ses composés (en Cu) | g | 8,78E-05 | 1,82E-06 | 1,01E-05 | | 9,55E-07 | 1,01E-04 | 1,01E-02 |
| Étain et ses composés (en Sn) | g | 4,99E-06 | | 8,15E-07 | | | 5,80E-06 | 5,80E-04 |
| Fer et ses composés (en Fe) | g | 2,85E-02 | 1,61E-04 | 6,73E-03 | | 8,55E-05 | 3,55E-02 | 3,55E+00 |
| Mercure et ses composés (en Hg) | g | 3,46E-07 | 5,32E-09 | 1,23E-07 | | 4,09E-09 | 4,79E-07 | 4,79E-05 |
| Nickel et ses composés (en Ni) | g | 2,47E-04 | 3,11E-06 | 1,82E-05 | | 1,63E-06 | 2,70E-04 | 2,70E-02 |
| Plomb et ses composés (en Pb) | g | 1,68E-04 | 7,42E-07 | 2,97E-05 | | 4,29E-07 | 1,99E-04 | 1,99E-02 |
| Zinc et ses composés (en Zn) | g | 7,00E-04 | 5,43E-06 | 1,32E-04 | | 3,51E-06 | 8,42E-04 | 8,42E-02 |
| Eau rejetée | Litre | 2,75E-01 | 2,21E-03 | 5,96E-02 | | 1,16E-03 | 3,38E-01 | 3,38E+01 |
| Carbone Organique Total (COT) | g | 1,52E-02 | 9,40E-03 | 9,68E-04 | | 4,99E-03 | 3,06E-02 | 3,06E+00 |
| Composés organiques dissous non spécifiés | g | 2,13E-02 | 6,03E-04 | 4,65E-04 | | 3,20E-04 | 2,27E-02 | 2,27E+00 |
| Composés inorganiques dissous non spécifiés | g | 1,31E-03 | 1,70E-04 | 5,69E-02 | | 8,90E-05 | 5,85E-02 | 5,85E+00 |
| Composés inorganiques dissous non spécifiés non toxiques | g | 1,77E-01 | 1,12E-02 | 2,29E-02 | | 6,10E-03 | 2,17E-01 | 2,17E+01 |
| Matière Dissoute (non spécifiée) | g | 1,68E-01 | | 1,23E-03 | | | 1,70E-01 | 1,70E+01 |
| Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques | g | 5,88E-01 | 4,47E-01 | 3,81E-01 | | 2,34E-01 | 1,65E+00 | 1,65E+02 |

Commentaires relatifs aux émissions dans l'eau :

Métaux non spécifiés :

Avec 59% de contribution, ce flux est majoritairement responsable de l'indicateur d'impact de "Pollution de l'eau".

36% des émissions sont imputables à l'étape de production, 28% à l'étape de transport, 21% à l'étape de mise en œuvre et 15% à l'étape de fin de vie.

Fer et ses composés :

Il s'agit du second flux contributeur à l'indicateur d'impact de "Pollution de l'eau", 11%.

80% des émissions ont lieu pendant la production et 19% lors de la mise en œuvre.

Hydrocarbures :

Ce flux est le troisième contributeur à l'indicateur d'impact de "Pollution de l'eau", 9%.

40% des émissions ont lieu lors de l'étape de production, 17% lors de l'étape de transport, 34% lors de l'étape de mise en œuvre et 9% lors de l'étape de fin de vie.

2.2.2. Émissions dans le sol

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total Cycle de Vie UF | DVT |
|--|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|-----------------------|----------|
| Arsenic et ses composés (en As) | g | 3,82E-08 | 2,04E-09 | 8,88E-09 | | 1,08E-09 | 5,02E-08 | 5,02E-06 |
| Biocides ⁴ | g | 1,46E-06 | | 2,81E-08 | | | 1,49E-06 | 1,49E-04 |
| Cadmium et ses composés (en Cd) | g | 1,44E-09 | | 3,09E-10 | | | 1,75E-09 | 1,75E-07 |
| Chrome et ses composés (en Cr) | g | 4,87E-07 | 2,55E-08 | 3,51E-07 | | 1,35E-08 | 8,77E-07 | 8,77E-05 |
| Chrome hexavalent (en Cr VI) | g | 1,19E-06 | | | | | 1,19E-06 | 1,19E-04 |
| Cuivre et ses composés(en Cu) | g | 3,77E-07 | | 5,41E-08 | | | 4,31E-07 | 4,31E-05 |
| Étain et ses composés (en Sn) | g | | | | | | | |
| Fer et ses composés (en Fe) | g | 2,80E-04 | 1,02E-05 | 6,18E-05 | | 5,39E-06 | 3,57E-04 | 3,57E-02 |
| Plomb et ses composés (en Pb) | g | 1,48E-08 | 2,14E-11 | 1,41E-09 | | | 1,63E-08 | 1,63E-06 |
| Mercure et ses composés (en Hg) | g | | | | | | | |
| Nickel et ses composés (en Ni) | g | 1,30E-08 | | 2,08E-09 | | | 1,51E-08 | 1,51E-06 |
| Zinc et ses composés (en Zn) | g | 1,91E-06 | 7,66E-08 | 3,73E-07 | | 4,05E-08 | 2,40E-06 | 2,40E-04 |
| Métaux lourds (non spécifiés) | g | 3,68E-05 | 2,04E-07 | 2,39E-06 | | 1,22E-07 | 3,95E-05 | 3,95E-03 |
| Composés inorganiques répandus dans le sol, sans effet notable | g | 1,89E-03 | 2,37E-05 | 1,22E-04 | | 1,26E-05 | 2,05E-03 | 2,05E-01 |
| Hydrocarbures (non spécifiés) | g | 1,02E-02 | | | | | 1,02E-02 | 1,02E+00 |
| Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques | g | 1,36E-03 | 2,04E-05 | 9,65E-05 | | 1,09E-05 | 1,49E-03 | 1,49E-01 |

Commentaires relatifs aux émissions dans le sol :

Les émissions dans le sol ne contribuent que pour une très faible part à l'indicateur d'impact de "Pollution de l'eau".

⁴ Biocides : par exemple, pesticides, herbicides, fongicides, insecticides, 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 UF | DVT |
|--|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|-----------------------|----------|
| Énergie Récupérée | MJ | 4,08E-03 | | 3,20E-04 | | | 4,40E-03 | 4,40E-01 |
| Matière Récupérée Total | kg | 3,19E-02 | | | | 1,41E+00 | 1,44E+00 | 1,44E+02 |
| Matière Récupérée Acier | kg | 2,12E-03 | | | | 4,43E-02 | 4,64E-02 | 4,64E+00 |
| Matière Récupérée Aluminium | kg | 1,15E-07 | | 2,58E-08 | | | 1,41E-07 | 1,41E-05 |
| Matière Récupérée Métal (non spécifié) | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Papier-Carton | kg | | | 1,99E-06 | | | 1,99E-06 | 1,99E-04 |
| Matière Récupérée Plastique | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Calcin | kg | | | | | | | |
| Matière Récupérée Biomasse | kg | 6,92E-08 | | | | | 6,92E-08 | 6,92E-06 |
| Matière Récupérée Minérale | kg | 2,94E-02 | | | | 1,36E+00 | 1,39E+00 | 1,39E+02 |
| Matière Récupérée Non spécifiée | kg | 4,67E-04 | | 5,06E-05 | | 4,37E-07 | 5,18E-04 | 5,18E-02 |

Commentaires relatifs aux déchets valorisés :

La majeure partie des déchets valorisés au cours du cycle de vie correspond à la partie du MCI valorisée en fin de vie : le béton en représente 95% et l'acier 3%.

2% provient également de la valorisation matière des chutes de béton lors de la fabrication des MCI à l'étape de production.

2.3.2. Déchets éliminés

| Flux | Unités | Production | Transport | Mise en œuvre | Vie en œuvre | Fin de vie | Total Cycle de Vie UF | DVT |
|-----------------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|-----------------------|----------|
| Déchets dangereux | kg | 5,44E-04 | 1,28E-05 | 1,10E-04 | | 6,67E-06 | 6,74E-04 | 6,74E-02 |
| Déchets non dangereux | kg | 7,10E-03 | 1,02E-05 | 2,10E-04 | | 3,92E-04 | 7,71E-03 | 7,71E-01 |
| Déchets inertes | kg | 2,93E-02 | | 1,94E-02 | | 2,99E+00 | 3,04E+00 | 3,04E+02 |
| Déchets radioactifs | kg | 1,98E-05 | 9,09E-06 | 9,21E-06 | | 4,75E-06 | 4,29E-05 | 4,29E-03 |

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

99% des déchets générés sont des déchets inertes correspondant en majeure partie (97,5%) à l'élimination du MCI en fin de vie. Le reste des déchets inertes (1,5%) sont des pertes de béton lors de la production et de la mise en œuvre du MCI.

Pour la fin de vie du MCI, il est considéré que ;

- 68% sont éliminés en installation de stockage de déchets inertes,
- 32% sont dirigés vers une filière de valorisation matière et subiront un concassage (comptabilisé dans l'analyse).

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 et au Vadémécum de l'AIMCC.

Indicateurs d'impacts environnementaux pour 1 m² de mur à coffrage intégré (épaisseur 18 cm)

| N° | Impact environnemental | | Unité | Valeur | | |
|----|--|-----------|--|-----------------|------------------|----------|
| | | | | UF ⁵ | DVT ⁶ | |
| 1 | Consommation de ressources énergétiques : | | | | | |
| | Énergie primaire totale | | MJ | 7,65 | 7,65E+02 | |
| | <i>dont énergie récupérée⁷</i> | | <i>MJ</i> | <i>5,25E-01</i> | <i>52,5</i> | |
| | Énergie renouvelable | | MJ | 5,92E-01 | 59,2 | |
| | Énergie non renouvelable | | MJ | 7,06 | 7,06E+02 | |
| 2 | Indicateur d'épuisement de ressources | | kg éq Sb | 2,75E-03 | 0,275 | |
| 3 | Consommation d'eau | | litres | 3,96 | 3,96E+02 | |
| 4 | Déchets solides | Valorisés | kg | 1,44 | 1,44E+02 | |
| | | Éliminés | Déchets dangereux | kg | 6,74E-04 | 6,74E-02 |
| | | | Déchets non dangereux | kg | 7,71E-03 | 0,771 |
| | | | Déchets inertes | kg | 3,04 | 3,04E+02 |
| | Déchets radioactifs | | kg | 4,29E-05 | 4,29E-03 | |
| 5 | Changement climatique | | kg éq CO ₂ | 7,24E-01 | 72,4 | |
| 6 | Acidification atmosphérique | | kg éq SO ₂ | 2,71E-03 | 0,271 | |
| 7 | Pollution de l'air | | m ³ | 51,8 | 5,18E+03 | |
| 8 | Pollution de l'eau | | m ³ | 6,61E-02 | 6,61 | |
| 9 | Destruction de la couche d'ozone stratosphérique | | kg éq CFC-11 | 8,10E-12 | 8,10E-10 | |
| 10 | Formation d'ozone photochimique | | kg d'eq. C ₂ H ₄ | 2,18E-04 | 2,18E-02 | |
| 11 | Eutrophisation | | g éq. PO ₄ ²⁻ | 1,41E-02 | 1,41 | |

⁵ Les valeurs sont exprimées pour l'Unité Fonctionnelle c'est-à-dire pour un mètre carré de mur à coffrage intégré pendant une annuité (avec pour base de calcul une Durée de Vie Typique de 100 ans).

⁶ Les valeurs sont exprimées pour un mètre de mur à coffrage intégré pendant toute la Durée de Vie Typique de 100 ans.

⁷ L'énergie récupérée correspond à l'énergie récupérée par la valorisation énergétique des déchets en cimenterie.

4. Contribution du produit à l'évaluation des risques sanitaires et de la qualité de vie 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

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)⁸. Ces valeurs sont proches de celles rencontrées en moyenne pour l'écorce terrestre qui sont selon l'UNSCEAR⁹ de 40 Bq/kg, 30 Bq/kg et 400 Bq/kg respectivement en ^{226}Ra , ^{232}Th et ^{40}K .

Des mesures ont été effectuées sur douze échantillons de bétons proches des bétons constitutifs de MCI 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 :

$$I = \left[\frac{A^{40}\text{K}}{3\,000} + \frac{A^{226}\text{R}}{300} + \frac{A^{232}\text{Th}}{3200} \right]$$

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

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 propose deux valeurs guide de niveaux de dose pour prendre en compte l'importance de l'utilisation des divers matériaux dans le bâtiment.

| Niveau de dose | 0,3 mSv/an | 1 mSv/an |
|---|--------------|------------|
| Matériaux gros œuvre (par exemple béton) | $I \leq 0,5$ | $I \leq 1$ |
| Matériaux superficiel et autres, d'emploi restreint (par exemple 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, dans la catégorie des produits exemptés de toute restriction d'utilisation, du fait de leur radioactivité naturelle.

Concernant le béton prêt à l'emploi mis en œuvre sur chantier, les valeurs de radioactivité communiquées correspondent aux moyennes européennes citées ci-dessus et correspondent à des valeurs d'index I inférieures à 0,5.

⁸ Source : Rapport 112 de la Commission Européenne (C.E.) "Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials " ; 1999.

⁹ UNSCEAR : United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation.

Emissions de Composés Organiques Volatils (COV) et aldéhydes

Aucun essai d'émission n'a été conduit spécifiquement sur un mur à coffrage intégré.

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, dans des bétons courants, en quantités infimes et les faibles émissions qui peuvent avoir lieu décroissent très rapidement dans le temps.

A titre informatif, une évaluation des émissions de COV selon le protocole AFSSET 2009 et l'étiquetage réglementaire (Rapport d'essais CSTB n° SB-10-33b 2010) a été conduite sur une prédalle en béton précontraint. Ce produit constitutif de planchers est proche des voiles en béton constitutifs du coffrage d'un MCI.

Les émissions de COV et de formaldéhyde de la prédalle en béton sont conformes aux exigences du protocole AFSSET (2009). Elles sont par ailleurs classées A+ selon le décret n°2011-321 du 23 mars 2011, relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis, sur leurs émissions de polluants volatils et à l'arrêté du 19 avril 2011 correspondant.

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 MCI 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.

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

En condition normale d'utilisation, le mur à coffrage intégré n'est ni en contact avec de l'eau destinée à la consommation humaine ni avec des eaux de nappe ou de surface.

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

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

Le type de MCI retenu pour la réalisation de la présente fiche n'a pas vocation à assurer seul l'isolation thermique d'un bâtiment. Le MCI sans isolant intégré apporte une résistance thermique additive moyenne de $0,09 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ à celle de l'isolant.

Certains fabricants proposent des MCI intégrant un isolant thermique (polystyrène extrudé ou expansé, mousse rigide de polyuréthane, laine de roche, laine de verre, ...). Ces MCI présentent alors une performance thermique significative et spécifique à chaque produit.

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)

Le mur à coffrage intégré faisant l'objet de la FDES participe à l'isolation acoustique du bâtiment en assurant une résistance acoustique moyenne $R_w (C, C_{tr}) = 61 (-1, -6) \text{ dB}$ additive à celle d'un doublage.

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)

En condition normale d'utilisation, le mur à coffrage intégré n'est pas visible dans le bâtiment et ne revendique aucune performance concernant le confort visuel. Le mur à coffrage intégré est apte à recevoir tout type de revêtement, permettant d'adapter les caractéristiques de confort visuel de la paroi.

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)

En condition normale d'utilisation, le produit n'est ni en contact direct ni indirect avec l'intérieur du bâtiment. Il n'est donc pas directement concerné par le confort olfactif.

5. Autres contributions du produit notamment par rapport à des préoccupations d'écogestion de l'ouvrage

5.1. Ecogestion du bâtiment

5.1.1. Gestion de l'énergie

Le mur à coffrage intégré peut avoir une influence sur la gestion énergétique du bâtiment de par sa contribution à l'inertie thermique de celui-ci..

5.1.2. Gestion de l'eau

Sans objet, le produit n'est pas concerné par la gestion de l'eau à l'intérieur du bâtiment. Cf § 4.1.2

5.1.3. Entretien et maintenance

Le mur à coffrage intégré ne nécessite aucun entretien au cours de sa vie en œuvre.

6. ANNEXE TECHNIQUE

6.1. Représentativité des données

6.1.1. Produits et fabricants

La présente FDES est représentative de la production d'un mur à coffrage intégré type (sans isolant intégré) tel que décrit dans l'Unité Fonctionnelle et le Flux de Référence aux paragraphes 1.1 et 1.2 et fabriqué en France.

Eléments de justification de la représentativité :

L'ACV a été conduite sur la base d'une collecte de données portant sur un échantillon de sites représentatifs de la production française et couvrant environ 50 % des sociétés productrices. La majorité des sites de production disposent par ailleurs pour leur produit, d'un Avis Technique assorti d'une certification CSTBat.

Une interprétation des résultats a été conduite afin de déterminer notamment les principaux contributeurs aux impacts environnementaux permettant d'assurer la représentativité.

Le mode de production ainsi que la composition de béton du mur à coffrage intégré objet de la FDES, sont très homogènes d'un site de production à l'autre en France.

6.1.2. Représentativité temporelle

Les données collectées sont représentatives de l'activité des sites sur les années 2008 et 2009.

6.1.3. Représentativité géographique

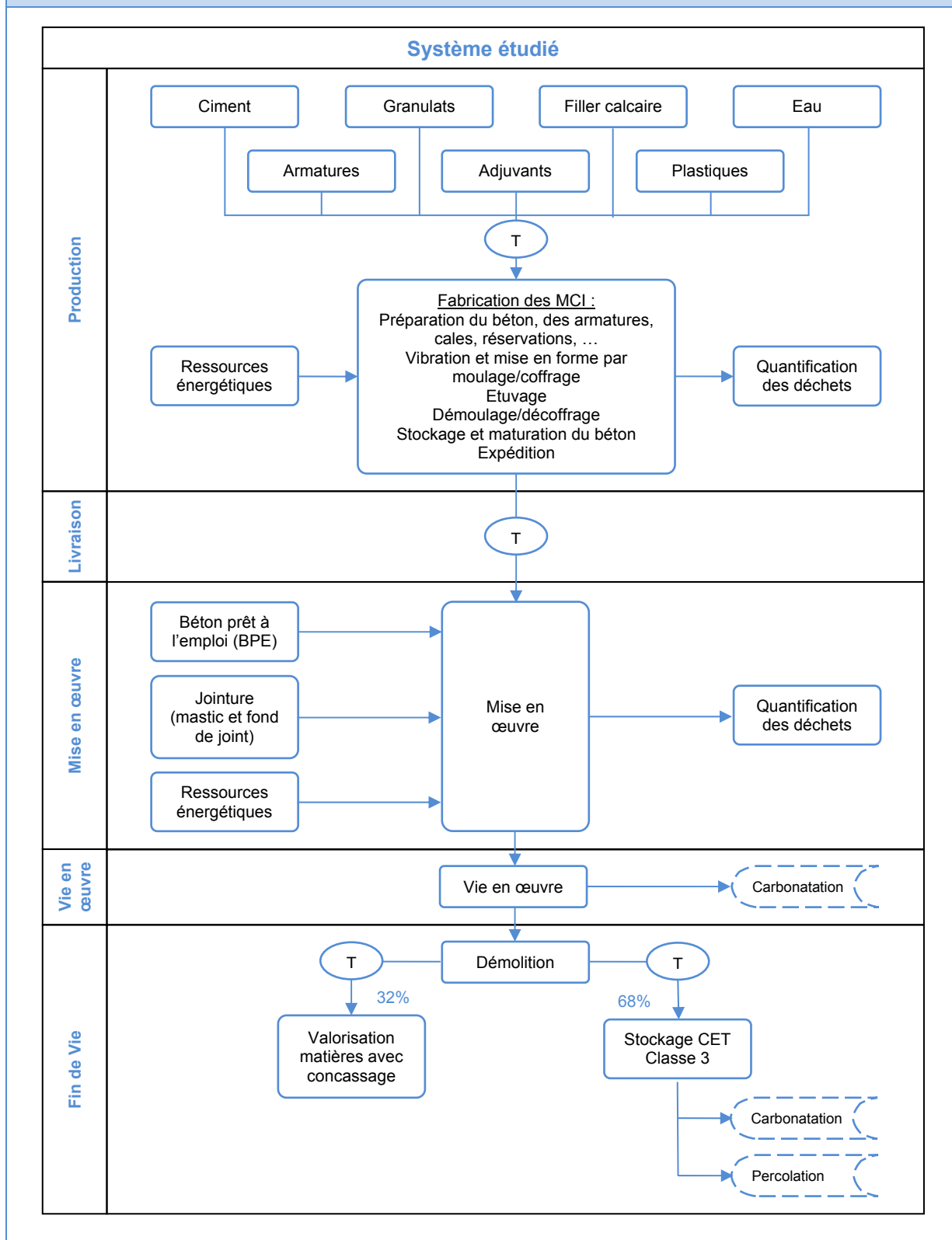
France.

6.1.4. Représentativité technique

La technologie de production d'un mur à coffrage intégré en béton est très homogène d'un site de production à l'autre et représente la technologie moyenne actuelle.

6.2. Définition du système d'Analyse de Cycle de Vie

6.2.1. Etapes et flux inclus



1. Production : cette étape comprend :
 - la production des matières premières entrantes dans la composition des MCI (ciment, granulats, adjuvants, filler calcaire, armatures acier, ...),
 - la production des consommables nécessaire à la fabrication des MCI (huiles hydraulique, huiles de démoulage, plastiques de réservation, ...),
 - la fabrication d'un mètre carré de MCI (énergie de fabrication, déchets, ...),
 - la quantification et le transport des déchets générés au cours de cette étape.
2. Transport : cette étape comprend le transport des produits par camion depuis le site de fabrication jusqu'au chantier de construction.
3. Mise en œuvre : cette étape comprend :
 - la production et le transport du béton prêt à l'emploi nécessaire à la mise en œuvre du mur ainsi que des aciers structuraux de liaison,
 - la production et le transport du mastic et du fond de joint nécessaires pour assurer l'étanchéité entre les MCI d'un mur complet,
 - la quantification et le transport des déchets générés au cours de cette étape.
4. Vie en œuvre : la carbonatation du béton est comptabilisée à la fois sur cette étape et sur l'étape de fin de vie.
5. Fin de vie : cette étape comprend :
 - la démolition du MCI,
 - le transport des déchets vers un lieu de valorisation matière (entreprise TP ou externe) ou vers une installation de stockage de déchets inertes,
 - la valorisation matières avec concassage ou les émissions par percolation et la carbonatation des matériaux, compte tenu des conditions de stockage en installation de stockage de déchets.

6.2.2. Flux omis

En accord avec la norme NF P 01-010, sont exclus des frontières du système étudié :

- le transport des employés,
- l'éclairage, le chauffage et l'entretien des ateliers,
- les activités des départements administratifs,
- la production des engins, appareils et équipements à l'exception des pièces d'usure (les impacts sur l'environnement liés à la construction des équipements, sont considérés comme amortis sur l'ensemble de leur durée d'utilisation),
- le traitement des déchets générés au cours du cycle de vie (excepté ceux liés au produit en fin de vie).

6.2.3. 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 à la fois concernant les constituants de l'unité fonctionnelle ainsi que tous les entrants du système. Ce seuil est respecté dans l'étude car la masse des entrants non remontés est égale à 0,002% de la masse totale des entrants.

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).

6.2.4. Prise en compte des coproduits

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

6.3. Sources de données

6.3.1. Caractérisation des données

Données principales :

| Processus | Source | Géographique | Représentativité Temporelle | Technologique |
|--|---|--|--------------------------------|---|
| Production de ciment | Données publiée de l'industrie cimentière (ATILH 2009) | Données moyennes françaises spécifiques par type de ciment | 2009 | Moyenne des niveaux technologiques actuels par type de ciment |
| Production des granulats | Données de l'UNPG. Etude Ecobilan 1995 actualisée en 2000 UNPG. | Données moyennes françaises des productions en roches massives et alluvionnaires | 2000 | Niveau technologique moyen (collecte de données sur 32 carrières) |
| Production des murs à coffrage intégré | Données collectées auprès des sites de production française | France | 2010 | Niveau technologique actuel des sites de production. Grande homogénéité du process. |
| Production des armatures en acier | WorldSteel 2011 | Europe | 2010 | Production moyenne d'acier d'armature |
| Production de béton prêt à l'emploi pour mise en œuvre des MCI | SNBPE | France | 2010 | Niveau technologique moyen de production de BPE en centrale |
| Production de mastic pour jointure | FDES Sikaflex Pro 11 FC, cartouche de 300 ml | France | 2007 | Technologies standards employées pour la production de Sikaflex Pro 11 FC |

Autres données :

Pour les données n'ayant pas fait l'objet d'une collecte spécifique, les bases de données classiques ont été utilisées, notamment Ecoinvent v2.2 ou DEAM®.

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 suivant la méthodologie préconisée dans le rapport "*Guidelines – Uptake of carbon dioxide in the life cycle inventory of concrete*" publié par le Nordic Innovation Center en Janvier 2006.

Le volume de béton concerné par le phénomène de carbonatation dépend :

- du temps de carbonatation,
- de la géométrie du produit,
- de l'environnement du produit béton,
- de la résistance du béton,
- de son traitement de surface,
- de la composition du béton (nature de ciment, ajout..).

Cette consommation de dioxyde de carbone a été comptabilisée sur les étapes de Vie en Œuvre et de Fin de Vie. Le flux de dioxyde de carbone consommé est consigné dans le tableau 2.2.1 comme flux négatif de CO₂.

6.3.2. Données énergie et transport

Les données utilisées sont en accord avec le fascicule AFNOR FD P 01-015 "Qualité environnementale des produits de construction – Fascicule de données énergie 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.

| | |
|---|--|
| Consommation de gasoil pour un camion plein | 38 litres pour 100 km |
| Consommation de gasoil pour un camion vide | 2/3 de 38 litres pour 100 km |
| Charge utile du camion | 24 tonnes |
| Taux de retour à vide des camions | Par défaut 30%. Ce taux est toutefois ajusté lorsque l'information est disponible. |
| La consommation est supposée linéaire en fonction de la charge pour les charges intermédiaire | |
| Densité du carburant gasoil = 0,84 | |

La quantité de gasoil consommée pour transporter une quantité Q est alors :

$$Conso_{Gasoil} = \frac{38}{100} \times D \times \left(\frac{1}{3} \times \frac{C_r}{24000} + \frac{2}{3} + T_{RAV} \times \frac{2}{3} \right) \times \frac{Q}{C_r}$$

Avec :

D : distance de transport, en km,

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

Q : quantité de produit transporté (produit + emballages éventuels), en kg

Composition de l'électricité :

Le modèle de production d'électricité utilisé dans le cadre de cette étude, correspond aux mix de production Française de 2005 présenté ci-dessous.

| Type de production | Répartition |
|---------------------------|-------------|
| Charbon | 4,79% |
| Gaz de procédé | 0,52% |
| Gaz naturel | 3,99% |
| Hydraulique/éolien/autres | 10,94% |
| Nucléaire | 78,46% |
| Pétrole | 1,25% |

6.3.3. Données non-ICV

Les données sont issues d'une collecte réalisée par le CERIB en 2009-2010 auprès des sites producteurs de Mur à Coffrage Intégré en France.

6.4. Traçabilité

CERIB, Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton

BP30059 – 28231 Epernon CEDEX

Tél : 02 37 18 48 00 / Fax : 02 37 18 48 66

email : envir@cerib.com

www.cerib.com



**Développement
durable**

www.cerib.com



Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton
BP 30059 - Épernon Cedex - France • Tél. 02 37 18 48 00 - Fax 02 37 83 67 39
E-mail cerib@cerib.com - www.cerib.com