

# Candélabre en béton

conforme à la norme NF P 01-010

Fiche de  
déclaration  
environnementale  
et sanitaire

**Candélabre  
en béton**

conforme à la  
norme NF P 01-010

Réf. **195.E**  
Juin 2009

Par  
**Nicolas PRETAVOINE**  
**Nicolas DECOUSSER**

## **Avertissement**

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

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

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

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

© CERIB – 28 Épernon

195.E – juin 2009 - ISSN 0249-6224 - EAN 9782857552246

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

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

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

# *SOMMAIRE*

<b>Résumé.....</b>	<b>5</b>
<b>Avant propos .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Caractérisation du produit.....</b>	<b>11</b>
1.1 Définition de l'Unité Fonctionnelle (UF) .....	11
1.2 Masse de produit nécessaire pour l'UF.....	11
1.3 Caractérisations techniques utiles non contenues dans la définition de l'UF.....	11
<b>2. Données d'inventaire et commentaires.....</b>	<b>12</b>
2.1 Consommation de ressources naturelles .....	12
2.2 Émission dans l'environnement (eau, air, sol) .....	16
2.3 Production des déchets.....	20
<b>3. Contribution du produit aux impacts environnementaux.....</b>	<b>22</b>
<b>4. Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires et à la qualité de vie.....</b>	<b>23</b>
4.1 Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires.....	23
4.2 Contribution du produit au confort.....	23
<b>5. Autres contributions du produit notamment par rapport à des préoccupations d'écogestion de l'ouvrage.....</b>	<b>24</b>
<b>Annexe technique.....</b>	<b>25</b>
<b>Annexe informative .....</b>	<b>34</b>



## *Résumé*

*Le présent document a pour objectif de fournir l'information disponible sur les caractéristiques environnementales et sanitaires d'un candélabre 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.*

## *Summary*

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



## Avant Propos

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

### **Producteur des données**

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

Les caractéristiques environnementales (Chapitres 1, 2 et 3 de la fiche) découlent d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV) réalisée par le CERIB en 2008. Pour ce travail, le logiciel de calcul d'ACV TEAM<sup>®</sup> et entre autres sources de données, les bases de données DEAM<sup>®</sup> (pour les données n'ayant pas fait l'objet d'un recueil spécifique) et Ecoinvent ont été utilisés.

Pour plus de détail se reporter aux informations en annexe.

### **Représentativité des données**

#### *Géographique*

Les données sont jugées représentatives de la production moyenne française en ce qui concerne la production de candélabres en béton. Ces candélabres font l'objet d'un marquage CE selon la norme NF EN 40-4.

#### *Temporelle*

Les données principales utilisées s'échelonnent de 2001 à 2008.

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

#### *Technologique*

Les données présentées ici correspondent à des process de niveau technologique moyen actuel.

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 participent à plus de 99,9 % aux indicateurs d'impacts environnementaux du chapitre 3.





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

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

Servir de support à un luminaire urbain, tout en assurant une bonne qualité esthétique.

Caractéristiques du candélabre considéré :

- 7 mètres de long (hauteur : 6 mètres hors sol) ;
- forme cylindroconique ;
- couleur blanche ;
- aspect gravillonné ou poli.

Le produit est mis en œuvre en implantation (1 mètre sous le sol) selon les règles de l'art.

Le luminaire n'est pas pris en compte dans l'étude.

La Durée de Vie Typique retenue (au sens de la norme NF P 01-010) est de 50 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 (au sens de la norme NF P 01-010) de 50 ans.**

La fonction est assurée par un candélabre en béton cylindroconique de 7 mètres de longueur. Ces candélabres font l'objet d'un marquage CE selon la norme NF EN 40-4.

Le luminaire n'est pas inclus dans l'étude du fait de la grande diversité de matériaux, dimensions et de finitions.

### Produit

Le candélabre en béton pèse en moyenne 397 kg (soit 7,94 kg par UF).

Chaque candélabre contient, en moyenne, hors béton :

- 35,4 kg d'aciers d'armatures longitudinales et transversal (cerces) (soit 708 g par UF) ;
- 2 kg d'acier inoxydable pour la porte d'accès technique (soit 40 g par UF) ;
- 1,06 kg d'acier galvanisé pour l'embout en tête pour la fixation du luminaire (soit 21,2 g par UF) ;
- gaine tire fils de 1,37 kg en PVC (27,4 g par UF).

### Produits complémentaires

La mise en œuvre d'un candélabre en béton nécessite l'apport de 0,6 m<sup>3</sup> de béton de scellement qui est comptabilisé dans l'analyse.

### Emballage de distribution

Pour un candélabre l'emballage est composé en moyenne de :

- 28,5 kg de bois (soit 570 g par UF),
- 6 g de polystyrène expansé (soit 0,12 g par UF),
- 12 g de carton (soit 0,24 g par UF).

### Note :

Les quantités d'emballage exprimées tiennent compte des réutilisations.

Les emballages et éléments de protection sont intégrés dans l'analyse.

La mise en œuvre du candélabre ne génère pas de déchets hormis les déchets d'emballage, de protection et d'excavation.

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

Sans objet.

**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 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 <sup>3</sup>	
							Par annuité <sup>1</sup>	pour toute la DVT <sup>2</sup>
Bois	kg	1.21E+00	3.07E-04	3.98E-02		4.82E-05	1.25E+00	6.26E+01
Charbon	kg	1.50E-01	1.23E-04	6.93E-02		1.94E-05	2.19E-01	1.10E+01
Lignite	kg	3.21E-02	6.37E-06	1.81E-04		1.00E-06	3.22E-02	1.61E+00
Gaz naturel	kg	1.14E-01	3.08E-03	1.93E-02		4.84E-04	1.36E-01	6.82E+00
Pétrole	kg	3.42E-01	1.31E-01	2.71E-01		2.06E-02	7.65E-01	3.83E+01
Uranium (U)	kg	2.56E-05		1.22E-05			3.79E-05	1.90E-03

##### 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	4.33E+01	5.62E+00	2.09E+01		8.83E-01	7.07E+01	3.54E+03
Énergie Renouvelable	MJ	9.51E+00	2.19E-03	1.16E+00		3.44E-04	1.07E+01	5.34E+02
Énergie Non Renouvelable	MJ	3.38E+01	5.62E+00	1.97E+01		8.83E-01	6.01E+01	3.00E+03
Énergie procédé	MJ	3.56E+01	5.62E+00	2.08E+01		8.83E-01	6.29E+01	3.15E+03
Énergie matière	MJ	7.93E+00	7.22E-05	4.87E-02		1.13E-05	7.98E+00	3.99E+02
Électricité	kWh	1.49E+00	4.11E-03	5.39E-01		6.46E-04	2.03E+00	1.02E+02

1 les valeurs sont exprimées pour l'Unité Fonctionnelle c'est-à-dire par candélabre et par an.

2 les valeurs sont exprimées pour un candélabre 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 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 390 MJ pour toute la DVT, soit 5,8 MJ par UF.

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

La quantité de béton prêt à l'emploi nécessaire à la fabrication du massif de scellement (indispensable également à la mise en œuvre de candélabres d'autres matériaux) explique la forte contribution de l'étape de mise en œuvre :

- 30 % de l'énergie primaire totale ;
- 35 % du pétrole consommé ;
- 32 % de l'uranium consommé.

## 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	5.31E-01	5.40E-06	9.55E-01			1.49E+00	7.43E+01
Arsenic (As)	kg							
Bauxite (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	kg	1.64E-03	3.83E-06	6.32E-05			1.70E-03	8.52E-02
Bentonite	kg	2.88E-04		4.03E-06			2.92E-04	1.46E-02
Bismuth (Bi)	kg							
Bore (B)	kg							
Cadmium (Cd)	kg							
Calcaire	kg	2.15E+00	3.56E-05	4.29E+00		5.59E-06	6.44E+00	3.22E+02
Carbonate de Sodium (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	kg							
Chlorure de Sodium (NaCl)	kg	1.87E-02	1.80E-05	2.09E-04		2.83E-06	1.89E-02	9.44E-01
Chrome (Cr)	kg	2.49E-03					2.49E-03	1.25E-01
Cobalt (Co)	kg							
Cuivre (Cu)	kg	1.08E-06					1.10E-06	5.51E-05
Dolomie	kg	2.15E-04					2.15E-04	1.08E-02
Étain (Sn)	kg	1.08E-07					1.08E-07	5.42E-06
Feldspath	kg							
Fer (Fe)	kg	1.28E-02	1.28E-05	1.38E-03		2.01E-06	1.42E-02	7.11E-01
Fluorite (CaF <sub>2</sub> )	kg	9.26E-06					9.43E-06	4.72E-04
Gravier(*)	kg	5.78E-02	9.55E-05	4.62E-04		1.50E-05	5.83E-02	2.92E+00
Lithium (Li)	kg							
Kaolin (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2SiO <sub>2</sub> , 2H <sub>2</sub> O)	kg	1.27E-06					1.27E-06	6.35E-05
Magnésium (Mg)	kg	1.15E-03		2.32E-06			1.15E-03	5.76E-02
Manganèse (Mn)	kg	4.43E-06		7.45E-07			5.18E-06	2.59E-04
Mercure (Hg)	kg							
Molybdène (Mo)	kg							
Nickel (Ni)	kg	2.24E-02		3.87E-06			2.24E-02	1.12E+00
Or (Au)	kg							
Palladium (Pd)	kg							
Perlite (SiO <sub>2</sub> )	kg							
Platine (Pt)	kg							
Plomb (Pb)	kg	1.34E-07					1.40E-07	7.02E-06
Chlorure de Potassium (KCl)	kg	1.04E-04		1.75E-06			1.06E-04	5.29E-03
Rhodium (Rh)	kg							
Rutile (TiO <sub>2</sub> )	kg	3.10E-06					3.15E-06	1.58E-04
Sable	kg	2.27E-05	1.68E-06	9.80E-06			3.45E-05	1.72E-03
Soufre (S)	kg	2.76E-04					2.77E-04	1.38E-02
Sulfate de Baryum (BaSO <sub>4</sub> )	kg	9.48E-05	4.01E-06	2.40E-05			1.23E-04	6.17E-03
Titane (Ti)	kg							
Tungstène (W)	kg							
Vanadium (V)	kg							
Zinc (Zn)	kg	1.47E-04					1.47E-04	7.33E-03
Zirconium (Zr)	kg							
Matières premières végétales non spécifiées avant	kg	4.32E-07					4.33E-07	2.16E-05
Matières premières animales non spécifiées avant	kg							
Produits intermédiaires non remontés (total)	kg	1.17E-03		2.09E-03			3.26E-03	1.63E-01
Granulats (alluvionnaires, roches éruptives, sédimentaires)	kg	6.53E+00		2.45E+01			3.11E+01	1.55E+03
Gypse	kg	1.64E-02		2.96E-02			4.60E-02	2.30E+00
Matières premières non spécifiées avant	kg	4.91E-04	1.05E-04	2.00E-04		1.65E-05	8.13E-04	4.06E-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) ».

### 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 et pour la production du ciment (calcaire et argile).

Contribution de l'étape de mise en œuvre :

- 79 % des granulats consommés ;
- 67 % du calcaire consommé ;
- 63 % de l'argile consommée.

### 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	9.27E-03		2.09E-05			9.29E-03	4.65E-01
Eau : Mer	litre	9.69E-02		9.97E-04			9.79E-02	4.90E+00
Eau : Nappe Phréatique	litre	1.82E+00		4.97E+00			6.80E+00	3.40E+02
Eau : Origine non Spécifiée	litre	7.83E+00	5.46E-01	3.80E+00		8.58E-02	1.23E+01	6.13E+02
Eau : Rivière	litre	8.14E-01		3.68E-03			8.18E-01	4.09E+01
Eau Potable (réseau)	litre	4.43E+00		1.93E+00			6.36E+00	3.18E+02
Eau Consommée (total)	litre	1.50E+01	5.46E-01	1.07E+01		8.58E-02	2.63E+01	1.32E+03

### 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 :

57 % durant la phase de production ;

41 % durant la phase de mise en œuvre (béton de scellement).

## 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	2.07E+00		3.74E+00			5.80E+00	290.233
Matière Récupérée Total	kg	1.19E+00	1.09E-04	6.34E-01		1.71E-05	1.82E+00	9.11E+01
Matière Récupérée Acier	kg	8.37E-01	1.09E-04	3.37E-04		1.71E-05	8.37E-01	4.19E+01
Matière Récupérée Aluminium	kg							
Matière Récupérée Métal (non spécifié)	kg	3.24E-08	1.54E-16	1.99E-14		2.42E-17	3.24E-08	1.62E-06
Matière Récupérée Papier-Carton	kg	2.30E-04					2.30E-04	1.15E-02
Matière Récupérée Plastique	kg							
Matière Récupérée Calcin	kg	2.33E-02		4.21E-02			6.54E-02	3.27E+00
Matière Récupérée Biomasse	kg	2.61E-02		4.67E-02			7.27E-02	3.64E+00
Matière Récupérée Minérale	kg	3.62E-02		6.55E-02			1.02E-01	5.09E+00
Matière Récupérée Non spécifiée	kg	2.37E-02		4.29E-02			6.66E-02	3.33E+00
Matière Récupérée (stock) : Oxydes de fer	kg	4.14E-02		7.49E-02			1.16E-01	5.81E+00
Matière Récupérée (stock) : Laine minérale	kg	4.92E-02		8.89E-02			1.38E-01	6.90E+00
Matière Récupérée (stock) : Sable de fonderie	kg	2.59E-02		4.68E-02			7.27E-02	3.63E+00
Matière Récupérée (stock) : Anhydrite synthétique	kg	7.76E-02		1.40E-01			2.18E-01	1.09E+01
Matière Récupérée (stock) : Solvants usagés	kg	3.45E-02		6.25E-02			9.70E-02	4.85E+00
Matière Récupérée (stock) : Huiles usagées	kg	1.29E-02		2.33E-02			3.61E-02	1.81E+00

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

La plupart des matières récupérées sont :

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

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

### 2.2.1 Émissions dans l'air

Flux	Unités	Production	Transport	Mise en œuvre	Vie en œuvre	Fin de vie	Total cycle de vie	
							Par annuité	pour toute la DVT
Hydrocarbures (non spécifiés)*	g	2.16E+00	1.49E+00	1.48E+00		2.35E-01	5.36E+00	2.68E+02
HAP (non spécifiés)	g	8.62E-05	1.62E-06	1.10E-05			9.91E-05	4.96E-03
Méthane (CH <sub>4</sub> )	g	2.74E+00	6.51E-01	1.03E+00		1.02E-01	4.52E+00	2.26E+02
Composés organiques volatils (ex : acétone, acétate...)	g	2.56E-01	2.89E-05	1.80E-01		4.54E-06	4.37E-01	2.18E+01
Dioxyde de Carbone (CO <sub>2</sub> )	g	2.64E+03	4.27E+02	2.85E+03		6.71E+01	5.98E+03	2.99E+05
Monoxyde de Carbone (CO)	g	7.19E+00	1.10E+00	5.13E+00		1.74E-01	1.36E+01	6.79E+02
Oxydes d'Azote (NO <sub>x</sub> en NO <sub>2</sub> )	g	8.20E+00	5.06E+00	7.48E+00		7.96E-01	2.15E+01	1.08E+03
Protoxyde d'Azote (N <sub>2</sub> O)	g	7.67E-02	5.51E-02	2.96E-02		8.65E-03	1.70E-01	8.50E+00
Ammoniaque (NH <sub>3</sub> )	g	1.04E-01	3.77E-06	1.48E-01		5.92E-07	2.52E-01	1.26E+01
Poussières (non spécifiées)	g	2.27E+00	2.93E-01	2.52E+00		4.60E-02	5.13E+00	2.56E+02
Oxydes de Soufre (SO <sub>x</sub> en SO <sub>2</sub> )	g	5.00E+00	1.86E-01	3.15E+00		2.93E-02	8.36E+00	4.18E+02
Hydrogène Sulfureux (H <sub>2</sub> S)	g	3.41E-03	4.04E-05	1.97E-03		6.36E-06	5.43E-03	2.71E-01
Acide Cyanhydrique (HCN)	g	1.98E-05					1.99E-05	9.93E-04
Composés chlorés organiques (en Cl)	g	1.05E-02					1.05E-02	5.24E-01
Acide Chlorhydrique (HCl)	g	7.15E-02	3.12E-04	2.47E-02		4.90E-05	9.66E-02	4.83E+00
Composés chlorés inorganiques (en Cl)	g	2.91E-04					2.92E-04	1.46E-02
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	g	1.02E-03					1.02E-03	5.11E-02
Composés fluorés organiques (en F)	g	2.24E-05	3.47E-06	2.94E-06			2.93E-05	1.47E-03
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	4.81E-03	2.43E-05	3.43E-03		3.82E-06	8.26E-03	4.13E-01
Composés halogénés (non spécifiés)	g	1.68E-04					1.68E-04	8.41E-03
Composés fluorés non spécifiés (en F)	g							
Métaux (non spécifiés)	g	4.18E-02	5.50E-05	4.50E-03		8.64E-06	4.64E-02	2.32E+00
Antimoine et ses composés (en Sb)	g	9.19E-05		1.21E-04			2.13E-04	1.07E-02
Arsenic et ses composés (en As)	g	2.73E-04	1.98E-06	3.57E-05			3.11E-04	1.56E-02
Cadmium et ses composés (en Cd)	g	1.13E-04	1.09E-05	5.63E-05		1.72E-06	1.82E-04	9.08E-03
Chrome et ses composés (en Cr)	g	3.54E-02	2.48E-06	8.83E-05			3.55E-02	1.77E+00
Cobalt et ses composés (en Co)	g	4.35E-04	4.85E-06	5.24E-05			4.93E-04	2.46E-02
Cuivre et ses composés (en Cu)	g	1.49E-03	7.31E-06	1.40E-04		1.15E-06	1.63E-03	8.17E-02
Étain et ses composés (en Sn)	g	2.39E-04		5.25E-05			2.92E-04	1.46E-02

(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
Manganèse et ses composés (en Mn)	g	2.74E-04		1.42E-04			4.17E-04	2.08E-02
Mercure et ses composés (en Hg)	g	1.85E-04		3.96E-05			2.25E-04	1.12E-02
Nickel et ses composés (en Ni)	g	9.66E-04	9.70E-05	4.47E-04		1.52E-05	1.53E-03	7.63E-02
Plomb et ses composés (en Pb)	g	2.97E-03	3.57E-05	4.27E-04		5.61E-06	3.44E-03	1.72E-01
Sélénium et ses composés (en Se)	g	5.20E-05	2.01E-06	4.84E-05			1.03E-04	5.14E-03
Tellure et ses composés (en Te)	g	1.82E-05		3.29E-05			5.11E-05	2.55E-03
Zinc et ses composés (en Zn)	g	3.04E-02	1.65E-02	5.49E-03		2.59E-03	5.50E-02	2.75E+00
Vanadium et ses composés (en V)	g	1.34E-03	3.88E-04	8.39E-04		6.09E-05	2.63E-03	1.32E-01
Silicium et ses composés (en Si)	g	2.04E-02	2.85E-05	4.32E-03		4.48E-06	2.47E-02	1.24E+00
Asbestos	g	5.04E-06					5.04E-06	2.52E-04
Acide Sulfurique (H2SO4)	g	1.88E-05				8.27E-12	1.89E-05	9.44E-04
Bore (B)	g	1.67E-03	1.89E-06	2.34E-04			1.90E-03	9.51E-02
Brome (Br)	g	9.71E-05		4.60E-05			1.44E-04	7.18E-03
Cyanide (CN-)	g	3.76E-04		3.11E-06			3.79E-04	1.89E-02
Helium (He)	g	3.30E-05		4.63E-06			3.77E-05	1.88E-03
Hydrogène (H2)	g	8.90E-03		5.14E-05			8.95E-03	4.47E-01
Iodure (I)	g	2.48E-05		1.15E-05			3.64E-05	1.82E-03
Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques » (Na, K, Ca, Mg)	g	1.00E-02	1.43E-04	2.13E-03		2.25E-05	1.23E-02	6.16E-01
Ozone (O3)	g	7.08E-04		2.88E-06			7.11E-04	3.55E-02
Pentoxyde de phosphore (P2O5)	g	6.07E-08		7.01E-08			1.31E-07	6.54E-06
Phosphore (P)	g	9.63E-05		2.68E-05			1.23E-04	6.16E-03
Dioxyde de Carbone (CO2) consommé par carbonation	g				-1.48E+02	-8.36E+01	-2.31E+02	-1.16E+04

### Commentaires relatifs aux émissions dans l'air

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 du fait de leur durée importante. Ceci explique la consommation de dioxyde de carbone durant ces étapes (voir l'Annexe technique pour plus d'information).

#### *Dioxyde de carbone*

45 % des émissions sont attribuables à la phase de production, 48 % à la phase de mise en œuvre du produit.

#### *Hydrocarbures*

40 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 28 % lors du transport du produit, 28 % lors de la phase de mise en œuvre.

#### *Oxydes d'azote*

38 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 24 % lors du transport du produit, 35 % lors de la phase de mise en œuvre.

#### *Oxydes de soufre*

60 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 38 % lors de la phase de mise en œuvre.

#### *Poussières*

44 % des émissions ont lieu lors de la phase de production et 49 % lors de la phase de mise en œuvre.



## 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	1.47E+00	1.94E-02	9.85E-02		1.50E-01	1.74E+00	8.68E+01
DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène)	g	4.79E-01	5.87E-04	2.77E-02		3.53E-02	5.42E-01	2.71E+01
Matière en Suspension (MES)	g	4.60E-01	3.30E-03	9.75E-02		1.61E-01	7.23E-01	3.61E+01
Cyanure (CN-)	g	3.13E-04	2.77E-05	1.13E-04		9.62E-05	5.50E-04	2.75E-02
AOX (Halogènes des composés organiques absorbables)	g	5.86E-05	2.74E-05	2.54E-05		4.30E-06	1.16E-04	5.79E-03
Hydrocarbures (non spécifiés)	g	7.13E-01	1.04E-01	1.18E-01		1.69E-02	9.52E-01	4.76E+01
Composés azotés (en N)	g	1.55E-01	2.03E-02	1.34E-02		3.50E-02	2.24E-01	1.12E+01
Composés phosphorés (en P)	g	1.05E-02	5.37E-05	9.77E-05		8.44E-06	1.07E-02	5.35E-01
Composés fluorés organiques (en F)	g							
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	4.58E-03	1.36E-04	3.74E-04		2.14E-05	5.11E-03	2.56E-01
Composés fluorés non spécifiés (en F)	g							
Composés chlorés organiques (en Cl)	g	3.11E-04	3.34E-05	1.19E-04		5.25E-06	4.69E-04	2.34E-02
Composés chlorés inorganiques (en Cl)	g	1.23E+01	6.66E+00	6.30E+00		1.12E+00	2.64E+01	1.32E+03
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	g	7.67E-04	1.15E-04	4.05E-04		1.81E-05	1.31E-03	6.53E-02
HAP (non spécifiés)	g	2.38E-04	1.68E-04	1.41E-04		3.13E-05	5.78E-04	2.89E-02
Métaux (non spécifiés)	g	2.17E-01	1.11E-01	9.75E-02		2.17E-02	4.48E-01	2.24E+01
Aluminium et ses composés (en Al)	g	1.77E-01	8.29E-05	4.81E-03		1.30E-05	1.82E-01	9.09E+00
Arsenic et ses composés (en As)	g	4.16E-04	5.45E-06	1.11E-05		5.45E-06	4.38E-04	2.19E-02
Cadmium et ses composés (en Cd)	g	5.35E-05	9.05E-06	6.65E-06		4.74E-05	1.17E-04	5.83E-03
Chrome et ses composés (en Cr)	g	8.24E-03	3.18E-05	6.94E-05		9.69E-05	8.44E-03	4.22E-01
Cuivre et ses composés (en Cu)	g	5.55E-03	1.84E-05	2.24E-05		2.89E-06	5.59E-03	2.80E-01
Étain et ses composés (en Sn)	g	4.13E-05					4.16E-05	2.08E-03
Fer et ses composés (en Fe)	g	4.94E-01	1.63E-03	6.81E-03		2.56E-04	5.03E-01	2.52E+01
Mercure et ses composés (en Hg)	g	2.83E-05				1.25E-06	2.98E-05	1.49E-03
Nickel et ses composés (en Ni)	g	1.16E-01	3.13E-05	6.98E-05		4.92E-06	1.16E-01	5.82E+00
Plomb et ses composés (en Pb)	g	1.60E-03	7.48E-06	2.38E-04		4.71E-05	1.90E-03	9.48E-02
Zinc et ses composés (en Zn)	g	2.85E-03	5.47E-05	1.11E-04		4.68E-04	3.49E-03	1.74E-01
Eau rejetée	Litre	6.19E+00	2.23E-02	7.07E+00		3.50E-03	1.33E+01	6.64E+02
Carbone Organique Total (COT)	g	5.73E-01	9.48E-02	8.49E-02		5.44E-02	8.07E-01	4.04E+01
Composés inorganiques dissous non spécifiés	g	3.03E-01	1.51E-03	8.61E-03		2.37E-04	3.13E-01	1.57E+01
Composés inorganiques dissous non spécifiés non toxiques	g	3.03E+01	1.13E-01	8.16E-01		9.59E-02	3.13E+01	1.57E+03
Matière Dissoute (non spécifiée)	g	3.04E-01	6.08E-04	2.23E-01		9.55E-05	5.27E-01	2.64E+01
Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques	g	7.68E+00	4.51E+00	3.89E+00		7.09E-01	1.68E+01	8.40E+02

### Commentaires relatifs aux émissions dans l'eau

#### *Matières en Suspension*

64 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 22 % lors de la phase de fin de vie et 14 % lors de la phase de mise en œuvre.

#### *Hydrocarbures*

75 % des émissions ont lieu lors de la phase de production, 11 % lors de la phase de transport, 12 % lors de la phase de mise en œuvre.

## 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	2.93E-07	2.05E-08	9.50E-08			4.12E-07	2.06E-05
Biocides <sup>a)</sup>	g	4.33E-03					4.33E-03	2.17E-01
Cadmium et ses composés (en Cd)	g	5.39E-07					5.39E-07	2.70E-05
Chrome et ses composés (en Cr)	g	2.05E-05		1.34E-06			2.21E-05	1.11E-03
Cuivre et ses composés (en Cu)	g	4.45E-05					4.46E-05	2.23E-03
Étain et ses composés (en Sn)	g							
Fer et ses composés (en Fe)	g	4.20E-03	1.02E-04	4.97E-04		1.61E-05	4.81E-03	2.41E-01
Plomb et ses composés (en Pb)	g	5.45E-06					5.45E-06	2.73E-04
Mercure et ses composés (en Hg)	g	3.99E-07					3.99E-07	2.00E-05
Nickel et ses composés (en Ni)	g	7.04E-06					7.04E-06	3.52E-04
Zinc et ses composés (en Zn)	g	3.41E-04		3.67E-06			3.45E-04	1.73E-02
Métaux lourds (non spécifiés)	g	2.57E-04	2.05E-06	3.89E-05			2.98E-04	1.49E-02
Composés inorganiques non répandus dans le sol	g	1.09E-02	2.38E-04	1.34E-03		3.74E-05	1.25E-02	6.25E-01
Hydrocarbures (non spécifiés)	g	3.49E-01		8.82E-03			3.57E-01	1.79E+01
Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques	g	4.76E-03	2.05E-04	1.13E-03		3.22E-05	6.13E-03	3.07E-01
Silice (Si)	g	2.37E-04		6.56E-06			2.43E-04	1.22E-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 (stock)	MJ							
Matière Récupérée (stock) : Total	kg	2.00E+00		1.79E+01		2.87E+01	4.86E+01	2.43E+03
Matière Récupérée (stock) : Acier	kg	9.81E-03		1.32E-03		6.30E-01	6.41E-01	3.21E+01
Matière Récupérée (stock) : Aluminium	kg							
Matière Récupérée (stock) : Métal (non spécifié)	kg							
Matière Récupérée (stock) : Papier-Carton	kg	3.85E-05		6.96E-05			1.08E-04	5.40E-03
Matière Récupérée (stock) : Plastique	kg	1.03E-02		4.65E-05			1.04E-02	5.18E-01
Matière Récupérée (stock) : Calcin	kg	6.79E-01					6.79E-01	3.40E+01
Matière Récupérée (stock) : Biomasse	kg							
Matière Récupérée (stock) : Minérale	kg	1.30E+00		1.79E+01		2.81E+01	4.73E+01	2.37E+03
Matière Récupérée (stock) : Non spécifiée	kg							

#### Commentaires relatifs aux déchets valorisés

Les déchets valorisés sont principalement :

- les déchets inertes de sites de production ;
- les déchets de terres issues de l'excavation lors de la mise en œuvre ;
- le massif de scellement laissé en place en fin de vie.

## 2.3.2 Déchets éliminés

Flux	Unités	Production	Transport	Mise en œuvre	Vie en œuvre	Fin de vie	Total cycle de vie	
							Par annuité	pour toute la DVT
Déchets dangereux	kg	4.64E-02	1.29E-04	5.12E-04		2.02E-05	4.70E-02	2.35E+00
Déchets non dangereux	kg	3.28E-01	1.03E-04	6.00E-01		1.62E-05	9.29E-01	4.64E+01
Déchets inertes	kg	3.08E-01	9.19E-04	1.06E-01		7.98E+00	8.40E+00	4.20E+02
Déchets radioactifs	kg	2.39E-04	9.17E-05	1.32E-04		1.44E-05	4.78E-04	2.39E-02

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

Les déchets sont, pour plus de 90 %, des déchets inertes correspondant à l'élimination du produit en fin de vie.

Dans le cadre de cette fiche, les déchets de fin de vie sont considérés comme partant intégralement en décharge de classe 3. Ceci est conforme à la norme NF P 01-010 en l'absence de données nationales statistiques sur le recyclage effectif des candélabres en béton.

Certaines communes et régions pratiquent un recyclage des candélabres en béton en fin de vie. Cette pratique étant vraisemblablement amenée à se généraliser, le bilan environnemental d'un candélabre recyclé en fin de vie est présenté en annexe informative.

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

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

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

N°	Impact environnemental		Valeur		Unité	
			par UF <sup>(1)</sup>	par candélabre en béton <sup>(2)</sup>		
1	Consommation de ressources énergétiques :					
	Énergie primaire totale		70,7	<b>3 537</b>	MJ	
	dont énergie récupérée <sup>(3)</sup>		5,8	<b>290,2</b>	MJ	
	Énergie non renouvelable		60,07	<b>3 003,5</b>	MJ	
	Énergie renouvelable		10,67	<b>533,5</b>	MJ	
2	Indicateur d'épuisement de ressources (ADP)		0,021	<b>1,06</b>	kg équivalent antimoine	
3	Consommation d'eau		26,3	<b>1 317</b>	litres	
4	Déchets solides	Valorisés	48,6	<b>2 430</b>	kg	
		Éliminés	Déchets dangereux	0,047	<b>2,35</b>	kg
			Déchets non dangereux (DIB)	0,93	<b>46,4</b>	kg
			Déchets inertes	8,40	<b>420</b>	kg
			Déchets radioactifs	4,78.10 <sup>-4</sup>	<b>2,39.10<sup>-2</sup></b>	kg
5	Changement climatique		5,9	<b>295</b>	kg éq CO <sub>2</sub>	
6	Acidification atmosphérique		0,024	<b>1,20</b>	kg éq SO <sub>2</sub>	
7	Pollution de l'air		440	<b>22 000</b>	m <sup>3</sup>	
8	Pollution de l'eau		1,49	<b>74,7</b>	m <sup>3</sup>	
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique		1,12.10 <sup>-10</sup>	<b>5,58.10<sup>-9</sup></b>	kg CFC-11 éq.	
10	Formation d'ozone photochimique		3,95.10 <sup>-3</sup>	<b>0,20</b>	kg d'éthylène éq.	

(1) Les valeurs sont exprimées pour l'unité fonctionnelle c'est-à-dire pour un candélabre pour une annuité (avec pour base de calcul une durée de vie typique de 50 ans).

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

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

**Ce tableau d'indicateurs environnementaux est présenté en annexe informative si l'hypothèse d'une valorisation du candélabre en fin de vie est retenue.**

## 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)

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

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

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

### 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)

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

#### 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)

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

#### 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)

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

#### 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)

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

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

### Écogestion du bâtiment

#### 5.1 Gestion de l'énergie

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

#### 5.2 Gestion de l'eau

**Non concerné**

Le candélabre étudié est utilisé en aménagement extérieur.

#### 5.3 Entretien et maintenance

Les candélabres en béton présentent de très bonnes caractéristiques de résistance mécanique et de résistance aux agressions climatiques (pluie, neige, vent, gel-dégel).  
En situation courante, ils n'exigent aucun entretien ni maintenance.  
Les candélabres peuvent recevoir, au besoin, un traitement anti-graffiti.

# ANNEXE TECHNIQUE

## Caractérisation des données principales

### Description des étapes du cycle de vie

#### Production

Cette étape comprend :

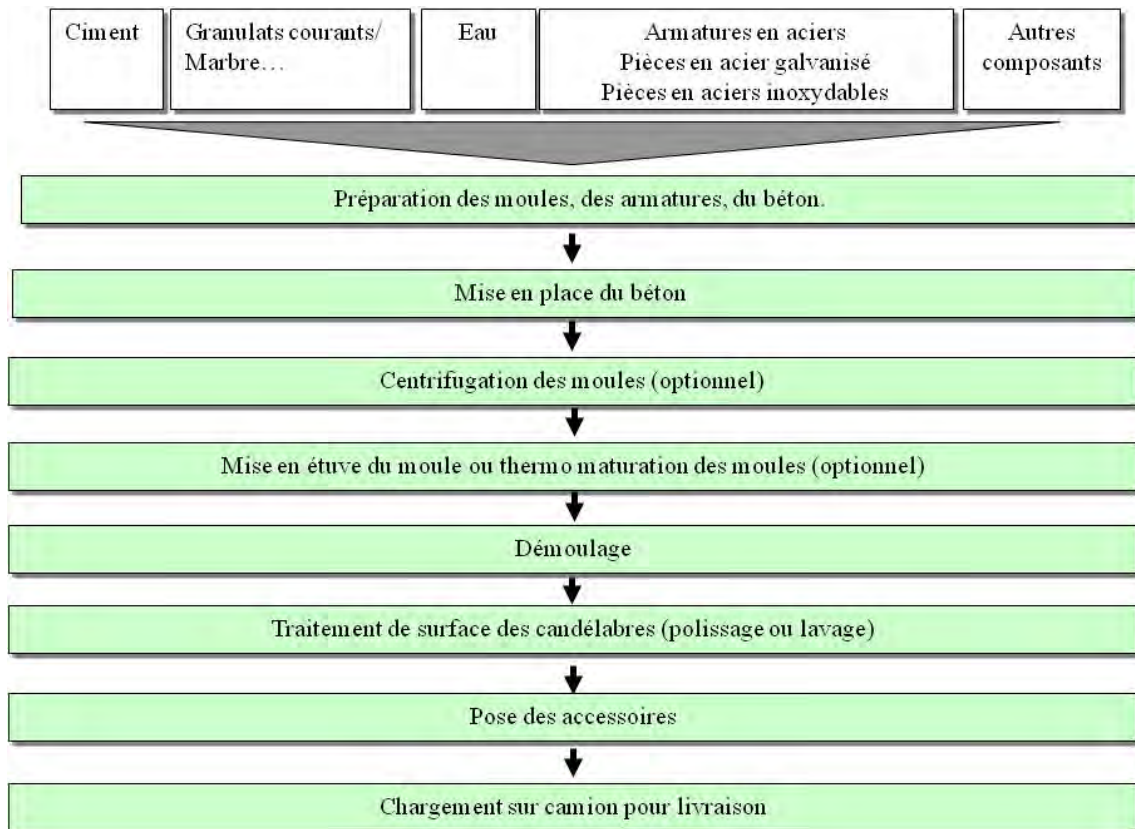
- la production des matières premières entrant dans la composition des candélabres ;
- le transport de ces matières ;
- la production des candélabres jusqu'à leur chargement pour livraison.

Le procédé de production en usine inclut les étapes suivantes :

- préparation des moules ;
- préparation des armatures ;
- préparation des bétons par mélange des différentes matières premières ;
- mise en place du béton dans le moule ;
- centrifugation du moule (selon mode de production) ;
- mise en étuve du moule (selon mode de production) ;
- démoulage du candélabre ;
- traitement de surface du candélabre (lavage ou polissage) ;
- pose des accessoires ;
- stockage, conditionnement et chargement pour livraison.



Schéma du procédé de production :



## Transport

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

## Mise en œuvre

L'étape de mise en œuvre comprend :

- la réalisation d'une excavation ;
- le levage du candélabre ;
- la production et le transport du béton constitutif du massif de scellement.

## Vie en œuvre

Aucune intervention n'est nécessaire durant l'étape de vie en œuvre dans des conditions normales d'utilisation.

## Fin de vie

Cette étape comprend :

- la déconstruction du candélabre,
- le transport de ces déchets de béton en centre de stockage de classe 3 pour déchets inertes du BTP,
- le stockage de ces déchets en CET de classe 3.

## Définition du système

Principales étapes incluses ou exclues :

### Incluses

- Production des candélabres en béton [1]
- Production du ciment [2]
- Production des armatures en aciers issues de fourneaux à arcs électriques [3]
- Production des granulats [4]
- Production des superplastifiants [5]
- Production de carton [6]
- Production de bois [7]
- Production de polyéthylène [8]
- Production de polystyrène expansé [9]
- Production des accélérateurs de prise [10]
- Production de désactivant [11]
- Production d'huiles [12]
- Production de PVC extrudé [13]
- Production d'acier galvanisé [14]
- Production d'acier inoxydable [15]
- Production de meule [16]
- Réalisation d'une excavation [17]
- Production de filler calcaire [18]
- Déconstruction/Levage du candélabre [19]
- Mise en décharge de classe 3 [20]
- Transports et production d'énergie [21]

### Excluses

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

## Règle de coupure

La norme NF P 01-010 recommande que la part de la masse des produits entrants non remontés (c'est-à-dire pour lesquels la production n'a pas été comptabilisée) soit inférieure à 2 % de la masse totale des entrants 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 0,01 % 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).

## Prise en compte des coproduits

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

## Principales hypothèses

### Production des candélabres en béton

Une allocation massique a été réalisée pour l'imputation de certaines consommations (électricité, carburant, huiles) à la production de candélabres en béton par rapport à la totalité des productions annuelles du site tous formats confondus.

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

- 326 km pour le transport du ciment ;
- 443 km pour le transport du gravier ;
- 171 km pour le transport du sable ;
- 91 km pour le transport des aciers d'armature ;

Les transports sont effectués par camion.

### Emballages

Trois types d'emballages sont inclus dans les frontières du système :

- l'emballage du produit,
- l'emballage des matières premières nécessaire à la production,
- l'emballage nécessaire au transport des déchets de production.

Il s'agit d'éléments :

- en bois,
- en carton,
- en polystyrène expansé,
- en polyéthylène.

L'emballage du produit est éliminé sur chantier comme déchets industriels non dangereux.

### Transport

La distance moyenne de transport des candélabres prise en compte jusqu'au chantier est de 488 km.

Le transport est effectué par camion de 19 tonnes.

L'hypothèse d'un retour à vide dans 94 % des cas a été retenue.

### Mise en œuvre

Les candélabres sont mis en œuvre selon les règles de l'art.

Pour poser un candélabre il est nécessaire de réaliser une excavation de :

- 1 mètre de profondeur,
- 80 cm de largeur,
- 80 cm de longueur.

0,6 m<sup>3</sup> de béton prêt à l'emploi de classe B25 sont nécessaires pour la réalisation du massif de scellement.

(ces données ont été calculées par un bureau d'étude.)

Composition retenue pour 1 mètre cube de béton B25 :

- 260 kg de ciment CEM I,
- 40 kg de filler calcaire,
- 855 kg de sable,
- 1 025 kg de gravillon,
- 165 kg d'eau,
- environ 0,3 % adjuvant.

Les transports amont de ces constituants ont été intégrés à l'étude.

Ces transports sont effectués par camion de 24 tonnes sur les distances suivantes :

- 115 km pour le ciment,
- 30 km pour le sable et le gravier,
- 50 km pour le filler.

Enfin, un transport aval par bétonnière sur une distance de 10 km a été comptabilisé.

## **Vie en œuvre**

Aucune opération d'entretien n'est nécessaire, en conditions normales d'utilisation, durant la vie en œuvre.

En particulier, aucune opération de nettoyage n'a été comptabilisée du fait de l'irrégularité de ces potentielles interventions (conditions locales, fréquences variables etc.).

## **Fin de vie**

### **Démolition**

L'hypothèse retenue est la destruction du candélabre en fin de vie, le massif de scellement restant en place.

### **Mise en décharge**

Les déchets de candélabre en béton sont stockés 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 la phase de 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 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..).

Lors de la vie en œuvre le candélabre et le massif de scellement sont soumis, en surface, au phénomène de carbonatation.

Lors de son stockage en tant que déchet inerte, le candélabre est également soumis au phénomène de carbonatation.

11,6 kg de CO<sub>2</sub> sont réabsorbés par carbonatation du candélabre et du massif de scellement.

## Informations sur les données

- **Données principales :**

- [1] Les données de production des candélabres en béton ont été collectées auprès de deux sites de production représentatifs de la production française.

Les données collectées sont les données de l'année 2007 et ont été traitées par le CERIB en 2008.

### Représentativité des données de production des candélabres en béton

- **Année :** 2007.
- **Représentativité géographique :** France.
- **Représentativité technologique:**

Les sites de productions étudiés mettent en œuvre des procédés de fabrication présentant des divergences sur certaines étapes (moulage, traitement de surface...). Ceci permet à l'étude de prendre en considération l'ensemble des procédés technologiques actuels de fabrication de candélabres 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)/Écobilan 2002).
- [3] **Production d'acier d'armatures :** Données de l'International Iron and Steel Institute pour la production d'acier d'armature par voie électrique – Rebar, EAF route IISI 2002 (données collectées 1999 – 2000)
- [4] **Production des granulats:** Données provenant de 32 sites, Union Nationale des Producteurs de Granulats (UNPG). Étude Écobilan de 1995 actualisées en 2000 par l'UNPG (pour les données relatives aux eaux de lavage et émissions de poussières). Ces données concernent la production de granulats d'origine alluvionnaire (44 %), ou de roches massives (56 % dont roche calcaire 26 %).
- [5] **Production des superplastifiants :** Données issues des déclarations environnementales de l'EFCA (Association européenne des producteurs d'adjuvants) 2002.
- [6] **Production de carton :** Données issue du BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und landschaft), Bern, 1996.
- [7] **Production de bois :** Assimilation massique à la production d'une palette de bois européenne, 1995.
- [8] **Production de polyéthylène :** Données issues de l'APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe), Bruxelles, Juillet 2003.
- [9] **Production de polystyrène expansé :** Données issues de l'APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe), Bruxelles, 1999.
- [10] **Production des accélérateurs de prise :** Données issues des déclarations environnementales de l'EFCA (Association européenne des producteurs d'adjuvants) 2005.
- [11] **Production de désactivant :** Estimation de la composition d'un désactivant :
  - 75 % de propanol : Données issue de la base de données Ecoinvent 2007, « isopropanol, at plant », Référence (# 413), 2000.
  - 25 % d'amidon : Données issue de la base de données Ecoinvent 2007, « potato starch, at plant, Allemagne », Référence (# 215), 2002.
- [12] **Production d'huile :** Données issue de la base de données Ecoinvent 2007, « lubricating oil, at plant, Europe », Référence (# 416), 2000.
- [13] **Production de PVC extrudé :** Données issues de l'APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe), Bruxelles, 2002.
- [14] **Production d'acier galvanisé :** Production d'acier électro galvanisé - Données européennes de production d'acier - International Iron and Steel Institute, 2000.

- [15] **Production d'acier inoxydable** : Données issue de la base de données Ecoinvent 2007, « chromium steel 18/8, at plant, Europe », Référence (# 1072), 2000.
- [16] **Production de meule** : Estimation par la composition des meules :
- ciment, (Cf production de ciment [2])
  - alumine, données issue de la base de données Ecoinvent 2007, « aluminium oxyde, at plant, Europe », Référence (# 244), 2002.
  - diamant, modélisé comme flux élémentaire.
  - oxyde de magnésium, donnée issue de la base de données Ecoinvent 2007, « magnésium oxyde, at plant, Europe », Référence (# 296), 2000.
- [17] **Réalisation de l'excavation** : Données issue de la base de données Ecoinvent 2007, « excavation, hydraulic digger », reference 553, 1996.
- [18] **Production du filler** : Modélisation du filler calcaire - Données issue du BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und landschaft), Bern, 1996.
- [19] **Déconstruction** : Levage et Utilisation d'une pelle mécanique - DIK LCA 1994/INTRON 98 – documentation technique 2002 LIEBHERR.
- [20] **Mise en décharge de classe 3** : Données de lixiviation issues d'analyses du CERIB (2002).
- [21] **Transports et production d'énergie** : fascicule AFNOR FD P 01-015 complété notamment par ETH 1996 Zurich (Laboratorium für Energiesysteme) et Ecoinvent 2006 v 1.3

**Contact** : M. Nicolas Decousser

Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton  
BP 30059 - 28231 ÉPERNON CEDEX - tel 02 37 18 48 00 - Fax 02 37 18 62 66 - e-mail : [envir@cerib.com](mailto:envir@cerib.com) - [www.cerib.com](http://www.cerib.com)

## Conventions sur les transports

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

### Transport par route

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

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

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

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

où

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

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

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 parfois ajustées pour des camions de type différent.

### Transports par rail, mer ou fleuve

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

#### Consommations d'énergie pour les transports 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 »

### Pouvoir Calorifiques inférieurs

	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

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

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

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



# ANNEXE INFORMATIVE

## Prise en compte du recyclage en fin de vie

### Introduction :

Dans le cadre de cette FDES, les déchets de fin de vie sont considérés comme partant intégralement en décharge de classe 3. Ceci est conforme à la norme NF P 01-010 en l'absence de données statistiques nationales sur le recyclage effectif des candélabres en béton.

Cependant, certaines communes et régions pratiquent un recyclage des candélabres en béton en fin de vie. Cette pratique étant vraisemblablement amenée à se généraliser, le bilan environnemental d'un candélabre recyclé intégralement en fin de vie est présenté dans cette annexe.

### Caractérisation de la fin de vie :

Si un scénario de recyclage est considéré, la phase de fin de vie contient les étapes suivantes :

- la déconstruction du candélabre,
- le transport du candélabre vers son lieu de recyclage,
- la séparation des armatures,
- le concassage des parties en béton pour obtenir des granulats pouvant être réutilisés comme matériaux de remblais ou comme granulats secondaires.

Les matériaux validés sont considérés comme alimentant un stock. Leur réutilisation ultérieure sort du champ de l'analyse de cycle de vie du candélabre (méthode des stocks préconisée par la norme NFP 01-010).

### Hypothèses de fin de vie et sources des données :

Les données concernant l'impact environnemental du recyclage ont été collectées auprès d'une société de recyclage de poteaux en béton.

Un transport de 80 km, effectué par camion de 24 tonnes est considéré (depuis le lieu de mise en œuvre jusqu'à la plate-forme de recyclage).

Les consommations des machines (pelleteuse et concasseur) ont été modélisées avec des données du « Laboratorium fur Energiesysteme ETH » à Zurich en 1996.

## Contribution du produit aux impacts environnementaux

### Hypothèses d'un recyclage du candélabre en fin de vie

N°	Impact environnemental		Valeur		Unité	
			par UF	par candélabre en béton		
1	Consommation de ressources énergétiques :					
	Énergie primaire totale		72,2	<b>3 612</b>	MJ	
	dont énergie récupérée <sup>(3)</sup>		5,8	<b>290</b>	MJ	
	Énergie non renouvelable		61,6	<b>3 078</b>	MJ	
	Énergie renouvelable		10,7	<b>534</b>	MJ	
2	Indicateur d'épuisement de ressources (ADP)		0,022	<b>1,096</b>	kg équivalent antimoine	
3	Consommation d'eau		26,5	<b>1 324</b>	litres	
4	Déchets solides	Valorisés	56,6	<b>2 829</b>	kg	
		Éliminés	Déchets dangereux	0,047	<b>2,35</b>	kg
			Déchets non dangereux (DIB)	0,928	<b>46,4</b>	kg
			Déchets inertes	0,42	<b>21</b>	kg
			Déchets radioactifs	$5,02 \cdot 10^{-4}$	<b><math>2,51 \cdot 10^{-2}</math></b>	kg
5	Changement climatique		6,08	<b>304</b>	kg éq CO <sub>2</sub>	
6	Acidification atmosphérique		0,0252	<b>1,26</b>	kg éq SO <sub>2</sub>	
7	Pollution de l'air		462	<b>23095</b>	m <sup>3</sup>	
8	Pollution de l'eau		1,512	<b>75,6</b>	m <sup>3</sup>	
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique		$1,12 \cdot 10^{-10}$	<b><math>5,58 \cdot 10^{-9}</math></b>	kg CFC-11 éq.	
10	Formation d'ozone photochimique		0,0042	<b>0,21</b>	kg d'éthylène éq.	

### Commentaires

Le recyclage en fin de vie du candélabre en béton permet une diminution de 400 kg de déchets inertes, soit 95 % de la masse totale de déchets inertes générés lors du cycle de vie du candélabre.

Il permet parallèlement la création d'un stock de matières réutilisables : de granulats secondaires (365 kg) et de ferrailles (35 kg).

Les transports et les traitements nécessaires pour ce recyclage induisent cependant une légère augmentation des autres indicateurs notamment : + 2 % sur l'énergie primaire totale, + 3 % sur le changement climatique, + 5 % sur l'acidification atmosphérique.



**Développement  
durable**

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



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