

Guide sectoriel d'éco-conception

Matériaux de construction



Sommaire

Page 1	Introduction
Page 2	Chapitre 1. Identification des familles de produits représentatives du secteur
Page 12	Chapitre 2. Diagnostic environnemental du secteur
Page 28	Chapitre 3. Facteurs moteurs pour l'innovation environnementale du secteur des matériaux de construction
Page 38	Chapitre 4. Stratégies sectorielles d'éco-conception
Page 246	Chapitre 5. Exemples

Introduction

L'éco-conception représente plus que la réduction de l'impact environnemental d'un produit sur l'ensemble de son cycle de vie ; ce concept conduit bien au-delà, en proposant de la valeur ajoutée supérieure pour le client ou l'utilisateur. Ainsi, s'inscrire dans une démarche d'éco-conception, c'est saisir les opportunités qu'offre l'approche environnementale pour se démarquer et créer des avantages concurrentiels :

- **C'est être à l'écoute** d'un marché en attente de solutions éco-conçues, d'un contexte sociétal favorable dans son secteur d'activité, des sous-traitants pouvant préconiser des solutions, **et identifier** les concurrents et les réglementations à anticiper ou même à dépasser.
- **C'est proposer** un produit offrant un coût global attractif sur l'ensemble de son cycle de vie, une gamme de produits diversifiés,
- **C'est acquérir** une nouvelle notoriété, **et développer** un projet motivant pour les équipes de l'entreprise.

Le secteur de la construction se situe généralement sur un marché Business to Business (BtoB). Les relations entre donneurs d'ordre et metteurs sur le marché s'établissent sur le long terme à partir du cahier des charges techniques. La demande environnementale n'est pas souvent formalisée dans ces relations, pourtant, d'expérience, nous savons qu'elle permet de proposer une offre plus complète intégrant parfois jusqu'aux coûts globaux, depuis l'investissement, en passant par l'utilisation jusqu'à la gestion en fin de vie.

L'origine de ce guide remonte à 2002, à l'initiative de la Communauté Autonome du Pays Basque, ayant lancé une «Stratégie Basque de l'environnement pour le développement durable 2002-2020», en établissant une stratégie intégrée afin d'inciter à l'émergence de produits plus respectueux de l'environnement, dont IHOBE est en charge de la mise en œuvre.

IHOBE est l'agence gouvernementale basque concevant les instruments de politique environnementale à plusieurs stades, du transfert des connaissances, au réseautage entre les entreprises, les gouvernements et les autorités publiques. IHOBE accompagne les entreprises et les municipalités au moyen de services et de projets destinés à la mise en œuvre de l'atténuation du changement climatique, de l'éco-efficacité et de **l'éco-conception**.

Pour atteindre cet objectif, le «Programme pour la promotion de l'éco-conception dans la Communauté autonome 2004-2006» implique la mise en œuvre d'une gamme de services et de soutien à l'éco-conception.

IHOBE a poursuivi ce programme de promotion de l'éco-conception à travers le développement d'une série de guides sectoriels techniques, traitant de l'innovation environnementale des produits, notamment à partir de l'élaboration des études génériques d'Analyse du Cycle de Vie (ACV), développées par IHOBE, enrichies de ses expériences antérieures, et d'autres travaux similaires.

Le but de ce guide est de proposer aux entreprises une base de documents explicatifs des innovations environnementales applicables au secteur de la construction, afin de guider les entreprises dans leurs projets d'amélioration.

Ce guide a été traduit et adapté de l'espagnol par le Pôle Innovations Constructives (PIC) avec le soutien du pôle Eco-conception et Management du Cycle de Vie et la plateforme [avnir] de l'association Création Développement Eco-Entreprises (Cd2e).

Ce guide représente une collaboration internationale entre deux membres fondateurs du réseau ENEC (the European Network of Ecodesign Centres), IHOBE et le Pôle Eco-Conception et Management du Cycle de Vie, aidé par ses partenaires nationaux du pôle éco-conception plus spécialisé dans les matériaux de la construction ; le Pôle Innovations Constructives et le Cd2e.



Chapitre 1

Identification des familles de produits représentatives du secteur



Le principal objectif de ce chapitre est d'identifier les familles de matériaux de construction les plus représentatives dans l'industrie française. Dans le secteur de la construction, il faut bien évidemment tenir compte de la construction neuve et de la rénovation, mais aussi de l'émergence de la construction durable, qui gagne du terrain, avec plus de 117000 logements labellisés BBC au 31 décembre 2012. En Rhône Alpes par exemple, 49% des propriétaires occupants ont réalisé des travaux de rénovation énergétique entre le 1^{er} janvier 2011 et le 31 décembre 2012. Les principaux travaux concernent l'isolation des fenêtres (32%), le changement des équipements de chauffage et l'isolation des toitures (17% chacun), l'installation d'un thermostat (13%), ou encore l'isolation intérieure des murs (11%). La région Nord-Pas de Calais, quant à elle, représentait près de 6% des demandes de labellisation BBC avec 19 517 demandes pour la construction neuve et se situait au 3^{ème} rang national pour les logements individuels.

Même si des familles de matériaux innovants prennent de plus en plus d'ampleur, le marché des matériaux de construction est toujours gouverné par les familles de matériaux traditionnelles.

1.1.- Le secteur industriel des matériaux de construction en France

On appelle matériau (ou produit) de construction, de nature et manufacture très diverse, tout produit fabriqué pour un usage permanent dans les chantiers de construction, aussi bien pour les travaux publics que pour le bâtiment. En France, la plupart des matériaux de construction proviennent du secteur industriel des matières minérales non métalliques. Ensuite, en quantité moindre, ils viennent de l'industrie forestière, métallique, chimique, ou encore plastique. Il est également possible de constater une évolution de l'offre produit vers des produits moins impactants sur l'environnement, que ce soit de par la valorisation de co-produits de la filière agricole ou de la filière du recyclage mais aussi en développant les filières locales ou des produits nécessitant moins de transformation (et donc moins d'énergie lors de la phase de fabrication).

On peut diviser le secteur de la construction en sous-secteurs, et voici leurs caractéristiques :

Chiffres nationaux pour l'année 2011

(Sources : Capeb, FFB, métiers-btp, CERC)

Bâtiment : Le chiffre d'affaire en 2011 est estimé à 129 milliards d'euros. Le secteur totalisait 1 175 508 employés, répartis dans 459551 entreprises.

Travaux Publics : Le chiffre d'affaire en 2011 est estimé à 40,5 milliards d'euros. Le secteur totalisait 264 205 employés, répartis dans 37642 entreprises.



Chiffres régionaux : le cas de Rhône-Alpes en 2012

Bâtiment :

Selon les *Chiffres clés du Bâtiment et des Travaux Publics 2012 en région Rhône-Alpes*, publiés par le CERA et ses partenaires, le chiffre d'affaire de l'activité du Bâtiment est estimé à 15 milliards d'euros. Près de 59% de l'activité du Bâtiment correspond à la mise en chantiers de logements : il y en aurait eu 40893 en 2012. Au total, ce sont 2469 milliers de m² de locaux qui ont été mis en chantier en 2012 en Rhône Alpes.

En termes d'emplois, le secteur comptait en 2012 environ 135200 employés (salariés et intérimaires).

Travaux Publics :

Selon les *Chiffres clés du Bâtiment et des Travaux Publics 2012 en région Rhône-Alpes*, publiés par le CERA et ses partenaires, le chiffre d'affaire de l'activité des Travaux Publics est estimé stabilisé à 5 milliards d'euros.

Plus de la moitié (51%) des chantiers concernent des travaux de routes et d'adduction/assainissement d'eau, le reste étant principalement des travaux électriques, des terrassements et des ouvrages d'art. Ces travaux sont destinés aux 2/3 au domaine public : la moitié est pour le compte des collectivités locales.

Le secteur employait environ 35000 personnes en 2012 (salariés et intérimaires).

L'industrie des matériaux :

Selon les *Chiffres clés du Bâtiment et des Travaux Publics 2012 en région Rhône-Alpes*, publiés par le CERA et ses partenaires, le chiffre d'affaire de l'industrie des matériaux avoisine les 1400 millions d'euros. A noter que la production de béton n'arrive pas à augmenter, avec 3,1 millions de tonnes manufacturées en 2012, tout comme la filière granulats qui a rechuté, avec une production estimée à 37 millions de tonnes. La production de béton prêt à l'emploi est évaluée à 4,5 millions de m³. L'industrie des matériaux comptait près de 5400 employés en 2012.

Chiffres régionaux : le cas de la région Nord Pas-de-Calais

Bâtiment :

D'après les données publiées par le CER Nord Pas-de-Calais et ses partenaires, 16991 logements ont été mis en chantiers entre mars 2012 et mars 2013. Pendant cette même période, la surface des locaux mis en chantier représentait 1225 milliers de m²

En termes d'emplois, le secteur comptait à la fin 2012 82046 employés (salariés) et 5935 (ETP). D'après la FFB Nord Pas-de-Calais, la région Nord Pas-de-Calais représente 6 573 millions d'euros de production sur l'année 2011.

1.2.- Les familles de matériaux les plus représentatives en France

La difficulté pour délimiter et étudier ces familles réside dans le fait que beaucoup de ces matériaux sont des matières premières utilisées pour créer d'autres composés plus complexes, et bien qu'ils ne soient donc pas directement des produits finaux, sont pris en compte puisque leur finalité est d'être utilisés pour construire un bâtiment ou pour le génie civil.

Pour la délimitation des familles, on utilise donc la classification donnée par la *Nomenclature des produits de construction INIES* qu'on retrouve plus bas dans ce paragraphe. Les principaux matériaux sont donc classifiés, suivant leur fonction, dans les familles suivantes :

- Voiries/Réseaux divers
- Structure/Maçonnerie/Gros œuvre/Charpente
- Façades
- Couvertures/Etanchéité
- Menuiseries intérieures et extérieures / fermetures
- Isolation
- Cloisonnement/ Plafonds suspendus
- Revêtement des sols et murs/Peintures/Produits de décoration
- Produits de préparation et de mise en œuvre
- Equipements sanitaires et salle d'eau

Ci après se trouve la nomenclature des produits de construction INIES, qui contient, pour chaque famille le numéro de la famille, le nom (fonction) de la famille, et qui contient des sous-parties, correspondant aux solutions diverses, auxquelles sont associés les matériaux pouvant être utilisés. Chaque type de matériau correspondant à une solution possède un code, de trois nombres séparés par des points, qui correspondent dans l'ordre au numéro de fonction, au numéro de la solution dans la fonction, et au numéro du matériau en question pour la solution. Ainsi un matériau de même nature peut avoir plusieurs codes, suivant la fonction et l'application qu'on lui attribue. Par exemple, dans les isolants la laine de roche possède le code 06.06.04 pour une utilisation en rouleau mais également le code 06.07.05 pour une utilisation en vrac.



N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numerotation de la famille
1	Voirie / réseaux divers (y compris réseaux intérieurs)	Cuves et réservoirs	Acier	01.01.01
			Béton	01.01.02
			Cuivre	01.01.03
			Laiton	01.01.04
			Polyester	01.01.05
			Polyéthylène	01.01.06
		Réseaux d'évacuation et d'assainissement (eaux pluviales et eaux usées)	Acier	01.02.01
			Aluminium	01.02.02
			Béton	01.02.03
			Cuivre	01.02.04
			Fonte	01.02.05
			Laiton	01.02.06
			Polyester	01.02.07
Polyéthylène	01.02.08			
PVC	01.02.09			
Zinc	01.02.10			
Réseaux d'adduction d'eau (intérieur et extérieur)	Acier Inox	01.03.01		
	Acier galvanisé	01.03.02		
	Cuivre	01.03.03		
	Fonte	01.03.04		
	Laiton	01.03.05		
	Polybutylène	01.03.06		
Polyéthylène	01.03.07			
PVC	01.03.08			
Réseaux d'adduction du gaz	Acier	01.04.01		
	Cuivre	01.04.02		
	Laiton	01.04.03		
Système de drainage	Polyéthylène	01.04.04		
	PVC	01.05.01		
Voirie et revêtements extérieurs	Béton préfabriqué	01.05.02		
	Bois massif	01.06.01		
	Bois reconstitué	01.06.02		
	Céramique	01.06.03		
	Enrobés	01.06.04		
	Matériaux à base de liants hydrauliques	01.06.05		
Pierre naturelle	01.06.06			
Divers	01.06.07			
				01.07.01

N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numerotation de la famille
2	Structure / maçonnerie / gros œuvre / charpente	Boisseaux et conduits de fumisterie	Acier	02.01.01
			Béton	02.01.02
			Béton armé	02.01.03
			Brique réfractaire	02.01.04
			Terre cuite	02.01.05
		Chapes / chapes flottantes	Béton et mortier à base de ciment	02.02.01
			Chape anhydrite	02.02.02
			Plaque de plâtre (chapes sèches)	02.02.03
		Charpentes	Acier	02.03.01
			Aluminium	02.03.02
			Béton	02.03.03
			Bois massif	02.03.04
		Contreventements	Bois reconstitué	02.03.05
			Acier	02.04.01
			Béton	02.04.02
			Bois massif	02.04.03
			Bois reconstitué	02.04.04
		Dalles et prédalles	Bois-ciment	02.04.05
			Acier	02.05.01
			Béton alvéolé	02.05.02
			Béton cellulaire	02.05.03
			Béton plein armé	02.05.04
			Béton plein non armé	02.05.05
			Béton précontraint	02.05.06
Laine de bois	02.05.07			
Éléments porteurs horizontaux (poutres / poutrelles / entrevous/hourdis / linteaux)	Acier	02.06.01		
	Béton	02.06.02		
	Béton armé	02.06.03		
	Béton précontraint	02.06.04		
	Bois massif	02.06.05		
	Bois reconstitué	02.06.06		
	Polypropylène	02.06.07		
	Terre cuite	02.06.08		



N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
	Eléments porteurs verticaux (poteaux / colonnes / piliers)		Acier	02.07.01
			Béton armé	02.07.02
			Béton précontraint	02.07.03
			Bois massif	02.07.04
			Bois reconstitué	02.07.05
			Pierre naturelle	02.07.06
			Terre cuite	02.07.07
	Escaliers (intérieur et extérieur)		Acier	02.08.01
			Aluminium	02.08.02
			Béton	02.08.03
			Bois massif	02.08.04
			Bois reconstitué	02.08.05
			Pierre naturelle	02.08.06
Fondations		Acier	02.09.01	
		Béton armé	02.09.02	
		Béton non armé	02.09.03	
		Bois massif	02.09.04	
		Éléments préfabriqués béton	02.09.05	
Petits éléments de maçonnerie		Béton	02.10.01	
		Béton cellulaire	02.10.02	
		Béton de bois	02.10.03	
		Béton de chanvre	02.10.04	
		Pierre naturelle	02.10.05	
		Pierre ponce	02.10.06	
		Silico calcaire	02.10.07	
		Terre crue	02.10.08	
		Terre cuite	02.10.09	
Planchers		Acier	02.11.01	
		Acier/béton	02.11.02	
		Bac acier nervuré	02.11.03	
		Béton armé	02.11.04	
		Bois massif	02.11.05	
		Bois reconstitué	02.11.06	
		Matériaux composites à base de bois	02.11.07	
Voiles en béton (éléments architecturaux)	Béton armé	02.12.01		
Divers		02.13.01		

N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
3	Façades	Bardages (vêtture / vêtage / parement)	Acier	03.01.01
			Aluminium	03.01.02
			Béton	03.01.03
			Bois massif	03.01.04
			Bois reconstitué	03.01.05
			Cuivre et alliages	03.01.06
			Fibres-ciment	03.01.07
			Pierre naturelle	03.01.08
			Pierre reconstituée	03.01.09
			Polycarbonate	03.01.10
			PVC	03.01.11
			Stratifié	03.01.12
			Terre cuite	03.01.13
			Verre	03.01.14
			Zinc	03.01.15
	Murs rideaux et verrières		Acier	03.02.01
			Aluminium	03.02.02
			Cuivre et alliages	03.02.03
			PVC	03.02.04
			Zinc	03.02.05
	Revêtements extérieurs des façades (compris ETICS)		Enduit extérieur de peinture	03.03.01
Mortier d'enduit minéral			03.03.02	
Mortier d'enduit organique			03.03.03	
Produits accessoires			03.03.04	
Produits de peinture minéraux			03.03.05	
Produits de peinture organiques			03.03.06	
Divers		03.04.01		



N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
4	Couverture / étanchéité	Eléments de couverture en grands éléments	Acier	04.01.01
			Aluminium	04.01.02
			Cuivre et alliages	04.01.03
			Fibres-ciment	04.01.04
			Laiton	04.01.05
			Polycarbonate	04.01.06
			Polyester	04.01.07
			Polyméthacrylate	04.01.08
			PVC	04.01.09
			Zinc	04.01.10
		Eléments de couverture en petits éléments	Ardoise	04.02.01
			Bardeaux bitumineux	04.02.02
			Béton	04.02.03
			Bois	04.02.04
			Fibres-ciment	04.02.05
			Pierre	04.02.06
			Terre cuite	04.02.07
Zinc	04.02.08			
Produits d'étanchéité et d'imperméabilisation pour murs enterrés	Enduit bitumineux	04.03.01		
	Feuilles à base de bitume	04.03.02		
	Membrane bentonitique	04.03.03		
	Membranes synthétiques (PVC-P, EC-F, TPO)	04.03.04		
Produits pour étanchéité de toiture	Asphalte	04.04.01		
	Etanchéité liquide	04.04.02		
	Feuilles à base de bitume	04.04.03		
	Membranes synthétiques (PVC-P, EC-F, TPO)	04.04.04		
Eléments de toiture végétalisée		04.05.01		
Divers		04.06.01		



N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
5	Menuiseries intérieures et extérieures / fermetures	Clôtures	Acier	05.01.01
			Aluminium	05.01.02
			Bois	05.01.03
			Cuivre	05.01.04
			Polycarbonate	05.01.05
			Polyméthacrylate	05.01.06
			PVC	05.01.07
		Eléments de quincaillerie	Acier	05.02.01
			Aluminium	05.02.02
			Cuivre et alliages	05.02.03
			PVC	05.02.04
			Zinc et alliages	05.02.05
		Fenêtres / portes fenêtres / fenêtres de toit	Acier	05.03.01
			Aluminium	05.03.02
			Bois massif	05.03.03
			Bois reconstitué	05.03.04
			Bois-aluminium	05.03.05
			Cuivre et alliages	05.03.06
			Polyester	05.03.07
			Polyéthylène	05.03.08
			PVC	05.03.09
Gardes corps	Acier	05.04.01		
	Aluminium	05.04.02		
	Bois	05.04.03		
	Cuivre et alliages	05.04.04		
	Polycarbonate	05.04.05		
	Polyméthacrylate	05.04.06		
	PVC	05.04.07		
	Verre	05.04.08		
Portes (intérieur / extérieur / portail...)	Acier	05.05.01		
	Aluminium	05.05.02		
	Bois massif	05.05.03		
	Bois reconstitué	05.05.04		
	Bronze	05.05.05		
	PVC	05.05.06		
	Verre	05.05.07		
Volets / volets roulants / persiennes / stores / brise-soleil	Acier	05.06.01		
	Aluminium	05.06.02		
	Bois massif	05.06.03		
	Bois reconstitué	05.06.04		
	Cuivre et alliages	05.06.05		
	Laiton	05.06.06		
	PVC	05.06.07		
	Terre cuite	05.06.08		
	Textile	05.06.09		
	Textile enduit	05.06.10		
Divers	05.07.01			



N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
6	Isolation	Caissons chevronnés / panneaux de toiture	Laine de roche	06.01.01
			Polystyrène expansé	06.01.02
			Polystyrène extrudé	06.01.03
			Polyuréthane	06.01.04
		Complexes de doublage	Plaque de plâtre + laine de roche	06.02.01
			Plaque de plâtre + laine de verre	06.02.02
			Plaque de plâtre + polystyrène expansé	06.02.03
			Plaque de plâtre + polystyrène extrudé	06.02.04
			Plaque de plâtre + polyuréthane	06.02.05
		Compléments d'isolation	Matériaux à changement de phase	06.03.01
			Produits minces réfléchissants	06.03.02
		Entrevous/hourdis isolants	Polystyrène expansé	06.04.01
		Isolants thermiques et acoustiques en plaques rigides et panneaux souples	Fibre de coton	06.05.01
			Fibre de lin	06.05.02
			Laine de chanvre	06.05.03
			Laine de mouton	06.05.04
			Laine de roche	06.05.05
			Laine de verre	06.05.06
			Laine et fibre de bois	06.05.07
			Liège expansé	06.05.08
			Panneaux isolants sous vide	06.05.09
			Plumes de canard	06.05.10
			Polystyrène expansé	06.05.11
Polystyrène extrudé	06.05.12			
Polyuréthane	06.05.13			
Verre cellulaire	06.05.14			
Isolants thermiques et acoustiques en rouleaux	Laine de chanvre	06.06.01		
	Laine de lin	06.06.02		
	Laine de mouton	06.06.03		
	Laine de roche	06.06.04		
	Laine de verre	06.06.05		
Isolants thermiques et acoustiques en vrac	Plumes de canard	06.06.06		
	Chênevotte	06.07.01		
	Laine de coton	06.07.02		
	Laine de laitier	06.07.03		
	Laine de mouton	06.07.04		
	Laine de roche	06.07.05		
	Laine de verre	06.07.06		
	Ouate de cellulose	06.07.07		
	Perlite	06.07.08		
	Polyuréthane	06.07.09		
Vermiculite	06.07.10			
Isolants thermiques et acoustiques pour toitures terrasses	Laine de roche	06.08.01		
	Laine de verre	06.08.02		
	Perlite expansée	06.08.03		
	Polystyrène expansé	06.08.04		
	Polystyrène extrudé	06.08.05		
	Polyuréthane	06.08.06		
Isolants thermiques et acoustiques sous chape	Verre cellulaire	06.08.07		
	Laine de roche	06.09.01		
	Laine de verre	06.09.02		
	Polyester	06.09.03		
	Polystyrène expansé	06.09.04		
	Polystyrène extrudé	06.09.05		
Isolation répartie non porteuse	Polyuréthane	06.09.06		
	Béton de chanvre	06.10.01		
	Paille	06.10.02		
Divers	Torchis	06.10.03		
		06.11.01		



N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
7	Cloisonnement / plafonds-suspendus	Cloisonnement	Acier	07.01.01
			Béton	07.01.02
			Bois massif	07.01.03
			Bois reconstitué	07.01.04
			Carreau de plâtre	07.01.05
			Cuivre et alliages	07.01.06
			Plaque ciment	07.01.07
			Plaque de plâtre	07.01.08
			Plaque silico-calcaire	07.01.09
			Terre cuite	07.01.10
			Verre	07.01.11
		Plafonds suspendus / plafonds tendus	Acier	07.02.01
			Bois massif	07.02.02
			Bois reconstitué	07.02.03
			Laine de bois	07.02.04
			Laine de roche	07.02.05
			Laine de verre	07.02.06
			Plaque de plâtre	07.02.07
			Plaque silico-calcaire	07.02.08
			PVC	07.02.09
			Terre cuite	07.02.10
Vermiculite	07.02.11			
Divers	07.03.01			

N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
8	Revêtements des sols et murs / peintures / produits de décoration	Peintures, lasures et vernis, enduits de peintures	Autres Lasures et vernis	08.01.01
			Autres Peintures	08.01.02
			Divers	08.01.03
			Enduit de peinture	08.01.04
			Lasures et vernis aqueux	08.01.05
			Lasures et vernis solvant	08.01.06
			Peintures aqueuses	08.01.07
			Peintures solvant	08.01.08
		Plinthes	Bois massif	08.02.01
			Bois reconstitué	08.02.02
			Céramique	08.02.03
			Pierre	08.02.04
			Pierre reconstituée	08.02.05
			PVC	08.02.06
			Terre cuite	08.02.07
		Revêtements pour murs et plafonds	Acier	08.03.01
			Céramique	08.03.02
			Cuivre et alliages	08.03.03
			Enduit plâtre	08.03.04
			Lambris bois et reconstitués	08.03.05
			Papier-peint	08.03.06
			Pierre naturelle	08.03.07
			Pierre reconstituée	08.03.08
			PVC	08.03.09
			Terre cuite	08.03.10
			Textiles / non-tissés	08.03.11
			Toile de verre	08.03.12
		Revêtements de sol durs	Céramique	08.04.01
			Parquet bois contre-collé	08.04.02
			Parquet bois massif	08.04.03
			Parquet bois stratifié	08.04.04
			Pierre naturelle	08.04.05
			Pierre reconstituée	08.04.06
			Terre cuite	08.04.07
		Revêtements de sol souples	Caoutchouc	08.05.01
			Linoléum	08.05.02
			PVC	08.05.03
			Textile (moquettes, aiguilletés, floqués)	08.05.04
		Produits acoustiques	Complexe textile PVC/ mousse Polyuréthane	08.06.01
			Panneau textile PVC / mousse Mélamine	08.06.02
		Autres produits de décoration (profilés...)	Acier	08.07.01
Bois massif	08.07.02			
Bois reconstitué	08.07.03			
Cuivre et alliages	08.07.04			
PVC	08.07.05			
Zinc et alliages	08.07.06			
Divers	08.08.01			



N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille	
9	Produits de préparation et de mise en œuvre	Colles pour charpente	Résorcine	09.01.01	
			Mélamine urée formol (MUF)	09.01.02	
			Polyuréthane	09.01.03	
		Sols	Colles bois Colles contact Colles epoxy Colles Hot melt Colles PVC	09.02.01	09.02.01
				09.02.02	09.02.02
				09.02.03	09.02.03
				09.02.04	09.02.04
				09.02.05	09.02.05
		Mortiers pour maçonnerie	Colles aqueuses Colles solvant Colles réactives Egalisation des sols (lissage/ragréage); chapes Primaires de préparation de sols	09.03.01	09.03.01
				09.03.02	09.03.02
				09.03.03	09.03.03
				09.03.04	09.03.04
				09.03.05	09.03.05
		Carrelage	Mortiers de montage Mortiers de montage joints minces	09.04.01	09.04.01
09.04.02	09.04.02				
09.05.01	09.05.01				
09.05.02	09.05.02				
09.05.03	09.05.03				
Décoration	Adhésifs prêts à l'emploi Étanchéité/imperméabilisation Mortiers-colles Mortiers de jointoiment Primaires de préparation de support	09.05.04	09.05.04		
		09.05.05	09.05.05		
		09.06.01	09.06.01		
		09.06.02	09.06.02		
		09.06.03	09.06.03		
Mastics et mousses PU	Colles murales en pâte Colles murales en poudre Enduits de préparation	09.07.01	09.07.01		
		09.07.02	09.07.02		
		09.07.03	09.07.03		
		09.07.04	09.07.04		
		09.07.05	09.07.05		
Chimie du bâtiment	Mastics toiture et couverture Mastics vitrage et multi-usage Mousses PU	09.07.06	09.07.06		
		09.07.07	09.07.07		
		09.08.01	09.08.01		
		09.08.02	09.08.02		
		09.08.03	09.08.03		
Produits pour béton	Adjuvants et additifs Protection/étanchéité Traitement de surface	09.09.01	09.09.01		
		09.09.02	09.09.02		
		09.09.03	09.09.03		
		09.09.04	09.09.04		
Résines synthétiques	Mortiers de pavage, calage, scellement Mortiers de ragréage muraux Mortiers de réparation Mortiers d'imperméabilisation	09.10.01	09.10.01		
		09.10.02	09.10.02		
		09.10.03	09.10.03		
Divers		09.11.01	09.11.01		

N°	Fonction	Solution	Nature / Type / Matériau	Numérotation de la famille
10	Equipements sanitaires et salle d'eau	Robinetterie et colonne de douche	Laiton	10.01.01
			Acier émaillé	10.02.01
		Baignoire	Fonte	10.02.02
			Matériau de synthèse	10.02.03
			Acier émaillé	10.03.01
		Receveur de douche	Céramique (grès émaillé et porcelaine vitrifiée)	10.03.02
			Matériau de synthèse	10.03.03
			Acier émaillé	10.04.01
		Evier	Acier inoxydable	10.04.02
			Céramique (grès émaillé et porcelaine vitrifiée)	10.04.03
			Cuivre	10.04.04
			Matériau de synthèse	10.04.05
			Acier émaillé	10.05.01
		Lavabo	Céramique (grès émaillé et porcelaine vitrifiée)	10.05.02
			Ciment	10.05.03
			Cuivre et alliages	10.05.04
			Matériau de synthèse	10.05.05
Pierre	10.05.06			
Verre	10.05.07			
Acier	10.06.01			
WC - Toilette	Céramique (porcelaine vitrifiée)	10.06.02		
	Divers	10.07.01		

Chapitre 2

Diagnostic environnemental du secteur



Dans ce chapitre, sont présentées les analyses de cycle de vie de quinze produits ou matériaux représentatifs du secteur des Matériaux de Construction.

L'objet de ces évaluations est d'analyser le comportement environnemental des produits au long de leur cycle de vie et d'identifier les priorités en

matière d'amélioration environnementale qui peuvent être envisagées lors de la conception et du développement de ces produits, et par extension de leurs familles.

Les matériaux testés sont répertoriés dans la table suivante :

Produits évalués	Source des données	Organisme responsable
1. Canalisation fonte	INIES, FDES "Système de canalisations en fonte PAM destinées à la collecte et à l'évacuation des eaux usées, des eaux vannes et des eaux pluviales dans les bâtiments"	Saint-Gobain PAM
2. Béton (blocs)	INIES, FDES "Mur en maçonnerie de blocs en béton"	CERIB
3. Canalisation PVC	INIES, FDES "Canalisations PVC destinées à la collecte et à l'évacuation des eaux usées et des eaux vannes d'un petit immeuble collectif"	Syndicat des tubes et raccords en PVC
Ciment	Données pas disponible en France	
4. Peinture (phase solvant)	INIES, FDES vérifiée "Peintures pour sols mono-composant en phase solvant"	Syndicat national des industries des peintures, enduits et vernis
5. Fenêtre en aluminium	INIES, FDES "Fenêtre aluminium à la française 1 vantail ouvrant caché "	Syndicat National de la construction des fenêtres, façades et activités associées
6. Mur double en pierre naturelle	INIES, FDES " Mur double autoporteur en pierre naturelle"	Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction
7. Vernis (phase solvant)	INIES, FDES vérifiée "Vernis en phase solvant"	Syndicat national des industries des peintures, enduits et vernis
8. Asphalte coulé	INIES, FDES "Asphalte de voirie-chaussée"	Office des asphaltes
9. Mortier de ciment	INIES, FDES vérifiée " Mortier d'usage courant pour le montage des éléments de maçonnerie"	Syndicat national des mortiers industriels
10. Fenêtre en bois	INIES, FDES vérifiée " Fenêtre et porte fenêtre industrielle en chêne des entreprises adhérentes à l'UFME "	Institut technologique FCBA
11. Fenêtre en PVC	INIES, FDES " Fenêtres et portes fenêtres en PVC teinté dans la masse ou plaxé, à double vitrage "	Syndicat national de l'extrusion plastique
12. Brique céramique (terre cuite)	INIES, FDES "Brique Monomur 37,5 de terre cuite rectifiée pour pose à joint mince"	Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction
Chaux vive	Données pas disponible en France	
13. Panneau en polystyrène	INIES, FDES "Panneau en mousse de polystyrène expansé EPSITOIT 20 épaisseur 250 mm"	Saint-Gobain Placoplâtre

2.1. Le diagnostic environnemental des Matériaux de Construction (MC)

Il existe des méthodes distinctes, qualitatives et quantitatives, pour évaluer le comportement environnemental d'un produit et identifier les axes d'améliorations. On peut citer par exemple la matrice MET (matériaux, énergie, toxicité), les éco-indicateurs, les ACV, entre autres. Ici, il a été choisi l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) présentée sous le format FDES.

L'ACV est une technique quantitative qui permet de compiler et d'évaluer les entrées et sorties de matière et d'énergie, ainsi que les impacts environnementaux potentiels d'un produit, d'un service, ou d'une

activité tout au long de son cycle de vie, c'est-à-dire « du berceau à la tombe ».

Les principes et le cadre de référence de cette méthodologie sont décrits dans la norme ISO 14040:2006. Les exigences et directives sont quant à eux décrits dans la norme ISO 14044:2006.

Dans une ACV on attribue au produit (ou au système objet) :

- tous les impacts environnementaux dérivés de la consommation de matières premières et d'énergie lors de l'étape de sa fabrication
- les émissions et déchets générés durant sa vie utile
- les conséquences environnementales associées à sa distribution, son utilisation, et sa gestion finale en tant que déchet.

En définitif, une ACV est une sorte de « comptabilité environnementale », dans laquelle on attribue au produit évalué toutes les conséquences



environnementales ou les charges/impact dûment quantifiées.

Concrètement, on détermine et quantifie en premier lieu tous les flux matériels et énergétiques élémentaires dans les limites du système étudié, c'est-à-dire, les flux qui proviennent du milieu sans transformation préalable par l'être humain (par exemple consommation de pétrole, charbon, etc.) et ceux qui vont directement dans la nature (par exemple émissions de CO₂, SO₂, etc.).

Les flux élémentaires induisent l'utilisation des ressources, des émissions dans l'air, et des rejets dans les eaux et sols associés au système étudié.

Ces flux environnementaux sont classifiés ultérieurement en divers catégories et indicateurs selon leur potentiel d'impact environnemental, et se transforment pour chaque indicateur en une unité équivalente pour pouvoir être additionnés (par exemple le changement climatique s'exprime en unités d'équivalents CO₂).

Cette conversion nécessite des facteurs de caractérisation pour chaque paire flux-indicateur

(par exemple pour le changement climatique, l'émission de 1 kg de méthane est équivalente à une émission de 23 kg de CO₂).

Les résultats numériques des indicateurs d'impact et de quantification des flux sont analysés puis interprétés pour identifier les aspects environnementaux les plus significatifs du produit ou du système étudié tout au long de son cycle de vie et au cours de ses diverses étapes et sous étapes.

Dans tout ACV, la sélection d'indicateurs d'impact environnemental à utiliser doit couvrir de manière justifiée et adéquate les répercussions environnementales du système étudié, mais également être cohérente avec la portée et l'objectif de l'étude.

Dans ce cas, on présente les résultats des FDES, les indicateurs d'impact utilisés sont ceux décrits par la norme NF P 01-010.

Indicateurs d'impact (FDES)	
Indicateur	Unités
Consommation de ressources énergétiques	MJ
Epuisement de ressources	Kg Sb eq.
Consommation d'eau totale	litre
Déchets solides	kg
Changement climatique	kg CO ₂ eq.
Acidification	kg SO ₂ eq.
Pollution de l'air	m ³
Pollution de l'eau	m ³
Destruction de la couche d'ozone	kg CFC-11 eq.
Eutrophisation	kg PO ₄ eq.
Formation d'ozone photochimique	kg C ₂ H ₄ eq

2.2. Diagnostics environnementaux de Matériaux de Construction (MC)

Dans cette section sont présentés les diagnostics environnementaux des quinze produits évalués. Ces évaluations concernent toutes les étapes de du cycle de vie, c'est-à-dire du berceau à la tombe (« cradle to grave »).

Ce diagnostic permettra d'évaluer le comportement environnemental du matériau à travers un outil : la fiche de déclaration environnementale et sanitaire (EPD au niveau européen).

Pour estimer l'impact environnemental lié aux phases postérieures du cycle de vie des matériaux de construction, il est indispensable de faire une analyse et une étude, avec la participation des partis intéressés, et de s'appuyer sur des bases de données sectorielles.

Chaque diagnostic comporte les informations suivantes :

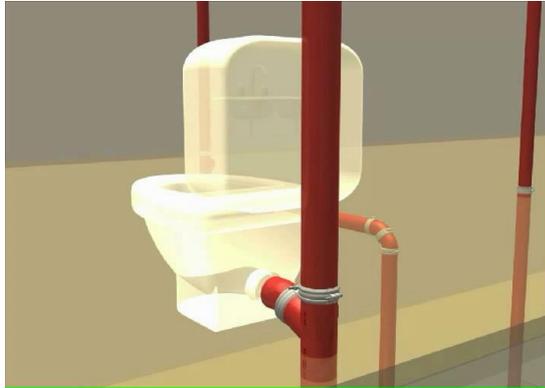
- Unité fonctionnelle
- Durée de vie typique
- Caractéristiques du produit
- Emballages de distribution
- Produits complémentaires, taux de chutes
- Tableau récapitulatif des impacts environnementaux du produit selon la NF P 01-010



2.2.1. Canalisation fonte

Caractéristiques:

Matériau: canalisation en fonte



www.saint-gobain-pam-cast-iron.com

Unité fonctionnelle:

1 mètre linéaire de canalisation fonte PAM" installée (dans les règles de l'art) pour collecter et évacuer les eaux usées et les eaux vannes d'un immeuble de 4 étages pendant une annuité.

Durée de vie typique : 100 ans

Produit

Le système "canalisation fonte PAM" est une canalisation prenant en compte l'ensemble des fournitures nécessaires à la réalisation du réseau correspondant au descriptif retenu :

- Tuyaux ;
- Raccords ;
- Accessoires de pose

- Longueur totale du système : 77,15 m
- Masse totale du système : 577,24 kg

Emballages de distribution (kg/UF)

- Bois: 0,0000375 kg.
- Carton: 0,0000086 kg.
- Plastique: 0,000164 kg.
- Acier : 0,000048 kg.

Produits complémentaires

- Accessoires de pose pris en compte :
- o colliers de fixation du type descente ;
 - o crochets de suspension ;
 - o joints SMU Rapid @ 2 et SME.

Le taux de chute lors de la mise en œuvre n'est pas pris en compte.

2.2.1.1. Résultats de l'évaluation

Impact environnemental		Valeur par UF
	Totale	1,94
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	0,0440
	Non renouvelable	1,90
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		9,46.10 ⁻⁴
Consommation d'eau totale (litre)		10,1
Déchets solides (kg)	Valorisés	0,0745
	Dangereux	5,11.10 ⁻⁴
	Non dangereux	0,0175
	Inertes	0,0157
	Radioactifs	5,52.10 ⁻⁶
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)		0,126
Acidification (kg SO ₂ eq.)		5,87.10 ⁻⁴
Pollution de l'air (m ³)		13,6
Pollution de l'eau (m ³)		0,0222
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		0
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)		2,61.10 ⁻⁵

Les données sont issues de la FDES "Système de canalisations en fonte PAM destinées à la collecte et à l'évacuation des eaux usées, des eaux vannes et des eaux pluviales dans les bâtiments", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est Saint-Gobain PAM.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.2. Béton (blocs)

Caractéristiques:

Matériau: mur en maçonnerie de blocs en béton



www.batirama.com

Unité fonctionnelle:

Assurer la fonction de mur porteur (structure et clos) sur 1 m² de paroi pendant une annuité, tout en assurant une isolation acoustique (Rw (C, Ctr) de 54 (-3, -5) dB additive à celle d'un doublage) et une isolation thermique (Résistance thermique de 0,21 m².K/W additive à celle d'un doublage).

Durée de vie typique : 100 ans

La fonction est assurée par un mur de blocs en béton de granulats courants, de dimensions nominales 500 x 200 x 200 mm, de classe B40, creux à deux rangées de lame d'air, faisant l'objet d'une certification NF selon la norme NF EN 771-3 et son complément national NF P 12 023-2.

Produit

- 182 kg de blocs en béton sont nécessaires à la mise en oeuvre d'un m² de mur soit 1,82 kg pour l'UF.

Produit complémentaire

- 55 kg de mortier de pose nécessaire à la mise en oeuvre d'un m² de mur, soit 0,55 kg pour l'UF.

Emballage de distribution

- une palette en bois pour 70 blocs (9 rotations en moyenne), soit 4 g pour l'UF.

Le mortier de pose des blocs (joints horizontaux et verticaux) ainsi que l'emballage des produits (blocs et produits complémentaires) sont comptabilisés dans les données.

Le taux de chutes comptabilisé lors de la mise en oeuvre est de 4 %.

2.2.2.1. Résultats de l'évaluation

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	
	Totale	1,74
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	0,15
	Non renouvelable	1,58
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		5,75.10⁻⁴
Consommation d'eau totale (litre)		0,83
Déchets solides (kg)	Valorisés	6,17.10⁻³
	Dangereux	1,25.10⁻⁴
	Non dangereux	8,67.10⁻³
	Inertes	2,36
	Radioactifs	1,49.10⁻⁵
Changement climatique (kg CO₂ eq.)		0,16
Acidification (kg SO₂ eq.)		7,16.10⁻⁴
Pollution de l'air (m³)		16,73
Pollution de l'eau (m³)		7,83.10⁻²
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		3,11.10⁻¹⁹
Formation d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq.)		6,65.10⁻⁵

Les données sont issues de la FDES " Mur en maçonnerie de blocs en béton ", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le CERIB.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.3. Canalisation PVC

Caractéristiques:

Matériau: tube d'écoulement en PVC



www.pointp.fr

Unité fonctionnelle:

1 mètre linéaire de « canalisation PVC moyenne » installée (dans les règles de l'art) pour collecter et évacuer jusqu'en limite de propriété les eaux usées et les eaux vannes d'un petit immeuble collectif (type R+4) pendant une annuité

Durée de vie typique : 50 ans

Emballages de distribution (kg/UF) :

- Bois : 0,000975 kg.
- Carton : 0,000275 kg.
- Film PE : 0,000583 kg.
- Acier : 0,0000270 kg.

Produits complémentaires (kg/UF) :

- Colle : 0,0000934 kg.
- Colliers de fixation : 0,0000731 kg.
- Elastomère : 0,0000138 kg.
- Décapant : 0,0000400 kg.

Le taux de chute lors de la mise en œuvre est de 0%.

2.2.3.1. Résultats de l'évaluation

Impact environnemental		Valeur par UF
		Totale
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	1,48
	Non renouvelable	0,0535
		1,69
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		0,000433
Consommation d'eau totale (litre)		1,80
		Valorisés
Déchets solides (kg)	Dangereux	0,00218
	Non dangereux	8,7.10⁻⁶
	Inertes	0,0325
	Radioactifs	0,000380
		6,5.10⁻⁶
Changement climatique (kg CO₂ eq.)		0,0441
Acidification (kg SO₂ eq.)		1,59.10⁻⁴
Pollution de l'air (m³)		3,70
Pollution de l'eau (m³)		1,7.10⁻²
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		0
Formation d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq.)		2,12.10⁻⁵

Les données sont issues de la FDES "Canalisations PVC destinées à la collecte et à l'évacuation des eaux usées et des eaux vannes d'un petit immeuble collectif", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Syndicat des tubes et raccords en PVC.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.4. Peinture (phase solvant)

2.2.4.1. Résultats de l'évaluation

Caractéristiques :

Matériau: Peinture en phase solvant



www.peinture-batiment-92.fr

Unité fonctionnelle:

Protéger et décorer 1m² de support, préparé dans les règles de l'art avec de la peinture de finition pendant 1 annuité et sur la base d'une durée de vie typique de 7 ans comprenant une mise en oeuvre et aucun entretien.

Produit

Pour décorer 1m² de support il faut 2 couches de 150 grammes de produit appliqué sur le support, soit 300 g/m².

Emballage de distribution

Emballage carton : $6,37 \cdot 10^{-4}$ kg
 Emballage métallique : $3,76 \cdot 10^{-3}$ kg
 Emballage plastique : $2,55 \cdot 10^{-4}$ kg
 Film plastique (PEBD) : $8,47 \cdot 10^{-5}$ kg
 Palette bois : $1,11 \cdot 10^{-3}$ kg

Un taux de perte de 2% correspondant aux fonds de bidons, au produit resté dans le matériel d'application et aux pertes d'application a été pris en compte. Le taux de perte lors de la production du vernis en phase solvant a été estimé à 2% également.

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	
	Totale	3,52
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	$1,74 \cdot 10^{-1}$
	Non renouvelable	3,35
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		$1,46 \cdot 10^{-3}$
Consommation d'eau totale (litre)		1,46
	Valorisés	$1,19 \cdot 10^{-3}$
Déchets solides (kg)	Dangereux	$6,13 \cdot 10^{-3}$
	Non dangereux	$1,31 \cdot 10^{-2}$
	Inertes	$5,87 \cdot 10^{-2}$
	Radioactifs	$6,46 \cdot 10^{-6}$
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)		$1,14 \cdot 10^{-1}$
Acidification (kg SO ₂ eq.)		$7,62 \cdot 10^{-4}$
Pollution de l'air (m ³)		$4,81 \cdot 10^1$
Pollution de l'eau (m ³)		$2,84 \cdot 10^{-1}$
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		$1,10 \cdot 10^{-10}$
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)		$1,53 \cdot 10^{-3}$

Les données sont issues de la FDES "Peintures pour sols mono-composant en phase solvant", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Syndicat national des industries des peintures, enduits et vernis.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.5. Fenêtre en aluminium

2.2.5.1. Résultats de l'évaluation

Caractéristiques:

Matériau: Fenetre aluminium a la française 1 vantail ouvrant caché



<http://www.expert-fenetre.com>

Unité fonctionnelle :

1m² de surface de fenêtre à la française à un vantail, ouvrant caché, en profilés aluminium et avec double vitrage à isolation renforcée.

Durée de Vie Typique : 30 ans

Produit

Les dimensions de la fenêtre étudiée sont de 1,25 mètre par 1,48 mètre (1,85m²), ayant une surface de clair de vitrage de 1,5 m². La masse totale pour le produit complet est 46,14 kg.

Produit mis en place (kg/UF)	Fenêtre profilé teinté dans la masse	Fenêtre plaxée 1 face	Fenêtre plaxée 2 faces
Aluminium	kg/m ²	0,213	6,38
Verre	kg/m ²	0,568	17,0
Polyamide 6,6 GF	kg/m ²	0,008	0,238
EPDM	kg/m ²	0,012	0,357
Autres	kg/m ²	0,0304	0,913
Total produit	kg/m²	0,831	24,9

Emballage de distribution

Habituellement, la fenêtre n'est pas emballée. Dans de rares cas, une pellicule de plastique en polyéthylène pour la protection est demandée : elle n'est pas prise en compte dans le calcul

Produits complémentaires

Sur le chantier, les produits sont prêts à poser, il n'y a donc pas de chute lors de la mise en oeuvre. Les accessoires de fixation dépendent du support et ne sont pas pris en compte pour cette phase.

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	
	Totale	48,2
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	6,8
	Non renouvelable	41,4
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		1,58.10 ⁻²
Consommation d'eau totale (litre)		16,0
Déchets solides (kg)	Valorisés	0,488
	Dangereux	0,214
	Non dangereux	0,337
	Inertes	0,102
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)	Radioactifs	0,003
		2,52
Acidification (kg SO ₂ eq.)		0,0164
Pollution de l'air (m ³)		149
Pollution de l'eau (m ³)		0,5
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		2,73.10 ⁻⁷
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)		1,089.10 ⁻³

Les données sont issues de la FDES "Fenetre aluminium a la française 1 vantail ouvrant caché", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Syndicat national de la construction des fenêtres, façades et activités associées.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.6. Mur double en pierre naturelle

Caractéristiques :

Matériau: pierre naturelle (blocs de grès d'Adamswiller)



www.batirama.com

Unité fonctionnelle:

Assurer le revêtement de façon esthétique d'un mètre carré de façade en contribuant à assurer l'étanchéité à l'air et à l'eau pendant une annuité.

Durée de Vie Typique : 200 ans

Produit

203,8 kg de grès d'Adamswiller sont nécessaires pour la réalisation de 1 m² de mur double soit 1039 g de grès pour l'UF. Les moellons sont sciés aux dimensions de 40 x (16 à 20) x (8 à 12) cm.

Emballage de distribution

5 m² (environ 1 tonne) de moellons sont conditionnées avant envoi sur palettes. Ils sont maintenus sur la palette par un feillard en polypropylène.

La masse de feillard (4 tours par palette) est égale à 156 g soit 0,156 g pour l'UF.

Le poids de la palette est égal 22 kg soit 22 g pour l'UF.

Produit complémentaire

L'application prise en compte est la construction d'un mur qui nécessite un joint de pose de 1 cm entre les pierres. Le joint choisi est le mortier bâtard défini par le DTU 20.1 composé de sable, ciment, chaux et d'eau (150 kg de ciment par mètre cube de sable sec, 150 kg de chaux aérienne par mètre cube de sable sec). Les quantités des composants du mortier bâtard pour l'unité fonctionnelle choisie sont égales à:

- 51,6 g de sable
- 4,83 g de ciment
- 4,83 g de chaux
- 4,83 g d'eau

Par ailleurs, 5 attaches de retenues en inox par mètre carré sont utilisées.

La masse d'une attache est égale à 7,1 g soit 0,177 g pour l'UF

Il n'a pas été pris en compte de dispositif de reprise de charge.

Le taux de chute est considéré comme nul lors de la mise en oeuvre et il n'y a pas de remplacements.

2.2.6.1. Résultats de l'évaluation

Contribution du produit aux impacts environnementaux		Valeur par UF
Impact environnemental		
Consommation de ressources énergétiques (MJ)		Totale 2,98
		Renouvelable 0,340
		Non renouvelable 2,64
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		7,14.10 ⁻⁴
Consommation d'eau totale (litre)		0,829
Déchets solides (kg)		Valorisés 1,02
		Dangereux 2,13.10 ⁻⁴
		Non dangereux 4,17.10 ⁻³
		Inertes 5,46.10 ⁻²
		Radioactifs 2,69.10 ⁻⁵
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)		0,128
Acidification (kg SO ₂ eq.)		7,95.10 ⁻⁴
Pollution de l'air (m ³)		274
Pollution de l'eau (m ³)		2,42.10 ⁻²
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		0
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)		1,12.10 ⁻⁴

Les données sont issues de la FDES "Mur double autoporteur en pierre naturelle", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.7. Vernis (phase solvant)

2.2.7.1. Résultats de l'évaluation

Caractéristiques :

Matériau: Vernis en phase solvant



www.serviroc.fr

Unité fonctionnelle:

Protéger et décorer 1m² de support, préparé dans les règles de l'art avec un vernis de finition pendant 1 année et sur la base d'une durée de vie typique de 8 ans comprenant une mise en oeuvre et aucun entretien. Le rendement moyen du produit de référence est de 220 g/m² en deux couches de 110 grammes.

Produit complémentaire

Les consommables de mise en oeuvre du produit ont également été définis sur la base de questionnaires complétés par les entreprises, tout comme pour les emballages.

Emballage de distribution

Emballage carton : 2,76.10⁻⁴ kg
Emballage métallique : 2,21.10⁻³ kg
Film plastique (PEBD) : 7,23.10⁻⁵ kg
Palette bois : 1,06.10⁻³ kg

Un taux de perte de 2% correspondant aux fonds de bidons, au produit resté dans le matériel d'application et aux pertes d'application a été pris en compte. Le taux de perte lors de la production du vernis en phase solvant a été estimé à 2% également.

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	
	Totale	2,61
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	2,02.10 ⁻¹
	Non renouvelable	2,40
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		1,04.10 ⁻³
Consommation d'eau totale (litre)		5,44.10 ⁻¹
Déchets solides (kg)	Valorisés	1,14.10 ⁻³
	Dangereux	3,80.10 ⁻³
	Non dangereux	3,19.10 ⁻²
	Inertes	5,27.10 ⁻³
Changement climatique (kg CO₂ eq.)	Radioactifs	3,46.10 ⁻⁶
		6,34.10 ⁻²
Acidification (kg SO₂ eq.)		4,17.10 ⁻⁴
Pollution de l'air (m³)		58,9
Pollution de l'eau (m³)		3,76.10 ⁻¹
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		4,18.10 ⁻¹¹
Formation d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq.)		2,15.10 ⁻³

Les données sont issues de la FDES "Vernis en phase solvant", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Syndicat national des industries des peintures, enduits et vernis.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.8. Asphalte coulé

Caractéristiques :

Matériau: revêtement d'étanchéité à base d'asphalte, pour une application en voirie de type chaussée



www.lapresse.ca

Unité fonctionnelle:

Assurer le revêtement de 1 m² de chaussée pendant 1 annuité, avec une fonction d'étanchéité, sur la base d'une durée de vie typique de 30ans.

Produit

Couche d'asphalte : 35mm d'asphalte gravillonné, soit 84 kg/m². L'asphalte est composé de bitume, de filler (roche calcaire finement broyée), de sable, de graviers et d'asphalte recyclé.

Produit complémentaire et emballages

L'unité fonctionnelle comprend :

- le revêtement d'étanchéité initial,
- le taux de perte lors de la mise en oeuvre (5%),
- le revêtement nécessaire pour les réfections en phase de vie en oeuvre (10%).

L'unité fonctionnelle ne comprend pas d'emballages ni d'accessoires de pose.

2.2.8.1. Résultats de l'évaluation

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	
	Totale	1,79.10¹
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	1,23.10⁻¹
	Non renouvelable	1,77.10¹
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		7,86.10⁻³
Consommation d'eau totale (litre)		5,76
Déchets solides (kg)	Valorisés	1,39
	Dangereux	1,14.10⁻⁴
	Non dangereux	1,87
	Inertes	4,36.10⁻³
	Radioactifs	2,29.10⁻⁵
Changement climatique (kg CO₂ eq.)		4,71.10⁻¹
Acidification (kg SO₂ eq.)		3,30.10⁻³
Pollution de l'air (m³)		1,58.10²
Pollution de l'eau (m³)		4,65.10⁻¹
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		1,48.10⁻⁷
Formation d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq.)		1,74.10⁻⁴

Les données sont issues de la FDES "Asphalte de voirie-chaussée", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est l'Office des asphaltes.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.9. Mortier de ciment

Caractéristiques :

Matériau: Mortiers d'usage courant pour le montage des éléments de maçonnerie



www.jexpo.com

Unité fonctionnelle: Réaliser la liaison entre des éléments de maçonnerie pour une surface de paroi de 1 m² en assurant les performances décrites dans la norme NF EN 998.2, pendant une annuité.

Durée de vie typique : 100 ans

Produit

Mortiers industriels de montage, jointoiement et rebouchage de type G utilisés dans les murs, poteaux et cloisons en maçonnerie se rapportant à la norme NF EN 998.2.

La quantité de produit nécessaire dans ce scénario de référence, pour 1 m², est de 24,7 kg de mortier sec (avant gâchage et hors pertes). La quantité d'eau de gâchage est égale à 3 L (hors pertes).

Le flux de référence est donc de 0,247 kg de mortier sec par m² de paroi par annuité.

Le taux de perte est égal à 3%. Le produit n'enécessite pas d'entretien ni de remplacement.

Emballages de distribution

L'emballage du produit correspondant au flux de référence est le suivant :

- polypropylène : 0,000801 g / m² / an
- polyéthylène : 0,109 g / m² / an
- complexe papier-polyéthylène 0,553 g / m² / an
- bois : 2,43 g / m² / an
- papier carton : 0,0123 g / m² / an

Produits complémentaire pour la mise en oeuvre

La mise en oeuvre du mortier inclut une opération de gâchage avec de l'eau : voir définition du produit.

La consommation d'électricité pour le gâchage est égale à 0,0117 kWh/kg de mortier gâché (hors pertes).

2.2.9.1. Résultats de l'évaluation

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF
	Totale
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable
	Non renouvelable
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)	
Consommation d'eau totale (litre)	
Déchets solides (kg)	Valorisés
	Dangereux
	Non dangereux
	Inertes
	Radioactifs
Changement climatique (kg CO₂ eq.)	
Acidification (kg SO₂ eq.)	
Pollution de l'air (m³)	
Pollution de l'eau (m³)	
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)	
Formation d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq.)	

Les données sont issues de la FDES "Mortier d'usage courant pour le montage des éléments de maçonnerie", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Syndicat national des mortiers industriels.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.10. Fenêtre en bois

Caractéristiques:

Matériau: Fenêtre et porte fenêtre menuiserie chêne



www.les-fenetriers-bretons.fr

Unité fonctionnelle:

1 m² de fenêtre type de dimension 148 x 148cm et porte-fenêtre type de dimension 218 x 148cm en Chêne fabriquée par les adhérents de l'UFME et mis en oeuvre. La durée de vie typique est 30 ans. La répartition entre fenêtre et porte-fenêtre est égale, respectivement, à 2/3 et 1/3.

La masse totale de l'UF est de 26.45 kg. Sont inclus :

- Les emballages de distribution
- Les matériaux nécessaires à la mise en oeuvre de la menuiserie

Durée de vie typique : 30 ans

Produit

Composition*

Chêne	41%
Vitrage	55%
Acier (quincaillerie)	2%

*Principaux constituants en masse, selon position AIMCC n°3-07

Caractéristiques techniques

Performance thermique:

$$1.6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}) \leq U_w \leq 2.6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$\text{avec } 1.1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}) \leq U_g \leq 1.9 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

Indice d'affaiblissement acoustique :

$$28 \text{ dB} \leq R_{A_{tr}} \leq 40 \text{ dB}$$

Emballages de distribution

Inclus dans l'UF.

Produits complémentaire pour la mise en oeuvre

Inclus dans l'UF.

2.2.10.1. Résultats de l'évaluation

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	
	Totale	51,2
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	10,9
	Non renouvelable	40,3
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		1,09.10⁻²
Consommation d'eau totale (litre)		8,79
Déchets solides (kg)	Valorisés	0,827
	Dangereux	0,0186
	Non dangereux	0,667
	Inertes	0,632
	Radioactifs	2,92.10⁻⁴
Changement climatique (kg CO₂ eq.)		1,03
Acidification (kg SO₂ eq.)		0,0102
Pollution de l'air (m³)		171
Pollution de l'eau (m³)		2,48
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		4,12.10⁻¹⁰
Formation d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq.)		1,11.10⁻³

Les données sont issues de la FDES "Fenêtre et porte fenêtre industrielle en chêne des entreprises adhérentes à l'UFME", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est l'Institut technologique FCBA.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.11. Fenêtre en PVC

Caractéristiques:

Matériau: Fenêtre et porte fenêtre en PVC à base de profilés teintés dans la masse



www.lapeyre.fr

Unité fonctionnelle:

1 m² de surface d'ouvertures d'un bâtiment, fermé par une fenêtre-type ou une porte fenêtre-type, en PVC et à double vitrage, pendant une annuité.

Par hypothèse :

- Deux tiers de la surface des ouvertures sont supposés fermés par une fenêtre-type standard de 1,2 m sur 1,2 m, à deux battants, comprenant les ouvrants et le dormant.
- Un tiers de la surface des ouvertures est supposé fermé par une porte fenêtre-type standard de 2,2 m sur 1,4 m, à deux vantaux, comprenant les ouvrants et le dormant.

Durée de vie typique : 30 ans

Produit

Produit mis en place (kg/UF)	Fenêtre profilé teinté dans la masse	Fenêtre plaxée 1 face	Fenêtre plaxée 2 faces
Profilé teinté dans la masse	0,345	0,345	0,345
Double vitrage	0,501	0,501	0,501
Acier (renforts et accessoires)	0,066	0,066	0,066
PVC	0	$3,57 \cdot 10^{-3}$	$7,14 \cdot 10^{-3}$
PMMA	0	$9,73 \cdot 10^{-4}$	$1,95 \cdot 10^{-3}$
Emballages de distribution (palette bois)	0,031	0,031	0,031
Produits complémentaires (acier pour la pose)	0,021	0,021	0,021
Poids total du flux de référence	1,0	1,01	1,01

Les taux de chute lors de la fabrication des fenêtres sont de :

Profilés PVC : 11% Vitrage : 0,7% Acier : 9%

2.2.11.1. Résultats de l'évaluation

Voici les résultats obtenus pour la fenêtre avec profilé teinté dans la masse.

Pour une estimation des résultats des fenêtres plaxées 1 face, il faut multiplier ces valeurs par 1,015.

Pour une estimation des résultats des fenêtres plaxées 2 faces, il faut multiplier ces valeurs par 1,03.

Impact environnemental		Valeur par UF
Consommation de ressources énergétiques (MJ)		Totale 57,2
		Renouvelable 2,55
		Non renouvelable 54,7
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		$1,83 \cdot 10^{-2}$
Consommation d'eau totale (litre)		56
		Valorisés 0,178
		Dangereux 0,0121
Déchets solides (kg)		Non dangereux 0,213
		Inertes 1,69
		Radioactifs $2,14 \cdot 10^{-4}$
Changement climatique (kg CO₂ eq.)		2,29
Acidification (kg SO₂ eq.)		0,0119
Pollution de l'air (m³)		269
Pollution de l'eau (m³)		2,20
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		0
Formation d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq.)		$3,98 \cdot 10^{-4}$

Les données sont issues de la FDES "Fenêtres et portes fenêtres en PVC teinté dans la masse ou plaxé, à double vitrage", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Syndicat national de l'extrusion plastique.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.12. Brique céramique (terre cuite)

Caractéristiques :

Matériau: Brique monomur en terre cuite rectifiée pour pose à joints minces.



www.maisons-ecologis.com

Unité fonctionnelle:

Assurer la fonction de mur porteur (structure et clos) sur 1 m² de paroi et une isolation thermique (résistance thermique additive de 2,92 – 3,01 m².K.W-1) pendant une annuité.

Durée de vie typique : 150 ans

Produit

Le produit étudié est une brique Monomur 37,5 rectifiée pour pose à joint mince. La largeur du produit est standard et est égale à 375 mm. La longueur et la hauteur varient en fonction du fabricant.

La masse de briques par m² est de 303,58 kg pour la durée de vie totale, soit 2,024 kg par unité fonctionnelle. Le flux de référence est donc de 0,0066m².

Emballages de distribution

Palettes en Bois : 2,635 g/UF

Housses en polyéthylène : 0,174 g/UF

Produits complémentaire pour la mise en oeuvre

Mortier de colle : 15,87 g/UF

Le mortier colle est composé de 39 % de ciment, 44 % de sable et 17 % d'eau.

Remarque : Pour le ciment et le sable, la production et le transport sont comptabilisés respectivement dans les colonnes production et transport.

Le taux de chute lors du transport, de la mise en oeuvre et de l'entretien est égal à 0%.

2.2.12.1. Résultats de l'évaluation

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	
	Totale	8,26
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	3,48
	Non renouvelable	4,78
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		1,51.10 ⁻³
Consommation d'eau totale (litre)		0,671
Déchets solides (kg)	Valorisés	0,261
	Dangereux	2,32.10 ⁻⁴
	Non dangereux	1,19.10 ⁻³
	Inertes	2,04
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)	Radioactifs	2,64.10 ⁻⁵
		0,295
Acidification (kg SO ₂ eq.)		9,60.10 ⁻⁴
Pollution de l'air (m ³)		25,8
Pollution de l'eau (m ³)		6,91.10 ⁻²
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		0
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)		1,53.10 ⁻⁴

Les données sont issues de la FDES "Brique Monomur 37,5 de terre cuite rectifiée pour pose à joint mince", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est le Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.



2.2.13. Plaque de polystyrène

Caractéristiques :

Matériau: panneau isolant en mousse de polystyrène expansé



Unité fonctionnelle:

Assurer une fonction d'isolation thermique sur 1 m² de paroi, pendant une annuité, en assurant les performances prescrites du produit.

Durée de vie typique : 50 ans

Produit

Le produit étudié est l'EPSITOIT 20. La résistivité thermique du produit est égale à 6,9 m².K/W. Son lambda est de 0,036 W/m.K

Épaisseur du produit : 250 mm

Il faut 5kg de billes de polystyrène expansible pour obtenir 1 m² de produit.

Emballages de distribution

Film en polyéthylène : 45 g/m²

Cale en PSE : 125 g/m²

Produits complémentaires pour la mise en œuvre

Aucun.

Le taux de chutes lors de la mise en œuvre et l'entretien, y compris remplacement partiel éventuel, est de 5%.

2.2.13.1. Résultats de l'évaluation

Impact environnemental		Valeur par UF
		Totale
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Renouvelable	12,77
	Non renouvelable	0,0756
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		12,69
		5,239.10 ⁻³
Consommation d'eau totale (litre)		1,558
		3,65.10 ⁻³
Déchets solides (kg)	Valorisés	2,34.10 ⁻³
	Dangereux	0,1146
	Non dangereux	1,9.10 ⁻³
	Inertes	3,4.10 ⁻⁵
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)		0,545
Acidification (kg SO ₂ eq.)		2,908.10 ⁻³
Pollution de l'air (m ³)		99,52
Pollution de l'eau (m ³)		0,2138
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		0
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)		2,168.10 ⁻³

Les données sont issues de la FDES "Panneau en mousse de polystyrène expansé EPSITOIT 20 épaisseur 250 mm", téléchargeable sur le site de l'INIES. L'organisme responsable est Saint-Gobain Placoplâtre.

Les résultats présentés sont de la responsabilité de la structure qui les a chiffrés, ils indiquent la performance environnementale moyenne estimée pour ce produit mais ne sont pas représentatifs de tous les modèles existants sur le marché. Ces données ne sont en aucun cas un seuil de référence.

Chapitre 3

Facteurs moteurs pour l'innovation environnementale du secteur



Le secteur de la construction est stratégique pour la France et l'Europe, puisqu'il façonne les immeubles et infrastructures qui serviront ou bien d'espaces de vie pour les citoyens, ou bien d'emplacements pour que les entreprises exercent leur activité.

Ce domaine emploie plus de personnes que n'importe quel autre secteur industriel. Cependant, comme la majorité des entreprises sont des PME, les enjeux économiques du Bâtiment et Travaux Publics, notamment son impact sur le PIB, ne sont pas souvent reconnus.

Certaines données de la Commission Européenne, datant de Juillet 2012, illustrent l'importance du secteur de la construction :

- Près de 10% du PIB
- Près de 20 millions d'emplois, principalement dans des micros et petites entreprises
- Secteur grand consommateur de produits intermédiaires et de services associés.
- Le poids économique du secteur est tel qu'il peut influencer sur l'économie globale.

D'un point de vue environnemental, la production de matériaux de construction est responsable de 50% des extractions de matériaux de la croûte terrestre, nécessite de grandes quantités de combustible et d'énergie électrique. De même, les bâtiments, pour leur construction et leur utilisation, sont responsables de 40% de la consommation énergétique globale, et donnent lieu à des émissions considérables de gaz à effet de serre et autres polluants. Le secteur est également à l'origine de 22% des déchets générés, dont seulement une partie est réutilisée.

Les progrès au niveau de la consommation de matières premières et d'énergie ainsi que la réutilisation des déchets offrent un potentiel énorme pour minimiser la charge environnementale de cette activité.

Le secteur de la construction est caractérisé par une chaîne complexe d'acteurs, composée de différents intermédiaires aux intérêts opposés, entre autres :

- La maîtrise d'ouvrage propriétaires : ils sont à l'origine du projet et investissent en général dans la conception et la construction du bien. Elle peut être accompagnée par un assistant à maîtrise d'ouvrage.
- Les occupants : ce sont eux qui exploitent le bien ; leur comportement influe sur les impacts de la phase utilisation

- La maîtrise d'œuvre (les architectes, ingénieurs et économistes de la construction): ils sont responsables de la conception et, dans certains cas, de la coordination de la phase de construction.
- Les fournisseurs de matériaux : ils livrent aux producteurs les matériaux nécessaires pour la fabrication du produit de construction.
- Les industriels (fabricants) : ils fabriquent les produits nécessaires pour la construction. Ils sont également chargés de la caractérisation technique, environnementale ou sanitaire des produits qu'ils mettent sur le marché.
- Les distributeurs : ce sont des intermédiaires technico-commerciaux entre les producteurs et les entrepreneurs.

• Les entreprises : ce sont des spécialistes qui mettent en œuvre les produits de construction afin d'assembler ou améliorer l'enveloppe mais aussi d'un point de vue équipements.

• Les prestataires de service : Ils sont responsables, en partie ou totalement, de l'exploitation et de la maintenance des bâtiments et des infrastructures.

Les produits de construction, objets de ce guide, sont directement liés au profil des fournisseurs de matériaux et des industriels (fabricants). Ils ont un rôle majeur dans la performance de l'enveloppe, l'impact environnemental de l'enveloppe et, de manière plus générale, au niveau de la durabilité des infrastructures.

Le processus de construction, que ce soit pour le bâtiment ou les travaux publics, peut être défini dissocié en plusieurs étapes :

1. La production de matériaux de construction (MC)
2. La construction/l'assemblage
3. L'utilisation, l'opération et la maintenance
4. La fin de vie

Si nous focalisons notre attention sur les matériaux, nous distinguons les étapes suivantes :

1. L'approvisionnement en matières premières
2. La fabrication des matériaux de construction
3. La distribution au chantier
4. L'installation dans l'ouvrage
5. L'utilisation et la maintenance
6. le démantèlement ou la démolition
7. La récupération et le traitement des déchets (recyclage/mise en décharge)

Toutes les explications antérieures sont mieux représentées dans le schéma suivant. Celui-ci présente le cadre de caractérisation qui permet d'établir les modules d'informations nécessaires à l'évaluation du cycle de vie des matériaux :



ISO/FDIS 21930:2007(E)

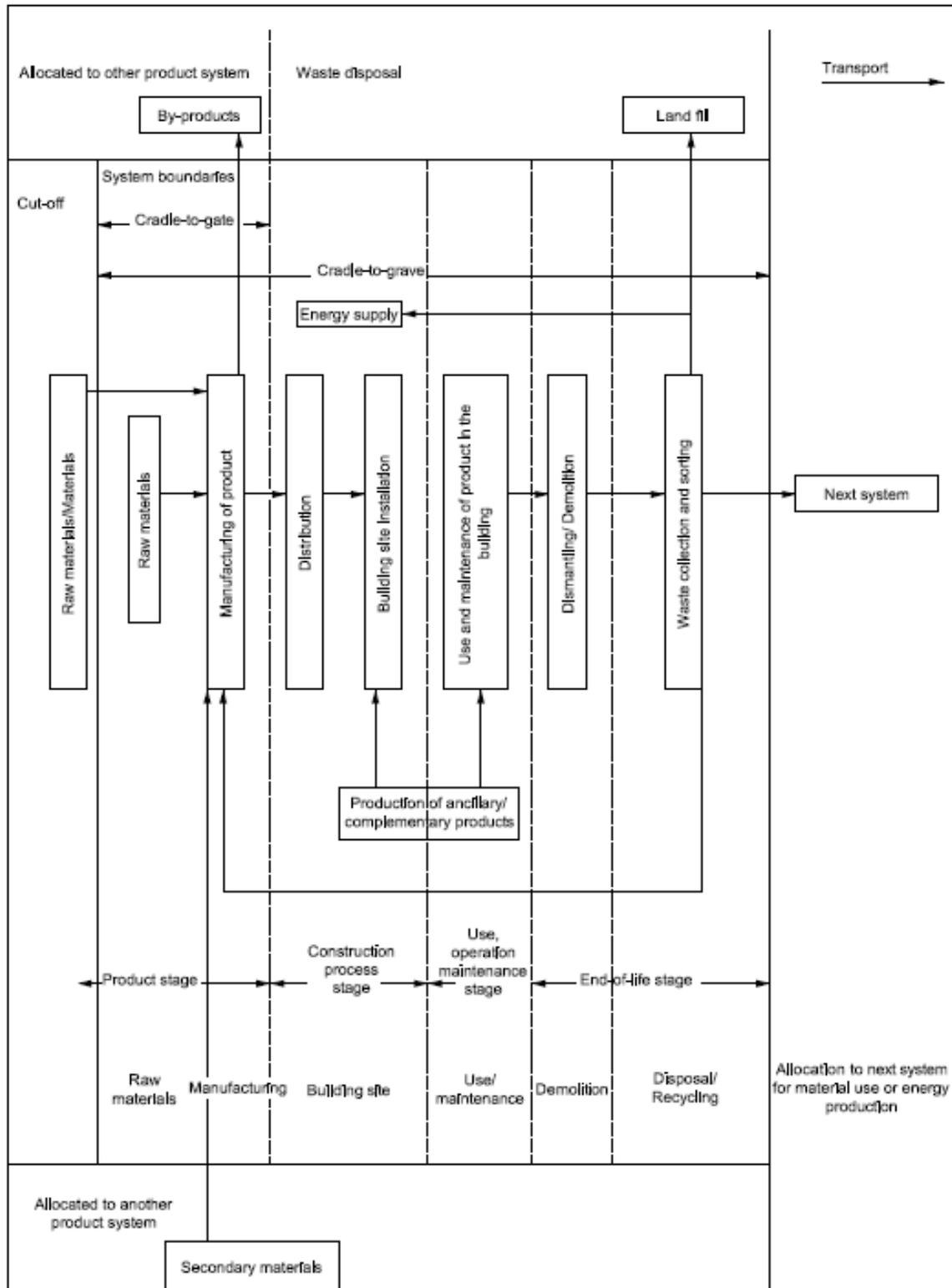
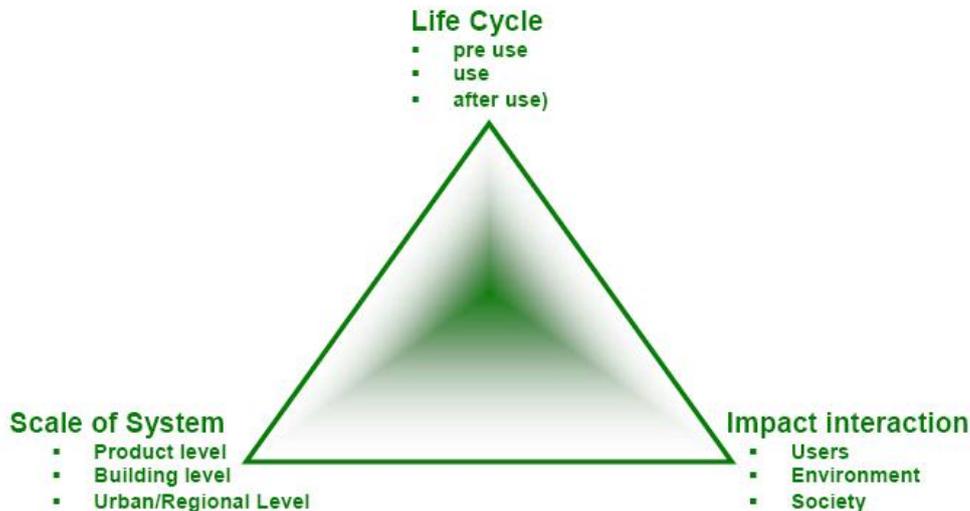


Figure 3 — Example of system boundaries, information modules and life-cycle stages of building products



Une des représentations holistique de l'approche autour d'un système de CONSTRUCTION DURABLE est la suivante :



Les attributs de ce système peuvent être exposés dans la perspective suivante :

- Cycle de vie de l'unité de construction
 1. Phase en amont de l'utilisation (production des MC, planification et construction)
 2. Phase d'utilisation
 3. Phase de Post-utilisation, incluant la démolition et le traitement final des déchets
- Niveau des impacts de la construction en interaction avec:
 1. Les usagers
 2. L'environnement
 3. La société
- Echelle du système de construction
 1. Au niveau du produit (MC)
 2. Au niveau du bâtiment ou de l'ouvrage
 3. Au niveau urbain ou régional

La portée de ce guide d'éco-conception de MC se situe dans ce schéma, et est constituée par le produit (MC), la phase antérieure à l'utilisation (fabrication), et l'impact sur l'environnement. Néanmoins il ne faut pas perdre de vue la perspective générale de construction durable auquel il faut donner des réponses et des alternatives.

Ci-après, sont analysés les principaux facteurs moteurs du secteur des produits de construction en faveur de l'amélioration de leur impact environnemental.

L'objectif principal de cette initiative est de promouvoir la variable environnementale des MC comme élément fondamental de la durabilité dans la construction, atteignant ainsi une amélioration globale du produit, ce qui se traduit par des bénéfices pour le secteur construction, pour la société, et également pour l'entreprise.

Pour atteindre cet objectif, on peut se focaliser sur quatre objectifs secondaires plus concrets:

1. Fabriquer des MC plus respectueux de l'environnement tout au long du cycle de vie, ce qui favorise une construction plus durable.
2. Obtenir des bénéfices, aussi bien directs qu'indirects.
 - a. Production
 - b. Stratégie de marché
 - c. Recherche, développement et innovation
 - d. Santé et sécurité – approche sociale de la durabilité pour le secteur de construction
 - e. Qualité
3. Accomplir et respecter les normes de la législation en vigueur, tout en anticipant les législations futures.
4. Exécution de réglementations volontaires.

3.1.- Fabriquer des matériaux de construction plus respectueux de l'environnement

Les certifications basées sur le management environnemental de l'entreprise apportent une valeur ajoutée au produit sur le marché et assurent le respect des méthodologies de travail qu'elles définissent.

Pour celles-ci, il existe la norme -ISO 14001:2004 du management environnemental de l'entreprise et le règlement européen EMAS, qui assurent que l'entreprise s'est conformée à des exigences environnementales particulières. Pour aller plus loin, il existe également des normes portées sur l'éco-conception, en particulier la norme ISO 14062 de Management environnemental -- Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit.



Ces normes permettent aux entreprises d'améliorer leur rapport à l'environnement et la qualité de leurs produits et services, tout en se différenciant de la concurrence de par l'assurance du respect des méthodologies relatives.

Traditionnellement, les mesures de réduction des impacts environnementaux étaient fondées sur des stratégies orientées sur la gestion des flux résiduels (émissions dans l'atmosphère, rejets d'eaux résiduelles, déchets) générés durant la fabrication des produits.

Plus récemment, de nouvelles mesures visant à prévoir la génération d'impact ont été incorporées, afin de réduire ces flux. Malgré les bienfaits de cette évolution dans la prévention des pollutions, il faut souligner le fait que ce type de stratégie ne permet pas de coller une étiquette de comportement écologique au produit ; c'est-à-dire qu'elle concerne plutôt le management de l'entreprise, mais ne nous indique pas directement où se trouve la problématique environnementale associée à la production.

Ces dernières années, le secteur a subi de grands remaniements destinés, entre autre, à améliorer ses prestations et le confort de l'utilisateur. Depuis, la perspective environnementale du secteur des MC est orientée sur l'évolution des matériaux, concernant entre autres :

- le développement de méthodologies d'analyse de cycle de vie et d'éco-conception, qui permettent de valoriser les innovations durables apportées, du processus de fabrication jusqu'au recyclage.
- l'utilisation de grandes quantités de résidus et déchets comme matières premières pour la production de matériaux de construction
- de nouvelles conceptions et le développement de technologies pour un démantèlement plus sélectif
- une meilleure technologie pour traiter les rejets
- des systèmes, moyens, et technologies pour faciliter le recyclage
- des sources d'énergie alternatives, intégrées efficacement dans les usines de production.

Axer les considérations écologiques sur le cycle de vie d'un produit permet d'évaluer l'impact environnemental causés par sa fabrication, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la gestion des déchets en fin de vie, en passant par la production, la distribution, et l'utilisation de celui-ci. Comme décrite auparavant, la situation dans ce cas est limitée à évaluer l'impact par unité de produit livré à la porte du client (suivant le cycle de vie). Pour que ces impacts soient compréhensibles et puissent être comparés, des normes ont été créées pour fournir des données particulières pour le produit.

La normalisation internationale

Au niveau international, il existe la *Déclaration Environnementale Produit* (Environmental Product Declaration, EPD), définie par la norme [ISO TR 14025](#) (marquages et déclarations environnementales de type III).

Cette norme, qui découle de la norme sur les principes généraux des déclarations

environnementales ISO 14020, est parue en 2000 et a été révisée en 2006. Elle définit les EPD pour tous types de produits, et impose l'utilisation d'un format spécifique, qui permet de comparer des produits par rapport aux mêmes critères.

Par l'intermédiaire d'une EPD, on peut identifier l'empreinte écologique du produit d'une manière objective et quantifiée, suivant les exigences mentionnées par les normes ISO 14040 et ISO 14044.

Une déclaration environnementale doit donner suffisamment d'informations sur les caractéristiques environnementales des bâtiments et infrastructures, permettant ainsi de calculer leurs performances. Elle peut être réalisée en additionnant les impacts environnementaux individuels de toutes les étapes du cycle de vie.

NB : Quand la somme inclut seulement les étapes de pré production, de production et de distribution, la déclaration est « du berceau à la porte ». Et, quand cette somme inclut en plus la construction, la période d'utilisation et de maintenance, le renouvellement, la démolition, le recyclage, la mise en décharge, la déclaration est dite du « berceau à la tombe ».

De cette manière, même si le profil environnemental du produit concerne seulement la phase de production et de distribution, les données peuvent être communiquées sous forme normalisée. Ceci permet d'analyser la problématique écologique associée aux phases postérieures du cycle de vie (construction, usage et opération, fin de vie), ce qui en fait une approche beaucoup plus efficace pour détecter l'origine de la pollution et pour déterminer des stratégies plus efficaces concernant la réduction des impacts.

L'inconvénient de cette norme est qu'elle ne définit pas précisément les méthodologies concernant les frontières du système ou le calcul des indicateurs, si bien que pour comparer deux produits il faut identifier quelles méthodes, quelles hypothèses, et quelles frontières ont été choisies et celles-ci diffèrent d'un pays à l'autre.

L'ISO 14025 a été complétée en 2007 par l'ISO 21930, spécifique aux déclarations des produits de construction, et inspirée de la normalisation française.

Le système français : les FDES

La France, à l'initiative de l'AIMCC, avait déjà commencé des travaux sur les déclarations de produit de construction, bien avant la publication de l'ISO 21930 ; elle a d'ailleurs été l'un des principaux contributeurs pour cette norme. Elle a donc établi en 2001, via la commission de normalisation P01E, une norme expérimentale XP P01-010 en 2 parties, révisée pour devenir la norme Afnor [NF P01-010](#) (2004) : « Qualité environnementale des produits de construction : déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction ». Cette normalisation va plus loin que la norme internationale, puisqu'elle inclut les aspects environnementaux mais aussi sanitaires pour les produits de construction. La norme NF P 01 010 définit le cadre méthodologique des déclarations, notamment le contenu des ACV tels que les étapes étudiées, les règles de coupures, les flux étudiés.

Ainsi, les **Fiches de Données Environnementales et Sanitaires (FDES)**, répertoriées dans des bases de données, permettent de fournir toutes les informations



nécessaires à l'évaluation de la qualité environnementale et sanitaire des bâtiments : il s'agit du seul format reconnu en termes de communication. Elles peuvent servir aux experts pour la compréhension des impacts d'un produit, et pour pouvoir établir des comparaisons. Même si elles sont destinées aux professionnels, tout le monde peut les consulter.

La base de données FDES de référence en France est la base INIES (www.inies.fr) qui regroupe toutes les FDES des produits mis sur le marché français. Les FDES et bientôt les **DEP (Déclaration Environnementale de Produit)** doivent servir pour le calcul de la qualité environnementale des bâtiments via des outils fiables et reconnus.

D'autres bases plus généralistes existent, notamment la base suisse Ecoinvent, non spécifique au marché français et dont les données primaires ne proviennent pas forcément de fabricants français. Les outils les plus utilisés pour réaliser des ACV de produits de construction sont les logiciels TEAM, SIMAPRO et GABI, même s'il en existe d'autres.

De même, différents logiciels utilisant les données FDES peuvent être utilisés pour réaliser ces évaluations environnementales au niveau des bâtiments : Elodie, TEAM Bâtiment, Cocon, E-licco, Equer, entre autres.

En France, les FDES peuvent être individuelles, pour un seul produit commercial et un seul propriétaire, mais peuvent aussi être collectives, afin de déclarer un même type de produit ; dans ce cas la déclaration est réalisée par un groupe d'entreprises voire un syndicat de filière.

Les indicateurs sont les suivants :

- Consommation de ressources énergétiques (MJ)
 - Conso d'énergie primaire totale
 - Conso de ressources énergétiques non renouvelables
 - Conso de ressources énergétiques renouvelables
- Epuisement de ressources (kg eq. Antimoine)
- Consommation d'eau (L)
- Déchets solides (kg)
 - Déchets valorisés
 - Déchets dangereux
 - Déchets non dangereux
 - Déchets inertes
 - Déchets radioactifs
- Changement climatique (kg eq. CO2)
- Acidification atmosphérique (kg eq. SO2)
- Pollution de l'air (m³ d'air)
- Pollution de l'eau (m³ d'eau)
- Destruction de la couche d'ozone stratosphérique (kg eq. CFC)
- Formation d'ozone photochimique (kg eq. éthylène)

Les fabricants n'ont aucune obligation de réaliser des déclarations, cela est une démarche volontaire, en revanche s'ils communiquent sur les aspects environnementaux cela doit se faire en respectant la NF P01-010 (valable jusqu'en 2014).

Remarque : ce n'est pas parce qu'un produit possède une FDES qu'il est « écologique ».

EN 15804 : nouveau standard européen

La Commission Européenne a donné un mandat M350 au comité européen de normalisation (CEN)

pour établir des normes sur la construction durable, c'est-à-dire pour les produits et aussi pour les bâtiments.

Ceci a notamment abouti en 2012 à la création d'un standard européen : la norme EN 15804.

Cette norme a pour but d'harmoniser les différentes méthodologies existantes en Europe. En plus d'uniformiser les méthodologies, elle va permettre d'éviter le greenwashing, c'est-à-dire la communication environnementale via des informations biaisées ou des ACV « arrangées ».

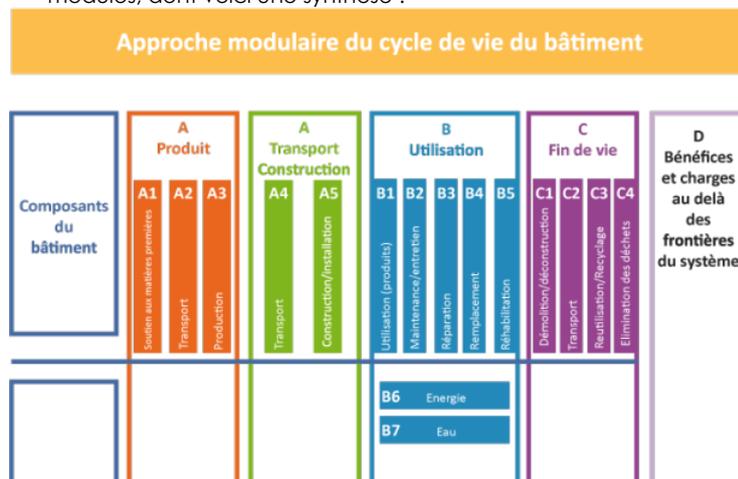
L'objectif est de garantir des données fiables et cohérentes, et prend donc en France le relais de la norme NF P01-010. Cette norme sera utilisable au-delà du 1^{er} janvier 2014. Les deux normes coexistent en attendant la publication d'une norme nationale complémentaire (NF EN 15804/CN) qui devrait être disponible courant 2^{ème} trimestre 2014 afin de ne pas perdre les acquis et l'aspect sanitaire d'ores et déjà décrits dans les documents nationaux. L'intérêt de conserver les avancées du programme français est l'exigence de considérer les impacts sur tout le cycle de vie du produit (Cradle-to-grave), tandis que la nouvelle norme européenne n'impose uniquement que la prise en compte des impacts jusqu'à la sortie de l'usine (cradle-to-gate), les autres étapes étant facultatives.

Cependant, si le périmètre de la norme française est plus large, la norme européenne a un niveau de détail plus élevé : les données sur les indicateurs ne se limitent plus au cycle de vie complet sans distinction des étapes et dans l'EPD, un inventaire est accessible pour chaque phase prise en considération (Les FDES ne détaillent pas les étapes, même si celles-ci peuvent être retrouvées dans un rapport téléchargeable en ligne). Les industriels doivent donc à présent présenter le détail des différentes étapes du cycle de vie dans leurs déclarations.

Selon la NF EN 15804, la déclaration peut donc couvrir :

- soit uniquement la production : « du berceau à la sortie de l'usine »
- soit la production et quelques étapes du cycle de vie : « du berceau à la sortie de l'usine avec options »
- soit toutes les étapes d'une ACV : « du berceau à la tombe »

Ainsi, les étapes du cycle de vie sont déclinées en modules, dont voici une synthèse :



Source : UVED, Agathe Combelles.



Etape	Module
Production	A1 Extraction de matières premières
	A2 Transport jusqu'au fabricant
	A3 Fabrication
Processus de construction	A4 Transport jusqu'au chantier
	A5 Installation dans le bâtiment
Utilisation (composition du bâtiment)	B1 Utilisation/Application du produit
	B2 Maintenance
	B3 Réparation
	B4 Remplacement
	B5 Réhabilitation
Utilisation (exploitation)	B6 Besoins en énergie
	B7 Besoins en eau
Fin de vie	C1 Déconstruction/Démolition
	C2 Transport jusqu'au traitement
	C3 Réutilisation/Recyclage
	C4 Elimination
Bénéfices et charges au-delà des frontières du système	D Potentiels de réutilisation, récupération et/ou recyclages

Les indicateurs obligatoires ne sont pas rassemblés en un seul tableau comme c'était le cas pour les FDES, ils sont présentés sous forme de quatre tableaux présentant respectivement :

- les impacts environnementaux
- l'utilisation des ressources
- les catégories de déchets
- les flux sortants

Les paramètres exigés sont les suivants :

Impacts environnementaux

- Contribution au changement climatique [kg CO₂ eq]
- Destruction de la couche d'ozone [kg CFC-11 eq]
- Acidification des sols et de l'eau [kg SO₂ eq]
- Eutrophisation [kg PO₄³⁻ eq]
- Formation d'ozone photochimique [kg C₂H₄ eq]
- Epuisement des ressources non renouvelables non fossiles [kg Sb eq]
- Epuisement des ressources énergétiques fossiles [MJ]

Ressources

- Utilisation des ressources énergétiques primaires renouvelables [MJ]
 - Energie primaire renouvelable, à l'exclusion des ressources utilisées comme matières premières [MJ]
 - Ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matière première [MJ]
 - Total
- Utilisation d'énergie primaire non renouvelable [MJ]
 - Energie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources utilisées comme matières premières [MJ]
 - Ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matière première [MJ]
 - Total
- Utilisation de matière secondaire [kg]
- Utilisation de combustibles secondaires [MJ]
 - Renouvelables
 - Non renouvelables
- Consommation d'eau [m³]

Déchets

- Déchets dangereux [kg]
- Déchets non dangereux [kg]
- Déchets radioactifs [kg]

Flux sortants

- Composants réutilisés [kg]
- Matériaux recyclés [kg]
- Matériaux destinés à la récupération d'énergie [kg]
- Energie fournie à l'extérieur [MJ]

Ainsi, la déclaration d'un matériau de construction (MC) permet au fabricant de réaliser son apport de connaissances indispensables pour évaluer l'ensemble d'un ouvrage construit, tout au long du cycle de vie.

Cette évaluation du MC doit permettre de prédire lors de la phase de conception le bilan environnemental global. Cela offre la possibilité :

- au prescripteur d'évaluer et choisir les produits de construction au regard de leur comportement environnemental, toujours en respectant les exigences fonctionnelles.
- aux fabricants de MC de se différencier par rapport aux produits concurrents,

Cette distinction peut être contrôlée à travers différents systèmes de reconnaissance environnementale des produits disponibles sur le marché.

Ces systèmes valorisent les efforts développés par ces entreprises qui s'impliquent dans la minimisation des impacts environnementaux de leurs produits, que ce soit grâce des actions qui supposent un progrès dans tous leurs produits/procédés, ou grâce à la satisfaction des résultats pour un produit précis. Ces valorisations vont des prix récompensant les efforts accomplis par les entreprises pour réduire l'empreinte écologique de leurs produits (Prix européens de l'environnement, Prix Energy +), jusqu'à la reconnaissance de produits concrets (sous la forme d'éco-étiquettes et labels).

3 types de communications

Type I

A l'intérieur du groupe de produits finaux individuels à destination du consommateur, on peut retrouver des labels de type I qui certifient la conformité par rapport à une série d'exigences écologiques (l'écolabel Européen, l'indication NF-Environnement, l'écolabel Blue Angel, le label NaturePlus, le label scandinave Nordic Swan...). Dans le cas des MC, ces étiquettes sont peu nombreuses : peintures, revêtements, carrelage ...

Type II

Les auto-déclarations se font sur la seule responsabilité de celui qui la fait, c'est en général le fabricant. Il n'y a pas de certification ou de tierce partie qui font la critique de déclaration. Il n'y a pas non plus de notion de cycle de vie du produit. La valeur de ce type de déclarations est limitée puisqu'elles proviennent du producteur, et ne concernent généralement qu'un seul aspect écologique (faible consommation d'énergie, pourcentage de produits recyclés, etc.).

Type III

Ce sont les déclarations précédemment décrites dans ce chapitre (EPD, FDES...)



3.2.- Obtenir des bénéfices, directs ou indirects

L'insertion d'une méthodologie d'éco-conception dans les procédés de design de l'entreprise permet non seulement de faire des économies, mais également d'améliorer la qualité, les dispositifs de production, le management interne et la sécurité.

La bonification environnementale d'un produit ou l'incorporation d'une procédure d'identification des aspects environnementaux ne doit pas être interprétée comme une dépense supplémentaire ou un manque de rentabilité, puisque la démarche en elle-même s'insérera dans les différentes phases du procédé de conception d'un produit, intégrant les différents pôles et départements qui font partie de l'entreprise. Les objectifs recherchés concordent par conséquent avec les objectifs globaux de l'entreprise, parmi lesquels figure évidemment celui d'augmenter la rentabilité du produit.

Pour obtenir ces bénéfices économiques, on peut agir sur cinq fronts:

3.2.1.- Production

Comme énoncé précédemment, les mesures adoptées traditionnellement pour couper court aux problèmes environnementaux engendrés par la prolifération des processus industriels sont principalement ciblés sur le contrôle des foyers de pollution ponctuels générés par les mécanismes de production. Bien que l'approche actuelle des politiques de prévention soit plus étendue, toute amélioration du comportement environnemental contient cet aspect du contrôle des mécanismes de production parmi les objectifs principaux.

La rentabilité du produit peut être augmentée de différentes façons, et parmi les possibilités d'implantation d'une méthodologie classique d'éco-conception, on retrouve :

1. la réduction des coûts d'acquisition des matériaux (réduction de matières premières nécessaires à la production du produit, ou réutilisation aussi bien de matières premières que de résidus à l'intérieur ou en dehors du processus de fabrication de l'entreprise
2. la diminution des coûts de gestion des déchets (en réduisant les déchets générés, le traitement se simplifie et coûte moins cher, puisqu'il y a moins de taxes à payer), l'augmentation des bénéfices (en maintenant le prix du produit, en parallèle de la réduction des coûts de production de celui-ci)
3. l'augmentation des ventes (en valorisant davantage le produit sur le marché grâce à ses bonifications environnementales)

3.2.2.- Stratégie et marché

Avec la sensibilisation écologique grandissante de la société, et les exigences toujours plus strictes des produits/services en termes d'empreinte écologique, une différenciation qualitative par rapport à la

concurrence -comme l'est l'amélioration environnementale du produit- suppose une amélioration de l'image perçue par le client.

Dans le contexte des MC, il est complexe d'évaluer et de faire un bilan global de tout l'ouvrage sur l'étendue de son cycle de vie. Ceci contraint à passer nécessairement par la quantification et l'utilisation de la procédure de calcul de l'analyse du cycle de vie, pour la production et la distribution des MC, et de réaliser une Déclaration Environnementale Produit (EPD), reconnue à l'international. Il s'agit d'un premier pas pour évaluer la soutenabilité dans la construction et pour qu'elle soit applicable au marché.

Dans la chaîne d'approvisionnement et dans les procédures d'achat des administrations, il est demandé aux fabricants et prestataires de services de faire des efforts en faveur de l'environnement, et aussi d'identifier le type de problèmes environnementaux qu'ils peuvent engendrer dans une perspective de cycle de vie.

En parallèle, le nombre d'industriels qui attendent de leurs fournisseurs qu'ils soient plus communicatifs sur leurs données environnementales, au sujet des modes de production ou des produits fabriqués, est de plus en plus grand. Ceci est la relation fournisseur-client dans la chaîne d'approvisionnement pour la fabrication de MC.

L'incorporation d'une procédure d'éco-conception propose un bénéfice associé qui, non seulement élargit le portefeuille de clients intéressés, mais permet également d'accéder à des marchés plus exigeants et plus côtés, avec donc plus de possibilités d'achats du produit. Dans le futur, il sera indispensable de transmettre un bilan environnemental du produit pour qu'il puisse être utilisé.

Un bon exemple est celui des administrations publiques, qui pour la réalisation de leurs ouvrages et acquisitions, a déjà commencé à intégrer des dispositions obligatoires et volontaires dans leurs cahiers des charges. Un axe d'essai est le développement d'achats et de contrats publics verts. Ceci se fait à travers de lignes directrices qui promulguent l'insertion des critères environnementaux dans les différentes phases des contrats de produits et de services pour l'administration. L'objectif principal est d'ajouter, aux critères des contrats publics, les mesures de management environnemental qui sont estimées propices à l'association avec d'autres critères de solvabilité professionnelle et technique.

L'intégration de la méthodologie d'identification, d'évaluation des aspects environnementaux et de leur réduction en utilisant l'éco-conception, notamment à travers la Déclaration Environnementale Produit, permet de quantifier les actions qui vont rendre possible la satisfaction des exigences requises.

D'autre part, l'introduction au fur et à mesure de produits respectueux de l'environnement sur le marché a un impact positif sur la durabilité de la construction et de la société en général. L'entreprise, en tant qu'acteur majeur dans le moteur



économique de la société, a une responsabilité de contribution active et volontaire aux progrès sociaux, économiques, et environnementaux, dans le but de renforcer sa compétitivité et sa valeur ajoutée.

Cette notion est ce que l'on appelle la "Responsabilité Sociale des Entreprises" (RSE), et de plus en plus répandue dans les organisations qui constituent le tissu d'entreprises de chaque pays.

En France, la RSE reste une démarche volontaire mais est mise en avant depuis 2001 avec l'article 116 de la loi NRE (2001), qui liste des thèmes de reporting, notamment pour des informations d'ordre social et environnemental. L'adoption en juillet 2010 de l'article 225 de la loi Grenelle 2 est censée inciter davantage les entreprises à publier des données, ainsi qu'à fournir des informations plus détaillées et mieux définir les indicateurs. A l'heure de la rédaction de ce guide, des modifications sont prévues, notamment pour que les grandes entreprises aient des obligations en matière de RSE.

3.2.3.- Recherche, développement et innovation

L'amélioration environnementale du produit à travers l'éco-conception suppose une innovation de la part de l'entreprise. En effet, cela entraîne, pour cette dernière, l'adaptation de la méthodologie de travail interne ainsi qu'un élargissement du point de vue, par rapport ce qu'elle faisait auparavant.

Une entreprise dont la procédure de conception est cantonnée aux considérations traditionnelles n'envisage pas la révision de ses critères ni de penser à des innovations.

L'incorporation de la variable environnementale et la réduction des impacts associés au produit facilitent l'apparition de nouvelles idées pour la conception et les fonctionnalités.

Les répercussions de cette attitude novatrice sont l'accroissement de la valeur active qui contribue à donner une meilleure image de l'entreprise et de son produit.

Le passage à l'éco-conception affecte également les stratégies et plans d'action de l'entreprise à moyen terme : c'est pourquoi cette procédure s'intégrera et fera partie des activités de recherche et de développement de l'entreprise. Ces investissements conduisent au long terme à de grandes marges de bénéfices positifs, et une démarcation à l'intérieur du marché, comme énoncé dans les points précédents.

Ci-dessous sont présentées les principales tendances en R&D de MC, et qui passent nécessairement par l'usage de l'éco-conception :

L'initiative des « marchés porteurs » pour l'Europe. Communication de la commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. Bruxelles, 21.12.2007. Il s'agit d'une initiative en faveur des marchés porteurs en Europe qui :

1. Identifie les 6 marchés émergents et prometteurs (parmi lesquels celui de la

construction durable) qui doivent se baser sur les mesures de la politique adoptée.

2. Elabore une procédure pour simplifier et mieux coordonner les cadres juridiques et réglementaires.

Elle met en place des mesures législatives qui favorisent les achats publics, la normalisation, l'étiquetage et la certification. En somme :

- La politique intégrée des produits (PIP) doit intervenir dans tous les secteurs ayant une influence directe ou indirecte sur le comportement environnemental des produits
- Les politiques de produit doivent se baser sur la méthodologie de l'Analyse du Cycle de Vie. Celle-ci elle doit à la fois être rationnelle et pragmatique, et pas seulement concentrée en aspects purement scientifiques
- Le producteur doit examiner les charges environnementales potentielles dans tout le cycle de vie, et les réduire au mieux possible, à travers par exemple des améliorations dans la conception du produit
- Les éco-étiquettes sont inadéquates dans le cas des matériaux de construction. Les travaux de construction sont le produit fini, et les matériaux sont les composants
- Les contrats publics doivent être axés sur des critères d'efficacité environnementale et de durabilité

3.2.4.- Santé et sécurité – Approche globale de la durabilité

Le contrôle des procédés de fabrication des produits implique également le contrôle des ambiances intérieures de ces installations, dont il a été démontré que le conditionnement se répercute de manière directe sur la santé des travailleurs. C'est pourquoi l'obtention d'une ambiance de travail saine et sécuritaire est un des facteurs de la variable sociale de la durabilité du matériel dans le cadre de la construction durable.

La prise en considération de la santé et la sécurité ne doit pas être limitée à la fabrication mais également à l'utilisation des MC. Les variables à prendre en compte sont multiples. En voici quelques unes :

- Confort
 - Confort thermique, climat intérieur
 - Acoustique
- Santé
 - Eviter les effets toxiques de la construction pour l'homme et son entourage (avec une attention spéciale aux composés organiques volatils)
 - Protection contre les champs électromagnétiques et les contaminations magnétiques
 - Qualité de l'air à l'intérieur
- Adaptabilité
 - Flexibilité de la structure en ce qui concerne l'évolution des besoins des utilisateurs
 - Adaptation aux besoins de plusieurs générations



- Conversion de l'habitat en autres fonctions
- Adaptabilité aux personnes aux besoins spécifiques (personnes âgées, handicapées, enfants)
- Adaptation au changement climatique
- Durabilité
- Durée de vie utile des produits de construction et des ouvrages
- Durabilité face au changement climatique (accroissement des périodes de chaleur, gelées, poids de la neige, etc.)
- Fonctionnalité technique, esthétique et sociale
- Maintenance
- Robustesse des structures
- Efficience
- Sécurité
- Sécurité en prévision de catastrophes (tornades, inondations, tremblement de terre, etc.)
- Sécurité/robustesse des murs contre les intrusions et le vandalisme
- Sécurité/robustesse face aux insectes /nuisibles/fléaux
- Accessibilité

3.2.5.- Qualité

L'intégration de la variable environnementale dans la conception se répercute de manière positive dans la qualité du produit.

Vouloir que la vie utile d'un matériau de construction soit la plus verte possible, tout en réalisant la fonction pour laquelle il est destiné, entraîne une augmentation de sa fonctionnalité et de sa qualité structurelle, ce qui signifie qu'on conçoit un produit de meilleure qualité.

Les certifications de qualité du produit et de l'entreprise peuvent aider à se démarquer de la concurrence sur le marché. Des normes internationales comme la norme ISO 9001:2000, relative au management de la qualité, ou son complément en termes de management environnemental de l'entreprise, la norme ISO 14001:2004, s'intègrent facilement avec la norme ISO 14006:2011 Systèmes de management environnemental -- Lignes directrices pour intégrer l'éco-conception.

3.3.- Application de la législation en vigueur et adaptation aux futures réglementations

Le respect de la législation en vigueur ne peut pas être considéré comme un facteur moteur pour la réalisation de projets d'éco-conception, étant donné que son caractère obligatoire la convertit en condition minimale à atteindre pour tous les produits.

Cependant, il convient de souligner certaines législations ou normes relatives au secteur des MC, qu'il ne faut pas négliger puisqu'elles sont récentes.

Par exemple le Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre

2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH). Il est entré en vigueur le 1^{er} Juin 2007 et impose de déclarer toutes les substances du produit qui sont dans l'annexe XIV. Toutefois, l'obligation de fournir des fiches de données de sécurité (FDS) dépend du taux de substances dangereuses contenues dans le produit : beaucoup de produits de construction n'ont pas l'obligation de fournir une FDS.

Il est également opportun d'anticiper la possible évolution de la législation, pour s'adapter aux conditions requises avant son entrée en vigueur, par exemple :

- Il ne faudrait pas écarter un futur élargissement à d'autres secteurs des exigences requises dans la directive EUP (2005/32/CE), rebaptisée ErP (2009/125/CE) établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'éco-conception applicables aux produits consommateurs d'énergie
- le Règlement Produits de Construction et l'intégration de la Politique Intégrée des Produits dans l'évaluation du comportement environnemental des bâtiments.

3.4.- Application de la réglementation volontaire

Pour que l'approche de durabilité dans la construction se concrétise, la Commission Européenne en 2004 a mandaté le Comité Européen de Normalisation (CEN) pour l'intégration de la performance environnementale dans les bâtiments (Mandat M/350), afin de développer un ensemble de normes qui permettent son application volontaire au marché, avec les exigences suivantes :

- Approuvées par tous les états membres et les parties intéressées.
- Fiables: permettant et assurant l'accomplissement de l'objectif, qui est d'évaluer la durabilité dans la construction.
- Applicables au marché: elles doivent être utiles et opératives pour être insérées facilement sur le marché.

Dans ce comité de normalisation européen, tous les états membres et parties intéressées participent. Parmi ceux-ci, se trouve le Construction Products Europe (anciennement CEPMC : Council of European Producers of Materials for Construction) et ses dérivés nationaux, comme c'est le cas en France avec l'AIMCC (via la commission de normalisation P01E, dans lesquels les organisations sectorielles des matériaux de construction sont très actives.

Cet ensemble de normes pour la construction durable est en développement très avancé, certaines sont déjà publiées (cf. EN15804) et entrées en vigueur, d'autres sont en cours de validation, tandis que d'autres sont toujours en cours d'étude. Celles qui font référence à l'environnement (par opposition aux facteurs économiques et sociaux) et aux matériaux de construction (par opposition à l'évaluation des bâtiments et infrastructures), sont celles qui sont le plus développées et par conséquent les plus en adéquation avec l'objectif de ce guide.

Chapitre 4

Stratégies sectorielles d'éco- conception



Sur la base des informations recueillies dans les chapitres précédents et dans des publications ainsi qu'aux connaissances techniques accumulées par expérience, des stratégies/mesures d'éco-conception, applicables au secteur des matériaux de construction, ont été développées.

Ce chapitre est un recensement des mesures d'éco-conception, qui présentent l'étape du cycle de vie affectée, la stratégie d'éco-conception associée, les implications techniques, économiques et environnementales, ainsi qu'un bref exemple de son application.

Chacune de ces stratégies possède la structure suivante:

- Code et intitulé de la mesure de conception
- Stratégie d'éco-conception
- Description de la mesure
- Incidences techniques
- Incidences économiques
- Incidences environnementales
- Exemple d'application de la mesure
- Références

Code et intitulé de la mesure de conception

La mesure peut être identifiée grâce au code qui lui est attribué, ainsi que le nom de la mesure et la stratégie d'éco-conception associée.

La codification des mesures se compose d'un sigle relatif à la famille à laquelle la mesure peut être appliquée, suivi du numéro correspondant à la mesure, dans chacune des familles :

Code	Famille
AIS	Isolants
ASF	Asphaltes
CAL	Chaux
CARP	Charpente
CEM	Ciments
CER	Cloisons/fermetures
HOR	Béton
INST	Installations plastiques
MET	Métal - acier
MOR	Mortiers
PNAT	Pierre naturelle
PIN	Peintures et vernis
QUI	Chimie pour la construction

Stratégies d'éco-conception

Cette section de la fiche identifie la stratégie dans laquelle s'inscrit la mesure, l'étape du cycle de vie la plus concernée, et spécifie l'amélioration environnementale la plus significative qui en résulte.





Description de la mesure

Cette section donne une brève description de la mesure en précisant l'objectif visé par son application.

Incidences techniques

Cette partie indique les implications techniques dérivées de l'application de la mesure de conception (par exemple la nécessité de réaliser des changements dans le processus de fabrication, la recherche de nouveaux fournisseurs, etc.). Les implications techniques énumérées sont de caractère général, c'est pourquoi chaque entreprise devra évaluer lesquelles la concerne.

Incidences économiques

Ce point définit les conséquences économiques induites par l'application de la mesure (par exemple nécessité de réaliser des investissements dans de nouvelles machines, bénéfices économiques qui peuvent résulter de la mesure, etc.). Les implications économiques qui sont détaillées sont également de caractère général, si bien que chaque entreprise devra évaluer quelles sont les siennes, dépendant du type de produit qu'elle fabrique.

Incidences environnementales

Dans ce paragraphe est expliquée l'influence de la mesure sur l'environnement. Cette influence peut être aussi bien positive que négative et de plus peut intervenir à différentes étapes du cycle de vie du produit.



Exemple d'application de la mesure

Dans les cas où cela sera possible, on inclura dans cette partie un cas pratique de l'application de la mesure. Ainsi on détaillera le nom de l'entreprise, une brève description du produit sur lequel la mesure est appliquée, et les résultats obtenus.

Références

Pour finir, sont indiquées dans ce paragraphe les références bibliographiques, légales et normatives consultées pour élaborer cette fiche.

Ci-après sont énumérées les mesures recensées dans ce guide, classées par familles.

CODE	STRATÉGIE	MESURE	APPLICABLE À:	OBTENTION DE MATIÈRES PREMIÈRES	PRODUCTION	DISTRIBUTION	UTILISATION	FIN DE VIE	GÉNÉRAL
AIS-01		Élaborer un matériau isolant en cellulose à partir de papier journal recyclé	Isolants	X	X		X	X	X
AIS-02		Élaborer un panneau d'isolation thermo-acoustique à partir de résidus de bois		X			X	X	
AIS-03		Élaborer des planches en fibre de bois (isolation pour la construction) à partir de résidus de bois agglomérés à l'aide d'eau et pressés ultérieurement.		X	X		X	X	
AIS-04	Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit	Élaborer un produit isolant (verre cellulaire) à partir de verre usagé		X	X		X	X	
AIS-05		Élaborer de la laine de verre à partir de verre de post-consommation		X	X	X	X	X	
AIS-06		Élaborer un panneau d'isolant acoustique en polyuréthane recyclé		X	X				
AIS-07		Élaborer un panneau isolant avec des emballages Tetra Brik recyclés		X			X	X	X
AIS-08		Élaborer un isolant à partir de fibres de coton recyclées		X			X	X	X
AIS-09		Élaborer une plaque d'isolation thermique et acoustique avec du liège		X	X		X	X	
AIS-10	Obtenir un matériau isolant à partir d'une matière première renouvelable	Élaborer un matériau isolant à partir de ouate de chanvre		X	X		X	X	
AIS-11		Élaborer un isolant à partir de laine		X	X		X	X	
AIS-12		Obtenir un matériau isolant à partir d'une matière première qui n'émet pas de substances toxiques ou nocives		Obtenir un matériau isolant (argile expansée) à partir d'argile	X			X	X
AIS-13		Obtenir un matériau isolant à partir de perlite ou vermiculite	X			X	X	X	
ASF-01	Valorisation des déchets	Valorisation de la poudre de caoutchouc de NFU -voie humide- comme modificateur du liant	X			X	X		
ASF-02		Élaborer des planches en fibre de bois (isolation pour la construction) à partir de résidus de bois agglomérés à l'aide d'eau et pressés ultérieurement.	X			X	X		
ASF-03		Réduction de la consommation de matières premières vierges	Élaborer un matériau isolant en cellulose à partir de papier journal recyclé	X					

CODE	STRATÉGIE	MESURE	APPLICABLE À:	OBTENTION DE MATIÈRES PREMIÈRES	PRODUCTION	DISTRIBUTION	UTILISATION	FIN DE VIE	GÉNÉRAL			
ASF-04	Réduction de la consommation de matières premières vierges	Substitution des granulats naturels par des résidus de construction et de démolition	Asphaltes	X								
ASF-05		Substitution du filler (granulat) vierges par du sable de fonderie		X								
ASF-06		Substitution des granulats fins par des cendres volantes		X								
ASF-07		Substitution des granulats naturels par des résidus de démolition de fermes		X								
ASF-08		Réduction de la consommation de combustibles fossiles		Utilisation de combustibles alternatifs – huile déclassée		X						
ASF-09		Réduction de la consommation de matières premières vierges		Addition de plastique résiduel comme modificateur du liant	X							
ASF-10		Diminution de la température de process		Mélanges semi-chauds		X		X				
ASF-11		Réduction de la consommation de combustibles		Mélanges tièdes		X		X				
CAL-01		Optimisation du processus de récupération des sols pollués		Traitement in situ de stabilisation à la chaux des sols pollués	Chaux	X	X	X	X	X		
CAL-02		Réduction des émissions de gaz à effet de serre		Amélioration de l'efficacité énergétique dans le processus de production			X					
CAL-03				Utilisation de combustibles plus propres ou alternatifs			X					
CARP-01	Réduire les impacts environnementaux dans les forêts	Utilisation de bois certifié	Charpente - Bois	X								
CARP-02	Minimisation de l'impact environnemental des matériaux	Utilisation de produits inoffensifs et avec une faible émission de COVs pour la protection et le traitement de préservation du bois		X			X	X				
CARP-03	Réduction de la consommation de matières premières vierges	Utilisation de résidus/sous-produits de bois pour la fabrication de produits en bois		X						X		
CARP-04	Minimisation de l'usage de substances toxiques	Utilisation de jonctions mécaniques entre les pièces pour éviter l'usage de colles et adhésifs		X			X	X				
CARP-05	Réduction de la consommation de matières premières vierges	Utilisation de PVC recyclé	Charpente – PVC	X								
CARP-06	Diminution de l'impact environnemental des matières premières utilisées	Réduction de l'usage d'additifs comme le plomb ou le cadmium dans le PVC		X				X				

CODE	STRATÉGIE	MESURE	APPLICABLE À:	OBTENTION DE MATIÈRES PREMIÈRES	PRODUCTION	DISTRIBUTION	UTILISATION	FIN DE VIE	GÉNÉRAL
CEM-01		Valorisation de cendres de pyrite dans la préparation du cru	Ciments	X					
CEM -02		Valorisation des cendres de boues de papeteries dans la préparation du cru		X					
CEM -03		Valorisation des sables de fonderie dans la préparation du cru		X					
CEM -04	Réduction de la consommation de matières premières vierges	Valorisation des déchets de démolition dans la préparation du cru		X					
CEM -05		Valorisation du sous-produit cendres de combustion de boues d'épuration, dans la préparation du cru		X					
CEM -06		Valorisation du sous-produit issu de calamine, dans la préparation du cru		X					
CEM -07		Valorisation de la scorie de cuivre dans la préparation du cru		X					
CEM -08		Valorisation de la scorie blanche d'aciérie dans la préparation du cru		X					
CEM -09		Valorisation de la scorie noire d'aciérie dans la préparation du cru		X					
CEM -10				Valorisation du sous-produit scorie/laitier de haut fourneau comme additif lors du moulage du ciment	X	X			
CEM -11		Valorisation du sous-produit cendres volantes comme additif lors du moulage du ciment		X	X				
CEM -12	Réduction de la consommation de clinker	Valorisation du sous- produit fumée de silice comme additif lors du moulage du ciment		X	X				
CEM -13		Valorisation du sous-produit schistes calcinés comme substitut de matières premières pour élaborer le cru/ comme additif lors du moulage du ciment		X	X				
CEM -14		Addition de pouzzolanes naturelles/artificielles lors du moulage du ciment		X	X				
CEM -15		Addition de calcaire lors du moulage du ciment		X	X				
CEM -16	Réduction de la consommation de matières premières vierges	Substitution de gypse naturel par du sulfate de calcium résiduel		X					
CEM -17	Réduction de la consommation de	Substitution de combustibles fossiles par des			X				

CODE	STRATÉGIE	MESURE	APPLICABLE À:	OBTENTION DE	PRODUCTION	DISTRIBUTION	UTILISATION	FIN DE VIE	GÉNÉRAL
				MATIÈRES PREMIÈRES					
	combustibles fossiles	combustibles alternatifs							
CEM -18	Amélioration de l'efficacité énergétique du processus	Utilisation d'additifs chimiques	Ciments		X				
CEM -19	Améliorer le comportement environnemental des installations	Application des améliorations techniques disponibles dans le procédé de fabrication du ciment			X				
CER-01		Valorisation des cendres volantes issues des centrales thermiques à charbon dans les briques		X	X				
CER-02	Valoriser les déchets/sous-produits dans les matériaux de cloisonnement	Valorisation des scories issues des incinérateurs de déchets solides urbains dans les briques		X				X	X
CER-03		Valorisation des boues d'épuration dans les briques		X	X			X	
CER-04		Valorisation de cendres d'incinération de boues d'épuration dans les briques		X				X	
CER-05		Blocs de copeaux de bois agglomérés avec du ciment		X			X		X
CER-06		Blocs de construction à base de chanvre	Cloisons	X	X		X	X	X
CER-07	Matériaux qui permettent le cloisonnement en un seul bloc	Blocs de béton cellulaire					X		X
CER-08		Blocs de béton léger à base d'argile expansée et de ciment					X	X	X
CER-09		Blocs céramique d'argile allégée					X	X	X
CER-10		Bloc céramique avec rembourrage intérieur en granulés de liège			X			X	
CER-11	Efficacité énergétique dans la production du produit	Amélioration énergétique des processus d'extrusion, séchage, cuisson dans la fabrication des briques			X				
HOR-01		Valorisation des cendres volantes comme additif dans le béton structurel	Béton	X	X				
HOR-02	Réduction de la consommation de matières premières vierges	Valorisation de la fumée de silice comme additif dans le béton structurel		X	X				
HOR-03		Valorisation des scories de haut fourneau comme granulats dans le béton		X					
HOR-04		Valorisation de décombres de béton comme granulats du béton		X					

CODE	STRATÉGIE	MESURE	APPLICABLE À:	OBTENTION DE MATIÈRES PREMIÈRES	PRODUCTION	DISTRIBUTION	UTILISATION	FIN DE VIE	GÉNÉRAL
HOR -05		Valorisation de décombres de maçonnerie comme granulats du béton		X					
HOR -06	Réduction de la consommation de matières premières naturelles	Utilisation d'eau recyclée	Béton	X	X			X	
HOR -07		Récupération de déchets provenant de la fabrication de béton préparé		X					
HOR -08	Optimisation du processus de production	Utilisation d'additifs chimiques		X				X	
INST-01	Minimisation de l'impact environnemental des matériaux utilisés	Éviter l'usage d'agents ignifuges halogénés	Installations plastiques	X			X	X	
MET-01	Minimisation de la consommation de ressources d'extraction minières	Recyclage du zinc présent dans l'acier galvanisé et les déchets d'aciérie		X				X	
MET-02	Minimisation de l'impact environnemental du traitement de l'acier	Utiliser des méthodes de recouvrement de moindre impact environnemental	Métal - Acier			X			X
MET-03	Minimisation de l'impact environnemental dû à la fabrication de l'acier	Diminuer les émissions de CO2 lors de la fabrication de l'acier				X			
MET-04	Minimisation de l'impact environnemental des processus appliqués à l'acier	Recouvrements - Nanotechnologie			X		X		
MET-05	Diminution de la consommation de matières premières	Réduire la taille du produit		X					
MOR-01	Amélioration de la phase de maintenance	Ajout d'additifs antibactériens dans le mortier	Mortiers - Bétons				X	X	X
MOR -02	Réduction de la consommation des matières premières vierges	Substitution du ciment par du sulfate de calcium résiduel (déchet/sous-produit) pour l'élaboration de mortier auto nivelant	Mortiers	X					
MOR -03		Fabrication de mortier avec des granulats recyclés (Déchets de Construction et Démolition)		X					
MOR -04	Diminution de la consommation de ciment	Substitution partielle du ciment par des brais de pétrole ou de goudron de houille			X				
MOR -05		Mortiers de ciments avec cendres volantes et cendres de boues d'épuration		X					
PNAT-01	Amélioration de la phase de maintenance	Pierre naturelle avec des propriétés antibactériennes	Pierre naturelle				X		X
PNAT-02	Réduction de l'impact environnemental des installations	Remplacement de machines par d'autres ayant une meilleure efficacité énergétique					X		
PNAT-03	Réduction de l'impact des déchets générés par l'industrie du marbre	Valorisation des boues de coupe de marbre dans le traitement des sols pollués						X	

CODE	STRATÉGIE	MESURE	APPLICABLE À:	OBTENTION DE MATIÈRES PREMIÈRES	PRODUCTION	DISTRIBUTION	UTILISATION	FIN DE VIE	GÉNÉRAL
PNAT-04		Valorisation des boues de coupe de marbre dans l'industrie papetière						X	
PNAT-05	Réduire l'impact des déchets générés par l'industrie du marbre	Valorisation des boues de coupe de marbre dans l'industrie plastique	Pierre naturelle					X	
PNAT-06	Réduire l'impact des déchets de l'industrie du granite	Utilisation de sciure de granite pour confiner et imperméabiliser les décharges						X	
PNAT-07	Optimiser le système de distribution	Reconception de l'emballage et du packaging	Pierre naturelle / Ardoise			X			
PIN-01	Réduction des matières premières ayant un fort impact sur l'environnement	Réduction de la teneur en pigments blancs (pigments inorganiques comme le dioxyde de titane)	Peintures	X	X			X	
PIN-02		Formulation de peintures à base d'eau		X	X		X		
PIN-03	Réduction de la teneur en Composés Organiques Volatiles (COV)	Formulation de peintures à base de dissolvant avec la technologie de haute teneur en poudre	Peintures / Vernis	X	X		X		
PIN-04		Formulation de peintures en poudre		X	X		X		
PIN-05	Réduction de la teneur en hydrocarbures aromatiques volatiles	Formulation de peintures à base aqueuse avec une teneur élevée en solides ou peintures en poudre (PIN-02, PIN-03, PIN-04)		X	X		X		
PIN-06	Réduction des matières premières ayant un fort impact sur l'environnement	Absence de métaux lourds		X	X		X	X	
PIN-07		Limitation de la teneur en ingrédients (substances ou composés) dangereux	Peintures et vernis d'intérieur	X	X		X	X	
PIN-08	Affichage Environnemental	Conception de produits qui respectent les critères de l'Ecolabel Européen		X	X		X	X	
QUI-01	Utilisation de matériaux qui ont un impact environnemental moindre	Production de produit de décoffrage à base d'huile végétale	Chimie (décoffrage béton)	X	X			X	
QUI-02		Additifs, non toxiques, accélérant l'endurcissement et la prise du béton		X					



Stratégies d'éco-conception



CODE : AIS-01

Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit
TYPE: Spécifique **Mesure :** Elaborer un matériau isolant en cellulose à partir de papier journal recyclé
Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Cette mesure consiste à élaborer un matériau isolant (thermique et acoustique) en cellulose recyclée obtenue à partir de papier journal, en utilisant un processus de fabrication de basse consommation énergétique. On obtient un matériau granuleux qui permet son usage dans le rembourrage de tout type de pièces.

Incidences techniques

Production : La matière première de base de cet isolant est le papier journal. Pour sa fabrication on réutilise les exemplaires de journaux qui n'ont pas été vendus. Le processus consiste en deux phases de trituration, un défibrage, et un traitement en conditions humides aux sels de bore, qui donnent aux copeaux des capacités ignifuges et anti-parasitiques. Pour finir, ceux-ci sont stockés dans des silos et sont emballés.
 En France, le contexte est délicat : les ouates de cellulose aux sels de Bore ont dans un premier temps été interdites (directive européenne Biocide) et remplacés par des ouates adjuvantées aux chlorures d'ammonium, elles-mêmes interdites par l'arrêté du 21 juin 2013 car elles peuvent entraîner des émanations gênantes présentant des risques sanitaires, comme des vapeurs d'ammoniac. Les producteurs de ouate réemploient donc du sel de Bore, temporairement ré autorisé dans l'attente de trouver une solution ou un produit de substitution.

Application : Il s'agit d'un isolant qui s'adapte parfaitement à chacune des circonstances techniques, étant donné qu'il est sous forme de granulés de cellulose. Son champ d'application est très étendu, puisqu'il peut être utilisé dans des travaux de réhabilitation, dans des terrasses, dans des parements verticaux, y compris dans des constructions légères où le poids spécifique est un facteur important. Seule exception, on ne peut pas l'utiliser dans des parties en contact direct avec le sol. Dans le cas de cas de l'emploi de cet isolant sous des couvertures, entre les solives, il est proportionné en remplissant parfaitement la cavité du trou après densification du produit. L'isolant proportionne un grand confort hygrothermique puisqu'il régule les fluctuations de l'humidité dans les différents étages.

Caractéristiques techniques du produit obtenu:

Densité du matériau (Kg/m³): 35-55
 Conductivité thermique (W/mK): 0,035

Incidences économiques

La matière première nécessaire est le papier journal, qui peut être obtenue chez les acteurs de valorisation les plus proches de l'usine.

Le prix de la matière première dépend du marché et du transport, et diminue donc en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine de transformation.

Le prix de vente du produit final dans le marché dépendra de ses caractéristiques finales : il faut convertir les €/m³ en €/m² en prenant en compte une épaisseur de référence.

Par exemple*, pour obtenir une résistance thermique R=6 m²K/W, une épaisseur de 300 mm doit être appliquée (soit 240 mm après tassement de 20 %). Le pouvoir couvrant minimal calculé avec une masse volumique de 30 kg/m³ étant de 9 kg/m², le prix de vente pour un produit certifié ACERMI est estimé à 9,45 € TTC / m² hors pose.

* voir chapitre Référence pour obtenir les sources du calcul



Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de ce type d'isolant sont:

- Non seulement on valorise un déchet/sous-produit (le papier journal), mais en plus cela permet de diminuer la production de cellulose à partir de bois brut, d'où une préservation de cette ressource.
- La consommation d'électricité pour sa production est faible

Du fait qu'elle soit une matière première d'origine végétale, la cellulose est biodégradable, inoffensive, et peut être par la suite utilisée en compost.



Exemple d'application de la mesure

Biocell, de BIOHAUS GOIERRI, S.L.

Elaboration d'un isolant thermique en cellulose à partir de papier journal recyclé. Il est fabriqué en transformant des copeaux de journal auxquels on ajoute du sel de bore pour les protéger des rongeurs et des parasites, et pour les ignifuger. Il est certifié par le label allemand Ange Bleu dans la catégorie "Papier recyclé pour la construction"

Les principaux avantages qui ressortent sont que:

- Il est fabriqué à 90% avec de la cellulose recyclée provenant de journaux.
- Il est résistant au feu.
- C'est un régulateur d'humidité, ce qui permet d'améliorer l'efficacité thermique de l'habitation.

Matériau isolant en cellulose de DÄMMSTATT W.E.R.F. GMBH

DÄMMSTATT W.E.R.F. GMBH est une entreprise allemande dédiée à la fabrication de matériaux isolants pour la construction. La philosophie de l'entreprise est de réaliser des plans d'actions pour obtenir des produits toujours plus respectueux de l'environnement, comme l'utilisation de matières premières locales, l'utilisation à 80% minimum de matériaux recyclés, la suppression des substances toxiques ou dangereuses, la mise en place d'un système de traitement de papier recyclé sans chlore ni blanchissants halogénés. Ces initiatives ont mené l'entreprise à obtenir une certification pour son isolant de cellulose, à travers l'éco-label allemand Ange Bleu, dans la catégorie des matériaux de construction fabriqués principalement avec du papier de post consommation (RAL-UZ 36)

Les principales innovations du produit sont les suivantes:

- 80% de la matière première provient de papier de post consommation.
- Le processus de fabrication est sans chlore ni blanchissants halogénés.
- Les fibres de bois vierge proviennent d'exploitations forestières gérées de manière durable.
- Il ne contient pas de formaldéhyde.

Références

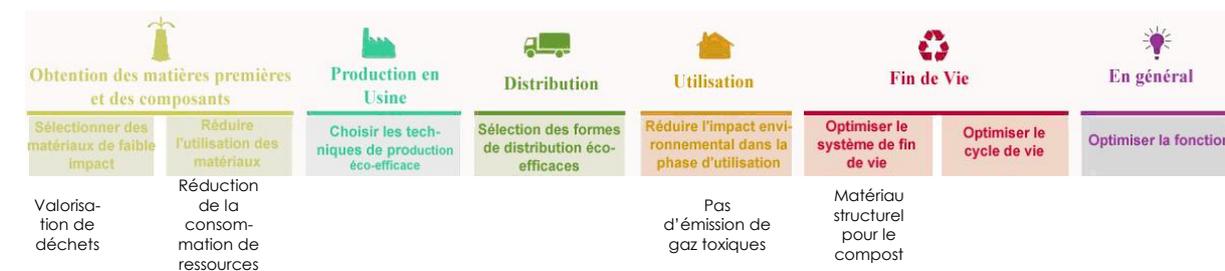
- Document Technique d'Application 20/10-182 relative au procédé d'isolation thermique « Isocell, Trendisol, Dobry-Ekovilla, France Cellulose - Soufflage sur plancher »
- <http://www.monisolationecologique.com/produit/3047-isolant-ouate-de-cellulose-en-vrac-sac-de-10kg>
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de papel reciclado)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- www.biohaus.es (Productos / Aislamientos / Celulosa granel)
- <http://eng.daemmstatt.info>
- www.isofloc.de
- <http://climacell.de>
- Catalogue de recyclage industriel du Pays Basque (CAPV) : www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CODE : AIS-02

TYPE : Spécifique
Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit
Mesure : Créer un panneau d'isolation thermo-acoustique avec des résidus de bois
Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Elaborer un panneau d'isolant thermo-acoustique à partir de résidus de bois.
 Cette mesure consiste à élaborer des plaques thermo-acoustiques constituées à 65% de fibres de bois provenant de résidus de bois (restes, sous-produits) et à 35% d'agglomérant minéral, en général le ciment ou la magnésite.
 La minéralisation des fibres annule les processus de détérioration biologique, rend les fibres pratiquement inertes et augmente leur résistance au feu, sans pour autant altérer les propriétés mécaniques du bois.
 Habituellement les résidus de bois utilisés proviennent de scieries les plus proches des usines concernées, lesquelles génèrent des résidus de bois propres et de qualité homogène, mais on peut également utiliser du bois en fin de vie utile.

Incidences techniques

Production : Pour leur production, les fibres de bois issues des résidus de bois sont agglomérées avec du ciment ou de la magnésite, et s'agglutinent entre elles sous l'effet d'une pression, formant une structure stable, résistante, compacte et durable
Transformation : qu'on donnera au produit déterminera le choix du minéralisant, la finition de surface adéquate, et la forme des bords du panneau.
Application : Les principaux usages sont les suivants :
 Dans la construction, isolation des éléments de structure pour éviter les ponts thermiques, isolation des toits, entre les locaux adjacents, entre les étages et dans les sous-sols.
 Comme revêtement de parements verticaux et dans les faux plafonds avec une ossature en T apparente, un profil en T caché et en profil oméga démontable, jardinières, etc.
Recommandations : La structure alvéolaire des plaques permet l'absorption acoustique ainsi que l'absorption d'humidité, ce qui justifie son application dans des zones ayant un gradient d'humidité élevé telles que les piscines couvertes.
 Mise à part la couleur qui résulte de l'utilisation de la magnésite ou du ciment blanc, il est possible de sélectionner d'autres couleurs, en fonction du fabricant, et les plaques peuvent également être peintes une fois installées. Toutefois, il est important d'utiliser des peintures au silicate, à la chaux, ou détrempés, puisque l'emploi d'une peinture plastique réduirait ses propriétés isolantes.
Caractéristiques techniques du produit obtenu :
 Densité moyenne du matériau (Kg/m³): 300-500
 Conductivité thermique (W/mK): 0,060

Incidences économiques

Les facteurs à prendre en compte sont les suivants:
 La matière première nécessaire est constituée de résidus de bois. Ceux-ci proviennent en grande majorité des scieries et des recycleurs à proximité des usines.
 Le prix de la matière première dépend du marché et du transport. Le coût diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine. Quand le bois provient des scieries, il n'a pas besoin de subir un traitement préalable



pour la fabrication de panneaux en bois.
Le prix de vente du produit final sur le marché dépendra des caractéristiques finales de celui-ci.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de ce type d'isolant sont:

- Non seulement on valorise un déchet/sous-produit, mais en plus cela permet de réduire la consommation de bois naturel
- La matière première se trouve à proximité relative des centres de production, ce qui diminue les impacts dus au transport

Si le fait de valoriser un résidu de bois en l'intégrant dans la fabrication de panneau d'agglomérés suppose la non-utilisation de résines ou autres agents toxiques, il faut cependant prendre en compte le pouvoir contaminant de certains agents agglutinants.



Exemple d'application de la mesure

Le panneau isolant Fibrafutura, de KNAUF :

Le panneau Fibrafutura est composé de laine de bois résineux aggloméré avec du ciment blanc et de la chaux blanche naturelle. Ce produit possède le sceau ANAB-IBO-IBN, la marque italienne pour les produits bioécologiques certifiée en Italie par l'Association Nationale d'Architecture Bioécologique.

Champs d'application: isolation thermique de murs extérieurs et intérieurs, revêtement et isolation de structures, coffrage perdu, construction de cloisons. Les principales améliorations apportées par le produit sont :

Il ne contient pas de substances toxiques ou dangereuses

Il évite l'usage d'agents ignifuges halogénés (chlorés et bromés)

Une fois la substance brute extraite, l'entreprise restaure les aires exploitées, replante des pousses d'arbre, et reconstruit l'état naturel du site en l'étendant, de manière à compenser l'impact de son activité sur la nature et le paysage.

Le panneau est fabriqué à 3% de résidus de bois et à 97% de bois vierge.

Références

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
 - www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de fibras naturales de madera)
 - www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
 - www.knauf-batiment.fr
 - www.celenit.com
 - www.construible.es/productosDetalle.aspx?id=75&idm=121&pat=&cat=&emp=249&cert=
- Inventaire de déchets non dangereux de la Communauté Autonome du Pays Basque de 2004.
Catalogue de recyclage industriel du Pays Basque (CAPV) : www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CODE : AIS-03

TYPE: **Spécifique**
Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit
Mesure : Elaborer des planches en fibre de bois à partir de résidus de bois
Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Elaborer des planches en fibre de bois (isolation pour la construction) à partir de résidus de bois agglomérés à l'aide d'eau et pressés ultérieurement.

L'utilisation de planches d'agglomérés en remplacement des produits de bois naturel est très répandue pour des raisons économiques. Cependant, son apparition dans le marché européen dans les années soixante a été accompagnée par des débuts de plaintes des usagers, en raison d'odeurs irritantes. L'origine des émissions irritantes se trouve principalement dans les résines, adhésifs et colles employés. Pour la fabrication des planches de particules on utilise, pour leurs propriétés techniques, des résines de formaldéhyde (urée-formaldéhyde et phénol-formaldéhyde) qui sont des émetteurs potentiels de Composés Organiques Volatils (COVs).

Cette mesure propose de fabriquer des panneaux en fibres de bois, employés pour l'isolation dans la construction, à partir de résidus de bois agglomérés avec de l'eau et ensuite pressés.

Comme ces panneaux sont fabriqués avec des restes d'industrie forestière et qu'on utilise l'eau comme agglomérant, ils possèdent un excellent cycle de vie. En effet, en plus d'être biodégradables, ils n'émettent pas de gaz toxiques, et ne comportent pas de colles ou autres produits nocifs pour la santé.

Actuellement les résidus de bois utilisés proviennent de scieries les plus proches des usines concernées, lesquelles génèrent des résidus de bois propres et de qualité homogène, mais il faut prendre compte la possibilité d'utiliser également déchets de bois valorisés.

Incidences techniques

Production : Pour la production, on valorise les résidus de bois des scieries pour obtenir un type de fibres de bois qui se lient entre elles grâce à leur propre teneur en lignine, sans addition de quelconques additifs externes.

Transformation : A travers la trituration de ces résidus, on peut réaliser un bon défibrage. En ajoutant de l'eau aux fibres et en chauffant le tout, on récupère une pâte épaisse et homogène, que l'on verse sur une matrice perforée afin d'éliminer l'eau excédentaire. A travers un pressage appelé calandrage, on procède au séchage des panneaux et à leur coupe sur mesure pour les emballer. Dans tout le processus de fabrication on réutilise les surplus d'eau, de chaleur et de fibres.

Application : Couvertures, façades, sols et divisions intérieures aussi bien pour une isolation acoustique que thermique.

Propriétés : les panneaux en fibres de bois se caractérisent par leur faible conductivité thermique, leur haute inertie thermique, et leur ouverture à la diffusion de la vapeur d'eau. Ils évitent la sensation de murs froids, régulent l'humidité, et en plus, même en présence d'humidité, ils ne perdent pas leurs capacités d'isolation. Ils se différencient des autres isolants naturels par leur excellente protection face aux chaleurs estivales et au froid hivernal. Grâce à sa structure en pores ouvertes ils sont capables d'absorber les ondes sonores.

Caractéristiques techniques du produit obtenu:

Densité moyenne du matériau (Kg/m³): 150

Conductivité thermique (W/mK): 0,040



Incidences économiques

Les facteurs à prendre en compte sont les suivants:

La matière première nécessaire est constituée de résidus de bois. Ceux-ci proviennent en grande majorité des scieries et des recycleurs à proximité des usines.

Le prix de la matière première dépend du marché et du transport. Le coût diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine. Quand le bois provient des scieries, il n'a pas besoin de subir un traitement préalable pour la fabrication de panneaux en bois selon l'entreprise Gutex).

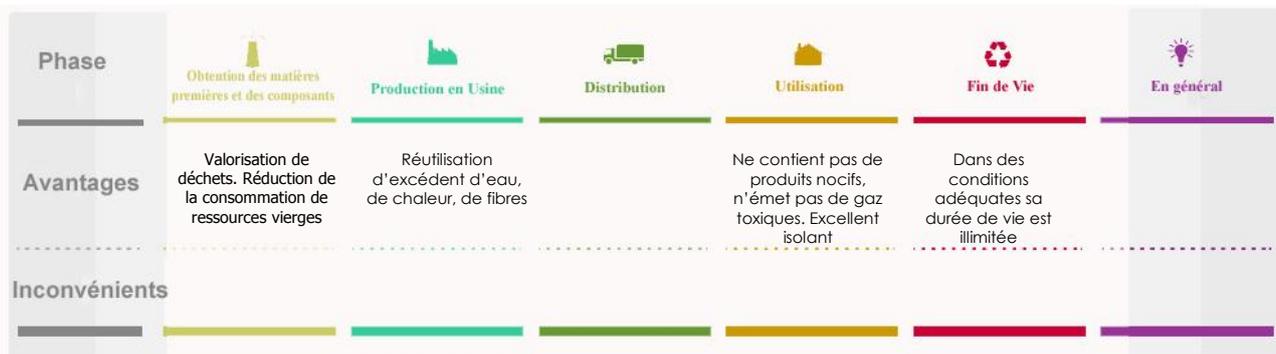
Le prix de vente du produit final sur le marché dépendra des caractéristiques finales de celui-ci. Selon la référence 2, il serait de 10,38 €/m².

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de ce type d'isolant sont:

- Non seulement on valorise un déchet/sous-produit, mais en plus cela permet de réduire la consommation de bois naturel
- La matière première (résidus de bois de scierie, ou gestion autorisée de déchets) se trouve à proximité relative des centres de production, ce qui diminue les impacts dus au transport

Dans tout le processus de fabrication on réutilise les excédents d'eau, de chaleur, et de fibres. Le produit ne contient pas de colles ni d'autres produits nocifs, et n'émet pas de gaz toxiques. C'est un matériau biodégradable, réutilisable, inoffensif, et qui peut être valorisé en compost. Si on l'utilise dans les conditions adéquates, sa durée de vie est illimitée.



Exemple d'application de la mesure

Les planches en fibres de bois de GUTEX

Les panneaux en fibre de bois de GUTEX répondent aux exigences en matière d'isolation, sont écologiques et sont économiques, quelle que soit leur application. Leurs caractéristiques avantageuses favorisent un climat intérieur agréable: la structure poreuse de ses fibres facilite la diffusion de vapeur, ainsi les panneaux « respirent ». Grâce à cette structure en pores ouvertes ils absorbent les ondes sonores, mais également améliorent l'amortissement des bruits d'impact. Les panneaux isolants en fibre de bois peuvent absorber une grande quantité d'eau, tout en gardant leurs propriétés de matériau sec. Quoiqu'il en soit, pour qu'ils puissent fournir une isolation optimale, il convient de les installer dans un milieu sec.

Les résidus de bois employés dans la fabrication des panneaux GUTEX proviennent des scieries locales, afin de réduire les coûts et impacts du transport, et ne nécessitent aucun traitement préalable. L'entreprise se trouve en Allemagne.

Références

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
 - www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
 - www.biohaus.es/index.html
 - www.pavatex.de
 - www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- Inventaire de déchets non dangereux de la Communauté Autonome du Pays Basque de 2004.
Catalogue de recyclage industriel du Pays Basque (CAPV) : www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CODE : AIS-04

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit
 Mesure : Elaborer un produit isolant (verre cellulaire) à partir de verre usagé
 Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Elaborer un produit isolant (verre cellulaire) à partir de verre de post-consommation.

A partir de la poudre de verre on peut fabriquer un isolant employé dans la construction, connu sous le nom de verre cellulaire. On l'obtient à partir de poudre vitreuse provenant des débris de verre blanc. Par l'intermédiaire d'un procédé de thermochimie appliquée, des cellules sont créées à l'état de vide partiel et fermées sur elles-mêmes, ce qui évite la communication entre plusieurs cellules.

Incidences techniques

Fabrication: La matière première utilisée pour la fabrication du verre cellulaire est du verre de post-consommation, qui requiert un prétraitement. Concrètement, il faut le purifier convenablement, puisqu'il est accompagné de résidus de métal, plastique, liège, etc. Les débris de verre sont acheminés de la partie inférieure des fosses ou bennes de décharge jusqu'à un concasseur à marteaux, et ceci à l'aide d'une alimentation vibrante. Ensuite, à la sortie du concasseur, un autre alimentateur vibratoire et une bande transporteuse conduisent le verre moulu jusqu'à un séparateur magnétique équipé de puissants aimants permanents pour séparer les débris de fer. Sur une autre bande transporteuse, à la sortie du séparateur magnétique, les résidus d'aluminium peuvent être éliminés par un système de soufflage, de même que d'autres impuretés. Enfin, le verre moulu passe dans une machine à laver, où il est nettoyé par agitation à l'aide d'eau chaude. A la sortie du lavage, il est séparé de l'eau par décantation et est stocké dans un silo à l'aide d'un élévateur à godets. La poudre moulue est introduite dans un four, où elle devient une masse comprimée, molle et spongieuse. Au fur et à mesure que cette masse devient spongieuse, on obtient le produit. Il s'agit d'un élément continu qui est fractionné suivant les formats commerciaux.

Application: Il existe deux types de verre cellulaire: celui employé comme isolant thermique, contre l'humidité et contre le feu, et celui de faux plafond.

Caractéristiques techniques du produit obtenu:

Densité moyenne du matériau (Kg/m³): 170
 Conductivité thermique (W/mK): 0,048

Incidences économiques

Les facteurs à prendre en compte sont les suivants:

La matière première nécessaire est constituée de débris de verre de post-consommation, qui provient d'entreprise dédiées au recyclage et à la récupération de verre.

Le prix du verre oscille, suivant les fournisseurs, entre 150 et 160 €/tonne (selon les données de l'entreprise espagnole Polydros qui utilise des débris de verre blanc). Le coût du transport diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine. Le verre doit subir un traitement afin de le séparer de tous les composants métalliques et céramiques qui lui ont été ajoutés.

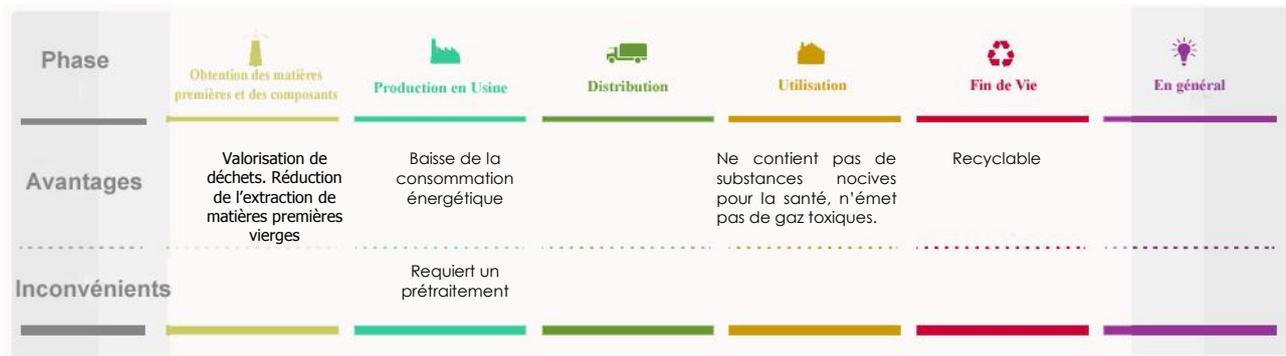
Le prix de vente du produit final sur le marché dépendra des caractéristiques finales de celui-ci. Par exemple, pour les plaques de verre cellulaire de Polydros, de 20 mm, le prix est de 12,90 €/m².



Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de ce type d'isolant sont:

- Non seulement on valorise un déchet/sous-produit, mais en plus cela permet de réduire l'extraction de matières minérales et l'impact associé
- La fabrication de matériau vitreux à partir de verre usagé est plus favorable énergétiquement que si on utilisait exclusivement des matières minérales
- C'est un produit qui ne contient pas de substances nocives pour la santé, et qui n'émet pas de gaz toxiques
- Il est recyclable
-



Exemple d'application de la mesure

Plaques de verre cellulaire de POLYDROS

Panneaux isolants fabriqués avec un pourcentage élevé de verre recyclé. Le verre utilisé provient des débris de verre blanc ou de fenêtre (éclat de verre). Ce produit possède le sceau ANAB-IBO-IBN, la marque italienne pour les produits bioécologiques certifiée par l'Association Nationale d'Architecture Bioécologique.

On peut les utiliser pour l'isolation thermique des cloisonnements, des planchers béton, des linteaux (poutres), des toitures et des ponts thermiques. L'usine se situe à Alcobendas, dans la banlieue de Madrid.

Granulés de verre de DENNERT PORAVER

Ces billes sont fabriquées à partir de verre recyclé, dont des millions de tonnes sont produites annuellement en Allemagne. Ce verre récupéré est lavé et broyé pour obtenir une fine poudre de verre, qu'on mélange avec de l'eau et des agents agglutinants et expansifs. On introduit le tout dans un four, pour permettre l'expansion, ce qui donne naissance à des granulés de couleur blanchâtre et remplis d'air.

Ces billes légères sont adéquates pour isoler les espaces vides et intermédiaires, les plafonds à poutres, les sols, etc. de manière durable, sécuritaire et sanitaire, aussi bien au niveau thermique qu'acoustique. Ce produit est certifié par l'éco-label allemande Ange Bleu, dans la catégorie matériaux de construction fabriqués principalement avec du verre de récupération (RAL-UZ 49). Ses principaux avantages sont :

- Matériau fabriqué à partir de verre recyclé
- Très léger, mais très résistant aux charges de compression
- Très calorifuge
- Chimiquement stable et résistant aux intempéries
- Non inflammable
- Ne contient pas de dissolvants
- N'offre pas de milieu nutritif pour les champignons, mycose, ou parasites

L'usine de fabrication est en Allemagne.

Références

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
 - www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
 - www.polydros.es
 - www.poraver.de/ES/frame_es.html
 - www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- Catalogue de recyclage industriel du Pays Basque (CAPV) : www.ihobe.net/catalogo/objeto.html

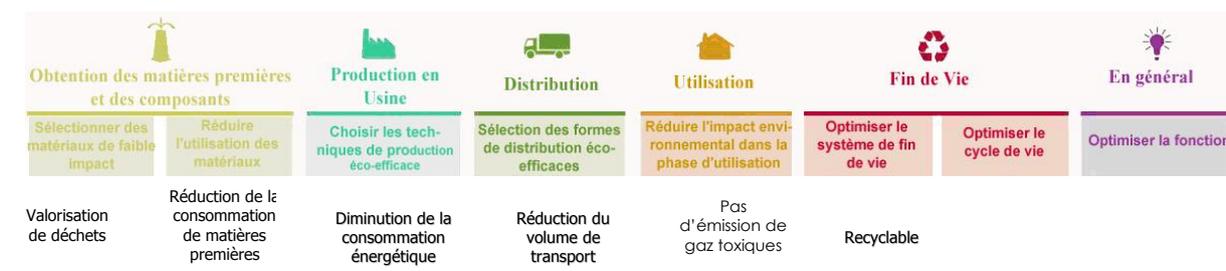


CODE : AIS-05

TYPE: Spécifique

Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit
Mesure : Elaborer de la laine de verre à partir de verre de post-consommation
Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La laine de verre peut être obtenue à partir de sable, de carbonates, de verre recyclé ou encore de borax (sel minéral aussi appelé borate de sodium), qui entrent dans processus de fusion à 1450°C. On peut introduire jusqu'à 80% de verre recyclé comme matière première. Comme ces matières premières ne sont pas des combustibles, il n'y a pas besoin d'ajouter des additifs, puisque ces matériaux offrent déjà une résistance adéquate au feu.

Incidences techniques

Fabrication: On peut introduire jusqu'à 80% de verre recyclé comme matière première. Il faut qu'il soit moulu en petits granulés de taille rigoureusement définie. De plus, il faut doser précisément les composants, pour que le mélange obtenu soit homogène et que la fusion soit optimale. Evidemment il doit subir auparavant un prétraitement pour le purifier et éliminer les déchets de métal, plastiques, lièges et autres impuretés.

Les débris de verre sont acheminés de la zone de décharge des bennes jusqu'à un concasseur à marteaux, et ceci à l'aide d'un d'une alimentation vibrante. Ensuite, à la sortie du concasseur, un autre alimentateur vibratoire et une bande transporteuse conduisent le verre moulu jusqu'à un séparateur magnétique équipé de puissants aimants permanents pour séparer les débris de fer.

Sur une autre bande transporteuse, à la sortie du séparateur magnétique, les résidus d'aluminium peuvent être éliminés par un système de soufflage, de même que d'autres impuretés. Enfin, le verre moulu passe dans une machine à laver, ou il est nettoyé à l'aide d'eau chaude et d'agitation. A la sortie du lavage, il est séparé de l'eau par décantation et est stocké dans un silo à l'aide d'un élévateur à godets.

Application : isolation thermo-acoustique, contre l'humidité et contre le feu.

Caractéristiques techniques du produit obtenu:

Densité moyenne du matériau (Kg/m³): 40-70

Conductivité thermique à 20°C (W/mK): 0,035

Incidences économiques

Les facteurs à prendre en compte sont les suivants:

La matière première nécessaire est constituée de débris de verre de post-consommation, qui provient d'entreprise dédiées au recyclage et à la récupération de verre.

Le prix du verre oscille, suivant les fournisseurs, entre 150 et 160 €/tonne (selon les données de l'entreprise espagnole Polydros qui utilise des débris de verre blanc). Le verre doit subir un traitement afin de le séparer de tous les composants métalliques et céramiques qui lui ont pu être ajoutés. Ce traitement est réalisé par le fournisseur du déchet et consiste à mouler le verre, séparer les métaux céramiques non désirés. Le coût du transport diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine.

Le prix de vente du produit final sur le marché dépendra des caractéristiques finales de celui-ci.



Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de ce type d'isolant sont:

- Non seulement on valorise un déchet/sous-produit, mais en plus cela permet de réduire l'extraction de matières minérales et l'impact associé
- La fabrication de matériau vitreux à partir de verre usagé est plus favorable énergétiquement que si on utilisait exclusivement des matières minérales
- Les chutes de matériaux dans l'élaboration des rouleaux ou panneaux sont réintroduites dans la chaîne
- On peut réduire le volume jusqu'à 10 fois le volume du produit dans son emballage, ce qui rend son transport et son stockage beaucoup plus facile et économique
- C'est un produit qui n'émet pas de gaz toxiques
- Il est recyclable



Exemple d'application de la mesure

Laine de verre d'ISOVER (groupe industriel St Gobain)

Matériau isolant, qui remplit 3 fonctions: l'isolation thermique, l'isolation acoustique, la protection contre le feu. Il est fabriqué à partir de sable naturel et de verre recyclé. Depuis 1993, St Gobain Isover a réalisé l'analyse du cycle de vie de ses produits (en suivant la série de normes ISO 14040), et ceci lui a permis de connaître les caractéristiques environnementales de ses produits, et de travailler sur les aspects ayant la plus forte répercussion environnementale.

Ses principaux avantages sont :

- Matériau fabriqué à 80% à partir de verre recyclé
- L'économie d'énergie grâce à son usage représente plus de 10 fois l'énergie nécessaire à sa production
- Le matériau est recyclable
- Les déchets de production sont réintroduits dans la chaîne de production
- L'emballage a été conçu pour réduire jusqu'à 10 fois le volume de transport

Le verre recyclé requiert un prétraitement effectué par le fournisseur, qui consiste à moudre le verre, ainsi que séparer les métaux et céramiques qui sont présents dans le verre.

aRéférences

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.isover.com
- www.ecophon.es
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- www.ursa.es
- Catalogue de recyclage industriel du Pays Basque (CAPV) : www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CODE : AIS-06

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit
 Mesure : Elaborer un panneau d'isolant acoustique en polyuréthane recyclé
 Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Le polyuréthane est un matériau qui finit souvent en décharge. Cette mesure propose d'utiliser le polyuréthane usagé comme matériau de départ pour l'élaboration d'un matériau isolant. Beaucoup de procédés expérimentaux et commerciaux ont changé l'idée reçue selon laquelle les matériaux thermostables comme les polyuréthanes n'étaient pas recyclables. La principale difficulté pour le recyclage de polyuréthane est le coût élevé que cette opération engendre : une des raisons réside dans l'infrastructure existante de récupération et de traitement, qui pour l'instant n'a pas atteint la taille critique pour être rentable et compétitive. Une autre raison qui ralentit l'essor du recyclage est que chaque système doit être adapté au matériau à réutiliser, car il n'existe pas de méthode commune adéquate pour toutes les chimies du polyuréthane.

Incidences techniques

Il est possible d'utiliser les déchets/sous-produits de l'industrie du polyuréthane pour l'élaboration de panneaux structurels ou bien d'isolants acoustiques.

Pour produire ces panneaux, on compacte le polyuréthane récupéré, par voie chimique ou mécanique. On ajoute un produit agglomérant pour renforcer la solidité du panneau.

Recyclage mécanique

Il consiste à séparer, laver et triturer les objets en polyuréthane pour les décomposer en petits copeaux qui serviront pour fabriquer de nouveaux objets. Les différentes méthodes que l'on peut employer sont :

1. Pressage adhésif
2. Moulage par compression
3. Mousse flexible
4. Pulvérisation

Recyclage chimique

Ce type de recyclage n'est pas encore très répandu. Les différentes techniques se basent sur l'application de divers procédés chimiques et thermiques qui cassent les polymères en fragments de faible poids moléculaire. Les techniques les plus employées sont :

1. l'hydrolyse
2. l'aminolyse
3. la glycolyse
4. la pyrolyse
5. l'hydrogénation
6. la gasification

Les 3 dernières citées étant des techniques thermo-chimiques. Le recyclage chimique consiste à décomposer les résidus de polyuréthane pour retrouver ses composants chimiques initiaux. L'hydrolyse, la glycolyse et l'aminolyse emploient respectivement de l'eau, de l'alcool et des amines, afin de briser le polymère et obtenir des polyols et des diamines aromatiques (produit de l'hydrolyse du diisocyanate). De ces dernières réactions, le diisocyanate se régénère, et on le réutilise avec le polyol dans la fabrication de polyuréthane de qualité.



Recyclage chimique avancé

La technologie de recyclage développée par BASF basée sur un traitement chimique, connue sous le nom de glycolyse, est répandue et commercialisée en Europe. Ce procédé décompose les pièces de polyuréthane en différents composés chimiques, notamment en polyols (base), qui sont réutilisés pour fabriquer de nouvelles pièces en polyuréthane, ce qui permet de ne faire aucun gaspillage.

Dans le cas idéal, le procédé renvoie les composés glycolysés au système d'origine dans un cycle fermé : ce sont des mélanges des composés d'origine et chimiquement modifiés : polyols modifiés, produits à chaîne courte, produits de désamination et autres molécules. La plupart de ces espèces ont une terminaison hydroxyle et contiennent des groupes uréthanes.

Incidences économiques

Les facteurs à considérer sont:

- Le coût de la matière première inclut le transport et dépend du marché international des rouleaux de polyuréthane recyclé, complètement variable d'un trimestre à l'autre.
- Le coût du transport diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine. Il faut localiser les fournisseurs de résidus les plus proches pour réduire les coûts environnementaux et économiques.
- La matière première ne nécessite aucun type de traitement.

Le prix de vente final varie en fonction des épaisseurs et densités désirées.

Pour une densité standard de 80 kg/m³ et une épaisseur de 4 cm, le prix oscille entre 11 et 14 €/m².

Incidences environnementales

Le principal avantage environnemental de ce type d'isolant est que non seulement on valorise un déchet/sous-produit (le polyuréthane usagé), mais en plus cela il permet de réduire la consommation de nouvelles ressources ainsi que l'impact associé à l'extraction et la production.



Exemple d'application de la mesure

RECTICEL est un groupe belge ouvrant dans le monde entier, principalement en Europe, dédié à la fabrication de matériau isolant, de mousses, de rembourrages, etc. pour des chaises, des matelas, des véhicules, et une longue liste d'applications industrielles et domestiques.

Le produit qui nous intéresse est un panneau formé de particules de polyuréthane de différentes caractéristiques, homogénéisées en un seul morceau, et qu'on utilise comme isolant phonique dans des ambiances sonore de 100 – 120 dB.

Ce produit possède le sceau ANAB-IBO-IBN, la marque italienne pour les produits bioécologiques certifiée en Italie par l'Association Nationale d'Architecture Bioécologique.

Le produit est fabriqué à 100% à partir de polyuréthane recyclé, et le niveau de déchets toxiques ou dangereux est inférieur aux valeurs normatives minimales.

Références

- www.productosostenible.net
- www.recticel.com
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- C. Magdalena. Reciclaje: Espuma de poliuretano. Verticalia®.
- www.interempresas.net/plastico/Articulos/Articulo.asp?A=6260. "Reciclado de piezas de poliuretano procedentes de la industria del automóvil". Article de Myriam García-Berro. Département de projets



Recherche, développement, Innovation de la fondation ASCAMM.

CODE : AIS-07

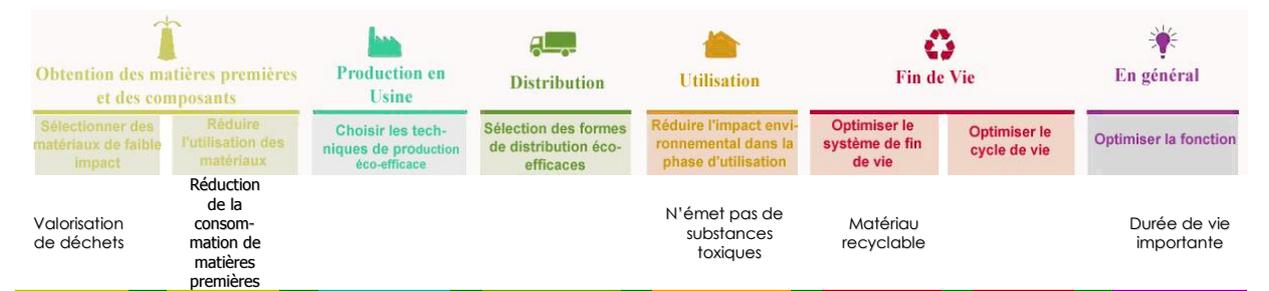
TYPE: Spécifique

Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit

Mesure : Elaborer un panneau isolant avec des emballages Tetra Brik recyclés

Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Cette mesure propose la fabrication de panneaux isolants thermo-acoustiques à partir d'un aggloméré élaboré avec des emballages Tetra Brik triturés et pressés en plaques de 2240 x 1220 mm avec un recouvrement en plastique PET. Cet aggloméré est utilisé pour créer des meubles de bureau, et est une alternative aux agglomérés de bois qui nécessitent dans leur fabrication des composés phénoliques toxiques pour leur donner de la consistance.

Incidences techniques

Fabrication: La matière première utilisée est des emballages Tetra Brik vides. Les étapes qui permettent la production du matériau sont :

Le broyage: Il est réalisé à travers un travail mécanique, en appliquant des forces de tension, de compression, et de coupe. Cette opération permet de former des petits fragments d'environ 3 mm.

Lavage et séchage: Le lavage permet d'éliminer les substances organiques adhérentes à l'emballage; le procédé de séchage a pour objectif de réduire la teneur en eau, grâce à une machine de séchage.

Le pressage: le matériau trituré est étiré en une couche de l'épaisseur désirée (en général 1 cm). Ensuite il est soumis à une compression par l'intermédiaire d'une presse, à 170°C. LA chaleur fait fondre le polyéthylène présent, qui unit la fibre densément comprimée et les fragments d'aluminium en une matrice élastique. Dans ce procédé de pressage il faut une presse à double piston (un pneumatique et un hydraulique). La presse doit avoir un contrôle de température, et une pression comprise entre 180 et 200 tonnes.

Refroidissement: la matrice résultante se refroidit rapidement, formant un aggloméré dur, avec une surface brillante et imperméable. Le polyéthylène est un agent liant très efficace, si bien qu'il n'y a pas besoin d'ajouter de la colle ou des produits chimiques tels que le formaldéhyde d'urée qui est utilisé pour unir les agglomérés et les tables conventionnelles en bois.

Caractéristiques techniques du produit:
 Nom commercial: Tectan® en Europe
 Densité du matériau (Kg/m3): 800-900

- Les caractéristiques de ce matériau sont:
- Il permet une construction solide et durable.
 - Longue vie du produit
 - Recyclable à 100%
 - Il ne contient pas de produits toxiques ou dangereux.
 - Il peut être scié, fixé, collé, cloué. Il ne s'émiette pas et ne se fend pas.
 - C'est un isolant électrique, thermique, et acoustique.
 - Il est insensible à la putréfaction, aux insectes et aux champignons.
- En Europe c'est l'entreprise EVD de Limburg située en Allemagne qui produit le Tectan®.

Incidences économiques

Les facteurs à considérer sont:

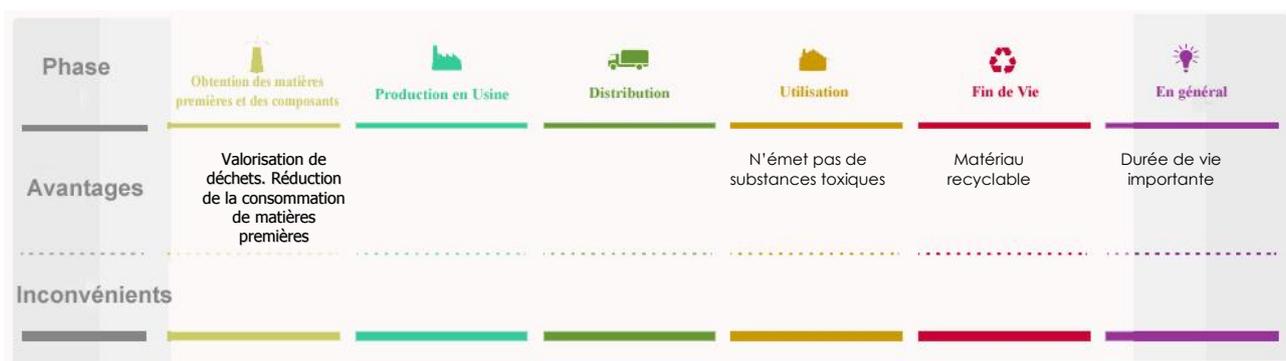


- Le coût de la matière première (Tetra Brik recyclé), qui dépend du marché et du transport. Le coût diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine de fabrication.
- Le prix de vente du produit final sur le marché dépendra des caractéristiques finales de celui-ci.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de cet isolant sont:

- On valorise un matériau (Déchets d'emballages Tetra Brik), qui sinon serait jeté ou soumis à un recyclage tertiaire (traitement chimique après usage).
- On obtient un recyclage de type secondaire (traitement mécanique après usage), alors que d'ordinaire quand on réutilise ce matériau pour fabriquer du carton, on procède un recyclage tertiaire c'est-à-dire par voie chimique.
- Le produit n'émet pas de substances toxiques durant son utilisation du fait qu'il ne contient pas de substances toxiques ou dangereuses.
- C'est un matériau 100% recyclable à la fin de sa vie utile.
- Le produit a une longue durée de vie. Il est insensible à la putréfaction, aux insectes et aux champignons.



Exemple d'application de la mesure

La fabrication de différentes planches d'agglomérés à partir de Tetra Brik pour des usages des plus diverses est une solution très répandue dans les pays asiatiques. Ainsi il existe en Turquie des usines d'un matériau appelé Yekpan, qui a atteint, en seulement quatre ans, un quota de 20% de recyclage au sujet des emballages Tetra Brik consommés là-bas, avec une capacité de 1350 tonnes/an. Au Pakistan, le produit final est appelé Chiptec, de même qu'en Chine, où il existe quatre usines de fabrication de Chiptec, avec une capacité de plus de 20000 tonnes/an.

En Europe, la fabrication a commencé en Allemagne où le Tectan est produit par l'entreprise EVD de Limburg. Ses planches servent pour fabriquer des meubles, des sols, etc. et on peut lui donner plusieurs formes, y compris courbée.

Références

- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Paneles a base de envases de Tetrabrik reciclados)
- www.cartonbebidas.com (Cartón bebidas.pdf, descargable de la web)
- www.maplar.com
- Chung P, Alfonso. «Tectán. Reciclando Tetra Pack. Industrial Data» (agosto 2003). Apartado de Notas Científicas. Vol. (6) pp.83-83.
- Chung P, A; Inche M, J; Del Carpio G, J; Yenque D, J; Ráez G, L; Mavila H, D. «Diseño y Desarrollo de un prototipo a partir de envases reciclados. Industrial Data» (diciembre 2003). Apartado Diseño y Tecnología Industrial. Vol (6) 2: pp.7-11.
- www.ereciclaje.com/reciclables/tetrapack/index.htm



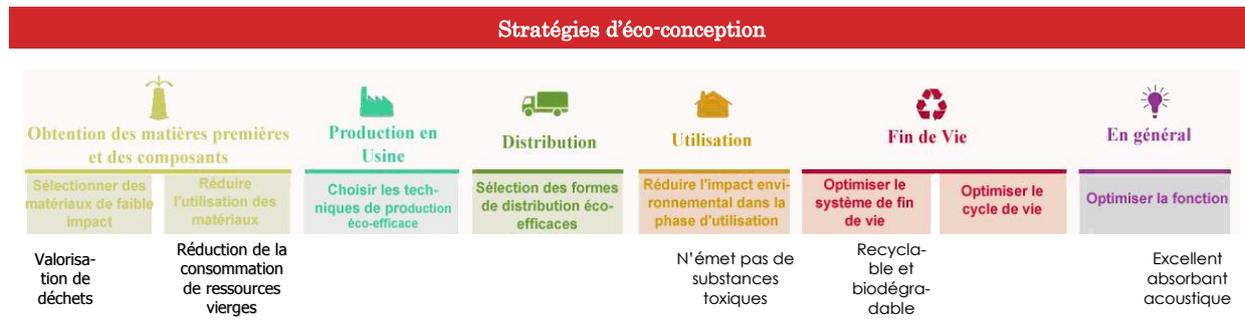
CODE : AIS-08

TYPE : Spécifique

Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'un déchet/sous-produit

Mesure : Elaborer un isolant à partir de fibres de coton recyclées

Applicable à : Isolants



Description de la mesure

En profitant des résidus de l'industrie textile et par l'intermédiaire de procédés de transformation reposant sur l'humectation et le pressage des fibres, on peut fabriquer des isolants thermiques et acoustiques d'excellente application dans le secteur de la construction.

Ces isolants peuvent aussi être obtenus à partir de coton naturel, même si dans ce cas le cycle de vie du produit est moins favorable puisque la culture du coton nécessite de grandes quantités d'eau, ainsi que des herbicides pour résister aux fléaux, maladies ou épidémies qui attaquent la plante.

Incidences techniques

Fabrication: le produit est fabriqué à partir de fibres de coton recyclées et ignifugées. Les vêtements et tissus sont introduits dans des fours où les fibres se dénouent pour ensuite être pressées et converties en pièces de différentes épaisseurs et densités.

Application: Le matériau obtenu est un excellent absorbant acoustique et possède de bonnes propriétés d'isolation thermique. Ainsi, il évite la réverbération entre les cloisons, à l'image d'autres matériaux comme la laine de roche ou la fibre de verre. On peut interposer une couche dense d'élastomères EPDM (Ethylène - Propylène - Diène Monomère), qui sert d'isolant pour les sons graves (de basse fréquence).

Suivant la finition du produit, on peut l'utiliser pour des isolations de faible épaisseur, dans des enceintes ou machineries nécessitant une grande absorption acoustique, comme amortisseur de bruits d'impact au niveau des sols et plafonds, dans des constructions nécessitant une grande résistance au feu, ou encore pour limiter les pertes thermiques dans les réservoirs d'eau ou les conduites.

Dans le cas du remplissage de combles dans les parois, les couvertures de coton se collent ou se fixent sur le parement à isoler, en laissant une marge de quelques centimètres.

Caractéristiques techniques du produit final:

Densité du matériau (Kg/m²): 60

Conductivité thermique à 20 °C (W/m°C): 0,034



Incidences économiques

Les facteurs à considérer sont:

La matière première est des déchets de coton de l'industrie textile. Le coût de cette matière première dépend des accords établis avec l'industrie fournisseuse. Il faut prendre en compte les équipements nécessaires pour les étapes de transformation de coton, c'est-à-dire pour l'humectation et le pressage des fibres. Le coût du transport diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine. Le prix de vente final du produit dépendra de ses propriétés et caractéristiques. Il est estimé à 8,12 €/m².

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de ce type d'isolant sont:

- Non seulement on valorise un déchet/sous-produit, mais en plus cela permet de réduire la consommation d'une matière première naturelle telle que le coton : même s'il est certain que le coton est une ressource renouvelable, sa culture engendre un impact important, à travers la forte consommation d'eau et d'herbicides.
- C'est un produit qui n'émet pas de substances toxiques durant son utilisation
- Il est recyclable



Exemple d'application de la mesure

Ecobau Porofib de BIOLLAR.

L'Ecobau Porofib est un absorbant acoustique. Il évite les réverbérations dans les cloisons. Il en existe plusieurs types :

Ecobau Porofib FR 4 : couvertures en fibres de coton recyclées et ignifugées, d'une épaisseur de 20mm.

Ecobau Composé: couvertures en fibres de coton vierge avec de l'EPDM ignifugé d'une épaisseur de 12mm.

Ecobau Triple: triple couche ignifugée de 22mm d'épaisseur, constituée d'une plaque d'EPDM recouverte de chaque côté par une couche de coton vierge. Commercialisé en rouleaux de 5m de longueur et 1m de largeur.

Références

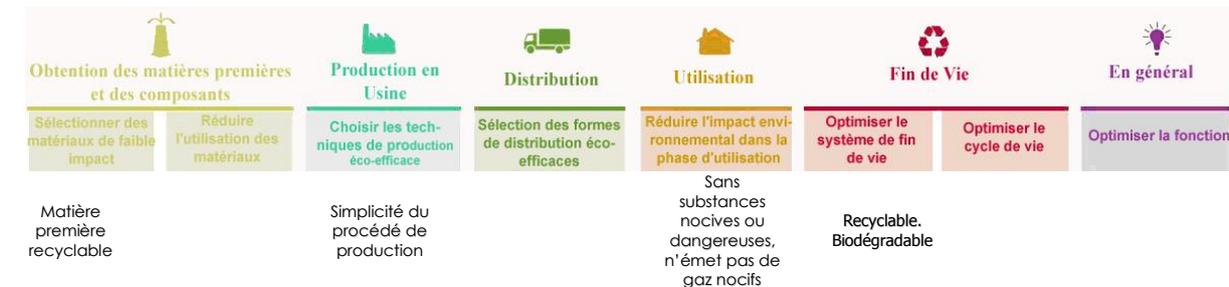
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante acústico de fibras de algodón)
- www.biollar.com
- www.bondedlogic.com



CODE : AIS-09

TYPE : Spécifique
Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir d'une matière première renouvelable
Mesure : Elaborer une plaque d'isolation thermique et acoustique avec du liège
Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Le liège est obtenu à partir de l'écorce extérieure du chêne-liège et est par conséquent une ressource naturelle renouvelable. On peut l'utiliser comme isolant sous forme granulée ou en panneaux.

Bien qu'il soit l'isolant le plus ancien qu'on connaisse, ses indices globaux de conductivité thermique, d'absorption acoustique et de comportement vis-à-vis de l'humidité, du feu, de la compression, des agents chimiques, etc., restent très intéressants, ce qui le met en concurrence les plus récents isolants synthétiques, les dépassant dans certains cas.

Le liège possède une durée de vie illimitée, n'est pas attaqué par les insectes et présente une grande résistance aux agents chimiques.

Incidences techniques

Obtention de la matière première: La première extraction de liège s'effectue quand le chêne-liège atteint les 20 ans d'âge. Les suivantes se font, toujours en été, tous les 8 ans jusqu'aux 150 ans de l'arbre. Chaque extraction permet d'obtenir de 8 à 10 kg de liège par arbre.

Le liège se vend sous forme solide (coupé en lamelles, en planches de type table, en blocs) et sous forme granulée, à différentes tailles, y compris en grains moulus fins comme de la farine.

Fabrication de panneaux d'agglomérés : l'obtention de l'agglomérat de liège est relativement simple. Si on ne part pas de la forme granulée du liège, la première étape est la trituration. Ensuite, les granulés sont pressés et cuits en autoclave, et s'agglutinent entre eux grâce à leur propre résine naturelle, sans ajout de colle.

Application : Les planches d'aggloméré de liège sont utilisées pour l'isolation de terrasses, balcons, murs, couvertures, cloisons, portes et toits.

Caractéristiques techniques du produit :

Densité du matériau (Kg/m³) : 95-130

Conductivité thermique (W/mK) : 0.045 pour une densité de 120 Kg/m³

Incidences économiques

Les facteurs à considérer sont:

La matière première nécessaire est le liège naturel, en lamelles ou trituré. Dans le premier cas, le fabricant doit prendre en compte le matériel pour réaliser la trituration.

Le prix de la matière première dépend du marché et du transport. Le coût diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine.

Le prix de vente du produit final sur le marché dépendra des caractéristiques finales de celui-ci.

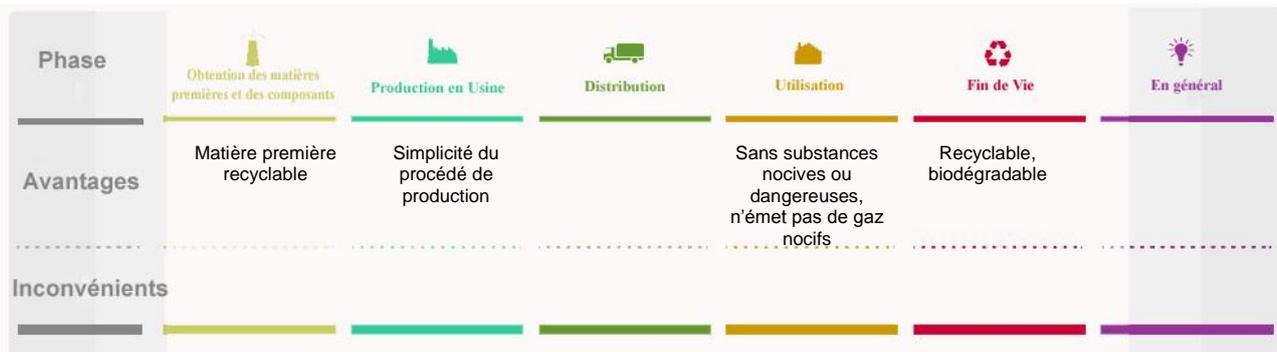
Le liège est connu et utilisé mais réservé à un usage haut de gamme, d'une part pour son coût élevé mais aussi



pour sa relative rareté (les plantations de chênes liège en Europe sont assez peu répandues

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de ce type d'isolant sont :
 Il s'agit d'une ressource naturelle renouvelable.
 Simplicité du processus de production
 Pas d'utilisation d'additifs. Le produit ne contient pas de substances nocives et n'émet aucun gaz nocif durant son utilisation.
 C'est un matériau recyclable à la fin de sa vie utile. Dans le cas où il est converti en déchet, il est biodégradable.



Exemple d'application de la mesure

Plaque de liège pur 100% Selva-Kork de HERMANOS BERNA
 Composée d'agglomérats noirs de liège sans additifs. Pour l'isolation thermique de logements et d'installations industrielles.
 Ce produit possède le label ANAB-IBO-IBN, la marque italienne pour produits bioécologiques, certifiée par l'A.N.A.B (Association Nationale d'Architecture Biologique).
 Les principaux avantages sont :
 L'agglomérat de liège 100% est obtenu à partir de granulés de liège qui s'agglutinent entre eux grâce à leur propre résine naturelle, sans besoin de colle adhésive.
 Ne contient pas de substances toxiques ou dangereuses.
 En cas d'incendie, pas d'émission de gaz toxiques ou dangereux.

Références

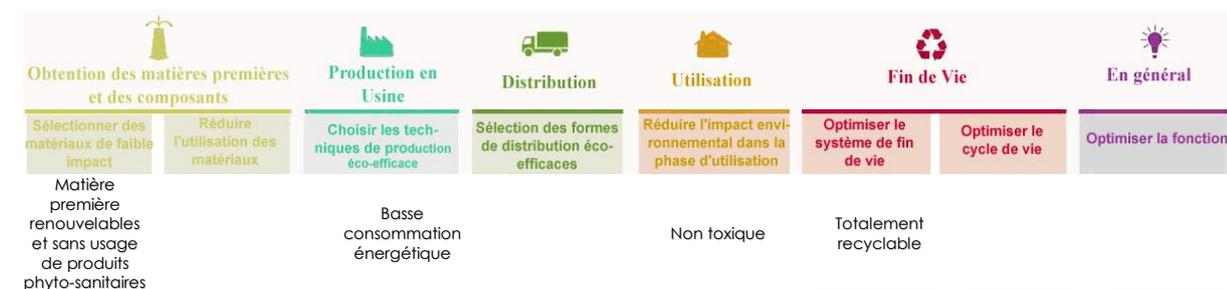
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de corcho)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.hermanosberna.com
- www.biollar.com



CODE : AIS-10

Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir de matière première renouvelable
TYPE Spécifique **Mesure :** Elaborer un matériau isolant à partir de ouate de chanvre
Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Le chanvre est une très bonne solution pour réaliser une isolation thermique naturelle, notamment grâce à l'application de procédés industriels pour obtenir un aggloméré en panneaux de différentes épaisseurs. C'est une matière première renouvelable, qui ne requiert aucun produit phytosanitaire pour sa culture. De plus, le chanvre sert pour enrichir les sols sur lesquels il est cultivé. Les agglomérants utilisés assurent la fonction ignifuge. Il n'est pas attaqué par les insectes et les rongeurs.

Incidences techniques

Transformation: La fibre, composant de base du panneau isolant, est extraite de la paille de chanvre par défilage mécanique. Pour donner au produit une cohésion et une résistance suffisante, on incorpore un agglomérant en pourcentage limité. Cet agglomérant joue la fonction d'agent ignifuge.

Application: Il est commercialisé sous forme de panneaux. Son utilisation est similaire aux laines minérales : Isolation thermo-acoustique de murs, plafonds et sols. Le chanvre s'adapte facilement à tout type de surfaces et permet de réguler les flux créés par les différences thermohygro-métriques intérieur/extérieur.

Caractéristiques techniques du produit:

Densité du matériau (Kg/m³): 20-45

Conductivité thermique (W/mK): 0,045

Incidences économiques

Les facteurs à considérer sont:

La matière première nécessaire est le chanvre. Le prix dépend du marché et du transport. Le coût diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine. Le prix de vente du produit dépend des caractéristiques de celui-ci, et s'élève à une moyenne de 6,6€/m².



Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux du produit sont les suivants:

- Matière première renouvelable
- Culture de la matière première sans utilisation de produits phytosanitaires (insecticides, pesticides, fertilisants, etc.)
- Faible consommation énergétique pour sa transformation
- Non nocif et non toxique durant son utilisation
- Longue vie utile
- Matériau entièrement recyclable



Exemple d'application de la mesure

STEICOcanaflex de STEICO.

Panneaux flexibles qui peuvent être utilisés pour l'isolation thermique, acoustique, et pour la régulation d'humidité. On peut les appliquer dans les murs, les plafonds ou encore les sols. Leur utilisation est simple, que ce soit pour des constructions neuves ou pour des rénovations.

Le granulats de chanvre de LCDA : La Chanvrière De l'Aube

Ce produit possède le sceau ANAB-IBO-IBN, la marque italienne pour les produits bioécologiques certifiée en Italie par l'Association Nationale d'Architecture Bioécologique.

Ses principaux avantages sont :

- Il est fabriqué à partir de fibres naturelles
- Pas d'utilisation de CFC dans le processus de production
- Ne contient pas de produits toxiques ou dangereux

Références

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de cáñamo)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.steico.de
- www.chanvre.oxatis.com
- www.agrofibra.com
- www.biollar.com



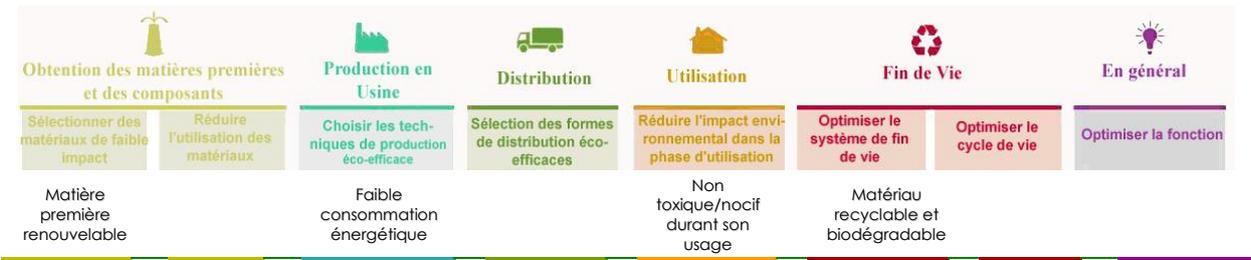
CODE : AIS-11

Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir de matière première renouvelable

TYPE: Spécifique **Mesure :** Elaborer un isolant à partir de laine

Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La laine est une ressource renouvelable qui, si elle est convenablement transformée, peut être employée en tant qu'isolant thermique et acoustique dans la construction, sous forme de plaques sans papier, de plaques avec papier et en vrac.

Incidences techniques

Transformation: L'utilisation de laine comme matériau isolant implique des traitements consistant en un lavage au savon biodégradable suivi d'un traitement postérieur au sel de bore pour fortifier la fibre et la protéger contre l'attaque d'insectes, tout en augmentant sa résistance au feu. Ensuite, on réalise l'étape du peignage de la laine, appelée cardage.

Application: Une fois la laine préparée, on peut l'utiliser sous différentes formes: plaques sans papier, plaques avec papier (pare-vapeur), ou en vrac. L'épaisseur des plaques varie entre 2 et 16 cm. Le matériau est enroulé pour faciliter son transport, et ses principales applications sont :

- Le remplissage de combles entre des parements
- Bandes isolantes dans les façades et couvertures
- Plafonds acoustiques

Caractéristiques techniques du produit:

Densité du matériau (Kg/m³): 25-65
 Conductivité thermique à 20 °C (W/m°C): 0,035

Fournisseurs: L'achat direct du matériau aux bergers de la région permet de soutenir l'élevage local et l'économie associée.

Incidences économiques

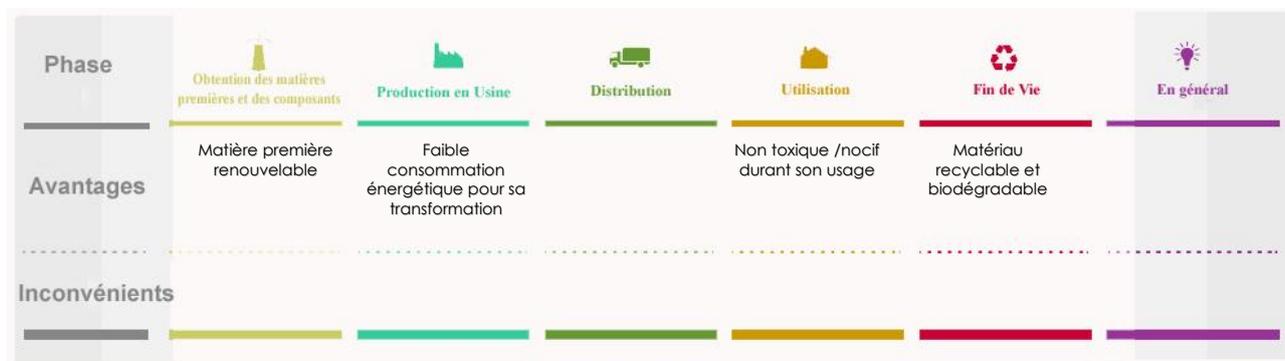
La matière première nécessaire est la laine. Son prix dépend du marché et du transport, et le coût diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine.
 Le prix de vente du produit final dépendra de ses caractéristiques, et s'élève en moyenne à 8,7 €/m².



Incidences environnementales

Les principales améliorations environnementales sont les suivantes:

- Matière première renouvelable
- Basse consommation d'énergie pour sa transformation
- Aucune nocivité/toxicité durant son utilisation
- Matériau recyclable et biodégradable



Exemple d'application de la mesure

Calana® de CONNIE OTTO & CO S.L.

Cette entreprise des îles Baléares élabore des plaques isolantes en laine de mouton. Les principaux avantages du produit sont :

- La production permet de soutenir l'élevage local de Majorque.
- C'est un produit naturel, qui ne contient pas de substances toxiques. Aucune protection spécifique n'est requise pour sa manipulation.
- Montage facile (les plaques peuvent être coupées avec des ciseaux, pour correspondre aux dimensions du chantier).
- Recyclable et biodégradable

PASCUAL DOMINGUEZ

Entreprise de Val de San Lorenzo, près de León (Espagne). Elaboration de plaques de laine de 6 x 1,60 mètres, lavée et cardée.

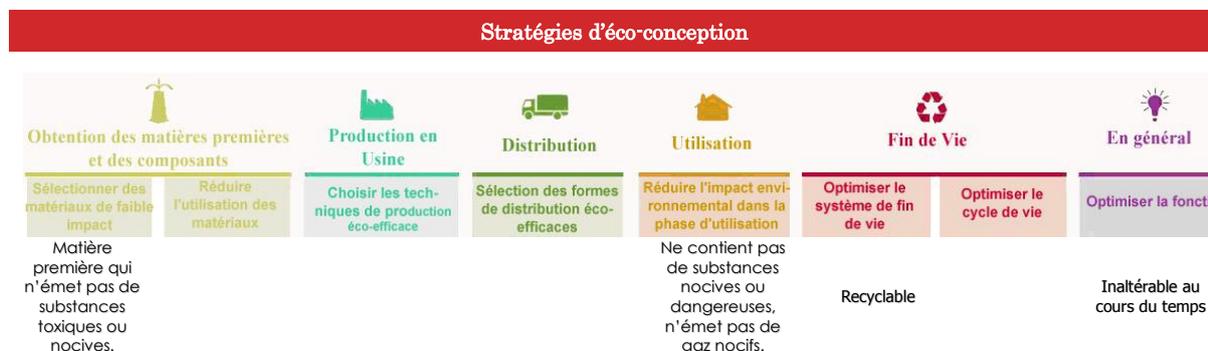
Références

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.connie-otto.com



CODE : AIS-12

TYPE: Spécifique
Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir de matière première non toxique
Mesure : Obtenir un matériau isolant à partir d'argile (expansée)
Applicable à : Isolants



Description de la mesure

L'argile expansée est un isolant d'origine céramique, de structure hautement poreuse, dérivée de l'expansion à haute température. Sa fine structure réticulaire comporte une multitude de chambres d'air microscopiques qui lui donnent sa capacité d'isolation thermique. De plus, cet isolant confère une bonne isolation acoustique, notamment concernant les bruits d'impact qui se propagent par des vibrations à basse fréquence.

L'argile expansée est un matériau céramique et réfractaire, idéal pour protéger contre le feu, puisqu'elle n'est pas combustible et supporte les hautes températures sans aucune altération chimique. Elle possède un point de fusion supérieur à 1200°C et, du fait qu'elle ne contient pas de matière organique (puisque celle-ci se volatilise lors de la fabrication), elle n'émet pas de gaz toxiques même à haute température. Ce matériau résiste également au gel et aux chocs thermiques comme des changements brusques de température.

Incidences techniques

Fabrication: L'argile expansée est obtenue à partir d'argile pure extraite de carrières à ciel ouvert. Après un premier traitement de dégrossissage, l'argile pure est stockée dans des entrepôts pour son homogénéisation et pour le séchage. Une fois sèche, l'argile est broyée afin d'obtenir une poudre impalpable, qu'on appelle l'argile brute. Agglomérée à l'aide d'eau sur des plateaux granuleux, l'argile brute forme sous l'effet de la rotation des sphères de boue de taille contrôlée. Ces petites boules, d'une granulométrie de 0 à 4 mm, sont le germe de l'argile expansée.

L'expansion de l'argile a lieu dans des fours rotatifs par le biais d'un choc thermique à 1200°C. A cette température, l'argile commence à fondre du fait de la combustion de la matière organique qu'elle contient. Les gaz de combustion étendent la particule minérale jusqu'à ce qu'elle atteigne environ 5 fois sa taille initiale.

Application: en tant qu'isolant pour le remplissage de combles, de linteaux, consolidation de planchers, couvertures, rembourages légers, etc. L'argile expansée employée pour l'isolation est celle de plus grosse granulométrie (entre 8 et 18mm)

Caractéristiques techniques du produit de granulométrie entre 8 et 18 mm:

Densité du matériau (Kg/m3): 325
 Conductivité thermique (W/mK): 0,099

L'argile est extraite de carrières à ciel ouvert. Etant donné que le coût du transport est plus important que celui de la matière première elle-même, il est d'autant plus avantageux de choisir des fournisseurs locaux.



Incidences économiques

Les facteurs à considérer sont les suivants:

La matière première nécessaire est l'argile, extraite de carrières ciel ouvert

Le prix dépend du marché et surtout du transport. C'est pourquoi le coût diminue considérablement en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine. Le prix de vente du produit varie en fonction de ses caractéristiques finales, et est en moyenne de 7€/m² (conversion des m³ aux m² en prenant en compte l'épaisseur moyenne).

Incidences environnementales

Les principaux avantages de cet isolant sont:

- N'émet pas de substances toxiques ou nocives
- Pas d'emploi d'additifs, ne contient pas de substances nocives
- C'est un matériau recyclable, inaltérable au cours du temps



Exemple d'application de la mesure

Latérite de MAXIT

MAXIT GROUP est le leader européen en produits et systèmes pour la construction basés sur l'argile expansée et sur des produits dérivés des ciments. Depuis Mars 2008, MAXIT fait partie de Saint-Gobain, sous la filiale WEBER.

MAXIT fabrique et commercialise l'argile expansée depuis 1970, sous forme de 5 granulométries différentes (la lettre définit la granulométrie – grosse, fine, sable-, et le numéro correspond au premier chiffre de la densité en kg/m³): A-5 (0-4 mm), F-3, F5 y F7 (3-8 mm), y G3 (8-16 mm).

Plus d'informations sur ce produit et d'autres de MAXIT sur www.weber.fr

Arexpan de ARCIRESA

ARCIRESA est une entreprise fondée en 1952 qui possède une grande expérience dans la calcination et le broyage de tout type d'argiles.

Les propriétés de l'Arexpan en font un produit idéal pour l'isolation aussi bien thermique qu'acoustique de grands espaces tels que: des couvertures planes, inclinées, des façades, des planchers, des poutres, des cloisons intérieures et extérieures, etc.

Plus d'informations sur ce produit et d'autres d'ARCIRESA sur www.arcillaexpandida.es

Références

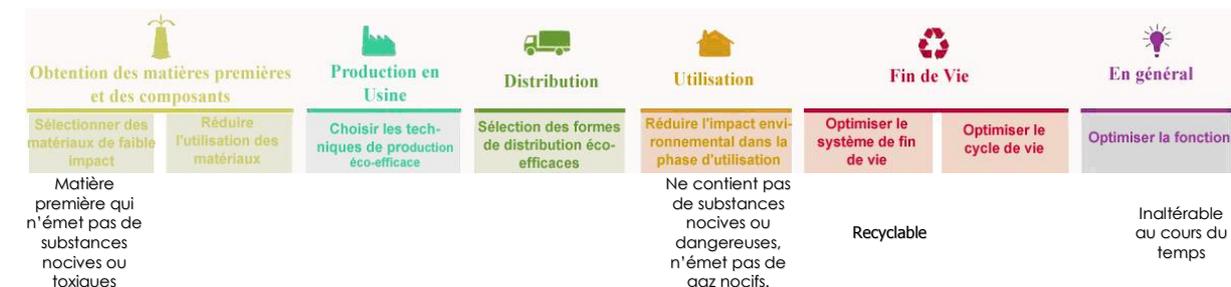
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.arlita.com
- www.arcillaexpandida.es



CODE : AIS-13

TYPE: **Spécifique**
Stratégie : Obtenir un matériau isolant à partir de matière première non toxique
Mesure : Obtenir un matériau isolant à partir de perlite ou vermiculite
Applicable à : Isolants

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La perlite et la vermiculite sont des minéraux employés comme isolants pour la construction. La perlite est une roche volcanique composée de 65 à 75% de dioxyde de silicium, de 10 à 20% d'oxyde d'aluminium, de 2 à 5% d'eau et de potasse, chaux, soude en faibles quantités.

La vermiculite appartient à la famille du mica, et est composée principalement de silicates d'aluminium, de fer, et de magnésium. Elle se caractérise par sa structure en forme de feuille et sa présentation en plaques cristallines de couleur jaunâtre qui peuvent mesurer jusqu'à 228,6 mm de longueur et 152,4 mm d'épaisseur. Cette disposition brillante en lamelles convertit sa surface en un grand réflecteur de la radiation solaire, ce qui disperse la chaleur et augmente la capacité d'isolation thermique du matériau.

Incidences techniques

Extraction: Ces minéraux sont extraits des mines grâce à des pelles mécaniques et sont concentrés en utilisant des méthodes par voie humide. Les particules sont travaillées jusqu'à obtention de la taille commerciale, et sont envoyées à des usines de transformation, où à lieu l'expansion et le broyage en granulés.

Transformation: Pour l'usage dans la construction, il est nécessaire de soumettre les minéraux à un procédé d'expansion. Dans le cas de la perlite, le procédé consiste à chauffer le produit à 1000°C une fois qu'il est trituré. Ainsi l'eau se transforme en vapeur et se répand à l'intérieur des granulés, formant des microcellules, ce qui augmente jusqu'à 20 fois la taille du granulé.

La vermiculite, soumise à un procédé de calcination à 800°C, s'étend en une seule direction en filaments qui ont un mouvement vermiculaire, d'où son nom. Au cours de ce processus, son volume augmente considérablement, jusqu'à 16 fois la taille initiale.

Application: Pour l'isolation thermique et acoustique. C'est un matériau idéal pour protéger contre le feu puisqu'il n'est pas combustible et est chimiquement inerte, même à hautes températures. On l'emploie comme agglomérant dans les mortiers isolants et le béton léger, isolant pour le remplissage de combles, briques réfractaires, préfabriqués isolants et légers, crépi isolant thermoacoustique, couche de nivellement des dalles ou des carrelages, etc.

Caractéristiques techniques:

Les types de perlite expansée commercialisés sont classés en fonction de leur granulométrie, de 0-1,5mm jusqu'à 3-5mm, et leur densité varie entre 105 et 125 kg/m³. De même pour la vermiculite, la classification est réalisée en fonction de la granulométrie et de la densité. La vermiculite 1 de granulométrie 0,5-2mm possède une densité de 100-120 kg/m³. La vermiculite 2 de granulométrie 0,5-3mm possède une densité de 85-105 kg/m³. La vermiculite 3 de granulométrie 1-4mm possède une densité de 85-100 kg/m³. La vermiculite 4 de granulométrie 2-6mm possède une densité de 70-80 kg/m³.

Conductivité thermique de la perlite à 20 °C (W/m°C): 0,052



Conductivité thermique de la vermiculite à 20 °C (W/m°C): 0,062

Incidences économiques

Les facteurs à considérer sont:

La matière première nécessaire est la perlite ou la vermiculite.

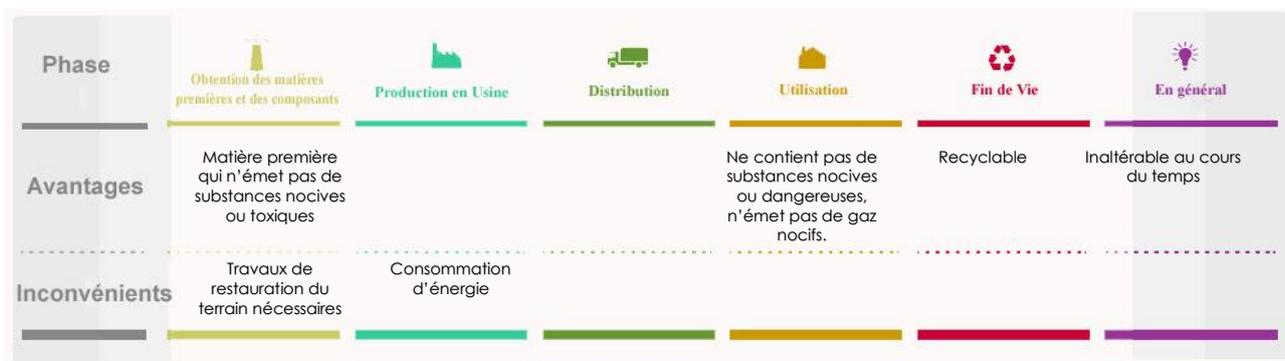
Le prix dépend du marché et du transport, et le coût diminue en fonction de la proximité entre le fournisseur et l'usine.

Le prix de vente du produit final dépendra de ses caractéristiques. Il est estimé en moyenne à 3,65 €/m² pour la perlite et à 4,26€/m² pour la vermiculite (conversion des m³ aux m² en prenant en compte l'épaisseur moyenne).

Incidences environnementales

Les principaux avantages de cet isolant sont:

- La matière première n'émet pas de substances toxiques ou nocives
- Pas d'emploi d'additifs, ne contient pas de substances nocives
- C'est un matériau recyclable, imputrescible, inerte chimiquement et inaltérable au cours du temps



Exemple d'application de la mesure

Termita de ASFALTEX

L'isolant Termita (vermiculite exfoliée) de l'entreprise Asfaltex est un granulé obtenu à partir de la vermiculite. Ce produit possède le sceau ANAB-IBO-IBN, la marque italienne pour les produits bioécologiques certifiée en Italie par l'Association Nationale d'Architecture Bioécologique.

Il est utilisé pour l'élaboration de bétons légers et réfractaires, protection contre le feu, et l'isolation. Certaines des améliorations qu'il implique son usage sont :

Matériau sûr : pas de dioxines, ni de silice libre, quantité réduite de métaux lourds, pas d'asbestos. Son point de fusion est supérieur à 1300°C, il n'est pas combustible et est chimiquement inerte.

Références

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.perlitayvermiculita.com
- www.asfaltex.com
- www.perlite.de
- <http://worldminerals.com>

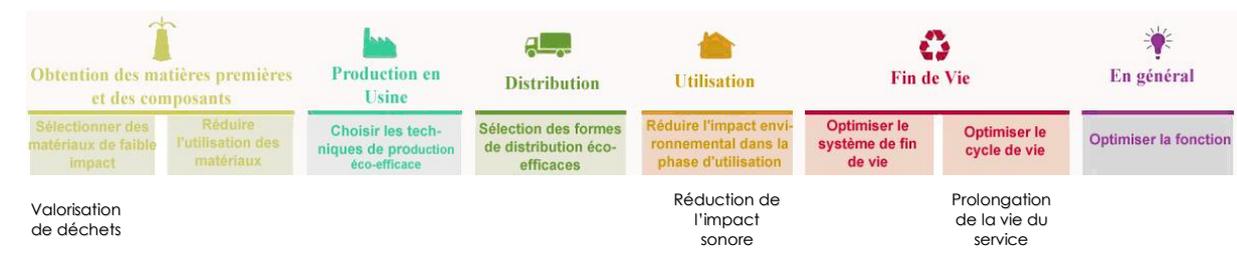


CODE : ASF-01

TYPE: Spécifique

Stratégie : Valorisation de déchets
 Mesure : Valorisation de la poudre de caoutchouc -voie humide
 Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation du caoutchouc des pneumatiques usagés pour modifier les caractéristiques du liant du mélange bitumineux, en augmentant sa viscosité. Mélange préliminaire de la poudre de caoutchouc avec le bitume pour son usage postérieur comme liant dans le mélange bitumineux. L'incorporation de poudre de caoutchouc à un mélange bitumineux modifie ses propriétés rhéologiques et améliore ses caractéristiques comme matériau pour les routes.

La poudre de caoutchouc recyclé s'obtient par la trituration des pneumatiques entiers jusqu'à la taille désirée, en séparant les métaux et tissus qu'ils contiennent. Pour une utilisation dans les matériaux bitumineux, le caoutchouc recyclé est sous forme de fines particules de taille inférieure à 2mm, ou 0,5mm, selon les applications.

On distingue 3 types de bitumes obtenus par cette méthode :

1. Bitume amélioré au caoutchouc (avec un ajout entre 8 à 12% du poids du liant)
2. Bitume modifié au caoutchouc (entre 12 et 15%)
3. Bitume modifié de haute viscosité au caoutchouc (entre 15-22% en général).

Incidences techniques

EN12591 – Bitumes et liants bitumineux - Spécifications des bitumes routiers, EN13924 – Bitumes et liants bitumineux - Spécifications des bitumes routiers de grade dur, etc) qui indique les exigences requises pour l'incorporation de caoutchouc récupéré de pneumatiques usagés. Pour l'application de poudre de caoutchouc recyclé dans des travaux de revêtement, celle-ci devra avoir une taille inférieure à 1mm avec une teneur en particules inférieure à 0.063mm n'atteignant pas les 15%. Elle sera composée de caoutchouc naturel et synthétique, et aura des proportions en matériaux ferromagnétiques, textiles et contaminants respectivement inférieures à 0,01%, 0,5% et 0,25%.

Les teneurs optimales de bitume dans les bitumes contenant du caoutchouc sont généralement supérieures (de l'ordre de 0,25 - 0,35%) à celles obtenues pour des mélanges équivalents fabriqués avec des bitumes conventionnels.

Le mélange de bitume avec la poudre de caoutchouc est instable et pour que le caoutchouc ne se sépare pas, ce mélange doit constamment être agité. Une solution pour éviter la ségrégation est de mélanger les deux composants « in situ ». On peut aussi préparer le mélange dans les usines de fabrication de bitumes modifiés conventionnels, dans lequel cas il faut mettre en place des moyens pour stabiliser le bitume modifié/amélioré de façon à ce qu'il puisse être stocké et transporté jusqu'au chantier sans se dissocier ;

Pour obtenir une stabilité dans le stockage, le transport, et le coulage du bitume, la teneur en caoutchouc doit être inférieure que dans les bitumes élaborés « in situ » (moins de 15%).

Ce liant bitumineux peut être produit dans une usine de fabrication de bitumes modifiés, ou bien par l'intermédiaire d'une installation in situ située dans une usine de fabrication de mélanges bitumineux, entre le dépôt de bitume et le malaxeur du mélange bitumineux. La fabrication, le transport, et le contrôle de la qualité de ces bitumes est réalisée, en fonction du type.



Incidences économiques

Dans l'étude des coûts dus à l'utilisation de mélange bitumineux modifié à la poudre de caoutchouc, il faut prendre en compte les facteurs suivants:

- Le coût de la poudrette de caoutchouc, qui est du même ordre de grandeur que celui du béton.
- Le coût dû à l'accroissement (0,25% environ) des quantités de bitume
- Le coût dû au surplus d'énergie nécessaire afin d'élever la température de fabrication du mélange bitumineux
- Le coût dû aux équipements additionnels nécessaires pour fabriquer le bitume modifié/amélioré/de haute viscosité in situ : silo, fente de dosage de poudre, silo de mélange à chaud (pour voie sèche)
- Le coût dû à la diminution du rendement, le cas échéant.

Par ailleurs, ces coûts doivent être comparés avec les bénéfices dus à une prolongation de la durée de vie du service, l'augmentation de la dotation de béton, et d'autres améliorations comme la préservation des granulats, et la réduction de l'impact sonore.

Avec les prix actuels, les bitumes avec caoutchouc permettent d'augmenter la viscosité d'une manière plus économique que les nouveaux polymères.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux dérivés de l'emploi de la poudre de pneu dans les enrobés bitumineux sont les suivants:

- la réduction du volume de pneus hors d'usage destinés à la récupération énergétique ou au dépôt en centre d'enfouissement technique. L'emploi des résidus permet également de préserver les ressources naturelles.
- L'emploi de cette poudre permet de réduire le niveau sonore de la circulation. Les réductions observées sont de l'ordre de 3 à 4 dB(A) par rapport aux mélanges bitumineux conventionnels.

D'autre part, il faut considérer un autre aspect : que soit la concentration de vapeur organique ou de poudre de caoutchouc, elles sont suffisamment faibles pour ne pas représenter de « risque pour la santé ».

Les mélanges bitumineux fabriqués avec de la poudre de caoutchouc peuvent être recyclés quand leur capacité de service est épuisée. Aux Etats-Unis, depuis 1987, de nombreux tronçons de routes, fabriqués par voie sèche ou humide, ont été recyclés.



Exemple d'application de la mesure

En Espagne le premier bitume avec poudre de caoutchouc de pneus hors d'usage à échelle industrielle a été développé en 1996 et fabriqué en centrale. Ce bitume a été utilisé dans des tronçons d'essais à Séville et Madrid. En 2002 deux équipements de fabrication in situ de bitume avec poudre de caoutchouc ont commencé à être utilisés, dont un qui fabrique des bétons à forte viscosité. Ces équipements ont permis de construire des tronçons de route dans les provinces de Cadix, Madrid et Castellón.

Pour un tronçon de Madrid un enrobé bitumineux au caoutchouc a été développé.

A partir de 2004 de nombreux tronçons ont été construits avec des mélanges bitumineux fabriqués avec des bitumes modifiés/améliorés avec du caoutchouc.

Références

- "Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas". CEDEX.
- "Asphalt-Rubber. An Anchor to Crumb Rubber Markets". Douglas D. Carlson, Han Zhu. International Rubber Forum. 1999.
- "Incorporación por vía húmeda de polvo de neumáticos usados a betunes convencionales para la fabricación de mezclas bituminosas en caliente". Carlos García Serrada, Julio del Cerro Iglesias, Jesús Argüello Martín. Panoràmica actual de las mezclas bituminosas. ASEFMA, un nuevo enfoque. 2005.
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Journée spéciale: Emploi de poudre de pneumatiques hors d'usage dans les mélanges bitumineux. Valencia, 11 avril 2007.



CODE : ASF-02

TYPE : Spécifique
 Stratégie : Valorisation de déchets
 Mesure : Addition de poudre de caoutchouc – voie sèche
 Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation du caoutchouc des pneumatiques usagés comme modificateur des caractéristiques liantes du mélange bitumineux et substitutif partiel des granulats primaires.

Introduction de la poudre de caoutchouc directement dans le malaxeur de la centrale de fabrication de mélange bitumineux, avec le bitume et les granulats. La poudre de caoutchouc agit en partie comme un granulat, mais les particules les plus fines réagissent avec le bitume et modifient ses propriétés, améliorant ainsi le comportement du mélange bitumineux. Avec ce procédé on obtient un « mélange bitumineux modifié à la poudre de caoutchouc ». On l'emploie dans des mélanges à chaud, avec des températures de mise en œuvre et compactage supérieures à 100°C, bien qu'il soit possible de fabriquer des émulsions bitumineuses avec de la poudre de caoutchouc (pour lesquelles il n'y a pas de limitations) pour un usage dans les mélanges à froid.

Incidences techniques

La modification des mélanges bitumineux au caoutchouc par voie sèche présente des avantages similaires à ceux obtenus par voie humide, bien que dans des proportions moindres. Cependant, les mélanges fabriqués par voie sèche nécessitent des procédures spécifiques de fabrication et un contrôle des conditions d'exécution, qui ne peuvent être réalisés que par des entreprises très entraînées et expérimentées, avec un contrôle de qualité très rigoureux. Son intérêt réside dans les avantages suivants :

- On obtient des mélanges bitumineux moins chers qu'avec les bétons modifiés.
- La technologie est accessible aux entreprises fabricantes de mélanges bitumineux et pas uniquement à celles qui font des bitumes modifiés.
- On peut travailler directement avec la poudre de caoutchouc locale, sans transports additionnels (c'est également un des avantages de BMAVC fabriqués in situ).

D'éventuels ajustements dans la proportion de particules fines sont à prévoir, pour compenser les effets de cette addition de poudre.

Incidences économiques

Dans l'étude des coûts dus à l'utilisation de mélange bitumineux modifié à la poudre de caoutchouc, il faut prendre en compte les facteurs suivants:

Le coût de la poudre de caoutchouc, qui est du même ordre de grandeur que celui du bitume.

Le coût dû à l'accroissement (0,25% environ) des quantités de bitume

Le coût dû au surplus d'énergie nécessaire afin d'élever la température de fabrication du mélange bitumineux (au moins 10°C de plus)

Par ailleurs, ces coûts doivent être comparés avec les bénéfices dus à une prolongation de la durée de vie de service, l'augmentation de la dotation de bitume, et d'autres améliorations comme la préservation des granulats, et la réduction de l'impact sonore.



Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux dérivés de l'emploi de la poudre de pneu dans les matériaux bitumineux sont les suivants:

- la réduction du volume de pneus hors d'usage destinés à la récupération énergétique ou au dépôt en centre d'enfouissement technique. L'emploi des résidus permet également de préserver les ressources naturelles. Dans la technique des mélanges réalisés avec des bitumes modifiés à forte viscosité (contenant du caoutchouc), ce sont environ 350 pneus de tourisme qui sont valorisés par kilomètre de route et pour chaque centimètre d'épaisseur de mélange bitumineux. Ce chiffre est de 75 à 150 dans les autres techniques.
- L'emploi de cette poudre permet de réduire le niveau sonore de la circulation. Les réductions observées sont de l'ordre de 3 à 4 dB(A) par rapport aux mélanges bitumineux conventionnels, même si la durée de vie de ces réductions sonores reste incertaine.

D'autre part, il faut considérer un autre aspect : les concentrations de vapeur organique et de poudre de caoutchouc sont suffisamment faibles pour ne pas représenter de « risque pour la santé ».

Les enrobés bitumineux fabriqués avec de la poudre de caoutchouc peuvent être recyclés quand leur capacité de service est épuisée. Aux Etats-Unis, depuis 1987, de nombreux tronçons de routes, fabriqués par voie sèche ou humide, ont été recyclés. Les résultats de ces études indiquent que les mélanges au caoutchouc peuvent se recycler à chaud par l'intermédiaire de procédures usuelles.



Exemple d'application de la mesure

En Catalogne, l'utilisation de poudre de caoutchouc par voie sèche a commencé au début des années 1990. Plusieurs tronçons expérimentaux ont été construits, avec des mélanges denses et semi-denses modifiés avec 2% de poudre de caoutchouc de taille inférieure à 2mm, utilisés pour des couches de roulement.

En 2004 un tronçon expérimental a été réalisé à Salamanque, avec un mélange de type semi-dense modifié avec 1% de poudre de caoutchouc de taille inférieure ou égale à 0,5mm, le résultat obtenu étant très satisfaisant.

Il se peut que l'expérimentation la plus intéressante, pour le nombre de kilomètres réalisés, soit celle d'une entreprise d'Alicante, qui depuis 1997 a mis en oeuvre une centaine de kilomètres de chaussée, principalement dans les rues urbaines de Murcia, Alicante et Albacete, en employant des mélanges bitumineux discontinus du type M-10. Cette entreprise utilise de la poudre de caoutchouc de taille inférieure à 0,3mm, avec un dosage proche de 0.5% dans le mélange.

Références

- "Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas". CEDEX.
- "Asphalt-Rubber. An Anchor to Crumb Rubber Markets". Douglas D. Carlson, Han Zhu. International Rubber Forum. 1999.
- "Crumb-Rubber Modified Asphalt Paving: Occupational Exposures and Acute Health Effects". NIOSH. Health Hazard Evaluation Report No. 2001-0536-2864
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Journée spéciale: Emploi de poudre de pneumatiques hors d'usage dans les mélanges bitumineux. Valencia, 11 avril 2007.



CODE : ASF-03

TYPE: Spécifique

Stratégie : Diminution de la consommation de matières premières d'origine naturelle

Mesure : Substitution des granulats primaires par des scories noires d'aciérie

Applicable à : Asphaltes



Description de la mesure

Substitution totale des granulats de grasse naturelle et substitution partielle des granulats fins par des scories noires d'aciérie dans les mélanges bitumineux pour le goudronnage des routes.

La scorie d'aciérie est un déchet du processus de fonte, généré par les fours électriques de l'industrie métallurgique. Elle n'a pas d'utilisation spécifique c'est pourquoi elle est souvent jetée. Les scories sont composées principalement de CaO, SiO₂ et FeO, ainsi que d'Al₂O₃, MgO, MnO et d'autres en proportions moindres.

Incidences techniques

Pour l'utilisation de ce type de matériau il est préférable d'avoir de bonnes provisions de celui-ci, avec un stock de 6 mois d'avance ou plus, pour assurer la finalisation de n'importe quel type de procédé qui serait resté inachevé. Il est également important de connaître les pourcentages de concentration des éléments chimiques afin de respecter les normes en vigueur.

La présence de chaux libre dans les scories d'aciérie est un facteur potentiel d'instabilité volumétrique. D'après la norme UNE-EN-1744-1, les scories doivent présenter une expansivité inférieure à 5%. La durée de l'essai est de 24h si la teneur en oxyde de magnésium est inférieure ou égale à 5%, et de 168 h dans les autres cas, selon la norme UNE-EN 196-2.

Incidences économiques

Les scories de sidérurgie étant des résidus de procédés de fabrication d'acier et de fonte, elles sont considérées comme une matière première naturelle de bas coût. Le coût de cette matière première alternative est similaire à celui des granulats remplacés.



Incidences environnementales

D'un point de vue environnemental, la scorie valorisée doit être soumise au test de lixiviation prEN 12457. Prenant en compte des critères internationaux mais aussi des critères locaux, l'utilisation des scories doit respecter les limites établies pour la protection des sols, notamment concernant des éléments spécifiques tels que le baryum, le cadmium, le chrome, etc.

Les principaux avantages environnementaux dérivés de l'emploi des scories d'aciérie dans les matériaux bitumineux sont les suivants:

- Valorisation de déchets (évite la gestion en centre d'enfouissement technique).
- Substitution de matières premières d'origine naturelle (évite l'extraction, la consommation d'énergie, et les émissions).

Remarque : en France, l'utilisation de scories ou de mâchefers d'incinérateurs est restreinte et réglementée, aussi bien pour la valorisation dans les routes que dans les remblais de bâtiments, en raison de l'absence de retour sur leur nocivité dans le sol à long terme.



Exemple d'application de la mesure

Travaux réalisés par le groupe Campezo-Guipasa: substitution de granulats primaires par des scories d'acier:
 Axe routier GI-631 (Zumarraga) pdu km 32,650 au km 34,420 (dans les deux sens). Avril-Mai 2008.
 Axe routier GI-2133 Amezqueta-Alegia (plusieurs tronçons). Décembre 2006-Janvier 2007.

Références

- "Libro Blanco para la Minimización de Residuos y Emisiones". Escorias de Acerías. IHOBE. 1999.
- "Reciclaje de residuos industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción". Auteur: Xavier Elías Castells, publié par les éditions Díaz de Santos, 2000



CODE : ASF-04

TYPE: Spécifique
Stratégie : Diminution de la consommation de matières premières d'origine naturelle
Mesure : Substitution des granulats primaires par des résidus de construction et démolition
Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Substitution, pour l'emploi dans les routes, de granulats primaires par des granulats recyclés provenant du traitement de résidus de béton, de construction et de démolition.

Pour les routes, les principales applications des granulats provenant du béton broyé sont pour les couches de bases ou sous-bases sans traitement, ou alors modifiées avec du ciment ou des liants bitumineux, et plus rarement dans les couches superficielles de roulement.

Incidences techniques

Pour une application dans les couches de bases ou sous-bases traitées au ciment ou aux liants bitumineux, il est nécessaire d'avoir une teneur en liant majoritaire dans le mélange pour compenser la plus faible densité du granulats ou une éventuelle lixiviation.

Pour un emploi dans les couches superficielles du revêtement, il faut en général des granulats de meilleure qualité que pour les autres applications, c'est pourquoi cette application est plus restreinte. Dans les couches d'axes routiers avec un trafic lourd, les seuls granulats adéquats seraient ceux de béton recyclé, alors que pour une route avec un trafic léger on peut utiliser des granulats recyclés mixtes et même céramiques.

A noter que la majeure partie des granulats provenant du recyclage des produits de construction est commercialisée pour être réutilisée dans des travaux de construction (routes, etc.), et par conséquent ces granulats doivent être conformes à la directive européenne des produits de construction 89/106/CEE, et disposer du marquage CE correspondant. Pour aller plus loin, il est tout à fait envisageable d'établir des accords avec les fournisseurs pour que le produit apporté remplisse les critères exigés par l'entreprise (par exemple la teneur en impuretés).

Il faut tenir compte des critères spécifiés dans les normes : UNE-EN 13043:2003, UNE-EN 13043/AC: 2004 et UNE-EN 13055-2:2005.

Incidences économiques

La viabilité d'un investissement de l'entreprise d'asphalte elle-même, dans des opérations de valorisation de déchets de construction et démolition, doit être étudiée pour chaque cas particulier puisqu'elle dépend de différents facteurs: l'obtention du code de gestionnaire, les tarifs des décharges environnantes, le volume de matériau à traiter, la capacité de stockage de l'entreprise, la quantité d'impuretés que contient le déchet et qui influe directement sur le coût du prétraitement (élimination de matériaux qui ne peuvent être introduits dans le four), etc.

L'investissement dans des équipements n'est pas un facteur significatif du fait que pour cette étape on peut utiliser les mêmes machines qu'on utilise pour traiter les granulats primaires (en considérant que l'entreprise le fait elle-même).

D'autre part, l'utilisation de matériaux provenant d'usines de valorisation de déchets de construction comme



substitutifs de la matière première naturelle, dépend des prix du marché. Bien que cette méthode ne soit pas encore très compétitive, des facteurs tels que la disponibilité du matériau naturel, le stock, ou les accords sectoriels, pourraient à terme faire changer les choses.

Ci-dessous sont présentés, à titre indicatif, les prix de vente de granulats recyclés en 2007 des entreprises de valorisation dont le marché principal est les travaux publics:

- BTB: Granulat 0/40mm provenant du béton (4,5 €/Tm); Granulat provenant de décombres hétérogènes (1,00 €/Tm).
- Volvas: (0,8 – 1,3 €/Tm).
- Gardelegui: 0/40mm (3,15 €/Tm); 40/60mm (4,41 €/Tm)

Incidences environnementales

L'application de cette mesure a deux bénéfices environnementaux:

La valorisation d'un déchet qui sinon serait destiné à la mise en centre d'enfouissement technique. La diminution de la consommation de nouveaux granulats primaires qui proviennent d'exploitations de carrières, pour la fabrication d'asphaltes.

Par ailleurs, il faut prendre en compte que l'emploi d'un pourcentage de granulats recyclés dans les couches de bases et sous-bases, agglomérées avec du ciment ou des liants bitumineux, suppose une consommation plus élevée de matériau liant afin de compenser la densité plus faible des granulats ou une éventuelle lixiviation.



Exemple d'application de la mesure

En Catalogne, des essais ont été faits avec des granulats secondaires (résidus de construction), pour faire le rond-point d'intersection des routes de la municipalité du Papiol, ainsi que pour un tronçon expérimental entre Calaf et Castellfollit de Riubregós, avec des résultats excellents.

Références

- "Propiedades mecánicas de mezclas bituminosas en caliente fabricadas con áridos reciclados de residuos de construcción y demolición". I. Pérez (*), M. Toledano, J. Gallego y J. Taibo. Materiales de Construcción Vol. 57, 285, 17-29 janvier - mars 2007 ISSN: 0465-2746.
- "evaluation of asphalt mixes made from reclaimed concrete aggregates". Doug Heins. Final Report Project MLR-85-7. 1986.
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- UNE-EN 13043:2003. Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation
- UNE-EN 13043/AC: 2004. Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation
- UNE-EN 13055-2:2005. Granulats légers - Partie 2 : Granulats légers pour mélanges hydrocarbonés, enduits superficiels et pour utilisation en couches traitées et non traitées



CODE : ASF-05

TYPE: Spécifique
Stratégie : Diminution de la consommation de matières premières d'origine naturelle
Mesure : Substitution du filler (granulat) d'origine naturelle par du sable de fonderie
Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Substitution partielle de matières premières par du sable de fonderie dans la composition du mélange bitumineux.

Incorporation de sables résiduels de fonderie dans la production d'asphaltes en remplacement du sable naturel. La proportion de sable intégrée au mélange dépend de la conception du dosage sable-granulat-bitume préalablement établie. Des résultats satisfaisants ont été obtenus dans des mélanges bitumineux à chaud avec des ajouts jusqu'à 15% de sable de fonderie.

Des mélanges avec des pourcentages supérieurs à celui-ci sont susceptibles d'être endommagés à cause de l'humidité due à la nature hydrophile des sables de fonderie. Ce problème peut être résolu par l'ajout de certains additifs.

Incidences techniques

Pour que le sable de substitution partielle soit adéquat, il doit subir un prétraitement consistant d'abord à séparer les impuretés métalliques par l'intermédiaire d'un système magnétique, puis à broyer les sables pour obtenir la taille appropriée aux mélanges d'asphaltes.

Il doit également être exempt d'autres matériaux (bois, résidus, métaux...) provenant de la fonderie, tout comme de restes de charbon brûlé, d'additifs, etc. puisque ces matériaux peuvent réduire l'adhésion du bitume avec le sable.

Pour la fabrication de mélanges bitumineux avec des sables de fonderie on peut utiliser les mêmes méthodes et équipements que pour un asphalte à chaud conventionnel.

Incidences économiques

Les facteurs économiques pour pouvoir valoriser la viabilité de cette méthode sont:

- Le coût des sables de fonderie par rapport à celui du sable naturel
- Le coût du transport des sables de fonderie par rapport à celui du sable naturel



Incidences environnementales

La présence de bentonite et de liants organiques peut augmenter le temps de séchage et les émissions atmosphériques.

D'un point de vue environnemental, l'amélioration se fait d'une part par la valorisation d'un déchet qui sinon serait géré en centre d'enfouissement technique, entraînant des impacts liés aux procédés de traitement, et d'autre part par la substitution de 15% de matières premières vierges évitant leur extraction et consommation.



Exemple d'application de la mesure

Au Pays Basque, Labein a mené à bien des études sur la réutilisation de sables de fonderie dans des agglomérés asphaltiques, par l'intermédiaire de tests au niveau industriel, et a obtenu comme résultat un comportement correct de l'aggloméré, satisfaisant les valeurs minimales exigées pour la densité, la stabilité, la déformation, et les espaces exempts de granulats.

L'innovation atteinte est la substitution jusqu'à 10% des sables primaires par des sables de fonderie, sans modifier la qualité du produit final et ouvrant des possibilités de remplacement pour n'importe quel type de sables générés par le secteur de la fonderie. Les essais industriels ont été réalisés avec du sable de moulage chimique.

Références

- "American Foundrymen's Society. Alternative Utilization of Foundry Waste Sand". Final Report (Phase I) prepared by American Foundrymen's Society Inc. for Illinois Department of Commerce and Community Affairs, Des Plaines, Illinois, July, 1991.
- "Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Arenas de moldeo en fundiciones férreas". IHOBE. PUB-1998-007
- "Cuadernos Vascos de Ciencia y Tecnología " 12 juillet 2000
- Javed, S., C. W. Lovell, and L. E. Wood. "Waste Foundry Sand in Asphalt Concrete," Transportation Research Record 1437. Transportation Research Board, Washington, DC, 1994



CODE : ASF-06

TYPE: Spécifique
Stratégie : Diminution de la consommation de matières premières d'origine naturelle
Mesure : Substitution des granulats fins par des cendres volantes
Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Les cendres volantes sont les résidus de la combustion du charbon pulvérisé dans les fours des cheminées de centrales électriques, et qui sont récupérées avant la sortie des fumées dans l'atmosphère et par dépoufrage électrostatique.

Les cendres volantes augmentent la résistance du mélange asphalte sans pour autant le convertir en un mélange rigide qui pourrait se fissurer précocément.

Des études réalisées montrent qu'on obtient un meilleur comportement du mélange lorsqu'on remplace 20 à 25% du filler naturel par des cendres volantes.

Incidences techniques

Pour utiliser des cendres volantes comme granulat minéral, elles doivent être complètement sèches. Les mêmes méthodes de conception qui sont utilisées pour réaliser des mélanges d'asphalte à chaud sont applicables aux mélanges avec les cendres volantes.

La cendre volante est un matériau très poussiéreux et son utilisation peut induire une plus importante génération de poussière que si on utilisait les fillers conventionnels.

Les cendres peuvent être entreposées directement dans des silos, comme les granulats conventionnels, avant d'être introduites dans le mélange.

Incidences économiques

Actuellement le coût de cette matière première alternative est similaire à celui de la matière première naturelle.



Incidences environnementales

La récupération des cendres volantes, sous-produit des centrales thermiques, est un avantage d'un point de vue environnemental, notamment pour deux raisons:

On réutilise les sous-produits industriels en évitant qu'ils soient jetés, on réduit donc la quantité de résidus générés et le traitement qui l'accompagne.

Egalement on diminue les impacts environnementaux du fait qu'on réduit les extractions de matière première naturelle.



Exemple d'application de la mesure

Dans plusieurs pays d'Europe, les cendres volantes sont utilisées comme filler dans les mélanges bitumineux. Les quantités de cendres utilisées pour cette application restent plutôt faibles en raison de la grande variété de fillers existants et aux granulats primaires qu'on obtient à partir des granulats.

En Espagne, dans les terre-pleins, dans les différentes couches du revêtement et dans la stabilisation des sols, plusieurs travaux ont été réalisés par la méthode employant les cendres volantes. Ceci concerne par exemple, la chaussée de la route Séville-Grenade (1989) ainsi que la liaison Madrid-La Corogne (N-VI, 1987).

Références

- "Comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica con adición de cenizas volantes". Oscar Javier Reyes Ortiz, Juan Ricardo Troncoso Rivera, Javier Fernando Camacho Tauta. Ingeniería y Universidad, Vol. 10, N°. 1, 2006
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. "Use of Waste Materials in Highway Construction". Subcommittee on Construction, Washington, DC, August, 1994.



CODE : ASF-07

TYPE: Spécifique **Stratégie :** Réduction de la consommation de matières premières vierge
Mesure : Substitution des granulats primaires par des résidus de démolition de routes
Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Substitution partielle des granulats primaires et du bitume (0,3-0,4 points de moins) par des déchets de démolition de revêtements de chaussée.

Incidences techniques

Le granulat provient du recyclage de mélanges bitumineux, il est obtenu par la séparation par fraisage ou trituration des différentes couches. En aucun cas on incorpore des granulats venants de mélanges qui présentent des déformations plastiques (routes déformées...) La granulométrie du gravier récupéré est déterminé selon la norme UNE-EN 12697-2 et la taille maximale des particules doit être de 40mm pour être conforme à la norme UNE-EN 933-2.

Bien que le matériau soit utilisé en tant que granulat, il ne faut pas oublier qu'il contient déjà un liant asphalte plus ou moins vieilli. Cela signifie que lors de la formulation, les quantités de liant à ajouter peuvent être revues à la baisse.

Des compléments d'informations peuvent être trouvés dans le document : « Graves de valorisation : graves chaulées », publié par le CETE Lyon en Mars 2013, disponible sur www.btp-rhone.ffbatiment.fr.

Incidences économiques

Les facteurs économiques à considérer pour évaluer la viabilité de cette mesure sont:

- Le coût du fraisage ou de la trituration (entre 30 et 50 €/Tm).
- Le coût du transport de ce matériau. Pour minimiser ce coût il faut récupérer le matériau sur un ouvrage à proximité.
- Le coût de l'investissement. Dans le cas d'installations qui ajoutent moins de 10% de matériau recyclé dans leur asphalte l'investissement à réaliser est minime. Dans le cas d'installations qui produisent des asphaltes avec un pourcentage supérieure à celui-ci, les investissements seront davantage conséquents (bande transporteuse, tamis, silos...)



Incidences environnementales

L'exploitation des déchets de démolition de chaussée est un avantage d'un point de vue environnemental pour deux raisons:

- Les déchets sont valorisés au lieu d'être enfouis en installation de stockage de déchets. Si bien que, indirectement, on réduit la quantité de déchets générés.
- On réduit les impacts dus à l'extraction de ressources naturelles, puisqu'on en utilise moins. De plus, on diminue les besoins en liant : pour des taux de 25-30% de granulats recyclés, on économise environ 1% de liant neuf.

Point négatif : les résidus provenant du fraisage sont introduits froids ; il est nécessaire de surchauffer ces granulats primaires, afin d'atteindre la température adéquate, parfois jusqu'à 180°C.



Exemple d'application de la mesure

ACESA, concessionnaire en Espagne de l'autoroute A-7 entre la frontière française et Salou, ainsi que de l'A-2 entre Saragose et la Méditerranée, avait utilisé des mélanges bitumineux recyclés depuis 1983 dans la réhabilitation de revêtements à hauteur de 20% pour les couches inférieures à la couche de roulement.

Travaux réalisés par le groupe Campezo-Guapasa, avec l'utilisation de résidus de démolition de chaussées au lieu de granulats primaires :

Itinéraire bis Cessà de la Selva (Girona) avec 30% de granulats recyclés dans les couches de base (1999-2000), du km 10,565 au km 15,135

Connexion de l'autoroute A-18 avec la nationale N-150 à Sabadell (Barcelona): 3000 tonnes de couche de base G-20 et intermédiaire S-20 ont été étalées, contenant 30% de matériaux recyclés, issus du fraisage de routes réhabilitées.

Références

- "CONSIDERACIONES AMBIENTALES SOBRE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS. RECICLADO DE MEZCLAS. MEZCLAS SEMICALIENTES" Miguel Angel Del Val. ASEFMA. 2005.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Jornada sobre la utilización de residuos en la construcción de carreteras, Madrid, marzo 2001.
- Jornada sobre mezclas bituminosas recicladas en caliente. Barcelona, septiembre 2001
- Reciclado de mezclas bituminosas en caliente. RUBAU
- III jornada técnica ASEFMA, Madrid, enero 2008



CODE : ASF-08

TYPE: Spécifique

Stratégie : Réduction de la consommation de combustibles fossiles

Mesure : Utilisation de combustibles alternatifs – huile déclassée

Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

L'utilisation de combustibles alternatifs (huiles déclassées, pétrole résiduel, biocombustibles, etc.) comme substituts des combustibles fossiles dans la production d'aggloméré asphaltique. Les combustibles alternatifs devront satisfaire les exigences de la législation en vigueur applicable aux combustibles.

Incidences techniques

Les huiles usagées (toxiques et dangereuses) sont déclassées par l'intermédiaire d'un procédé physico-chimique (élimination d'eau, de sédiments, et de métaux lourds) et converties en un combustible autorisé. Pour introduire l'huile déclassée dans la production de l'aggloméré asphalté, aucune modification n'est requise au niveau des équipements, puisqu'on utilise les mêmes brûleurs.

Incidences économiques

Actuellement le coût de l'huile déclassée est de l'ordre de 25% moins cher que le combustible qu'elle substitue.



Incidences environnementales

L'exploitation de ces combustibles alternatifs est un avantage d'un point de vue environnemental, pour plusieurs raisons:

- Les déchets sont valorisés au lieu d'être enfouis en centre technique. Si bien que, indirectement, on réduit la quantité de déchets générés.
- La consommation de combustibles fossiles diminue, tout comme les émissions de CO₂ dans l'atmosphère



Exemple d'application de la mesure

Le groupe "Campezo de Obras y Servicios S.L." a commencé à utiliser l'huile déclassée comme combustible en 2005. En 2007, 1538 tonnes d'huile déclassée ont été utilisés, pour une production de 223000 tonnes d'aggloméré.

Références

- Gestion efficace d'huiles, de lubrifiants et de fluides hydrauliques. IHOBE. PUB-2002-007



CODE : ASF-09

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières d'origine vierge
TYPE: Spécifique **Mesure :** Addition de plastique résiduel comme modificateur du liant
Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Utilisation de plastique résiduel trituré (sacs plastiques, verres, bouteilles, etc.), majoritairement en polyéthylène, comme modificateur du liant.

Quand ils sont mélangés au bitume chaud, les plastiques fondent, formant une couche huileuse sur l'agrégat et le mélange peut être appliqué normalement.

Incidences techniques

Les plastiques élèvent le point de fusion du bitume et augmentent la flexibilité de la route l'hiver, prolongeant ainsi sa vie utile. On utilise du plastique résiduel finement divisé, car il joue le rôle d'agent liant très puissant. Le mélange du plastique avec le bitume permet d'autre part d'augmenter la résistance aux hautes températures.

Des études réalisées par l'Université de Bangalore ont démontré que pour le revêtement des routes, des mélanges bitumineux avec une teneur de 8% de plastique recyclé étaient tout à fait adéquats.

Incidences économiques

Pour évaluer la viabilité économique de la mesure, pour chaque cas particulier, il faut prendre en compte les facteurs suivants:

Le prix de vente du plastique recyclé doit être consulté directement chez le recycleur le plus proche de l'usine, auquel on va acheter le produit. Le coût d'approvisionnement de ce plastique recyclé inclut le traitement qu'il a subi et son transport jusqu'à l'entreprise qui le sollicite.

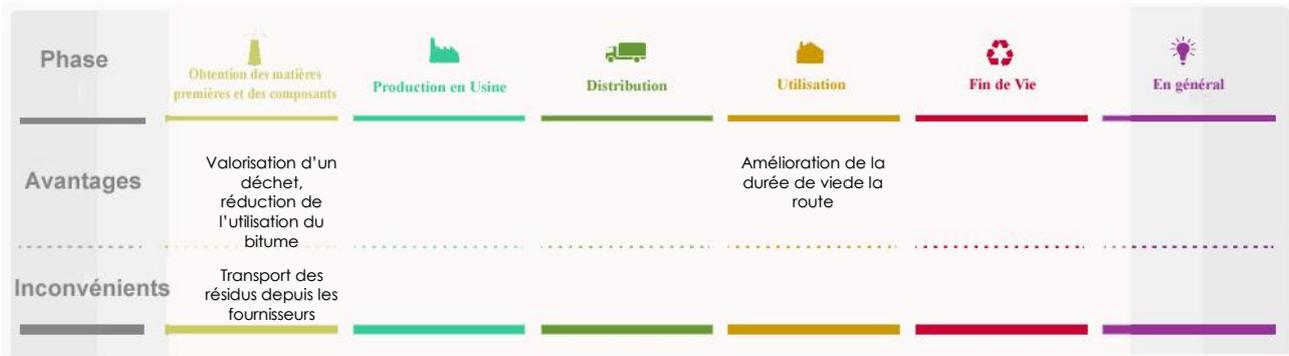


Incidences environnementales

L'addition de plastique recyclé au mélange bitumineux permet la réduction des impacts environnementaux suivants:

La valorisation du plastique résiduel évite sa gestion en centre d'enfouissement technique. La stabilité, la résistance à la fatigue, ou encore d'autres propriétés, augmentent, même en conditions de pluie (précipitations abondantes). C'est pourquoi la vie utile de ce type de mélange augmentera de manière substantielle en comparaison avec les mélanges bitumineux conventionnels.

Avec un ajout de 8% de plastique recyclé sur le poids du bitume, on économise approximativement 0,4% de bitume, sur le poids total du mélange.



Exemple d'application de la mesure

Plasphalt de la compagnie TEWA Technology, est un mélange d'asphalte et de plastique recyclé. Pour son élaboration on utilise tout type de plastique, que ce soit des bouteilles, des emballages, ou d'autres objets. à partir de ceux-ci on obtient un composé appelé Treated Recycled Plastic Aggregates (TRPATM), qui est par la suite mélangé avec l'asphalte traditionnel. La lente biodégradabilité du plastique, qui d'ordinaire est un problème pour d'autres applications, est ici d'une grande utilité pour ce matériau.

En principe ce matériau est environ 10% plus cher que le goudron conventionnel, mais par contre il est 25% plus durable. Ses fabricants assurent que grâce aux plus faibles volumes d'asphalte nécessaires, à la réduction du coût moyen de transports, et aux dépenses moindres en maintenance, on réalise une économie de 63000\$ pour chaque kilomètre de route (de 12 m de largeur).

Une équipe de chercheurs de l'Université du Pays Basque (UPV) étudie la validité de recycler le plastique des serre pour améliorer l'asphalte des routes. Cette étude, menée à bien dans la Faculté de Chimie de Donostia et dirigée par Antxon Santamaría, analyse les caractéristiques du mélange de ces plastiques des serres et le goudron des routes.

Pour améliorer les propriétés mécaniques des routes, on incorpore en général de nombreux polymères au goudron, parvenant ainsi à améliorer son comportement face aux changements de température. Parmi les nombreux polymères qui peuvent être utilisés, figurent les plastiques de serre recyclés, qui se réutilisent d'ordinaire pour les sacs poubelle.

Les chercheurs analysent la viabilité de ces plastiques dans ce domaine. Ils réalisent le mélange par l'intermédiaire d'une hélice, à hautes températures. Les premières conclusions ont démontré que le mélange est adéquat pour les routes, puisqu'il présente les mêmes qualités que les mélanges traditionnels obtenus avec les polymères. Les plastiques de serre ont de plus l'avantage de ne pas avoir besoin d'être lavés pour être réutilisés dans les routes, car cela ne modifie pas leur fonctionnement, malgré les restes de terre.

Références

- Combined Modification of Asphalt by Waste Polystyrene and Ethylene - Vinyl Acetate Packaging Materials. Changqing Fang; Maorong Zhang; Tiehu Li. Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2008. ICBBE 2008. The 2nd International Conference on Volume, Issue, 16-18 May 2008 Page(s):4206 – 4209.
- Use of waste high density polyethylene as bitumen modifier in asphalt concrete mix. HINISLIGLU Sinan; AGAR Emine; Materials letters, vol. 58 ISSN 0167-577X. 2004.
- Study of recycled polyethylene materials as asphalt modifiers. Susanna Ho, Ronaca Church, Kristel Klassen, Barkley Law, Daryl MacLeod, and Ludo Zanzotto 2006.
- "Study of the Effect of Plastic Modifier on Bituminous Mix Properties" by V.S. Punith, II Semester, M.E. (Civil) Highway Engg., Dept. of Civil Engineering, Bangalore University (March, 2001).
- Catalogue de recyclage industriel de la CAPV: <http://www.ihobe.net/catalogo/objeto.html>
- Vasco Press. Bilbao. 10-01-07. <http://www.deia.com/es/imprensa/2007/01/14/bizkaia/gizartea/326884.php>



CODE : ASF-10

Stratégie : Diminution de la température de process
 TYPE: Spécifique Mesure : Mélanges semi-chauds
 Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Le terme "mélanges semi-chauds" englobe les mélanges bitumineux fabriqués entre 100 et 140°C. Ce sont des mélanges qui, grâce à l'emploi de procédés déterminés, peuvent être fabriqués à des températures moins élevées par rapport aux méthodes conventionnelles pour un liant donné. Cette baisse de température est de l'ordre de 30 à 40°C, d'où une baisse des besoins énergétiques. Ceci se traduit, aussi bien dans l'usine que sur le chantier, par une réduction non négligeable de la consommation de combustibles, et par conséquent des émissions de gaz, de fumée, et d'odeurs. La durabilité du mélange n'est pas remise en question, bien au contraire, étant donné que les plus basses températures de fabrication permettent de minimiser le vieillissement du liant.

Actuellement il existe 3 types de procédés brevetés qui permettent la fabrication de mélanges asphaltes semi-chauds:

Le procédé WAM-Foam ® (breveté par Shell et Kolo Veidekke) est basé sur l'emploi d'un système liant de 2 composants: l'un mou, qui permet dans une première étape d'envelopper totalement les granulats, et l'autre dur, qui mousse quand on lui injecte de l'eau au moment de son insertion dans le malaxeur.

Dans le second procédé on utilise différents additifs organiques de bas point de fusion, lesquels, par des réactions chimiques, modifie la courbe viscosité-température du liant.

La troisième méthode, appelée Aspha-Min ®, est brevetée par Eurovia. Elle consiste à incorporer de la zéolite synthétique qui joue le rôle de modificateur du liant.

Incidences techniques

Avec le procédé WAM-Foam on obtient une réduction de la viscosité du liant, ce qui rend le mélange plus docile, de façon à ce qu'il puisse être compacté à des températures de 80-90°C. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle impose de faire des modifications dans la centrale de fabrication; cependant, selon Shell, on peut économiser jusqu'à 30% de combustible.

Parmi les procédés d'additifs organiques, il existe 2 additifs brevetés:

- Sasobit ® est une résine hydrocarbonée, formée par de longues chaînes asphaltiques, et totalement soluble dans le liant. On l'incorpore au liant à 3% de la masse du mélange avant l'entrée dans le malaxeur, sous forme de poudre ou de pétales.
- Asphaltan B ® est une résine stérique de faible poids moléculaire qui se présente sous forme de granulés. Elle est ajoutée directement dans le mélangeur ou alors préalablement au liant (qui peut être conventionnel ou modifié), dans des proportions de 2 à 4%.

Le procédé Aspha-Min consiste à incorporer, en même temps que le liant, une zéolite synthétique sous forme de poudre, dans une proportion de 0,3% de la masse du mélange. Celui-ci, sous l'effet de la température, libère l'eau d'hydratation présente à 20% dans sa structure moléculaire, écumant le bitume, et qui de par son effet lubrifiant permet de réduire les températures de fabrication.

L'utilisation de cette zéolite peut être réalisée aussi bien dans des usines de fabrication continue que discontinue. Dans les premières par l'intermédiaire de l'anneau de recyclage ou par le circuit du filler de récupération, alors que pour les usines discontinues l'ajout est réalisée directement dans le malaxeur.



D'un point de vue énergétique, on réalise une économie de 20% de la quantité de fuel consommée par l'usine. (environ 1 litre de fuel par tonne de mélange). On réduit également les émissions de COV, SO₂, NO₂, CO₂ de 18 à 23% d'après les estimations.

L'application de cette mesure permet d'augmenter le temps de docilité, d'où la possibilité d'augmenter le temps de transport et donc de pouvoir transporter le matériau jusqu'à des chantiers plus lointains. Le délai avant l'ouverture de la nouvelle chaussée au trafic est également plus court, ce qui augmente par conséquent le rendement.

Le reste des caractéristiques de l'aggloméré bitumineux ne changent pas.

Incidences économiques

Bien que ce soit minime, la plupart des additifs augmentent le coût de l'aggloméré. Le surcout pour une tonne de mélange est d'environ 4€.

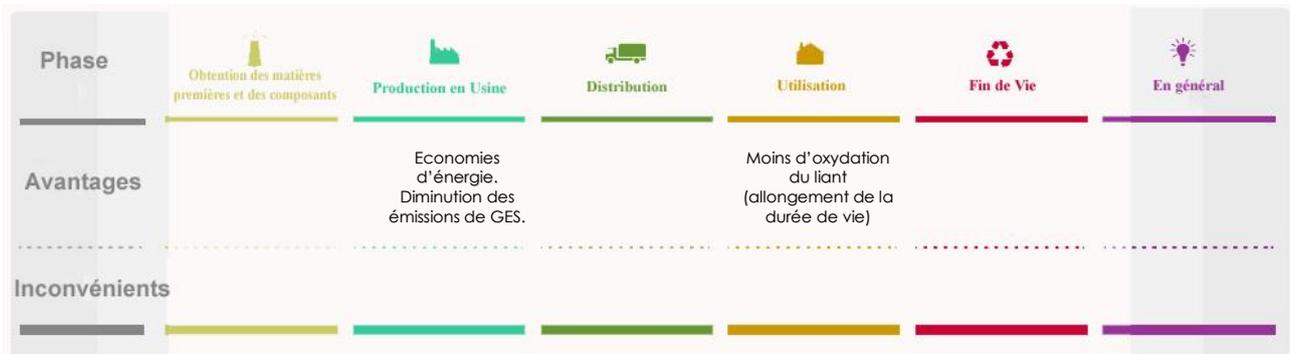
L'usage de certains processus et additifs peut impliquer des modifications dans l'usine. L'utilisation de WAM Foam entraîne une modification des installations, estimée entre 35000 et 50000€. Une fois ces interventions effectuées, il n'y a pas d'autre investissement nécessaire.

Les points positifs sont les économies de combustible (suivant le procédé utilisé) et, comme énoncé précédemment, des températures de travail plus basses, ce qui signifie moins d'usure du matériel, moins de maintenance, et prolongation de la durée de vie des équipements.

Incidences environnementales

Du fait qu'on nécessite une température d'opération plus basse (30-35°C de moins que dans la méthode courante), les besoins énergétiques sont moindres, c'est pourquoi la consommation de combustibles diminue (autour de 15-20%), tout comme les émissions dans l'atmosphère de contaminants (diminution de près de 30% pour le CO₂ et entre 50 et 60% pour les particules en suspension).

Cette réduction de température se traduit également par une diminution appréciable des émissions gazeuses, de fumées, et d'odeurs (pratiquement la moitié), améliorant de fait les conditions de travail du personnel. La durabilité du mélange n'est pas remise en question, bien au contraire, étant donné que les plus basses températures de fabrication permettent de minimiser le vieillissement du liant.



Exemple d'application de la mesure

Le groupe Campezo-Guipasa a intégré avec succès l'ajout de Sasobit (liquéfacteur) et de zéolite dans la réhabilitation structurelle du revêtement de la route GI-4141, dans le quartier Errekaballara (Astéasu, Pays Basque) 2,205 km en novembre 2007.

Références

- "Considérations environnementales sur les mélanges asphaltés. Recyclage de mélanges. Mélanges semi-chauds." Miguel Ángel Del Val. Université Polytechnique de Madrid. ASEFMA.
- "Evaluation of Warm Asphalt Technologies. Brian D. Prowell, Gram. C. National Center for Asphalt Technology. Warm Mix Asphalt. Jim Huddleston, NWTC, February, 2006
- "Emisiones y exposición laboral a temperaturas inferiores de producción y extensión de mezclas asfálticas" M. Lecomte, Shell Bitumen, 307 rue d'Estienne d'Orves, 92708 Colombes, Paris, Francia, F. Deygout, Shell Bitumen, RD3, BP97, 76650 Petit Couronne, Francia; A. Menetti, Contech, Italia.
- WAM Foam: asphalt pavements at lower temperatures. Carl Robertus. WMA TWG, 12 December 2007, Hunt Valley – MD
- Evaluation of sasobit® for use in warm mix asphalt Graham C. Hurley Brian D. Prowell. National Center for Asphalt Technology. 2005
- Evaluation of Aspha-Min zeolite for use in warm mix asphalt Graham C. Hurley Brian D. Prowell. National Center for Asphalt Technology. 2005



CODE : ASF-11

Stratégie : Réduction de la consommation de combustibles
TYPE: Spécifique **Mesure :** Mélanges tièdes
Applicable à : Asphaltes

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

On appelle mélanges tièdes les mélanges fabriqués et mis en œuvre à températures inférieures à 100°C et dont le liant est basé en émulsions bitumineuses. Ils ont pratiquement tous les avantages environnementaux et énergétiques des mélanges à froid, mais comme ils sont fabriqués dans des usines de mélanges à chaud, on obtient une meilleure uniformité de leurs caractéristiques ; il y a moins d'inconvénients relatifs au procédé de maturation du mélange, et les caractéristiques finales sont très proches à celles des mélanges à chaud. La caractéristique notable de ce mélange est que la température de fabrication est inférieure à 100°C, avec une température de mise en œuvre comprise entre 70 et 90°C, en utilisant les mêmes liants et les mêmes formulations que pour les mélanges conventionnels. Ce processus se sert de l'humidité des granulats fins pour donner un aspect mousseux aux liants, ce qui permet leur maniabilité et mise en œuvre à des températures inférieures à 100°C.

Incidences techniques

Cette méthode est toujours en cours d'investigation, même si différentes études et essais pilotes ont prouvé que les mélanges tièdes peuvent être fabriqués dans n'importe quel type d'installation parmi celles qu'on utilise actuellement pour la fabrication de mélanges bitumineux à chaud, en réalisant de petites modifications. Ces études révèlent également que ce procédé peut être appliqué à n'importe quel type de mélange utilisant des liants et des formulations correspondant aux mélanges conventionnels.

Incidences économiques

Cette technique permet de faire des économies considérables: comme les températures de fabrication sont inférieures, la quantité de combustible nécessaire diminue, pour une production équivalente. D'autre part, aucun équipement spécifique additionnel n'est requis pour la fabrication, ni pour le transport ou l'application du produit, les bénéfices économiques sont donc évidents.

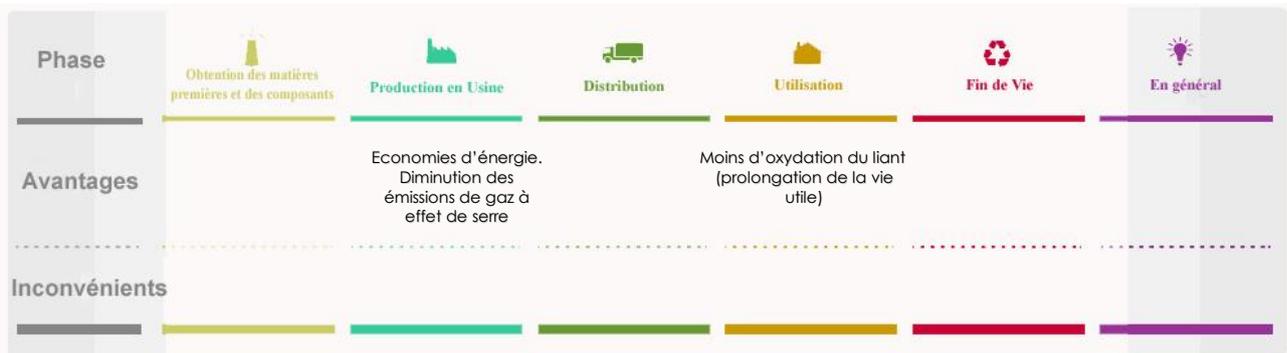


Incidences environnementales

Puisque la température d'opération est inférieure (70-100°C), les besoins énergétiques diminuent, d'où une réduction de la consommation de combustibles et des émissions atmosphériques. Pour chaque baisse de 20°C, on économise environ 1 litre de combustible par tonne de mélange fabriqué.

Cette réduction de température se traduit également dans la mise en œuvre par une réduction des émissions gazeuses, de fumée, et d'odeurs, améliorant ainsi les conditions de travail du personnel, tout comme plus de facilité pour réaliser l'extension et le compactage, même dans des conditions climatiques peu favorables.

Dans les essais réalisés, il a pu être constaté que les équipements de distribution et d'application n'ont pas besoin d'être nettoyés une fois vide, car ils restent propres. Ainsi on réduit l'utilisation de dissolvants.



Exemple d'application de la mesure

Afin de vérifier le comportement des mélanges tièdes, aussi bien dans la phase de fabrication que dans la mise en œuvre, le groupe Eiffage, dans ses filiales de PANASFALTO à Madrid, et RUS à Séville, a réalisé des tests expérimentaux pour évaluer sa viabilité.

Le mélange réalisé par PANASFALTO a été mis en œuvre. Dans l'étape de la charge des camions, il a pu être vérifié l'absence presque totale de fumée à la sorti du malaxeur. La température prise dans le camion était de 95°C. Il a également pu être vérifié que lors du coulage, la remorque restait sans reste d'aggloméré.

Les machines utilisées pour l'extension ont été les mêmes que pour un mélange conventionnel. La décharge s'est faite dans un finisseur (machine à paver) à une température de 84°C. L'extension a été terminée sans problème, et le fait important soulevé par le personnel était la maniabilité du mélange au moment de réaliser la jonction longitudinale (qui permet la dissimulation des deux enrobés pour n'en former plus qu'un), qui avait pris encore un temps considérable. Il a aussi été vérifié que le matériau auxiliaire apparaissait propre une fois utilisé. La température lors de l'extension était de 51°C.

Le compactage est réalisé par le biais des mêmes équipements que pour les mélanges conventionnels.

Références

- "Las mezclas templadas, una respuesta a las necesidades actuales" III Jornada Técnica. ASEFMA. Madrid. Enero 2008.
- "CONSIDERACIONES AMBIENTALES SOBRE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS. RECICLADO DE MEZCLAS. MEZCLAS SEMICALIENTES" Miguel Angel Del Val. ASEFMA. 2005.
- "Mezclas bituminosas templadas, una alternativa a las mezclas asfálticas convencionales" IV CONGRESO ANDALUZ DE CARRETERAS (COAC) ESPAÑA
- Energy and Environmental Gains of Warm and Half-Warm Asphalt Mix: Quantitative Approach 87th Annual TRB Meeting January 16, 2008 Gregory A. Harder, P.E.



CODE : CAL-01

Stratégie : Optimisation du processus de récupération des sols pollués
TYPE: Spécifique Mesure : Traitement in situ de stabilisation à la chaux des sols pollués
Applicable à : Chaux

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Réhabilitation de sols contaminés à travers un traitement on-site à la chaux et ses dérivés. Ce procédé permet de stabiliser le sol et de fixer les polluants évitant leur migration, le terrain peut donc être réutilisé. La capacité de stabilisation des produits à base de chaux est connue, au niveau géotechnique, pour leur utilisation dans des ouvrages linéaires. L'usage le moins connu de ce produit est sa capacité à stabiliser la contamination de différents matériaux, comme le sol, éliminant ainsi le risque lié à la présence d'un polluant sur un site. Historiquement, la pratique la plus fréquente dans les sites contaminés était l'excavation et l'enfouissement en centre technique. Cependant, la directive européenne 1999/31/EC concernant l'enfouissement des déchets a provoqué un changement : depuis 2004 le déversement de matériaux pollués à côté d'autres non pollués n'est plus autorisé, et les matériaux pollués doivent être traités avant d'être enfouis. Le dosage moyen de chaux pour le traitement on-site de sols contaminés est de 4%.

Incidences techniques

Dans le cas du traitement de sols contaminés par des métaux lourds, différents facteurs et mécanismes entrent en jeu. Parmi ceux-ci, les plus importants sont le contrôle du pH, la spéciation chimique, et le potentiel redox. L'adsorption peut jouer également un rôle important dans la stabilisation des métaux, mais il existe peu de données dans la littérature qui distinguent ce mécanisme des autres. Dans le cas du traitement de métaux qui ont plusieurs états d'excitation (chrome, arsenic, sélénium), le potentiel redox est particulièrement important. Les formes les plus insolubles des ces métaux sont dans le cas du chrome et du sélénium les formes réduites, et dans le cas de l'arsenic, la forme oxydée. Quand on parvient à obtenir ces formes, la précipitation des métaux est plus efficace. On peut les faire précipiter en augmentant le pH du sol, c'est-à-dire en atteignant un pH basique. Dans le cas des contaminants organiques, l'immobilisation de leurs constituants doit résulter de réactions qui détruisent ou altèrent ces composés, telles que l'hydrolyse, l'oxydation, la réduction et la formation de sels, ou de procédés physiques comme l'adsorption ou l'encapsulation.

L'inconvénient technique est qu'on doit prendre en compte la nature du sol à traiter, puisqu'un terrain riche en sulfates solubles, s'il est traité avec des produits à base de chaux, peut donner lieu à la formation d'ettringite (trisulfate de calcium et d'aluminium hydraté, contenant 31-33 molécules d'eau). Ce composé occupe un grand volume, si bien que son apparition provoquerait des fissures et le bombement du terrain traité: la valeur ajoutée d'avoir un terrain étanche, endurcit et sans lixiviation serait alors perdue.

Incidences économiques

La stabilisation des sols in situ par cette technique permet au propriétaire de faire des économies puisqu'il évite le transport des terres en centre d'enfouissement technique et qu'il n'a pas à payer de taxes. La technologie nécessaire coûte approximativement 25€/m³ de sol (coût de la chaux + transport + exécution), ce qui est sensiblement inférieur au coût de traitement en centre d'enfouissement technique.



Ci dessous sont énumérés les principaux avantages économiques de cette technique:

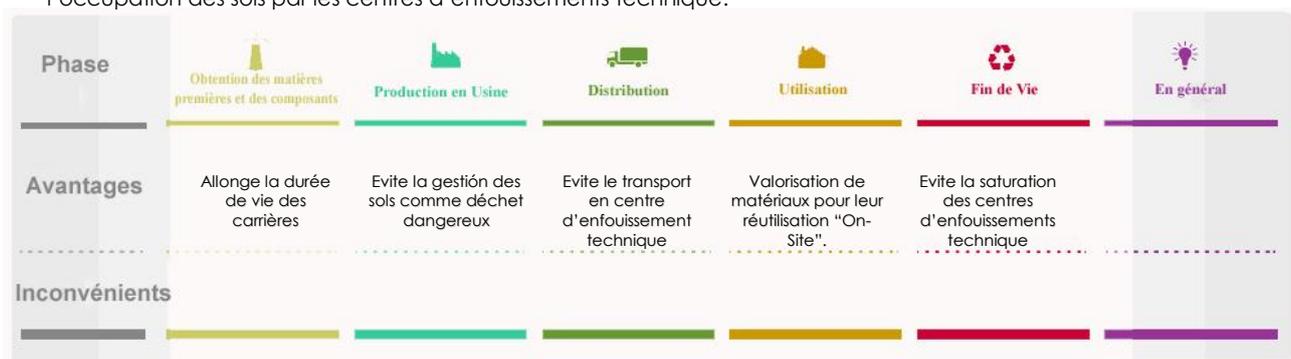
- Gain en coût de transport en centre d'enfouissement technique de déchets toxiques et dangereux.
- Economies dans la phase de prétraitement pour rendre le sol inerte.
- Economies en approvisionnement de matériaux de remplissage des sols, prolongeant ainsi la vie utile des carrières.
- Possibilité de réutilisation des emplacements pollués pour différents usages: sol industriel, parcs, esplanades, et même usage résidentiel.
- Possibilité de réutiliser le matériau traité dans des structures de travaux publics: terre-pleins, esplanades, talus, remplissage d'excavation...

Incidences environnementales

Les bénéfices environnementaux de cette méthode sont:

- C'est une technique de récupération des sols qui permet le traitement de sols sur le site même, permettant ainsi une utilisation postérieure acceptable au niveau environnemental.
- C'est une technique de récupération respectueuse de l'environnement puisqu'elle évite les excavations et l'emprunt de matériaux destinés à substituer les terrains contaminés, spécialement quand il est nécessaire de remplir les zones excavées.
- Elle élimine les activités de transport relatives au transfert des matériaux contaminés jusqu'en centre d'enfouissement technique, évitant l'impact généré par l'intensité du trafic de camions.
- Finalement, la possibilité de réutilisation de ces terrains dans des travaux publics, pour la construction de différents types de structure, permet de réduire les impacts environnementaux générés (prêts, centres d'enfouissements technique, etc.)

Pour résumer, cette méthodologie de récupération des sols contaminés permet à la fois d'éliminer le risque dû à la présence de polluants dans ces emplacements et de diminuer le volume de déchets générés ainsi que l'occupation des sols par les centres d'enfouissements technique.



Exemple d'application de la mesure

La stabilisation des sols est une technique amplement utilisée en ingénierie civile, dans laquelle on utilise le principe de réaction de la pouzzolane: la chaux se combine avec la silice d'un terrain pour former une cimentation naturelle.

Sur la base de cette technique et à travers un projet subventionné par le gouvernement basque, Calcinor a finalisé avec succès l'étape de recherche de ce projet de décontamination de sols par stabilisation et solidification, en laboratoire. Les résultats obtenus sont positifs pour une application dans la récupération des sols.

Références

- Memoria del proyecto. Diseño y Desarrollo de una Tecnología de Recuperación In-Situ de Emplazamientos Contaminados a Partir de Productos Base-Cal. INTEK – BERRI 2007.
- Información proporcionada por CALCINOR, S.A.
- Inventario de residuos peligrosos de la CAPV. IHOBE
- EPA 2001



CODE : CAL-02

Stratégie : Réduction des émissions de gaz à effet de serre
TYPE: Spécifique **Mesure :** Amélioration de l'efficacité énergétique dans le processus de production
Applicable à : Chaux

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Il est possible de réduire les émissions de CO₂ en utilisant des fours plus efficaces ou en améliorant ceux existant déjà, par le biais de techniques similaires à celles de l'industrie du ciment (préchauffeur, brûleurs améliorés, systèmes de refroidissement de grande efficacité). On peut obtenir des réductions des émissions (5-10% des émissions) en mettant en place des mesures d'efficacité énergétique qui peuvent être amorties en 3 ans ou moins.

Incidences techniques

Exemple 1: Avec l'ajout d'un préchauffeur, à un four rotatif existant d'une production journalière de 500 tonnes :
 Diminution de la consommation de combustible: on passe de 7.5 GJ/tonne de chaux à 5.7 GJ/tonne de chaux
 Augmentation de la consommation énergétique: + 10 kWh/ tonne de chaux
 Elévation du coût de maintenance: + 0.50 €/ tonne de chaux

Avec cette méthode on peut obtenir une baisse d'environ 12% des émissions de CO₂.

Exemple 2: Remplacement d'un four rotatif d'une production journalière de 500 tonnes (Ø alimentation : 2-30 mm) par un four vertical de flux parallèle régénératif vertical de (Ø alimentation : 12-90 mm) de même capacité

Diminution de la consommation de combustible: de 7.5 GJ/ tonne à 3.7 GJ/ tonne de chaux
 Augmentation de la consommation énergétique: + 15 kWh/ tonne de chaux
 Diminution du coût de maintenance: - 1.0 €/ tonne de chaux
 Alimentation: augmentation du coût, puisque la fraction 2-20mm n'est pas calcinée.

Avec cette méthode on peut obtenir une baisse de 25 à 35% des émissions de CO₂, en fonction du combustible utilisé.

Incidences économiques

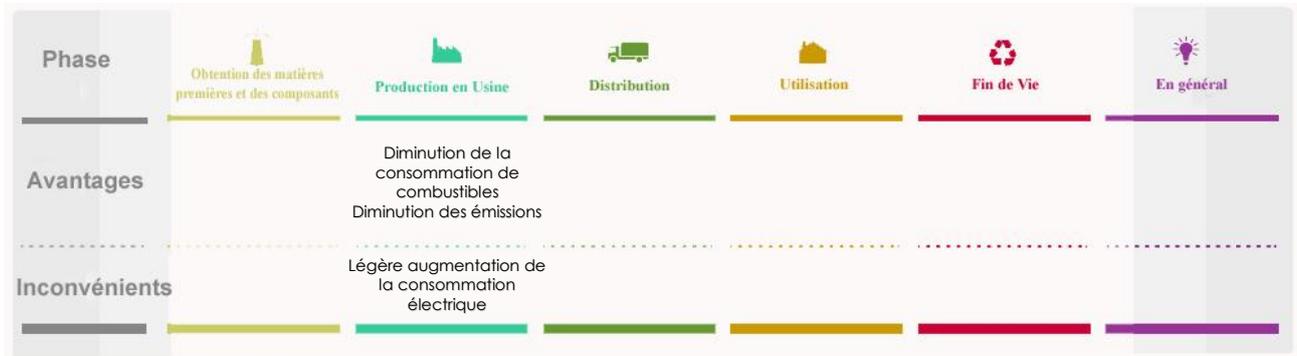
Ce type de mesure nécessite un grand investissement économique, dont le temps d'amortissement dépendra des facteurs suivants:

- Le montant de l'apport
- Le coût du combustible économisé
- Le coût de l'électricité
- Modification des coûts de production/maintenance
- Les économies en quotas d'émissions de CO₂



Incidences environnementales

Ces mesures permettent d'augmenter l'efficacité énergétique du processus de production de la chaux, obtenant une diminution considérable de la consommation de combustibles et, par conséquent, une diminution des émissions de CO₂ et autres polluants atmosphériques.



Exemple d'application de la mesure

Le groupe Calcinor a totalement adopté ce type de mesure, puisque toutes ses usines produisent des chaux et dolomies calcinées dans des fours verticaux régénératifs de flux parallèle, qui est la Meilleure Technique Disponible recensée dans le BREF européen (Best available technique REferences).

Références

- "Potential reduction of CO₂ emissions & associated abatement costs in the European Lime industry" G. FLAMENT, Th SCHLEGEL. 11th ILA Congreso. May 17th, 2006.



CODE : CAL-03

Stratégie : Réduction des émissions de gaz à effet de serre
TYPE: Spécifique **Mesure :** Utilisation de combustibles plus propres ou alternatifs
Applicable à : Chaux

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Le but est d'obtenir, par le remplacement (partiel ou total) de combustibles conventionnels par de nouveaux combustibles alternatifs, des améliorations tant dans l'efficacité énergétique que dans la diminution des émissions de gaz et particules dans l'atmosphère.

De tous les combustibles rendant viable l'obtention de chaux, le gaz naturel est le meilleur d'un point de vue environnemental, car il présente un plus faible facteur d'émission.

Un autre combustible à considérer est la biomasse, qui est catalogué combustible zéro émission de CO₂.

Incidences techniques

Au vu des technologies actuelles concernant le transport et l'injection de combustibles dans l'industrie de la chaux, les combustibles à utiliser doivent être solides, transportables de façon pneumatique, et avec une teneur en eau inférieure à 1%.

De plus pour injecter de la biomasse, étant donné son faible pouvoir calorifique (4000Kcal/kg), il est nécessaire de mélanger le combustible avec d'autres (en principe le gaz naturel) afin d'atteindre la chaleur nécessaire pour la fabrication de chaux. L'introduction de biomasse seule générerait une telle quantité de gaz de combustion et de combustibles dans le four que celui-ci ne serait pas capable, compte-tenu de la conception actuelle des fours, de supporter la surpression générée.

Le fait de brûler de la biomasse (combustibles avec un fort pourcentage de composés volatils) oblige à travailler avec des systèmes de sécurité très élaborés et fiables, puisque le danger du stockage réside dans le fait qu'il peut provoquer une autocombustion.

Quant à la biomasse, il faut clarifier certains aspects sur sa disponibilité, ses caractéristiques, son procédé d'utilisation, et la logistique d'approvisionnement. Les restrictions dans la législation actuelle en vigueur sur son transport rendent incertain, pour l'instant, quelque prévision de consommation. Il s'agit d'une méthode en cours d'étude, qui sera très probablement applicable dans un futur proche.



Incidences économiques

Dans le cas du gaz naturel, parmi les limitations économiques il faut souligner l'élévation des prix du gaz de 50% en janvier 2006, d'où une recrudescence de l'utilisation de coke de pétrole, dont l'augmentation de la consommation est prévue à 44,11% pour 2012.

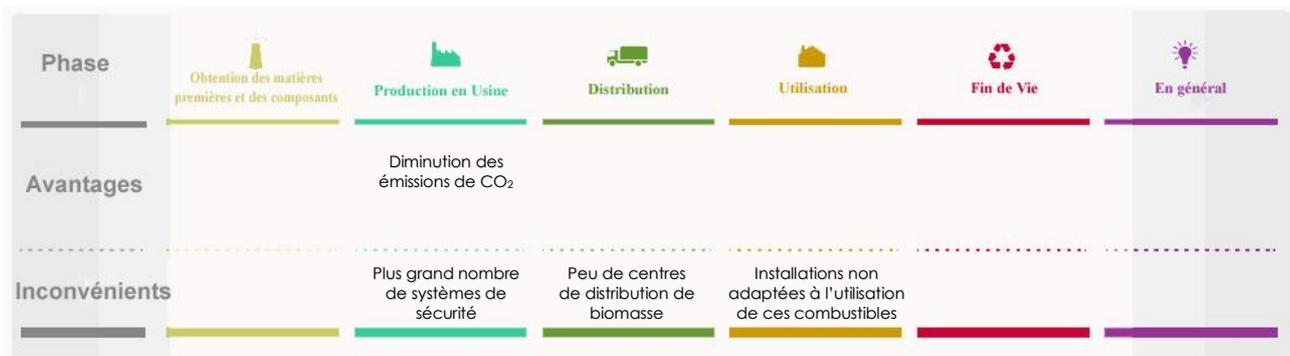
Dans le cas de la biomasse, ses rares unités de production, sa production non continue au long de l'année mais plutôt saisonnière, la non-continuité de son stockage et sa distribution, ainsi que la nécessité d'adaptation des installations de combustion actuelles rendent son utilisation très compliquées.

Pour ces raisons techniques et économiques, le surcoût de l'utilisation de biomasse rend très difficile son usage comme combustible alternatif, du moins pour l'instant.

Incidences environnementales

La principale réduction des impacts environnementaux dérivée de cette mesure est la diminution des émissions de CO₂, que ce soit dans le cas de l'utilisation du gaz naturel, qui présente un facteur d'émission moins élevé que les combustibles traditionnels (petcoke, etc.) ou dans le cas de la biomasse qui est catalogué combustible zéro émissions de CO₂.

Comme expliqué dans les incidences techniques, le fait de brûler de la biomasse (combustibles avec un fort pourcentage de composés volatils) oblige à travailler avec les systèmes de sécurité les plus élaborés et les plus fiables, puisque le danger du stockage réside dans le fait qu'il peut provoquer de l'autocombustion.



Exemple d'application de la mesure

En 2004, 50,13% de la chaux à été produite avec du gaz naturel, contre 35,7% en 1990, ce qui suppose 40% d'augmentation de l'emploi de ce combustible entre 1990 et 2004.

Comme exemple de cette mesure, Calera de Alzo (groupe Calciner) a réalisé en 2006 des essais de combustion de biomasse pendant 10 jours, avec les conclusions suivantes:

Réduction des émissions de CO₂ en brûlant de la biomasse. Des 30% théoriques il n'a pas été possible d'atteindre plus de 15-20%, puisqu'en aucun cas on est parvenu à une combustion de 100% de la biomasse, étant donné les technologies actuelles disponibles pour injecter ces matières et la surpression obtenue dans le four. Pour la plus grande réduction de CO₂ obtenue, il n'a pas été possible d'atteindre production nominale du four, à cause encore une fois de la surpression générée.

Les technologies actuelles dans le secteur de la chaux ne sont pas adaptées pour brûler avec de manière optimale ce type de combustibles.

Il est impératif d'avoir d'importants moyens de sécurité pour contrôler la non-autocombustion des biomasses.

La logistique de ces combustibles est déficitaire: il existe peu de centres de production, éloignés, et sans garantie de ravitaillement régulier tout au long de l'année.

Références

- Ciclo Integral Energético. 8º Congreso Nacional del Medio Ambiente. CONAMA 8.
- Información facilitada por Grupo Calciner.



CODE : CARP-01

Stratégie : Réduire les impacts environnementaux des forêts
TYPE: Spécifique **Mesure :** Utilisation de bois certifié
Applicable à : Charpente - Bois

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La certification forestière garantit que le bois provient d'une forêt gérée durablement avec la prise en compte des critères écologiques, durables et sociaux adéquats. Pour cela il existe des écolabels, parmi lesquelles sont recommandées les suivantes: FSC (Forest Stewardship Council) et PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes).

Le FSC (Forest Steward Council, "Conseil de soutien de la forêt" en français), est une organisation internationale à but non lucratif, qui encourage les initiatives de gestion forestière socialement, écologiquement et économiquement responsables. Elle accrédite les organisations indépendantes qui peuvent certifier des activités de gestion forestière ainsi que les fabricants de produits forestiers respectant les standards définis par le FSC.

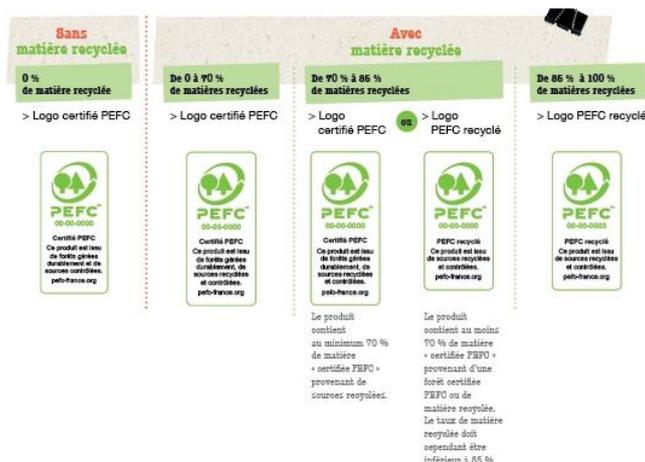
Les écolabels suivants permettent aux consommateurs d'identifier les produits fabriqués qui garantissent le développement d'une gestion forestière responsable: produits contenant un certain pourcentage de FSC, produits 100% FSC, produits contenant des matériaux mixtes et produits issus du recyclage.



Le PEFC englobe les différentes entités de certification forestière régionales ou nationales qui ont été créées pour atteindre des exigences reconnues au niveau international pour une gestion durable des forêts. Les produits certifiés par PEFC sont identifiables par l'une des écolabels suivants:



Chapitre 4. Identification des familles de produits représentatives du secteur



Incidences économiques

Le bois certifié est 10% plus cher que les autres bois. Un rapport réalisé par Greenpeace, basé sur les données fournies par 12 entreprises suédoises productrices de bois, indique qu'entre 1998 et 2002 la demande de bois certifié par le FSC a augmenté de 700% en Espagne.

Les administrations appliquent une discrimination positive en faveur de projets qui utilisent du bois certifié pour l'approvisionnement et pour la réalisation des travaux.

Incidences environnementales

L'usage de bois certifié par des écolabels assure qu'il provient de forêts gérées durablement, réduisant ainsi l'impact environnemental.



Exemple d'application de la mesure

Maderas Lasa y Lecumberri, S.A. est une entreprise du Pays Basque espagnol importatrice de bois du monde entier. Elle offre également des produits créés pour les secteurs de la construction, de la jardinerie, de la décoration et du bricolage. Elle distribue des produits certifiés FSC, ce qui garantit au consommateur que les principes et critères de la FSC sont respectés.

Références

- www.fsc.org (fr.fsc.org)
- www.pefc-france.org
- www.productosostenible.net
- "Manual de uso sostenible de la madera" Ayto. de Madrid



CODE : CARP-02

Stratégie : Minimisation de l'impact environnemental des matériaux
TYPE: Spécifique Mesure : Utilisation de produits inoffensifs et avec une faible émission de COVs
Applicable à : Charpente - Bois

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La mesure consiste à utiliser des produits inoffensifs et à faible émission de COV pour la protection et la préservation du bois.

De manière générale, le bois a un plus faible impact environnemental que les autres matériaux puisque sa production génère moins de déchets toxiques et nécessite moins d'énergie que pour l'élaboration d'autres produits comme des métaux, des plastiques, etc.

De toutes manières, l'utilisation de bois dans le secteur de la construction comporte les impacts suivants:

- Emissions de CO₂ associées au transport.
- Emissions de composés organiques volatils (COV) contenus dans les produits de traitement et de finition.
- Impact environnemental de l'exploitation des forêts.

En prenant en compte les conditions dans lesquelles il se trouve et les exigences auxquelles il doit répondre, le bois peut nécessiter des traitements préventifs tels que:

- Protection contre le feu.
- Protection contre la lumière. Pour cela, on applique des lasures, qui obscurcissent un peu les veines du bois tout en laissant transparaître ce veinage.
- Protection contre les insectes xylophages. On emploie les produits insecticides constitués d'organochlorés, qu'il convient de remplacer par des résines de type pyréthrinolide, pour diminuer les impacts environnementaux.
- Protection contre les champignons xylophages. On emploie des produits fongicides, dont certains contiennent du cuivre, du zinc, du bore ou encore de l'arsenic, avec de graves effets sur l'environnement, c'est pourquoi il est recommandé d'utiliser d'autres produits de plus faible impact.

Les substances actives et les produits biocides font l'objet d'une directive communautaire (directive 98/8/CE du 16 février 1998) visant à harmoniser la réglementation des États membres de l'Union européenne, jusqu'alors très inégale en ce qui concerne l'autorisation de ces produits, et à garantir l'unicité du marché. L'objectif principal de cette réglementation est d'assurer un niveau de protection élevé de l'homme, des animaux et de l'environnement en limitant la mise sur le marché aux seuls produits biocides efficaces ne présentant pas de risques inacceptables.

A partir du 1er septembre 2013, le Règlement (UE) n°528/2012 du 22 mai 2012 encadrant la mise à disposition et l'utilisation des produits biocides est entré en vigueur en France.

Dans les milieux intérieurs, il est possible de ne pas traiter le bois, en nettoyant les taches qui apparaissent avec du kaolin, qui donne au bois un aspect blanchâtre. C'est une pratique très répandue dans le nord de l'Europe.

D'autre part, la norme UNE EN 335-1 établit le type de traitement le plus adéquat pour lutter contre 5 classes de risques. Ces classes sont définies en fonction des agents xylophages qui ont le plus de probabilité d'attaquer le bois, en fonction du gradient d'humidité que celui-ci peut atteindre, et de l'endroit où il est utilisé.

Il faut savoir que si la teneur en humidité est supérieure à 20-22%, il est possible que le bois soit attaqué par des termites ou des champignons de pourritures.

Dans les milieux extérieurs où le bois nécessite un traitement, il est proposé d'utiliser des produits bio sourcés, inoffensifs, minimisant ainsi l'impact environnemental associé, en diminuant les émissions de COV, en prolongeant la durée de vie utile, et en garantissant la recyclabilité du bois.



Incidences techniques

Cette mesure suppose la substitution, à chaque fois que c'est possible, de certains produits de traitement actuellement utilisés, par les produits qui sont exposés ci-après:

Produit remplacé	Produit de substitution
Vernis	Vernis naturel pour sols
Cires	Cires bio-sourcées
Vernis synthétiques	Vernis à l'huile ou à l'eau
Peintures protectrices et traitements synthétiques	Peintures protectrices et huiles bio-sourcés
Peintures de finition synthétiques	Peintures de finition bio-sourcés
Colles et adhésifs synthétiques	Colles et adhésifs bio-sourcés

Le bois est une matière vivante: quand il a besoin d'humidité il l'absorbe à son entourage et quand il en a trop, il l'expulse de nouveau à l'extérieur. De plus, en fonction de la température, il peut se dilater ou se contracter. Ces caractéristiques sont à prendre en compte lors du choix des traitements de protection du bois : ils ne doivent pas bloquer ses fonctions régulatrices. Ce que ne permettent pas les vernis et protecteurs synthétiques, puisque quand on les dépose sur le bois, ces produits créent une couche superficielle qui l'isole totalement de l'extérieur.

Les huiles et résines végétales ont l'avantage de pénétrer dans le bois pour le protéger de l'intérieur. Il s'agit de produits élastiques et hydrofuges (ils évitent l'humidité), qui s'adaptent aux mouvements du bois, l'empêchent de s'écailler, sans besoin de décapage ou de ponçage. Le résultat donne un bois qui reste en bon état plus longtemps et plus simple à entretenir.

Incidences économiques

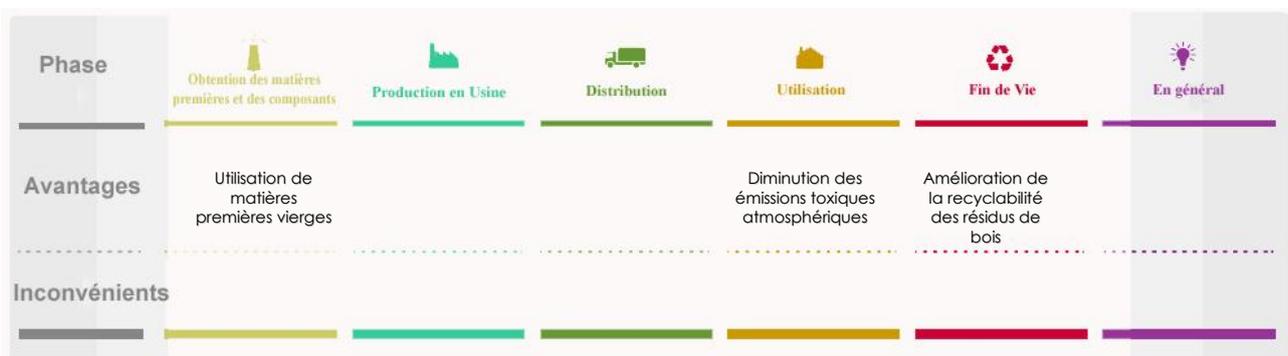
L'utilisation des produits proposés pour le traitement du bois, qui ne produisent pas d'émission de COV ou d'autres composés toxiques, ne se traduit pas forcément par une élévation des coûts de procédé, même si en général ces produits coûtent plus cher. Par exemple, remplacer un vernis de polyuréthane par un vernis naturel peut coûter près du double :

Prix du matériau à remplacer	Prix du matériau de substitution
Vernis brillant de polyuréthane pour sols en bois 13,25€/litre	TUNNA vernis pour sols n°610 24,16 €/litre (Pot de 5 litres) 22,46 €/litre (Pot de 10 litres)

Incidences environnementales

L'utilisation de produits inoffensifs, bio-sourcés, et à basse teneur en COV, facilite le recyclage du bois et la réduction des émissions atmosphériques toxiques, tout en offrant une valeur ajoutée: prolonger la vie utile du bois. Pour l'industrie on réduit l'impact environnemental également au poste de travail.

Remarque : ce n'est pas parce qu'un produit est naturel qu'il est inoffensif



Références

- Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail - France
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- Manual de uso sostenible de la madera. Ayto. de Madrid
- Catálogo de productos de bajo impacto ambiental para el mantenimiento y rehabilitación de los edificios del Ayuntamiento de Madrid.



CODE : CARP-03

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
TYPE: Spécifique Mesure : Utilisation de résidus/sous-produits de bois pour la fabrication de produits en bois
Applicable à : Charpente - Bois

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Utilisation de résidus/sous-produits de bois pour la fabrication de produits en bois.
 Cette mesure propose l'utilisation de déchets/sous-produits de bois pour la construction de nouvelles pièces en bois.

Actuellement, les restes de bois représentent la matière première de base pour l'industrie des panneaux. Ces résidus sont issus de l'industrie du meuble, des scieries, et des exploitations forestières. Le bois recyclé est également utilisé pour des fenêtres, des sols, des portes, des poutres ou encore pour le coffrage.

Incidences techniques

L'industrie des planches et panneaux en bois recyclé utilise des résidus issus des emballages, de coupes de charpente et de meubles, d'ébénisterie. Il s'agit d'une grande quantité de bois très variés, qui sont en fin de vie utile, provenant de l'industrie mais aussi du tri sélectif.
 Scieries: il faut localiser les scieries productrices de résidus les plus proches de l'usine, car ce sont elles qui fournissent le plus de matières.

Incidences économiques

Le prix des restes de bois dépend du marché et du transport.
 Certains représentants de l'industrie du bois ont demandé que l'on donne priorité au recyclage du bois plutôt que de le brûler pour un usage énergétique. Le financement public de l'énergie produite par la combustion de restes de bois peut être problématique dans certaines régions.

Avec le système Finger joint on obtient un meilleur rendement du bois. Ainsi avec cette technique le bois contenant des nœuds, peu cher et souvent inutilisé, devient alors un bois valorisable.



Incidences environnementales

L'utilisation de résidus/sous-produits de bois contribue à minimiser la déforestation et à diminuer la quantité de déchets en décharge, d'où un moindre impact environnemental de l'activité.



Exemple d'application de la mesure

Actuellement, près de 2/3 du bois utilisé dans les procédés de fabrication des panneaux est recyclé. Il existe une grande variété d'espèces de matière première pour élaborer un panneau de particules. On peut utiliser presque tous les types, bien qu'il soit recommandé que la densité du bois soit inférieure à celle du panneau qu'on fabrique avec celui-ci.

Amatex S.A., entreprise espagnole dédiée à l'exploitation du bois et son traitement pour une utilisation en extérieur, possède une presse "Profijoint". Celle-ci permet de raccorder, à travers le système finger joint, des petites pièces de bois auparavant optimisées par une découpeuse. Selon l'entreprise, avec la presse « Profijoint », on utilise au maximum le bois, grâce à l'union de nombreuses chutes de bois, on arrive ainsi à produire des pièces de dimensions considérables, difficiles à obtenir auparavant.

Le système Finger joint (assemblage à queue droite) permet d'imbriquer efficacement des pièces de bois, à travers un pressage horizontal optimisant ainsi les restes de bois. Toutes les poutres de grande dimension intègrent cette technique pour prolonger leur longévité ou pour créer des formes originales.

Références

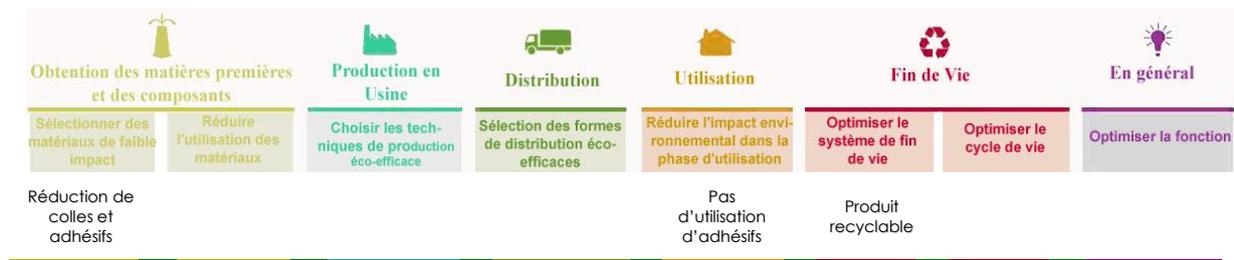
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- Inventario de residuos no peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004.
- www.anfta.es
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: <http://www.ihobe.net/catalogo/objeto.html>



CODE : CARP- 04

TYPE : Spécifique
Stratégie : Minimisation de l'usage de substances toxiques
Mesure : Utilisation de jonctions mécaniques pour éviter l'usage de colles et adhésifs
Applicable à : Charpente - Bois

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Il existe diverses techniques pour attacher deux pièces: collage ou encollage, clouage, vissage et assemblage.

On propose de remplacer les techniques employant des colles/adhésifs par des liaisons mécaniques. Les colles sont facilement altérables par les agents atmosphériques et thermiques, c'est pourquoi si on les supprime dans les liaisons mécaniques, la structure aura une vie utile prolongée.

Incidences techniques

Il faut employer des outils professionnels adéquats pour appliquer les techniques d'assemblage sans colle.

Avec la fraiseuse, on utilise différents types de fraise afin d'obtenir divers types d'assemblages. Ainsi, on utilise des fraises pour un assemblage conique (avec ou sans réducteur), et d'autres fraises pour l'assemblage à rainures et languettes (simple, double, simple avec feuillure, double avec feuillure, etc.), entre autres.



Assemblage conique avec réducteur



Assemblage à rainures et languette simple

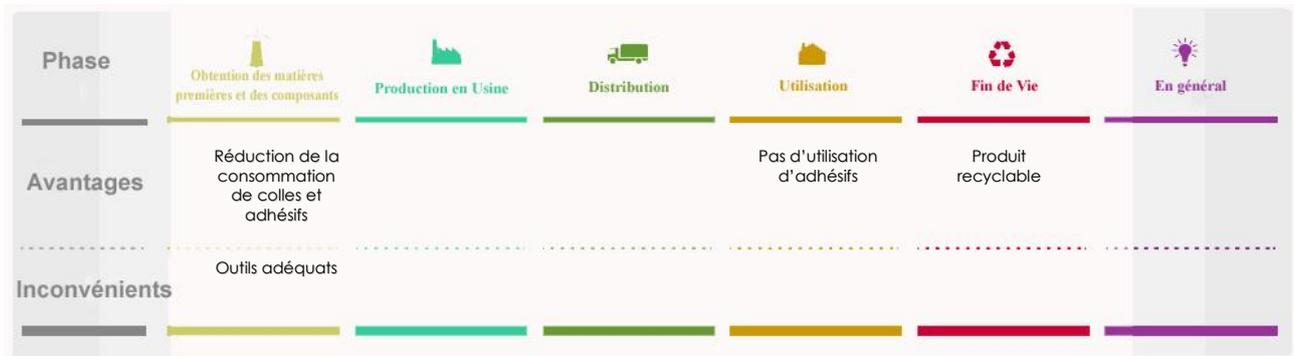
Incidences économiques

Le coût de l'union mécanique dépendra du type de liaison qu'on utilise mais aussi de la solution constructive concernée. On ne peut donc pas dire de manière générale si la liaison mécanique est plus ou moins coûteuse que l'usage de colles ou autres adhésifs : chaque cas est particulier.



Incidences environnementales

L'application de cette mesure évite l'usage de colle ou d'adhésifs, généralement toxiques, ce qui facilite l'éventuel recyclage du bois.



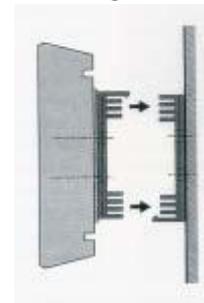
Exemple d'application de la mesure

Pour les revêtements de façade en bois, le système de fixation le plus habituel est le clouage ou le vissage du revêtement sur des poteaux, images A (lames horizontales à rainure et languette horizontales) et B (lames horizontales avec jointure ouverte).

Quand on veut cacher totalement la visserie, on utilise un autre système appelé fixation occulte. Ceci consiste à fixer des clips en plastique sur la face arrière de l'armature et sur le mur, comme illustré dans l'image C.



Source: Façades (Chueca)



Source: JUPIT' AIR

Références

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.construnario.es/notiweb
- Revestimiento de Fachadas en Madera. Ángeles Mosquera Vidal. Revista CIS-Madera. www.cismadera.com/galego/downloads/fachadas.pdf



CODE : CARP-05

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
Mesure : Utilisation de PVC recyclé
Applicable à : Charpente – PVC

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Il existe deux typologies de PVC pouvant être recyclé : celui provenant du processus industriel (antérieur à la consommation) et celui provenant des résidus solides urbains, c'est à dire post consommation.

Cependant, son cycle de vie utile peut atteindre jusqu'à 50 ans ou plus pour certaines applications, comme la tuyauterie. Ceci fait qu'il existe un déphasage temporel entre la consommation de PVC et sa présence dans les filières de fin de vie. Les produits en PVC ont représenté une bonne partie du marché dans les années 1960. Ainsi, si on considère des cycles de vie de 50 ans ou plus, il est à supposer qu'entre 2010 et 2020 la quantité de résidus en PVC va considérablement augmenter.

Actuellement, la majeure partie des résidus en PVC est stockée en décharge (environ 2.9 millions de tonnes annuelles en UE), même si certains déchets sont incinérés (600000 tonnes en UE) et d'autres sont recyclés mécaniquement (environ 100000 tonnes en UE).

Les principales options de gestion des déchets pour les résidus en PVC sont le recyclage mécanique, le recyclage chimique, l'incinération, et enfin la mise en décharge.

Par recyclage mécanique, on entend les procédés de recyclage dans lesquels les déchets de PVC sont traités seulement mécaniquement, principalement par hachement, tamisage, et trituration. La poudre recyclée résultante peut alors être transformée en nouveaux produits. En fonction de la composition et du niveau de contamination du matériau récupéré, la qualité du PVC recyclé peut varier considérablement. Cette qualité détermine jusqu'à quel point le matériau vierge peut être remplacé par des matériaux recyclés: ceux de "haute qualité" peuvent être réutilisés pour les mêmes types d'application, tandis que ceux de "basse qualité", obtenus de fractions de résidus mixtes, peuvent seulement être « sous-recyclés » en produits habituellement fabriqués avec d'autres matériaux.

L'industrie du PVC a mis en place un système de recyclage chimique du PVC avec lequel on obtient un produit comparable à la matière première originale. Ce procédé innovateur, lancé sur le marché sous le nom Vinyloop et dont le brevet a été déposé par le groupe Solvay, est basé sur l'utilisation d'un dissolvant biodégradable sélectif du PVC. Le matériau est dissout dans un premier temps, puis est récupéré par précipitation, le dissolvant se régénère dans une boucle fermée d'évaporation/condensation, et le composé de PVC résultant est de grande qualité.

La rentabilité économique est atteinte quand les coûts de recyclage nets (c'est à dire, les coûts globaux de récupération, de séparation et de transformation, auxquels on soustrait les revenus obtenus de la vente des produits recyclés) sont inférieurs aux prix des autres alternatives de gestion des déchets, telles que l'incinération et la mise en décharge. Si cette rentabilité économique ne peut être atteinte, le recyclage des déchets de PVC n'aura pas lieu dans des conditions de marché libre, sauf s'il existe des obligations normatives ou des mesures volontaires pour le recyclage du PVC. Le ramassage est le principal point limitant, notamment à cause de la disponibilité des déchets et des coûts.

Incidences techniques

En fonction de la qualité de matériaux recyclés, on pourra substituer partiellement ou totalement le PVC vierge. Parmi le PVC recyclé il en existe deux types : celui de "haute qualité" et celui de "basse qualité". Le PVC est le second plastique le plus recyclé.

Bien qu'il n'existe pas de législation spécifique au niveau européen sur les quantités à recycler, le PVC, au même titre que le reste des plastiques, est affecté par les Directives 94/62/CE et 2000/53/CE, respectivement relatives aux emballages et déchets d'emballage ainsi qu'aux véhicules hors d'usage.



Incidences économiques

Du fait de la qualité du PVC recyclé avec la méthode vinyloop, cette mesure devient plus économique que d'utiliser des nouveaux produits de la même qualité.

Le PVC recyclé qui peut être utilisé dans les charpentes ou installations a un prix de vente qui dépend du marché et du transport. Il est plus cher que le PVC vierge.

Incidences environnementales

Les étapes de production, utilisation, recyclage et, pour une fenêtre en PVC sans matériau recyclé, représentent une consommation énergétique de 1780 kWh et des émissions de 742 kg de CO₂. Tandis que pour une fenêtre en PVC contenant 30% de matériaux recyclés, la consommation énergétique diminue à 1740 kWh et les émissions baissent légèrement à 730 kg de CO₂.

L'utilisation de matériaux recyclés contribue à diminuer la quantité de déchets en décharge ou à incinérer, d'où un moindre impact environnemental de l'activité.



Exemple d'application de la mesure

Le secteur de la construction est celui qui consomme le plus de PVC, à hauteur de 57% de la consommation totale de PVC en Europe, et ce pour des applications ayant un cycle de vie estimé entre 10 et 50 ans.

Une usine utilisant le système Vinyloop, d'une capacité de traitement de 10000 tonnes annuelles, fonctionne à Ferrara (Italie) depuis 2002. Une autre usine de ce type a été inaugurée à Chiba (Japon) en 2006, avec une capacité de traitement de 18000 tonnes par an. Hispavic Ibérica, S.L. pilote une étude en Espagne pour déterminer la viabilité técnico-économique d'une usine de recyclage de PVC basée sur ce procédé.

L'entreprise KÖMMERLING a une gamme de produits "Greenline" qui incorporent du PVC recyclé. Ce PVC recyclé est obtenu des restes générés dans le même processus de production, et est réincorporé au cycle de production, économisant ainsi de l'énergie et des matières premières. Par ailleurs, ces produits « Greenline » respectent les normes environnementales de l'Union Européenne en ce qui concerne l'élimination totale des métaux lourds (cadmium/plomb) dans les procédés industriels. Les fenêtres GreenLine sont actuellement utilisées dans des immeubles neufs et anciens pour des rénovations.

Références

- PVC reciclado de calidad. Plásticos Universales. 01-02-2003. www.interempresas.net/Plastico/Articulos
- www.vinyloop.com
- "Estimación del consumo energético y de la emisión de CO₂ asociados a la producción, uso y disposición final de ventanas de PVC, aluminio y madera". Informe PVC-Ven-200501-2. Baldosado Recio, J.M.; Parra Narváez, R.; Jiménez Guerrero, P. Abril 2005. www.solvaymartorell.com/static/wma/pdf/8/1/8/0/VentanasCO2.pdf
- LIBRO VERDE. Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC. COMISIÓN EUROPEA. Bruselas, 26.7.2000. COM (2000) 469 final. <http://ec.europa.eu/environment/waste/pvc/es.pdf>
- www.vinyl2010.org/
- www.anaip.es
- www.kommerling.es
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: <http://www.ihobe.net/catalogo/objeto.html>



CODE : CARP-06

TYPE: Spécifique **Stratégie :** Diminution de l'impact environnemental des matières premières utilisées
Mesure : Réduction de l'usage d'additifs contenant du plomb ou du cadmium dans le PVC
Applicable à : Charpente /Menuiserie – PVC / Installations

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Pour obtenir les propriétés désirées dans les produits finis, le polymère de PVC est mélangé avec des adjuvants. Suivant la fonction qu'il devra remplir, la composition du mélange de PVC (résine + additifs) peut varier considérablement. Cela est dû aux différentes quantités d'adjuvants incorporés, telles que des stabilisants, des charges, des lubrifiants, des plastifiants, des pigments, ou des pyro-retardateurs.

Les catégories d'additifs les plus importants, devant être évalués par des scientifiques au niveau de leur dangerosité et de leurs risques pour la santé humaine et l'environnement, sont les stabilisants. Plus particulièrement ceux qui contiennent des métaux lourds comme le plomb et le cadmium, et les plastifiants, principalement les phtalates. On ajoute des stabilisants au polymère de PVC pour éviter que celui-ci soit dégradé par la chaleur et la lumière. Divers types de stabilisants sont utilisés, et leur teneur varie selon les exigences techniques de l'application concernée.

Cette mesure propose la substitution du plomb-cadmium par d'autres stabilisants comme le calcium-zinc et les organes stanniques (comportant de l'étain) qui ont un impact environnemental moindre. Les composés de calcium/zinc présentent un profil de risque plus avantageux que ceux de plomb/cadmium, et ne sont pas classés comme dangereux. Les stabilisants stanniques ont toutefois des propriétés moins favorables par rapport à l'environnement et aux êtres humains.

Incidences techniques

La substitution générale des stabilisants de plomb est ralentie pour des raisons techniques (qualité du produit, normes, exigences de tests) mais aussi économiques (coûts plus élevés).

Incidences économiques

On peut supposer que dans un futur proche l'écart de prix entre les stabilisants de plomb et les stabilisants de calcium/zinc diminuera, notamment grâce aux nouvelles capacités de production qui se développent.



Incidences environnementales

La substitution des adjuvants au plomb et au cadmium permet de réduire la toxicité du produit, tout en favorisant une meilleure capacité de recyclage à la fin de sa vie utile.



Exemple d'application de la mesure

En Suède et au Danemark le plomb n'est plus utilisé comme stabilisant du PVC.

Les stabilisants liquides de calcium/zinc sont employés pour des sols et des lames en PVC.

KÖMMERLING, en anticipant les directives européennes, a déjà modifié ses formules, en remplaçant les additions dangereuses (cadmium et plomb) par d'autres stabilisateurs de calcium/zinc. Les bénéfices environnementaux sont présents dès la production, et perdurent lorsque la fenêtre est installée, et ce durant tout son cycle de vie. Une fois que la fenêtre a rempli sa fonction et est enlevée, ses composants peuvent être recyclés de manière sûre pour produire de nouvelles pièces de PVC de haute qualité.

Références

- LIBRO VERDE. Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC. COMISIÓN EUROPEA. Bruselas, 26.7.2000. COM (2000) 469 final. <http://ec.europa.eu/environment/waste/pvc/es.pdf>
- www.vinyl2010.org/
- www.kommerling.es



CODE : CEM-01

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
TYPE: Spécifique **Mesure :** Valorisation de cendres de pyrite dans la préparation du cru
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des cendres de pyrite comme source en oxydes de fer dans la préparation du cru pour remplacer les matières premières vierges qui apportent ces oxydes.

La cendre de pyrite est le résidu obtenu lorsque l'on brûle la pyrite afin de récupérer le fer, l'acide sulfurique ou encore d'autres métaux nobles qu'elle contient. Ce matériau est composé principalement d'oxydes de fer, à hauteur de 70%. Mais il contient aussi une quantité relativement importante de métaux (Pb, Zn, Cu, Cd, etc., y compris de l'or et de l'argent), qui sont présents dans la pyrite brute.

Le pourcentage incorporé varie en général entre 1 et 3%, en fonction de la teneur en fer des autres matières premières utilisées dans la préparation du cru.

Incidences techniques

C'est un processus vérifié et techniquement viable.

Les cendres approvisionnées sont de taille assez réduite (environ 10mm). Il faut prendre en compte la taille de ces particules, en fonction du système de production du ciment, pour éviter d'éventuels problèmes d'obturation.

La teneur en métaux lourds doit être limitée, afin de ne pas augmenter leur propre émission dans l'atmosphère (cas des volatiles) et également pour ne pas créer une concentration excessive dans le clinker, ce qui pourrait affecter la prise du ciment et sa toxicité.

Ces cendres peuvent également être récupérées dans les terrains d'anciennes usines industrielles, comme des entreprises pharmaceutiques, de fertilisants, des papeteries, des stations d'épuration, ainsi que des entreprises alimentaires et chimiques en général.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

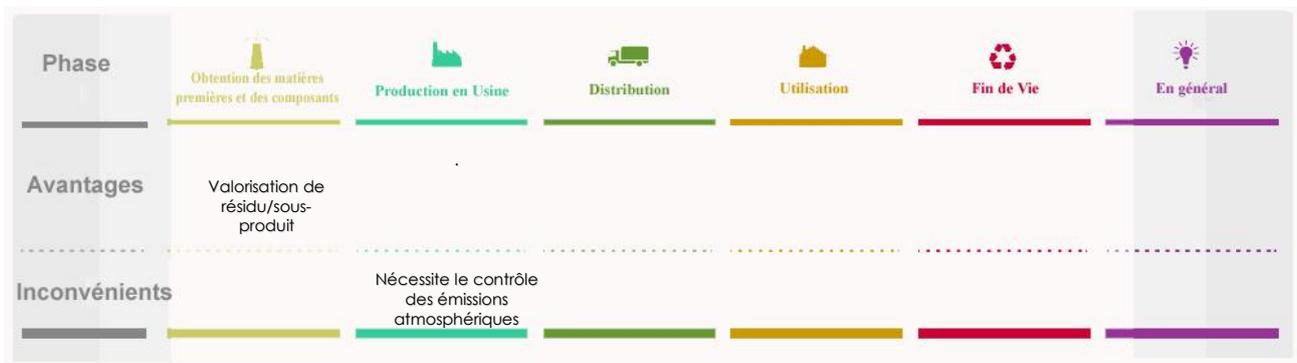
Incidences économiques

Sur le marché, il existe différents matériaux pouvant être utilisés pour ajuster la teneur en oxyde de fer dans la préparation du cru. C'est pourquoi pour établir une évaluation économique il faudrait faire une étude en fonction de la disponibilité du produit et de la distance entre la cimenterie et le lieu d'approvisionnement, puisque le coût du transport est un facteur déterminant.



Incidences environnementales

Les améliorations environnementales viennent d'une part de la valorisation d'un matériau résiduel, évitant sa gestion en décharge et les coûts et impacts associés, et d'autre part de la diminution de consommation de matières premières vierges, réduisant les extractions.



Exemple d'application de la mesure

L'industrie du ciment consomme en Europe près d'1 million de tonnes de cendres de pyrite par an. Par exemple, CEMEX España, en 2004, a valorisé 72903 tonnes de cendres de pyrite pour la production de 9 890 863 tonnes de ciment.

L'entreprise INABONOS S.A. (désormais TIMAC-AGRO), ancienne propriétaire de deux usines de fabrication d'engrais chimique à partir de la production d'acide sulfurique et de superphosphates, a valorisé dans des cimenteries plus de 23 000 tonnes de pyrite. Pour cela, il a fallu rassembler, purifier et tamiser les cendres jusqu'à obtention de la granulométrie requise pour fabriquer le ciment.

Références

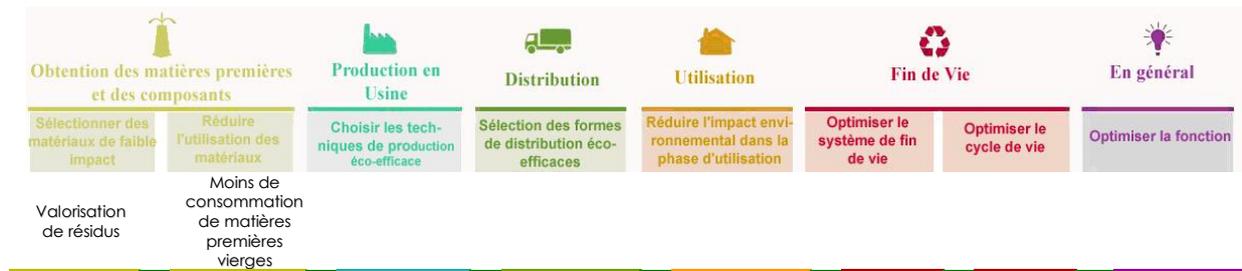
- "Reciclaje de residuos industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción" Xavier Elías Castells. Ediciones Díaz de Santos, 2000.
- Fabricación de Ácido Sulfúrico. Serie Guías Técnicas de aplicación de BREF's en la Comunidad Autónoma del País Vasco Nº 1 – Octubre 2006. IHOBE 2006
- Declaración ambiental de Befesa Desulfuración S.A. 2005 y 2006
- Recuperación Medioambiental de Suelo Contaminado por Metales Pesados. Desarrollo de la Solución Adoptada. Ponencia de Jesús Ignacio Diego Pereda, Navarra de Medio Ambiente Industrial, S.A.



CODE : CEM -02

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
TYPE: Spécifique **Mesure :** Valorisation des cendres de boues de papeteries dans la préparation du cru
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des cendres de boues de papeterie, provenant de la pâte à papier, en matière première pour la formulation du clinker. Leur haute teneur en carbonates de calcium permet la substitution partielle de matières premières vierges.

Ces boues contiennent beaucoup de matière organique (30,3%). La fraction minérale comporte de la calcite (68%, de la kaolinite (31%), du talk (1%), du mica et du quartz (<1%). Une fois calcinées à haute température, entre 700 et 800°C, elles présentent une grande activité pouzzolanique, due à la transformation de la kaolinite en metakaolinite.

Incidences techniques

Pour utiliser ce matériau il faut au préalable connaître sa composition chimique, du moins les éléments majeurs. Il faut identifier les composants inorganiques, et si les proportions sont acceptables, des essais peuvent être réalisés. L'acceptation de boues de la part du cimentier est conditionnée par l'indice d'humidité de celles-ci, ainsi que par leur teneur en métaux lourds.

Il faut apporter des modifications pertinentes dans la formulation afin d'obtenir le produit désiré avec l'introduction de cette nouvelle matière première.

Le matériau est approvisionné en citernes et stocké en silo. Il est introduit ensuite dans le malaxeur à travers une vis sans fin.

7% des résidus générés dans les papeteries sont valorisés dans des cimenteries.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

Pour établir une évaluation économique il faudrait faire une étude en fonction de la disponibilité du produit et de la distance entre la cimenterie et le lieu d'approvisionnement, puisque le coût du transport est un facteur déterminant.



Incidences environnementales

Les améliorations environnementales viennent d'une part de la valorisation d'un matériau résiduel, évitant sa gestion en décharge et les coûts et impacts associés, et d'autre part de la diminution de consommation de matières premières vierges, réduisant les extractions.



Exemple d'application de la mesure

Les entreprises Cementos Rezola (FYM) et Lemona Industrial, S.A. récupèrent des boues de papeterie pour fabriquer le clinker de ciment et du ciment artificiel.

Sur la période 2003 – 2004 Lemona Industrial, S.A. a valorisé 120343 tonnes de boues provenant de l'industrie du papier.

L'industrie du papier mène plusieurs projets de recherche pour progresser dans la valorisation et le recyclage des résidus. On peut citer par exemple, en Espagne :

Valorisation et recyclage des résidus du processus de production du papier: ASPAPEL, association espagnole des fabricants de pâte, papier, et carton.

STRAW PULPING ENGINEERING, S.L. : Développement d'un procédé intégré pour la valorisation de plantes annuelles (plantes qui vivent moins de deux semaines) dans le secteur des pâtes et papiers, et pour la réutilisation dans les ciments des sous-produits résultant de ces processus.

Références

- La recette de la papeterie durable. Mars 2008. ASPAPE
- www.ihobe.net (Catalogue de recyclage industriel de la CAPV)
- www.ihobe.net. (Cas pratiques d'excellence environnementale)
- Paper sludge and paper sludge ash in Portland cement manufacture. Dr Andrew M Dunster. October 2007
- Frías M., Sánchez de Rojas M.I., Rodríguez O., García Jiménez R., Vigil de la Villa R. (2008) "Characterisation of calcined paper sludge as an environmentally friendly source of metakaolin for manufacture of cementitious materials" *Advances in Cement Research* 20 (1), pp. 23-30.
- "Development of Highly Reactive Metakaolin from Paper Sludge" Jean Pera and Achène Amrouz 1996
- Coal/Biomass Fly Ash in Concrete: Pozzolanic Reaction and Alkali Silica Reaction Shuangzhen Wang, Rick Dalton, Sharon Bragonje and Larry Baxter Chemical Engineering Dept. Brigham Young University ACERC annual conference February 16, 2006



CODE : CEM -03

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
TYPE: Spécifique **Mesure :** Valorisation des sables de fonderie dans la préparation du cru
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des sables de fonderie comme matière première pour la formulation du cru de ciment. Ce matériau est intéressant pour sa haute teneur en SiO₂, ce qui permet la substitution partielle de matières premières vierges.

Le sable issu du procédé de sable à vert fin apporte de l'alumine, de la silice et de la bentonite (argile activée). Toute impureté organique sera oxydée au cours de la calcination.

Des recherches de la American Foundry Society (AFS) ont montré que l'utilisation de résidus de sables de fonderie pour la fabrication de ciment apporte une meilleure résistance à la compression, en comparaison avec des mélanges de contrôle. Cet effet augmente quand on rajoute davantage de sable de fonderie.

Des études de Labein indiquent qu'on peut l'ajouter jusqu'à 15% sans problème, et qu'il serait même possible d'augmenter ce pourcentage.

Incidences techniques

En fonction de la technologie de chaque cimenterie, le sable peut être ajouté dans la zone chaude soit directement, soit pré mélangé au reste des matériaux (plus conventionnel). En Allemagne, plusieurs tests ont permis de constater qu'il n'est pas nécessaire de moudre davantage le sable, car une plus grande granulométrie favorise la calcination du carbone et des substances organiques. C'est pourquoi le broyage du sable n'est nécessaire uniquement lorsque la cimenterie le nécessite pour des raisons techniques, mais pas d'un point de vue environnemental. La poudre de carbone et les petites quantités de substance organique contenues dans ces sables sont complètement incinérées au cours du processus.

Des limites peuvent être exigées pour les concentrations en dioxydes de silice, fer, aluminium, ou encore pour le chlore ou les métaux lourds.

Si on utilise du sable de fonderie contaminé par des agglutinants organiques, il faut s'assurer que les gaz générés durant la calcination seront soumis à un traitement pour éliminer les polluants, conformément aux normes en vigueur.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.



Incidences économiques

Les sables de fonderie peuvent être considérés comme un matériau peu cher, étant donné que c'est un résidu d'activité industrielle, qui plus est généré en quantités considérables. Son coût principal est celui de son transport, c'est pourquoi il faut l'utiliser dans les zones voisines des centres de production.

Incidences environnementales

L'amélioration environnementale vient d'une part de la valorisation de résidus qui sinon seraient gérés en décharge, avec les impacts et processus associés, et d'autre part de la substitution de 15% des matières vierges permettant un apport de silice et d'alumine, ce qui permet d'éviter leur consommation et leur extraction.

La houille, mélangée aux sables de fonderie et aux restes de résines peut libérer des substances organiques volatiles et des produits de pyrolyse, quand on réalise un ajout conventionnel. Il faut contrôler les hydrocarbures aromatiques (BTX), de même que les aromatiques polycycliques dérivés de la poudre de carbone. Les résines utilisées dans les fonderies ne dégagent pas d'aromatiques polycycliques. Les sables de moulage utilisés ont de faibles émissions, et une faible teneur en carbone (<3%). Une fois filtrés et lavés, ils ne libèrent pas plus de substances contaminantes que les sables naturels.

Lors de l'addition dans la zone chaude, les composés volatils de carbone sont également incinérés, c'est pourquoi les matériaux riches en carbone, comme par exemple les particules fines provenant des sables de moulage et de la régénération, ne sont pas non-plus des sources d'émission additionnelles. La diffusion des substances polluantes sous l'effet du vent lors du transvasement et du stockage peut être évitée en humectant les particules fines et en les approvisionnant dans des récipients fermés.

L'emploi de sables de fonderie usagés ne produit pas davantage d'émissions de métaux lourds, puisqu'ils sont toujours introduits avec de faibles teneurs en métaux. Les émissions sont similaires à celles résultant de l'usage d'argile naturelle.



Exemple d'application de la mesure

Au Pays Basque espagnol, l'entreprise Labein a mené à bien des études sur la réutilisation de sables de fonderie dans le secteur cimentier, en réalisant des essais industriels: les résultats montrent que vis-à-vis de la fabrication du clinker il n'y a pas de variation par rapport aux méthodes conventionnelles, que les émissions sont conformes aux limites, et que ce type de sable est utilisable. L'innovation obtenue est l'incorporation de ces sables jusqu'à 15% dans les ciments, pourcentage qui pourrait même être plus grand. Les tests ont été réalisés avec du sable de moulage.

Références

- Alternate Utilization of Foundry Waste Sand: Final (Phase I) Report. AFS. 1991. Des Plaines, Illinois.
- Cahiers Basques de Sciences et Technologie, 12 juillet 2000
- Livre blanc pour la minimisation des déchets et émissions: sables de moulage en fonderies de métaux ferreux. IHOBE. PUB-1998-007



CODE : CEM-04

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
 TYPE: Spécifique Mesure : Valorisation des gravats de démolition dans la préparation du cru
 Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La caractérisation chimique des décombres de démolition de structures en béton correspond majoritairement à celle des granulats contenus, puisque ceux-ci constituent plus de 75% du béton. Les autres composants quant à eux servent plutôt pour l'hydratation du ciment (silicates, aluminates, hydroxydes calciques hydratés). Ceci permet de supposer que le béton à base de calcaire pourrait servir pour remplacer la pierre calcaire naturelle qu'on utilise dans le processus de fabrication du ciment, alors que les gravats provenant de la démolition de béton élaboré avec des additions siliceuses pourraient être utilisés comme substitutifs partiels de la marne (pour apporter de la silice, de l'aluminium et du calcium). Les résidus de mur en pierre apparente pourraient aussi être utilisés comme substitutif partiel de la marne, mais avec un dosage différent puisque leur composition chimique est plus hétérogène.

Composition chimique moyenne de décombres de démolition, en pourcentages.

	Décombres de silice	Décombres calcaires	Décombres de murs en pierre
SiO ₂	54,6	4,5	40,9
Al ₂ O ₃	18,0	1,5	6,8
Fe ₂ O ₃	3,9	1,3	3,4
CaO	6,5	53,0	23,3
MgO	0,8	0,5	0,8

Etant donné que le cru de ciment est obtenu par le biais d'un dosage très contrôlé, avec des paramètres précis, l'incorporation de nouveaux matériaux engendre une régulation des dosages et de la composition. Cela signifie qu'il faut réaliser des contrôles exhaustifs de la composition des résidus, et mettre en place un système de dosage adéquat s'il n'y en a pas.

Incidences techniques

Les décombres de démolition ayant un fort pourcentage de béton ne doit pas contenir de métaux, afin de ne pas affecter la presse à rouleaux qui sert à broyer le cru : la granulométrie doit être inférieure à 50 mm, et la composition la plus homogène possible. D'où la nécessité de caractériser et sélectionner les matériaux à utiliser, pour déterminer le dosage tout comme pour le reste des matières primaires. La présence de certains métaux lourds comme le plomb, le mercure ou le cadmium n'est pas idéale, et donc doit être limitée.

Il est important de signaler que la majeure partie des granulats provenant du recyclage de résidus de construction sont commercialisés pour leur réutilisation et, par conséquent, doivent remplir les conditions de la directive européenne 89/106/CEE Produits de Construction, ainsi que disposer du marquage CE correspondant. Sur la base de certaines mises en œuvre consolidées, il est possible d'établir des accords avec le fournisseur pour que le produit approvisionné satisfasse les critères de l'entreprise (par exemple, la teneur en impureté ou la granulométrie). Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.



Incidences économiques

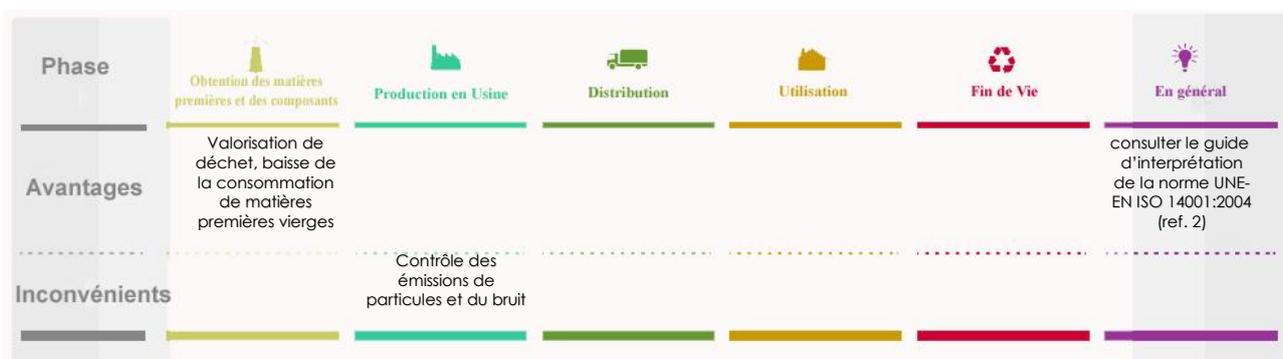
La viabilité d'un investissement de la part de l'entreprise dans des opérations de valorisation de déchets de construction et démolition doit être évaluée pour chaque cas particulier. En effet, différents facteurs sont en jeu: l'obtention du code de gestion, les tarifs des décharges environnantes, le volume de matériau à traiter, la capacité de stockage de la cimenterie, la quantité d'impuretés contenues dans le résidu qui affecte le coût du prétraitement, etc.

L'investissement dans des équipements n'est pas considéré comme un facteur significatif puisqu'on peut employer les mêmes installations utilisées pour traiter les granulats naturels.

D'autre part, l'utilisation d'un matériau provenant d'usines de valorisation de déchets de construction pour substituer la matière première naturelle dépendra également de son prix. Bien qu'il ne soit toujours pas compétitif, des facteurs comme la disponibilité des matériaux naturels, le stock, ou les accords sectoriels, pourraient mener à changer cette situation.

Incidences environnementales

L'amélioration environnementale vient d'une part de la valorisation de résidus qui sinon seraient gérés en décharge, avec les impacts et processus associés, et d'autre part de la substitution de la pierre calcaire naturelle et de la marne, évitant ainsi leur extraction et leur épuisement. Le pourcentage de substitution dépend de la composition des déchets.



Exemple d'application de la mesure

ECOCEM (Espagne) dispose d'installations de gestion de déchets pour la valorisation aussi bien matérielle qu'énergétique dans des fours cimentiers. ECOCEM est le fruit de l'union d'ECOCAT avec le fabricant de ciment Lafarge et le groupe Financiera y Minera.

Financiera y Minera, S.A possède une autorisation du gouvernement basque pour admettre dans la cimenterie de Añorga des résidus de construction et de démolition codifiés selon la Liste Européenne de Déchets, avec les codes 170107 et 170504, pour leur utilisation en substitution partielle de matière première. Les conditions d'admission limitent la teneur en chlore à un pourcentage inférieur à 1% et imposent que la quantité de métaux lourds volatiles (Cd, Hg,Ti) soit inférieure à 100 ppm.

Lemona Industrial, S.A récupère également des déchets de construction et de démolition, pour les insérer dans le processus de production du clinker de ciment et de ciment artificiel.

Références

- "Recyclage de décombres de démolition pour la fabrication de ciment". Juan Carlos Urcelay Gordobil. Revue CEMENTO- HORMIGON. N° 768. 1997.
- Guide d'interprétation de la norme UNE-EN ISO 14001:2004 pour les entreprises de construction. AENOR
- www.ecocat.es (ecocem)
- www.ihobe.net (catalogue de recyclage industriel de la CAPV)
- "Déchets de construction et de démolition. Caractérisation du matériau obtenu avec le béton et la céramique". B. Blandon; R. Huete. Journées de recherche dans la construction. Institut de Sciences de la Construction Eduardo Torroja. Conseil Supérieur de Recherche Scientifique. Madrid: AIMET, 2005



CODE : CEM -05

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
TYPE: Spécifique **Mesure :** Valorisation de cendres de boues d'épuration dans la préparation du cru
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des cendres de combustion des boues d'épuration en tant que matière première pour la formulation du clinker: grâce à leur composition, elles peuvent remplacer partiellement les matières premières vierges.

Les cendres de boues d'épuration sont un sous-produit de la combustion des boues déshydratées dans un incinérateur. Leur volume représente 10% du volume initial. Ces cendres sont constituées principalement d'oxydes de silicium, calcium, et fer. Les compositions peuvent varier de façon notable, tout comme la taille et les propriétés des cendres, généralement en fonction du type de système d'incinération et des adjuvants chimiques introduits dans le processus de traitement des eaux résiduées.

Des recherches ont montré que les concentration en métaux lourds ne sont pas excessives et ne présentent pas de problème de lixiviation.

Incidences techniques

Pour utiliser ce matériau il faut au préalable connaître sa composition chimique, du moins les éléments majeurs. Il faut identifier les composants inorganiques, et si les proportions sont acceptables, des essais peuvent être réalisés.

Il faut apporter des modifications pertinentes dans la formulation afin d'obtenir le produit désiré avec l'introduction de cette nouvelle matière première.

Le matériau est approvisionné dans des citernes pour être ensuite stocké dans des silos. Plus tard, il est introduit dans le malaxeur à l'aide d'une vis sans fin.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

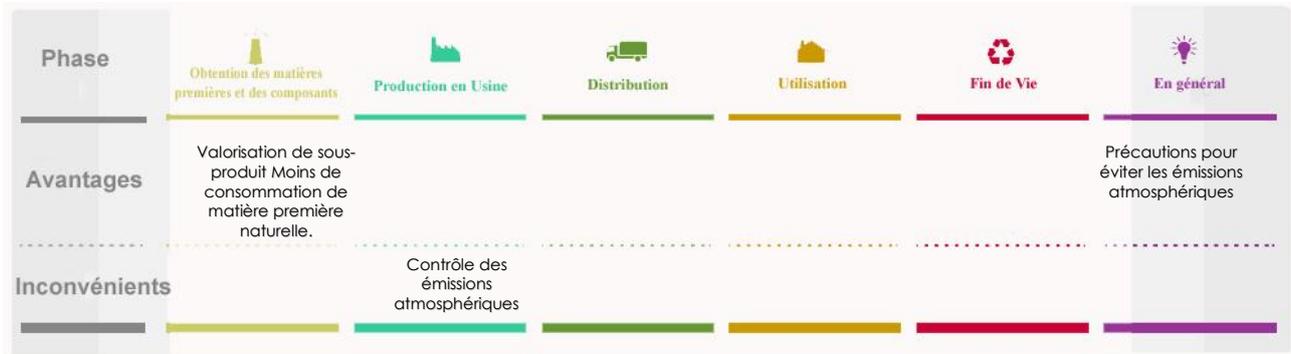
Incidences économiques

Pour établir une évaluation économique il faudrait faire une étude en fonction de la disponibilité du produit et de la distance entre la cimenterie et le lieu d'approvisionnement, puisque le coût du transport est un facteur déterminant.



Incidences environnementales

L'amélioration environnementale vient d'une part de la valorisation de résidus qui sinon seraient gérés en décharge, avec les impacts et processus associés, et d'autre part de la diminution de consommation de matière première naturelle (en fonction de la composition des cendres), évitant ainsi leur extraction et leur épuisement.



Exemple d'application de la mesure

CEMEX construit dans son usine d'Alicante une installation de séchage des boues qui permettra de sécher 60000 tonnes de boue par an. Il s'agit d'un procédé complètement novateur en Europe qui résout un problème social de gestion des déchets, puisqu'il est difficile d'appliquer un traitement adéquat aux boues, compte-tenu de leur haute teneur en eau (autour de 75%).

La construction de cet équipement permettra de faire des économies d'énergie considérables en profitant du surplus de chaleur des fours de ciment pour le séchage des boues.

Bien qu'en général on valorise les boues sur le plan énergétique, il existe différents projets de recherche qui analysent leur comportement en tant que substitutif de matières premières pour la fabrication de ciments, de mortiers, ou de béton.

A titre d'exemple on peut citer le projet PEL-CEN, développé par le Groupe de Recherche en Chimie des Matériaux de Construction (GIQUIMA) de l'Université Polytechnique de Valence (Espagne), pour l'entité publique d'assainissement des eaux résiduelles de la Communauté de Valence. Ce projet met en évidence, entre autres, la viabilité de remplacer, dans la fabrication du cru de ciment, un pourcentage conséquent de calcaire par des pastilles/granulés de boues d'épuration.

Références

- Effet de l'addition de cendres de boues d'épuration dans les propriétés mécaniques et niveaux de corrosion des armatures imbibées dans des mortiers de ciment Portland. E. G.ª Alcocel, P. Garcés, J. J. Martínez, J. Payá, L. G.ª Andión. Matériaux de Construction. Vol. 56, 282, 31-43. Avril-Juin 2006 (ISSN: 0465-2746).
- Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia www.consorciodeauas.com
- Consorcio de Aguas de Gipuzkoa www.gipuzkoakour.com
- AMVISA. Aguas Municipales de Vitoria, S.A. www.amvisa.org
- www.cemex.es
- Use of Sewage Sludge Products in Construction Autor A. P. Gunn, R. E. Dewhurst, A. Giorgetti, et al. Publicado por CIRIA, 2004



CODE : CEM -06

TYPE: Spécifique **Stratégie :** Réduction de la consommation de matières premières vierges
Mesure : Valorisation de battitures dans le cru de ciment
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des battitures de laminage (grenaille, limaille) en tant que matière première pour la formulation du clinker: leur forte concentration en oxydes de fer leur permet de substituer partiellement les matières premières vierges contenant ces oxydes.

Il s'agit d'un déchet non dangereux de l'industrie du fer et de l'acier, généré lors du laminage et récupéré dans la station de traitement des eaux.

Environ 90% des battitures sont directement recyclées dans l'industrie sidérurgique elle-même, tandis que de petites quantités sont réutilisés dans des ferroalliages, dans des cimenteries et dans l'industrie pétrochimique.

Le pourcentage utilisé varie entre 1 et 3%, et dépend toutefois de la teneur en fer du reste des matières premières employés dans la préparation du cru de ciment.

Incidences techniques

Il s'agit d'un procédé testé, et dont la viabilité technique est vérifiée.

Du fait que ces sous-produits peuvent présenter une teneur importante en huile, il faut appliquer un prétraitement de lavage à pression ou thermique pour la réduire, afin d'éviter l'augmentation des émissions de COV dans l'atmosphère.

La granulométrie doit être entre 0 et 10mm, mais cela n'est pas réellement un problème puisque la taille de la battiture est généralement inférieure à 5 mm.

Dans la battiture, en plus du fer qui est l'élément principal, sont présents 3 types d'oxydes de fer: la wustite (FeO), l'hématite (Fe₂O₃) et la magnétite (Fe₃O₄). La composition chimique de la battiture varie en fonction du type d'acier produit et du procédé employé. La teneur en fer est normalement voisine de 70%, avec des traces de métal non ferreux et de composés alcalins. La battiture est contaminée par des restes de lubrifiant, d'huiles diverses, et de graisses provenant d'écoulements des équipements employés lors du laminage. La teneur en huile doit varier entre 0,1 et 2,0%, et peut atteindre jusqu'à 10%.

Pour son usage en cimenterie, les battitures de laminoir doivent avoir un indice d'humidité inférieur à 4% et ne pas contenir d'huile.

Les battitures de laminage de procédés thermiques de l'industrie du fer et de l'acier sont répertoriées dans la liste européenne de déchets, sous le code 100210.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.



Incidences économiques

Sur le marché il existe différents matériaux qui peuvent être utilisés pour ajuster la teneur en oxyde de fer dans la préparation du cru. Pour faire une évaluation économique il est nécessaire de faire une étude en fonction de la disponibilité du produit et de la distance entre la cimenterie et le lieu d'approvisionnement, puisque le coût du transport est un facteur déterminant.

Incidences environnementales

L'amélioration environnementale vient d'une part de la valorisation de résidus qui sinon seraient gérés en décharge, avec les impacts et processus associés, et d'autre part de la diminution de consommation de matières premières vierges, évitant ainsi leur extraction et leur épuisement.



Exemple d'application de la mesure

Il s'agit d'une pratique généralisée dans l'industrie du ciment.

Les entreprises Cementos Rezola et Lemona Industrial, S.A. récupèrent des battitures de laminage et de forge, provenant de la fabrication d'acier, pour le processus de production du clinker de ciment et de ciment artificiel.

Sur la période 2003-2004 Lemona Industrial, S.A. a valorisé 9577 tonnes de battitures de laminage.

Références

- Application technologique d'un résidu de l'industrie de l'acier dans l'élimination de matériaux polluants. Thèse doctorale de María Isabel Martín Hernández. Madrid, 2004. ISBN: 84-669-2665-8
- www.ihobe.net (catalogue de recyclage industriel de la CAPV)
- Union des entreprises sidérurgiques UNESID
- www.ihobe.net. (cas pratiques d'excellence environnementale)



CODE : CEM -07

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
Mesure : Valorisation des scories de cuivre dans la préparation du cru
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des scories de cuivre en tant que matière première pour la formulation du clinker. Les scories sont composées principalement d'oxydes de fer et de silice, avec des traces d'oxydes d'autres métaux, et peuvent remplacer partiellement les matières premières vierges.

La scorie de cuivre est un sous-produit obtenu dans le processus de fonte des sulfures de cuivre. Compte-tenu de ses caractéristiques chimiques et minéralogiques, la scorie peut être utilisée pour la fabrication du ciment Portland, en tant qu'élément de substitution partielle des minéraux de silice et de l'hématite dans la formation des mélanges de cru.

Le pourcentage utilisé varie entre 1 et 3%, et dépend toutefois de la teneur en fer du reste des matières premières employés dans la préparation du cru.

Des études sur la réactivité et la cinétique de formation du clinker en partant de mélanges traditionnels pour la production du clinker Portland ont montré qu'il est possible d'utiliser de manière effective les oxydes de cuivre comme fondant et/ou minéralisant. Les avantages obtenus sont: réduction de la température de formation de la phase liquide, amélioration de la réactivité du clinker, et accroissement de la résistance à la compression du ciment.

Incidences techniques

L'utilisation de scories de cuivre peut être limitée par la quantité de plomb et de soufre qu'elles contiennent. Cependant, les minéraux de cuivre utilisés dans les fonderies sont souvent exempts de plomb.

Les entreprises autorisées pour la gestion de ces déchets sont classées sous le code 100601 de la Liste Européenne des Déchets, dans le sous chapitre correspondant aux résidus de procédés thermo-métallurgiques du cuivre.
 Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

Sur le marché il existe différents matériaux qui peuvent être utilisés pour ajuster la teneur en oxyde de fer dans la préparation du cru. Pour faire une évaluation économique il est nécessaire de faire une étude en fonction de la disponibilité du produit et de la distance entre la cimenterie et le lieu d'approvisionnement, puisque le coût du transport est un facteur déterminant.

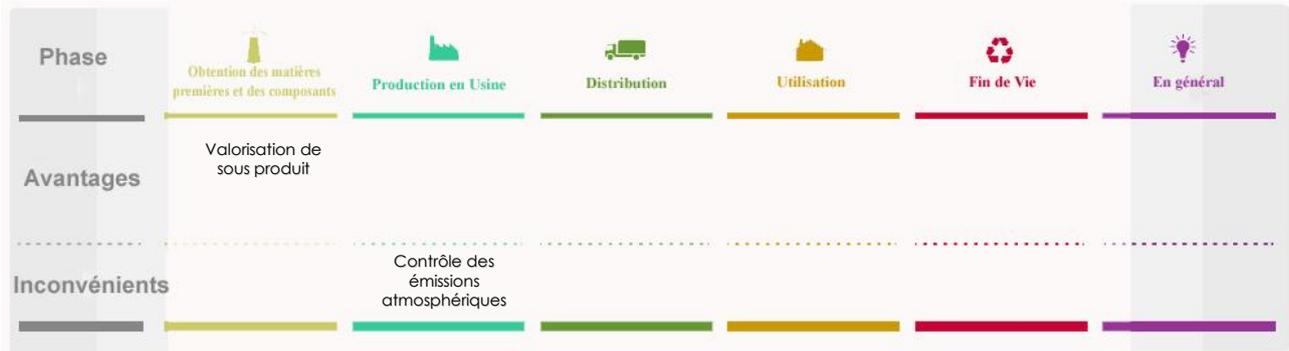


Incidences environnementales

L'amélioration environnementale vient d'une part de la valorisation de résidus qui sinon seraient gérés en centre d'enfouissement technique, avec les impacts et processus associés, et d'autre part de la diminution de consommation de matières premières vierges, évitant ainsi leur extraction et leur épuisement.

La substitution partielle des minéraux de silice et de fer, la diminution de la température de fabrication du clinker (économie d'énergie) font que cette technique est une alternative environnementale sûre pour la gestion de ces résidus.

Des études réalisées indiquent que 100% du ZN, Cu, Mo et du Ti sont incorporés dans la structure cristalline du clinker, alors que seulement 15% du plomb est retenu dans le clinker.



Exemple d'application de la mesure

De l'étude réalisée par le Centre de Recherche en Matériaux Avancés de Chihuahua, au Mexique, sont ressorties les conclusions suivantes:

- Il est possible d'utiliser la scorie du processus de fonte des sulfures de cuivre dans des mélanges comme substitutif partiel d'espèces minérales telles que l'ignimbrite (45%) et de l'hématite (100%), et pour apporter 100% du fer.
- L'addition de la scorie dans les échantillons de cru réalisés améliore la réactivité (ignition). Cet effet peut être remarqué lors de la diminution de chaux libre (entre 10,27% et 15,93%) à 1400°C.
- L'incorporation de la scorie aux mélanges crus ne produit pas de nouvelles phases quand elles sont transformées en clinker dans l'intervalle de température étudié (1350 à 1450°C).
- En accord avec le bilan de matière pour les éléments Zn, Cu, Ti, Mo et Pb, les 4 premiers sont retenus dans la matrice cristalline du clinker tandis que le plomb l'est seulement à 15%. Même si la volatilité du plomb représente un grave problème environnemental, il faut considérer que nous travaillons en circuit ouvert, au niveau des laboratoires, et qu'actuellement les minéraux de cuivre traités dans les fonderies ne contiennent pas de plomb.
- Le procédé de fabrication du clinker pour le ciment Portland peut être une alternative économique, technique et attractive au niveau environnemental pour le co-traitement des scories de cuivre. Mais son utilisation peut être limitée par la quantité de plomb et de soufre qu'elles contiennent: une bonne stratégie serait un mélange entre l'hématite et la scorie, ou sélectionner une scorie de cuivre sans plomb.

Références

- USO DE LA ESCORIA DE COBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CLÍNKER PARA CEMENTO PORTLAND. L. E. GARCÍA MEDINA, E. ORRANTIA BORUNDA, A. AGUILAR ELGUÉZABAL. Materiales de Construcción Vol. 56, 281, 31-40, enero-marzo 2006



CODE : CEM -08

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
Mesure : Valorisation des scories blanche d'aciérie dans la préparation du cru
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Il s'agit de valoriser la scorie blanche d'aciérie, un sous-produit inerte issu du processus d'affinage lors de la fabrication de l'acier dans des fours à arc électrique. Sa composition type est la suivante: Calcium 34,5%, Silicium 11,7%, Fer 3,2%, Magnésium 8,1% et Aluminium 2,7%.

Du fait de leur faible teneur en fer, les scories ne peuvent pas être utilisées en cimenterie comme éléments apporteur de fer, mais plutôt comme matière première en remplacement de la marne. Le paramètre à considérer est la teneur en métaux, qui en fonction de la composition de la marne substituée, peuvent conditionner l'utilisation des scories en respectant les normes établies pour la production de ciment. Dans le cas où ces paramètres ne sont pas limitant, il faut tenir compte de la teneur en magnésium, qui aidera à déterminer le dosage maximal (en général pas plus de 4%).

Incidences techniques

Les scories subissent un prétraitement visant d'une part à séparer la fraction métallique ainsi que d'autres matériaux, et d'autre part à atteindre la granulométrie souhaitée. A noter que les scories doivent disposer d'une teneur maximale en humidité.

Dans l'étude sur les aspects techniques (dans le cas où il n'y a pas de limitations pour les métaux), il a été déterminé que le paramètre limitant pour lequel le dosage devait être inférieur à 4% était le magnésium, car c'est un élément qui affecte la qualité du clinker. Pour cela il est nécessaire d'analyser la scorie blanche pour réaliser un bon dosage, chaque aciérie devant maintenir la composition uniforme.

De même, il est important que la granulométrie du matériau soit uniforme et comprise entre 0-50mm, et que parmi les scories on ne retrouve pas de matériaux étrangers tels que le fer et des morceaux réfractaires, faciles à éliminer au début.

Le fondeur, s'il n'utilise pas un prestataire externe pour la valorisation (c'est alors lui le recycleur) peut organiser la gestion des scories et les utiliser en cimenteries. Les exigences requises pour leur utilisation en cimenterie sont :

- pas de matériaux étrangers
- élimination des morceaux d'acier provenant du processus
- ajustement de la taille des scories pour qu'elles soient inférieures à 50mm
- respecter la teneur maximale en humidité

Les scories de l'industrie du fer et de l'acier sont classées dans la Liste Européenne des Déchets au code 100202 (scories non traitées), sans distinction entre les scories blanches ou noires.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

Plusieurs facteurs influent sur le coût des scories (taxes de d'enfouissement, transport, quantité fournie, etc.), c'est pourquoi les implications économiques dépendent de chaque situation particulière ou des accords sectoriels entre les cimenteries et les aciéries. Les coûts de déversement des scories blanches sont similaires à ceux du marché pour le déversement en centre d'enfouissement technique.



Incidences environnementales

Le contrôle de la qualité environnementale des scories blanches pour leur utilisation en cimenterie est effectué à travers une analyse complète de ces scories. En prenant comme référence l'information analytique obtenue, les limitations normatives et l'expérience développée en cimenterie, on analyse individuellement certains paramètres qui pourraient altérer les processus des cimenteries :

- Le niveau des huiles minérales est très bas, ce qui garantit que leur influence sur la production, les émissions et la qualité du clinker est nulle.
- La présence de hautes teneurs en sulfates et sulfures peut occasionner d'importants problèmes de process, du fait de la formation d'engorgement/collages. D'autre part, il faut prévoir une augmentation des émissions de SO₂ (limité à 1000 mg/Nm³). Dans le cas des scories blanches le niveau des sulfates est bas et est pratiquement similaire à celui de la marne ; c'est pourquoi remplacer les granulats rocheux n'implique pas une augmentation des émissions de SO₂ ni la formation de collages.
- Les fluorures sont présents en quantités élevées (1,4%), par conséquent il faut les prendre en compte en pratique, puisque sa présence doit être limitée aussi bien dans le clinker que dans les émissions.
- Des teneurs en magnésium supérieures à 2% peuvent causer une instabilité de volume, sa teneur maximale étant limitée par des normes.
- Au niveau environnemental, on arrive à la conclusion que les scories blanches, de par leur faible concentration en métaux et autres éléments problématiques, n'engendrent pas une augmentation considérable des émissions lorsqu'on les intègre dans le processus.
- D'autre part, étant donné leur faible teneur en fer, on ne peut pas utiliser ces scories comme élément apporteur de fer, mais plutôt comme une matière première pour remplacer la marne, ainsi il faut revoir pour chaque cas les limitations concernant la teneur en métaux. S'il n'y a pas de limitation avec ces paramètres, et en sachant que l'autre facteur limitant est le magnésium, c'est le magnésium qui va permettre de déterminer le dosage maximal (en général 4%).

Pour conclure, il faut mettre en avant avantages du recyclage des scories blanches d'aciérie pour en faire une matière primaire secondaire. En premier lieu, on réduit la consommation de ressources vierges notamment dans les exploitations de carrières de calcaire naturel. Ensuite, les émissions de CO₂ diminuent car on utilise une scorie à haute teneur en CaO, qui remplace le calcaire existant dans la marne. La diminution des émissions atmosphériques est proportionnelle à la quantité de scories utilisées. En troisième lieu, on gagne de la place dans les rares centres d'enfouissement technique de matériaux inertes existantes. Enfin, cela permet de mettre en marche une dynamique de changement de mentalité qui encouragera de nouvelles actions environnementales orientées pour la production propre dans le secteur de la fabrication de l'acier.



Exemple d'application de la mesure

La destination actuelle des scories blanches est la cimenterie. En considérant que le dosage moyen de scorie blanche en cimenterie est de 4%, la capacité d'absorption de scorie blanche comme substitut de la marne dans la fabrication du ciment est de près de 80000 tonnes par an, à condition que cette capacité ne soit pas limitée par d'autres éléments, mis à part le magnésium.

Références

- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Escorias de acería. IHOB. PUB-1999-008
- Declaración Ambiental 2006. ACB – Acería Compacta de Bizkaia, S.A.
- www.ihobe.net (catálogo de reciclaje industrial de la CAPV) (casos prácticos de excelencia ambiental)
- Unión de Empresas Siderúrgicas – UNESID



CODE : CEM-09

TYPE: Spécifique

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges

Mesure : Valorisation des scories noires d'aciérie dans la préparation du cru

Applicable à : Ciments



Description de la mesure

La valorisation des scories noires d'aciérie dans la formulation du clinker permet d'apporter du fer, et donc de remplacer une partie des matières premières vierges. Il s'agit d'un sous produit inerte issu du processus de fusion lors de la fabrication de l'acier dans les fours à arc électrique. Il est composé des éléments suivants : CaO 27-37%, SiO₂ 11-25%, FeO 3-25%, Fe₂O₃ 2-22%, MgO 4-11% et Cr₂O₃ 0,6-4%.

Le dosage adéquat des scories doit être d'environ 4% si on veut que le produit final garde les mêmes caractéristiques qu'avec l'utilisation des matières primaires conventionnelles, sans l'apparition de problèmes de qualité technique. Il faut savoir que si on valorise la scorie blanche, les paramètres d'utilisation seront en fonction des tonnes valorisées étant données les limitations en Magnésium. La valorisation et l'utilisation des scories provenant de la fabrication d'acier en fours à arc électrique est contrôlée.

Incidences techniques

Cette méthode de recyclage ne présente en principe aucune restriction au niveau technique, puisqu'elle nécessite uniquement un prétraitement de pilage et criblage de la scorie pour éviter détériorations des bandes transporteuses, pour éliminer les parties ferriques, et obtenir la granulométrie adéquate (<50mm).

Au niveau technique il a pu être démontré qu'il est possible d'utiliser des scories dans des cimenteries avec un dosage à 4%, sans aucun problème de qualité technique pour le produit final.

Dans ce cas, les scories sont employées comme élément apporteur de fer. Le dosage moyen utilisé va dépendre de la quantité de fer dans la scorie elle-même. Ainsi, il est nécessaire de faire une analyse spécifique de la teneur en fer afin de déterminer le dosage exact, imposant à l'aciérie de maintenir une composition uniforme pour son acier, pour ne pas avoir à changer ou ajuster la composition. Les autres limites au niveau de l'usage proviennent des autres produits valorisés dans la cimenterie.

La gestion des scories peut être réalisée par le fondeur lui-même ou par un recycleur externe.

Les scories de l'industrie du fer et de l'acier sont classées dans la Liste Européenne des Déchets au code 100202 (scories non traitées), sans distinction entre les scories blanches ou noires.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.



Incidences économiques

Plusieurs facteurs influent sur le coût des scories (taxes de d'enfouissement, transport, quantité fournie, etc.), c'est pourquoi les implications économiques dépendent de chaque situation particulière ou des accords sectoriels entre les cimenteries et les aciéries.

Incidences environnementales

L'utilisation de scories dans la fabrication de ciment suppose la transformation thermique du résidu à des températures supérieures à 1400°C, ce qui implique la sublimation et l'émission par cheminée de certains oxydes métalliques présents dans les scories (plomb, zinc, cadmium, nickel), et le transfert du reste des composants des scories dans la composition du clinker. Pour cette raison, le contrôle de la qualité environnementale des scories se réalise dans ce cas à travers l'identification des métaux présents dans les particules en suspension émises par la cheminée et dans le clinker créé.

L'amélioration environnementale vient d'une part de la valorisation de résidus qui sinon seraient gérés en centre d'enfouissement technique, avec les impacts et processus associés, et d'autre part de la diminution de consommation de matières premières vierges, évitant ainsi leur extraction et leur épuisement.



Exemple d'application de la mesure

A titre d'exemple, au Pays Basque, un projet pilote a été expérimenté sur le recyclage des scories noires. Le procédé consistait à les introduire dans les fours à ciment pour apporter du fer, de la silice et de la chaux lors de la fabrication du clinker. L'étude a conclu qu'une telle application ne semble pas présenter de limites que ce soit d'un point de vue technique ou environnemental.

Références

- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Escorias de acería. IHOBE. PUB-1999-008
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Decreto 34/2003, de 18 de febrero, por el que se regula la valorización y posterior utilización de escorias procedentes de la fabricación de acero en horno eléctrico, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco. BOPV 41/2893, de 26 de febrero de 2003.
- Borrador del Plan de Prevención y Gestión de Residuos no Peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2008-2011.
- Declaración Ambiental 2006. ACB – Acería Compacta de Bizkaia, S.A.
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)
- Unión de Empresas Siderúrgicas – UNESID



CODE : CEM -10

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction de la consommation de clinker
 Mesure : Valorisation des scories de haut fourneau lors du broyage du ciment
 Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Fabrication de ciment avec faible teneur en clinker en utilisant la scorie comme matériau de substitution. Il s'agit de valoriser les scories granulées des hauts fourneaux en les ajoutant lors de la production du ciment. L'addition est normalisée au niveau européen selon la norme UNE-EN 197:2000.

La scorie granulée de haut fourneau est obtenue par refroidissement rapide d'une scorie fondue, elle-même issue de la fusion du minerai de fer dans le haut fourneau. Elle est constituée aux 2 tiers de scories vitreuses, et possède des propriétés hydrauliques quand elle est activée de manière adéquate.

Cette scorie est constituée aux 2 tiers de sa masse d'oxyde de calcium, d'oxyde de magnésium et de dioxyde de silicium. Le reste contient de l'oxyde d'aluminium ainsi que d'autres composés en petites quantités. La relation en masse $(CaO + MgO)/(SiO_2)$ est supérieure à 1,0.

Le pourcentage de substitution peut arriver jusqu'à 95%.

En Europe, la quantité de ciment qui incorpore de scories représentait 10,7% des ciments en 2001.

Incidences techniques

En général, le ciment avec scorie peut être élaboré principalement par le broyage conjoint des composants (clinker, gypse, scorie), mais on peut également mouler chaque composant séparément et mélanger les poudres dans un équipement d'homogénéisation. La dureté de ces composants n'est pas la même, et dans le cas d'un broyage simultané, la taille résultante de chaque composant sera différente, tandis que lorsque le broyage est séparé, on peut contrôler la taille et la distribution de chaque composant. En fonction du pourcentage de scorie utilisé, le comportement du ciment résultant peut changer, notamment pour la fabrication de béton.

Il faut modifier la composition du ciment pour incorporer ce matériau lors du broyage. Par rapport au ciment Portland, les avantages qui ressortent sont: haute résistance à l'agression chimique (bon comportement face aux milieux agressifs comme les eaux pures et légèrement acides) et basse chaleur d'hydratation.

Cependant, il faut souligner que les scories donnent de faibles résistances au tout début, plus marquées à basse températures et moins marquées à plus hautes températures.

Aussi, il faut tenir compte de la difficulté qu'il existe pour broyer les scories: elles sont dures et souvent assez abrasives. C'est pourquoi il faut quelquefois employer des adjuvants de broyage : ceci est un facteur à prendre en compte car il permet d'améliorer le broyage ainsi que la résistance sur le long terme.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

Les avantages économiques dérivent des économies en énergie et en matières premières. La substitution partielle du clinker par un sous produit industriel représente une meilleure exploitation des ressources, ce qui contribue à la préservation de l'environnement et à éviter le dépôt de matériaux ré-exploitable.

Pour faire une évaluation économique il faut faire une étude particulière en fonction de la demande de ce type de ciment, de la disponibilité des scories de haut fourneau, et de la distance entre la cimenterie et le lieu



d'approvisionnement, puisque le coût du transport est un facteur déterminant.

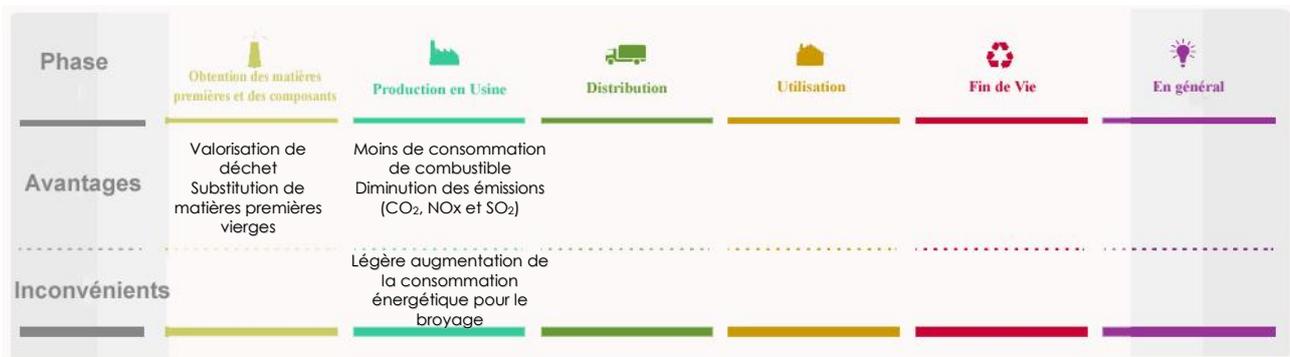
Incidences environnementales

Au niveau environnemental, il a été étudié la possibilité d'une pollution par les eaux de ruissellement qui traversent les réserves ou les couches de granulés de scorie. Les résultats obtenus sont favorables pour le matériau, il a seulement été observé une alcalinisation des eaux, facilement neutralisée par l'action du CO₂ de l'air et l'acidité des pluies.

La consommation d'énergie pour le traitement de la scorie est assez élevée, puisque c'est un matériau qui doit être broyé et très finement moulu.

Les bénéfices environnementaux sont:

- La diminution partielle ou totale des volumes de décombres, ce qui libère de la place pour réutiliser le terrain.
- La valorisation de résidus par leur réutilisation dans la construction contribue à la préservation des ressources vierges.
- L'économie d'énergie et la réduction des émissions atmosphériques générées dans le processus de fabrication du clinker.
- La diminution des matières premières utilisées dans le ciment.



Exemple d'application de la mesure

Sur la période 2003-2004, Lemona Industrial, S.A. a valorisé plus de 36000 tonnes de scories de haut fourneau dans des ciments, notamment pour les travaux suivants :

- Agrandissement du Port de Bilbao, ce qui a représenté 90000 tonnes de ciment CEM III-B, avec un dosage de 300 kg/m³
- Réseau de distribution et d'assainissement du Syndicat des Eaux de Bilbao, pour lesquels ont été utilisées 24.000 tonnes de ciment CEM III-A

Références

- UNE-EN 197:2000. Cementos
- Los aditivos de molienda en los cementos con escoria. Brendan Corcoran, José María Soriano Gil, Davide Padovani
- Cemento hormigón, ISSN 0008-8919, N°. 876, 2005. Págs. 26-39
- www.oficemen.es (Eventos. Noticia de 10/05/07: La consejera vasca de Industria inaugura la planta de Atlántica de Graneles y Moliendas)
- Silo Multicell de gran capacidad para escoria molida en el puerto de Zierbana (Vizcaya). José Luis Gümil Ferreiro. Cemento hormigón, ISSN 0008-8919, N°. 905, 2007. Págs. 54-59
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)
- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Norma UNE-EN 197-1:2000



CODE : CEM -11

Stratégie : Réduction de la consommation de clinker
TYPE: Spécifique **Mesure :** Valorisation de cendres volantes comme adjuvant lors du broyage du ciment
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des cendres volantes de silice des centrales thermiques à charbon: réemploi dans le broyage du ciment. Addition normalisée au niveau européen selon la norme UNE-EN 197.

Les cendres volantes ont un aspect de poudre fine, douce au toucher, avec une couleur grisâtre due à la présence de fer et aux particules de charbon non brûlées. Elles peuvent avoir une nature de silice ou de calcaire : les premières ont des propriétés pouzzolaniques et les secondes peuvent, en plus, avoir des propriétés hydrauliques.

Les cendres volantes sont obtenues par précipitation électrostatique ou mécanique de particules en forme de poudre qui sont entraînées par le flux gazeux des fours, dans les centrales à charbon pulvérisé, qui est brûlé à 1400-1600°C.

D'autre part, les cendres volantes de silice forment une fine poudre de particules sphériques (cenosphères) légères, inertes et composées principalement de silice et d'alumine qui ont des propriétés pouzzolaniques. Les cendres volantes de silice contiennent principalement du dioxyde de silicium réactif (SiO_2) et de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3), le reste étant de l'oxyde de fer et d'autres composés.

Par ailleurs, les cendres volantes calcaires forment une fine poudre aux capacités hydrauliques et/ou pouzzolaniques. Elles contiennent principalement de l'oxyde de calcium réactif (CaO), du dioxyde de silicium réactif (SiO_2), et de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3); le reste étant de l'oxyde de fer et d'autres composés. Selon la norme UNE-EN 197, les proportions maximales de ce matériau dans le ciment sont de 35%. La somme de ces proportions et des proportions des pouzzolanes naturels et de la fumée de silice peuvent atteindre les 55%.

Incidences techniques

Il faut modifier la composition du ciment pour incorporer dans la phase du broyage d'autres matériaux que le clinker.

La perte par calcination des cendres volantes (temps de calcination de 1 heure) n'excédera pas 5% en masse. Les cendres volantes avec des pertes par calcination de 5 à 7% en masse peuvent être utilisées à condition de respecter certaines exigences particulières de durabilité (résistance au gel-dégel, compatibilité avec les adjuvants).

Par ailleurs, dans les cendres volantes de silice, la proportion d'oxyde de calcium réactif doit être inférieure à 10% en masse, et la teneur en oxyde de calcium libre ne doit pas dépasser 1% en masse; alors que la teneur en dioxyde de silice réactif ne doit pas être inférieure à 25% en masse.

Concernant les cendres volantes calcaires, la proportion en oxyde de calcium réactif ne doit pas être inférieure à 10% en masse. L'expansion (stabilité de volume) des cendres volantes calcaires ne doit pas dépasser les 10mm (méthode de test : norme UNE-EN 196-3), en utilisant un mélange de cendres volantes calcaires broyées à 30% en masse, et de ciment type CEM I à 70% en masse. La teneur en sulfates (SO_3) des cendres volantes doit être prise en compte par le fabricant de ciment, car cela réduit convenablement les constituants contenant du sulfate de calcium.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.



Incidences économiques

Les avantages économiques dérivent des économies en énergie et en matières premières. La substitution partielle du clinker par un sous produit industriel représente une meilleure exploitation des ressources, ce qui contribue à la préservation de l'environnement et à éviter le dépôt de matériaux ré-exploitable.

Les cendres volantes peuvent être considérées comme un matériau peu cher, puisque c'est le résidu d'une activité industrielle qui le génère en quantités considérables. Son coût principal est celui du transport, d'où l'intérêt de l'utiliser à proximité des centres de production.

Incidences environnementales

L'utilisation de cendres volantes dans la fabrication de ciments évite non seulement leur versement en centre d'enfouissement technique mais représente également une valeur ajoutée environnementale car cela préserve les ressources vierges ou les matières premières par la substitution partielle du clinker. De plus, on économise de l'énergie et on émet moins de gaz à effet de serre, notamment le CO₂.



Exemple d'application de la mesure

Parmi les résidus inertes utilisés dans l'usine d'Arrigorriaga de la Sociedad Financiera y Minera, S.A. figurent des cendres provenant de centrales thermiques comme celle de Pasaia (Gipuzkoa).

Références

- Norma UNE-EN 197-1:2000
- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.



CODE : CEM -12

TYPE: spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de clinker
Mesure : Valorisation des fumées de silice comme adjuvant lors du broyage du ciment
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation de la fumée de silice de l'industrie des ferroalliages: addition lors du broyage du ciment. Cette action est normalisée selon la norme européenne UNE-EN 197-1:2000.

La fumée de silice, également appelée microsilice, est un sous produit issu de la réduction du quartz de haute pureté par le carbone, dans des fours à arc électrique, pour la production de silicium et d'alliages de ferrosilicium. C'est un matériau pouzzolanique de haute réactivité, extrêmement fin, avec des particules de diamètre inférieur à un micron, en moyenne de 0,1 microns, ce qui est 100 fois plus petit que les particules de ciment. La fumée de silice condensée est constituée de dioxyde de silice à plus de 90%, sous forme cristalline.

Selon la norme UNE-EN 197-1:2000, on peut ajouter au maximum jusqu'à 10% de cette matière. La somme des scories de haut fourneau, de fumée de silice, de pouzzolanes naturels, de cendres volantes, et de schistes calcinés peut atteindre 20% de la composition (CEM II/A-M) ou 35% (CEM II/B-M). La somme de fumée de silice, de pouzzolanes naturels, et de cendres volantes, peut atteindre au maximum 35% de la composition (CEM IV/A) ou 55% (CEM IV/B).

Incidences techniques

L'utilisation de fumée de silice apporte une grande compacité et est souvent employée pour la fabrication de bétons de haute résistance.

La fumée de silice doit respecter les conditions suivantes :

- La perte de masse par calcination ne dépassera pas les 4% (UNE-EN 196-2: 2006 avec un temps de calcination de 1 heure).
- La surface spécifique (BET) de la fumée de silice non traitée doit être d'au moins 15 m²/g (ISO 9277:2010).

L'approvisionnement se fait généralement en vrac par des camions citerne, et le matériau est entreposé dans des silos.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

La substitution partielle du clinker par un sous produit industriel représente un meilleur profit des ressources, ce qui contribue à la préservation de l'environnement et évite le dépôt de matériaux réutilisables.

Pour estimer la viabilité économique de cette méthode, il est nécessaire d'analyser la demande de type d'ajout avec un bilan entre les gains énergétiques et économiques, engendrés par la baisse de la consommation de clinker, et le coût de la fumée de silice, qui dépend de la quantité fournie, de la distance, etc.



Incidences environnementales

Les bénéfices au niveau environnemental sont les suivants:

- La diminution partielle ou totale du volume de déchet dans les décombres, libérant le terrain occupés par les tas pour un autre usage.
- La valorisation de résidus dans la construction contribue à la préservation des ressources vierges.
- Les économies d'énergie et la réduction des émissions atmosphériques générées dans le procédé de fabrication du clinker.
- La diminution des matières premières utilisée dans le ciment.



Exemple d'application de la mesure

Fumée de silice ajoutée dans le ciment Portland: Port de Monaco, quai de la Condamine en 2003 (ciment de l'usine de Jerez) et Pont de Öresund, Danemark (ciment de l'usine de San Vicente del Raspeig, Alicante).

Fumée de silice ajoutée dans le ciment Portland: Tunnels de Camp Magré, Lilla et Puig Cabrer, situés respectivement au niveau des sous-tronçons IV-b et V de la Ligne Grande Vitesse Madrid-Zaragoza- Barcelona-frontière française, sur le tronçon Lérida-Martorell, et dans les territoires communaux de Montblanc y La Riba (province Tarragona). Leur caractéristique principale est qu'on a incorporé de la fumée de silice pour obtenir des résistances supérieures à 80 N/mm². La fumée de silice, en conséquence de la réduction de porosité et de l'action pouzzolanique, augmente la résistance du matériau. De plus, elle proportionne le filler nécessaire pour obtenir une certaine auto-compactabilité, ce qui en conséquence diminue la perméabilité. Le dosage de la fumée de silice a représenté 10% du poids du ciment.

Références

- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Norma UNE-EN 197-1:2000. Cementos



CODE : CEM -13

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de clinker
Mesure : Valorisation de schistes calcinés comme adjuvant lors du broyage du ciment
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Schistes calcinés provenant de l'obtention de pétrole à partir de schistes bitumineux. L'exploitation de ce déchet/sous-produit permet d'amortir les coûts associés à l'extraction de pétrole de schistes bitumineux.

Utilisation :

- Les schistes calcinés contiennent des oxydes calcium, de silicium, d'aluminium et de fer qui peuvent remplacer les matières premières vierges qui servent à apporter ces composés dans l'élaboration du cru de ciment.
- Addition de schistes calcinés pour substituer le clinker dans le broyage de ciment. Cet ajout doit respecter la norme européenne UNE-EN 197-1:2000

Le schiste calciné, particulièrement le schiste bitumineux, est produit dans un four spécial à des températures proches de 800°C. En raison de la composition du matériau naturel et du procédé de production, le schiste calciné contient des phases du clinker, principalement le silicate bicalcique et l'aluminate monocalcique, et de petites quantités d'oxyde de calcium libre, de sulfate de calcium, de dioxyde de silicium, et d'autres oxydes. Par conséquent, le schiste calciné finement moulu possède des propriétés hydrauliques et pouzzolaniques.

Selon la norme UNE-EN 197-1:2000, l'addition maximale de ce matériau est de 35% (CEMII/B-T).

Incidences techniques

a) Dans l'élaboration du cru

Adaptation des fours pour utiliser les schistes bitumineux comme combustible et pour exploiter le résidu de combustion comme matière première. Des entreprises comme FL Smith et KHD travaillent dans l'élaboration des Meilleures Techniques Disponibles pour contribuer à l'application de cette mesure.

b) Comme adjuvant

Le schiste calciné adéquatement broyé devra avoir une résistance à la compression d'au moins 25 MPa à 28 jours, suivant la méthode de test de la norme UNE-EN 196-1. Le mortier de test est préparé uniquement avec du schiste calciné finement moulu, au lieu du ciment. Les éprouvettes de mortier doivent être démoulées 48 heures après leur préparation et séchées dans une atmosphère présentant une humidité relative d'au moins 90% jusqu'au test.

L'expansion (stabilité de volume) du schiste calciné ne doit pas dépasser les 10mm (méthode de test : norme UNE-EN 196-3), en utilisant un mélange de schistes calcinés à 30% en masse, et de ciment type CEM I à 70% en masse.

Si la teneur en sulfates (SO₃) du schiste calciné excède la limite supérieure autorisée, ceci doit être pris en compte par le fabricant de ciment, car cela réduit convenablement les constituants contenant du sulfate de calcium.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Fournisseurs

Les principaux gisements de schistes bitumineux se trouvent en Estonie, en Chine, au Brésil, En Russie, et aux USA.



Incidences économiques

Les avantages économiques viennent des économies d'énergie: la substitution partielle du clinker lorsqu'on utilise le schiste comme adjuvant; la baisse de consommation de matières premières quand on l'utilise comme matériau alternatif.

La substitution partielle du clinker par un sous produit industriel représente un meilleur usage des ressources, ce qui contribue à la préservation de l'environnement et évite la mise en centre d'enfouissement technique de matériaux réutilisables.

Pour estimer la viabilité économique de cette méthode, il est nécessaire d'analyser la demande de type d'ajout avec un bilan entre les gains énergétiques et économiques, engendrés par la baisse de la consommation de clinker, et le coût du matériau alternatif, qui dépend de la quantité fournie, de la distance, etc.

Incidences environnementales

Les avantages environnementaux sont les suivants:

- Réduction du déversement de résidus issus de l'extraction de pétrole à base de schiste bitumineux.
- Quand on utilise un produit à base de schistes bitumineux pour alimenter le four de clinker, il est possible de réutiliser les déchets de combustion comme alternative aux matières premières vierges pour l'élaboration du cru de ciment.
- Diminution de la dépendance aux matières premières vierges provenant de carrières et, par conséquent, la diminution de l'impact sur le territoire dû aux extractions associées à la fabrication de ciment.

Lorsqu'on l'utilise comme adjuvant, cela contribue à la Réduction de la consommation énergétique puisqu'on utilise moins de clinker. Pourtant, il est nécessaire de réaliser un bilan environnemental pour estimer les impacts dérivés de l'extraction et du traitement des schistes.

Phase	Obtention des matières premières et des composants	Production en Usine	Distribution	Utilisation	Fin de Vie	En général
Avantages	Valorisation de déchet Substitution de matières premières vierges	Réduction de 10-15% de l'énergie consommée durant la fabrication				
Inconvénients	Coûts environnementaux associés au transport	Contrôle des émissions atmosphériques				

Exemple d'application de la mesure

C'est une méthode qui est utilisée en Europe, principalement en Allemagne.

A Dotternhausen (Allemagne) l'entreprise Rohrbach Zement a introduit avec succès de l'ardoise bitumineuse dans son procédé de production depuis plus de 60 ans déjà. Une partie de cette ardoise bitumineuse est utilisée directement dans le préchauffeur du four rotatif. En revanche, la majeure partie du matériau est brûlée en unités de fluidisation pour produire des schistes calcinés avec d'importantes propriétés hydrauliques. Dans le même temps, la chaleur générée dans ce procédé est récupérée pour produire de l'électricité. Ces schistes calcinés sont additionnés au clinker pour produire des ciments CEM II/B-T selon la norme UNE-EN 197-1. La rentabilité de cette opération est basée sur l'utilisation complète des ressources énergétiques du matériau et de tous ses minéraux.

Références

- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Norma UNE-EN 197:2000. Cementos
- Behaviour of concrete made using oil shale ash and cement mixtures. M. AL-HASAN. Oil Shale, 2006, Vol. 23, No. 2, pp. 135-143. Estonian Academy Publishers – 2006. ISSN 0208-189X
- Oil shale cement – ecology and economy. J. PURGA. Oil Shale, 2008, Vol. 25, No. 3, pp. 297-299. ISSN 0208-189X
- Energy requirements of using oil shale in the production of ordinary Portland clinker. H. ALLABOUN, A. Y. AL-OTOOM. Oil Shale, 2008, Vol. 25, No. 3, pp. 301-309. ISSN 0208-189X
- Combined utilization of oil shale energy and oil shale minerals within the production of cement and other hydraulic binders. J. HILGER. Oil Shale. 2003. Vol. 20, No. 3 Special. P. 347-355.



CODE : CEM -14

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de clinker
Mesure : Addition de pouzzolanes naturels/artificiels lors du broyage du ciment
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Addition de pouzzolanes naturels lors du broyage du ciment, selon la norme européenne UNE-EN 197.

Les pouzzolanes naturels sont des substances de composition siliceuse et/ou silico-alumineuse. Ce sont normalement des matériaux d'origine volcanique ou des roches sédimentaires, de composition chimique et minéralogique adéquates : l'argile, l'ardoise en sont des exemples.

Ils sont composés presque essentiellement de dioxyde de silicium réactif (SiO_2) et d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3). Le reste contient d'autres oxydes, notamment de fer (Fe_2O_3). La proportion d'oxyde de calcium réactif est de faible importance pour le durcissement.

Les matériaux pouzzolaniques ne durcissent pas tout seul quand ils sont mis en contact de l'eau. En revanche, quand ils sont finement broyés ils réagissent avec l'hydroxyde de calcium $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ pour former des composés de silicate de calcium et d'aluminate de calcium qui ont une certaine résistance. Ces composés sont similaires à ceux formés lors du durcissement des matériaux hydrauliques, comme le gel CSH, mais avec plus petit rapport Ca/Si, ce qui leur donne une bonne durabilité dans des milieux agressifs.

Il faut aussi évoquer l'existence d'études qui analysent les profits réalisables à partir de ces propriétés pouzzolaniques de certains résidus industriels (entre autres : gravats céramiques, boues de papier calcinées et catalyseurs du craquage catalytique épuisés provenant des raffineries). Dans ces études, il est conclu que ces déchets sont aptes à être ajoutés au ciment Portland, même s'ils ne sont pas normalisés.

Selon la norme UNE-EN 197-1:2000, l'addition maximale de pouzzolanes naturels est de 35% (CEMII/B-P et CEMII/B-Q), la somme de ces matériaux, des cendres volantes et de la fumée de silice pouvant atteindre jusqu'à 55% de la composition (CEM IV/B), ou jusqu'à 50 % pour la somme de ces matériaux avec les cendres siliceuses (CEM V/B).

Incidences techniques

La teneur en dioxyde de silicium réactif (SiO_2) dans les pouzzolanes naturels ne doit pas être inférieure à 25% en masse.

Pouzzolanes artificiels: en général, pour la valorisation de déchets industriels aux propriétés pouzzolaniques, il est nécessaire de caractériser le matériau qu'on propose comme alternative.

Par exemple, dans le cas de la valorisation des scories de SiMn, il est nécessaire de connaître en détail leur composition chimique et minérale, leur activité pouzzolanique, la résistance, l'expansivité, le temps de prise, etc.

L'addition de scories de SiMn est possible pour la fabrication de ciment; leur activité pouzzolanique est située entre celles de la fumée de silice et des cendres volantes.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

Les bénéfices économiques viennent des économies en énergie et en matières premières. La substitution partielle du clinker par un sous produit industriel représente un meilleur profit des ressources, ce qui contribue à la préservation de l'environnement et évite le dépôt de matériaux réutilisables.

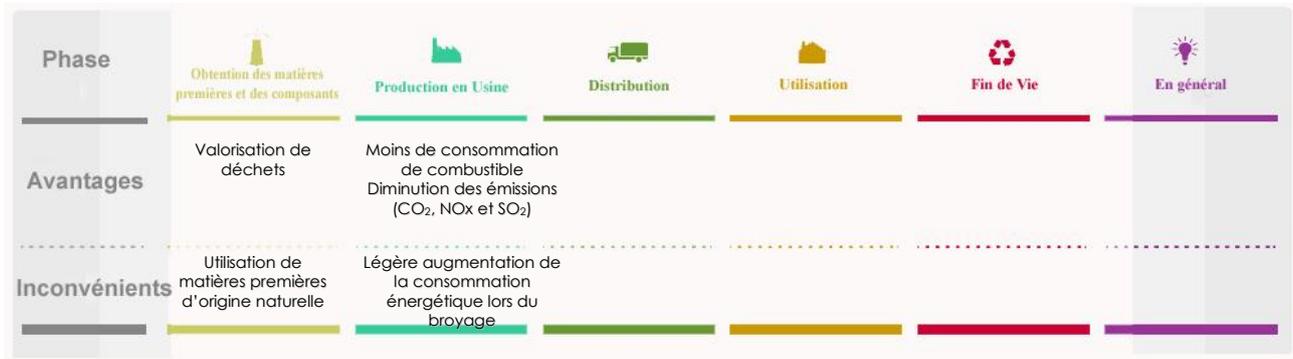
Sur le marché il existe différents matériaux et sous-produits de haute activité pouzzolanique. Ainsi, pour faire une évaluation économique, il est nécessaire de faire une étude particulière en fonction de la disponibilité du produit et du lieu d'approvisionnement, puisque le coût dérivé du transport est un facteur déterminant.



Incidences environnementales

La cuisson du clinker est la partie la plus importante du processus de fabrication du ciment en ce qui concerne les coûts environnementaux. La réduction de la consommation de clinker contribue, par conséquent, à réduire les impacts du procédé et se traduit par une diminution de la consommation d'énergie et des émissions atmosphériques (principalement, les oxydes d'azote et de soufre (NOx, SO₂)).

Pour estimer la réduction de la consommation de matières premières engendrée par cette mesure, il faut réaliser un bilan environnemental spécifique relatif à la quantité de matières premières vierges qui interviennent dans le processus de production.



Exemple d'application de la mesure

Cemex España a utilisé plus de 168000 tonnes de pouzzolanes naturels en addition dans ses ciments en 2007. Concernant l'emploi de pouzzolanes artificielles, il existe différentes études et projets de recherche pour évaluer l'aptitude de sous-produits issus de divers secteurs industriels, par exemple la réutilisation des boues de papeterie :

Avec le projet CEMAPEL (PNI+D-MAT2003-06479) "Développement et application de nouveaux ciments avec additions à partir de boues provenant de papeteries" de LABEIN (avec ses partenaires IETCC et UAM), finalisé en 2006, il a été démontrée la viabilité de ces boues de papier calcinées à 700-800°C pour jouer le rôle de pouzzolane dans la fabrication des ciments Portland commerciaux.

Valorisation et recyclage des résidus de papeterie (I - II). ASPAPEL – Association Espagnole des Fabricants de Pâte, Papier, et Carton. (Dossiers FIT-320100-2006-0093 y FIT-320100-2007-0118).

Développement d'un procédé intégré pour l'utilisation de plantes annuelles dans le secteur de la pâte et du papier, et des sous-produits obtenus dans ces procédés. STRAW PULPING ENGINEERING, S.L. (MEC CIT-320100-2007-12. 2007-08).

Références

- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Norma UNE-EN 197-1:2000
- Propiedades de la escoria de SiMn como material puzolánico en la fabricación de cementos portland. Autores: Moisés Frías Rojas, Ignacio Menéndez, María Isabel Sánchez de Rojas, M. García de Lomas, C. Rodríguez. Materiales de construcción, ISSN 0465-2746, N°. 280, 2005, pp. 53-62
- Novedades en el reciclado de materiales en el sector de la construcción: adiciones puzolánicas. M. Frías Rojas, M.I Sánchez de Rojas, O. Rodríguez Largo. II Jornadas de Investigación en Construcción (Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", Madrid, 22-24 mayo 2008): Actas de las Jornadas. H.I. Materiales: Cementos, morteros y hormigones, pp. 1415-1424.
- Obtención de una adición puzolánica a partir de la calcinación controlada de lodos de destintado de papel: estudio de prestaciones en matrices de cemento. I. Vegas, M. Frías, J. Urreta, J. T. San José. Materiales de Construcción, ISSN: 0465-2746, N° 283. 2006. pp. 49-60



CODE : CEM-15

TYPE : Spécifique
 Stratégie : Réduction de la consommation de clinker
 Mesure : Addition de calcaire lors du broyage du ciment
 Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Ajout de calcaire pour remplacer le clinker lors du broyage du ciment, en respectant les conditions de la norme européenne UNE-EN 197-1:2000.
 L'acronyme TOC signifie Carbone Organique Total. On différencie les additions de calcaire de TOC inférieur à 0,5% et de calcaire de TOC inférieur à 0,2% conformément à la norme UNE-EN 13639.
 Le pourcentage de substitution maximal de ces matériaux est de 35% (CEM II/B-L, TOC inférieur à 0,5% et CEM II/B-LL, TOC inférieur à 0,2%).

Incidences techniques

Les calcaires employés doivent satisfaire les exigences suivantes:

- La teneur en carbonates de calcium (CaCO_3), calculée à partir de la teneur en oxyde de calcium, ne doit pas être inférieure à 75% en masse.
- La teneur en argille, déterminée grâce à la méthode du bleu de méthylène (EN 933-9) doit être inférieure à 1,20g/100g. Pour cet essai, le calcaire sera moulu à une finesse (EN 196-6) donnant une surface spécifique approximative de 5000 cm^2/g .
- La teneur en carbone organique total devra respecter:
 - Calcaire LL $\leq 0,20$ % en masse.
 - Calcaire L $\leq 0,50$ % en masse.

Il est important de souligner que:

- Pour l'utilisation de matériaux calcaires pour un ajout dans le ciment, il faut de plus connaître leur composition chimique et minéralogique, leur caractéristiques pétrographiques, leur résistance et comportement mécanique et obtenir leur facteur de réduction, puisque c'est une méthode d'activation du calcaire.
- Les échantillons calcaires qui possèdent un haut facteur de réduction (R) se comportent favorablement, en tant qu'additifs actifs aux ciments de haute teneur en Aluminat tricalcique (C3A).
- Le ciment le plus approprié pour l'ajout de calcaire, est celui de haute teneur en C3A, au niveau du comportement mécanique.

Il est recommandé de mouler le clinker et les matériaux calcaires de manière simultanée, afin d'éviter un vieillissement prématuré des calcaires et donc la perte de leur activité.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments

Incidences économiques

Les avantages économiques viennent principalement des gains énergétiques en conséquence de la substitution du clinker par une matière alternative, qui plus est d'origine naturelle.

Pour faire une évaluation économique, il est nécessaire de faire une étude particulière en fonction de la disponibilité du produit et du lieu d'approvisionnement, puisque le coût dérivé du transport est un facteur déterminant. D'où l'intérêt de rappeler que la proximité du point de ravitaillement en matières premières conditionne en général l'emplacement de ce type d'industries.



Incidences environnementales

La cuisson du clinker est la partie la plus importante du processus de fabrication du ciment en ce qui concerne les coûts environnementaux. La réduction de la consommation de clinker contribue, par conséquent, à réduire les impacts du procédé et se traduit par une diminution de la consommation d'énergie et des émissions atmosphériques, principalement, les oxydes d'azote et de soufre (NOx, SO₂).

Pour estimer la réduction de la consommation de matières premières engendrée par cette mesure, il faut réaliser un bilan environnemental spécifique relatif à la quantité de matières premières vierges qui interviennent dans le processus de production.

Phase	Obtention des matières premières et des composants	Production en Usine	Distribution	Utilisation	Fin de Vie	En général
Avantages	Utilisation de matières premières d'origine naturelle	Moins de consommation de combustibles. Diminution des émissions de CO ₂ , NOx et SO ₂				
Inconvénients		Légère augmentation de la consommation énergétique lors du broyage				

Exemple d'application de la mesure

En Espagne, l'exploitation des mines de roches calcaires contribue à développer cette mesure dans l'industrie cimentière, si bien que les roches calcaires représentent 60% des matières premières utilisées pour la fabrication de ciment.

Références

- Norma UNE-EN 197-1:2000. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Influencia en las características mecánicas de adiciones calizas de distinto tamaño de grano, en cementos Portland con diferentes contenidos de C3A. Moraño Rodríguez, Alfonso J. Primeras Jornadas Iberoamericanas sobre "Caracterización y Normalización de Materiales de Construcción. Programa CYTED. Madrid – 2001. Calvo, B; Maya, M; Parra J.L.
- Panorama minero. Cemento – 2005. www.igme.es



CODE : CEM -16

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
 TYPE: Spécifique Mesure : Substitution de gypse naturel par du sulfate de calcium résiduel
 Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Substitution du gypse naturel par du sulfate calcique résiduel, appelé également gypse synthétique. Le gypse synthétique est un sous-produit de plusieurs procédés industriels, comme la fabrication d'acides fluorhydrique et citrique (fluorogypse et fluoro-anhydrite). Mais il provient surtout de la désulfuration des gaz de combustion de combustibles fossiles soufrés (charbon, fuel) dans les centrales thermiques. Cela est connu comme le desulfogypse, aussi appelée FGD : flue Gas Desulphurization gypsum.

Du fait de leurs propriétés très similaires, le gypse synthétique peut être utilisé pour remplacer le gypse naturel dans le rôle de régulateur de la prise du ciment.

Incidences techniques

La production de gypse synthétique lors de la désulfuration des gaz des centrales thermiques permet de disposer d'une matière première identique au gypse naturel, aussi bien pour ses spécifications que pour ses qualités. L'ensemble des organisations industrielles et des institutions politiques, telles que Eurogypsum (Association of European Gypsum Industries), Ecoba (European Association for Use of the By – products of Coal – fired power stations), EURELECTRIC (European Grouping of the Electricity Supply Industries), l'OCDE et l'Union Européenne, considèrent désormais, d'un commun accord, que le gypse de désulfuration est un produit et non un sous-produit.

Incidences économiques

L'utilisation de sulfate calcique requiert des investissements supplémentaires pour conditionner cette matière première sous forme de suspension ou de pâte. Cela entraîne par conséquent une élévation des coûts d'exploitation, pour incorporer une humidité additionnelle et une taille de particule qui rendent la calcination plus difficile.

La viabilité de cette mesure dépend de l'analyse de chaque cas particulier, en fonction de différents facteurs: l'indice d'humidité, la granulométrie, la quantité demandée, la distance entre le fournisseur et l'usine, etc.



Incidences environnementales

L'exploitation du sulfate calcique résiduel est un avantage environnemental si on prend en compte les aspects suivants:

- Le sulfate calcique issu de la désulfuration des gaz n'a plus besoin d'être géré comme un déchet: il est valorisé et contribue, indirectement, à réduire la quantité globale de déchets mis en centre d'enfouissement technique .
- Diminution de la dépendance aux matières premières vierges provenant de carrières et, par conséquent, de l'impact sur le territoire occasionné par les industries extractrices.



Exemple d'application de la mesure

L'utilisation de FGD est beaucoup plus efficace dans les pays en déficit de matière première naturelle. Notamment grâce à la directive européenne 2001/80/CE, relative à la limitation des émissions de composés sulfurés, qui favorise l'incorporation de gypse synthétique provenant de la désulfuration des centrales thermiques.

A partir de 1 tonne de soufre contenu dans le combustible des centrales thermiques, on peut obtenir autour de 5,4 tonnes de gypse.

A partir de 1 tonne de fluorite traitée avec 1,25 tonne d'acide sulfurique, on obtient 0,5 tonnes d'acide fluorhydrique et 1,7 tonne d'anhydrite et de fluorogypse.

De nos jours on produit plus de gypse synthétique que de gypse extrait de ressources vierges. Plusieurs entreprises productrices d'électricité ont signé des accords avec des multinationales productrices de gypse.

Références

- Guía de Buenas Prácticas en la Industria Extractiva Europea
- El Yeso. Panorama Minero – 2005. www.igme.es
- El yeso como materia prima. Vicente Gomis Yagües. Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante. <http://iq.ua.es/Yeso>
- Derivados del Flúor, S.A. www.ddfluor.com
- Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo - Comunicación interpretativa sobre residuos y subproductos. COM/2007/0059 final.
- Becker, J., Einbrodt, H-J. and Fischer, M. 1991. Comparison of Natural Gypsum and FGD Gypsum. VGB Kraftwerkstechnik 1/1991, 46-49.



CODE : CEM -17

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction de la consommation de combustibles fossiles
 Mesure : Substitution de combustibles fossiles par des combustibles alternatifs
 Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Substitution de combustibles fossiles par des combustibles alternatifs. Les alternatives les plus utilisées sont les pneus usés, les huiles usées, les dissolvants, les résidus de bois, les boues d'épuration, les plastiques, les peintures, les vernis ou encore les farines animales.

L'utilisation de résidus comme combustible est une manière sûre de valoriser les déchets. Les composants organiques sont totalement détruits sous l'effet du traitement prolongé en four, à haute température et sous atmosphère oxydante.

Les composants inorganiques sont combinés aux matières premières dans le four et font partie du ciment lorsqu'ils quittent le processus. Les gaz de combustion sont épurés lors de ce procédé, en entrant en contact avec la matière première qui circule à contre-courant dont le composant principal est le calcaire qui se transforme sous l'effet de la température en oxyde de chaux. Les caractéristiques alcalines de cette matière première permettent le captage d'halogènes et de soufre à travers la formation de sels et de sulfates alcalins.

Incidences techniques

Pour qu'un résidu soit considéré apte à être réutilisé comme combustible, il doit réunir les caractéristiques qui le rendent compatible avec le processus de production, à savoir:

- Pouvoir calorifique suffisant s'il est utilisé comme combustible alternatif
- Absence d'interférences dans les caractéristiques du clinker
- Emissions contrôlées, sans provoquer d'augmentations significatives des émissions polluantes, et en respect des limites existantes.

Les limitations par rapport aux types de déchets dépendent de chaque installation concrète, même si en règle générale on retrouve les suivantes:

- La teneur en chlorures dans le ciment est limitée à 0,1% en masse, c'est pourquoi il faut restreindre la teneur en chlorures dans les combustibles. D'autres sels formés par le chlore peuvent donner lieu à des agglomérats et des bouchons dans les entonnoirs. Par ailleurs, la fixation de certains sels dans le clinker peut aussi faire l'objet de limitations, à l'image du phosphore.
- Les métaux lourds plus volatiles (Hg, Tl) échappent dans une certaine mesure à l'action du four et peuvent être partiellement émis dans l'atmosphère. Leur teneur dans les combustibles de substitution doit être limitée et contrôlée.

Pour pouvoir contrôler ces déchets depuis leur arriver à l'usine jusqu'à leur entrée dans le four, il faut des installations spécialement conçues, notamment des systèmes de stockage, dosage, et transport jusqu'au four. Ces conceptions sont toujours en fonction des caractéristiques du combustible alternatif et aux espaces disponibles dans chaque site.

Incidences économiques

Les coûts des combustibles et de l'énergie électrique totalisent plus de 30% des coûts de fabrication, d'où l'importance d'une réduction des consommations et d'une diversification des sources énergétiques, afin de renforcer la compétitivité des entreprises cimentières.

Pour réaliser une évaluation économique il est nécessaire de faire une étude particulière en fonction de la disponibilité du combustible alternatif, du coût des combustibles alternatifs et substitués, de la distance entre la cimenterie et le lieu d'approvisionnement, ainsi que du coût dérivé des modifications à faire dans les installations.



Incidences environnementales

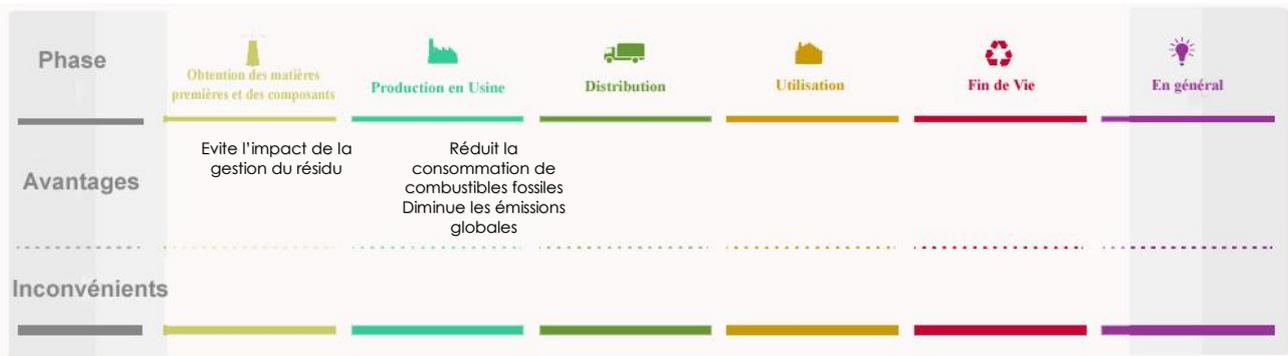
L'utilisation de combustibles alternatifs réduit la consommation de combustibles fossiles non renouvelables, tout comme les impacts environnementaux associés à l'extraction de ces matières. De plus, ceci contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre et maximise la récupération énergétique des déchets. Toute cette énergie est utilisée directement dans le four pour produire le clinker. Cela permet également d'optimiser la récupération des parties non combustibles des déchets en éliminant la nécessité de gérer les scories et les cendres produites, puisqu'elles sont introduites dans le ciment.

D'après une étude de l'Institut Cerdá (Espagne), pour chaque tonne de farine animale valorisée en four de cimenterie, on économise entre 4,7 et 4,8 tonnes de CO₂ par rapport aux émissions dues à un traitement en centre d'enfouissement technique, en centrale électrique, ou en incinérateur.

Selon des études réalisées par l'Institut Fraunhofer (Allemagne), la valorisation du plastique dans les cimenteries est préférable aux autres alternatives de traitement, maximisant ainsi les bénéfices du plastique plutôt que de l'incinérer ou de le convertir en produit chimique.

La Direction Générale de l'Environnement de la Commission Européenne a fait réaliser des études sur l'analyse de cycle de vie concernant des techniques de récupération des huiles usagées. Celles-ci montrent que la valorisation énergétique en cimenterie est la seule option positive par rapport au réchauffement global, et ce même en comparaison avec la régénération des huiles, qui consomme beaucoup plus d'énergie.

Diverses études d'analyse du cycle de vie, réalisées par TNO et l'Institut Fraunhofer, comparent les effets environnementaux du traitement de résidus dans des fours de cimenterie par rapport aux impacts produits par l'incinération de ces déchets. Les résultats cautionnent les avantages de la réutilisation des résidus dans les fours de cimenterie, notamment à cause des impacts positifs d'une telle méthode par rapport à une incinération dans des usines spécialisées.



Exemple d'application de la mesure

La substitution de combustibles traditionnels par des résidus dans les fours à ciment est une opération sûre, propre, et efficace. Cette méthode est réalisée avec succès dans les pays de l'Union Européenne depuis plus de 25 ans, dans le strict respect des Directives Communautaires en la matière (la législation environnementale la plus restrictive au niveau mondial).

A titre indicatif, avec cette mesure a permis, en Espagne, d'économiser 200000 tonnes de cock de pétrole en 2007.

Références

- "La valorización energética de residuos en la industria española del cemento". Marina Romay Díaz. Oficemen. Extraordinario 2004 / N° 869
- Article de José Roda Martínez pour Vidmar RM 2000, S.L. (http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&task=view&id=3256&Itemid=35)
- "Ciclo Integral Energético. 8º Congreso Nacional del Medio Ambiente". CONAMA 8, Espagne.
- "Comparación del efecto ambiental asociado al tratamiento de harinas animales en distintas instalaciones". Óscar Jiménez. Institut Cerdà.
- "Life Cycle Analysis of Recycling and Recovery of Households Plastics Waste Packaging". Fraunhofer Institute, 1996.
- "Critical Review of existing studies and Life Cycle análisis on the regeneration and incineration of waste oils", European Comission. DG Environment. Diciembre 2001.
- "Waste Processing in a Wet Cement Kiln and a Specialised Combustion Plant". Keevalkink J A and Hesseling W F M. 1996. Report No. TNO-MEP-R 96/082, TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation, Apeldoorn, Netherlands.
- Note de presse. Fondation du travail du Ciment et de l'Environnement. CEMA. Madrid, 5 février 2008.



CODE : CEM -18

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Amélioration de l'efficacité énergétique du processus
 Mesure : Utilisation d'adjuvants chimiques
 Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Utilisation d'adjuvants chimiques pour le broyage du ciment, pour améliorer l'efficacité énergétique des cimenteries. Ces adjuvants aident à diminuer la consommation énergétique lors du broyage, en augmentant la capacité de production du broyeur, puisqu'ils réduisent les risques d'agglomérations entre les particules. Adjuvants de broyage et améliorateurs de prestations:

	Ciment fabriqué sans adjuvant	Ciment fabriqué avec adjuvant
Teneur dans le mortier (%)	98	94
Pack-set (mottage)	28	15
Granulométrie laser		
-% particules D < 30 µm	18,02	18,06
-% particules D < 50 µm	10,96	12,06
Résistance à la compression(EN 196-1)		
-1 jour	16,9	20,4
-2 jours	28,1	32,4
-28 jours	50,1	54,1

Effet de l'incorporation d'un adjuvant pour ciment lors du broyage du ciment I 42.5R, en conservant les mêmes conditions.

Incidences techniques

Ces adjuvants ne doivent pas altérer les propriétés du ciment, du mortier, ou du béton fabriqué, ni provoquer la corrosion des armatures métalliques.

La quantité totale d'adjuvants ne peut excéder les 1% en masse du ciment (à l'exception des pigments), la quantité d'adjuvants organiques devant être inférieure à 0,5%.

Incidences économiques

Quand on évalue la rentabilité d'un adjuvant, on fait généralement attention à son comportement en tant que coadjuvant du broyage, puisque cette propriété est commune à tous les produits disponibles sur le marché. Cet effet coadjuvant, qui se traduit par un meilleur rendement énergétique, pourrait être canalisé au niveau de deux aspects capitaux :

- Augmentation de la production si on maintient fixes les autres paramètres de fabrication (composition et finesse) du ciment. Par conséquent, l'évaluation, repose strictement sur l'économie d'énergie, et on pourrait déterminer facilement le seuil de rentabilité de l'adjuvant utilisé, c'est à dire l'augmentation de production minimum pour compenser le coût du produit.
- Augmentation de la qualité du ciment pour une même dépense d'énergie lors du broyage. Ceci est



possible si on fixe le paramètre d'alimentation au broyeur, maintenant donc le même prix en Kwh/tonne. De cette manière, l'effet de l'adjuvant provoque une diminution du débit circulant dans le circuit, qui va compenser en jouant sur le séparateur pour augmenter le débit de retour, et ainsi augmenter la finesse du produit final.

La première option est la plus conventionnelle, si bien qu'il faudrait explorer les possibilités d'obtenir des avantages économiques avec la seconde, si on parvient à compenser les augmentations de résistance obtenues avec la hausse de la teneur en adjuvants.

De nos jours, avec l'offre abondante dont on dispose, la répercussion habituelle de produits avec des prestations équivalentes se situe autour de 15-20 centimes d'euro par tonne.

Incidences environnementales

En fonction du type d'adjuvant utilisé on peut obtenir les améliorations environnementales suivantes:

Economie d'énergie lors du broyage, en diminuant la tendance qu'ont les particules à s'agglomérer entre elles.

Remplacer une certaine quantité de clinker par addition (à condition qu'aucune limite de la norme UNE-EN 197 ne soit atteinte) sans altérer les qualités du ciment.



Exemple d'application de la mesure

Depuis leur entrée sur le marché, les adjuvants de broyage ont peu à peu fait leur nid dans l'industrie cimentière, pour être de nos jours pleinement instaurés comme une mesure à la fois environnementale et économique.

Références

- "Contribución de los Aditivos Químicos a la Sostenibilidad en la Tecnología del Hormigón". Joana Roncero, Roberta Magarotto. Journée de la Soutenabilité, Cátedra BMB-UPC, 20 mai 2008.
- "Instrucción para la recepción de Cementos (RC-03)". Anexo II.
- Article de Ángel Estrada Vega. Sika, S.A. <http://www.concretonline.com/>



CODE : CEM -19

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de l'impact environnemental des installations
Mesure : Améliorations techniques dans la fabrication du ciment
Applicable à : Ciments

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Réduction de l'impact environnemental des installations, à travers l'application progressive de technologies propres pour réduire les pollutions, et pour réaliser des corrections et des restaurations. Pour cela on peut s'appuyer sur les Meilleures Techniques Disponibles concernant les actions envisageables dans la fabrication du ciment.

Les améliorations possibles concernent les différentes étapes du processus de fabrication:

- Extraction de matières premières.
- Broyage, homogénéisation et stockage de la matière première.
- Cuisson de la matière première pour la formation de clinker.
- Fabrication du ciment: dosage de gypse et d'autres matières, broyage, stockage, distribution finale.

Incidences techniques

Les mesures générales qui contribuent à la réduction de l'impact environnemental associé au procédé de fabrication du ciment sont les suivantes:

- Optimisation du contrôle, avec la mise en place de systèmes automatiques et informatisés.
- Utilisation de systèmes gravimétriques d'alimentation du combustible solide.
- Préchauffage et précalcination.
- Utilisation de refroidisseurs de clinker pour récupérer la chaleur.
- Récupération de la chaleur des gaz résiduels.
- Installation de systèmes de contrôle de puissance pour réduire la consommation électrique.
- Utilisation d'équipements électriques de haut rendement énergétique.
- Sélection des matières premières et combustibles.
- Implantation d'un système de management environnemental selon la norme ISO 14001.

Pour la construction de nouvelles usines, on considère que la meilleure technique disponible pour produire le clinker consiste en un four à voie sèche avec un préchauffage multi-étapes et une pré-calcination.

Incidences économiques

En général, de telles mesures nécessitent un investissement financier initial important. Cependant, il faut prendre en compte le fait qu'elles vont permettre de faire des économies. Chaque fabricant devrait établir une priorité des mesures à mettre en œuvre, en fonction de son indice d'émission et de la législation.



Incidences environnementales

Les mesures appliquées dans le procédé de fabrication du ciment sont basées sur la diminution des consommations énergétiques et des émissions de NOx, SO₂ et de particules.

En plus des mesures générales, d'autres plus concrètes peuvent être mises en place :

- Pour réduire les émissions de NOx : utilisation de brûleurs bas NOx ; réduction sélective non catalytique.
- Pour réduire les émissions de SO₂ : addition d'absorbant.
- Pour réduire les émissions de particules : protection des systèmes de transport; fermeture totale ou partielle des stockages; dépoussiérage des points de charge et de décharge; filtres électrostatiques et filtres à manche.



Exemple d'application de la mesure

Les émissions de CO₂ lors de la fabrication du ciment sont fortement liées à l'efficacité énergétique du processus. Au cours des dernières décennies, l'industrie cimentière européenne a adopté une politique d'amélioration continue des usines, des équipements, et des procédés. Par exemple, des vieux fours ont été remplacés par des fours avec préchauffeur et pré-calciateur plus efficaces. Les moulins à billes qui servaient au broyage du ciment, ont été remplacés par des broyeurs plus efficaces. En 2000, environ 78% de la production de ciment en Europe a été réalisée en voie sèche; 16% en fours à voie semi-sèche, ou semi-humide; les derniers 6% par voie humide.

Sur les 25 dernières années, l'industrie européenne du ciment a réduit la consommation d'énergie pour la fabrication d'une tonne de ciment d'environ 30%. Il n'est plus et ne sera plus possible d'obtenir les mêmes taux d'améliorations que par le passé, puisque la marge de manœuvre est désormais plus réduite.

Références

- Guide des Meilleures Techniques Disponibles en Espagne pour la fabrication du ciment. 2004 – Ministère de l'Environnement espagnol
- "Ciclo Integral Energético. 8º Congreso Nacional del Medio Ambiente". CONAMA 8



CODE : CER-01

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Valoriser les déchets/sous-produits dans les matériaux des murs
 Mesure : Valorisation des cendres volantes des centrales à charbon dans les briques
 Applicable à : Murs

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La production d'énergie électrique à partir de centrales thermoélectriques qui utilisent du charbon comme combustible crée deux types de résidus: les cendres volantes et les scories. Les particules les plus fines (cendres volantes) sont mises en suspension par les gaz de combustion et sont récupérées dans des précipitateurs électrostatiques. Elles constituent 80% du total des cendres et correspondent à 30% de la masse de charbon consommée. Il est possible d'incorporer des cendres volantes dans la composition des briques, ce qui permet de valoriser le déchet tout en économisant de la matière première.

Incidences techniques

Les cendres volantes se présentent souvent sous forme de sable ou de poudre très fine, douce au toucher, et de couleur grise plus ou moins claire, selon la proportion de fer et de charbon non brûlé. Leurs propriétés et caractéristiques physiques dépendent de facteurs multiples, parmi lesquels on peut citer: la composition chimique des composants du charbon, le degré de pulvérisation, le type de chaudière, la température de combustion, ou encore le système permettant de retirer les cendres de la centrale.

La taille de grain des cendres volantes brutes, c'est à dire non broyées, oscille entre 0,2 et 200 microns de diamètre, atteignant dans des cas exceptionnels jusqu'à 500 microns. La densité d'ensemble ou apparente est approximativement de 0,89 g/cm³, et le poids spécifique des particules varie entre 2,0 y 2,9.

La composition chimique est très variable. En général, les composants sont les suivants : en majeure partie, la silice (SiO₂), l'alumine (Al₂O₃), les oxydes de fer (Fe₂O₃), la chaux (CaO) et le carbone; en moindres proportions, généralement moins de 5% en poids, la magnésie (MgO), les oxydes de soufre (SO₃), les alcalins (Na₂O et K₂O); en quantités encore plus faibles, des composés de titane, de vanadium, de manganèse, de phosphore, de germanium, de galium, etc. Selon leur composition chimique, et en fonction de la provenance du charbon d'origine, les cendres volantes peuvent être classées en différentes familles: les silicoalumineuses. (avec des teneurs en CaO inférieures à 10 %), les sulfocalciques (avec des teneurs en CaO supérieures à 20 %) et les silicocalcaires. Les plus importantes par rapport aux quantités produites et utilisées sont les cendres silicoalumineuses.

Elles sont classées sous le code 10 01 02 de la liste européenne des déchets, étant considérées comme déchet non dangereux.

Quand on veut exploiter ces cendres il faut les récupérer à la sortie des filtres afin que leur teneur en eau soit minimale. L'inconvénient majeur de ce matériau réside dans la variabilité de ses caractéristiques. En principe, aucun traitement préalable n'est nécessaire pour leur emploi dans la fabrication de briques, même si les cendres peuvent être soumises à un broyage pour les rendre plus homogènes.

Les briques de parement, qui d'ordinaire sont fabriquées à partir d'un mélange d'argile plastique et de sable (comme dégraissant), peuvent être fabriquées à l'aide de cendres volantes. Généralement, on remplace une partie de l'argile plastique par les cendres, même si certaines études mettent en avant la possibilité d'utiliser la cendre volante comme matière première principale, arrivant à des proportions de l'ordre de 90%.

Principaux avantages de l'utilisation de cendres volantes dans la fabrication de briques:

- Elles nécessitent moins de quantité d'eau pour le pétrissage
- Le séchage est plus rapide
- La cuisson est plus rapide
- Il y a moins de porosité
- On économise de l'énergie et des matières premières

Possibles inconvénients:

- Plus faible résistance (pouvant atteindre des résistances à la compression jusqu'à 20 N/mm² quand on



- remplace 50% de l'argille)
- Plus grande absorption
- Moins de résistance aux gelées
- Risques d'apparition d'efflorescences
- La qualité de la brique chute rapidement avec la température de cuisson, c'est pourquoi celle-ci doit être strictement contrôlée.

Incidences économiques

Les cendres volantes peuvent être considérées comme un matériau bon marché, puisque c'est un déchet industriel généré en quantités considérables.

Le principal coût est le transport, d'où l'intérêt de réutiliser ces cendres à proximité des centrales de production.

Incidences environnementales

Les avantages environnementaux sont:

- On valorise un déchet tout en diminuant la consommation de matières premières vierges
- On réalise des économies d'énergie par gain de rapidité, que ce soit pour le séchage ou la cuisson de la brique. Ceci mène également à réduire les émissions de ces étapes.



Exemple d'application de la mesure

Il existe des sites qui produisent des briques avec des cendres volantes à échelle industrielle, particulièrement en Grande-Bretagne, au Canada et en Italie.

En Espagne, une étude a été réalisée sur la viabilité d'obtenir des briques à partir de cendres volantes provenant de la centrale thermique de Narcea (Asturies). D'après cette étude, on pourrait utiliser les cendres volantes comme seule et unique matière première dans les briques (avec tout de même un ajout de liant et de lubrifiant, qui pourraient être respectivement de la dextrine blanche et de la poudre de talk). Avec des températures de cuisson supérieures à 1000°C, on obtient des pièces qui respectent les spécifications des normes en vigueur en ce qui concerne la résistance à la compression, l'absorption de l'eau, la contraction, l'aspiration, la résistance au gel et l'efflorescence, pouvant atteindre les valeurs suivantes :

PROPRIETES DES BRIQUES (92 % de cendres volantes, température de cuisson 1000 °C et pression de 15,6 MPa)	
Résistance à la compression	19 N/mm ²
Absorption	4 %
Succion	0,1 g/cm ²
Résistance au gel	Pas gelées
Efflorescence	Petites efflorescences
Coloration	rougeâtre

Références

- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- "Obtención de ladrillos cara vista a partir de cenizas volantes de la Central Térmica de Narcea (Asturies)". Ayesta, G.; García, M.P.; Blanco, F.; Ayala, J. Materiales de construcción, vol. 49, n° 256, pp 15-28.1999.



CODE : CER-02

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Valoriser les déchets/sous-produits dans les matériaux des murs
 Mesure : Valorisation des scories d'incinérateurs de déchets solides dans les briques
 Applicable à : Murs

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Les déchets solides urbains peuvent être utilisés comme combustible dans les fours d'incinération. Dans le four ces déchets sont brûlés dans leur presque totalité, réduisant ainsi le volume de 90% et le poids de 70%. Ces incinérations génèrent deux types de résidus : les scories (résidus formés par le matériau brûlé, totalement ou partiellement) et les cendres volantes (résidus constitués de quelques particules qui sont entraînés par le flux de gaz à l'extérieur de la chambre de combustion).

Il est possible d'incorporer les scories d'incinération dans la composition des briques, ce qui valorise un déchet tout en économisant les matières premières.

Incidences techniques

La scorie résultante de l'incinération de résidus urbains est un matériau granulaire avec des particules inférieures à 1 cm de diamètre pour la plupart. Elles sont constituées de matériaux non combustibles et/ou inertes des résidus urbains qui sortent de la chambre de combustion après une incinération à des températures supérieures à 850°C, comme des morceaux de verre, de céramique, de métaux, etc. A leur sortie du four, les scories sont refroidies avec de l'eau et sont déposées séparément des cendres. Elles représentent 85-95% en poids des résidus totaux du processus d'incinération. Elles sont de couleur grisâtre, on une large gamme de granulométrie avec un haut degré d'humidité, ce qui leur procure une adhérence entre elles-mêmes, ainsi qu'une morphologie très disparate.

PROPRIETES PHYSIQUES DES SCORIES DE DECHETS URBAINS INCINERES

Granulométrie et pourcentage en masse (%)	0-1 mm	18
	1-2 mm	14
	2-4 mm	21
	4-6 mm	15
	6-16 mm	24
Densité apparente (g/cm³)	1 - 1,1	
Absorption d'eau (%)	2,36	

Les analyses chimiques démontrent que les principaux composants des scories sont la silice, l'aluminium, le fer et le calcium. Les composants secondaires sont le titane, le magnésium, le sodium, le potassium ou encore le phosphate; en très petites quantités, on peut retrouver du baryum, du strontium, du rubidium et des traces de métaux lourds tels que le zinc, le plomb, le cuivre, le nickel ou le cadmium.

Quand ces résidus sont soumis à des tests de toxicité, la concentration de métaux lourds dans les lixiviats dépasse parfois les limites réglementaires. Il existe divers procédés pour diminuer la toxicité de ces matériaux, comme par exemple un lavage préalable avant utilisation, avec lequel on arrive à éliminer la quasi-totalité des composants les plus lixiviables, tels que les chlorures, le cadmium, le zinc et les sulfates.

Le recyclage de ces résidus requiert une procédure assez élaborée pour obtenir un matériau qui soit acceptable à



la fois au niveau environnemental et au niveau technique :

1. Refroidissement de la scorie dans l'eau immédiatement à la sortie de l'incinérateur
2. Déferrisation par voie magnétique
3. Tamisage avec une taille de grain maximale de 60 mm en France (20 mm en Belgique et aux Pays-Bas)
4. Elimination de la fraction fine, puisque c'est dans celle-ci que sont concentrés les métaux lourds (en prenant comme limite, par exemple, 2 mm)
5. Stockage de la scorie à l'air libre pendant plusieurs mois (généralement entre 1 et 3 mois) afin d'obtenir une stabilité volumétrique à travers un procédé de maturation. En effet, des réactions se produisent pour les sulfates, le fer, il y a formation de sels, hydratation, solidification, etc. Durant cette étape à l'air libre il faut prendre des précautions pour qu la teneur en humidité de la scorie atteigne approximativement l'optimum Proctor (essai qui permet de déterminer la teneur en eau optimale pour avoir la compacité maximale)

Incidences économiques

Ces scories d'incinération ne coûtent pas cher puisqu'elles sont le résidu d'activités industrielles, généré en grandes quantités. Le coût principal est celui du transport, c'est pourquoi il vaut mieux les utiliser à proximité du lieu d'incinération.

Incidences environnementales

Le principal avantage environnemental de cette mesure est la valorisation d'un résidu, qui sinon serait mis en centre d'enfouissement technique; cela permet également de réduire la consommation de matières premières vierges.

Par ailleurs, le matériau céramique possède une grande capacité de stabilisation des métaux lourds existants dans le déchet.



Exemple d'application de la mesure

Actuellement les scories d'incinérateurs urbains sont utilisées dans les routes ou les terre-pleins, même s'il existe des études sur leur emploi dans la fabrication de briques, en remplacement du sable. Des laboratoires ont démontré que si on ajoute de petites quantités de ciment (entre 4 et 10%), on améliore les résistances à la compression et à la flexion des briques. Ainsi on peut atteindre une résistance à la compression de 52 MPa pour une teneur en scories de 40% avec 10% de ciment.

Les résistances à la compression et à la flexion peuvent être améliorées en augmentant la pression de compactage dans le processus de fabrication. Juste après sa fabrication, la résistance à la compression du produit atteint des valeurs comprises entre 10 et 17 MPa, c'est pourquoi il peut être distribué immédiatement, réduisant ainsi les coûts de stockage. Ce type de briques présente une excellente résistance à l'abrasion, qui augmente avec la présence de scories, et absorbe moins d'eau.

Références

- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- "Strength properties of cement-stabilized municipal solid waste incinerator ash masonry bricks". Mujahid, T.; Chang, W.F. ACI Materials Journal, pp 508-517. Septiembre-October 1991.



CODE : CER-03

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Valoriser les déchets/sous-produits dans les matériaux des murs
 Mesure : Valorisation des boues d'épuration dans les briques
 Applicable à : Murs

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

La technologie la plus commune pour le traitement des eaux résiduelles municipales est le procédé des boues activées. C'est un traitement biologique qui génère de grandes quantités de boues organiques. Ces boues peuvent être incorporées dans la composition de la brique: ainsi on valorise un résidu tout en préservant des matières premières.

Incidences techniques

La qualité des boues n'est pas constante: elle dépend de la conception de la station, du type d'eaux usées, de l'époque de l'année, du climat, de la localisation, etc. Les boues séparées de l'eau traitée contiennent plus de 90% d'eau et sont biodégradables. Pour faciliter leur emploi elles sont séchées, obtenant ainsi une concentration solide de 20-25%. Leurs principales caractéristiques techniques sont répertoriées ci-dessous :

PROPRIETES PHYSIQUES DES BOUES SECHES	
Poids spécifique	1,64 - 1,72
Humidité (%)	50,0 - 70,0
Densité (t/m ³)	0,5 - 0,6
Perte au feu (%)	59,2 - 60,8
Valeur de pH	5,50 - 8,10
Résidu du tamis 180 µm (%)	4 - 5
Résidu du tamis 90 µm (%)	98 - 99,6

La composition chimique des boues dépend de la nature de l'eau résiduelle, ainsi que des produits utilisés pour traiter celle-ci. C'est pourquoi il peut y avoir de grandes variations d'un cas à l'autre.

CARACTERISATION CHIMIQUE DES BOUES SECHES			
Ca (forme CaO) (%)	11 - 13	Zn (forme ZnO) (%)	0,1 - 0,3
Si (forme SiO ₂) (%)	1,3 - 2,1	Cu (ppm)	90 - 100
Fe (forme Fe ₂ O ₃) (%)	1,7 - 3,2	Pb (ppm)	20 - 30
Mg (forme MgO) (%)	0,7 - 0,9	As (ppm)	1 - 2
Na (forme Na ₂ O) (%)	0,1 - 0,22	Cd (ppm)	3 - 7
K (forme K ₂ O) (%)	0,1 - 0,17	Hg (ppm)	2 - 3
P (forme P ₂ O ₅) (%)	0,8 - 1,2		

Il existe diverses études sur la valorisation des boues d'épuration dans la fabrication des briques. Le pourcentage maximal de boues qu'on pourrait mélanger avec l'argile céramique est d'environ 40%, même si avec une telle quantité l'adhérence du mélange est pauvre et la texture en surface de la brique est irrégulière. Ainsi il vaut mieux ne pas trop incorporer de boues, les proportions considérées optimales étant entre 10 et 20%.

VARIATION DES PROPRIETES DE LA BRIQUE (% du mélange de référence sans boues)			
PROPRIETES		10 % de boues	40 % de boues
Poids spécifique		97 %	83 %
Rétraction	Avant la cuisson	105 %	100 %



	Après la cuisson	102 %	130 %
Perte au feu		200 %	400 %
Résistance à la compression		70 %	43 %

Incidences économiques

Beaucoup de boues sont encore envoyées en centre d'enfouissement technique, ce qui fait que le coût n'est pas très élevé à l'achat. Le principal facteur à prendre en compte est le coût du transport, mais en général les distances jusqu'à la station d'épuration sont petites du fait du grand nombre de stations existantes.

Incidences environnementales

Les bénéfices environnementaux (et qui font faire des bénéfices au niveau financier) sont les suivants:

- Valorisation d'un résidu qui malgré tout reste majoritairement enfouis en centre d'enfouissement technique. De plus cela permet de diminuer la consommation de matières premières vierges.
- Economies de consommation d'énergie durant la cuisson céramique grâce au pouvoir calorifique des boues (approximativement 3400 Kcal/Kg).
- Economies dans la consommation d'eau grâce à l'apport des boues (70% d'humidité moyenne)
- Le matériau céramique permet la stabilisation des métaux lourds contenus dans les boues.



Exemple d'application de la mesure

Il existe un brevet de briques BIOBRICK®, qui inclut des boues d'épuration. Aux Etats-Unis ces briques sont commercialisées et plusieurs projets ont été réalisés avec celles-ci. Elles contiennent au maximum 30% de boues, et respectent les normes ASTM. En plus de leurs propriétés techniques, elles ont une bonne finition et leur couleur dépend de la composition des boues en fonction de la concentration de certains composants (calcium, fer, aluminium, chlore, sulfates, etc.). Le tableau ci-dessous détaille les propriétés que ce type de briques peut atteindre, si le pourcentage de boues incorporé est de 30% :

PROPRIETES DE BIOBRICK® (30 % boues d'épuration)	
Résistance à la compression (MPa)	43
Absorption 24 h (%)	6,1
Densité apparente (g/cm³)	0,6 - 0,9
Conductivité thermique (w/m²K)	0,23 - 0,36

Références

- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- "Constructive sludge management: Biobrick". Alleman, J.E.; Berman, N.A. Journal of environmental engineering, vol. 110, n° 2, pp 301-311. Abril, 1984.
- "Bricks manufactured from sludge". Tay, J.H. Journal of environmental engineering, vol. 113, n° 2, pp 278-284. Abril, 1987.
- "Reusing water treatment plant sludge as secondary raw material in Brick Manufacturing". Feenestra, L.; Ten Wolde, J.G.; Eenstroom, C.M. Waste materials in construction: Putting Theory into Practice, Proceedings of the International Conference on the Environmental and Technical Implications of Construction with Alternative Materials, WASCOM 97. Houthem St. Gerlach, The Netherlands, 4-6 June 1997.
- "Reciclaje de residuos industriales". Castells, X.E. Editado por Díaz de Santos, S.A. 2000.
- "Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia (www.consorciodeaguas.com) y Gipuzkoa (www.gipuzkoakour.com)"
- AMVISA. Aguas Municipales de Vitoria, S.A. (www.amvisa.org)



CODE : CER-04

TYPE: Spécifique
Stratégie : Valoriser les déchets/sous-produits dans les matériaux des murs
Mesure : Valorisation de cendres d'incinération de boues d'épuration dans des briques
Applicable à : Murs

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation de cendres résultantes de l'incinération de boues d'épuration en briques.

Un des moyens d'éliminer les boues d'épuration est l'incinération. Cette méthode est plus chère mais permet de réduire le volume des boues entre 70 et 90%. Les boues, préalablement séchées, sont injectées dans l'incinérateur à une température qui peut varier entre 650 et 980°C.

Les cendres obtenues peuvent être incorporées dans la composition de la brique, ainsi on valorise un résidu tout en économisant des matières premières vierges.

Incidences techniques

Les cendres d'incinération de ces boues présentent une granulométrie continue et une faible densité, malgré des formes irrégulières. Un grand pourcentage (entre 40 et 90%) sont très fines, de diamètre inférieur à 0,075 mm.

PROPRIETES PHYSIQUES DES CENDRES

Poids spécifique	2,44 - 2,96
Humidité (%)	28
Densité (g/cm ³)	0,90 - 1,10
Porosité (%)	63,5 - 69,2
Absorption d'eau (%)	7,80 - 9,60
Perte au feu (%)	3,60 - 5,20
Valeur de pH	8,97 - 9,03

Au vu des études réalisées par des équipes de recherche espagnoles, les cendres provenant de l'incinération de boues d'épuration peuvent être utilisées pour la fabrication des briques. La teneur optimale dans la pâte céramique est de 5%.

Selon ces études, le principal effet bénéfique est l'augmentation de la porosité du matériau, tout en diminuant sa densité, ce qui permet de supposer une meilleure isolation thermique et acoustique. Cependant, cet ajout de cendres mène à une diminution de la résistance de la brique, ainsi qu'à une augmentation de l'absorption et de l'aspiration. A titre indicatif, la résistance à la compression diminue d'environ 17%, l'aspiration augmente de près de 60%, l'aspiration est 15% plus élevée tandis que la densité apparente est réduite de 5%.

D'autres études présentent des résultats plus favorables, permettant d'inclure jusqu'à 50% de cendres dans les briques. Le tableau suivant détaille les variations de certaines propriétés en fonction du pourcentage de cendres dans la brique.

	% cendres					
	0 %		20 %		50 %	
Densité (g/cm ³)	2,38	100 %	2,46	103 %	2,58	108 %
Perte au feu (%)	5,4	100 %	89	89 %	4,6	85 %
Résistance à la compression (N/mm ²)	87,2	100 %	92	92 %	69,4	78 %
Absorption (%)	0,03		0,11		1,70	



Incidences économiques

Comme cette technique n'est pas très répandue, et que la plupart des applications des cendres, notamment dans le domaine de la construction, font toujours l'objet d'expérimentations, il n'y a pas une grande demande de cendres, ce qui veut dire que leur prix n'est pas très élevé. Cependant, il faut prendre en compte le transport, qui est le coût le plus important, d'où l'intérêt de les utiliser à proximité du centre de production.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux sont:

- On valorise un déchet, et de plus on consomme moins de matières premières vierges.
- Le matériau céramique permet de stabiliser les métaux lourds contenus dans les cendres d'incinération des boues.



Exemple d'application de la mesure

L'utilisation de cendres d'incinération de boues d'épuration dans la fabrication des briques fait encore l'objet de recherche en laboratoire et il existe peu d'exemples d'application.

Références

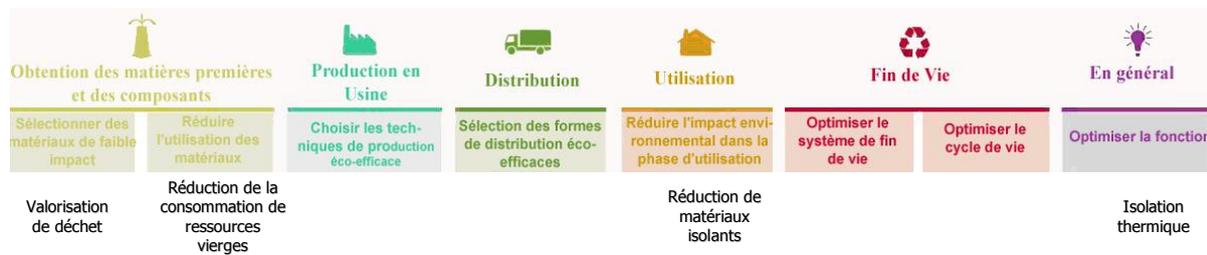
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- "Bricks manufactured from sludge". Tay, J.H. Journal of environmental engineering, vol. 113, n° 2, pp 278-284. Abril, 1987.
- "Utilización de las cenizas procedentes de la incineración de lodos de depuradora en la construcción". Monzo, J.; Payá, J.; Borrachero, M.V.; Córcoles, A. Actas del Congreso Nacional de Materiales Compuestos, pp. 559-563. 1995.
- "Uso de las cenizas procedentes del desecado de lodos de EDAR de Córdoba". Hidalgo, R.E.; Giráldez, L.V.; Ayuso, J. Ingeniería Civil, n° 114, pp. 111-117.1999.
- Ponencias Jornadas INASMET Tecnología. Julio 2007. (www.inasmet.es/Modulos/Documentos/Visor.aspx?Fid=447)



CODE : CER-05

TYPE: Spécifique
Stratégie : Matériaux qui permettent le cloisonnement en murs monocouche
Mesure : Parpaings de copeaux de bois agglomérés avec du ciment
Applicable à : Murs

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Parpaings de copeaux de bois agglomérés avec du ciment.

Depuis plusieurs années l'industrie de la construction introduit sur le marché divers produits sous forme de parpaing, et qui permettent l'édification de cloisonnement en murs pleins respectant toutes les exigences des normes actuelles: isolation thermique, isolation acoustique, résistance au feu, etc. Le principal avantage de la construction en mur plein est l'élimination de l'isolant ; de plus, comme le mur est plus homogène, la possibilité de recyclage est facilitée. Enfin, cela permet de valoriser le bois.

L'agglomérat de bois et ciment est utilisé avec succès en Europe depuis 1945, ayant permis la construction de plus d'un million et demi de logements.

Incidences techniques

Les informations suivantes correspondent au système de construction Climablock®, basé sur un réseau de piliers de béton, construit à partir d'un coffrage perdu en parpaing de conglomerat bois/ciment.

La matière de base du parpaing, le copeau de bois, est un basique résidu de bois provenant de scieries ou de vieux bois recyclé. Il est déshumidifié avec du silicate de calcium afin d'être résistant aux moisissures et éviter la putréfaction ou encore l'attaque des insectes et rongeurs. A travers ce procédé, les copeaux sont agglomérés avec du ciment, en proportions voisines de 10%, et le mélange obtenu est déposé dans des moules et est vibré afin d'obtenir le parpaing aux dimensions et formes désirées. Ces pièces passent ensuite dans un séchoir avant d'être déposés dans la zone de séchage où elles restent 4 à 5 jours. Une fois ce temps passé, les parpaings sont transportés jusqu'à une rectifieuse qui effectue les recoupes opportunes, ils sont emballés, et entreposés dans un espace de séchage à l'air libre, où ils séjournent environ 5 jours. Ils sont ensuite transportés jusqu'au point de distribution.

Ce traitement maintient intactes les propriétés mécaniques du bois, la résistance au feu, aux moisissures, aux attaques de rongeurs et insectes, et retient les processus de détérioration biologique.

Une des caractéristiques de ce matériau est la migration de la vapeur d'eau du fait de sa structure alvéolaire. Ceci permet la respiration active de l'édifice en évacuant rapidement l'humidité intérieure jusqu'à l'extérieur, améliorant ainsi la qualité de l'air respiré au sein du bâtiment.

Un calcul adéquat concernant l'armement du voile de béton, avec lequel le parpaing peut être rempli, permet de donner une grande résistance au mur construit, procurant même des propriétés de sismorésistance.

La possibilité de remplir le parpaing avec une pâte de béton proportionne une haute inertie thermique aux murs. La chaleur est ainsi accumulée durant le jour et est lentement rediffusée la nuit à l'intérieur du logement.

Caractéristiques physiques et mécaniques des parpaings Climablock®:

- Les constructions réalisées avec ce produit doivent respecter le Code de la construction et de l'habitation.
- Les dimensions usuelles des parpaings sont de 25 cm de hauteur, 50 ou 100 cm de longueur, et avec comme épaisseur 15, 20, 25, 30, et 36,5 cm. Suivant le type de parpaing on peut insérer entre les alvéoles une planche de polyéthylène avec ou sans graphite et du liège, pour améliorer davantage l'isolation.
- Dans le mur Climablock les faibles conductivités du conglomerat bois/ciment (0,11 W/mK), du polystyrène (0,039 W/mK), du polystyrène graphité (0,030 W/m.K) et du liège (0,037 W/m.K), permettent d'atteindre une bonne capacité d'isolation thermique.



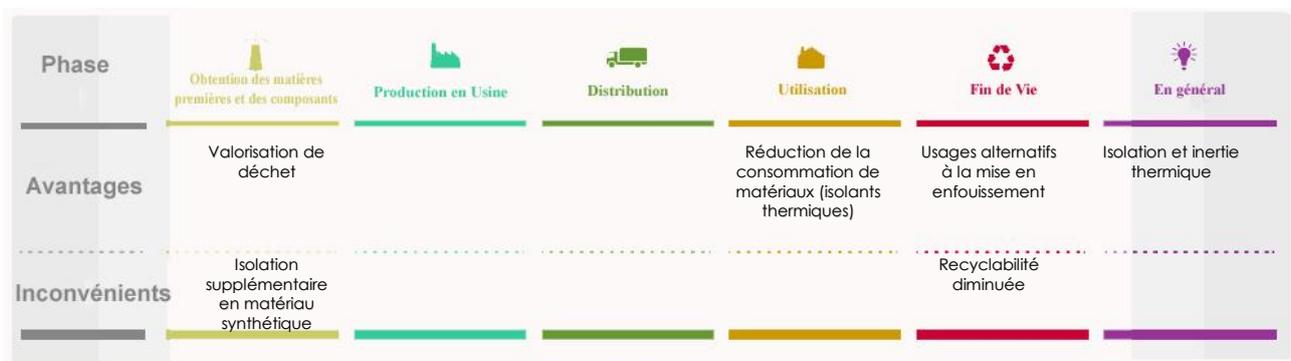
Incidences économiques

Le m² de ce matériau coûte en moyenne 17,81 €. Pour évaluer le coût total par m², il faut prendre en compte les économies réalisées grâce à la diminution de l'épaisseur de matériau isolant.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux sont les suivants:

- On valorise un résidu qui sinon serait jeté. De plus, cela favorise la diminution de consommation de ressources vierges.
- Meilleur indice d'isolation thermique par rapport aux matériaux conventionnels. C'est pourquoi une plus faible épaisseur d'isolant permettra d'atteindre les mêmes conditions de confort.
- Le matériau permet la migration de la vapeur d'eau en régulant l'humidité entre l'intérieur et l'extérieur, ce qui évite la condensation et améliore la qualité de l'air.
- Le matériau est alcalin (pH 12), ce qui empêche le développement de mycoses ou de virus dans les murs, limitant ainsi les risques d'allergies ou de maladies.
- Les déchets générés lors de la démolition d'un bâtiment construit avec ces parpaings pourront être recyclés dans d'autres types de matériaux comme mortiers isolants.



Exemple d'application de la mesure

Climablock® est une marque commerciale de SALDUIE INVERSIONES S.L., entreprise dédiée à l'ingénierie, à la construction et aux travaux publics.

La gamme de parpaings Climablock est large et variée, suivant l'isolation thermo-acoustique et la résistance structurelle désirées.

En fonction du type de parpaing, on peut insérer une couche additionnelle de matériau isolant : polystyrène, polystyrène graphité, ou liège. Le système est conçu pour le dressage de murs extérieurs ou intérieurs dans n'importe quel type de constructions: pavillons, immeubles d'appartements, immeubles administratifs, entrepôts industriels.

Références

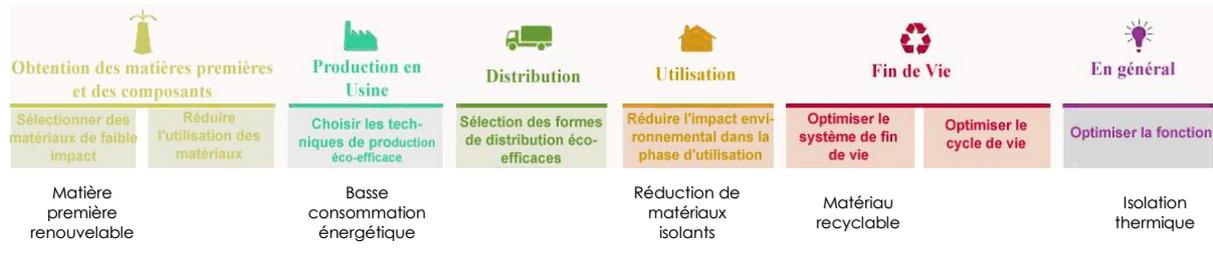
- www.climablock.com
- Catalogue Climablock (www.climablock.com/Descargas-01-Catalogos.htm)
- Guide technique Climablock (www.climablock.com/doctec/Guía_Técnica.pdf)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)



CODE : CER-06

TYPE: Spécifique **Stratégie :** Matériaux qui permettent le cloisonnement en murs monocouche
Mesure : Parpaings de construction à base de chanvre
Applicable à : Murs

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Parpaing de construction à base de chanvre.

Depuis plusieurs années l'industrie de la construction introduit sur le marché divers produits sous forme de parpaing, et qui permettent l'édification de cloisonnement en un seul bloc respectant toutes les exigences des normes actuelles: isolation thermique, isolation acoustique, résistance au feu, etc. Le principal avantage de la construction en un seul bloc est l'élimination de l'isolant ; de plus, comme le mur est plus homogène, la possibilité de recyclage est facilitée.

C'est une matière première renouvelable qui ne requiert aucun produit phytosanitaire pour sa culture, et qui de plus sert pour enrichir les sols. La fibre de chanvre ne nécessite pas de traitement préalable, puisqu'elle ne contient pas de protéines nutritives pour les parasites : le chanvre n'est pas attaqué par les insectes ni par les rongeurs.

Il est possible de créer des parpaings bioclimatiques, formés de fibre de chanvre, de chaux hydraulique et d'un mélange de minéraux. Ces blocs réunissent toutes les fonctions recherchées pour l'élaboration de murs structurels, comme par exemple la résistance aux charges et la protection contre les incendies. Par ailleurs, leurs composition favorise l'isolation thermique et acoustique.

La conductivité thermique du chanvre est de 0,048 W/m.K, ce qui lui confère de grandes capacités isolantes.

Incidences techniques

L'information correspond au matériau de construction Cannabric®.

Les composants du parpaing (fibres de chanvre, chaux hydraulique, mélange de minéraux) sont mélangés avec de l'eau pour former le mortier de base. Le mortier est dosé puis introduit dans une presse qui permet d'obtenir le parpaing. Celui-ci est séché à l'air libre mais protégé de la pluie et du soleil pendant 28 jours au minimum : on obtient de cette manière un parpaing de construction massif et dense, de couleur beige et de texture fibreuse. La résistance mécanique du parpaing est due à la formation d'hydrates insolubles, et est augmentée au cours du temps par la carbonatation de la chaux libre au contact de l'humidité et du gaz carbonique de l'air. La pétrification des fibres de chanvre par interaction avec la chaux et autres minéraux est également un facteur important pour l'accroissement de la résistance du matériau.

On emploie la chaux hydraulique pour plusieurs raisons: d'une part elle protège de l'humidité, en fermant les pores par expansion de surface, et d'autre part elle protège la fibre de chanvre contre les mycoses et autres parasites végétaux.

Grâce à sa composition naturelle, le parpaing permet la transpiration et la diffusion de la vapeur d'eau entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Ceci le convertit en un matériau capable de compenser et équilibrer l'humidité environnementale, évitant ainsi les espaces humides et froids. De cette façon, il n'y a pas de condensation ni en surface ni à l'intérieur du mur.

Les caractéristiques mécaniques et physiques du matériau sont disponibles sur la page web du fabricant. Les éléments de construction réalisés avec le produit doivent respecter le Code de la construction et de l'habitation. Le coefficient de conductivité thermique de Cannabric® est de 0,19 W/m K. En comparaison, sur la base de données du programme LIDER, la conductivité thermique de la brique céramique massique est de 0,85 W/m K et celle de la brique céramique perforée est de 0,35 W/m K)



Incidences économiques

Voici le coût du matériau par m² (produit Cannabric®):

Taille (cm)	Coût unitaire	Coût par palette (195 unités)	Prix par m ² selon l'épaisseur du mur (cm) (incluant 2 % de pertes par coupe)		
			30 cm	14,5 cm	10,5 cm
30 x 14,5 x 10,5	0,87 €	157,95 €	46,98 € (54 pièces/m ²)	23,49 € (27 pièces/m ²)	17,40 € (20 pièces/m ²)

Dans le cas où on utilise ce produit pour un cloisonnement extérieur, le coût total par m² peut être évalué en prenant en compte les économies d'énergies associées à la diminution d'épaisseur du matériau isolant.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux sont les suivants:

- Utilisation de matière première renouvelable
- Culture de la matière première renouvelable sans utilisation de produits phytosanitaires (insecticides, pesticides, fertilisants, etc.)
- Faible consommation énergétique pour sa transformation
- Aucune nocivité/toxicité lors de son usage
- Un indice d'isolation thermique plus élevé par rapport à d'autres matériaux de cloisonnement conventionnels. Par conséquent, pour rester conforme aux exigences de confort, on peut se permettre de réduire l'épaisseur de l'isolation thermique voire même, suivant la zone climatique, ne pas ajouter d'isolant.
- Permet la transpiration et la diffusion de la vapeur d'eau entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment
- Matériau totalement recyclable (puisque le parpaing provenant d'une démolition peut être concassé et réutilisé pour la production de Cannabric® ou encore de mortiers isolants)



Exemple d'application de la mesure

CANNABRIC® fabrique des parpaings de construction bioclimatiques formés par des fibres végétales de chanvre, de chaux hydraulique, et d'un mélange de minéraux. Les pièces sont massives et de taille unique: 30 x 14,5 x 10,5 [cm]. Elles sont transportées par des camions de grand tonnage, et sont rangées en palettes de 195 unités. Le parpaing permet la construction de murs porteurs et de séparation avec l'espace extérieur pour tout type de construction comme par exemples les logements individuels, les bâtiments publics, ou encore les bâtiments mitoyens. Ils peuvent également être utilisés pour les cloisons de division intérieures. Grâce à ses caractéristiques, CANNABRIC® est un matériau très recommandé dans le sud de l'Europe, où il y a une alternance entre des températures extrêmes de chaud et de froid.

CHANVRIBLOC est un bloc de béton de chanvre (chaux chanvre) très isolant utilisé pour la construction neuve de maisons sans aucune isolation complémentaire. Il est très utilisé en cloisons et convient parfaitement en rénovation pour l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) et l'isolation thermique par l'intérieur. C'est un matériau de construction « bio-sourcé ». Il est constitué de chènevotte et de liants hydrauliques naturels. La chènevotte est obtenue par défibrage de la paille de chanvre. Le matériau a une faible énergie grise, n'émet pas de COV, et est recyclable et biodégradable.

Références

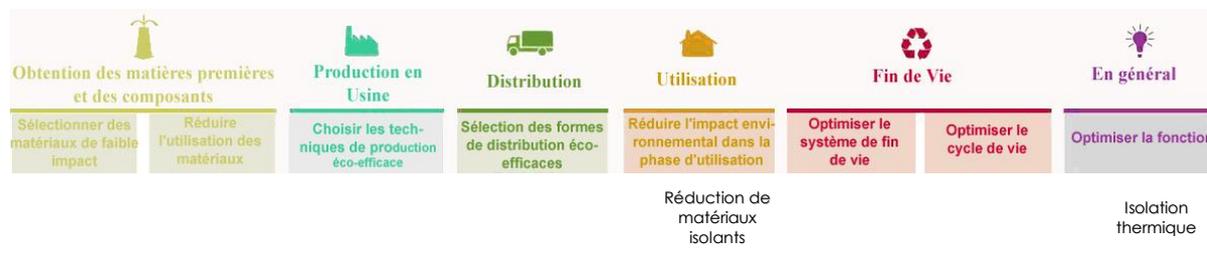
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.cannabric.com
- Programme LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación.



CODE : CER-07

TYPE: Spécifique
Stratégie : Matériaux qui permettent le cloisonnement en monocouche
Mesure : Parpaings de béton cellulaire
Applicable à : Murs

Stratégies d'éco-conception



Description de la mesure

Depuis plusieurs années l'industrie de la construction introduit sur le marché divers produits sous forme de parpaing, et qui permettent l'édification de cloisonnement en un seul bloc respectant toutes les exigences des normes actuelles: isolation thermique, isolation acoustique, résistance au feu, etc. Le principal avantage de la construction en un seul bloc est l'élimination de l'isolant ; de plus, comme le mur est plus homogène, la possibilité de recyclage est facilitée.

Le béton cellulaire, grâce à son processus, présente une structure alvéolaire, composée par des millions de microcellules d'air (70-80% du volume) réparties de façon homogène dans le matériau, ce qui lui donne à la fois une légèreté et des propriétés d'isolation thermique. En effet, ce matériau est trois fois plus léger que la brique céramique ou que le parpaing de mortier. Mais cela ne le rend pas plus fragile pour autant: le béton cellulaire permet de construire des murs de charges pouvant supporter jusqu'à 3 ou 4 niveaux dans des immeubles de logement. De plus, il n'y a pas besoin de réaliser de murs creux ou à double paroi : on supprime l'épaisseur d'isolant. Ainsi, la construction est plus homogène, puisque le même matériau (parpaing de béton cellulaire) remplit à la fois la fonction mur de structure mais également celle d'isolant thermique et acoustique.

Incidences techniques

Le sable est l'élément primordial puisqu'il intervient dans plus de 50% de la composition du béton cellulaire séché en autoclave. Le sable contient entre 90 et 95% de silice et subit un lavage pour éliminer l'argile et autres matières qui pourraient altérer le produit final. Après cette étape, la teneur en argile est inférieure à 1%.

Le broyage est effectué par voie humide, et le sable est ensuite stocké dans des silos pourvus de système d'agitation, pour éviter une éventuelle décantation. La finesse du broyage est systématiquement contrôlée, puisqu'elle a une incidence cruciale sur les réactions entre la silice et la chaux.

Le mélange méticuleusement dosé de chaux, de ciment, de sable finement moulu, de gypse, et d'eau, auquel on incorpore de la poudre d'aluminium à la fin du pétrissage/malaxage, permet d'obtenir le produit, qui est alors versé dans les moules. A partir de ce moment, la poudre d'aluminium réagit et provoque le dégagement d'hydrogène. Celui-ci forme alors les cellules qui confèrent au matériau sa structure poreuse et qui augmentent sa taille, jusqu'à pratiquement le double du volume initial.

Simultanément à l'augmentation de volume, il y a des réactions d'hydratation des composants du mélange. Les proportions des composants et les conditions du moulage sont ajustées pour obtenir, au bout de 4h environ, une pâte suffisamment dure pour être démoulée puis découpée en différents formats, suivant le type de produit à fabriquer. On peut fabriquer un produit armé ou non.

Une fois qu'on lui a donné sa forme définitive, le produit est alors introduit dans les autoclaves où il est séché, en utilisant de la vapeur à une température entre 180 190°C. Les autoclaves utilisés ont une longueur de 38 m et un diamètre de 2,70 m. Le processus, qui dure une dizaine d'heures, permet le séchage du produit de douze moules à une pression moyenne de 12 Kg/cm². Au cours de se séchage, ont lieu des réactions fortement exothermiques, qui conduisent à la formation du principal composant final du béton cellulaire autoclavé : la tobermorite (silicate de calcium hydraté) cristallisée.

Les pièces usinées de béton cellulaire autoclavé doivent répondre aux exigences du marquage CE. En effet, en application de la Directive Européenne des Produits de Construction 89/106/CEE, ces produits doivent avoir le marquage CE qui indique la conformité avec la norme UNE-EN 771-4. De plus, ces éléments doivent aussi respecter le Code technique de la construction et de l'habitation.

Ytong-Siporex est un système constructif utilisé dans les murs porteurs pleins (monomurs), employant des blocs de béton cellulaire autoclavé. Les parpaings sont fabriqués à différentes tailles et densité. Par exemple, pour le cas d'un bloc d'une densité de 400 Kg/m³, l'entreprise garantit une conductivité thermique de 0,11 W/m K; tandis que



pour un bloc d'une densité de 550 kg/m³, la conductivité thermique augmente jusqu'à 0,16 W/m·K. A titre de comparatif, d'après les données du programme LIDER, la conductivité thermique de la brique céramique massive est de 0,85 W/m·K, et celle de la brique céramique perforée est de 0,35 W/m·K.

Incidences économiques

A titre indicatif, le coût de ce matériau au m² est en moyenne de 19,57 €. Quand on utilise ce matériau pour un cloisonnement extérieur, la détermination du coût par m² de façade doit prendre en compte les économies associées à la réduction de l'épaisseur d'isolant.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux sont les suivants:

- Pièces assemblables, ce qui permet un emboîtement/imbrication entre elles, d'où une économie de mortier.
- Meilleur indice d'isolation thermique par rapport aux matériaux de cloisonnement conventionnels. Ainsi, pour rester conforme aux exigences de confort, l'épaisseur d'isolant à ajouter sera réduite, voire même supprimée dans certains cas.
- Au cours de la fabrication, les excédents non durcis sont réincorporés au cycle de production.
- Le fabricant suggère que le matériau pur en excès puisse être recyclé et utilisé sous forme de granulés pour différents usages, tels que par exemple en sable pour litière de chats, en agglutinants d'huiles, ou encore comme matière première de production.



Exemple d'application de la mesure

YTONG est la marque du béton cellulaire de XELLA BAUSTOFFE GMBH, une des entreprises leaders sur le marché européen des matériaux de construction et de matières premières. Le système de construction YTONG propose une gamme de matériaux qui répond à tous les besoins de travaux d'un édifice :

- Murs extérieurs et intérieurs, porteur ou non porteurs
- Cloisons de distribution
- Sols
- Toiture

La surface totale de murs construits avec des parpaings Ytong-Siporex, provenant des usines de Saint Savin et de Mios, était de d'environ 13 millions de m² en 2003: 11 millions en France et 2 millions en Espagne.

Références

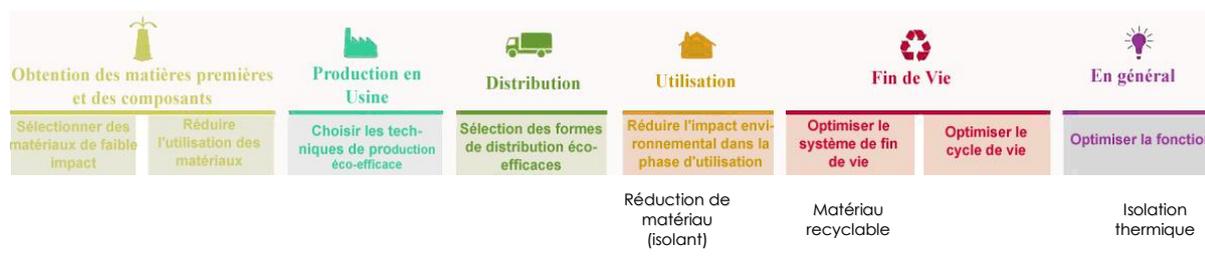
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.euroblogue.com
- www.ytong.es
- "Documento de Adecuación al Uso: DUA 03/012" Ytong-Siporex. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (www.itec.cat)
- Programme LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación



CODE : CER-08

TYPE: Spécifique
Stratégie : Matériaux qui permettent le cloisonnement en monomurs
Mesure : Parpaings de béton léger à base d'argile expansée et de ciment
Applicable à : Cloisons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Depuis plusieurs années le secteur de la construction introduit sur le marché différents produits sous formes de parpaings, destinés à la fabrication de cloisons monomurs. Ceci tout en respectant les exigences des normes en vigueur : isolation thermo-acoustique, résistance au feu, élément de structure, etc. Le principal avantage de la construction monomur est l'élimination de l'isolant et les meilleures possibilités de recyclage du mur, du fait de sa plus grande homogénéité.

Il est possible de fabriquer des blocs de béton léger à base d'argile expansée et de ciment. L'argile expansée est un matériau isolant d'origine céramique, avec une structure hautement poreuse, due à l'expansion de l'argile à hautes températures. La fine structure réticulaire de l'argile expansée donne naissance à de nombreuses chambres d'air microscopiques, qui lui confèrent ses capacités d'isolation.

Incidences techniques

Les informations suivantes correspondent au matériau Arliblock®.

L'argile expansée est humidifiée avant d'être mise en contact avec le ciment, car cela permet d'améliorer l'adhérence et la cohésion de la gachée. Ces parpaings sont fabriqués en mélangeant les composants uniformément et en soumettant la mixture obtenue à un vibrage de haute fréquence, qui permet de parfaitement coupler les composants. Ensuite, on procède à une compression à travers un moule, qui va donner la forme définitive de la pièce. Plus tard, la pièce est séchée sous humidité contrôlée pendant 2 ou 3 jours.

Les spécifications de ces pièces de bétons, avec des granulats denses et légers, doivent répondre aux exigences du marquage CE. En effet, en application de la Directive Européenne des Produits de Construction 89/106/CEE, ces produits doivent avoir le marquage CE qui indique la conformité avec la norme UNE-EN 771-3.

De plus, ces éléments doivent aussi respecter le Code technique de la construction et de l'habitation.

Caractéristiques mécaniques et physiques

Les données générales de ce produit sont disponibles sur le site internet de Arliblock®. Cependant, il faut tenir compte que pour l'application d'un produit il faut considérer les données particulières indiquées par le fournisseur.

Par exemple, le parpaing massif de 50 x 25 x 20 cm (longueur x largeur x hauteur) de l'entreprise Prefabricados Etxeberria, S.A. a une conductivité thermique 0,37 W/m·K. Alors que selon la base de données du programme LIDER, la conductivité thermique de la brique céramique est de 0,85 W/m·K et celle de la brique perforée de 0,35 W/m·K



Incidences économiques

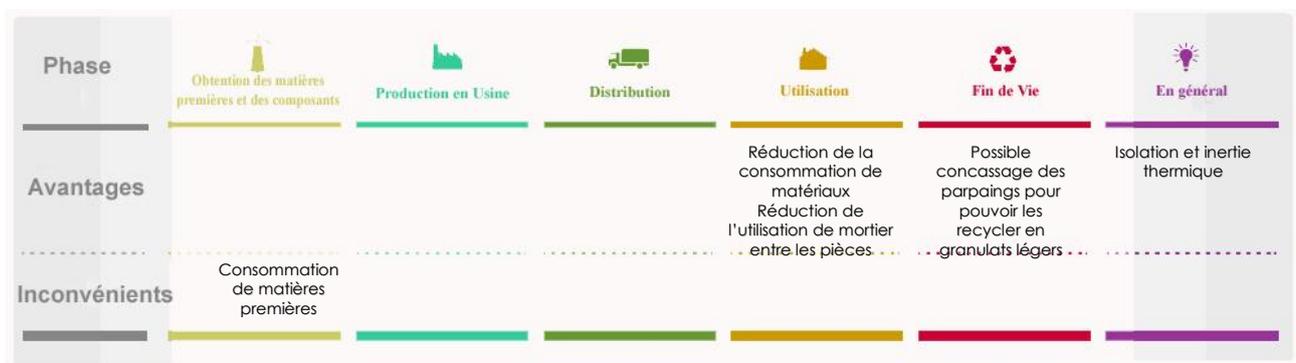
A titre indicatif, le coût du m² de matériau est de 7,5 €.

Lorsque ce produit est utilisé pour des cloisons extérieures, lorsqu'on évalue le coût total par m² de façade, il faut prendre en compte les économies associées à la diminution de l'épaisseur de matériau isolant.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux sont les suivants:

- Meilleur indice d'isolation thermique par rapport aux matériaux de cloisonnement conventionnels. Ainsi, pour rester conforme aux exigences de confort, l'épaisseur d'isolant à ajouter sera réduite, voire même supprimée dans certains cas.
- Economie de mortier. Celle-ci dépend de la taille de pièce et du type de liaison choisi.



Exemple d'application de la mesure

Arliblock® est un produit du groupe multinational MAXIT, d'origine suédoise.

Arliblock® est une marque déposée qui permet de distinguer les isolants et préfabriqués légers élaborés avec l'argile expansée ARLITA®, qui est également un produit de MAXIT.

Arliblock® est un parpaing de béton léger fabriqué avec de l'argile expansée et du ciment possédant les propriétés suivantes: faible poids, isolation acoustique, résistance au feu, en plus de ses caractéristiques thermiques, dues à son faible coefficient de conductivité et sa grande inertie thermique.

En fonction du format choisi, on peut l'utiliser pour des cloisons dans des logements, des entrepôts industriels, pour la construction de murs de charge jusqu'à 3 étages, ou encore pour des séparations mitoyennes.

Références

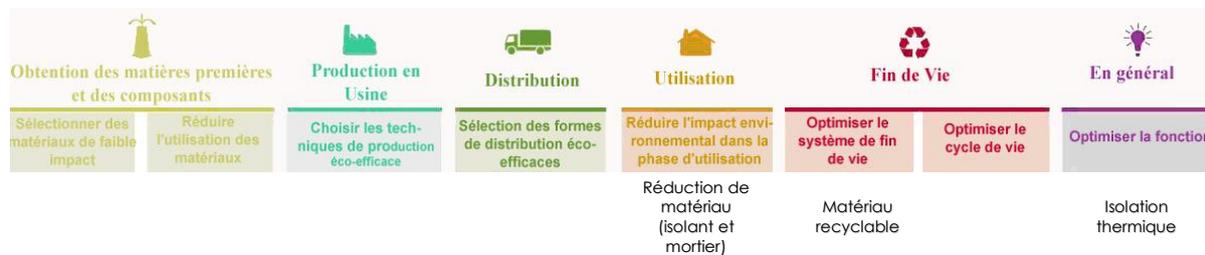
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.arliblock.es
- DAU - Documento de Adecuación al Uso. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (www.itec.cat)
- DAU 05/035. Prefabricados Etxeberria, S.A.
- Programme LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación



CODE : CER-09

TYPE: Spécifique
Stratégie : Matériaux qui permettent le cloisonnement en monomurs
Mesure : Parpaings céramique d'argile allégée
Applicable à : Cloisons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Parpaings céramiques en argile allégée.

Depuis plusieurs années le secteur de la construction introduit sur le marché différents produits sous formes de parpaings, destinés à la fabrication de cloisons monomurs. Ceci tout en respectant les exigences des normes en vigueur : isolation thermo-acoustique, résistance au feu, élément de structure, etc. Le principal avantage de la construction en monomur est l'élimination de l'isolant et les meilleures possibilités de recyclage du mur, du fait de sa plus grande homogénéité.

Le parpaing céramique d'argile allégée possède des caractéristiques singulières, parmi lesquelles un bon comportement mécanique ainsi qu'une bonne classe d'isolation thermo-acoustique, ce qui permet d'obtenir des murs simples, sans besoin de recourir à des murs multicouches.

Incidences techniques

Les informations suivantes correspondent au produit Termoarcilla®, qui est une marque déposée.

Les matières premières employés lors de la fabrication sont: l'argile, l'eau, et des composés granulaire (du type sphères de polystyrène expansé). Le procédé de fabrication est similaire à celui de n'importe quel autre matériau céramique (briques, tuiles, solins, etc.) mis à part l'ajout de composés granulaires dans la pâte argileuse.

Les matériaux céramiques obtiennent leur résistance par l'intermédiaire d'une cuisson à plus de 850°C. Lorsqu'on atteint de telles températures, les composés granulaires intégrés à l'argile se volatilisent, laissant à leur place un trou/vidé, qui donne au bloc Termoarcilla l'aspect pointillé qui le caractérise. Cette multitude de cratères ou trous confèrent à la pièce une porosité contrôlée et uniforme. Grâce à la constitution spéciale du matériau céramique, combinée à la géométrie de la pièce spécifiquement étudiée, le produit permet d'obtenir des murs d'une seule couche, avec des caractéristiques équivalentes ou supérieures ou murs multicouches, puisque toutes les fonctions requises sont réalisées par un seul et même matériau.

Les spécifications de ces pièces de bétons, avec des granulats denses et légers, doivent répondre aux exigences du marquage CE. En effet, en application de la Directive Européenne des Produits de Construction 89/106/CEE, ces produits doivent avoir le marquage CE qui indique la conformité avec la norme UNE-EN 771-1.

De plus, ces éléments doivent aussi respecter le Code technique de la construction et de l'habitation.

Caractéristiques mécaniques et physiques

Les données générales de ce produit sont disponibles sur le site internet de Termoarcilla®. Cependant, il faut tenir compte que pour l'application d'un produit il faut considérer les données particulières indiquées par le fournisseur.

La principale pièce de la série conçue pour développer les murs, appelée pièce de base, est de 30 cm de longueur et 19 cm de hauteur, et existe avec différentes épaisseurs (14, 19, 24 ou 29 cm).

Selon les données du programme LIDER, le bloc céramique d'argile allégée a un coefficient de conductivité thermique de 0,28 W/m.K. En comparaison, celle de la brique céramique massive est de 0,85 W/m.K et celle de la brique céramique perforée est de 0,35 W/m.K.



Incidences économiques

Le coût du m² de matériau est le suivant:

Format	Coût m ² (€)
30 x 14 x 19	7,47
30 x 19 x 19	9,46
30 x 24 x 19	11,79
30 x 29 x 19	15,60

Lorsque ce produit est utilisé pour des cloisons extérieures, lorsqu'on évalue le coût total par m² de façade, il faut prendre en compte les économies associées à la diminution de l'épaisseur de matériau isolant.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux sont les suivants:

- Meilleur indice d'isolation thermique par rapport aux matériaux de cloisonnement conventionnels. Ainsi, pour rester conforme aux exigences de confort, l'épaisseur d'isolant à ajouter sera réduite, voire même supprimée dans certains cas.
- Economie de mortier. Pièces imbriquées, sans besoin de mettre de mortier dans la jointure verticale.

Pour améliorer davantage le cycle de vie du produit, des études sont en cours pour la substitution des granulés de polystyrène par de la pâte de papier, des résidus végétaux, etc.



Exemple d'application de la mesure

Références

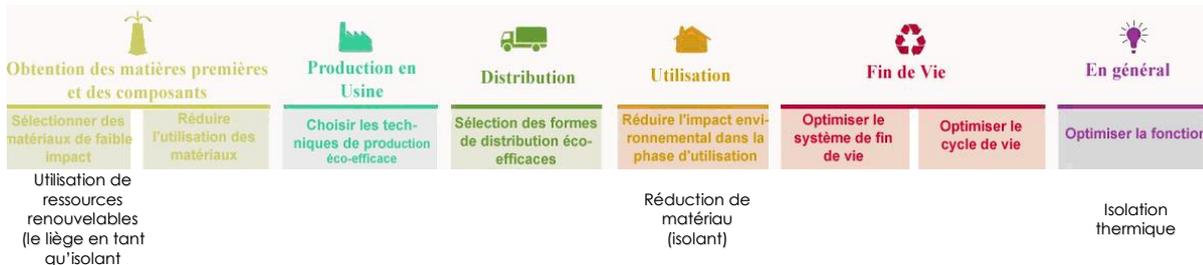
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.termoarcilla.com
- DAU - Documento de Adecuación al Uso. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (www.itec.cat)
- Programme LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación



CODE : CER-10

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Matériaux qui permettent le cloisonnement en monomurs
 Mesure : Parpaing céramique avec rembourrage intérieur en granulés de liège
 Applicable à : Cloisons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Parpaing céramique avec remplissage intérieur en granulés de liège.

Depuis plusieurs années le secteur de la construction introduit sur le marché différents produits sous formes de parpaings, destinés à la fabrication de cloisons monomurs/monoparois. Ceci tout en respectant les exigences des normes en vigueur : isolation thermo-acoustique, résistance au feu, élément de structure, etc. Le principal avantage de la construction en monomur est l'élimination de l'isolant et les meilleures possibilités de recyclage du mur, du fait de sa plus grande homogénéité.

On peut fabriquer des murs porteurs avec des parpaings céramiques possédant une isolation interne en liège. Ceci permet à la paroi intérieure du mur de servir d'accumulateur thermique, sans besoin de rajouter une cloison intérieure. Cette technologie a été conçue pour qu'un seul élément constructif puisse remplir de façon optimale plusieurs fonctions requises (mur/isolation/inertie thermique).

Incidences techniques

Les informations suivantes correspondent au produit Biobloc®.

Ce parpaing céramique est réalisé en argile et sa conception lui permet d'obtenir une haute résistance à la compression, tout en ayant une cavité pour augmenter l'inertie thermique et l'isolation. Si cette cavité est remplie avec des granulés de liège, l'isolation sera davantage efficace, que ce soit au niveau acoustique ou thermique.

Coefficient de transfert thermique

Pour le parpaing ce coefficient serait, selon les essais réalisés dans le département de physique appliquée de l'Université de Cantabria, de 0,75 W/m².K.

Il existe deux options pour la mise en œuvre :

- Option 1 (sans liège): Paroi extérieure réalisée avec des parpaings Biobloc® de 24 cm d'épaisseur, avec un crépi extérieur de mortier de ciment d'une épaisseur de 1,50 cm. Le coefficient de transmission de la paroi dans ce cas est de U = 0,64 W/m².K.
- Option 2 (avec liège): Paroi extérieure réalisée avec des parpaings Biobloc® de 24 cm d'épaisseur, avec un crépi extérieur de mortier de ciment d'une épaisseur de 1,50 cm, un crépi intérieur de gypse d'une épaisseur de 1,50 cm, et le remplissage des cavités intérieures par du liège trituré. Dans ce cas, le coefficient de transmission de la paroi est de U = 0,34 W/m².K.

Résistance à la compression, selon la norme UNE 67.026

Essais réalisés par le Laboratoire Général d'Essais et de Recherche de Barcelone (Laboratori General D'Assaigs i investigacions, LGAJ).

Résistance moyenne (Rc): 186 kg/cm²

Résistance normalisée selon la norme UNE 67.026/94 (Fb) = 229 kg/cm²

De plus, ces éléments doivent aussi respecter le Code technique de la construction et de l'habitation.



Incidences économiques

Il est difficile d'estimer le coût au m² puisque le produit n'est plus commercialisé.

Incidences environnementales

Les améliorations environnementales sont les suivantes:

- Meilleur indice d'isolation thermique par rapport aux matériaux de cloisonnement conventionnels. Ainsi, pour rester conforme aux exigences de confort, l'épaisseur d'isolant à ajouter sera réduite, voire même supprimée dans certains cas.
- Economie de mortier. Pièces imbriquées, sans besoin de mettre de mortier dans la jointure verticale.
- Le liège employé est une ressource naturelle renouvelable.
-

Phase	Obtention des matières premières et des composants	Production en Usine	Distribution	Utilisation	Fin de Vie	En général
Avantages	Utilisation de ressources renouvelables (le liège en tant qu'isolant)			Réduction de la consommation de matériaux Réduction de l'utilisation de mortier entre les pièces	Possible concassage des parpaings pour produire les recycler en granulats légers	Isolation et inertie thermique
Inconvénients	Consommation de matières premières				Recyclage plus compliqué	

Exemple d'application de la mesure

Biobloc® est un produit de l'entreprise BIOLLAR. C'est un bloc céramique de dimensions 32,5 x 19,5 x 23,5, auquel on peut ajouter dans la cavité interne du liège naturel trituré (Ecosuro Selva-Kork Triturado®, également de BIOLLAR). Ce produit n'est plus commercialisé.

Références

- www.biollar.com



CODE : CER-11

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Efficacité énergétique dans la production du produit
 Mesure : Amélioration énergétique des processus de fabrication des briques
 Applicable à : Cloisons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Amélioration énergétique des procédés de pressage/usinage, séchage et cuisson dans la fabrication des briques. Les plus grands impacts du cycle de vie des produits céramiques pour la construction sont liés à l'étape de production. Les phases les plus problématiques sont à priori le séchage et la cuisson ; l'un des principaux problèmes étant celui des émissions atmosphériques causées par les fours de cuisson, puisqu'ils libèrent des polluants tels que SO₂, CO₂ ainsi que des traces de NO_x et CO. Les mesures visant à réduire la consommation énergétique et à optimiser les procédés contribuent à réduire la charge environnementale des produits céramiques.

Incidences techniques

Dans le document espagnol "Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012: Subsector de minerales no metálicos", sont présentées les améliorations à introduire dans le processus de fabrication des céramiques structurales:

1. Améliorations concernant les fours
 - 1.1. Optimisation de la capacité productive (arrêt annuel)
 - 1.2. Pré-fours alimentés par des chaleurs résiduelles
 - 1.3. Bruleurs de haute vitesse pour le préchauffage.
2. Amélioration du processus d'extrusion
 - 2.1. Extrusion avec vapeur
3. Amélioration du séchage
 - 3.1. Meilleure distribution de chaleur dans les séchoirs
 - 3.2. Récupération de la chaleur des fours pour le séchage
 - 3.3. Récupération de chaleur lors du procédé de refroidissement du matériau
 - 3.4. Remplacement des réchauds par une entrée d'air
4. Amélioration des wagonnets/bennes

Plus la densité du matériau de fabrication des wagonnets qui introduisent le produit dans les fours est faible, plus la consommation énergétique sera faible (capacité thermique des wagonnets).

Incidences économiques

Le tableau suivant présente l'analyse économique globale de certaines des mesures proposées:

Description	Economie E. Thermique (tep)	Economie E. Electrique (MWh)	Economie E. Finale (tep)	Investissement Total (€)	Aides publiques (€)
Extrusion avec vapeur	11.138	5.569	11.616	3.076.071	0
Meilleure distribution de chaleur dans les séchoirs	20.048	0	20.048	21.850.714	6.134.904
Récupération de la chaleur des fours pour le séchage	7.425	0	7.425	1.591.071	0
Remplacement des réchauds par une entrée d'air	5.074	0	5.074	636.429	0
Pré-fours alimentés par des chaleurs résiduelles	3.094	0	3.094	2.430.804	5.524
Bruleurs de haute vitesse pour le préchauffage	11.138	0	11.138	1.750.179	0
Capacité de production optimisée (arrêt annuel)	19.800	9.900	20.651	12.728.571	0



Incidences environnementales

Les mesures visant à réduire la consommation énergétique (et par conséquent les émissions associées) et à optimiser les procédés contribuent à réduire la charge environnementale des produits céramiques.



Exemple d'application de la mesure

L'entreprise PIERA ECO CERÁMICA (Espagne) a amélioré ses procédés de production de briques en optant pour une cuisson à l'aide de biogaz. Le biogaz est un combustible propre, qui diminue la pollution lors du processus industriel, et dont le résultat final est un produit écologique et respectueux de l'environnement.

Le biogaz utilisé par PIERA Ecocerámica provient du traitement des déchets organiques enfouis sous des couches d'argile dans une décharge (Hostalet de Pierola). Il est utilisé lors de la fabrication de briques apparentes et de pavés céramiques de haute qualité. Avec cette mesure, l'entreprise évite l'émission dans l'atmosphère de 17000 tonnes/an de CO₂, sans compter les autres gaz à effets de serre ou destructeurs de la couche d'ozone.

Le biogaz représente 60% de l'énergie consommée dans les usines de production de PIERA Ecocerámica et l'objectif du groupe est d'augmenter davantage de pourcentage.

La brique issue de ce procédé possède les mêmes tolérances dimensionnelles qu'une autre brique cuite de manière traditionnelle, elle ne montre pas d'efflorescence par excès d'humidité, et ses propriétés thermiques sont de 0,69 W/mK (valeur déclarée) et de 0,74 W/mK (valeur de conception), selon la norme UNE-EN 1745.

Références

- "Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012: Subsector de minerales no metálicos". Ministère de l'Economie. Secretariat d'Etat de l'Energie, du Développement de l'Industrie et des Petites et Moyennes Entreprises (Espagne). Novembre 2003.
- "Consideraciones sobre el análisis del ciclo de vida y aspectos medioambientales de los productos cerámicos para la construcción". Obis Sánchez, J.; Pérez Lorenzo, A.; Díaz Rubio, R. Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales (AITEMIN).
- www.pieraecoceramica.es
- "Eco Productos en la arquitectura y el diseño". Ed. Ignasi Pérez Arnal. AxE Arquitectura y Entorno. 1ª edición Barcelona 2008.



CODE : HOR-01

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
Mesure : Valorisation des cendres volantes comme additif dans le béton structurel
Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des cendres volantes en les insérant dans le béton structurel en remplacement du ciment.

Les cendres volantes sont les résidus de la combustion du charbon pulvérisé dans les fours des cheminées de centrales thermoélectriques, et qui sont récupérées avant la sortie des fumées dans l'atmosphère et par dépoussiérage électrostatique.

Pour utiliser les cendres volantes dans le béton, il faut employer un ciment de type CEM I.

Pour le béton précontraint on pourra utiliser des cendres volantes, à condition que leur quantité n'excède pas 20% du poids du ciment.

Pour des applications concrètes de béton de haute résistance fabriqué avec du ciment CEM I, on peut combiner l'ajout de cendres avec de la fumée de silice, du moment que le pourcentage de fumée de silice ne dépasse pas les 10% et que le pourcentage total des ajouts ne soit pas supérieur à 20% du ciment. Dans ce cas la cendre volante a pour seul but d'améliorer la compacité et la rhéologie du béton, sans que son coefficient d'efficacité K ne soit comptabilisé comme partie de l'agglomérant.

Pour des éléments non précontraints dans des structures de construction, la quantité maximale de cendres volantes ne doit pas excéder 35% du poids du ciment.

Incidences techniques

Les cendres volantes ne doivent pas contenir des éléments préjudiciables en grandes quantités, auquel cas cela pourrait affecter la durabilité du béton ou causer des phénomènes de corrosion au niveau des armatures. De plus, les cendres doivent respecter les spécifications suivantes, en accord avec la norme «UNE-EN 450-1 Cendres volantes pour béton - Partie 1 : définition, spécifications et critères de conformité » :

- Trioxyde de soufre (SO₃), selon la norme UNE EN 196-2 ≤ 3,0%
- Chlorures (Cl⁻), selon la norme UNE-EN 196-2 ≤ 0,10%
- Oxyde de calcium libre, selon la norme UNE EN 451-1 ≤ 1%
- Perte au feu, selon la norme UNE EN 196-2 ≤ 5,0% (catégorie A de la norme UNE-EN 450-1)
- Finesse, selon la norme UNE EN 451-2
- Quantité retenue par le tamis 45 µm ≤ 40%
- Indice d'activité du béton, selon la norme UNE-EN 196-1: à 28 jours ≥ 75% et à 90 jours ≥ 85%
- Expansion par la méthode des aiguilles vibrantes, selon la norme UNE EN 196-3 < 10 mm

La spécification relative à l'expansion doit seulement être prise en compte dans le cas où la teneur en oxyde de calcium libre est supérieure à 1% sans dépasser les 2,5%.

Concernant l'approvisionnement et le stockage, les cendres seront fournies en vrac, et les équipements seront similaires à ceux utilisés pour le ciment, puisque les cendres doivent être stockées dans des récipients et silos imperméables qui les protègent de l'humidité et des contaminations extérieures. Les conteneurs de stockage seront parfaitement identifiés pour éviter tout problème de dosage.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.



Incidences économiques

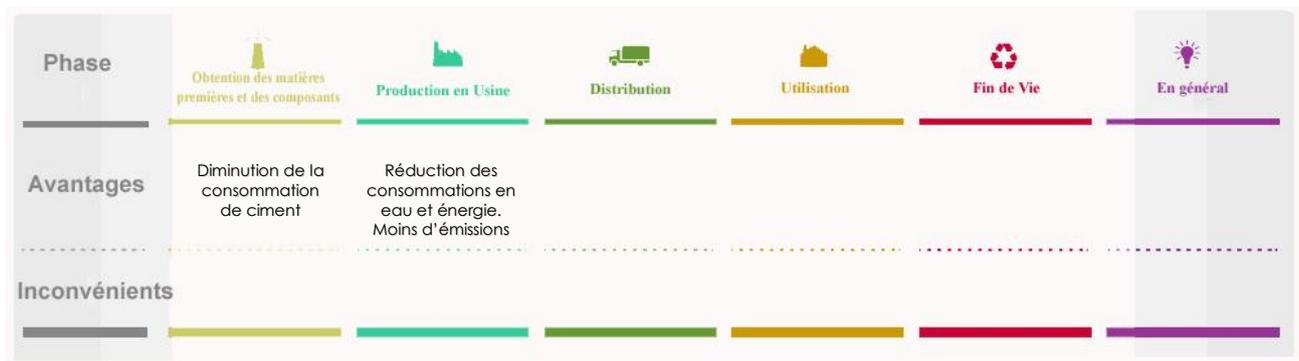
Les avantages financiers dérivent des économies réalisées par la substitution partielle du ciment par un sous-produit industriel : ceci contribue à une meilleure préservation de l'environnement grâce à une meilleure exploitation des ressources et au non dépôt de matériaux encore réutilisables.

Les cendres volantes peuvent être considérées comme un matériau bon marché, étant donné qu'il s'agit d'un résidu industriel généré en quantités considérables. Le principal coût à prendre en compte est celui du transport, d'où l'intérêt de l'utiliser à proximité des lieux de production.

Incidences environnementales

L'utilisation de cendres dans la fabrication de bétons évite de les mettre en décharge. Mais pas seulement, puisque cela apporte une valeur ajoutée : on préserve la consommation de ressources naturelles et de matières premières en remplaçant partiellement le ciment, on fait des économies d'énergie, et on rejette moins de gaz à effet de serre, en particulier le CO₂. Ainsi, l'utilisation d'une tonne de cendres représente, à moyen terme, une série d'effets environnementaux positifs lors de la production du béton. Ce sont les suivants :

- Réduction de la consommation d'environ 0,8 tonnes de ciment
- Réduction de la consommation énergétique obtenue de combustibles fossiles d'environ 3000 MJ
- Réduction de la consommation de 1,2 t de matières premières vierges
- Réduction des émissions du fait de la baisse de consommation de combustibles fossiles.
- Réduction de la consommation d'eau puisque les cendres volantes contribuent à densifier la pâte et par conséquent, on a besoin de moins d'eau pour obtenir le béton



Exemple d'application de la mesure

Une des premières applications structurelles des bétons à haute teneur en cendres a été la construction d'un réservoir de pétrole dans la centrale de Didcot (Angleterre), en 1982. Cette cuve possède une base circulaire de béton fortement armé et un mur d'enceinte.

La tour Picasso de Madrid, de 171 m de hauteur, a été construite avec du béton contenant des cendres volantes. Le dosage des cendres variait en fonction de la hauteur.

Références

- 1 - "Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural".
- UNE-EN 450-1 Cendres volantes pour béton - Partie 1 : définition, spécifications et critères de conformité
- « Catálogo de residuos utilizables en la construcción ». Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- "Reciclaje de residuos industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción" Autor Xavier Elías Castells Publicado por Ediciones Díaz de Santos, 2000



CODE : HOR-02

TYPE: Spécifique

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
 Mesure : Valorisation de la fumée de silice comme additif dans le béton structural
 Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation de la fumée de silice dans la composition du béton structural à la place du ciment. La substitution de ciment par la fumée de silice dans le dosage du béton permet d'élaborer des bétons avec moins de ciment puisque le facteur d'efficacité de la fumée de silice est de 2.

La fumée de silice est un matériau à caractère pouzzolanique de haute réactivité, et c'est un sous-produit de la production de métal siliceux et ferro-siliceux. Elle est récupérée en sortie des cheminées de gaz des fours à arc électrique. La fumée de silice est une poussière extrêmement fine, dont les particules sont de l'ordre de 100 fois plus petites qu'un grain de ciment.

Pour utiliser la fumée de silice dans la fabrication du béton il faut employer un ciment de type CEM I. Dans le béton précontraint l'ajout de silice peut être utilisé sans dépasser les 10% en poids du ciment. Pour des applications concrètes de béton de haute résistance fabriqué avec du ciment CEM I, on peut combiner l'ajout de cendres avec de la fumée de silice, du moment que le pourcentage de fumée de silice ne dépasse pas les 10% et que le pourcentage total des ajouts ne soit pas supérieur à 20% du ciment.

Pour des éléments non précontraints dans des structures de construction, la quantité maximale de fumée de silice ne doit pas excéder 10% du poids du ciment.

Incidences techniques

La fumée de silice ne doit pas contenir des éléments préjudiciables en grandes quantité, auquel cas cela pourrait affecter la durabilité du béton ou causer des phénomènes de corrosion au niveau des armatures. De plus, elle doit respecter les spécifications suivantes :

- Oxyde de silicium (SiO₂), selon la norme UNE EN 196-2 ≥ 85%
- Chlorures (Cl⁻) selon la norme UNE 80217 < 0,10%
- Perte au feu, selon la norme UNE EN 196-2 < 5%
- Indice d'activité du béton, selon la norme UNE-EN 13263-1 > 100%

Concernant l'approvisionnement et le stockage, la fumée de silice sera fournie en vrac, et les équipements seront similaires à ceux utilisés pour le ciment, puisque la fumée de silice doit être stockée dans des récipients et silos imperméables qui la protègent de l'humidité et des contaminations extérieures. Les conteneurs de stockage seront parfaitement identifiés pour éviter tout problème de dosage.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

Le principal inconvénient de cette mesure est que le prix du béton augmente, c'est pourquoi on essaie d'utiliser la plus petite quantité possible. Dans beaucoup de cas, pour cette raison économique, on l'utilise uniquement quand on veut obtenir un béton avec une résistance supérieur à 100 MPa.



Incidences environnementales

L'utilisation de fumée de silice dans la fabrication de bétons évite de la verser en décharge. Mais pas seulement, puisque cela apporte une valeur ajoutée : on préserve la consommation de ressources naturelles et de matières premières en remplaçant partiellement le ciment, on fait des économies d'énergie, et on rejette moins de gaz à effet de serre, en particulier le CO₂.



Exemple d'application de la mesure

En Europe, notamment en Espagne, la fumée de silice est principalement utilisée dans le béton de haute résistance: dans les années 1970, les premières réalisations en traverses préfabriquées étaient en, expérimentation. Dans les années 1980, une résistance à la compression de 100 N/mm² a pu être atteinte.

Travaux réalisés avec ce matériau: Passerelle piétonne de Monjuïc (1992), pont sur le fleuve Guadalete (1995), pont sur le fleuve Miño (1995) ou encore l'ensemble résidentiel Natura Playa (1996), entres autres.

Références

- "Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural".
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.



CODE : HOR -03

TYPE : Spécifique
 Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
 Mesure : Valorisation des scories de haut fourneau comme granulats pour le béton
 Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation de scories sidérurgiques comme granulats pour le béton, évitant ainsi l'extraction de granulats naturels.

Les scories (ou laitier) de haut fourneau proviennent de la fabrication du fer. Le type de refroidissement auquel les scories sont soumises conditionne leur composition minéralogique :

- La scorie granulée est obtenue par refroidissement rapide à l'eau, à l'air comprimé, ou à l'air et l'eau, ce qui donne un aspect vitreux au matériau.
- La scorie expansée est obtenue par refroidissement rapide à travers l'application d'une quantité contrôlée d'eau, d'air et de vapeur, donnant ainsi un matériau léger.
- La scorie refroidie à l'air est obtenue par refroidissement à température ambiante sans que la cristallisation soit totale, donnant ainsi un mélange de composés cristallins et vitreux.

Incidences techniques

Quel que soit le granulats utilisé pour la fabrication du béton, il doit respecter les spécifications de la norme UNE-EN 12620. Pour les scories sidérurgiques, les principales limitations sont les suivantes :

La teneur en sulfates solubles dans l'acide (exprimés en SO_3) des granulats gros et fins, ne pourra pas excéder les 1% en masse des scories de haut fourneau refroidies à l'air.

Les composés totaux de soufre ne pourront excéder les 2% en masse du poids total de l'échantillon, dans le cas des scories de haut fourneau refroidies à l'air.

Les scories refroidies à l'air utilisées en tant que granulats doivent rester stables, c'est à dire, sans silicates instables et composés ferreux instables. Elles doivent également avoir une très faible teneur en sulfures oxydables. Par exemple :

- Vis-à-vis de la transformation du silicate bicalcique instable, déterminée selon le test décrit dans l'aparté 19.1 de UNE-EN 1744-1.
- Vis-à-vis de l'hydrolyse des sulfures de fer et de manganèse, déterminée selon le test décrit dans l'aparté 19.2 de UNE-EN 1744-1.

En général, en plus de ces normes, l'utilisation de scories de haut fourneau dans les bétons, mortiers et autres pâtes est régulée par les normes UNE-EN 197-4 et UNE-EN 15167.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

Il existe différents facteurs qui influent sur le coût des scories (taxes de rejet, transport du lieu de génération au lieu de production du béton, quantité fournie, etc.), c'est pourquoi les caractéristiques économiques dépendent de chaque cas particulier ou des accords sectoriels entre les entreprises de béton et les entreprises sidérurgiques.



Incidences environnementales

D'un point de vue environnemental, il a été étudié la possibilité de contamination produite par les eaux de ruissellement qui traversent les couches granulaires des scories. Les résultats obtenus sont favorables pour le matériau, puisque seule une légère alcalinisation des eaux a pu être observée. Ce phénomène est facilement neutralisé grâce au CO₂ de l'air et l'acidité des pluies.

La consommation d'énergie dans le traitement de la scorie pour son utilisation dans le béton est assez élevée, étant donné que c'est un matériau qui doit être finement moulu.

Concernant les bénéfices environnementaux, les principaux sont:

- La diminution partielle ou totale du volume de déchets existants dans les décombres, libérant le terrain pour un autre usage.
- La valorisation de ces déchets dans le secteur de la construction contribue à la préservation des ressources naturelles.
- Des économies d'énergie et la réduction des émissions atmosphériques associées au processus de fabrication du ciment.
- Diminution des matières premières utilisées dans le ciment



Exemple d'application de la mesure

L'entreprise Atlántica Graneles y Moliendas, est détenue par les ciments Rezola, de Financiera y Minera SA, et par les ciments Lemona, SA, du groupe Portland Valderivasse. Elle a été créée dans l'objectif d'importer la scorie de haut fourneau brute et de la mouler à la finesse requise dans l'industrie cimentière.

Références

- "Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural".
- "Hormigones con escorias de horno eléctrico como árido: propiedades, durabilidad y comportamiento ambiental". Thèse doctorale de Luciana Amaral de Lima. Dirigée par Enric Vázquez et Ramonich. Barcelone. Novembre 1999
- UNE-EN 12620. Granulats pour béton
- UNE-EN 197-4:2005. Ciment - Partie 4 : Composition, spécification et critères de conformité des ciments de haut fourneau et à faible résistance à court terme
- UNE-EN 15167. Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1: Définitions, exigences et critères de conformité
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- www.oficemen.es (Eventos. Noticia de 10/05/07: "La consejera vasca de Industria inaugura la planta de Atlántica de Graneles y Moliendas")
- "Silo Multicell de gran capacidad para escoria molida en el puerto de Zierbana (Vizcaya)". José Luis Güimil Ferreiro. Cemento hormigón, ISSN 0008-8919, N° 905, 2007, pags. 54-59
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)



CODE : HOR -04

TYPE : Spécifique

Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
 Mesure : Valorisation de décombres de béton comme granulats pour le béton
 Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

L'usage de granulats recyclés est un des facteurs qui contribue à augmenter l'indice de durabilité des structures en béton.
 On considère qu'un béton est recyclé s'il est fabriqué avec des granulats provenant du broyage de résidus de béton.

Pour une application en béton structurel, il faut limiter la teneur en granulats grossiers recyclés à 20% en poids de la teneur totale en granulats. Avec cette limite, les propriétés finales du béton recyclé seront à peine affectées par rapport à un béton conventionnel. Pour des pourcentages supérieurs, il est nécessaire de réaliser des études approfondies suivant l'application désirée.

Le granulat recyclé peut être utilisé aussi bien pour du béton aggloméré que pour du béton armé, de résistance maximale à 40 N/mm². Cependant, son usage est exclu pour la fabrication du béton précontraint.

Pour une application en béton non structurel, il est possible de remplacer 100% des granulats naturels, du moment que les spécifications établies par les normes en vigueur soient respectées.

En France les cimentiers participent à un programme intitulé « Recybéton » : ce projet national de recherche et développement vise à favoriser la réutilisation de l'intégralité des produits issus des bétons déconstruits, à l'image de ce qui fait chez nos voisins européens, pour formuler de nouveaux bétons.

Incidences techniques

Les types de ciment utilisés dans la fabrication de béton avec granulats recyclés sont les même que ceux utilisés dans les bétons traditionnels.

Ces granulats doivent respecter certaines exigences granulométriques, physiques, mécaniques, chimiques, etc.

Les méthodes de dosage habituelles pour les bétons conventionnels sont valides pour les bétons recyclés contenant un pourcentage de granulats recyclés inférieur à 20%. Dans tous les cas, il est conseillé de faire des essais préalables pour ajuster le dosage.

Le pétrissage du béton avec granulats recyclés à l'état sec peut demander plus de temps qu'un béton conventionnel. Aussi on humidifie les granulats secs recyclés pour éviter qu'ils absorbent trop d'eau lors de la gachée et que cela affecte la consistance du béton.

Il est nécessaire de limiter les polluants qui pourraient influencer sur les paramètres suivants :

- Temps de prise du ciment
- corrosion des armatures (chlorures)
- gonflement par absorption d'humidité (ex: bois)
- formation d'ettringite (gypse)
- réaction alcali-granulat (verres PYREX)
- baisse de résistance (mélange asphalte)

Il est important de signaler que la majeure partie des granulats issus du recyclage de déchets de construction sont commercialisés pour être utilisés dans des travaux de construction (routes, etc.), et doivent donc respecter la directive 89/106/CEE des produits de construction pour disposer du marquage CE correspondant. Dans ce sens,



d'après des pratiques consolidées, il est considéré plausible d'établir des accords avec les fournisseurs pour que le produit approvisionné satisfasse les exigences demandées par l'entreprise de réception.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

La viabilité que l'entreprise fabricante de béton investisse elle-même dans des opérations de valorisation de résidus de construction et démolition doit être analysée au cas par cas. En effet, elle dépend de différents facteurs: l'obtention d'un code de gestion des déchets, les tarifs des décharges locales, le volume de matériau à traiter, la capacité d'approvisionnement de la cimenterie, la quantité d'impuretés dans le résidu influant sur le prix du prétraitement, etc.

L'investissement dans des équipements n'est pas un facteur significatif puisqu'on peut utiliser les mêmes machines que pour les granulats naturels.

Par ailleurs, l'utilisation de matériau provenant des usines de valorisation de déchets de construction dépendra du prix de ce matériau. Bien qu'il ne soit pas encore compétitif, des facteurs comme la disponibilité du matériau naturel, le stock, ou encore les accords sectoriels, pourraient faire changer la situation.

Incidences environnementales

Les principaux bénéfices environnementaux sont:

- Diminution du volume de décombres déposés en décharge
- Réduction des explorations nécessaires pour l'approvisionnement en matière première d'origine, entraînant donc un moindre impact environnemental et la préservation des ressources naturelles.

Les points négatifs sont la possible augmentation de consommation d'eau, en compensation de la plus grande absorption des granulats recyclés. De plus, comme les granulats recyclés sont de moins bonne qualité, il faut ajouter davantage de ciment.



Exemple d'application de la mesure

Le nouveau pont sur le canal du Túria de Manises à Paterna (Valencia, Espagne), a été construit en utilisant des matériaux recyclés de l'infrastructure antérieure.

Passerelle Marina Seca. Enceinte du Forum des Cultures à Barcelone.

Au vu des nombreuses études portant sur la viabilité de cette mesure, il est recommandé de consulter les publications du RILEM – International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures.

Références

- "Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural".
- "Resolución MAH/1398/2007, de 3 de mayo, por la que se establecen los criterios ambientales para el otorgamiento del distintivo de garantía de calidad ambiental en los productos prefabricados de hormigón con material reciclado". Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Catalunya. DOGC Núm. 4884.
- "El uso de materiales reciclados. Aspectos legales y técnico". Enric Vázquez. Catedrático de la UPC. Journée sur les matériaux et produits recyclés dans la construction. Barcelone, 30 janvier 2006.
- "Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015. Versión Preliminar". Ministerio de Medio Ambiente.
- "Guía interpretativa de la Norma UNE-EN ISO 14001:2004 para empresas constructoras". AENOR
- www.rilem.net
- "Sostenibilidad e innovación en la nueva Instrucción de Hormigón Estructural". Antonio Marí Catedrático de la UPC Coordinador General de la Revisión de la Instrucción EHE. Journée sur la soutenabilité dans la technologie du béton. Barcelone, 20 mai 2008
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.



CODE : HOR -05

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
Mesure : Valorisation de décombres de maçonnerie comme granulats du béton
Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Etant donnée la densité réduite du décombre trituré, il s'agira d'un gravat léger, qui pourra être utilisé pour l'obtention d'un béton allégé. Le béton non léger fabriqué avec de la brique triturée suffisamment dense peut être utilisé pour la construction de structures en béton aggloméré ou béton armé préfabriqué, mais également pour des parpaings en béton, des éléments de toitures, ou encore des tuiles en béton. La résistance de ce type de béton recyclé diminue considérablement par rapport au béton conventionnel.

Il faut veiller à respecter les exigences établies dans la norme UNE-EN 13055-1 (granulats légers pour bétons, mortiers et coulis).

L'usage de granulats recyclés est un des facteurs qui contribue à augmenter l'indice de durabilité des structures en béton.

En France les cimentiers participent à un programme intitulé « Recybéton » : ce projet national de recherche et développement vise à favoriser la réutilisation de l'intégralité des produits issus des bétons déconstruits, à l'image de ce qui fait chez nos voisins européens, pour formuler de nouveaux bétons.

Incidences techniques

La teneur en chlorures est limitée en fonction du type de béton:

Fraction	Teneur maximale de chlorure, en % massique de granulats secs		
	Béton aggloméré	Béton armé	Béton précontraint
Fraction 0/4	1,0	0,1	0,015
Reste des fractions	1,0	0,05	0,007

Il est important de contrôler la qualité pour éviter de réduire la quantité du béton fabriqué. La réduction de quantité proviendrait, selon les différentes expériences menées, de la présence d'impuretés, de l'utilisation de granulats qui provoque la ségrégation, et d'un manque d'eau pour hydrater le ciment.

Il est important de signaler que la majeure partie des granulats issus du recyclage de déchets de construction sont commercialisés pour être utilisés dans des travaux de construction (routes, etc.), et doivent donc respecter la directive 89/106/CEE des produits de construction pour disposer du marquage CE correspondant. Dans ce sens, d'après des pratiques consolidées, il est considéré plausible d'établir des accords avec les fournisseurs pour que le produit approvisionné satisfasse les exigences demandées par l'entreprise de réception.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.

Incidences économiques

La viabilité que l'entreprise fabricante de béton investisse elle-même dans des opérations de valorisation de résidus de construction et démolition doit être analysée au cas par cas. En effet, elle dépend de différents facteurs: l'obtention d'un code de gestion des déchets, les tarifs des décharges locales, le volume de matériau à traiter, la capacité d'approvisionnement de la cimenterie, la quantité d'impuretés dans le résidu influant sur le prix du prétraitement, etc.

L'investissement dans des équipements n'est pas un facteur significatif puisqu'on peut utiliser les mêmes machines que pour les granulats naturels.

Par ailleurs, l'utilisation de matériau provenant des usines de valorisation de déchets de construction dépendra du prix de ce matériau. Bien qu'il ne soit pas encore compétitif, des facteurs comme la disponibilité du matériau naturel, le stock, ou encore les accords sectoriels, pourraient faire changer la situation.

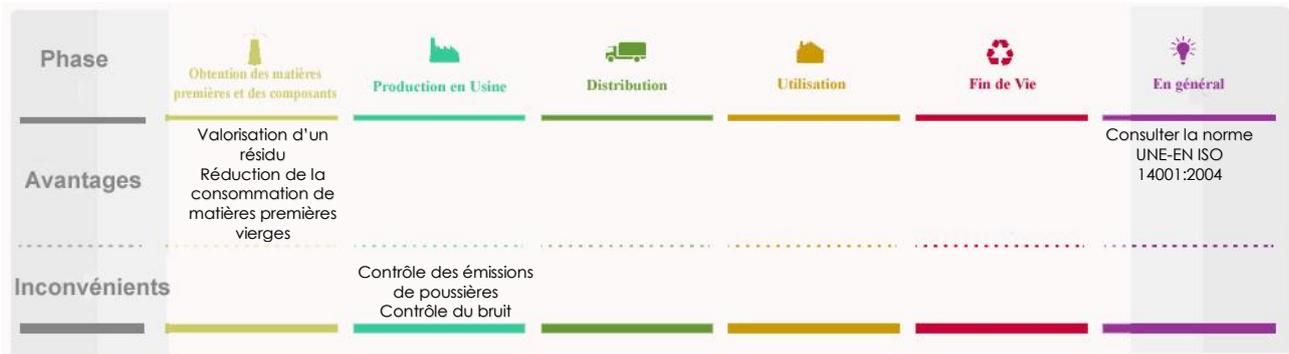


Incidences environnementales

Les avantages environnementaux sont:

- Diminution du volume de décombres enfouis en décharge.
- Réduction des exploitations nécessaires pour fournir la matière première, d'où un bénéfice tant au niveau de l'impact environnemental que de la préservation des ressources naturelles.

Les points négatifs sont la possible augmentation de consommation d'eau, en compensation de la plus grande absorption des granulats recyclés. De plus, comme les granulats recyclés sont de moins bonne qualité, il faut ajouter davantage de ciment.



Exemple d'application de la mesure

La mise en pratique de l'utilisation de béton recyclé avec des décombres de maçonnerie est plutôt rare, même si plusieurs projets ont été menés à bien aux Pays Bas, en Allemagne, et au Royaume-Uni.

Une expérience significative fut la construction du village Olympique de Barcelone, où le béton utilisé contenait des granulats mixtes recyclés, en l'occurrence un mélange de béton et de céramique. Les constructions situées dans cette zone ont été démolies, ce qui a donné environ 1,5 million de tonnes de granulats et décombres. Pour cela plusieurs procédés sélectifs de démolition ont été utilisés pour éliminer in situ une première partie des impuretés. Ce traitement a concerné seulement les minéraux inertes, comme le béton, la pierre, les céramiques et les briques, provenant de murs structurels, de cloisons, et de fondations. Les autres minéraux mélangés ou ceux qui contiennent des impuretés, comme du bois, du plastique ou de l'acier, ont été rejetés. Les matériaux recyclés ont servi pour la construction de rues et de routes du village olympique ainsi que de structures brise-lames au niveau du littoral.

Références

- "Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural"
- UNE-EN 13055. Granulats légers - Partie 1: Granulats légers pour bétons et mortiers.
- "Resolución MAH/1398/2007, de 3 de mayo, por la que se establecen los criterios ambientales para el otorgamiento del distintivo de garantía de calidad ambiental en los productos prefabricados de hormigón con material reciclado". Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Cataluña. DOGC Núm. 4884.
- "Recycled aggregates and recycled aggregate concrete" Recycling of Demolished Concrete and Masonry, RILEM Report 6. Edited by Hasen, T.C Publisher by E&FN Spon, 2-6 Boundary Row, London SE. First edition, 1992.
- "Specifications for concrete with recycled aggregates", Materials and structures, N°27, p.557-559. RILEM 1994
- "Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015. Versión Preliminar". Ministerio de Medio Ambiente
- "Guía interpretativa de la Norma UNE-EN ISO 14001:2004 para empresas constructoras". AENOR
- "Concrete produced using crushed bricks as aggregate". P. B. Cahim. Portugal SB07. Sustainable construction, materials and practices. Bragança, Luis; [et. al]. Amsterdam: IOS Press, 2007. ISBN 978-1-58603-785-7
- "Valorización de cascote cerámico como sustituto de materias primas para tejas de hormigón". F. Marín; M. I. Sánchez; J. Rivera; M. Frías. I Jornadas de investigación en construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: AIMET, 2005
- "Residuos de construcción y demolición. Caracterización del material obtenido de hormigón y cerámica". B. Blandon; R. Huete. I Jornadas de investigación en construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: AIMET, 2005
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002



CODE : HOR-06

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction de la consommation de matières premières vierges
 Mesure : Utilisation d'eau recyclée
 Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Réutilisation d'eaux recyclées provenant du lavage des cuves dans les centrales de bétonnage. Ceci évite ainsi d'augmenter les consommations d'eau, tout en diminuant les quantités d'eaux résiduelles contenant des traces de béton, puisqu'elles sont réinjectées dans le cycle de production comme eau de gâchage. En fonction de la technique utilisée pour le traitement du mélange eau-ciment, le pourcentage de récupération et l'utilisation de l'eau seront différents.

L'installation est constituée d'un séparateur de graviers et sables (pour qu'ils soient réutilisés) et d'un bassin de décantation qui maintient en suspension les particules résiduelles grâce à un agitateur. A l'aide d'une pompe submersible on achemine l'eau recyclée jusqu'à l'usine de fabrication de béton ou jusqu'à la zone de lavage des cuves des camions citernes. Et le circuit de récupération recommence à nouveau, et ainsi de suite.

Incidences techniques

L'utilisation d'eau recyclée dans l'usine de fabrication est un des facteurs qui contribue à augmenter l'indice de durabilité des structures en béton. L'emploi d'eau provenant du lavage des cuves est permis, du moment que les spécifications normatives sont respectées. Il faut en plus s'assurer que la densité de l'eau recyclée ne dépasse pas la valeur de 1,3 g/cm³ et que la densité de l'eau totale ne dépasse pas 1,1 g/cm³.

Selon l'Instruction du Béton Structurel EHE-08 en Espagne, la quantité totale de granulats dans le béton (résultant de la somme des granulats grossier et fins qui passent par le tamis UNE 0,063), et de calcaire dans le cas du ciment, doit être inférieure à 185 kg/m³, si on utilise de l'eau recyclée.

Dans les centrales de fabrication de béton, l'eau issue du lavage des installations et des éléments de transport du béton doit être déversée dans des zones spécifiques, imperméables, et adéquatement signalisées. Les eaux stockées ainsi pourront donc être réutilisée dans la pâte du béton, du moment que toutes les exigences réglementaires sont respectées.

On ne peut pas réutiliser les eaux de lavages qui pourraient contenir des additifs.

Il existe diverses méthodes à travers lesquelles on peut obtenir une eau recyclée apte à être réemployée dans la centrale de bétonnage (sédimentation en bassins de récupération, utilisation de filtres, etc.), le plus efficace étant le traitement des eaux en bassin de récupération avec agitateurs.

Remarque : en France la NF 206-1/CN limite l'insertion de matériau recyclé dans les bétons et ciments.



Incidences économiques

Pour le cas concret de l'usine des Bétons Alsina, S.L. le bilan financier est le suivant:

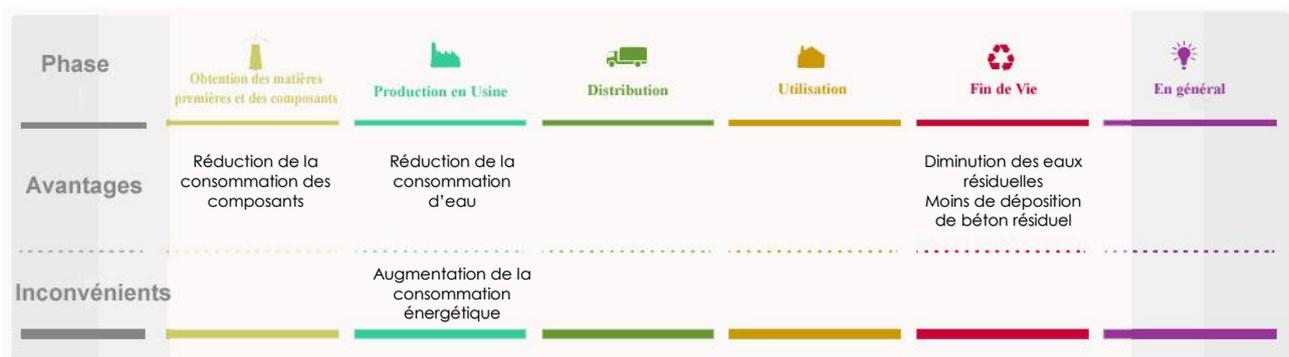
	Ancien procédé (bassin de décantation)		Nouveau procédé	
Entretien et lavage	7,8	milliers d' €/an	3,7	milliers d' €/an
Eau	2,1	milliers d' €/an	0,5	milliers d' €/an
Energie électrique	0,9	milliers d' €/an	1,9	milliers d' €/an
Matières premières	8,0	milliers d' €/an	0,0	milliers d' €/an
Traitement du béton transformé	2,2	milliers d' €/an	0,0	milliers d' €/an
Traitement de boues	0,6	milliers d' €/an	0,0	milliers d' €/an
Coût total	21,6	milliers d' €/an	6,1	milliers d' €/an

En sachant que l'investissement total a été de 81,1 milliers d'euros et qu'on suppose une économie de 15,5 milliers d'euros par an, le temps de retour sur investissement est estimé à 5,2 ans.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux sont:

- Réduire considérablement ou même éviter la génération de résidu, qui serait ensuite déposé en décharge.
- Diminuer la consommation d'une ressource de moins en moins abondante telle que l'est l'eau. Ces réductions peuvent atteindre jusqu'à 70%.
- Eviter le problème de déversement des eaux, puisque les exigences réglementaires imposent que les rejets dans les canaux publics (que ce soit les réseaux d'eaux pluviales ou les réseaux d'assainissement) ne contiennent pas de composants toxiques ou organiques, tout en limitant le taux de matières en suspension.



Exemple d'application de la mesure

Il existe beaucoup de pays qui recyclent ce type de résidu. Notamment le Japon, dont plus de la moitié (52%) des usines de béton utilisent avec satisfaction l'eau recyclée. Et 17 % des usines au Japon réemploient l'eau boueuse (sans traitement de décantation)

En Espagne, les Bétons ALSINA, S.L. incorporent un système de recyclage industriel dans une usine à Gérone. C'est ce que font également les Bétons FORPLASA sur leur site de Barcelone.

Références

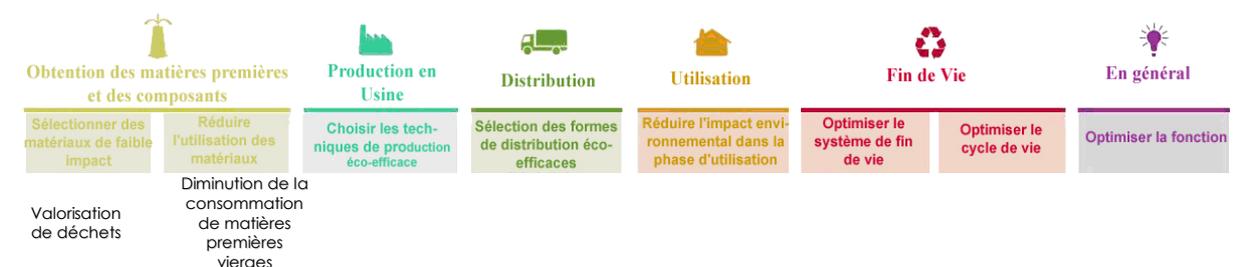
- "Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural".
- "Catálogo de residuos utilizables en la construcción". Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002
- "Producció + neta. Ejemplos de actuaciones de prevención de la contaminación". Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Fichas nº 54 y 60.



CODE : HOR -07

Stratégie : Diminution de la consommation de matières premières vierges
 TYPE: Spécifique Mesure : Récupération de déchets provenant de la fabrication de béton préparé
 Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Récupération de déchets provenant de la fabrication de béton prêt à l'emploi, pour les réintroduire dans le processus de production, réduisant ainsi la consommation de matières premières.

Les possibles résidus solides générés dans l'usine sont:

- Les surplus de béton, constitués de béton frais (à l'état plastique) qui reste ou qui est rejeté après la distribution: ils sont de nouveau renvoyés dans l'usine.
- Les résidus provenant du lavage des bétonneuses et des pompes à béton. On les estime à 72 litres à chaque opération de lavage, ce qui correspond à environ 0,5% de la production annuelle d'une usine à béton.
- Le béton à l'état plastique provenant des essais de consistance.
- Le béton durci sous forme d'éprouvettes de contrôle de qualité.
- Des résidus provenant du lavage des camions malaxeurs.

Le recyclage au sein même de l'usine de fabrication est considéré comme l'un des facteurs qui contribuent à augmenter la durée de vie des structures en béton.

Incidences techniques

Il existe deux types de recyclage concernant le béton frais:

Par traitement chimique: on peut employer certains adjuvants qui doivent contrôler ou retarder la prise du béton, afin de maintenir le produit en état de suspension pendant plusieurs heures ou mêmes plusieurs jours. Ces adjuvants sont principalement composés de polymères modifiés. L'emploi d'adjuvants permet de récupérer les excédents de béton et de les réutiliser pour fabriquer du nouveau béton, afin d'éviter le gaspillage. L'inconvénient est qu'il faut ensuite incorporer de nouveaux adjuvants, qui ont cette fois-ci pour but d'activer ou accélérer la prise du béton.

Par traitement mécanique: Les matériaux sont récupérés en diluant le béton dans de l'eau, puis de séparer, par le biais de systèmes spécifiques, les solides (granulats, graviers) du liquide (dissolution eau-ciment et particules fines). Cette technique fonctionne très bien et est en adéquation avec les restrictions environnementales, puisque le recyclage est total, à 100%.

Les équipements de recyclage mécanique sont composés d'une trémie de réception qui permet de décharger plusieurs bétonnières en mêmes temps; le processus est facilité par la projection d'un jet d'eau sous pression. Le recyclage de ce type de déchet comprend deux étapes: la séparation du gravier grossier et des particules plus fine, et le traitement du mélange eau-ciment (cf la fiche HOR 06 pour plus de détails).



Incidences économiques

La valorisation de ces résidus a un impact économique positif puisque la quantité totale de ces déchets représente entre 2 et 4% de la production totale d'une usine de béton préparé. Ceci évite en effet un surcoût à la production: on ne jette pas des gravats qui ont une certaine valeur, et on n'a pas à les transporter dans les centres d'enfouissements techniques autorisés, qui sont de plus en plus rares.

En revanche, l'entreprise doit se munir d'installations capables de réintroduire à nouveau ce matériau dans la chaîne de production.

Incidences environnementales

Les principaux avantages environnementaux de cette mesure sont:

- La réduction considérable voire totale de la génération de déchets à transporter en centre d'enfouissement technique.
- La réintroduction des résidus dans le processus de production, ce qui diminue les besoins en matière première naturelle.

Pour mieux évaluer les bénéfices environnementaux qu'apporte l'usage d'adjuvants chimiques, il est préférable de faire un bilan environnemental mettant en valeur les avantages et inconvénients liés à l'incorporation de telles substances dans un produit spécifique, en fonction de l'application et des économies en matières premières.



Exemple d'application de la mesure

Actuellement les industries qui distribuent les équipements pour les usines de fabrication du béton proposent des matériels qui permettent de profiter au maximum des matières premières utilisées.

Références

- "Actuaciones ambientales en el hormigón preparado". Juan Eugenio Cañadas Bouzas. Journée sur la soutenabilité dans la technologie du béton. Barcelone, 20 mai 2008
- ANEFHOP. "Manual de protección del medio ambiente para la industria del hormigón preparado" Novembre 1995



CODE : HOR-08

Stratégie : Optimisation du processus de production
 TYPE: Spécifique Mesure : Emploi d'adjuvants chimiques
 Applicable à : Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Dans le jargon des produits en béton, un adjuvant est une substance ou un produit qui, incorporé au béton avant le malaxage (ou pendant, voire lors d'un malaxage supplémentaire) dans une proportion inférieure à 5% en poids du ciment, va produire une modification désirée d'une des caractéristiques ou propriété du matériau, à l'état frais ou une fois durci.

TYPE D'ADJUVANTS	FONCTION PRINCIPALE
Réducteurs d'eau / Plastifiants	Diminuer la teneur en eau d'un béton en gardant la même maniabilité (ou augmenter la maniabilité sans modifier la teneur en eau)
Réducteurs d'eau de haute activité/ Superplastifiants	Diminuer fortement la teneur en eau d'un béton en gardant la même maniabilité (ou augmenter considérablement la maniabilité sans modifier la teneur en eau)
Modificateurs de la prise/ Accélérateurs, retardateurs	Modifier le temps de prise du béton.
Incorporateur d'air	Produire dans le béton un volume (contrôlé) de microbulles d'air uniformément réparties. Cela dans le but d'améliorer le comportement du béton face au gel.
Multifonctionnel	Modifier plus d'une des fonctions principales définies ci-dessus.

Incidences techniques

Tous les types d'additions décrites ci-dessus doivent respecter la norme UNE EN 934-2 "Adjuvants pour mortiers, bétons et coulis. Partie 2 : adjuvants pour béton - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage". Dans les bétons armés ou précontraints on ne peut pas ajouter de chlorure de calcium, ni en général aucun produit contenant des chlorures, des sulfures, des sulfites ou autres composés chimiques qui pourraient favoriser la corrosion des armatures. Dans les éléments précontraints par des armatures ancrées exclusivement par adhérence, on ne peut pas utiliser d'adjuvants apporteurs d'air.

Incidences économiques

Dans certains cas, les additions chimiques peuvent faire augmenter le coût de la tonne de béton. Ce coût plus élevé du béton doit être confronté aux coûts des différents matériaux, à la diminution du coût de la main d'œuvre, à la rapidité de mise en place des coffrages ou des armatures, et aux bonnes finitions de surface qui évitent donc des réparations postérieures.



Incidences environnementales

Les adjuvants chimiques ne sont pas des produits dangereux, sauf les accélérateurs qui pourraient être toxiques. Mais une fois que le béton a pris, ils ne présentent aucune toxicité et avec une bonne gestion il ne devrait pas y avoir de problèmes écologiques. Il est tout de même conseillé de consulter les fiches de données de sécurité de ces produits, pour mieux appliquer cette mesure, puisque dans celles-ci on peut retrouver les protocoles à respecter concernant la manipulation des substances en question.

Etant donné la nature des matières premières (lignosulfates, polynaphtalènes..., produits organiques) avec lesquelles sont produits les adjuvants, on peut considérer que ceux-ci ne sont pas toxiques, qu'ils sont moyennement biodégradables, et qu'ils sont solubles dans l'eau. A cause de leur coloration et de leur demande en oxygène pour se biodégrader, il ne faut pas déverser dans les cours d'eau ou les réseaux urbains.

Les additions chimiques contribuent de façon notable au développement durable du secteur de la construction, en apportant des solutions technologiques qui permettent les évolutions suivantes:

- Meilleure efficacité énergétique des procédés constructifs
- Augmentation de la productivité
- Amélioration de la durée de vie
- Robustesse des matériaux
- Diminution de la consommation d'eau (plastifiants et superplastifiants)
- Diminution de la consommation d'eau et de ciment (superplastifiants) tout en conservant la même résistance et la même durée de vie.



Exemple d'application de la mesure

Références

- "Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural"
- www.anfah.org
- "Cementos especiales. Efecto de aditivos". Marta Palacios Arévalo. Informes de la Construcción, Vol. 59, 505, 83-87, janvier -mars 2007. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja-CSIC
- "Contribución de los Aditivos Químicos a la Sostenibilidad en la Tecnología del Hormigón". Joana Roncero, Roberta Magarotto. Journée de la soutenabilité, Cátedra BMB-UPC, 20 mai 2008



CODE : INST-01

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de l'impact environnemental des matériaux utilisés
Mesure : Éviter l'usage d'agents ignifuges halogénés
Applicable à : Installations plastiques

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Les agents ignifuges halogénés sont des composés ignifuges synthétisés principalement à partir de bromés et de chlorés.

Les deux principales applications sont :

- le secteur électrique/électronique (80%) pour des boîtiers d'équipements électrodomestiques, des circuits imprimés, des mousses thermoplastiques, des isolations de câbles électriques.
- le secteur textile du meuble (20%) pour le traitement de protection des mousses intérieures du textile contre le feu.

Certains de ces composés chimiques sont nocifs pour la santé et l'environnement le PBB (polybromobisphénol) et le PBDE (polybromodiphényles éthers). D'autres sont suspectés de l'être, comme le TBBA (tetrabromobisphénol A). C'est pourquoi il faut distinguer deux problématiques majeures: d'une part, l'utilisation de produits à base d'halogénés (par exemple électrodomestiques) a été corrélée à des concentrations significatives de composés bromés et chlorés dans les poudres en suspension (principalement les PBDE); d'autre part, les agents ignifuges peuvent former des dioxines et des furanes en brûlant dans des conditions incontrôlées, notamment dans les centres d'enfouissements techniques.

La directive 2002/95/CE relative à la Restriction de certaines Substances Dangereuses dans les appareils électriques et électroniques, appelée également RoHS (Restriction of Hazardous Substances), a été adoptée en février 2003 par l'Union Européenne, et est entrée en vigueur en 2006. Cette directive restreint l'usage de 6 matériaux dangereux dans la fabrication de divers types d'équipements électriques et électroniques, parmi lesquels le PBB et le PBDE. Cette limitation est en concordance avec la directive 2002/96/EC concernant le Déchets des Equipements Electriques et Electroniques (sigle WEEE en anglais).

Le remplacement des agents ignifuges halogénés peut être réalisé de 3 manières distinctes:

- Substitution de l'agent ignifuge, sans changer le polymère de base.
- Substitution du polymère de base ou du mélange par un autre polymère compatible avec les agents ignifuges non halogénés.
- Modification de la conception du produit, de telle sorte qu'il ne soit pas nécessaire d'appliquer des agents ignifuges halogénés.

Incidences techniques

Ci-dessous sont répertoriés plusieurs agents ignifuges halogénés utilisés dans les plastiques, ainsi que les substances alternatives proposées :

Matériau	Agent ignifuge habituel	Application	Agent ignifuge non halogéné
HIPS	PBDE	Boîtier/coque de produits électroniques Câblages électriques	Composés organiques phosphorés: TTP, RDP, BAPP, BDP Utilisation d'autres mélanges: HIPS + PPO (oxyde polyphénolique)
PE	PBDE	Câblages électriques	Agents ignifuges phosphorés Hydroxyde de magnésium
PBT / PET	halogénés	Prises, commutateurs	Utilisation d'autres mélanges polymères
Polypropylène	halogénés	Tôles ou lames de toitures	Polyphosphate d'ammonium
Mousse polyuréthane	PBDE	Isolation, mobilier	Polyphosphate d'ammonium Phosphore rouge Mélamine Fibres auto-extinguibles
ABS	TBBA	Boîtier/coque de produits électroniques	Utilisation d'autres mélanges polymères ABS + PC PC + ester phosphorique



Chapitre 4. Identification des familles de produits représentatives du secteur

Résine époxy	PBDE	Circuits imprimés Composants électroniques Stratifiés techniques	Azote réactif, composés phosphorés Polyphosphate d'ammonium Trihydroxyde d'aluminium
Résine phénolique	halogénés	Circuits imprimés Stratifiés techniques	Composés azotés et phosphorés Trihydroxyde d'aluminium
Polyester non saturé	halogénés	Stratifiés techniques Pièces plastiques	Polyphosphate d'ammonium Trihydroxyde d'aluminium

Il est difficile de trouver des agents ignifuges non halogénés pour certains plastiques, comme le PBT, le PET, et l'ABS. C'est pourquoi dans ces cas particuliers il est proposé une alternative à base de polymères, comme indiqué dans le tableau ci-dessus.

Incidences économiques

L'une des principales raisons de l'usage d'agents ignifuges halogénés est leur coût. C'est pourquoi l'emploi de substances alternatives va probablement causer un surcoût pour le produit final, plus ou moins important selon le produit en question.

Par exemple, pour le cas des téléviseurs, la substitution du composé HIPS par du décaBDE peut engendrer un surcoût compris entre 1,5 et 2,5%.

Incidences environnementales

Des associations faisant partie du groupe Euroconsumers ont réalisé des études sur des poussières domestiques pour vérifier l'exposition environnementale aux agents ignifuges halogénés, et vérifier que ceux-ci ont une grande capacité d'accumulation, ce qui peut mener à atteindre des niveaux susceptibles de produire des effets néfastes pour la santé.

L'utilisation de substances non halogénées minimise l'impact environnemental:

- Pas de formation de dioxines et de furanes, puisque le produit ne brûle pas dans des conditions incontrôlées. Ceci facilite la gestion finale.
- Pas de concentrations significatives de composés bromés et chlorés dans les poussières en suspension (principalement les PBDE) lors de l'usage du produit..



Exemple d'application de la mesure

Le câble électrique de la gamme Eco-Flex, développé par l'entreprise Nichigoh Communication Electric Wire, a été conçu en conformité avec les directives européennes sur les équipements électriques et électroniques (WEEE) et de restriction des substances dangereuses (RoH's). La réalisation d'une analyse du cycle de vie a permis à l'entreprise de faire une déclaration environnementale de produit pour ce câble, suivant le standard suédois EPD. Le produit ne contient pas d'agents ignifuges bromés.

Références

- Directive 2002/95/CE relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques
- www.productosostenible.net/
- www.nichigoh.co.jp
- www.cela.ca/newsevents/detail.shtml?x=3092
- "Brominated Flame Retardants in Dust on Computers: the case for safer chemicals and better computer design". Juin 2004. (www.cleanproduction.org/library/bfr_report_pages1-43.pdf)
- "Report on Alternatives to the Flame Retardant DecaBDE: Evaluation of Toxicity, Availability, Affordability, and Fire Safety Issues". A Report to the Governor and the General Assembly. Illinois Environmental Protection Agency. Mars 2007. (www.epa.state.il.us/reports/decabde-study/decabde-alternatives.pdf)
- "green chemistry and the producer: flame retardants". MRes in Clean Chemical Technology 2004-2005. Supervised by Louise Summerton and Prof. James Clark. Researched by Rachel Cahill (www.rsc.org/chemsoc/gcn/pdf/Flameretardants.pdf)



CODE : MET-01

TYPE : Spécifique

Stratégie : Réduction de la consommation de ressources d'extraction minières
Mesure : Recyclage du zinc présent dans l'acier galvanisé et les déchets d'aciérie
Applicable à : Métal - Acier

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Recyclage du zinc présent dans l'acier galvanisé et les résidus d'aciérie.

Plus de 6,5 millions de tonnes de pièces de zinc, oxydes et poudres, sont consommées chaque année dans le monde occidental, parmi lesquels 2 millions de tonnes proviennent du zinc recyclé. Aux Etats-Unis, le département des mines estime qu'avec un soutien adéquat à la récupération de ce matériau, le zinc recyclé représenterait 40% du zinc consommé.

L'utilisation du zinc pour le revêtement de l'acier, ce qu'on appelle la galvanisation, mène à la formation de 3 sous produits ou résidus: les alliages zinc-fer, les cendres de zinc, et les mousses de zinc. Tous ces résidus contiennent des du zinc, et sont recyclés par des entreprises spécialisées pour obtenir du zinc métallique, réutilisé dans le processus de galvanisation, ou pour obtenir des composés chimiques de zinc. Ceci explique pourquoi plus d'un demi million de tonnes de ces résidus sont traités chaque année en Europe.

Les déchets du moulage de zinc sous pression et autres résidus ou scories des minéraux de fonderies sont récupérés pour être réinsérés dans la production ou alors vendus pour être réutilisés.

Grace à ces traitements, on évite la pollution engendrée par l'enfouissement des poudres d'aciérie, tout en entretenant une source d'obtention de particules et de métaux, diminuant ainsi les besoins d'extraction minière. Ceci contribue à ralentir l'épuisement des ressources de la planète et donne la possibilité à l'industrie sidérurgique d'avoir un futur plus soutenable.

Incidences techniques

Les entreprises productrices doivent établir des procédés adéquats pour la collecte de ces résidus dans leur processus et assurer un stockage correct, en accord avec la législation en vigueur sur la gestion des déchets dangereux.

Le recyclage du zinc de la poudre des fours électriques est une technologie qui est au delà des solutions plus traditionnelles basées sur la stabilisation et l'enfouissement. Il ne s'agit pas seulement de recycler le zinc, mais plutôt d'assurer le recyclage intégral de la plaque d'acier galvanisé quand à la fin de son cycle de vie il est convertit en épave. Ce débris produit un nouvel acier dans les fours électriques.

Incidences économiques

On peut faire des bénéfices économiques grâce au zinc recyclé puisqu'il n'y a plus besoin de gérer le matériau comme un résidu, au contraire il est valorisé économiquement comme matière première pour un autre procédé.



Incidences environnementales

Le zinc recyclé offre des avantages aussi bien économiques qu'environnementaux puisqu'on réduit les volumes de matériau qui terminent en centre d'enfouissement technique, on économise de l'énergie, on réduit la nécessité d'extraire et de fondre le minerai. Cela contribue à diminuer les conséquences sur l'environnement et à préserver les ressources en zinc.



Exemple d'application de la mesure

Befesa Zinc Aser, filiale du groupe espagnol ABENGOA, concentre son activité dans la récupération et le recyclage de déchets d'acier et de galvanisation. Son usine de Erandio recycle les poussières générées dans les fours à arc électrique pour récupérer postérieurement le zinc et le plomb qu'elle contiennent. Cela se fait par l'intermédiaire d'un procédé pyrométallurgique, appelé "Procédé Waelz", et d'un autre processus hydrométallurgique, également appelé « Procédé Double Leaching Waelz Oxide ». Ces deux procédés sont considérés comme MTD (Meilleure Technologie Disponible) par le "Document de référence sur les meilleures technologies disponibles pour la métallurgie des métaux non ferreux" élaboré par les instances de la Commission Européenne.

Pour ce faire, les entreprises Aser et Oñeder, en Espagne, ont signé des accords pour le traitement des poussières d'acier générées par cette industrie. Ces accords incluent un prix fixe pour la tonne de poussière pour l'aciérie productrice. Cette taxe est la même pour toutes les aciéries, indépendamment du pourcentage de zinc contenu dans les résidus. Ces deux sociétés se sont engagées à rechercher de nouveaux procédés de valorisation des poussières d'aciérie, par le biais de méthodes qui génèrent la moindre quantité possibles de déchets et la plus grande récupération des métaux contenus.

Références

- Placa de Honor 2001 concedida a ABENGOA. Fernando García Carcedo. Revista de la Asociación Española de Científicos. N°4. 2002.
- "Zinc. Reciclado por siempre". LATIZA. Source: IZA www.latiza.com/pdfs/zinc_reciclado.pdf
- www.befesa.es



CODE : MET-02

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de l'impact environnemental du traitement de l'acier
Mesure : Utiliser des méthodes de revêtement de moindre impact environnemental
Applicable à : Métal - Acier

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

La galvanisation à chaud est un des systèmes les plus efficaces de protection du fer et de l'acier contre la corrosion que subissent ces matériaux lorsqu'ils sont exposés à l'atmosphère, à l'eau, ou aux sols. Cette technique consiste à former une couche protectrice de zinc sur les produits en fer ou acier, en plongeant ceux-ci en immersion dans un bain de zinc fondu à 450°C.

Une autre solution possible pour éviter la corrosion est d'appliquer des peintures spéciales, comme des peintures à l'huile, alkydes, phénoliques, vinyliques, et riches en zinc. La peinture anticorrosive est une base ou première couche d'application de peinture qu'il faut donner à une surface, en s'appliquant directement aux pièces ou structures en acier. Pour ce faire on peut utiliser un procédé d'immersion ou d'aspersion, en fonction du site de travail et de la géométrie de la structure. Puis, les peintures peuvent aussi proportionner une surface qui offre les conditions propices pour être peinte elle-même avec d'autres finitions, emails, ou autres éclats colorés.

	GALVANISE A CHAUD	PEINTURE
GESTION SPECIFIQUE	NON	OUI
RETOUCHES SUR LE TERRAIN	NON	OUI
APPLICATION	INDUSTRIELLE	INDUSTRIELLE / SUR LE TERRAIN / OU LES DEUX
APPLICATION SENSIBLE AU CLIMAT	NON	OUI
GAMME DE TEMPERATURE	24 à 200 degrés Celsius	<95 degrés Celsius
PROTECTION	Cathodique + Barrière	Barrière
EPAISSEUR	100 microns	VARIABLE
ADHERENCE	3600 PSI	300-600 PSI
DURETE	179 a 250 DPN	VARIABLE
DUREE DE VIE	75 ans	12-15 ans

Source: AGA, Hot Dip Galvanized Steel vs. Saint

Incidences techniques

La réaction de galvanisation se produit seulement si les surfaces des matériaux sont chimiquement propres, c'est pourquoi ceux-ci doivent être soumis préalablement à un traitement de préparation superficielle. Lors de l'immersion dans le zinc fondu, il se produit une réaction de diffusion entre le zinc et l'acier, qui conduit à la formation de différentes couches d'alliage zinc-fer. En sortant ces matériaux du bain de zinc, ces couches d'alliage restent couvertes par une couche externe de zinc pur. Le résultat est donc un revêtement de zinc uni à l'acier grâce aux différentes couches d'alliage zinc-fer.

L'application de la galvanisation à chaud nécessite de réaliser une série d'étapes pour lesquelles il faut des équipements spécifiques.



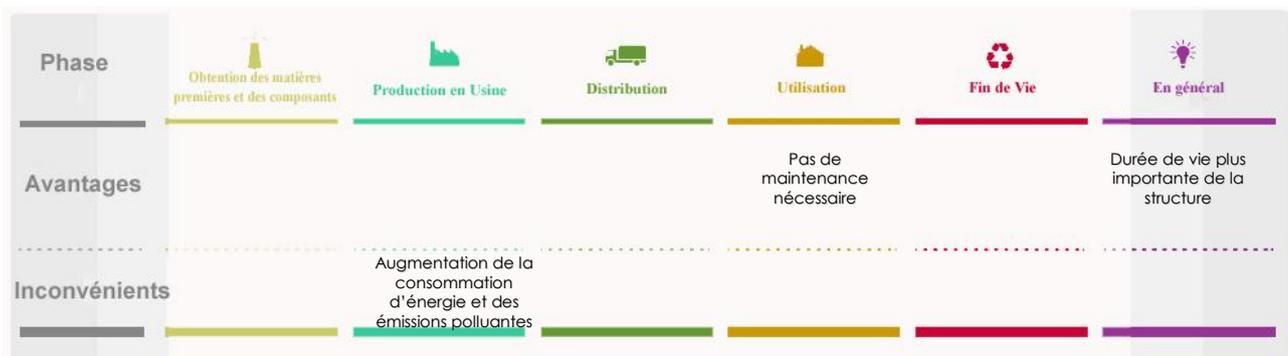
Incidences économiques

Si l'acier galvanisé à chaud a un coût initial conséquent, il ne nécessite en revanche aucun traitement ultérieur lors de la vie utile de la structure. D'autres types de revêtement ont également un coût initial important, mais si on veut conserver leurs propriétés au cours du temps il faut refaire de temps en temps des investissements ponctuels. La somme de ces coûts ponctuels futurs et des coûts initiaux aboutissent à un coût total plus élevé que celui de l'acier galvanisé, ainsi la méthode de galvanisation est la plus économique.

Incidences environnementales

Le procédé de galvanisation nécessite de forts apports énergétiques et génère des émissions polluantes.

Il faudrait réaliser un bilan environnemental quantitatif pour évaluer si le procédé de galvanisation présente un impact environnemental inférieur à l'usage de peintures, du au fait que grâce à sa faible vitesse de corrosion, sa vie utile est prolongée, et aucune maintenance n'est à prévoir.



Exemple d'application de la mesure

Une étude a été réalisée par le Département de Systèmes de Technologies Environnementales de l'Institut de Technologies de Protection de l'Environnement de l'Université Technique de Berlin. Il s'agissait d'une comparaison entre un revêtement de peinture (selon la norme EN ISO 12944) et la galvanisation à chaud (selon la norme EN ISO 1461), en se basant sur l'évaluation du cycle de vie des deux systèmes de protection.

L'analyse est effectuée sur une structure en acier pour un parking à étages, avec une relation surface/poids de 20m²/tonne, pour une vie utile de 60 ans. Il a été considéré que la structure était exposée au milieu extérieur, avec un niveau de corrosion moyen (catégorie de corrosion C3 selon la norme ISO 9223).

Le système de galvanisation à chaud démontre un impact environnemental bien inférieur comparé au système de peinture dans le cas des structures d'acier de grande vie utile. Les avantages connus de la galvanisation à chaud, qui sont la longue durée de protection et l'absence de besoin de maintenance, sont la base des bénéfices environnementaux de ce procédé.

Références

- "El galvanizado en caliente". Icotecnica, C.A. http://www.gvqal.net/pdfs/PAGC_rev1.pdf
- Asociación Técnica Española de Galvanización (ATEG) <http://www.ateg.es>
- Article sur les aspects environnementaux de la galvanisation. Asociación Técnica Española de Galvanización (ATEG) [http://www.hdg-online.net/index.php?id=3699&tx_hdgcategories_pi1\[parent\]=41](http://www.hdg-online.net/index.php?id=3699&tx_hdgcategories_pi1[parent]=41)
- "Libro Blanco para la minimización de residuos y emisiones. Galvanizado en caliente". IHOBE



CODE : MET-03

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de l'impact environnemental dû à la fabrication de l'acier
Mesure : Diminuer les émissions de CO₂ lors de la fabrication de l'acier
Applicable à : Métal - Acier

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

La Plateforme Technologique Européenne de l'Acier (ESTEP) a entamé la seconde phase de son programme de recherche ULCOS (Ultra-Low Carbon Dioxide Steelmaking), visant à développer des techniques de fabrication d'acier ultra faibles en CO₂.

L'objectif d'ULCOS est de développer des technologies nouvelles pour permettre de réduire de façon drastique les émissions de CO₂ de l'industrie sidérurgique. Cette initiative réunit 48 membres de 15 pays européens, parmi lesquels des fabricants d'acier, des laboratoires de recherche, des universités, et d'autres entités impliquées dans la chaîne d'approvisionnement de l'acier.

Au cours de la première phase du projet les membres ont passé au crible une large gamme de technologies et de sources d'énergie qui pourraient aider l'industrie à atteindre son objectif, qui est de réduire à long terme ses émissions d'au moins 50%. En 2006, 4 technologies avaient été sélectionnées pour être soumises à une étude approfondie. Il s'agit des procédés suivants:

- *Le recyclage des gaz de Gueulard* pour faciliter le captage et le stockage du carbone (CCS). Les gaz s'échappant du haut fourneau sont séparés et réinjectés comme agent de réduction, ce qui réduit les quantités de coke à insérer. L'oxygène remplace l'air préchauffé dans les fourneaux, ce qui évite la formation d'azote.
- *Le procédé de fusion Hlsama*. Il combine trois technologies: le préchauffage du charbon et la pyrolyse partielle dans un réacteur, la fusion du minerai par le biais d'un cyclone de fusion, et, finalement, la réduction du minerai et la production de fer dans une cuve de fusion. Requier moins de charbon, qui peut même être partiellement remplacé par de la biomasse ou du H₂, d'où une baisse des émissions de CO₂.
- *ULCORED* : Réduction de la consommation de gaz naturel nécessaire à la production du fer de réduction directe (DRI, Direct Iron Reduction), en remplaçant le reformage par l'oxydation partielle du gaz naturel. Il n'y a qu'une seule source de CO₂ à récupérer, plus propre et facilitant donc son stockage géologique.
- *ULCOWN* : électrolyse directe du minerai de fer, qui est transformé en métal et en oxygène (O₂) en utilisant seulement l'électricité et donc sans fours à coke, responsables de l'émission de CO₂.

Ces 4 technologies feront l'objet d'une évaluation au niveau de leur rendement sur les critères technologiques, économiques, environnementaux ainsi que sur leurs procédures de mises en œuvre.

A travers le programme ULCOS II, des projets pilotes à grande échelle industrielle doivent être créés pour tester et étudier les technologies les plus prometteuses. La première technologie testée devra être celle du recyclage des gaz de haut fourneau (Top Gas Recycling Blast Furnace, TGR-BF), avec stockage géologique du CO₂. Les coûts de ce projet sont élevés, quelques 300 millions d'euros. Cela devrait permettre de développer une technologie de captage, transport, et stockage du carbone, spécifiquement conçue pour le secteur de l'acier, afin de produire pour la première fois de l'acier sans émissions de CO₂. Tout au long du projet, ESTEP sera en étroite collaboration avec la plateforme technologique européenne "Zero Emission Fossil Fuel Power Plants" (ZEP), qui étudie également les techniques de captage et stockage de CO₂. AU cours des quarante-cinq dernières années, l'industrie de l'acier a réduit de 50% ses émissions, en grande partie grâce à des progrès concernant l'efficacité énergétique. Il est à chaque fois de plus en plus compliqué de faire de nouveaux progrès énergétiques avec les technologies carbonées; pour que le secteur continue à réduire ses émissions, il faut impérativement trouver de nouvelles technologies.

En plus de donner le feu vert au projet ULCOS II, le comité de direction d'ESTEP s'est engagé à soutenir une série d'initiatives environnementales qui englobent des procédés d'optimisation de la production d'énergie, l'usage des ressources, les répercussions sociales du développement de nouveaux matériaux, les systèmes de fabrication intelligents, et les bâtiments de haute performance énergétique.



Incidences techniques

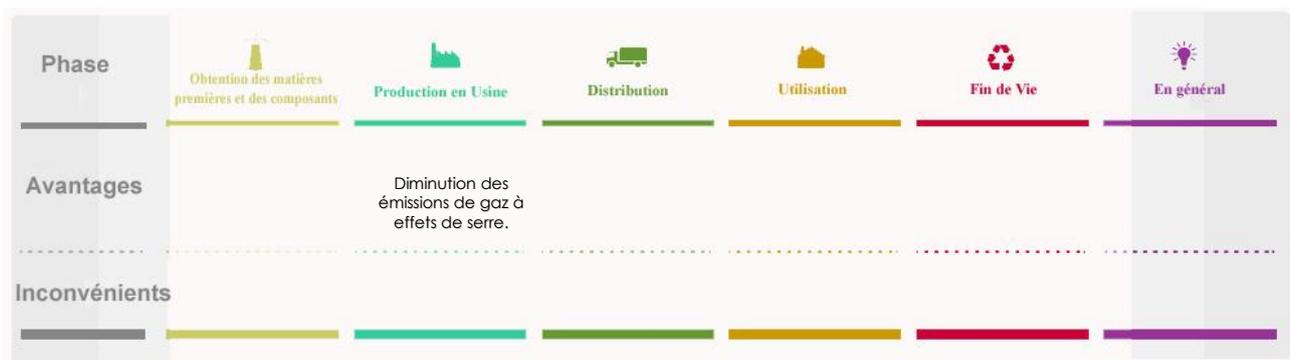
Ce projet aspire à obtenir des technologies capables de réduire les émissions de CO₂, et qui sont actuellement en phase d'étude. La première d'entre elles, le recyclage des gaz de haut fourneau avec des technologies de captage et de stockage du carbone, implique un investissement de matériel, bien que certaines entreprises disposent déjà d'équipements de recirculation des gaz pour augmenter l'efficacité énergétique du processus et éviter les pollutions atmosphériques.

Incidences économiques

Le coût total de ce projet est très élevé, de l'ordre de 300 millions d'euros. Mais aucune information n'est donnée sur les coûts réels de l'implantation de ces nouvelles technologies dans les entreprises.

Incidences environnementales

Ce projet vise à diminuer les émissions de gaz à effet de serre et, par conséquent à lutter contre le réchauffement climatique.



Exemple d'application de la mesure

Dans une première phase (2004-2010), les différentes alternatives techniques viables ont été évaluées, afin de sélectionner les plus adéquates pour l'étape suivante.

Au cours de la seconde phase (2010-2015), l'objectif est de construire des usines pilotes, qui serviront pour faire des recherches et aussi de retour d'expérience pour solutionner les problèmes techniques. Ces projets pilotes, dont certains sont déjà mis en œuvre, pourront dans l'avenir être déployés à plus grande échelle, une fois que de meilleures techniques seront développées, notamment concernant l'hydrogène. A la fin du projet, une usine industrielle totalement fonctionnelle sera créée.

Références

- <http://www.ulcos.org/>
- <http://www.aceroplatea.es/>



CODE : MET-04

TYPE: Spécifique

Stratégie : Minimisation de l'impact environnemental des processus appliqués à l'acier

Mesure : Traitements de surface - Nanotechnologie

Applicable à : Métal - Acier

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Les traitements de surface sont des technologies employées pour traiter des surfaces métalliques propres avant qu'elles soient peintes. En effet, grâce à l'usage de produits chimiques et de procédés physiques spéciaux, ces traitements améliorent l'adhésion de la peinture et renforcent ses propriétés anticorrosives.

Une des techniques existante pour le traitement de surface, substituant les procédés de phosphatation, est le revêtement nano céramique, plus écologique. Cette technique peut permettre de développer un prétraitement pour tous les métaux en générant des nano particules pour couvrir tous les espaces vides (de diamètre inférieur à 100 nm). Ce prétraitement ne contient pas de métaux tels que nickel, le manganèse, le zinc, le chrome, et ne contient pas de phosphates non plus. Ce processus qui opère à température ambiante est capable de donner une bonne résistance à la corrosion, et est compatible avec les différentes peintures.

Ainsi, les propriétés du revêtement céramique sont:

Enrobement à base de fluor de zirconium, adéquat pour le traitement des aciers communs, des aluminiums et des produits zingués exempts de métaux lourds et de composés organiques. Ce revêtement induit une production de boues moins importante, ne nécessite pas de passivation ultérieure, et est applicable à température ambiante, avec un temps de mise en œuvre assez court (30 s).

Incidences techniques

L'application de revêtements nano céramiques sur des surfaces métalliques se fait en plusieurs étapes.

Les principales étapes d'un processus de phosphatation sont: le nettoyage, l'activation (pré-lavage avec un activateur, qui contient des stabilisants), phosphatation, et lavage/passivation. Tous ces procédés peuvent être réalisés par immersion ou aspersion.

Les étapes recommandées pour appliquer un revêtement céramique sont: le nettoyage, le rinçage avec une eau de faible conductivité, l'application de la couche nano céramique par immersion ou aspersion, le lavage, le post traitement sans chrome, le rinçage avec une eau de faible conductivité, le séchage.

L'usage des recouvrements nano céramiques est compatible avec la plupart des installations actuelles utilisées pour les procédés de phosphatation (nécessitant quelques adaptations).

Incidences économiques

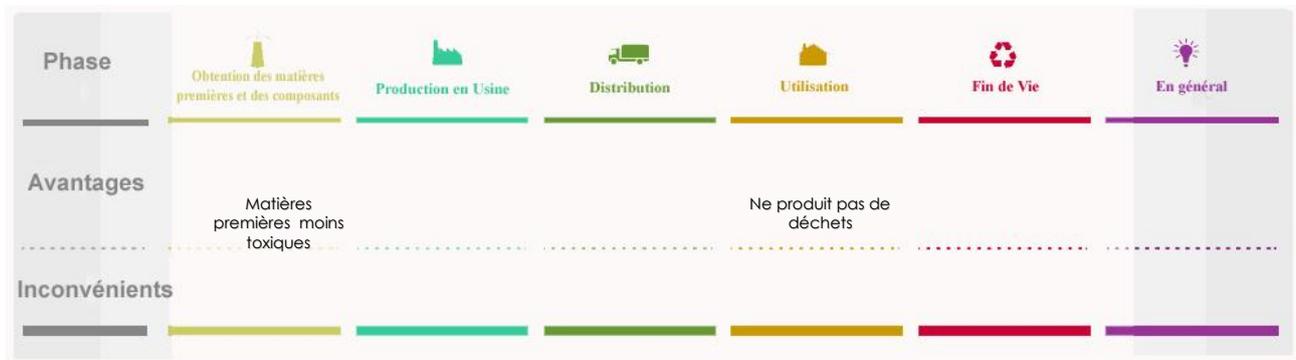
La nano technologie Bonderite NT-1 est un exemple de revêtement nano céramique pour le prétraitement, qui offre les bénéfices économiques suivants:

- Fonctionnement à température ambiante (pas besoin d'apport calorifique, d'où des économies d'énergie).
- Faible temps de contact (inférieur à 15 s, ce qui est rapide).
- Pas besoins d'enrobage ou de jointures supplémentaires.
- Pas de conditionnement ou d'aménagement spécifique.
- Pas de traitement de déchets
- Faible coût de montage puisqu'on réduit les étapes du processus de prétraitement traditionnel.



Incidences environnementales

L'avantage environnemental du recouvrement nano céramique est qu'on obtient un revêtement sans phosphates et métaux lourds, et qui ne nécessite moins de manipulation de substances. De plus, il ne génère pas de Demande Chimique en Oxygène ni de Demande Biochimique en Oxygène, il ne produit pas de boues, et ne nécessite pas de désincrustation.



Exemple d'application de la mesure

L'entreprise Henkel innove avec des nanotechnologies nouvelles, pour donner des avantages économiques et avant tout environnementaux au prétraitement industriel des surfaces métalliques.

La technologie pour le prétraitement de surfaces métalliques propres avant peinture existe chez Henkel, sous la marque Bonderite® NT-1 qui octroie un revêtement nano céramique favorisant l'adhésion de la peinture et une meilleure protection contre la corrosion. Ce produit est un prétraitement réactif formulé spécifiquement pour un usage sur les surfaces en acier, zinc et aluminium ne contenant ni phosphates ni métaux lourds ni composés organiques.

Le revêtement Rinano, de l'entreprise Rittal, est un enrobement nano céramique avec des particules de 10-6 mm d'épaisseur. Il a été vérifié que lorsqu'on effectue ce recouvrement (au lieu d'une phosphatation) sur une plaque en acier, on obtient, après un essai en atmosphère saline, des propriétés anticorrosives qui peuvent être améliorées jusqu'à environ 50%. Ceci est dû au fait que les tensions de surfaces sont réduites entre les molécules, qui sont d'ordinaires à l'origine des oxydations responsables de la corrosion dans beaucoup de matériaux.

Références

- Technical Process Bulletin Bonderite® NT-1 de Henkel
- <http://www.henkel.com.co>
- <http://www.rittal.es>
- "Avances Ecológicas en procesos de Pre-tratamiento en las Industrias Automotriz y Metalúrgica" Guillermo Valencia. Buenos Aires – 5 juillet 2007.
- "Nanoceramic-based Conversion Coating." Patrick Droniou, manager, Henkel KGaA, Duesseldorf Germany and William E. Fristad, Technical Director and Jeng-Li Liang, Research Scientist, Henkel Corp., Madison Heights, Mich.



CODE : MET-05

TYPE: Spécifique

Stratégie : Diminution de la consommation de matières premières

Mesure : Réduire la taille du produit

Applicable à : Métal - Acier

Stratégie d'éco-conception



Réduire la taille du produit

Description de la mesure

Réduction de la quantité d'acier utilisé, en diminuant la taille du produit.

Comme on peut le voir dans le profil environnemental d'une conduite en acier inoxydable, détaillé dans le chapitre 2 (figure 2.2), l'aspect environnemental majeur de la fabrication des produits en acier concerne la consommation de l'acier inoxydable.

La réduction de la taille de la pièce doit être envisagée comme une option pour diminuer l'impact environnemental du produit, tout en permettant de faire des économies grâce à la diminution de consommation de matière première.

Incidences techniques

Pour entreprendre la réduction de la taille d'un produit en acier, il faut prendre en compte certaines limites, comme par exemple:

- Les normes d'application. Pour une série de produits, les dimensions sont limitées par une norme spécifique.
- Les exigences techniques. Le nouveau design doit respecter les exigences techniques du produit.
- On ne peut pas toujours réduire la taille, car le client exige parfois des dimensions précises.

Incidences économiques

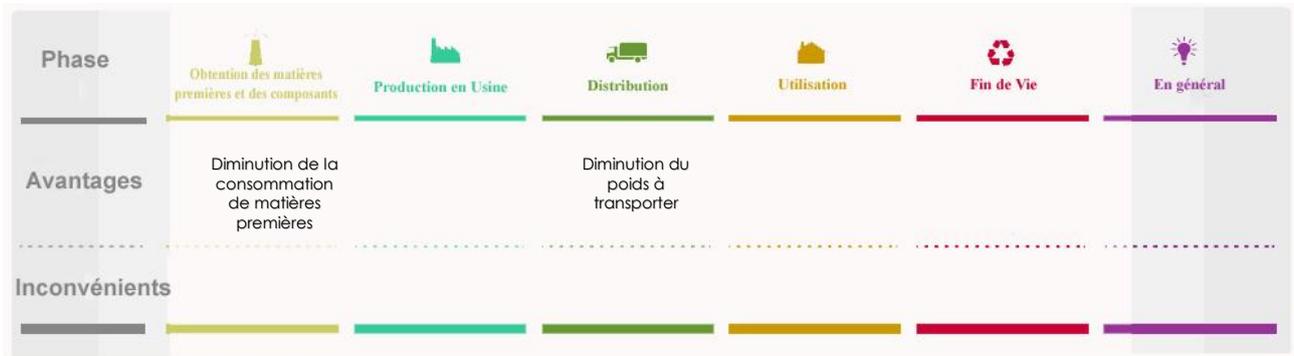
La mise en place d'une telle mesure permet de faire un gain économique proportionnel à la réduction de consommation d'acier. Dans certains cas la réduction de taille est répercutée sur les quantités nécessaires concernant les autres matières premières, par exemple pour les matériaux de remplissage.

En diminuant la quantité de matériau utilisée dans la fabrication d'un produit, on diminue également son poids, ce qui se répercute positivement sur le coût du transport.



Incidences environnementales

Les bénéfices environnementaux de cette mesure dérivent de la diminution de consommation de matières premières (principalement l'acier inoxydable), et de la baisse de la masse transportée.



Exemple d'application de la mesure

Dans le cadre de ce Guide d'Eco-conception de Matériaux de Construction, une étude a été menée à bien pour la réduction des dimensions d'une cabine sanitaire en acier inoxydable, fabriquée par PROIEK : Habitat & Equipment (figures A et B). La mise en place de cette mesure permet une économie de 15% d'acier inoxydable, accompagnée par une réduction proportionnelle du volume de matériau de remplissage nécessaire.

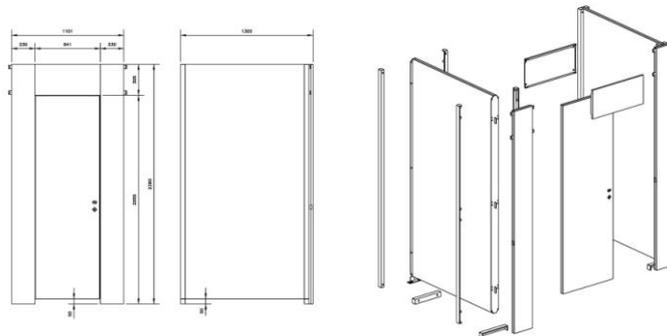


Figure A. Conception initiale

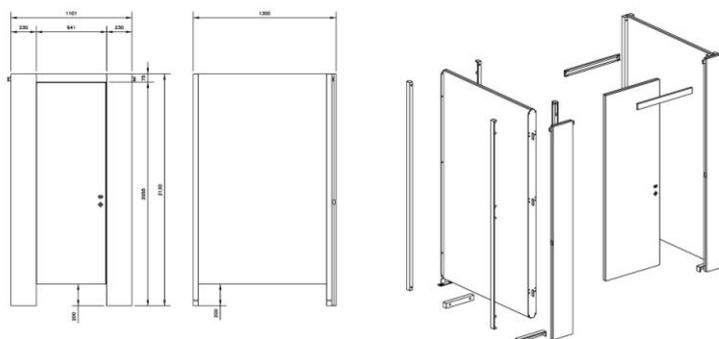


Figure B. Conception finale

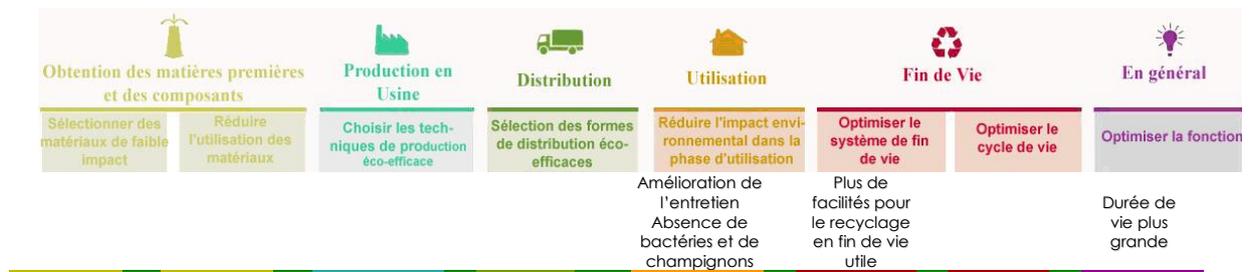
Références



CODE : MOR-01

TYPE: Spécifique
Stratégie : Amélioration de la phase de maintenance
Mesure : Ajout d'adjuvants antibactériens dans le mortier
Applicable à : Mortiers - Bétons

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Addition d'antibactériens dans le mortier. Cela consiste à ajouter des adjuvants spécifiques lors de la production, qui rendent plus difficile le développement de champignons et de bactéries tout au long de la vie du mortier.

Ce type de mortier possède une activité antibactérienne, dont la caractéristique principale est d'inhiber la croissance des bactéries et des champignons, ainsi que les mauvaises odeurs qui pourraient se développer dans tous les types d'installation. Il peut donc avoir un usage public, sanitaire, ou pour d'autres utilisations comme par exemple des ouvrages pour conserver le bétail.

Une telle composition permet au produit de devenir une alternative aux mortiers traditionnels, dans lesquels malgré le fait qu'on puisse laver leur couverture, on ne peut empêcher la prolifération de microorganismes par dessous, notamment des bactéries et champignons qui sont responsable d'infestations et de mauvaises odeurs.

Un autre avantage de ces produits est qu'ils restent en parfaites conditions tout au long de la vie utile du béton ou du mortier. Ils ne requièrent aucune maintenance spéciale, il faut seulement procéder au ménage et au lavage habituel.

Incidences techniques

On incorpore des adjuvants spécifiques lors de la production du mortier afin de le doter d'une activité antibactérienne. Aucune modification n'est à apporter dans les équipements de production.

Un exemple de ce type d'adjuvants est :

Sika®Fiber Microbac: Fibre de polypropylène antibactérienne sous forme de multi-filaments pour un renforcement secondaire du mortier. Elle est élaborée avec du polypropylène pur à 100% et contient un agent antibactérien qui fait partie intégrale de la fibre, dont la finalité est d'altérer la fonction métabolique des microorganismes afin d'empêcher leur croissance et leur reproduction. Le principal usage de cette fibre est pour le renforcement secondaire des bétons et mortiers, et de réduire les formations de crevasses par contraction plastique à l'état froid. De plus, la fibre protège le béton contre l'attaque des levures, mycoses, bactéries et autres microorganismes.

Les adjuvants utilisés doivent respecter les exigences normatives correspondant à ce type de produits. Dans tous les cas, pour la fabrication de mortiers de maçonnerie, il faut prendre en compte les critères spécifiés dans les normes européennes UNE-EN 998-1:2003 et UNE-EN 998-1:2003/AC: 2006.

Incidences économiques

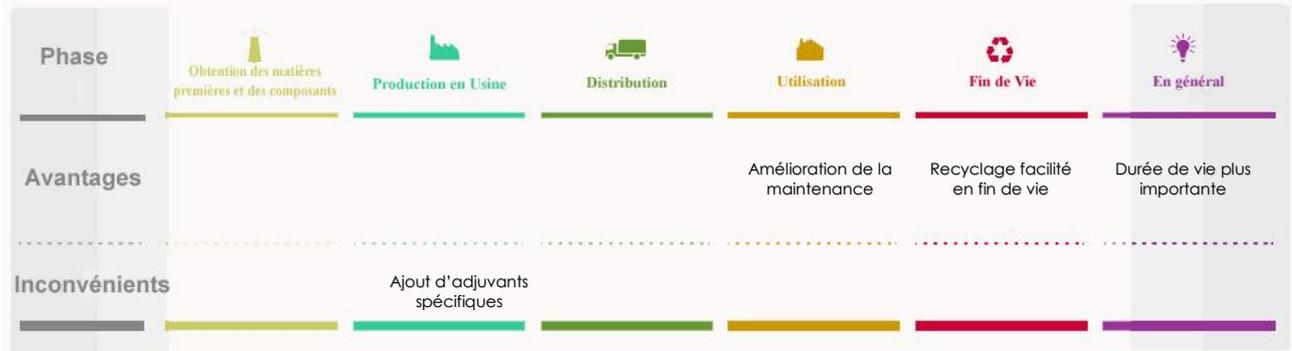
L'emploi d'adjuvants augmente le coût du mortier, malgré que cela ne soit pas flagrant sur le prix total. Le prix de la tonne de mélange augmente en fonction du prix de l'adjuvant antibactérien incorporé dans le mortier.



Incidences environnementales

Le bénéfice environnemental obtenu avec cette mesure concerne l'étape d'utilisation du produit: celui-ci requiert moins de maintenance et sa vie utile est allongée.

La croissance des bactéries est champignons est inhibée, évitant ainsi de possibles infections et mauvaises odeurs.



Exemple d'application de la mesure

Mortier antibactérien de Cemex 'Ibersec Proyec antibacteriano'

Mortier pour les crépis extérieurs et pour les enduits intérieurs (Norme UNE-EN998-1), qui est spécialement formulé pour empêcher la croissance de champignons et de bactéries. C'est un mortier d'usage universel idéal pour être appliqué dans des centres de production agricole et de bétail, dans des industries agroalimentaires, dans des zones de stockage de produits alimentaires et agricoles, dans des installations sportives et sanitaires, etc.

L'objectif de ce type de mortier est d'améliorer les conditions d'hygiène et de conservation des installations en réduisant les risques de mauvaises odeurs et de contamination par les bactéries et les mycoses.

Références

- www.sika.es/
- www.cemex.es/
- UNE-EN 998-1:2003/AC:2006. Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie - Partie 1 : Mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs



CODE : MOR-02

TYPE : Spécifique

Stratégie : Réduction de la consommation des matières premières d'origine naturelle
 Mesure : Substitution du ciment par du sulfate de calcium résiduel pour les mortiers
 Applicable à : Mortiers

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Substitution du ciment par du sulfate de calcium résiduel pour fabriquer des mortiers autoplaçants pour les chapes et surélévation (couches de nivellement) de sols intérieurs.

Les produits à base de sulfate de calcium utilisés dans la construction sont plus communément connus sous le nom de gypse naturel ou d'anhydrite naturelle. Ce sulfate de calcium est aussi un sous-produit de divers processus industriels, d'où l'appellation de sulfate de calcium résiduel. Toutefois, en fonction du procédé qui le génère, ce sous-produit reçoit d'autres noms :

Le gypse désulfuré, aussi connu comme le FGD (Flue gas desulphurization gypsum) : il provient de la désulfuration des gaz de combustion, notamment dans les centrales thermiques. Ces dernières utilisent des combustibles fossiles (charbon, pétrole...) qui contiennent du soufre, et qui lors de leur combustion, libèrent du SO₂ (dioxyde de soufre) en plus du CO₂ et de l'eau. Le SO₂ peut provoquer des pluies acides aux effets dévastateurs, notamment quand il régît pour former du H₂SO₄ (acide sulfurique). C'est pourquoi il est nécessaire de l'éliminer à l'aide de techniques de désulfuration, consistant au lavage des gaz de combustion avec des solutions à la chaux et /ou d'hydroxyde de calcium. Le SO₂ réagit et est ainsi transformé en bisulfite de calcium (Ca(HSO₃)), avant d'être ensuite oxydé par l'air pour devenir du sulfate de calcium. Ainsi, avec 1 tonne de soufre, on obtient 5,4 tonnes de gypse.

Le phosphogypse: sous-produit des procédés d'obtention de l'acide phosphorique ou d'autres acides minéraux, à partir du traitement de la roche phosphatée avec de l'acide sulfurique. A partir d'une tonne de roche phosphatée et d'une tonne d'acide sulfurique, on obtient 1,7 tonne de phosphogypse et entre 0,4 et 0,5 tonnes d'acide phosphorique. Parmi tout le gypse formé à travers le monde, pour des raisons économiques et à cause de la présence d'impuretés, seule une petite proportion est valorisée, environ 4%.

La fluoro anhydrite: c'est un gypse synthétique provenant de la fabrication d'acide fluorhydrique par réaction entre l'acide sulfurique et la fluorite. A partir d'une tonne de fluorite traitée avec 1,25 tonne d'acide sulfurique, on obtient 0,5 tonnes d'acide sulfurique et 1,7 tonne d'anhydrite.

De nos jours on produit annuellement plus de gypse synthétique que de gypse extrait en carrière. Cette mesure propose d'élaborer des mortiers autonivellants en utilisant comme matière première du sulfate de calcium résiduel à la place du ciment, en particulier la fluoro anhydrite.

Incidences techniques

Le remplacement du ciment par la fluoro anhydrite dans la fabrication du mortier peut nécessiter l'emploi de quelques adjuvants. L'éco-mortier fabriqué par l'entreprise Anhivel nécessite les composants suivants: de l'anhydrite micronisée, de l'eau, du sable et des adjuvants fluidifiants. Les proportions ne sont pas communiquées par les fabricants. Cet éco-mortier ne nécessite pas de mettre des silos à disposition sur le site de construction, et peut être appliqué via un système par voie humide.



Incidences économiques

L'utilisation de ces sous-produits nécessite des investissements additionnels pour conditionner la matière première, qui arrive en pâte ou en suspension. Il y a aussi des coûts d'exploitations plus importants du fait que la matière première comporte une humidité additionnelle et une taille de particule qui ne facilitent pas la calcination. Tout ceci fait que, dans certains cas, il faut demander des subventions pour pouvoir être compétitif face à l'abondance de la matière première naturelle.

Incidences environnementales

La valorisation du gypse synthétique, provenant des sous-produits de procédés divers et variés, possède deux aspects environnementaux bénéfiques:

- On réutilise des sous-produits industriels, qui ne sont donc pas envoyés en centre d'enfouissement technique, diminuant ainsi la quantité de déchets générés.
- On diminue les impacts environnementaux liés à l'extraction de ressources puisque le nombre d'extraction est réduit.

La substitution du ciment par la fluoro anhydrite contribue au développement durable et à la préservation de l'environnement en supprimant le coût environnemental du à la production du ciment (fabrication, émissions, consommations énergétique, transport, utilisation). Selon l'entreprise Anhivel, chaque tonne d'anhydrite valorisée en remplacement d'une tonne de ciment évite l'émission d'environ une tonne de CO₂ dans l'atmosphère, ainsi que la consommation de 1,5 tonne de ressources limitées.



Exemple d'application de la mesure

L'entreprise Anhivel Soluciones Anhidrita développe, fabrique, et applique "l'éco-mortier Anhivel", 100% autonivellant. A la différence des mortiers à base de ciment, Anhivel est à base d'anhydrite, un gypse anhydre. La fabrication de cet éco-mortier est réalisée en combinant l'anhydrite avec des gravats sélectionnés et une série d'adjuvants fluidifiants, sans émettre de CO₂ ni consommer de ressources supplémentaires.

Caractéristiques techniques de Anhivel

- Densité: 2.100 kg/m³ (UNE EN 1015-6).
- Conductivité thermique: 1,2 W/m.K.
- Résistance à la compression 28 jours > 20 N/mm² (UNE EN 13454-2).
- Coefficient de dilatation thermique: 0,012 mm/m.K.
- Réaction au feu: A1FL (96/603/CE).
- Epaisseurs minimales: 25 à 30 mm.

La fluoro anhydrite est générée par l'entreprise Derivados del Flúor.

Cet éco-mortier est caractérisé par d'extraordinaires qualités techniques et thermiques. Contrairement au ciment, sa forme particulière de cristallisation génère un produit de haute résistance mécanique et de rétraction minime, ce qui diminue le risque de fissuration. Comme on peut l'appliquer avec une épaisseur de couche de seulement 25 à 30 mm, les transferts thermiques sont facilités, ce qui réduit la consommation d'énergie des planchers chauffants.

Références

- Derivados del Flúor, S.A. www.ddfluor.com/
- Anhivel Soluciones Anhidrita <http://www.anhivel.com/>
- "el yeso como materia prima". Vicente Gomis Yagües. Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante. (<http://iq.ua.es/Yeso/>)



CODE : MOR-03

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction de la consommation des matières premières d'origine naturelle
 Mesure : Fabrication de mortier avec des granulats recyclés
 Applicable à : Mortiers

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation de déchets de construction et de démolition, dans la fabrication des mortiers, en tant que sables, afin de permettre la substitution partielle de matières premières naturelles.

Des études ont été menées à bien et ont prouvé qu'il était possible de réaliser des mortiers à partir de granulats recyclés provenant eux même de la construction (Álvarez Cabrera, et al., 1997). En effet les résultats étaient très satisfaisants et ont démontré que le comportement d'un tel mortier était similaire à celui des mortiers conventionnels.

Incidences techniques

Les mortiers obtenus ont une résistance à la compression quelque peu inférieure par rapport aux mortiers avec sables naturels. En ce qui concerne l'absorption capillaire et l'adhérence, les valeurs sont très similaires.

Du fait que les granulats provenant de béton pilé/concassé contiennent une certaine quantité en hydroxyde de calcium, en les mélangeant avec de l'eau et des matériaux pouzzolanes (tels que la fumée de silice, les cendres volantes, ou des scories de haut fourneau) à température ambiante, ils acquièrent des propriétés hydrauliques et forment des produits ayant une haute résistance à la compression.

Il faut souligner que la majeure partie des graviers provenant du recyclage des déchets de construction sont commercialisés pour leur réutilisation et, par conséquent, doivent remplir les conditions de la directive européenne 89/106/CEE Produits de Construction, ainsi que disposer du marquage CE correspondant. Sur la base de certaines mises en œuvre consolidées, il est possible d'établir des accords avec le fournisseur pour que le produit approvisionné satisfasse les critères de l'entreprise (par exemple, la teneur en impureté ou la granulométrie).

Il faut tenir compte des critères spécifiés dans les normes UNE-EN 13139:2003 et UNE-EN 13055-1:2003.

Incidences économiques

La viabilité d'un investissement de la part de l'entreprise dans des opérations de valorisation de déchets de construction et démolition doit être évaluée pour chaque cas particulier. En effet, différents facteurs sont en jeu: l'obtention du code de gestion, les tarifs des décharges environnantes, le volume de matériau à traiter, la capacité de stockage de la cimenterie, la quantité d'impuretés contenues dans le résidu qui affecte le coût du prétraitement, etc.

L'investissement dans des équipements n'est pas considéré comme un facteur significatif puisqu'on peut employer les mêmes installations utilisées pour traiter le gravier naturel.

D'autre part, l'utilisation d'un matériau provenant d'usines de valorisation de déchets de construction pour substituer la matière première naturelle dépendra également de son prix. Bien qu'il ne soit toujours pas compétitif, des facteurs comme la disponibilité des matériaux naturels, le stock, ou les accords sectoriels, pourraient mener à changer cette situation.

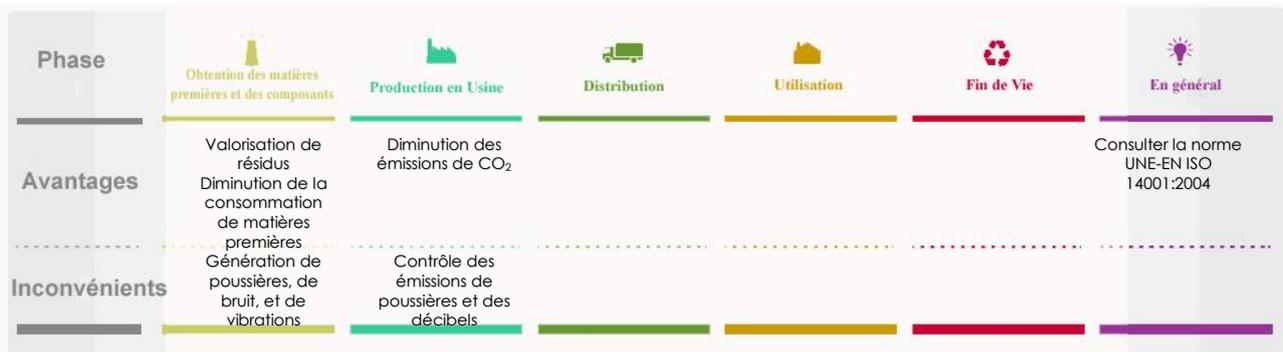


Incidences environnementales

Les bénéfices environnementaux de cette mesure sont:

- Valorisation des déchets de construction et de démolition, diminuant ainsi le volume des décombres enfouis en décharges.
- Réduction du nombre d'extractions minières nécessaires pour l'approvisionnement en matière première, d'où une réduction des impacts environnementaux et une meilleure préservation des ressources naturelles.

Cependant, il y a quelques points négatifs: il se peut que cette activité génère de la poussière, du bruit, et des vibrations, notamment lors du pilage et du tamisage des graviers. Il faut prendre en compte ces aspects lors du choix de la localisation des usines de traitement, et doter celles-ci des meilleures techniques disponibles pour minimiser ces impacts. Si les déchets sont bien gérés, les bénéfices environnementaux de cette mesure restent toutefois amplement supérieurs aux aspects négatifs.



Exemple d'application de la mesure

Etudes et projets:

Il existe de nombreuses études qui révèlent l'adéquation de la réutilisation des déchets de construction et de démolition.

Exemple du Projet TATO 14 (2004), en Espagne:

Ce projet a été une collaboration entre TECREC, CEMEX España, le laboratoire d'essai de matériaux de constructions LOEMCO, ainsi que le ministère de l'environnement. Le but était d'utiliser des granulats recyclés pour la fabrication de mortiers et de bétons.

Il s'agissait de la première expérience en Espagne de mise en œuvre de la structure d'un bâtiment contenant 100% de granulats recyclés. Ce bâtiment en porte-à-faux est composé de deux étages et d'un sous-sol, avec une superficie de 300 m² par étage.

ECOCEM dispose d'installations de gestion de déchets pour la valorisation aussi bien matérielle qu'énergétique dans des fours cimentiers. ECOCEM est le fruit de l'union d'ECOCAT avec le fabricant de ciment Lafarge et le groupe Financiera y Minera.

Références

- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- "Utilización de áridos reciclados en la fabricación de morteros de albañilería" C. Mariano Sanabria Zapata, José Luis Parra y Alfaro. Canteras y explotaciones, ISSN 0008-5677, N° 452, 2004
- ÁRIDOS RECICLADOS PARA HORMIGONES Y MORTEROS. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y QUÍMICA. AUTORES Calvo Pérez, Benjamín1; Parra y Alfaro, José-Luis1, 2; Astudillo Matilla, Beatriz2; Sanabria Zapata, C. Mariano2, Carretón Moreno, Rosa 1
- Hincapie, A.M., Aguja, E.A. (2003). Agregado reciclado para morteros. Universidad Eafit, Vol. 39, No. 132, 76-89. Universidad Eafit, Medellín, Colombia.
- Alvarez Cabrera, J.L., Urrutia, R., Andres y Lecusay, D. (1997). Morteros de albañilería con escombros de demolición. Materiales de construcción, 41(246), 43-51.
- "Residuos de construcción y demolición. Caracterización del material obtenido de hormigón y cerámica". B. Blandon; R. Huete. I Jornadas de investigación en construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: AIMET, 2005.
- UNE-EN 13139:2003. Áridos para morteros
- UNE-EN 13055:1=2003. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.
- Guía interpretativa de la norma UNE-EN ISO 14001:2004



CODE : MOR-04

TYPE: Spécifique

Stratégie : Diminution de la consommation de ciment

Mesure : Substitution partielle du ciment par des brais de pétrole ou de goudron

Applicable à Mortiers

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Incorporation de brais de pétrole ou de goudron de houille, sous-produits des industries du charbon et du pétrole, dans la formulation des mortiers de ciment, réduisant ainsi la consommation de ciment.

Le brai naturel est un sous produit pâteux de haut poids moléculaire, résultant de la distillation du pétrole ou du goudron de houille. Il est solide à température ambiante et est constitué d'un mélange complexe de beaucoup d'hydrocarbures des classes suivantes: les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les oligoaryles et ologoarylméthanes, les composés polycycliques hétéroaromatiques. Les brais n'ont pas de température de fusion définie mais présentent un large intervalle d'amollissement. Quand la pâte se refroidit, les brais se solidifient sans cristallisation.

Incidences techniques

Les brais de pétrole et de goudron n'ont jamais été utilisés comme dans les mortiers de ciment Portland commercialisés, contrairement aux fibres de carbone. Cependant, plusieurs équipes de recherche ont pris en compte leur faible coût comparé aux fibres de carbone et ont réalisé des études. Ces études avaient pour objectif d'analyser l'emploi de ces résidus/sous-produits pour renforcer les mortiers en dépit de leurs propriétés mécaniques à priori moins intéressantes.

L'étude citée dans les références caractérise au niveau mécanique l'ajout ou la substitution de deux typologies de brais de pétrole et deux typologies de brais de goudron dans les mortiers de ciment.

Il en résulte que les mortiers fabriqués avec substitution partielle du ciment par le brai présentent un meilleur comportement mécanique que ceux fabriqués avec addition de brais.

L'étude révèle, pour des mortiers avec un pourcentage de substitution par des brais de goudron de houille de 0,5%, 1% et 3%, les observations suivantes:

- Conformément à l'augmentation du pourcentage de substitution, il se produit : des progrès au niveau de la prise du mortier (début et fin), une légère augmentation du temps de maniabilité de la pâte et une légère diminution de la maniabilité du mortier due à la plus grande absorption d'eau.
- Les substitutions réalisées ne modifient pas significativement la résistance à la flexion. La substitution de 0,5% améliore le comportement de la flexion, celle de 1% ne varie presque pas, et à partir de 3% on constate qu'elle est plus mauvaise qu'au départ.
- Les substitutions de 0,5% et 1% améliorent le comportement à la compression du mortier.

Les chercheurs concluent que la substitution du ciment par des brais, jusqu'à 3% en masse, satisfait les prescriptions mécaniques requises par la norme européenne UNE-EN 197 -1.

Avec des substitutions par des brais de pétrole, des pourcentages de remplacement inférieurs à 1% ne modifient pas significativement les caractéristiques mécaniques du mortier. Des pourcentages supérieurs à 3% présentent des pertes significatives des caractéristiques de résistance du mortier.

Fournisseurs:

Il est recommandé de contacter les usines industrielles de charbon ou pétrole les plus proches de la cimenterie demandeuse de brai.



Incidences économiques

Les facteurs économiques à considérer pour pouvoir évaluer la viabilité de cette mesure sont:

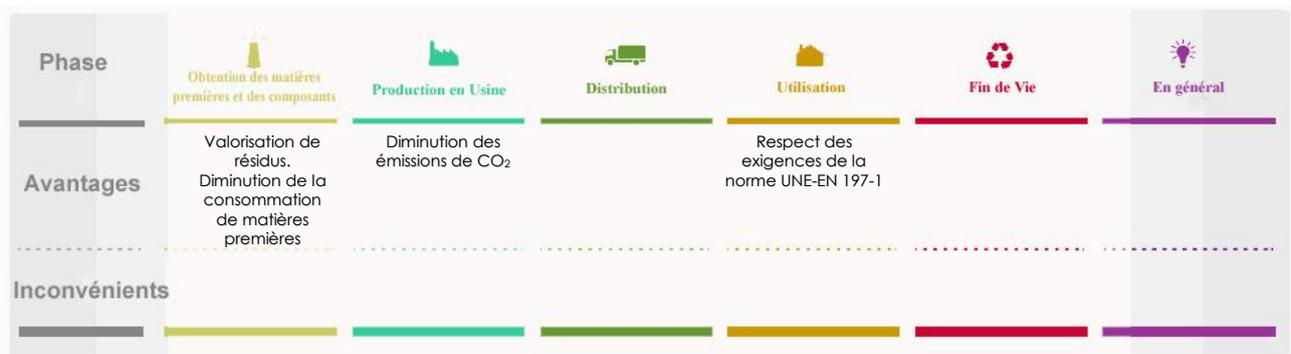
Le coût du transport du ciment ne varie pas même si on a besoin de moins de ciment.

Le coût additionnel à prendre en compte est celui du transport des brais de pétrole ou de goudron depuis le fournisseur (l'industrie qui les génère) jusqu'à la cimenterie. Il faut donc s'approvisionner chez un fournisseur local dans la mesure du possible.

Les brais coûtent moins cher que les autres matériaux de substitution du ciment, comme par exemple les fibres de carbone.

Incidences environnementales

Grâce à la valorisation des sous-produits de l'industrie du pétrole et du charbon dans les mortiers, on évite le traitement en décharge de ces déchets, tout en utilisant moins de ciment, dont le processus de production émet de grandes quantités de CO₂.



Exemple d'application de la mesure

Des études réalisées par l'Université d'Alicante ont révélé que le remplacement du ciment par des brais de goudron, jusqu'à 3% en masse, dans des mortiers avec une relation sable/ciment égale à 3, permettent d'obtenir des mortiers satisfaisant les exigences mécaniques prescrites dans la norme UNE-EN 197-1.

De la même manière, la substitution du ciment par des brais de pétrole à 1% en masse permet également d'obtenir des mortiers qui respectent ces exigences.

Références

- "Caracterización mecánica de morteros de cemento Pórtland con breas de petróleo y de alquitrán de carbón" - J. S. Alcaide, E. G. Alcocel, E. Vilaplana, D. Cazorla y P. Garcés. Mater. Construcc., Vol. 57, 287, 53-62, julio-septiembre 2007. ISSN: 0465-2746.
- Norma UNE-EN 197-1: "Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de cementos comunes."



CODE : MOR-05

TYPE : Spécifique

Stratégie : Diminution de la consommation de ciment

Mesure : Mortiers de ciments avec cendres volantes et cendres de boues d'épuration

Applicable à : Mortiers

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des cendres de combustion de boues d'épuration et des cendres volantes de centrales à charbon comme matière première dans la formulation du mortier, en substitution partielle du ciment.

Les cendres de boues d'épuration sont un sous-produit de la combustion des boues déshydratées dans un incinérateur. Ces cendres sont constituées principalement d'oxydes de silicium, calcium, et fer. Les compositions peuvent varier de façon notable, tout comme la taille et les propriétés des cendres, généralement en fonction du type de système d'incinération et des additifs chimiques introduits dans le processus de traitement des eaux résiduelles.

Les cendres volantes sont obtenues par précipitation électrostatique ou par captage mécanique des poussières qui sont entraînées par le flux gazeux des fours, dans les centrales à charbon pulvérisé, qui est brûlé à 1400-1600°C. Des recherches ont montré que les concentrations en métaux lourds ne sont pas excessives et ne présentent pas de problème de lixiviation.

Incidences techniques

Selon quelques études expérimentales sur l'ajout de cendres de boues d'épuration dans les mortiers, il est possible qu'elles aient des caractéristiques pouzzolanes, puisque lorsqu'elles sont mélangées avec le $\text{Ca}(\text{OH})_2$, elles durcissent en quelques jours. Au cours des premiers jours on peut observer une réduction de la résistance du mortier aussi bien à la compression qu'à la flexion. A partir du sixième jour, cette tendance change, pouvant atteindre une augmentation de 15% de la résistance à la compression et de 5% de la résistance à la flexion après 28 jours, ce pour une substitution de 15% du ciment par des cendres. Le point négatif est que l'on constate une réduction de la maniabilité, ce qui peut toutefois être compensé par l'ajout de superplastifiants.

D'autres études ont démontré le bon comportement des mortiers qui incorporent des cendres volantes et des cendres de boues d'épuration. Les cendres volantes ont un double effet bénéfique :

- Elles améliorent la fluidité du mortier, facilitant ainsi sa maniabilité et par conséquent sa mise en œuvre.
- Elles provoquent une augmentation de la résistance au long terme, du fait de leurs propriétés pouzzolanes.

Il a été vérifié que l'utilisation simultanée de ces deux types de cendres dans des mortiers dans une relation 1:1 égalait ou améliorait la résistance à la compression, par rapport aux mortiers de mêmes proportions, contenant des cendres volantes uniquement. On obtient une résistance maximale avec l'ajout de 15% de cendres volantes et 15% de cendres de boues d'épuration.



Incidences économiques

Les facteurs économiques à prendre en compte pour appliquer cette mesure sont:

- Le coût du ciment
- Le coût des cendres volantes et des cendres de boues d'épuration
- Le coût du transport

Les cendres volantes peuvent être considérées comme un matériau peu cher, puisque c'est le résidu d'une activité industrielle qui le génère en quantités considérables. Son coût principal est celui du transport, d'où l'intérêt de l'utiliser à proximité des centres de production.

Incidences environnementales

Les bénéfices environnementaux dérivés de l'application de cette mesure sont:

- la valorisation de déchets, évitant leur mise en décharge
- la substitution partielle (jusqu'à 15%) de la consommation en ciment, d'où une économie en matières premières. De plus, on économise de l'énergie et on émet moins de gaz à effet de serre, notamment le CO₂.



Exemple d'application de la mesure

Il existe de nombreuses études qui décrivent l'application des cendres volantes et des cendres de boues d'épuration dans la fabrication de mortiers.

Les ciments Kola (Espagne) ont collaboré avec l'Université de Cordoba et l'institut Eduardo Torroja pour faire des recherches sur l'utilisation de résidus/sous-produits industriels (scories de haut fourneau, fumée de silice, cendres volantes) provenant des usines de cogénération de biomasse dans la conception de mortiers.

Les ciments Rezola et Lemona Industrial, S.A. (Espagne) valorisent les cendres volantes provenant de centrales thermiques et les cendres de boues d'épuration, dans leur production de ciment.

Références

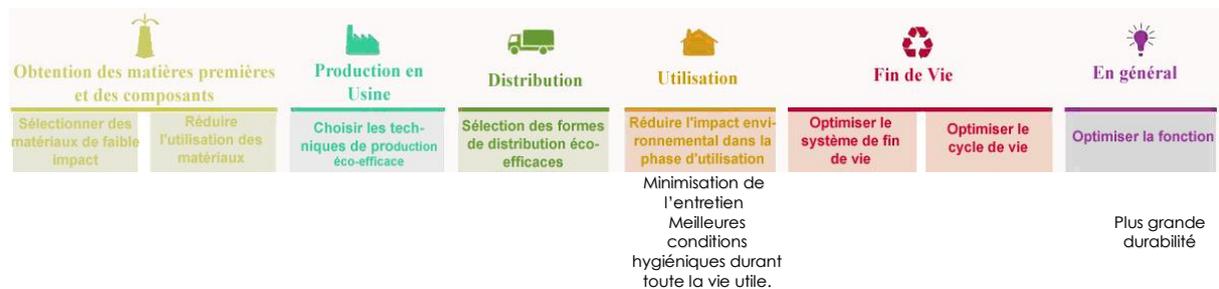
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- "Use of sewage sludge ash (SSA)-cement admixtures in mortars". Monzó, J.; Payá, J.; Borrachero, M.V.; Córcoles, A.. Cement and concrete research, vol. 26, n°9, pp 1389-1398. 1996.
- "Study of cement-based mortars containing spanish ground sewage sludge ash" Monzó, J.; Payá, J.; Borrachero, M.V.; Bellver, A.; Peris-Mora, E. Waste materials in construction: Putting Theory into practice, proceedings of the Internacional Conference on the Environmental and Technical implications of construction with alternative materials, WASCOM 97. Houthem St. Gelach, The Netherlands, 4-6 June 1997.
- "Morteros de cementos compuestos a base de cenizas volantes de central termoeléctrica de carbón (CV) y cenizas procedentes de la incineración de lodos de depuradora (CLD)" Monzó, J.; Borrachero, M.V.; Payá, J.; Gírbés, I. Actas del III Congreso Nacional de Materiales Compuestos, pp. 477-483. Benalmádena. 1999.
- "Efecto de la adición de ceniza de lodo de depuradora (CLD) en las propiedades mecánicas y niveles de corrosión de las armaduras embebidas en morteros de cemento Portland". E. G.º Alcocel, P. Garcés, J. J. Martínez, J. Payá, L. G.º Andión. Materiales de Construcción. Vol. 56, 282, 31-43. abril-junio 2006 (ISSN: 0465-2746).
- "Potenciality of sewage sludge ash as mineral additive in cement mortar and hig performance cocnrete". C.M.A. Fontes, M. C. Barbosa, R.D. Toledo Filho, J.P. Gonçalves. International RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures. Vázquez, Enric; [et. al]. Bagnoux: RILEM Publications s.a.r.l., 2004. ISBN 2-912143-54-3.
- "Utilización de residuos procedentes de plantas de cogeneración de biomasa en el diseño de morteros con base cemento." Ballester, P; Hidalgo, A; Mármol, I; Morales, J y Sánchez, L.



CODE : PNAT-01

TYPE: Spécifique
Stratégie : Minimisation de la maintenance
Mesure : Pierre naturelle avec des propriétés antibactériennes
Applicable à : Pierre naturelle

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Cette mesure propose le traitement antibactérien de la pierre naturelle par le biais d'un additif qui inhibe la croissance de microbes et de moisissures, garantissant une hygiène maximale dans des lieux tels que des laboratoires, des hôpitaux, des cuisines, ou encore des sanitaires.

Ce traitement, largement testé dans les hôpitaux et laboratoires, empêche la croissance de bactéries potentiellement nuisibles, comme le sont les salmonelles, Escherichia coli, la listeria, qui peuvent contaminer les aliments.

Incidences techniques

La protection antibactérienne n'est pas un traitement de surface, elle est incorporée au cours du processus de fabrication ce qui fait qu'elle est présente, par exemple, dans chaque particule de quartz d'un plan de travail, y compris les extrémités et les bords. Les composés actifs sont répartis de façon homogène dans toute l'épaisseur de la pièce, assurant ainsi la protection de zones difficiles à protéger comme les coins.

Etant donné que la protection antibactérienne est incorporée dès le processus de fabrication et donc pas seulement en surface, elle n'est pas éliminée par l'usage continu du plan de travail.

Microban est une entreprise internationale spécialisée dans la protection anti-microbes incorporée, et dans la création de solutions anti-mycoses et antibactériennes efficaces au long terme, pour des produits médicaux, industriels, et de consommation dans le monde entier.

Incidences économiques

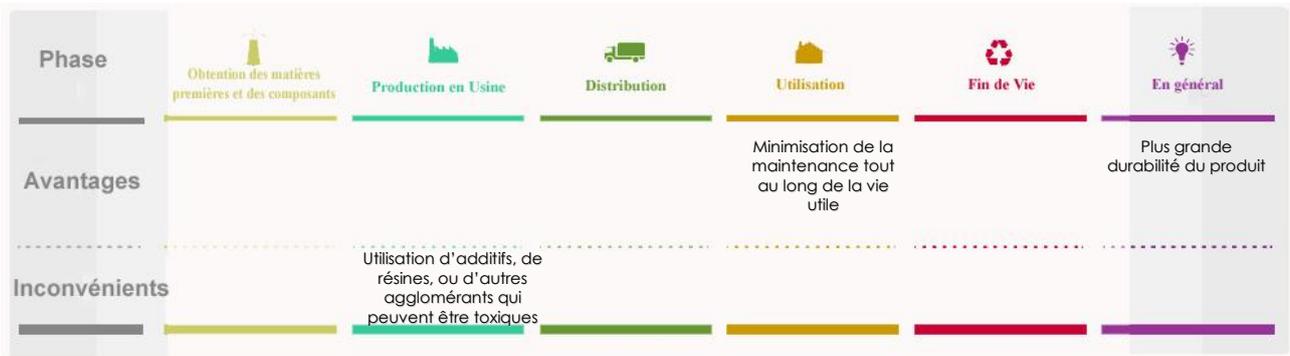
Le coût de la production augmentera en fonction du coût de l'additif.



Incidences environnementales

Avec ce traitement:

- on empêche la croissance de bactéries comme les salmonelles, Escherichia coli, la Listeria, les staphylocoques, Aspergillus, IVRE...
- on arrive à protéger le produit à 100%, sans être un traitement de surface.
- on n'altère aucune des propriétés physico-mécaniques de la pierre.
- les propriétés anti-bactériologiques sont maintenues à 100%, sur des simulations à 30 ans.



Exemple d'application de la mesure

Silestone, du groupe Cosentino, est une surface composée de quartz de qualité première, d'une résine, et d'un additif aux propriétés anti-bactériennes (Microban).

Ce produit est composé de quartz à 94%, ce qui donne une grande résistance aux plans de travail et aux comptoirs, avec une excellente terminaison de surface. Le principe actif antibactérien Microban est incorporé dans les premières phases du processus de fabrication, si bien qu'il est présent dans toute l'épaisseur du matériau et pas seulement en surface. Silestone est une surface non poreuse et hautement résistante aux taches de café, de vin, de jus de citron, d'huile d'olive, de vinaigre, de maquillage, et de nombreux autres produits du quotidien. De plus, il est très résistant aux rayures. Sa grande résistance aux impacts lui est conférée par le quartz (qui lui donne sa dureté), à la résine de polyester (qui lui donne de l'élasticité), et au système de vibro-compression utilisé dans sa fabrication.

Références

- www.silestone.com
- www.microban.com



CODE : PNAT-02

TYPE: Spécifique
Stratégie : Améliorer le comportement environnemental des installations
Mesure : Remplacement de machines par d'autres de meilleure efficacité énergétique
Applicable à : Pierre naturelle

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Substitution d'anciennes installations par des équipements de meilleure efficacité énergétique.

Comme on peut le remarquer dans les profils environnementaux d'une dalle de granite (figure 2.52 du chapitre 2) ou de la fabrication de carrelages en ardoise, l'aspect environnemental de plus grand impact est la consommation d'électricité.

Le remplacement des machines par d'autres ayant une meilleure efficacité énergétique doit être considéré comme une option pour diminuer l'impact environnemental du produit. De plus, même si l'investissement initial est conséquent, cette mesure est positive sur le long terme d'un point de vue économique, grâce aux économies d'électricité.

Incidences techniques

Cette mesure n'a aucune incidence technique à signaler.

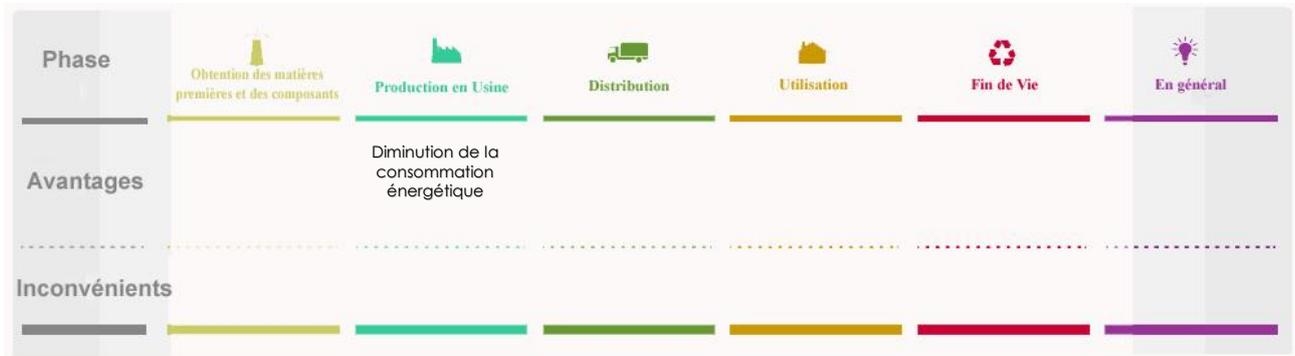
Incidences économiques

En général, la mesure proposée requiert un investissement financier assez important. Cependant, il faut tenir compte que sur le long terme, cela permettra de réaliser des économies grâce à la baisse de consommation d'énergie. Aussi, cela peut permettre de faire davantage de bénéfices, puisque pour une même dépense énergétique on peut produire plus de produits, avec parfois une meilleure cadence.



Incidences environnementales

Avec cette mesure, l'efficacité énergétique du procédé productif de la pierre est nettement améliorée. Cela mène à une réduction de la consommation énergétique et, indirectement, à une diminution des émissions de CO₂ et autres polluants dans l'atmosphère.



Exemple d'application de la mesure

Dans le cadre de ce guide d'éco-conception des matériaux de construction, une étude a été faite sur les bénéfices environnementaux réalisés par la société espagnole Pizarrerías Mendizabal S.A., qui a remplacé ses coupe-blocs par d'autres possédant une meilleure efficacité énergétique. De plus, l'entreprise a remplacé ses câbles et lignes électrique, afin de diminuer les pertes dues à l'utilisation de sections de câble inadéquates. Cette initiative permet d'économiser près de 40000 kWh par an.

Références

- Aplicación de la Guía en un caso práctico de la empresa Pizarrerías Mendizabal, S. A



CODE : PNAT-03

TYPE: Spécifique

Stratégie : Minimiser l'impact des déchets générés par l'industrie du marbre
Mesure : Valorisation des boues de coupe de marbre dans le traitement des sols pollués
Applicable à : Pierre naturelle

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Valorisation des boues de résidus de marbres dans le traitement des sols pollués.

Les boues provenant de la coupe du marbre ont la capacité d'immobiliser les métaux lourds, comme il a été démontré dans l'étude "Réutilisation des boues pour le traitement de sols contaminés avec un taux élevé en métaux lourds", qui a été réalisée en Espagne par l'Université de Murcia en collaboration avec le Centre Technologique du Marbre et de la Pierre.

Incidences techniques

Les matériaux provenant de l'extraction industrielle du marbre (fraction < 2mm) forment une boue une fois mélangés avec de l'eau. Des études ont révélé que ces boues possèdent des caractéristiques idéales pour le traitement des sols:

- Forte capacité de neutralisation des eaux acides
- Particules de petites tailles. Réactivité supérieure à celle d'un carbonate naturel
- Matériau qui favorise la rétention (précipitation) des métaux lourds

La technique consiste à éviter la dispersion de la contamination, en immobilisant les métaux lourds du sol contaminé, par l'intermédiaire de l'application in situ des boues de marbre.

Incidences économiques

L'application de cette méthodologie de traitement in situ des sols, à travers un traitement aux boues de coupe de marbre, permettrait des économies au propriétaire : pas de mise en décharge des terres, ce qui signifie qu'il n'y a pas à payer les taxes associées, et pas de coût de transport.

C'est une méthode économique, car son coût n'est pas très élevé, et aussi parce qu'elle nécessite peu de moyens matériels pour sa mise en place.

Il faut cependant prendre en compte le coût associé au transport des boues jusqu'au site à dépolluer, et donc choisir une usine d'approvisionnement la plus proche possible.



Incidences environnementales

Avec l'application de cette méthodologie on arrive, d'une part, à valoriser un sous produit, évitant ainsi l'impact environnemental associé à la mise en décharge des décombres. De plus, on arrive à stabiliser les sols pollués, en réduisant la dispersion de polluants pour éviter qu'ils atteignent la chaîne trophique (alimentaire) et affectent l'écosystème.

Au niveau du transport, il n'est pas nécessaire d'excaver les sols pollués, puisqu'il s'agit d'un traitement in situ. En revanche, il faut amener les boues de marbre jusqu'au site à traiter, ce qui cause un impact, toutefois les quantités sont moins élevées que pour le transport de terre, d'ou moins de consommations et d'émissions.



Exemple d'application de la mesure

Des chercheurs de l'Université polytechnique de Carthagène ont découvert une méthode pour réduire en grande partie la pollution aux métaux lourds de certaines zones de la Sierra Minera, dans la province de Murcia (Espagne.) Il s'agit d'un système basé sur l'application de déchets (purins, boues d'épuration, boue de coupe de carrières de marbre).

Tous ces déchets ont été appliqués sur des parcelles expérimentales pour éliminer avec succès la toxicité du sol occasionnée par la présence de métaux lourds, suite à l'activité minière. De fait, la pousse de plantes sauvages a été rendue possible, ce qui permet de réduire les processus d'érosion qui transfèrent une grande quantité de polluants jusqu'aux cours d'eau et aux sols des alentours.

Ces résultats sont le fruit de deux projets de recherche, financés par le ministère espagnol de l'éducation et des sciences, portés sur la récupération des sols dégradés.

Références

- "Utilización de lodos de la industria del mármol como estabilizantes de metales pesados en suelos contaminados". Jorge Marimón Santos Grupo de Investigación de Contaminación de Suelos Universidad de Murcia. Facultad de Química Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología.



CODE : PNAT-04

TYPE: Spécifique
Stratégie : Minimiser l'impact des déchets générés par l'industrie du marbre
Mesure : Valorisation des boues de coupe de marbre dans l'industrie papetière
Applicable à : Pierre naturelle

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Utilisation des résidus générés dans les processus de coupe et de préparation du marbre dans l'industrie du papier.

Le marbre est une roche métamorphique carbonatée, composée principalement de calcite. Cette richesse en carbonate de calcium est très intéressante pour l'industrie papetière qui a développé un marché autour de ces résidus de marbre. Ce composé est utilisé comme charge minérale (en grande partie) et comme couverture ou couche de surface. Il est incorporé jusqu'à 25% en masse totale du papier dans les usines qui travaillent dans des conditions basiques ou neutres, puisqu'en milieu acide il y aurait des réactions violentes.

Incidences techniques

Les résidus de marbre sont relativement faciles à broyer en une fine poudre non toxique, chimiquement inerte, et généralement de couleur blanche. Ces propriétés assurent que les poudres calcaires soient largement utilisées comme charges ou pigments dans l'industrie du papier.

Les spécifications pour les calcaires pulvérisés typiquement employés dans les papiers, plastiques et peintures nécessitent une distribution étroitement contrôlée de la taille des particules et des valeurs hautes de brillance. Tout ceci avec de bonnes propriétés rhéologiques et une faible absorption d'huile. Les valeurs typiques de brillance pour les charges dans les papiers sont de 80 à 82%, alors que ces valeurs pour le couchage du papier sont généralement entre 85 et 93% (ISO standard).

Les calcaires pulvérisés sont normalement classifiés en fonction de la taille de leurs particules :

- Les charges fines (généralement en valeur moyenne): taille de particules de 50 microns maximum, 50% des particules faisant moins de 2 microns, utilisée pour la constitution du papier, entre autres usages.
- Pigments et charges très fines (généralement en valeur haute) taille maximale des particules de 10 microns, 90% font moins de 2 microns, utilisées pour le revêtement du papier, parmi d'autres usages.

Un problème important est celui de la couleur des déchets, puisque la charge minérale sert aussi de colorant. Ceci exige une couleur uniforme, et par conséquent, le contrôle de la couleur des matériaux sciés, ou alternativement une classification des déchets par couleur.

Pour des revêtements minéraux du papier, il faut un film formé à partir d'une suspension avec 80-90% de pigments minéraux fins (< 2 µm) et 10-20% d'adhésifs, avec les exigences suivantes:

Faible besoin d'adhésion, degré de blancheur élevé, faible poids spécifique, grand indice de réfraction, bonne classification, grande valeur de brillance, faible temps de séchage.



Incidences économiques

Pour l'industrie du marbre, la viabilité économique doit être analysée en comparant les coûts d'investissement (filtre de bande à pression, bande transporteuse, broyeurs, séchoirs) avec les bénéfices de la vente de ce sous-produit et de non traitement des déchets.

Pour les papeteries, l'utilisation de ces résidus entant que charge minérale possède non seulement des avantages techniques mais font aussi baisser le coût de production du papier, étant donné que les pigments utilisés dans le papier sont en général moins chers que les fibres. Dans le cas du papier non couché, sans bois, le coût de la fibre par unité de poids est 5 fois supérieur à celui du pigment. Et dans le papier avec double couche, où les liants augmentent les coûts, cette relation est d'au moins 3.

Incidences environnementales

Les avantages environnementaux obtenus avec cette mesure sont: d'une part la valorisation d'un résidu, et d'autre part la diminution de consommation de matières premières d'origine naturelle. Il faut souligner le fait que, grâce à la composition chimique de ces déchets, on réduit de manière considérable la quantité d'eau utilisée dans le pressage. Le séchage de la pâte de papier est également plus rapide, ce qui permet d'économiser de l'énergie. C'est pourquoi les carbonates de calcium commencent à remplacer peu à peu le kaolin dans la composition du papier.



Exemple d'application de la mesure

Le projet LIFE entre l'Andalousie et la Catalogne, est un projet pilote de cette mesure.

Le territoire communal de Albox (Espagne) et les municipalités limitrophes sont réputés pour leur tradition d'extraction et de manipulation du marbre blanc. Autant de résidus générés donnent lieu à une problématique spécifique d'importante répercussion environnementale. Entre le 1er Janvier 1997 et le 1er Janvier 1999, l'entreprise l'entreprise Reverté Carbonatos de Calcio a adopté un projet LIFE pour trouver une solution à ce problème.

L'entreprise Reverté dispose de la technologie suffisante pour mener à bien le développement et l'exploitation de l'usine de démonstration, qui doit être capable d'absorber la production de résidus de carbonates de calcium. Dans la nouvelle unité, les résidus solides subissent un broyage en voie sèche, pour obtenir des carbonates d'une grande blancheur, de faible taille de grain, et de haute qualité, qui peuvent donc être applicables à de multiples secteurs.

Le projet a consisté à développer une unité pilote de récupération des résidus générés par l'extraction et la production de marbre, lesquels peuvent être classés facilement selon leur état, c'est à dire d'un coté les solides produits par l'extraction et la coupe, et de l'autre coté les boues composées de l'émulsion d'eau et de marbre, provenant de la coupe et du polissage.

Avec cette usine de démonstration, la concentration des déchets a été éliminée de façon radicale, en leur donnant une valeur ajoutée considérable, et en obtenant de plus une amélioration environnementale substantielle.

Le projet, référencé LIFE 97 /ENV/E/ 000225, constitue une expérience novatrice en Europe pour l'utilisation des déchets (solides et liquides) de marbre, en les valorisant en carbonate de calcium dont la demande est importante.

Références

- "Estudio para tratar de identificar posibles aplicaciones industriales para los residuos generados en el proceso de corte y elaboración de piedra natural, en concreto del mármol, analizando su viabilidad técnica y económica" Santos Ruiz, Jaime. Tesis doctoral. 2004
- Proyecto LIFE 97/ ENV/E/ 000225. Desarrollo e implantación de una unidad piloto para la recuperación de residuos sólidos y lodos de la industria del mármol.
- www.reverteminerals.com



CODE : PNAT-05

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Minimiser l'impact des déchets générés par l'industrie du marbre
 Mesure : Valorisation des boues de coupe de marbre dans l'industrie plastique
 Applicable à : Pierre naturelle

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Utilisation des résidus générés dans le processus de coupe et de préparation du marbre (boues) dans l'industrie du plastique.

Le marbre est une roche métamorphique carbonatée, et qui est composée en grande partie par de la calcite. Les plastiques, en particulier le PVC, représentent un marché important pour le carbonate de calcium. Les boues de marbre peuvent être utilisées comme charge minérale dans la production de PVC et de polyester: cela améliore la rigidité et la densité du plastique tout en réduisant les coûts de production.

Le carbonate de calcium est de loin la charge minérale la plus importante dans les marchés du plastique.

Incidences techniques

Les spécifications pour les calcaires pulvérisés typiquement employés dans les papiers, plastiques et peintures nécessitent une distribution étroitement contrôlée de la taille des particules et des valeurs hautes de brillance. Tout ceci avec de bonnes propriétés rhéologiques et une faible absorption d'huile. Les valeurs typiques de brillance pour les charges dans les plastiques sont de 80 à 82%.

Les calcaires pulvérisés sont normalement classifiés en fonction de la taille de leurs particules :

- Les charges fines (généralement en valeur moyenne): taille de particules de 50 microns maximum, 50% des particules faisant moins de 2 microns, utilisée pour la constitution du papier, entre autres usages.
- Pigments et charges très fines (généralement en valeur haute) taille maximale des particules de 10 microns, 90% font moins de 2 microns, utilisées pour le revêtement du papier, parmi d'autres usages.

Charges de carbonate de calcium dans certains plastiques.

Plastique	Charge (%)
PVC flexible	17 – 38
PVC plastisols	17 – 50
PVC rigide pour les tuyaux d'eau potable	1 – 5
Autres PVC	30
PVC pour du carrelage ou des mosaïques	44 – 80
Polyester thermoplastique – SMC	67
Polyester thermoplastique – BMC	70
Polyester thermoplastique Marin	63 – 67
Polypropylène	30 – 40



Incidences économiques

Pour l'industrie du marbre, la viabilité économique doit être analysée en comparant les coûts d'investissement (filtre de bande à pression, bande transporteuse, broyeurs, séchoirs) avec les bénéfices de la vente de ce sous-produit et de non traitement des déchets.

En ce qui concerne l'industrie plastique, ces minéraux sont incorporés dans les plastiques soit comme extenseurs inertes de faible coût soit comme élément de renforcement. Le coût de la matière première n'est cependant pas le seul déterminant au niveau économique. Il faut prévoir des coûts additionnels de traitement des charges minérales, tels que des processus chimiques. A cela s'ajoutent également le coût des dispersants et autres additifs ainsi que celui des mesures de contrôle de qualité. Au final le coût augmente de l'ordre de 10 à 35 centimes d'euros par kilogramme de matériau.

Incidences environnementales

Les avantages environnementaux obtenus avec cette mesure sont: d'une part la valorisation d'un résidu, et d'autre part la diminution de consommation de matières premières d'origine naturelle dans l'industrie plastique. En fonction du type de plastique et de son usage, on peut ajouter ce matériau en plus ou moins grande quantité, obtenant ainsi dans chaque cas une amélioration environnementale différente.



Exemple d'application de la mesure

Il existe des études sur la valorisation des déchets de l'industrie marbrière, parmi lesquels des thèses doctorales et le projet LIFE décrit dans la fiche PNAT-004.

Références

- "Estudio para tratar de identificar posibles aplicaciones industriales para los residuos generados en el proceso de corte y elaboración de piedra natural, en concreto del mármol, analizando su viabilidad técnica y económica" Santos Ruiz, Jaime. Tesis doctoral. 2004
- Proyecto LIFE 97/ ENV/E/ 000225. Desarrollo e implantación de una unidad piloto para la recuperación de residuos sólidos y lodos de la industria del mármol.
- www.reverteminerals.com



CODE : PNAT-06

TYPE: Spécifique
Stratégie : Minimiser l'impact des déchets de l'industrie du granite
Mesure : Utilisation de sciure de granite pour confiner et imperméabiliser les décharges
Applicable à : Pierre naturelle

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

La sciure de granite, déchet produit durant la coupe et le polissage de la pierre, est un matériau de composition granitique, de taille de grain fine, avec une faible plasticité, et sans prédisposition à l'expansivité.

Au niveau minéralogique, les sciures sont composées majoritairement de quartz, de microcline, de plagioclase, de biotite, de moscovite et de chlorite, ainsi que d'autres minéraux secondaires, formés lors du séchage et de la carbonatation des sciures (calcite) ou bien issus de l'oxydation de la grenaille et des copeaux de feuillard (fougerite, aussi appelée rouille verte en raison de sa couleur). Lors de la coupe, on utilise de l'eau avec un pH basique pour refroidir les métaux et pour la mise en suspension de la grenaille et des particules. Le pH de l'eau est diminué à l'aide de chaux (hydroxyde de calcium), d'où son alcalinité.

Les valeurs de perméabilité obtenues sont très satisfaisantes, c'est pourquoi les sciures de granites sont idéales pour les couches de protection et le confinement de décharges. Il faut toutefois effectuer un compactage adéquat avant de pouvoir les utiliser dans ce cadre précis.

Incidences techniques

Les valeurs de perméabilité obtenues par Barrientos et al (2004) dans la caractérisation de la sciure de granite compactée (10^{-7} à 10^{-9} m/s) permettent de justifier l'adéquation de ce matériau pour l'imperméabilisation et le confinement, notamment des décharges.

Actuellement, cette méthode est toujours en phase d'étude.

Incidences économiques

Les facteurs économiques à prendre en compte pour l'application de cette mesure sont:

- Le coût du transport des sciures de granite du lieu de production jusqu'à la décharge à imperméabiliser.
- Si on n'appliquait pas cette mesure, il faudrait quand même prendre en compte le coût du transport des sciures en décharge pour leur gestion finale.

De fait, l'application de cette mesure n'engendre pas de grands coûts additionnels.



Incidences environnementales

Les bénéfices environnementaux obtenus sont les suivants:

- l'imperméabilisation et le confinement des décharges
- la valorisation des sciures de granite générées en abondance lors de la coupe et du polissage de la Pierre. On évite ainsi de remplir les décharges trop rapidement.



Exemple d'application de la mesure

Des études théoriques ont été réalisées par l'université de La Corogne, pour des applications pratiques de génie civil. Les valeurs de perméabilités obtenues au niveau des résultats ont mis en évidence l'adéquation des sciures de granite comme matériau pour imperméabiliser et confiner les sites.

Ces résultats ont contribué à la classification des sciures de granite dans la catégorie des déchets inertes, conformément à la directive européenne 1999/31/CE concernant la mise en décharge des déchets.

La caractérisation effectuée permet d'établir quelques usages pratiques pour les sciures de granite. Cependant, avant d'appliquer réellement ce matériau, il faut faire davantage d'études, et qui ne s'arrêtent pas à l'échelle du laboratoire. A cet effet, des essais à plus grande échelle et des essais pilotes ont été mis en place, pour tester les caractéristiques du matériau dans un usage de barrière de confinement et d'imperméabilisation.

La même université avait déjà réalisé entre 2001 et 2004 un projet sur l'étude des applications pratiques des résidus de coupe de granite dans le génie civil.

Références

- "Modelización geoquímica de los serrines de granito". Ana M^a Vázquez González. Tesis doctoral. Universidad Da Coruña Departamento de Química Analítica. Diciembre 2005.
- Barrientos, V., Juncosa, R., Vázquez, A., Delgado, J.(2004). Caracterización de las propiedades morfológicas, físico-químicas y geotécnicas básicas de los serrines de corte de granito de O Porriño, Pontevedra. Simposio sobre Geotecnia Ambiental y Mejora del Terreno. P. 125-136
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Universidad de Coruña. Proyectos de Investigación. [http://www.udc.es/dep/geda/insti4\(i\).html](http://www.udc.es/dep/geda/insti4(i).html)

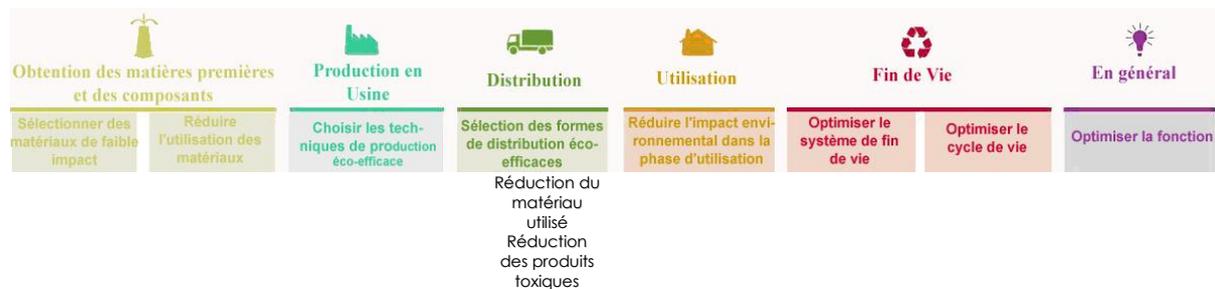


CODE : PNAT-07

TYPE: Spécifique

Stratégie : Optimiser le système de distribution
 Mesure : Reconception de l'emballage et du packaging
 Applicable à : Pierre naturelle - Ardoise

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

L'ardoise est un produit fragile qui doit être bien protégé lors de son transport. En effet, étant données les caractéristiques de l'ardoise, son emballage doit être robuste, surtout au niveau des coins.

Il existe de nombreux matériaux de protection sur le marché, parmi lesquels le carton, les plastiques, et les mousses. L'emballage des carrelages en ardoise est actuellement constitué de bois de pin, avec un film plastique de faible densité, du carton, et du polystyrène expansé.

Le problème majeur est que le bois doit être traité contre les nuisibles (fumigation), en respect de la directive NIMP 15 (normes internationales pour les mesures phytosanitaires). Le gaz le plus utilisé est le bromométhane, substance hautement toxique et préjudiciable pour la couche d'ozone. Faute d'alternatives, le bois continu à être fumigé de nos jours.

D'autres problèmes observés concernent le manque de standardisation au niveau du conditionnement, ou encore le devenir des matériaux d'emballage une fois le produit livré.

Lorsque le système des emballages sera repensé, il faudra prendre en compte ces besoins et inconvénients, pour que le nouveau système possède les caractéristiques techniques adaptées, soit plus écologique, et économiquement viable. Certaines des mesures applicables sont :

- Diminution de la quantité de matériau utilisée.
- Utilisation de matériaux ne nécessitant pas de fumigation: bois traité thermiquement, plastiques, etc.
- Introduire l'emballage dans un système de renvoi – retransformation, pour minimiser l'impact du matériau utilisé.
- Economiser le plus d'espace possible pour le transport, en élaborant des emballages et packaging ordonnés.

Incidences techniques

Le principal requis technique d'un emballage est de remplir sa fonction et de protéger le produit qu'il contient.

La directive européenne 94/62/CE des emballages et déchets d'emballage a donné naissance aux normes suivantes :

- UNE-EN 13428 Prévention par la réduction à la source
- UNE-EN 13429 Réutilisation
- UNE-EN 13430 Exigences relatives aux emballages valorisables par recyclage matière
- UNE-EN 13431 Exigences relatives aux emballages valorisables énergétiquement, incluant la spécification d'une valeur calorifique inférieure minimale.
- UNE-EN 13432 Exigences relatives aux emballages valorisables par compostage et biodégradation

Ces normes doivent être exécutées avec une déclaration de conformité.



Incidences économiques

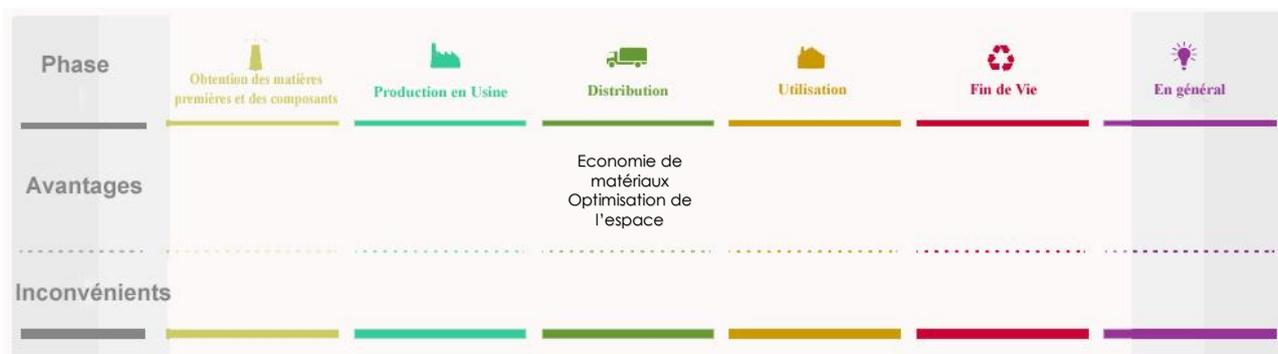
Le prix par caisse varie puisque les dimensions sont différentes. Le prix de référence d'une caisse moyenne est de 54€. La fumigation est l'activité qui impacte le plus sur ce coût, suivi par le prix du bois et le prix du polyester expansé. Pour vérifier la viabilité économique du remplacement des bois conventionnels (fumigés) par des bois traités différemment ou par d'autres matériaux, il faut faire une analyse économique. Celle-ci doit tenir compte du coût du nouveau matériau et des économies réalisées par le non recours à la fumigation.

Si l'estimation donne un nouvel emballage moins cher, il semble logique de créer ce nouveau packaging en utilisant des matériaux commercialisés sur le marché, plutôt que de les concevoir soi-même, ce qui reviendrait plus cher. D'autre part, pour réduire les coûts, on utilisera des emballages retransformables, du moins en partie.

Incidences environnementales

Avec une reconception du système d'emballages on peut obtenir les améliorations environnementales suivantes:

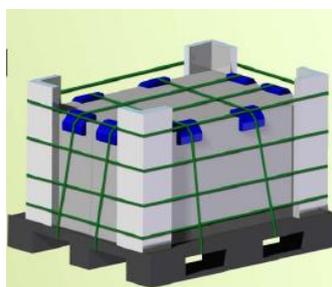
- Economie en matériaux, aussi bien par les quantités utilisées que par la minimisation de leur impact grâce à leur retransformation-renvoi.
- Diminution de l'utilisation de matériaux hautement toxiques (fumigants)
- Progrès dans le transport en économisant le plus d'espace possible grâce à des packagings plus ordonnés.



Exemple d'application de la mesure

Le projet Aula de Ecodiseño (classes de l'éco-conception) de Mondragón, avec la collaboration de la société Mendizabal, S.A., avait pour objectif de reconcevoir l'emballage et le conditionnement des caisses de bois dans lesquelles sont transportées les tableaux et carrelages en ardoise.

Plusieurs options ont été étudiées, pour finalement retenir la suivante: 15% de la production utilisera un système d'emballage semblable à celui illustré dans la figure ci-dessous. Celui-ci est constitué d'une palette commerciale en plastique, de 4 profilés en acier, et d'un encadrement avec de la mousse et du feillard. Il sera réalisé en plaçant le carrelage verticalement, exactement de la même manière que dans les caisses traditionnelles en bois. Cependant, avec ce nouvel emballage on peut caser plus de carreaux par lot. La palette en plastique, qui pèse 23,5kg et peut supporter 7500kg, peut bien sur être manipulée avec un fenwick.



Ces 15% de l'emballage total entreraient dans un système de retour à l'expéditeur – retransformation. Pour cela, l'entreprise doit appliquer la norme UNE-EN 13429 pour un circuit fermé. On peut affirmer que la vie utile de ces palettes est d'environ 10 ans, c'est pourquoi leur prix est insignifiant si on considère que l'emballage est réutilisable. 50 palettes stockées seraient suffisantes pour une entreprise.

Références

- Aula de Ecodiseño. Proyecto Fin de Carrera. Idoia García Martiarena. 2008. Escuela Politécnica Superior de Mondragón.



CODE : PIN-01

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction des matières premières à fort impact environnemental
 Mesure : Réduction de la teneur en pigments blancs
 Applicable à : Peintures

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

La réduction de la teneur en pigments blancs (pigments inorganiques comme le dioxyde de titane). La majorité des peintures contiennent des pigments blancs qui sont colorés avec des pigments de couleur ajoutés en proportions adéquates pour obtenir l'effet désiré. Pour leur part, les vernis n'ont pas de pigments blancs.

La plupart des impacts environnementaux associés au cycle de vie des peintures sont liés à la production de pigments blancs, et en particulier au processus de production du dioxyde de titane (TiO₂, aussi appelé blanc de titane).

La fabrication des pigments blancs entraîne les conséquences suivantes:

- Pollution de l'air (émissions de SO_x et CO₂)
- Haute consommation d'eau et rejet d'eau polluée.
- Génération de déchets dangereux (chlorates et sulfates)

La fabrication de blanc de titane a un fort impact environnemental, si bien que la réduction de son emploi dans les peintures va permettre d'améliorer le bilan environnemental du produit final.

Pour que les peintures et vernis intérieurs obtiennent l'éco-label Européen, il faut que la teneur en pigments blancs soit conforme aux limites des critères n°1 et 2, et également que les émissions et rejets dérivés ne dépassent pas certaines quantités.

Incidences techniques

Les critères 1 et 2 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur, donnent les valeurs de référence suivantes

Limitation des substances dangereuses pour l'environnement et la santé

■ Contenu en pigments blancs ≤ 36 g/m² de feuil sec, avec une opacité de 98%.

Réduction de la pollution de l'air

■ Emissions de soufre dans la production de TiO₂ (exprimées en SO₂): SO_x < 252 mg/m² de feuil sec (opacité 98%).

Réduction de la production de déchets dangereux

Dans le cas où le pigment blanc est TiO₂: (exprimé en feuil sec, opacité 98%):

- Déchets sulfatés < 18 g/ m².
- Déchets chlorés < 3,7 g/ m² pour le rutile naturel.
- Déchets chlorés < 6,4 g/ m² pour le rutile synthétique.
- Déchets chlorés < 11,9 g/ m² pour les scories.





Incidences économiques

Après consultation des fabricants de peintures ayant obtenu l'étiquetage de l'Ecolabel européen, les incidences pour y parvenir sont les suivantes:

- Pour ne pas dépasser les limites des critères 1 et 2, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.

Incidences environnementales

Cette mesure permet de réduire l'usage d'une des matières premières (pigments blancs) des peintures dont la fabrication induit un fort impact environnemental.



Exemple d'application de la mesure

Sur la page internet de l'éco-label européen www.eco-label.com, on peut effectuer une recherche de produits qui disposent de ce label, notamment dans la catégorie de peintures et vernis d'intérieur et accéder aux informations sur le produit et sur son fabricant. Tous ces produits remplissent les exigences des critères 1 et 2 (sauf les vernis pour lesquels il ne sont pas applicables).

Par exemple, on peut citer un produit présent dans la base de données :

Peinture Acrylique Écologique « Les Couleurs de notre Terre » de l'entreprise espagnole TITAN (www.titanlux.com)

Références

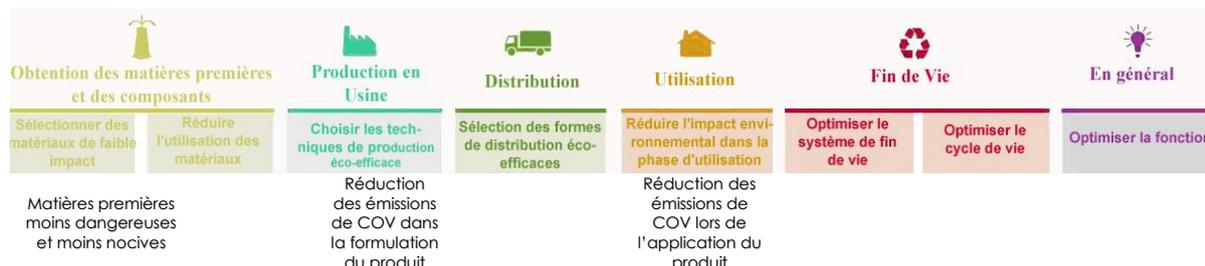
- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.
- www.eco-label.com
- www.productosostenible.net



CODE : PIN-02

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la teneur en Composés Organiques Volatiles (COV)
Mesure : Formulation de peintures en phase aqueuse
Applicable à : Peintures / Vernis

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Les composés organiques volatiles (COV) sont des composés organiques qui, en conditions normales de pression, ont un point d'ébullition inférieur ou égal à 250°C (par exemple: toluène, xylène, acétone, phénols, formaldéhyde, etc.). Ils sont en général nocifs pour la santé et, de plus, ils contribuent à la détérioration de l'environnement.

Les solvants organiques contenus dans les peintures et vernis conventionnels sont dans la plupart des cas des COV. Dans le processus de séchage de ces produits, les solvants s'évaporent, ce qui présente un risque pour l'environnement et la santé.

L'élaboration d'une peinture en phase aqueuse (utilisant l'eau comme solvant) permet de réduire significativement la quantité de solvants organiques. L'élimination n'est pas totale car en principe ces peintures contiennent tout de même de petites quantités de solvants organiques.

L'application de cette mesure permet de se mettre en accord avec les références suivantes:

- 1) La Directive 2004/42/CE, qui fixe la quantité maximale de COV présents dans les différents types de peinture et de vernis.
- 2) Le critère n°3 pour l'obtention de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur, qui établit que la teneur en COV ne doit pas dépasser certaines valeurs. Même s'il ne s'agit pas d'une exigence légale à respecter obligatoirement, il peut servir pour mettre en valeur l'amélioration environnementale du produit.

De plus, depuis le 1er septembre 2013, tous les produits de construction et de décoration destinés à un usage intérieur (revêtements divers, cloisons, matériaux d'isolation...) ne peuvent être mis sur le marché que s'ils comportent un label relative aux émissions de polluants volatils. Il est important de tenir compte des émissions en COV en plus du contenu en COV.

Les modalités de cet étiquetage ont été définies dans le décret n°2011-321 et l'arrêté du 19 avril 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.

Incidences techniques

Valeurs de référence de la teneur en composés organiques volatiles:

- 1) La Directive 2004/42/CE fixe la quantité maximale de COV présents dans les différents types de peinture et vernis, et vise à diminuer progressivement les émissions, en plusieurs phases selon les pays. Cette directive a été transposée en France dans le décret et l'arrêté du 29 mai 2006 (modifié par l'arrêté du 27 février 2012).
- 2) Voici les exigences du critère 4 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur:

Classification du produit (2004/42/CE)	Valeurs limites COV (g/l avec eau)
Intérieur mate (murs/plafonds) (Brillant <25@60°)	15
Intérieur brillante (murs/plafonds) (Brillant >25@60°)	60
Peintures intérieur pour finitions et bardages bois ou métal, y compris sous-couches	90
Vernis et lasures intérieur pour finitions, y compris lasures opaques	75
Lasures non filmogènes intérieur	75
Impressions	15
Impressions fixatrices	15
Revêtements monocomposants à fonction spéciale	100
Revêtements bicomposants à fonction spéciale pour utilisation finale spécifique, sur sols par exemple	100
Revêtements à effets décoratifs	90

La composition des peintures à base d'eau est très similaire à celle des peintures à base de solvants, excepté le fait que le liquide dans lequel la résine est dissoute, dispersée, ou émulsionnée n'est pas un solvant organique mais de l'eau. La majorité des peintures à base d'eau contiennent néanmoins de petites quantités de solvants organiques, comme l'éther de glycol, pour faciliter la dispersion des résines dans l'eau. Ces peintures en phase aqueuse sont



composées de: résines (en général des polymères organiques de type alkyde, acrylique, polyester, acétate de vinyle ou époxyde), d'eau, de pigments, de dispersants, d'additifs anti-mousse, d'émulsion d'alcool polyvinylique et de conservateurs.

Bien que la qualité de ces produits soit en général inférieure, il a été démontré qu'ils peuvent donner lieu à des revêtements de la même qualité que les peintures de résine alkyde conventionnelles à base de solvant organique. Il existe également des peintures d'uréthane en phase aqueuse, dont les différences qualitatives par rapport aux peintures à base de solvant sont :

- La difficulté pour les appliquer dans des conditions d'humidité/météorologie adverse.
- L'application à basses températures est compliquée vu que sa viscosité augmente significativement lorsque la température diminue.
- Le temps de séchage qui est plus long.
- La surface à peindre doit être parfaitement propre pour avoir une bonne adhérence. En fonction du type de saleté, on peut procéder à un nettoyage préalable avec des solvants organiques, mais cela contribue à l'émission de COV, ce que l'on veut éviter.
- La finition ne donne pas la même brillance.
- Le coût de production et de vente est souvent plus élevé.
- Il y a un risque de re-solubilisation de la peinture aqueuse en étant exposée à l'eau, même si certains adjuvants permettent l'entrecroisement suffisant des composants pour éviter ce problème.
- Revêtement fragile. Les résines de faible poids moléculaire employées (par exemple, le styrène) donnent un revêtement dur mais fragile. Pour diminuer cette fragilité, il est nécessaire d'ajouter dans la formulation des résines de poids moléculaire plus élevé, telles que les acryliques.

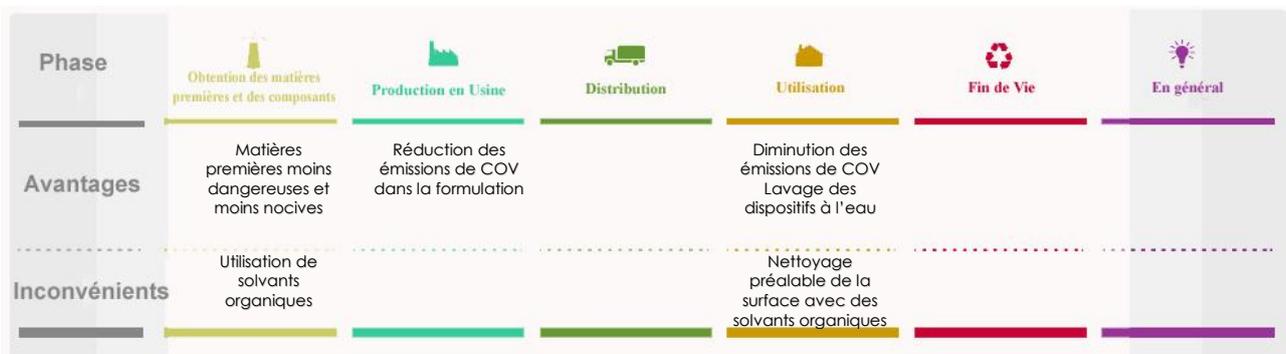
Incidences économiques

Après consultation des fabricants de peintures ayant obtenu l'étiquetage de l'Ecolabel européen, les incidences pour y parvenir sont les suivantes:

- Pour ne pas dépasser les limites du critère 3 ainsi que les exigences réglementaires, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.

Incidences environnementales

La réduction de l'emploi de solvants organiques dans la formulation des peintures et vernis implique une diminution des émissions de COV aussi bien lors de la fabrication que lors de l'application du produit. L'utilisation de peintures en phase aqueuse avec une maigre teneur en solvants organiques permet de maintenir une bonne qualité d'air intérieur. Ceci contribue donc à améliorer le confort, le bien-être, et la santé des occupants du bâtiment ou des usagers du produit. Les instruments utilisés pour l'application de ces peintures peuvent être lavés à l'eau, ce qui évite également de rejeter des COV dans l'atmosphère, et limite les expositions des ouvriers à de telles substances.



Exemple d'application de la mesure

Sur la page internet de l'éco-label européen www.eco-label.com, on peut effectuer une recherche de produits qui disposent de cette étiquette, notamment dans la catégorie de peintures et vernis d'intérieur et accéder aux informations sur le produit et sur son fabricant. Tous ces produits ont une teneur en COV réduite.

Par exemple, on peut citer un produit présent dans la base de données :

Peinture à l'eau écologique A-17 de l'entreprise espagnole TITAN (www.titanlux.com)

Références

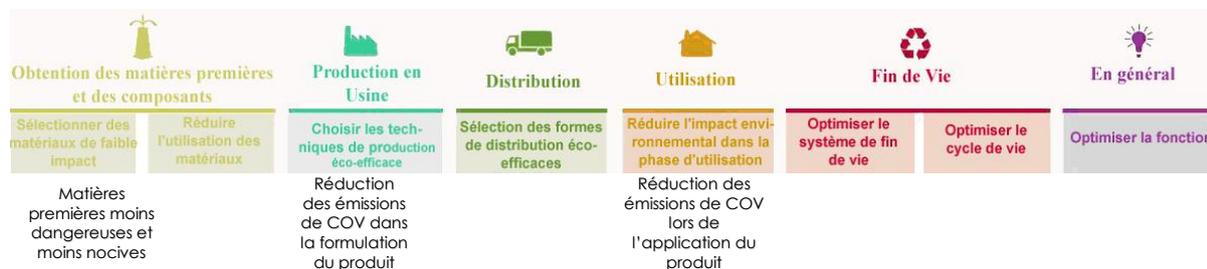
- "Substitution case study: Alternatives to solvent-based paints". The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute. 1993.
- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.
- www.eco-label.com
- www.productosostenible.net



CODE : PIN-03

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction de la teneur en Composés Organiques Volatiles (COV)
 Mesure : Formulation de peintures à base de solvant à haute teneur en solides
 Applicable à : Peintures / Vernis

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Formulation de peintures à base de solvant avec une haute teneur en solides.

Les composés organiques volatiles (COV) sont des composés organiques qui, en conditions normales de pression, ont un point d'ébullition inférieur ou égal à 250°C (par exemple: toluène, xylène, acétone, phénols, formaldéhyde, etc.). Ils sont en général nocifs pour la santé, dangereux à manipuler et, de plus, ils contribuent à la détérioration de l'environnement. Une fois libérés dans l'atmosphère, ils contribuent à la pollution photochimique. Ils produisent de l'ozone au niveau du sol, ce qui peut nuire aux végétaux, aux récoltes, et aux arbres, ainsi que produire des irritations des voies respiratoires, des yeux, et de la peau des êtres vivants.

Les solvants organiques contenus dans les peintures et vernis conventionnels sont dans la plupart des cas des COV. Dans le processus de séchage de ces produits, les solvants s'évaporent, ce qui présente un risque pour l'environnement et la santé.

L'application de cette mesure permet de se mettre aux normes par rapport à:

- 1) La Directive 2004/42/CE, qui fixe la quantité maximale de COV présents dans les différents types de peinture et de vernis.
- 2) Le critère n°3 pour l'obtention de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur, qui établit que la teneur en COV ne doit pas dépasser certaines valeurs. Même s'il ne s'agit pas d'une exigence légale à respecter obligatoirement, il peut servir pour mettre en valeur l'amélioration environnementale du produit.

Incidences techniques

Valeurs de référence de la teneur en composés organiques volatiles:

- 3) La Directive 2004/42/CE fixe la quantité maximale de COV présents dans les différents types de peinture et vernis, et vise à diminuer progressivement les émissions, en plusieurs phases selon les pays. Cette directive a été transposée en France dans le décret et l'arrêté du 29 mai 2006 (modifié par l'arrêté du 27 février 2012).
- 4) Voici les exigences du critère 4 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur:

Classification du produit (2004/42/CE)	Valeurs limites COV (g/l avec eau)
Intérieur mate (murs/plafonds) (Brillant <25@60°)	15
Intérieur brillante (murs/plafonds) (Brillant >25@60°)	60
Peintures intérieur pour finitions et bardages bois ou métal, y compris sous-couches	90
Vernis et lasures intérieur pour finitions, y compris lasures opaques	75
Lasures non filmogènes intérieur	75
Impressions	15
Impressions fixatrices	15
Revêtements monocomposants à fonction spéciale	100
Revêtements bicomposants à fonction spéciale pour utilisation finale spécifique, sur sols par exemple	100
Revêtements à effets décoratifs	90

Les peintures à haute teneur en solides permettent de réduire significativement la quantité de solvants organiques employés dans la formulation, et par conséquent les émissions de COV. Ces peintures contiennent les mêmes éléments de base qu'une peinture conventionnelle au solvant, mais en proportions distinctes: dans une peinture conventionnelle la teneur en solides est comprise entre 8 et 30%, dans une peinture de haute teneur en solides cette valeur est entre 60 et 100%.



Les formulations de ces peintures s'articulent en général autour de résines de faible poids moléculaire avec des groupes fonctionnels très réactifs pour obtenir la polymérisation. Certaines compositions employées incluent des polyuréthanes (vulcanisés par polyaddition d'isocyanates), de polyesters, de propylènes et d'acryliques.

Comme la teneur en solide augmente et que la quantité de solvant organique diminue, la viscosité s'élève considérablement, jusqu'à 3 ou 4 fois plus que dans le cas des peintures conventionnelles. Ceci induit la nécessité d'employer des méthodes de manipulation et d'application différentes. Par exemple, pour faciliter son application, si on utilise des dispositifs mécaniques comme le spray, la viscosité du produit peut être réduite en incorporant un radiateur qui pour augmenter la température du produit.

De même que pour les peintures à base d'eau, la surface à peindre doit être parfaitement propre pour avoir une bonne adhérence. En fonction du type de saleté, on peut procéder à un nettoyage préalable avec des solvants organiques, mais cela contribue à l'émission de COV, ce que l'on veut éviter.

En ce qui concerne la qualité du revêtement final, on peut considérer qu'elle est similaire à celle d'un produit conventionnel.

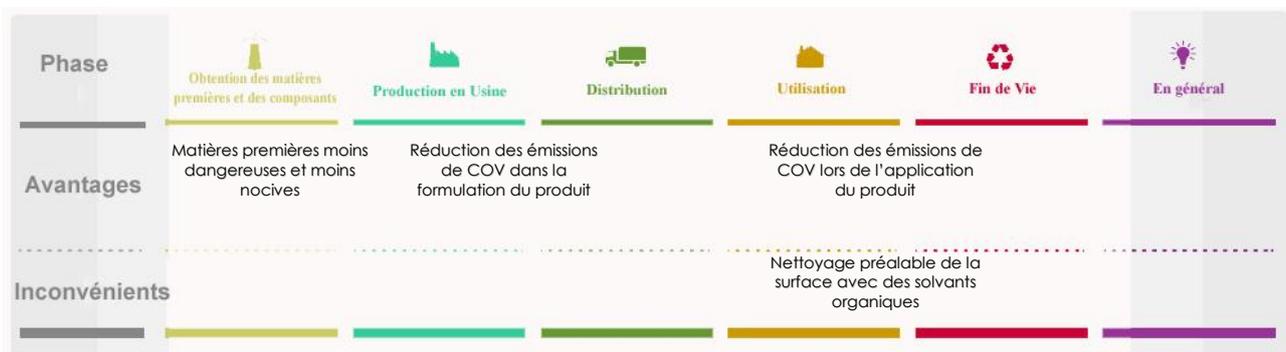
Incidences économiques

Après consultation d'entreprises fabricatrices de peintures ayant obtenu l'étiquetage de l'Ecolabel européen, les incidences pour y parvenir sont les suivantes:

- Pour ne pas dépasser les limites du critère 2 ainsi que les exigences réglementaires, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.

Incidences environnementales

La réduction de l'emploi de solvants organiques dans la formulation des peintures et vernis implique une diminution des émissions de COV aussi bien lors de la fabrication que lors de l'application du produit. L'utilisation de peintures en phase aqueuse avec une maigre teneur en solvants organiques permet de maintenir une bonne qualité d'air intérieur. Ceci contribue donc à améliorer le confort, le bien-être, et la santé des occupants du bâtiment ou des usagers du produit.



Exemple d'application de la mesure

Sur la page internet de l'éco-label européen www.eco-label.com, on peut effectuer une recherche de produits qui disposent de cette étiquette, notamment dans la catégorie de peintures et vernis d'intérieur et accéder aux informations sur le produit et sur son fabricant. Tous ces produits ont une teneur en COV réduite.

Par exemple, on peut citer un produit à haute teneur en solides présent dans la base de données :

Laque brillante écologique Lacalux de l'entreprise TITAN (www.titanlux.com)

Références

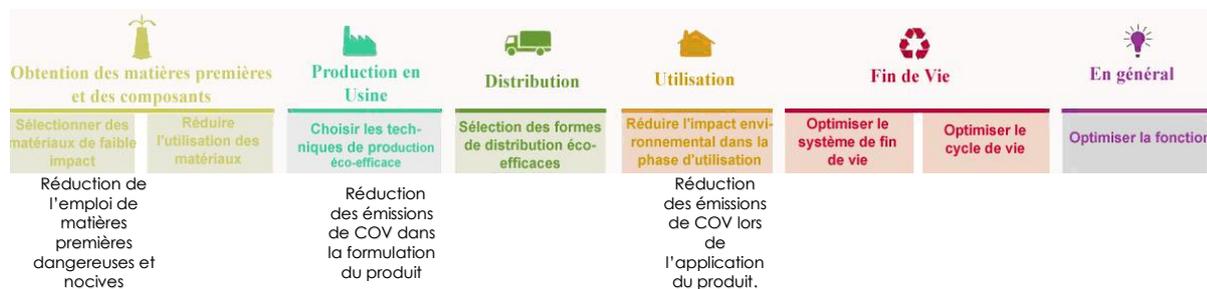
- "Substitution case study: Alternatives to solvent-based paints". The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute. 1993.
- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.
- www.eco-label.com
- www.productosostenible.net



CODE : PIN-04

TYPE: Spécifique
Stratégie : Réduction de la teneur en Composés Organiques Volatiles (COV)
Mesure : Formulation de peintures en poudre
Applicable à : Peintures / Vernis

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Les composés organiques volatiles (COV) sont des composés organiques qui, en conditions normales de pression, ont un point d'ébullition inférieur ou égal à 250°C (par exemple: toluène, xylène, acétone, phénols, formaldéhyde, etc.). Ils sont en général nocifs pour la santé, dangereux à manipuler et, de plus, ils contribuent à la détérioration de l'environnement. Une fois libérés dans l'atmosphère, ils contribuent à la pollution photochimique. Ils produisent de l'ozone au niveau du sol, ce qui peut nuire aux végétaux, aux récoltes, et aux arbres, ainsi que produire des irritations des voies respiratoires, des yeux, et de la peau des êtres vivants.

Les solvants organiques contenus dans les peintures et vernis conventionnels sont dans la plupart des cas des COV. Dans le processus de séchage de ces produits, les solvants s'évaporent, ce qui présente un risque pour l'environnement et la santé.

Les peintures en poudre ne contiennent pas de solvants organiques dans leur formulation et sont les seules qui s'appliquent à sec sur la surface à recouvrir, sans émission de COV.

Cette mesure permet d'atteindre les requis de:

- 1) La Directive 2004/42/CE, qui fixe la quantité maximale de COV présents dans les différents types de peinture et de vernis.
- 2) Le critère n°3 pour l'obtention de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur, qui établit que la teneur en COV ne doit pas dépasser certaines valeurs. Même s'il ne s'agit pas d'une exigence légale à respecter obligatoirement, il peut servir pour mettre en valeur l'amélioration environnementale du produit.

Incidences techniques

Valeurs de référence de la teneur en composés organiques volatiles:

1) La Directive 2004/42/CE fixe la quantité maximale de COV présents dans les différents types de peinture et vernis, et vise à diminuer progressivement les émissions, en plusieurs phases selon les pays. Cette directive a été transposée en France dans le décret et l'arrêté du 29 mai 2006 (modifié par l'arrêté du 27 février 2012).

2) Voici les exigences du critère 4 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur:

Classification du produit (2004/42/CE)	Valeurs limites COV (g/l avec eau)
Intérieur mate (murs/plafonds) (Brillant <25@60°)	15
Intérieur brillante (murs/plafonds) (Brillant >25@60°)	60
Peintures intérieur pour finitions et bardages bois ou métal, y compris sous-couches	90
Vernis et lasures intérieur pour finitions, y compris lasures opaques	75
Lasures non filmogènes intérieur	75
Impressions	15
Impressions fixatrices	15
Revêtements monocomposants à fonction spéciale	100
Revêtements bicomposants à fonction spéciale pour utilisation finale spécifique, sur sols par exemple	100
Revêtements à effets décoratifs	90

L'utilisation de peintures en poudre est une alternative aux revêtements à base de solvant. Elles permettent d'éviter les émissions de COV puisqu'elles ne contiennent pas de solvants organiques. Alors que les peintures conventionnelles nécessitent un solvant ou de l'eau pour faciliter l'application de la résine sur la surface, la peinture en poudre s'applique à sec.

Les peintures en poudre contiennent simplement une résine thermoplastique ou thermostable mélangée à des pigments. Le mélange est finement broyé pour obtenir une poudre, qui peut être pulvérisée à sec, en général avec un spray électrostatique. Dans ce type d'équipement, la poudre est soumise à une décharge électrique, ce qui



charge électriquement les particules. La poudre est ensuite dirigée jusqu'à la surface à recouvrir, où elle se dépose et reste fixée grâce à la charge électrostatique : l'attraction est suffisante pour maintenir la poudre sur la surface. Enfin, on soumet cette couche de poudre à une haute température, afin qu'elle fonde ou se polymérise, en fonction de la nature de ses composants et de revêtement désiré.

Dans la formulation des peintures en poudre on peut utiliser deux types de résines: les thermostables et les thermoplastiques. Les résines thermostables sont basées sur des époxydes, des polyesters, des polyuréthanes et des composés acryliques, qui une fois chauffés vont fondre, formant un film continu qui réagit chimiquement pour donner un polymère de haut poids moléculaire. Les résines thermoplastiques sont des polymères de haut poids moléculaire (nylon, PVC, fluoro-polymères et polyoléfinés) qui, du fait de leur haute viscosité à l'état fondu, sont généralement employées pour des applications de grandes épaisseurs.

Bien que la peinture en poudre soit majoritairement utilisée sur des surfaces métalliques, on peut aussi l'appliquer sur d'autres matériaux non conducteurs comme le plastique, le verre, la céramique et le bois. Ceci implique logiquement de modifier les paramètres du procédé électrostatique, par exemple on peut ajouter des agents électrostatiques. De plus, certains de ces matériaux, notamment le bois et le plastique, ne supportent pas les hautes températures employées pour la finition, il faut dans ce cas des résines qui fondent et sèchent à des températures plus basses.

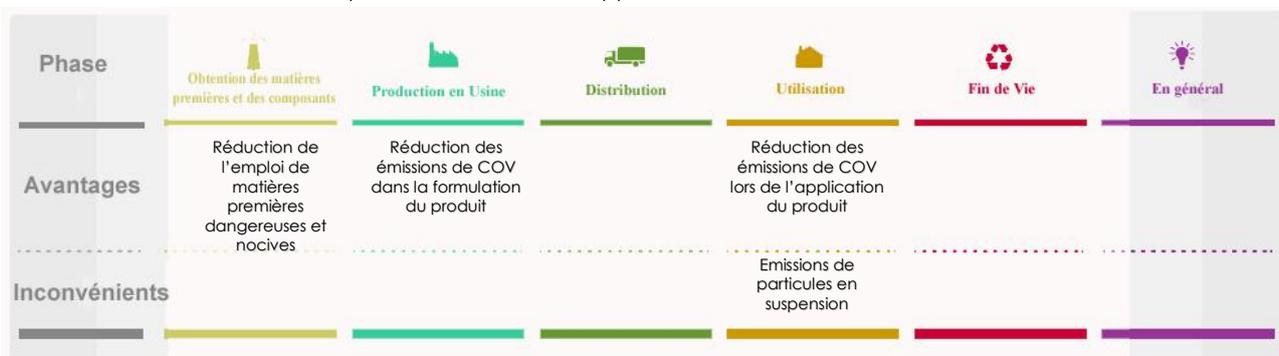
Incidences économiques

Après consultation des fabricants de peintures ayant obtenu l'étiquetage de l'Ecolabel européen, les incidences pour y parvenir sont les suivantes:

- Pour ne pas dépasser les limites du critère 3 ainsi que les exigences réglementaires, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.

Incidences environnementales

Le fait de ne pas utiliser de solvants organiques dans la formulation de peintures évite l'émission de COV, que ce soit lors de la fabrication des produits ou lors de leur application.



Exemple d'application de la mesure

Interpon®Arquitectura de AKZONOBEL POWDER COATINGS

Interpon est la marque de revêtements en poudre qui protège tous les produits Azko Nobel pour les secteurs de l'architecture, de l'automobile, de l'électroménager et de l'industrie en général (incluant, entre autres: le mobilier métallique, l'appareillage électrique, la bureautique, les jouets, l'éclairage, les systèmes de stockage, les distributeurs, les machines industrielles, les outils, etc.)

AkzoNobel Powder Coatings dispose d'une gamme de revêtements dédiés à l'architecture, pour décorer et protéger les surfaces métalliques, une durée de vie importante et une bonne résistance en extérieur (www.interpon.es/es/arq/arq.html).

Références

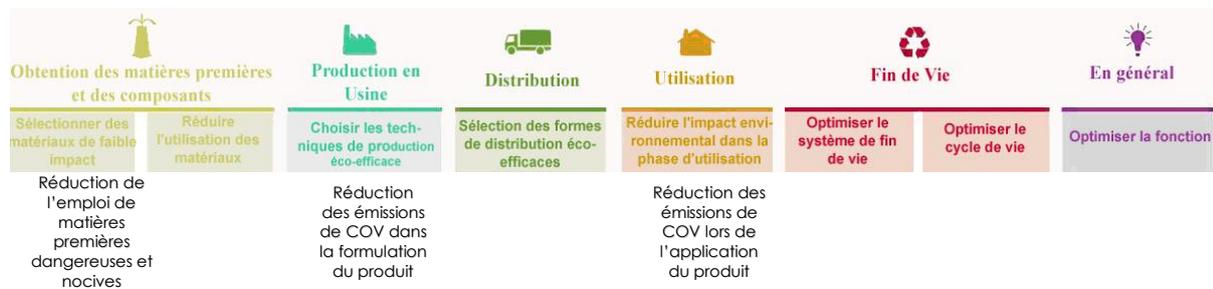
- Substitution case study: Alternatives to solvent-based paints". The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute. 1993.
- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.
- www.powdercoating.org



CODE : PIN-05

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction de la teneur en hydrocarbures aromatiques volatiles
 Mesure : Formulation de peintures en poudre, à haute teneur en solides, à base d'eau
 Applicable à : Peintures / Vernis

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Les hydrocarbures aromatiques volatiles (HAV) sont un type de solvants organiques employés dans la formulation de peintures et de vernis. Ce sont des composés organiques volatiles, et comme indiqué dans les fiches PIN-02-03-04, ce sont des substances nocives pour la santé, de maniement dangereux à cause de leur inflammabilité, et qui de plus contribuent à la dégradation de l'environnement. Ils sont émis dans l'atmosphère au cours de la fabrication du produit et surtout lors de l'application de celui-ci. Leur élimination (ou limitation) dans les peintures et vernis entraîne donc une amélioration environnementale du produit. De fait, le critère 4 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur limite leur teneur.

Incidences techniques

Voici le contenu du critère 4 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur:

4. Hydrocarbures aromatiques volatils

Aucun hydrocarbure aromatique volatil ne doit être directement ajouté au produit avant ou pendant la mise en teinte (le cas échéant); il est toutefois possible d'ajouter des ingrédients contenant des HAV, pour autant que la teneur en HAV du produit final ne dépasse pas 0,1 % (m/m).

Dans ce contexte, un hydrocarbure aromatique volatil (VAH) désigne tout composé organique tel que défini par la directive 2004/42/CE, dont le point d'ébullition initial, mesuré à la pression standard de 101,3 kPa, est inférieur ou égal à 250 °C, et dont la formule structurale développée contient au moins un noyau aromatique.

Dans les fiches PIN-02, PIN-03 y PIN-04, sont détaillées des mesures (formulation de peintures en phase aqueuse, à base de solvant à haute teneur en solides, peintures en poudre) qui permettent de réduire la quantité de solvants organiques dans les peintures et vernis: ces mesures sont extensibles au cas présent.

Incidences économiques

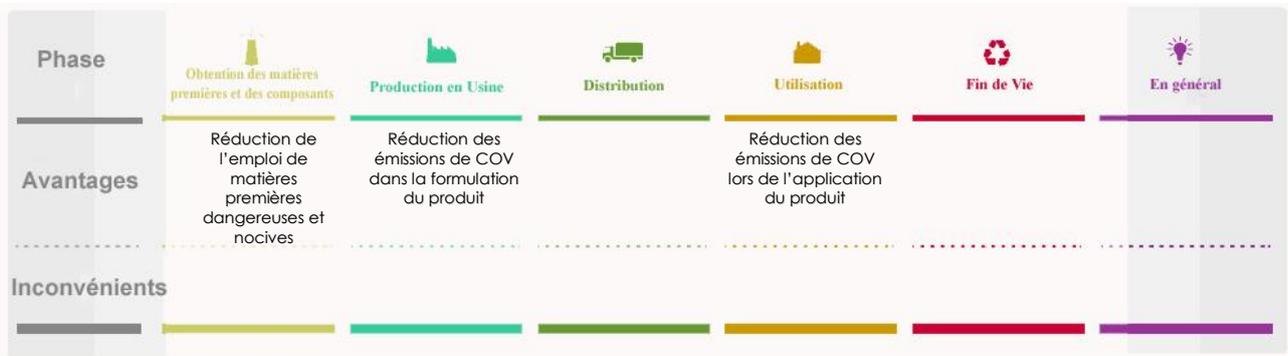
Après consultation des fabricants de peintures ayant obtenu l'étiquetage de l'Ecolabel européen, les incidences pour y parvenir sont les suivantes:

- Pour ne pas dépasser les limites du critère 4 ainsi que les exigences réglementaires, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.



Incidences environnementales

La réduction de l'emploi de ces solvants organiques dans la formulation de peintures et vernis suppose la diminution de l'émission de COV, que ce soit au cours de la fabrication ou lors de l'application du produit. Cela permet de maintenir un air intérieur de bonne qualité, ce qui contribue à améliorer le confort, le bien-être et la santé des usagers.



Exemple d'application de la mesure

Sur la page internet de l'éco-label européen www.eco-label.com, on peut effectuer une recherche de produits qui disposent de cette étiquette, notamment dans la catégorie de peintures et vernis d'intérieur et accéder aux informations sur le produit et sur son fabricant. Tous ces produits remplissent les exigences du critère 4.

Par exemple, on peut citer un produit présent dans la base de données :

La peinture plastique d'intérieur « PARROCRIL INTER-ECO » de l'entreprise AKZO NOBEL COATINGS SA (www.akzonobel.com).

Références

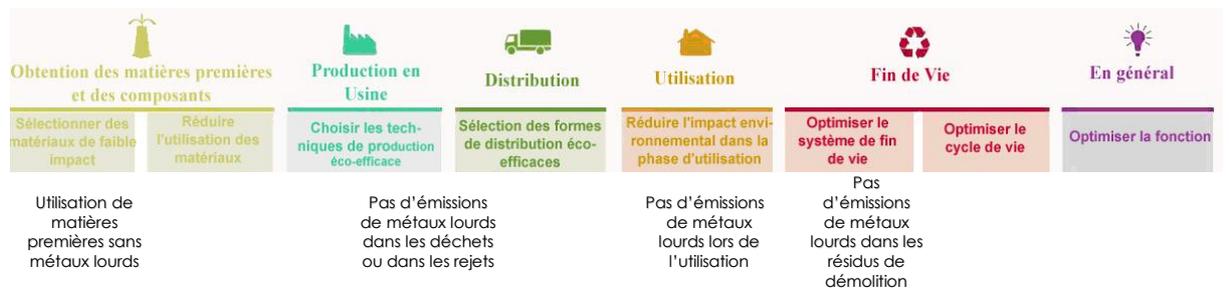
- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.
- www.eco-label.com
- www.productosostenible.net



CODE : PIN-06

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction des matières premières ayant un fort impact sur l'environnement
 Mesure : Absence de métaux lourds
 Applicable à : Peintures / Vernis

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Les métaux lourds ont des effets toxiques sur les êtres vivants. Leur toxicité est caractérisée par l'élément métallique en question mais dépend aussi du type de composé, organique ou inorganique, ainsi de ses caractéristiques d'hydro ou liposolubilité, déterminantes pour la toxicocinétique. Les principales zones affectées sont les systèmes gastro-intestinal, neurologique central et périphérique, hématique et rénal. Certains des composés métalliques sont même cancérigènes.

Lorsqu'ils sont libérés sous forme de particules ils polluent l'air, tandis que sous forme de substances solubles ils contaminent les cours d'eau superficiels et les eaux souterraines. Dans ce sens, la législation environnementale est à chaque fois de plus en plus stricte en ce qui concerne leur présence dans les émissions atmosphérique et les rejets d'eau provenant des activités industrielles.

Les métaux lourds contenus dans les peintures et vernis peuvent (au long de leur cycle de vie) migrer et être libérés dans le milieu environnant. Cela peut être le cas par exemple dans le processus de fabrication, qui déverse des eaux résiduelles ou la génération de résidus lors de la construction et la démolition, etc.

Leur élimination contribue à l'amélioration environnementale du produit. De fait, le critère 5 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur interdit la présence de certains métaux lourds (cadmium, plomb, chrome VI, mercure, arsenic).

Incidences techniques

Voici le contenu du critère 5 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur:

5. Métaux Lourds

Les métaux lourds suivants et leurs composés ne doivent pas entrer dans la composition du produit ou, le cas échéant, du colorant (que ce soit en tant que substance ou en tant que partie d'une préparation): cadmium, plomb, chrome VI, mercure, arsenic, baryum (excepté sulfate de baryum), sélénium, antimoine.

Le cobalt ne doit pas non plus entrer dans la composition du produit, à l'exception des sels de cobalt utilisés comme siccatif dans les peintures alkydes. Ceux-ci peuvent être utilisés, pour autant que la teneur en cobalt métal du produit fini ne dépasse pas 0,05 % (m/m). Cette exigence ne s'applique pas non plus au cobalt contenu dans les pigments.

Les ingrédients peuvent contenir des traces de ces métaux dues aux impuretés des matières premières, à concurrence de 0,01 % (m/m).

Ainsi, par exemple, l'utilisation de peintures qui contiennent du minium (oxyde de plomb) ou des substances chromiques augmente le risque de contamination en métaux lourds (plomb et chrome) de l'environnement. L'objectif serait d'employer des traitements anticorrosifs alternatifs, qui ne contiennent pas de métaux lourds dans leur composition. Certaines solutions peuvent être:

- des apprêts synthétiques anticorrosifs, à base de résines alkydes et de pigments anticorrosifs (qui ne contiennent pas de métaux lourds).



- les peintures caoutchouc-chlore
- les peintures à base de résine de polyuréthane.
- Les résines vinyliques
- Les convertisseurs d'oxyde: ils combinent des résines de dispersion aqueuse et des substances actives qui, au contact de l'oxyde, forment un complexe chimique stable, créant ainsi une couche protectrice neutre qui évite la migration de l'oxyde.
- Les peintures contenant des phosphates de zinc époxy ou des poudres de zinc époxy (le zinc, bien qu'étant aussi un métal lourd, n'est pas concerné par les interdictions de l'Etiquette Ecologique Européenne)

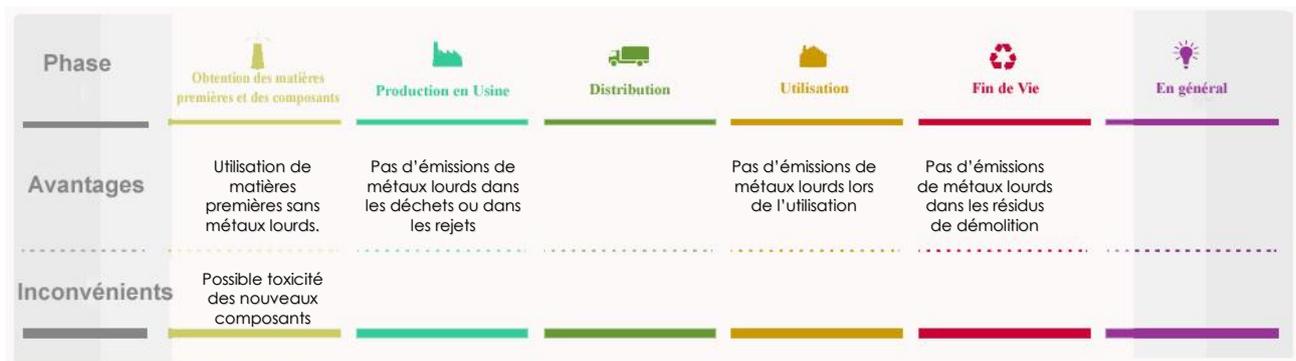
Incidences économiques

Après consultation des fabricants de peintures ayant obtenu l'étiquetage de l'Ecolabel européen, les incidences pour y parvenir sont les suivantes:

- Pour ne pas dépasser les limites du critère 4 ainsi que les exigences réglementaires, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.

Incidences environnementales

L'élimination des métaux lourds dans les matières premières servant à formuler les peintures empêche que de telles substances soient libérées lors de la fabrication, de l'utilisation et du décapage de ces peintures.



Exemple d'application de la mesure

Sur la page internet de l'éco-label européen www.eco-label.com, on peut effectuer une recherche de produits qui disposent de cette étiquette, notamment dans la catégorie de peintures et vernis d'intérieur et accéder aux informations sur le produit et sur son fabricant. Tous ces produits remplissent les exigences du critère 5.

Par exemple, on peut citer un produit présent dans la base de données :

Peinture plastique mate intérieur de la marque PROA (www.pinturasproa.com)

Références

- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- www.eco-label.com
- www.productosostenible.net
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.



CODE : PIN-07

TYPE: Spécifique
 Stratégie : Réduction des matières premières ayant un fort impact sur l'environnement
 Mesure : Limitation de la teneur en ingrédients (substances ou composés) dangereux
 Applicable à : Peintures / Vernis

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Dans la formulation d'une peinture ou d'un vernis on emploie de multiples substances chimiques qui peuvent avoir des effets sur la santé humaine (très toxiques, toxiques, cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction) ou être dangereux pour l'environnement.

Leur élimination contribue à l'amélioration environnementale du produit. De fait, le critère 6 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur interdit la présence de certaines substances dangereuses.

Incidences techniques

Critère 6 de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis: 6. Substances dangereuses

a) *Le produit*: le produit ne doit pas être classé comme étant très toxique, toxique, dangereux pour l'environnement, cancérigène, toxique pour la reproduction, nocif, corrosif, mutagène ou irritant (uniquement si cette classification est due à la présence d'ingrédients caractérisés par la phrase de risque R43) conformément à la directive 1999/45/CE du Parlement européen et du Conseil, avant ou après mise en teinte (le cas échéant).

b) *Ingrédients (très toxiques, toxiques, cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction)*: aucun des ingrédients utilisés, y compris (le cas échéant) pour la mise en teinte, ne doit, au moment de la demande, satisfaire aux critères de classification correspondant à l'une des phrases de risques (ou combinaisons de phrases de risques) suivantes:

- R23 (toxique par inhalation),
- R24 (toxique par contact avec la peau),
- R25 (toxique en cas d'ingestion),
- R26 (très toxique par inhalation),
- R27 (très toxique par contact avec la peau),
- R28 (très toxique en cas d'ingestion),
- R33 (danger d'effets cumulatifs),
- R39 (danger d'effets irréversibles très graves),
- R40 (effet cancérigène suspecté — preuves insuffisantes),
- R42 (peut entraîner une sensibilisation par inhalation)
- R45 (peut causer le cancer),
- R46 (peut causer des altérations génétiques héréditaires),
- R48 (risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée),
- R49 (peut causer le cancer par inhalation),
- R60 (peut altérer la fertilité),
- R61 (risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant),
- R62 (risque possible d'altération de la fertilité),
- R63 (risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant),
- R68 (possibilité d'effets irréversibles),

Toutefois, les ingrédients actifs utilisés comme agents de conservation dans le produit et auxquels correspond l'une des phrases de risques R23, R24, R25, R26, R27, R28, R39, R40 ou R48 (ou des combinaisons de ces phrases) peuvent être utilisés à concurrence de 0,1 % (m/m) de la préparation de peinture.

c) *Ingrédients (dangereux pour l'environnement)*: aucun des ingrédients utilisés, y compris (le cas échéant) pour la mise en teinte, qui, au moment de la demande, satisfait aux critères de classification correspondant à l'une des phrases de risques (ou combinaisons de phrases de risques) suivantes, ne doit représenter plus de 2 % (m/m) du produit:

- N R50 (très toxique pour les organismes aquatiques),
- N R50/53 (très toxique pour les organismes aquatiques; susceptible d'avoir des effets néfastes à long terme sur l'environnement aquatique),
- N R51/53 (toxique pour les organismes aquatiques; susceptible d'avoir des effets néfastes à long terme sur l'environnement aquatique),
- N R52/53 (nocif pour les organismes aquatiques; susceptible d'avoir des effets néfastes à long terme sur l'environnement aquatique), — R51 (toxique pour les organismes aquatiques), — R52 (nocif pour les organismes aquatiques), — R53 (peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique),



conformément à la directive 67/548/CEE ou à la directive 1999/45/CE.

En tout état de cause, la somme totale de tous les ingrédients auxquels correspond ou pourrait correspondre, au moment de la demande, l'une des phrases de risques (ou combinaisons de ces phrases) ou une classification du SGH ne doit pas représenter plus de 4 % (m/m). Cette exigence ne s'applique pas à l'ammonium ni à l'alkylammonium. Elle ne modifie en rien l'obligation de respecter le critère 6 a).

d) *Alkyl-phénol-éthoxylates*: ils ne doivent pas être utilisés dans le produit avant ou pendant la mise en teinte.

e) *Composés d'isothiazolinone*: la teneur du produit en composés d'isothiazolinone ne doit pas dépasser 0,05 % (m/m) avant ou après mise en teinte (le cas échéant). De la même façon, la teneur du produit en mélange (3:1) de 5-chloro-2- méthyl-2H-isothiazole-3-one (N o CE 247-500-7) et de 2-méthyl-2H-isothiazole-3-one (N o CE 220-239-6) (3:1) ne doit pas dépasser 0,0015 % (m/m).

f) *Le produit ne doit pas contenir d'alkylsulfonates perfluorés (ASPF), d'acides carboxyliques perfluorés (ACPF), y compris l'acide perfluorooctanoïque (APFO) et les substances apparentées qui sont énumérées dans le document de l'OCDE établissant les listes préliminaires de substances susceptibles de se dégrader en ACPF.*

g) *Formaldéhyde*: l'ajout de formaldéhyde libre n'est pas autorisé. Les substances qui libèrent du formaldéhyde ne peuvent être ajoutées qu'en quantités telles que la teneur totale en formaldéhyde libre du produit après mise en teinte (le cas échéant) ne dépasse pas 0,001 % (m/m).

h) *Solvants organiques halogénés*: nonobstant les critères 6a, 6b et 6c, seuls les composés halogénés qui, au moment de la demande, ont fait l'objet d'une évaluation des risques et n'ont pas été classés à l'aide des phrases (ou combinaisons de phrases) de risques R26/27, R45, R48/20/22, R50, R51, R52, R53, R50/53, R51/53, R52/53 ou R59, conformément aux directives 67/548/CEE et 1999/45/CE, peuvent être utilisés dans le produit avant ou pendant la mise en teinte (le cas échéant).

i) *Phtalates*: nonobstant les critères 6a, 6b et 6c, seuls les phtalates qui, au moment de la demande, ont fait l'objet d'une évaluation des risques et n'ont pas été classés à l'aide des phrases (ou combinaisons de phrases) de risques R60, R61, R62, R50, R51, R52, R53, R50/53, R51/53, R52/53, conformément à la directive 67/548/CEE et ses modifications, peuvent être utilisés dans le produit avant ou pendant la mise en teinte (le cas échéant). En outre, le DNOP (di-n-octyl phtalate), le DIN (di-isononyl phtalate), le DIDP (di-isodécyl phtalate) ne sont pas autorisés dans le produit

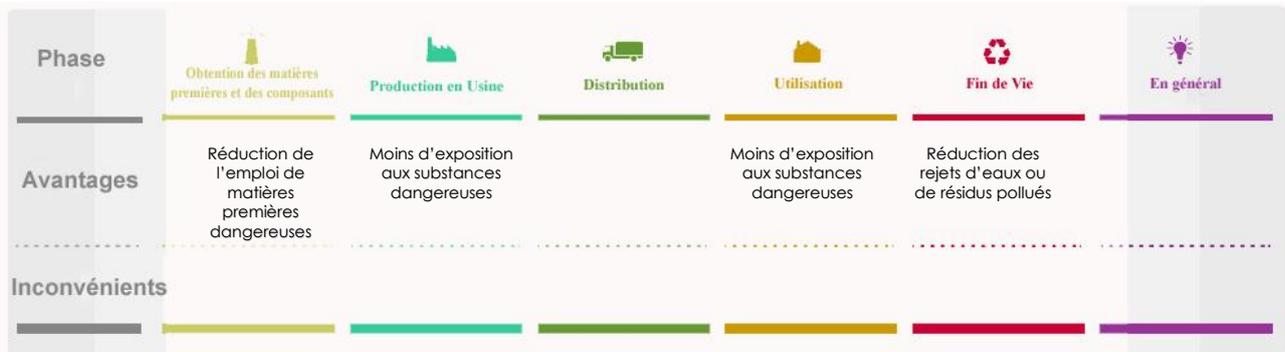
Incidences économiques

Après consultation des fabricants de peintures ayant obtenu l'étiquetage de l'Ecolabel européen, les incidences pour y parvenir sont les suivantes:

- Pour ne pas dépasser les limites du critère 5 ainsi que les exigences réglementaires, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.

Incidences environnementales

La suppression de substances dangereuses pour la santé humaine et/ou l'environnement dans les matières premières servant à la formulation des peintures empêche que de telles substances soient libérées lors de la fabrication, de l'utilisation et du décapage de ces peintures.



Exemple d'application de la mesure

Sur la page internet de l'éco-label européen www.eco-label.com, on peut effectuer une recherche de produits qui disposent de cette étiquette, notamment dans la catégorie de peintures et vernis d'intérieur et accéder aux informations sur le produit et sur son fabricant. Tous ces produits remplissent les exigences du critère 6.

Par exemple, on peut citer un produit présent dans la base de données :

La peinture plastique «écologique intérieure et extérieure blanche» de l'entreprise PINTURAS LEPANTO S.A. (www.pinturaslepanto.com)

Références

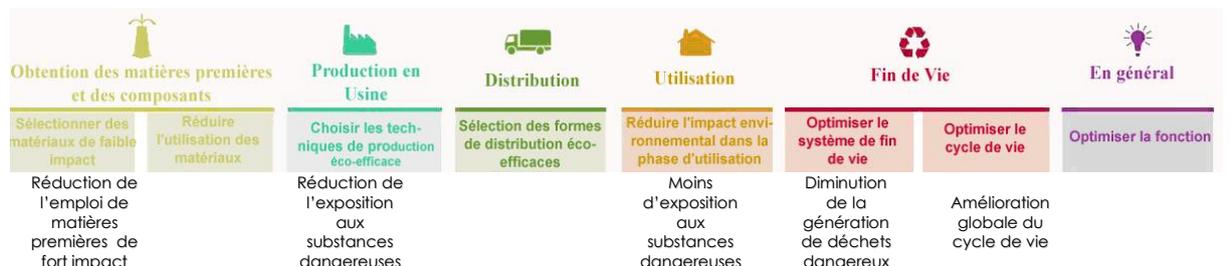
- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- www.eco-label.com
- www.productosostenible.net
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.



CODE : PIN-08

TYPE: Spécifique
Stratégie : Eco-étiquetage
Mesure : Conception de produits en accord avec l'Etiquette Ecologique Européenne
Applicable à : Peintures et vernis d'intérieur

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Les étiquettes écologiques ou éco-étiquettes sont des logotypes attribués par un organisme officiel, qui nous indiquent que le produit a moins d'impacts environnementaux que d'autres produits similaires. Elles traduisent une démarche volontaire. Pour chaque catégorie de produits il existe des critères écologiques qui permettent de valider l'attribution de l'éco-étiquette, et qui ont généralement été établis sur la base d'Analyse de Cycle de Vie des produits.

Il existe une multitude d'éco-étiquettes, ce qui provoque sans aucun doute la confusion des consommateurs. La mesure proposée est orientée vers le mécanisme commun établi par tous les pays de l'Union Européenne. L'Union Européenne a créé, en 1992, un système volontaire d'Etiquette Ecologique. Initialement, son cadre d'application se limitait aux produits, mais à partir de septembre 2000 ce mécanisme s'est élargi aux services.

L'Etiquette Ecologique Européenne établit pour chaque catégorie de produit des critères environnementaux sélectifs, transparents, et avec suffisamment de limites scientifiques.

Opter pour des produits possédant l'étiquette européenne donne l'assurance au consommateur d'avoir fait un choix qui réduit les effets environnementaux adverses et qui contribue à une utilisation efficace des ressources.

Parmi les catégories de produits et services pour lesquels on peut obtenir l'Etiquette Ecologique Européenne, il y a les peintures et vernis d'intérieur. Les critères à respecter sont:

- 1- Pigments Blancs (cf fiche PIN-01)
- 2- Dioxyde de titane (cf fiche PIN-01)
- 3- Composés Organiques Volatiles (cf fiches PIN-02, PIN-03 et PIN-04)
- 4- Hydrocarbures Aromatiques Volatiles (cf fiche PIN-05)
- 5- Métaux Lourds (cf fiche PIN-06)
- 6- Substances Dangereuses (cf fiche PIN-07)
- 7- Aptitude à l'emploi (voir le paragraphe suivant)
- 8- Information des consommateurs
- 9- Information figurant sur le label écologique

Une entreprise peut adopter comme stratégie (pour l'amélioration environnementale de son produit) de remplir peu à peu les critères précédents, si bien que tant qu'elle ne remplit pas la totalité de ceux-ci elle ne pourra pas bénéficier de l'Etiquette Ecologique Européenne et vois ses efforts reconnus publiquement.

Incidences techniques

Les critères 1 à 6 sont détaillés dans les fiches PIN-01 à PIN-07, c'est pourquoi ci-dessous on détaillera le critère 7.

Aptitude à l'emploi

a) *Rendement*: les peintures devront avoir un rendement d'au moins 8m² par litre de produit (avec un pouvoir couvrant de 98%).

Les revêtements décoratifs épais (peintures spécialement conçues pour produire un effet décoratif en trois dimensions et qui se caractérisent donc par une couche très épaisse) doivent quant à eux présenter un rendement en surface de 1 m² par kg de produit.

Cette exigence ne s'applique pas aux vernis, teintures pour bois, revêtements de sol, et peintures pour sol, ni aux sous-couches, impressions ou primaires favorisant l'adhérence et autres revêtements transparents pour sols.

b) *Résistance au frottement humide*: les peintures murales (conformément à EN 13300) pour lesquelles il est indiqué (sur le produit ou dans les documents publicitaires s'y rapportant) qu'elles sont lavables ou lessivables doivent présenter une résistance au frottement humide, mesurée selon la norme EN 13300 et EN ISO 11998, de classe 2 ou



plus (pas plus de 20 microns après 200 cycles).

c) *Résistance à l'eau*: les vernis, revêtements de sols et peintures pour sols présentent une résistance à l'eau, déterminée par la norme EN ISO 2812-3, telle qu'après une exposition de 24 heures et un délai de récupération de 16 heures, ils ne présentent aucune altération de brillance ou de couleur.

d) *Adhérence*: les revêtements de sols, les peintures et sous-couches pour sols, ainsi que les sous-couches pour métal et bois obtiennent au minimum un 2 à l'essai EN 2409 pour l'adhérence. Les impressions pigmentées pour maçonnerie doivent obtenir la valeur minimale requise pour réussir l'essai de traction EN 24624 (ISO 4624) lorsque la cohésion du subjectile est inférieure à l'adhérence de la peinture; dans le cas contraire, l'adhérence de la peinture doit être supérieure à la valeur minimale requise de 1,5 Mpa.

e) *Abrasion*: les revêtements pour sols et les peintures pour sols doivent présenter une résistance à l'abrasion n'excédant pas 70 mg de perte de poids après 1 000 cycles d'essai pour une charge de 1 000 g avec une roue CS10, selon la norme EN ISO 7784-2:2006.

Incidences économiques

Les facteurs à prendre en compte sont les coûts de la reformulation des produits (élimination de composants, nouveaux composants, possibles modifications dans le processus de production, etc.). De plus :

- Pour respecter les critères de l'Etiquette Ecologique Européenne, il est nécessaire de faire quelques changements dans la formulation chimique du produit. Ces modifications sont confidentielles et les entreprises ne veulent pas les dévoiler, les incidences sur le coût ne sont pas connues.
- Il n'est pas nécessaire de changer les équipements de production, donc pas besoin d'investir dans des installations spécifiques.

Incidences environnementales

Les améliorations environnementales associées aux distincts critères de l'Etiquette Ecologique Européenne pour les peintures et vernis d'intérieur ont été détaillées dans les fiches PIN 01 à 07. En résumé, on utilise moins de matières premières dangereuses et/ou de fort impact, d'où une diminution évidente de leurs libérations au cours du cycle de vie du produit.



Exemple d'application de la mesure

Sur la page internet de l'éco-label européen www.eco-label.com, on peut effectuer une recherche de produits qui disposent de cette étiquette, notamment dans la catégorie de peintures et vernis d'intérieur et accéder aux informations sur le produit et sur son fabricant.

Par exemple, on peut citer un produit présent dans la base de données :

Peinture plastique "Politex mate façades P-200" de l'entreprise LANDECOLOR S.A. (www.landecolor.es)

Références

- Décision de la commission du 13 août 2008 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur (remplaçant celle du 3 septembre 2002)
- Décision 393/2003, du 22/05/2003, qui modifie la décision 2000/728/CE établissant le montant des redevances pour les demandes d'attribution du label écologique communautaire et des redevances annuelles
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Société Ecobilan, pour le compte du Ministère de l'Environnement français.
- www.globalecolabelling.net
- <http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index.htm>
- www.eco-label.com



CODE : QUI-01

TYPE: Spécifique
Stratégie : Utilisation de matériaux qui ont un impact environnemental moindre
Mesure : Production de produit de décoffrage à base d'huile végétale
Applicable à : Chimie (décoffrage béton)

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Fabrication de produits de décoffrage et de démoulage des structures en béton, à base d'huiles végétales en remplacement des huiles minérales traditionnelles. Il s'agit d'un produit de basse toxicité, sans risques lors de sa manipulation, et de faible impact environnemental.

Les différences entre les décoffrants à base d'huiles végétales et minérales sont exposées dans le tableau suivant :

HUILES MINÉRALES	HUILES VÉGÉTALES
Iritent la peau	N'attaquent pas ou peu la peau
Ont une forte odeur	Ont une odeur douce
Attaque les vêtements, les semelles de chaussures	N'attaquent pas les vêtements ni les semelles
Peuvent contenir des solvants volatiles nuisibles à la santé des employés	Ne contiennent pas de solvants organiques
Ne se biodégradent pas facilement, et polluent les sols sur les chantiers	Sont biodégradables
Produisent des déchets dangereux, ce qui rend leur gestion très coûteuse	Ne produisent pas de déchets dangereux en général

Incidences techniques

La fabrication de ce type de décoffrants ne présente aucun requis technique au niveau de la production, puisqu'on peut utiliser les mêmes installations que pour les décoffrants conventionnels. De même, les instruments de travail pour appliquer les décoffrants sont identiques, que ce soit pour un produit à base végétale ou minérale.

Des huiles végétales sont disponibles sur le marché, et sont des alternatives aux huiles minérales. Il s'agit notamment de l'huile de colza, de soja, ou encore de tournesol. Ces huiles peuvent être modifiées chimiquement pour être transformées en esters, afin d'améliorer leur applicabilité.

Le comportement des décoffrants à base d'huile végétale a été étudié de manière intensive et comparé avec les décoffrants à base d'huiles minérales, dans le cadre du projet européen SUMOVERA. D'après les résultats de ce projet, les décoffrants à base d'huile végétale remplissent leur fonction aussi bien que les décoffrants traditionnels, voire mieux. Les décoffrants conventionnels agissent en exerçant une action physique, en créant une couche entre le moule et le béton pour éviter que celui-ci reste collé. L'effet hydrophobe de l'huile et de l'eau dépend de l'épaisseur de la couche, c'est pourquoi ce type de décoffrant est souvent déposé en couches épaisses. Ceci peut provoquer des problèmes de crevaison. En revanche, les décoffrants à base d'huile végétale exercent leur fonction de démoulage par le biais d'une réaction chimique : la saponification entre le béton frais et les acides gras du décoffrant. Ce démoulage chimique est beaucoup plus efficace que la technique physique, c'est pourquoi la quantité de produit à pulvériser est nettement inférieure.



Incidences économiques

On estime que le coût d'un décoffrant à base d'huile végétale coûte entre 50 et 70% plus cher qu'un décoffrant à base minérale, du fait que les matières premières végétales sont plus chères. Toutefois, cette élévation de coût peut être compensée, si on prend en compte la baisse de la quantité de produit nécessaire pour une même surface.

Incidences environnementales

Les améliorations environnementales obtenues avec cette mesure sont les suivantes:

- Réduction de la quantité de produit nécessaire et meilleure propreté des moules.
- Amélioration de la qualité de surface du béton.
- Amélioration des conditions de travail des ouvriers : le produit n'irrite pas, du moins pas la peau en absolu, il n'attaque pas les vêtements de travail, ni les semelles des chaussures, et ne contient pas de solvants organiques.
- Améliorations écologiques: le produit est biodégradable dans l'environnement et ne génère pas de déchets dangereux, en règle générale.

La pulvérisation intérieure de décoffrants à base végétale dans les usines de préfabrication peut être plus dangereuse pour la santé que la pulvérisation dans les emplacements extérieurs de construction.



Exemple d'application de la mesure

Tecons Ecodesmol – Décoffrage écologique, de Inteman, S.A.

Produit écologique novateur à base d'huiles végétales émulsionnables dans l'eau, pour le décoffrage et le démoulage de structures en béton. Indiqué pour n'importe quel type de démoulage et de décoffrage. Pour éviter l'adhérence des bétons sur les panneaux en bois et les plaques de coffrages, tout comme pour les moules de préfabriqués, précontraints, etc.

PROPRIETES ET BENEFICES

- Peut être appliqué rapidement et proprement. Pas de taches.
- Grand rendement et protection élevée des supports.
- Haute stabilité de l'émulsion dans l'eau.
- Grande capacité de dilution
- Ne contient pas de matières agressives pour le béton
- Laisse un film de haute protection anticorrosive dans le moule.
- Produit très peu toxique, manipulation sans risques.

CARACTERISTIQUES:

ASPECT	Liquide huileux
COULEUR	Marron clair
DENSITE A 20° C, g./cm3	0,900 - 0,910 (DIN 51757)
SOLUBILITE DANS L'EAU	Emulsion laiteuse stable
BIODEGRADABILITE	90% (Test CEC L-33-A-93)

MODE D'EMPLOI

A appliquer mélangé à l'eau.

Comme le produit est très concentré, il faut diluer chaque litre de produit entre 5 et 10 litres d'eau.

Il peut être appliqué par n'importe quelle méthode conventionnelle, que ce soit au rouleau, au pulvérisateur, à l'éponge, en immersion, etc.

Références

- SUMOVERA: Application of Vegetable-Oil based Concrete Mould Release Agents (VERA's) at Construction Sites and in Precast Concrete Factories. State-of-the-Art Document.
- "Substitution of hazardous chemicals in products and processes" Report compiled for the Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection of the Commission of the European Communities. FINAL REPORT. 2003
- www.inteman.com



CODE : QUI-02

TYPE : Spécifique
Stratégie : Utilisation de matériaux qui ont un impact environnemental moindre
Mesure : Additifs, non toxiques, accélérant l'endurcissement et la prise du béton
Applicable à : Chimie (additifs – béton)

Stratégie d'éco-conception



Description de la mesure

Utilisation d'adjuvants accélérant la prise du béton projeté, basés sur la technologie "Alkali-Free" (libres d'alcalis et non caustique), au remplacement des traditionnels accélérants aux aluminates et silicates.

Le fait que ces accélérants ne contiennent pas d'alcalis (sans cations Na⁺, K⁺ et Li⁺) et ne soient pas corrosifs (pH légèrement supérieur à 3) leur confère une incidence positive en terme de santé, de sécurité et d'impact environnemental.

Incidences techniques

Les avantages les plus connus de l'emploi des accélérants «Alkali Free» sont relatifs aux améliorations de mise en œuvre et aux caractéristiques du béton projeté. D'une part ils permettent d'optimiser les coûts, en diminuant les temps d'application et la consommation de ressources. D'autre part, ils contribuent à améliorer la qualité et la durabilité du béton appliqué.

Au niveau de la santé et de la sécurité au travail, l'utilisation de ces substances non corrosives induit une réduction importante des risques dérivés de l'utilisation de produits chimiques:

- Réduction des restrictions pour le transport, puisqu'aucune condition spéciale n'est exigée du fait de ne pas être régulé par les législations ADR, RID ou IMDG (transport international de marchandises dangereuses par voie routière, ferroviaire ou maritime).
- Réduction des limitations concernant les conditions de stockage, puisque les restrictions de la législation en vigueur concernant les produits chimiques ne sont pas les mêmes que pour les produits corrosifs.
- Réduction du risque d'accident par exposition aux produits chimiques, principalement par voie dermique, lors des opérations de manipulation, charge, décharge, transvasement des produits contenus dans les unités de stockage sur site (silos, conteneurs, etc.), ainsi que durant les opérations d'application de la gunite (nom donné au béton projeté qui sert à recouvrir certaines surfaces) Ex : robots de projection, pompes d'alimentation, etc.
- Réduction du risque d'accident par exposition (par voie respiratoire ou dermique) aux produits chimiques, lors de la formation de nuages de poussière pendant la projection par voie humide.

Une analyse détaillée des avantages d'utiliser des accélérants alkali-free dans les bétons projetés pour la construction sous-terraines, par rapport aux traditionnels accélérants aux aluminates, fournira un résultat nettement positif, aussi bien en termes de coûts tangibles (bénéfices économiques) que de coûts intangibles (coûts sociaux, de travail, et environnementaux).

La norme UNE-EN 480-2:2007 indique les spécifications de la méthode d'essai pour déterminer le temps de prise d'un béton, d'un mortier, ou de mélanges.

Incidences économiques

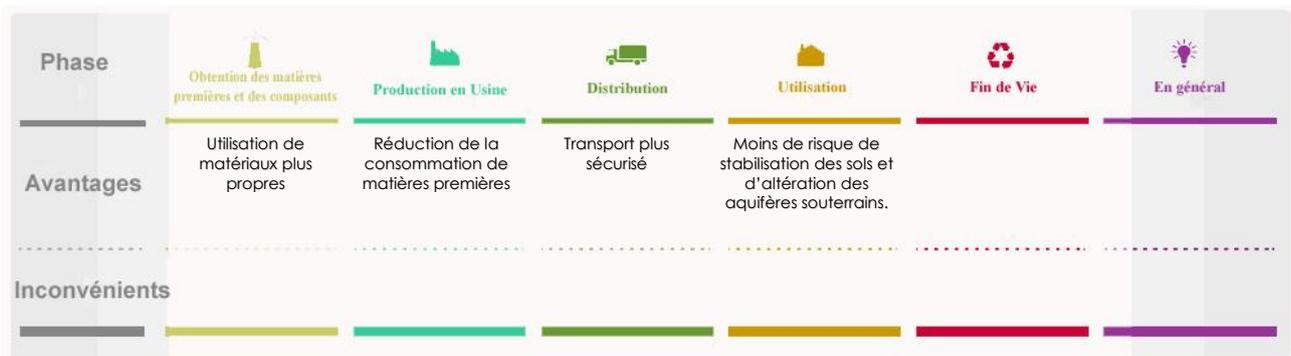
A cause de leur complexité chimique, ces accélérants sont plus chers que les traditionnels. Toutefois, le coût des accélérants n'a qu'une petite influence sur le coût total du béton projeté : cet investissement est largement compensé par les optimisations de coût (en réduisant les temps d'application et la consommation de ressources) et par l'amélioration de la qualité et de la durabilité du béton appliqué.



Incidences environnementales

Au niveau environnemental, l'emploi d'accélérateurs "Alkali Free" permet de réduire les consommations (matière première, ciment, énergie électrique, etc.) et les impacts que pourraient causer les rejets sur le sol, encors trop fréquents sur les chantiers. Les atouts sont :

- L'élimination de l'apport d'alcalis réduit le risque de rendre les sols inertes, risque du aux altérations et déséquilibres provoqués par une augmentation injustifiée des sels solubles d'alcalis.
- L'élimination de l'apport de solutions alcalines fortes (avec pH>12) réduit les risques d'altération du fonctionnement des aquifères souterrains qui, du fait d'un déséquilibre du pH, pourraient modifier leur fonction rétentrice d'éléments potentiellement toxiques pour les humains, la faune et la flore.



Exemple d'application de la mesure

Depuis quelques années déjà, BASF Construction Chemicals a fait d'importants efforts pour développer des additifs accélérateurs de prise, pour le béton projeté, qui soient aussi efficaces que les aluminates traditionnels, mais sans leurs inconvénients en termes de sécurité et d'écologie. Des additifs comme le Meyco® SA-167 et tous ceux de la gamme "alkali-free" présentent d'excellents rendements dans les bétons projetés tout en minimisant les risques de mise en œuvre. Ils ne sont pas classés comme marchandise dangereuse, ne requièrent aucune précaution particulière de manipulation, et ne présentent aucun risque pour l'environnement.

Sigunit® 49 AF, de Sika, est un accélérateur de prise en poudre pour le béton projeté (Shotcrete), employé à travers un système en voie sèche ou humide. Il n'est ni toxique, ni corrosif, ni caustique.

Avantages

- Accélérateur sans alcalis, non toxique, non corrosif, non caustique, et non polluant, ce qui contraste avec les effets opposés des accélérateurs traditionnels.
- Avec un dosage approprié, les résistances finales sont conservées.
- Diminue le rebond.
- Améliore l'adhérence du béton projeté, que ce soit sur la roche ou du béton.
- La projection est plus facile.
- Prise rapide, acquisition de résistance rapide.
- Densité 1,1 kg/dm³.
- Consommation de 4 à 7 kg pour 100 kg de ciment.

Références

- Information de Basf. Article de Daniel Montalban. Marketing División UGC B.L. Admixture Systems. Fernando Martín. Product Manager Béton Projeté. B.L. Admixture Systems.
- www.sika.es
- UNE-EN 480-2:2007. Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Méthodes d'essai - Partie 2: Détermination du temps de prise

Chapitre 5

Exemples

Dans ce chapitre, 6 produits ayant fait l'objet d'une démarche d'éco-conception et contribuant à la réduction de l'impact environnemental du bâtiment avec le tableau récapitulatif de l'étude de leur bilan environnemental, sous la forme d'un tableau présentant les indicateurs exigés par la NF P 01-010.

Cependant, il faut noter que les mesures d'éco-conception ne rendent pas leur impact sur l'environnement nul. Quant à l'existence d'une FDES, celle-ci ne garantit pas que les produits respectueux de l'environnement : les données présentées permettent uniquement de pouvoir les comparer à celles d'autres produits et à pouvoir être utilisées dans des logiciels de calcul de bilan environnementaux à l'échelle des bâtiments, comme ELODIE, EQUER, COCON, E-Licco....

Les données techniques proviennent du site des fabricants et/ou de la base de données des éco-matériaux du Cd2e ; quant aux données environnementales, elles proviennent des FDES disponibles sur la base INIES.

L'affichage des résultats des ACV réalisées dans le cadre des FDES ne fait pas obligatoirement l'objet d'une revue critique.

FOAMGLAS® T4+

Présentation du produit

FOAMGLAS® est un matériau minéral à 100%, en mousse de verre rigide composé de petites cellules de verre étanches à l'air et à l'eau, sans liant ni additif, sans COV et sans autre substance volatile. Il ne contient pas de gaz de moussage détruisant la couche d'ozone.

FOAMGLAS® est fabriqué à partir de verre recyclé (à raison d'un minimum de 66%) et de matières premières minérales (sables, dolomie, chaux...)

Ce produit, commercialisé en France par PITTSBURGH CORNING France est un isolant thermique issu du recyclage de pare-brise, 100% inerte, disposant d'une très grande durée de vie. Il est réputé pour sa fiabilité et pour sa pérennité de comportement. C'est un isolant sans fibres, 100% étanche, certifié éco-produit par le label de qualité Nature Plus®.



www.batitel.com



www.primavera.f

Applications :

Isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment.

Particulièrement réputé dans les applications à fortes contraintes. Selon les applications, mode de mise en œuvre à sec/à froid/à chaud.

Domaines de prédilection :

Milieus humides et problèmes de charges.

Le verre cellulaire est étanche à l'eau, à l'air et à la vapeur. Il a une très forte résistance à la compression, constitue un écran au radon, et est imputrescible. Il conserve son pouvoir isolant à vie.

Aspects environnementaux

Ce produit est issu d'une mesure d'éco-conception, qui permet de recycler le verre cellulaire pour en faire un isolant. Pour plus d'informations, consulter la fiche AIS-04 du chapitre 4.

Avantages environnementaux du produit :

- Valorisation d'un déchet/sous-produit, et permet en cela de réduire l'extraction de matières minérales et l'impact associé
- La fabrication de matériaux vitreux à partir de verre usagé est plus favorable énergétiquement que si on utilisait exclusivement des matières minérales
- Ce produit ne contient pas de substances nocives pour la santé, et n'émet pas de gaz toxiques
- Il est recyclable

Caractéristiques du produit étudié

Unité fonctionnelle : Un mètre carré de FOAMGLAS® T4+ apportant à la paroi sur laquelle il est posé une résistance thermique additive de 2,4 K.m².W⁻¹, pendant une annuité.

Durée de vie : 100 ans

Produit

- Epaisseur nécessaire pour satisfaire à la définition de l'UF : 10 cm (conductivité thermique 0,041 W/m/°C)
- Masse volumique du FOAMGLAS® T4+ : 115 kg/m³
- Poids de l'UF : 115 g + 1,44 g de chutes soit 116,4 g (11,64 kg pour toute la DVT)

Emballages de livraison

- Bois (des palettes) : 6,64 g (664 g pour toute la DVT)
- Polyéthylène (film) : 1,47 g (147 g pour toute la DVT)
- Carton : 0,787 g (78,7 g pour toute la DVT)

Résultats de l'évaluation environnementale : FDES FOAMGLAS® T4+ - février 2012

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental	Valeur par UF	Valeur pour toute la durée de vie (100 ans)
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Totale	2,47
	Renouvelable	8,25.10 ⁻¹
	Non renouvelable	1,65
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)	6,81.10 ⁻⁴	6,81.10 ⁻²
Consommation d'eau totale (litre)	4,90.10 ⁻¹	4,90.10 ¹
Déchets solides (kg)	Valorisés	4,40.10 ⁻³
	Dangereux	4,05.10 ⁻⁴
	Non dangereux	6,47.10 ⁻³
	Inertes	1,37.10 ⁻¹
	Radioactifs	5,29.10 ⁻⁷
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)	1,26.10 ⁻¹	1,26.10 ¹
Acidification (kg SO ₂ eq.)	2,30.10 ⁻⁴	2,30.10 ⁻²
Pollution de l'air (m ³)	3,47	3,47.10 ²
Pollution de l'eau (m ³)	5,51.10 ⁻²	5,51
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)	1,50.10 ⁻⁸	1,50.10 ⁻⁶
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)	1,63.10 ⁻⁵	1,63.10 ⁻³
Supplément: Eutrophisation (kg eq. PO ₄ ³⁻)	4,33.10 ⁻⁵	4,33.10 ⁻³

Données extraites de la FDES « Isolant Thermique FOAMGLAS® T4+ » téléchargeable sur la base INIES.
Plus d'informations sur les impacts environnementaux du produit sont disponibles dans la FDES et auprès du fabricant.

METISSE®

Présentation du produit

Métisse®, conçu à partir de vêtements majoritairement en coton provenant de dons, est une gamme d'isolation thermique et acoustique pour le bâtiment qui a été lancée par Le Relais en 2007. Une fois triés selon leurs matières, les textiles non ré-employables en l'état sont défibrés puis transformés pour constituer des laines d'isolation performantes et de haute qualité. L'empreinte écologique est faible du fait de l'utilisation majoritaire de fibres recyclées. Le produit a un traitement anti-feu sans sels de bore.



www.maisonapart.com



<http://magazine.fabriquerenfrance.com>

Aspects environnementaux

Ce produit est issu d'une mesure d'éco-conception, qui permet de recycler les fibres de coton pour en faire un isolant. Pour plus d'informations, consulter la fiche AIS-08 du chapitre 4.

Avantages environnementaux du produit:

- Valorisation d'un déchet, et permet en cela de réduire l'extraction de matières végétales et l'impact associé
- Impact positif sur le volet social (réinsertion dans le monde du travail)
- Simplicité du processus de production
(Remarque : le produit fait l'objet d'un traitement au feu)
- C'est un matériau recyclable à la fin de sa vie utile.

Caractéristiques du produit étudié

Unité fonctionnelle : Assurer une fonction d'isolation thermique sur 1 m² de paroi sur une épaisseur de 100 mm pendant une annuité et sur une durée de vie typique de 50 ans avec une conductivité thermique $\lambda = 0,039$ W/m.K tout en assurant les performances prescrites du produit

Durée de vie : 50 ans

Produit

- Quantité d'isolant Métisse pour 1m² de produit : 2,5 kg sur la DVT soit 0,05 kg pour l'UF

Sa composition intègre :

- 85% de fibres textiles recyclées (dont 70% de coton minimum et 15% de laine et acrylique)
- 15% de polyester.
 - Epaisseur de l'isolant : 100 mm
 - Masse volumique de l'isolant : 25 kg/m³

Emballages de distribution

Palette (avec un taux de rotation de 20 mouvements) : $3,19 \cdot 10^{-4}$ kg ($1,60 \cdot 10^{-2}$ kg pour la DVT)

Film polyéthylène : $1,78 \cdot 10^{-3}$ kg ($8,91 \cdot 10^{-2}$ kg pour la DVT)

Attache en cuivre : $4,20 \cdot 10^{-6}$ kg ($2,10 \cdot 10^{-4}$ kg pour la DVT)

Produits complémentaires pris en compte pour la mise en œuvre :

Agrafes (4 par m²) : $1,60 \cdot 10^{-5}$ kg ($8,00 \cdot 10^{-4}$ kg pour la DVT)

Concernant la pose de l'isolant Métisse, le scénario retenu pour l'ACV consiste en une pose agrafée, celle-ci étant conseillée pour la bonne tenue dans le temps du matériau. En effet, elle permet ainsi d'éviter son affaissement dans la paroi.

Résultats de l'évaluation environnementale : FDES Métisse M épaisseur 100mm - décembre 2012_V6

Contribution du produit aux impacts environnementaux			Valeur par UF	Valeur pour toute la durée de vie (50 ans)
Impact environnemental				
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Totale		1,87	9,36.10 ¹
	Renouvelable		3,45.10 ⁻²	1,72
	Non renouvelable		1,84	9,19.10 ¹
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)			6,08.10 ⁻⁴	3,04.10 ⁻²
Consommation d'eau totale (litre)			3,05.10 ⁻¹	1,53.10 ¹
Déchets solides (kg)	Valorisés		2,36.10 ⁻³	1,18.10 ⁻¹
	Dangereux		1,72.10 ⁻⁶	8,58.10 ⁻⁵
	Non dangereux		5,89.10 ⁻²	2,95
	Inertes		4,73.10 ⁻⁴	2,36.10 ⁻²
	Radioactifs		7,49.10 ⁻⁶	3,75.10 ⁻⁴
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)			7,27.10 ⁻²	3,64
Acidification (kg SO ₂ eq.)			3,00.10 ⁻⁴	1,50.10 ⁻²
Pollution de l'air (m ³)			5,36	2,68.10 ²
Pollution de l'eau (m ³)			2,22.10 ⁻²	1,11
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)			1,59.10 ⁻¹¹	7,95.10 ⁻¹⁰
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)			1,32.10 ⁻⁵	6,58.10 ⁻⁴

Données extraites de la FDES « Métisse épaisseur 100 mm » téléchargeable sur la base INIES. Plus d'informations sur les impacts environnementaux du produit sont disponibles dans la FDES téléchargeable sur le site du CD2E et auprès du fabricant.

BLOCS MONOMUR COGETHERM®

Présentation du produit

Les monomurs de pierre ponce Cogetherm® sont principalement constitués de blocs auto-isolants Cogetherm®, de mortier isolant et de béton. Les blocs, produits par 9 fabricants dont Cogebloc et le groupe Michal, sont constitués de 92% de pierre ponce naturellement isolante et de 8% de clinker pur. Le fait qu'ils soient en majeure partie constitués de pierre ponce, issue de la roche volcanique, confère à ces blocs une isolation thermo-acoustique : il n'y a pas besoin de rajouter d'isolant, ou alors de très faible épaisseur pour répondre aux exigences réglementaires. Le produit assure une isolation à vie avec une homogénéité exemplaire, qui permet une autorégulation de la température intérieure pour garantir le confort d'hiver et d'été. Le mortier isolant permet d'avoir une paroi homogène en terme de performance thermique et le fait que le matériau soit hydrophobe empêche les remontées par capillarité. Le bloc est ouvert à la diffusion de vapeur d'eau. Les blocs sont durcis par séchage et non par cuisson, il n'y a donc pas de grosse consommation énergétique pour leur production, qui émet donc moins de pollution.

De plus ce type de construction est parfaitement combinable avec des structures en bois, notamment pour les sous-bassement ou les sous-sols du fait de son faible taux d'absorption.

Aspects environnementaux

Ce produit est issu d'une mesure d'éco-conception, qui permet de réaliser un mur monocouche assurant à la fois la fonction structurelle et isolante. Cette mesure n'est pas spécifiquement décrite dans le guide, mais elle comporte des aspects similaires aux fiches de la série « murs ».

Avantages environnementaux du produit :

- Apport de performance isolante intrinsèquement
- Fabrication peu polluante, et sans cuisson (séchage naturel)
- 100% recyclable
- Faible consommation énergétique pour la fabrication
- Matériau hydrophobe (moins de 0,3% d'humidité), ce qui assure un mur sec, sain et perspirant, tout en annulant les risques de remontées par capillarité.



www.cogetherm.com

Caractéristiques du produit étudié

Unité fonctionnelle : Assurer une fonction de mur porteur sur 1 m² de paroi pendant une annuité, tout en assurant les performances thermique (Résistance thermique de 2,40 K.m².W⁻¹) et acoustique (Indice d'affaiblissement pondéré : RW = 41 dB) prescrites du produit.

L'assemblage est mis en oeuvre dans les règles de l'art au moyen d'une grille de pose.

Durée de vie : 100 ans

Produit

La fonction est assurée par un mur de blocs monomur en béton de pierre ponce, de dimension nominales 500 x 200 x 350 mm, creux, à onze rangées de lame d'air.

Bloc Cogetherm :	Valeur pour l'UF :	2,32kg
	Valeur pour la DVT :	232 kg

Emballages de distribution

Palette (avec un taux de rotation de 20 mouvements) :	2,26.10 ⁻³ kg	(2,26.10 ⁻¹ kg pour la DVT)
Cerclage en polyéthylène basse densité :	2,96.10 ⁻⁵ kg	(2,96.10 ⁻³ kg pour la DVT)

Produits complémentaires pris en compte pour la mise en oeuvre :

Mortier de pose :	1,34.10 ⁻¹ kg	(1,34.10 ¹ kg pour la DVT)
Eau :	1,83.10 ⁻² litres	(1,83 litres pour la DVT)

Résultats de l'évaluation environnementale: FDES Monomur COGETHERM - septembre 2009

Contribution du produit aux impacts environnementaux			Valeur par UF	Valeur pour toute la durée de vie (100 ans)
Impact environnemental				
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Totale		4,32	4,32.10 ²
	Renouvelable		1,17.10 ⁻¹	1,17.10 ¹
	Non renouvelable		4,20	4,20.10 ²
Épuisement de ressources (kg Sb eq.)			1,81.10 ⁻³	1,81.10 ⁻¹
Consommation d'eau totale (litre)			1,66	1,66.10 ²
Déchets solides (kg)	Valorisés		2,26.10 ⁻³	2,26.10 ⁻¹
	Dangereux		1,93.10 ⁻⁵	1,93.10 ⁻³
	Non dangereux		4,54.10 ⁻⁴	4,54.10 ⁻²
	Inertes		2,45	2,45.10 ²
	Radioactifs		1,93.10 ⁻⁵	1,93.10 ⁻³
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)			3,92.10 ⁻¹	3,92.10 ¹
Acidification (kg SO ₂ eq.)			3,84.10 ⁻³	3,84.10 ⁻¹
Pollution de l'air (m ³)			4,09.10 ¹	4,09.10 ³
Pollution de l'eau (m ³)			8,84.10 ⁻²	8,84
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)			9,66.10 ⁻¹²	9,66.10 ⁻¹⁰
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)			7,74.10 ⁻⁵	7,74.10 ⁻³

Données extraites de la FDES « Mur en maçonnerie de blocs Monomur Cogetherm » téléchargeable sur la base INIES.

Plus d'informations sur les impacts environnementaux du produit sont disponibles dans la FDES et auprès du fabricant.

BLOC CELLUMAT

Présentation du produit

Les blocs de béton cellulaire Cellumat sont à la fois porteurs et d'excellents isolants thermiques. Ainsi leur utilisation permet de considérablement diminuer la couche d'isolant, voire même de la supprimer pour atteindre les objectifs réglementaires.

Ces blocs ont une conductivité thermique intéressante : $\lambda=0,09$ W/mK, ce qui permet d'obtenir de très bonnes valeurs de résistance thermique. Cette faible conductivité thermique est due au fait que ces blocs sont constitués à 80% de microcellules d'air, qui ralentissent les flux thermiques et isolent le matériau. Les 20% restants sont des matières premières naturelles qui sont : 60% de sable silicieux (en provenance de l'estuaire de la mer du Nord qu'il faut désensabler régulièrement), 17% de ciment, 13% de chaux, 8% de béton cellulaire recyclé, 2% d'anhydrite, et une petite portion (0,05%) de poudre d'aluminium.



Aspects environnementaux

Ce produit est issu d'une mesure d'éco-conception, qui permet de fabriquer un mur monocouche assurant à la fois la fonction structurelle et isolante. Pour plus d'informations, consulter la fiche CER-07 du chapitre 4.

Avantages environnementaux du produit :

- Apport de performance isolante intrinsèquement
- Peu d'énergie à la fabrication
- Sur le chantier, le béton est collé : peu d'utilisation d'eau.
- Il faut 1m^3 de matières premières pour créer 5m^3 de béton cellulaire : économies en poids et en matières premières

Caractéristiques du produit étudié

Unité fonctionnelle : 1m^2 de bloc de béton cellulaire (sans parement, nu) de 200mm d'épaisseur (600x200x250mm), assurant la fonction de mur porteur et ayant une résistance thermique de $2,10\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ (pour une pose type tenon-mortaise c'est-à-dire à joints verticaux secs) soit $\lambda=0,09$ (W/m²K).

Produit

- Le produit étudié est le Bloc 600x200x250mm
- Soit 6,67 blocs /m²
- Soit 70 kg/m²

Emballages de Distribution (nature et quantité) :

- Palette en bois 9m^2 par palette.
- House PE : 0,0037 Kg /UF
- Cerclage en nylon : 0,0084 Kg/UF

Produits complémentaires pris en compte pour la mise en œuvre :

- Mortier colle (et son emballage et l'énergie nécessaire à son mélange) : Cellucol 3,6kg par m² de bloc posé (pour une pose type tenon-mortaise c'est-à-dire à joints verticaux secs)
 - Maillet, scie, truelle, chemin de fer, planche à poncer, et feuille à poncer (et leurs emballages)
- Lors de la mise en œuvre le fabricant fourni 2% de blocs en plus, il a donc été considéré un taux de chutes de 2%.

Caractéristiques techniques

Classe de densité	(kg/m ³)	MVn350
Résistance à la compression Rcn	(N/mm ²)	3.0
Conductivité thermique l	(W/mK)	0.09
Conductivité thermique U	(W/m ² K)	0.48
Résistance thermique Rthu	(m ² K/W)	2.10
Résistance au feu E.I.	(min.)	360

Résultats de l'évaluation environnementale: FDES Bloc 600x200x250mm – décembre 2010

Contribution du produit aux impacts environnementaux

Impact environnemental		Valeur par UF	Valeur pour toute la durée de vie (100 ans)
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Totale	4,78	4,78.10 ²
	Renouvelable	7,35.10 ⁻¹	7,35.10 ¹
	Non renouvelable	4,05	4,05.10 ²
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)		1,61.10 ⁻³	1,61.10 ⁻¹
Consommation d'eau totale (litre)		2,15	2,15.10 ²
Déchets solides (kg)	Valorisés	4,33.10 ⁻³	4,33.10 ⁻¹
	Dangereux	2,15.10 ⁻⁴	2,15.10 ⁻²
	Non dangereux	2,52.10 ⁻³	2,52.10 ⁻¹
	Inertes	9,53.10 ⁻¹	9,53.10 ¹
	Radioactifs	1,08.10 ⁻⁵	1,08.10 ⁻³
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)		3,68.10 ⁻¹	3,68.10 ¹
Acidification (kg SO ₂ eq.)		7,68.10 ⁻⁴	7,68.10 ⁻²
Pollution de l'air (m ³)		2,02.10 ¹	2,02.10 ³
Pollution de l'eau (m ³)		1,05.10 ⁻¹	1,05.10 ¹
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)		2,41.10 ⁻¹⁰	2,41.10 ⁻⁸
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)		2,50.10 ⁻⁵	2,50.10 ⁻³

Données extraites de la FDES « Bloc Cellumat 600x200x250mm » téléchargeable sur la base INIES. Plus d'informations sur les impacts environnementaux du produit sont disponibles dans la FDES et auprès du fabricant.

PEINTURE MINERALE D'INTERIEUR KEIM OPTIL-PLUS

Présentation du produit

KEIM Optil-Plus est une peinture minérale à base d'un double liant silicate de potassium / sol de silice, commercialisée par le groupe KEIM. C'est un produit labélisé NaturePlus, qui émet peu de COV (Étiquetage sanitaire : A+) Cette peinture ne contient pas de solvant. Elle ne contient pas non plus de conservateurs car elle possède un liant minéral qui lui confère des propriétés alcalines naturelles qui la préservent. Contrairement aux peintures organiques, il s'agit d'un revêtement microporeux qui est donc perspirant : les murs restent secs même en cas d'humidité importante, ce qui réduit le risque d'apparition de moisissures. De plus, cette peinture à faible impact permet d'améliorer le confort hygrométrique, d'une part par sa grande perméabilité à la vapeur d'eau, d'autre part car elle absorbe l'humidité pour la restituer peu à peu.

Aspects environnementaux

Ce produit est issu d'une mesure d'éco-conception, qui permet de concevoir une peinture sans solvant afin de réduire la pollution aux COV. Pour plus d'informations, consulter la série de fiches PIN du chapitre 4, notamment la fiche PIN-02.

Avantages environnementaux et sanitaires :

- Pas de solvant, pas de plastifiant, pas de conservateurs
- Grande perméabilité à la vapeur d'eau
- Peu d'émissions de COV

Caractéristiques du produit étudié

Unité fonctionnelle : Recouvrir 1m² de mur intérieur pendant 30 ans (durée de vie typique) dans le respect des préconisations de la fiche technique.



www.matériaux-naturels.fr

Produit

Caractéristiques	Unité	Quantité
Nombre de couches nécessaires	couches couche	2
Volume de peinture nécessaire	l/m ²	0,25
Densité de la peinture	kg/l	env. 1,42
Masse de peinture nécessaire	kg/m ²	0,355

Composition	
Liant	18%
Pigments	15%
Charges	38%
Eau	26%
Autres composants	3%

La durée de vie typique du revêtement (DVT) de KEIM Optil Plus est de 30 ans.

- Le produit est disponible en différents types de conditionnements. En règle générale, il s'agit de seaux de 5 l et de 15 l, ainsi que de bidons de 1 l pour certaines teintes.
- Le taux de perte lors de la production des peintures minérales d'intérieur chez KEIMFARBEN est estimé à environ 1,5 %.
- L'application de la peinture minérale d'intérieur nécessite l'emploi d'équipements qui sont indiqués dans la fiche technique et qui ont également été considérés dans le calcul des flux.
- Aucun entretien n'est nécessaire dans le cadre d'une utilisation normale
- La fin de vie du produit n'a pas été prise en compte car la quantité de peinture présente sur un mur intérieur est négligeable.

Contribution du produit aux impacts environnementaux			Valeur par UF	Valeur pour toute la durée de vie (100 ans)
Impact environnemental				
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Totale		$3,15 \cdot 10^{-1}$	9,44
	Renouvelable		$8,50 \cdot 10^{-3}$	$2,55 \cdot 10^{-1}$
	Non renouvelable		$3,06 \cdot 10^{-1}$	9,18
Épuisement de ressources (kg Sb eq.)			$1,28 \cdot 10^{-4}$	$3,83 \cdot 10^{-3}$
Consommation d'eau totale (litre)			$3,16 \cdot 10^{-1}$	9,49
Déchets solides (kg)	Valorisés		$1,20 \cdot 10^{-5}$	$3,61 \cdot 10^{-4}$
	Dangereux		0	0
	Non dangereux		$5,88 \cdot 10^{-4}$	$1,76 \cdot 10^{-2}$
	Inertes		$3,56 \cdot 10^{-4}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$
	Radioactifs		0	0
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)			$1,45 \cdot 10^{-2}$	$4,35 \cdot 10^{-1}$
Acidification (kg SO ₂ eq.)			$7,36 \cdot 10^{-5}$	$2,21 \cdot 10^{-3}$
Pollution de l'air (m ³)			$6,65 \cdot 10^{-1}$	$2,00 \cdot 10^1$
Pollution de l'eau (m ³)			$7,96 \cdot 10^{-3}$	$2,39 \cdot 10^{-1}$
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)			$2,49 \cdot 10^{-9}$	$7,46 \cdot 10^{-8}$
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)			$7,36 \cdot 10^{-5}$	$2,21 \cdot 10^{-3}$

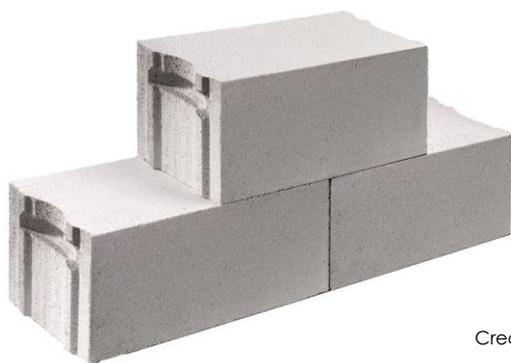
Données extraites de la FDES «Peinture minérale d'intérieur KEIM Optil-Plus» téléchargeable sur la base INIES.

Plus d'informations sur les impacts environnementaux du produit sont disponibles dans la FDES et auprès du fabricant.

BLOC Ytong Thermopierre

Présentation du produit

Le bloc YTONG Thermopierre de Xella Thermopierre (constitué de sable, d'eau et de chaux) est un bloc monomur permettant à la fois de porter le bâtiment et d'isoler. Ainsi leur utilisation permet de considérablement diminuer la couche d'isolant, voire même de la supprimer pour atteindre les objectifs réglementaires. En plus d'avoir une bonne résistance thermique (de 3,54 à 4,22 m².K/W pour des épaisseurs de 30 et 36,5 cm, ces blocs légers, rapides à installer (pose à joint mince de mortier colle exclusivement), résistants au feu (classe A1), de bonne résistance mécanique. Le système constructif constitué de blocs à joints verticaux collés ou emboîtés et de quelques pièces accessoires est également utilisable en zones sismiques. Le produit bénéficie du label Nature Plus.



Credit photo : Xella Thermopierre



Aspects environnementaux

Ce produit est issu d'une mesure d'éco-conception, qui permet de réaliser un mur monolithique assurant à la fois la fonction structurelle et isolante. Cette mesure n'est pas spécifiquement décrite dans le guide, mais elle comporte des aspects similaires aux fiches de la série « murs ».

Avantages environnementaux du produit:

- Apport de performance isolante intrinsèquement
- Pas besoin de rajouter d'isolant
- Correction des ponts thermiques: gain sur la consommation d'énergie lors de l'utilisation
- Ouvert à la diffusion de vapeur d'eau
- Réduction des déchets sur chantier
- faible nuisance sonore lors de la mise en œuvre du système
- poids au m² manutentionné sur chantier inférieure à celui des maçonneries traditionnelles
- classé A+ vis-à-vis des COV

Caractéristiques du produit étudié

Unité fonctionnelle : Assurer la fonction de mur porteur sur 1 m² de paroi d'épaisseur 30 cm et la fonction d'isolation thermique (résistance thermique de 3,21 m².K/W sur mur non enduit) pendant une année. L'unité fonctionnelle a une masse de 104 kg et une durée de vie typique de 100 ans.

Produit

Nombre de blocs par m² de mur : 6,4

Masse volumique du matériau : 350 kg/m³

Masse unitaire d'un bloc d'épaisseur 30 cm : 16,3 kg

Soit 104 kg de béton cellulaire par m² (flux de référence de 1,04 kg pour une année)

Emballages de Distribution:

Les produits sont conditionnés sur palettes bois non traité et protégés par une housse plastique en polyéthylène recyclable.

Housse : 0,115 kg par unité fonctionnelle.

Palette bois : 3,2 kg par unité fonctionnelle.

Produits complémentaires pris en compte pour la mise en œuvre :

Mortier colle PREOCOL

Quantité de mortier 7,5 kg/m² de mur soit : 0,075 kg par unité fonctionnelle.

Les enduits ne sont pas pris en compte dans l'étude.

Taux de chutes lors de la mise en œuvre : 2,5%

Caractéristiques techniques		
Densité	(kg/m ³)	350
Charges admissibles centrées	tonnes/ml	18
Charges admissibles excentrées	tonnes/m	13,8
λ	(W/m ² .K)	0,09
Résistance thermique	(m ² .K/W)*	3,54
Up	(W/m ² .K)*	0,28
Affaiblissement acoustique	(dB)	48

*Enduit 1 face + plaque de plâtre

Résultats de l'évaluation environnementale : FDES Blocs en béton cellulaire ep. 30 cm – novembre 2007

Contribution du produit aux impacts environnementaux				
Impact environnemental			Valeur par UF	Valeur pour toute la durée de vie (100 ans)
Consommation de ressources énergétiques (MJ)	Totale		5,85	584,9
	Renouvelable		0,35	35,3
	Non renouvelable		5,50	549,6
Epuisement de ressources (kg Sb eq.)			1,90.10 ⁻³	0,19
Consommation d'eau totale (litre)			3,21	320,7
Déchets solides (kg)	Valorisés		0,11	11,11
	Dangereux		0,0005	0,05
	Non dangereux		0,04	3,74
	Inertes		1,10	109,73
	Radioactifs		1,28.10 ⁻⁵	1,28.10 ⁻³
Changement climatique (kg CO ₂ eq.)			0,49	48,7
Acidification (kg SO ₂ eq.)			0,001	0,1
Pollution de l'air (m ³)			27,17	2717,4
Pollution de l'eau (m ³)			0,68	68,2
Destruction de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)			3,30.10 ⁻¹⁰	3,30.10 ⁻⁸
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)			3,21.10 ⁻⁵	3,21.10 ⁻³

Données extraites de la FDES « Mur en maçonnerie de blocs en béton cellulaire d'épaisseur 30 cm » téléchargeable sur la base INIES. Plus d'informations sur les impacts environnementaux du produit sont disponibles dans la FDES et auprès du fabricant.

Remerciements

IHOBE pour la création de ce guide matériaux de construction, que nous avons traduit dans le cadre d'un partenariat entre le Pôle Innovations Constructives, le Cd2e et le Pôle EcoConception et Management du Cycle de Vie.

A ce titre nous remercions particulièrement Damien Bouchard pour cette traduction et coordination de l'ensemble des acteurs du projet.

Nous tenons à remercier pour leur participation de relecture et remarques:

Christele WOJEWODKA, responsable développement durable chez Saint Gobain
Contribution au chapitre 2 et 3

Nicolas CORTESI, Responsable Développement Durable et Métier, FFB Rhône-Alpes
Relecture et correction des chapitres 1, 3 et 4.

Sandra VEYRET, Pôle Innovations Constructives
Relecture, intégration des remarques et l'accueil de Damien BOUCHARD (traducteur)

Aubin ROY et Maude DARUL, du Cd2e
Relecture complet du document



Soutenu par :



Soutenu par :

