

Granulats naturels

Version mise en ligne en avril 2013

1 Unités fonctionnelles

Les données d'inventaire sont définies en fonction du système que l'on étudie. Concernant les granulats naturels l'unité fonctionnelle choisit est la production d'une tonne de matériaux.

Le système comprend :

- la production d'électricité,
- la production de carburant
- la consommation de carburant pour l'acheminement des blocs à l'usine d'élaboration
- la consommation électrique pour l'élaboration de chaque fraction
- la consommation de carburant pour le stockage des matériaux

2 Présentation des process donnant un ICV

2.1 Système de production

Le système de production des matériaux de carrière est présenté de manière succincte dans la figure 1. Le système n'a pas pris en compte la fabrication de l'usine d'élaboration (tapis, crible, concasseur, bâtiment), la fabrication des engins, le réseau de lavage, l'usure des cribles et des concasseurs mais uniquement les énergies permettant le fonctionnement des installations.

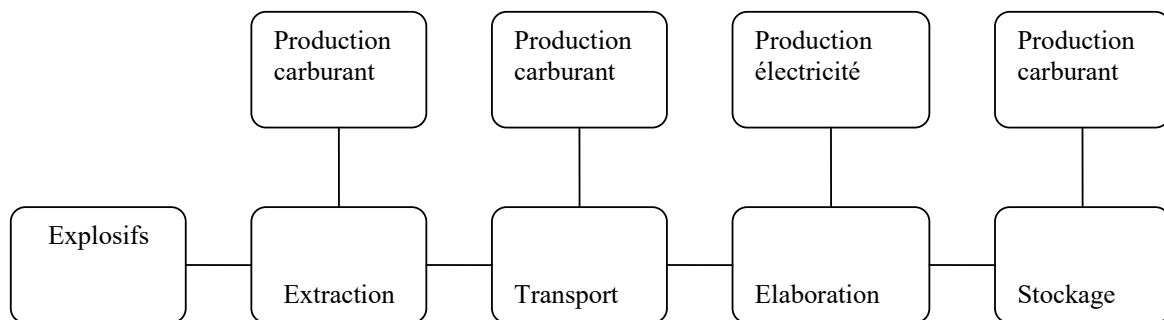


Figure 1: Système de production primaire (2 procédés)

2.2 Système d'utilisation

Le système d'utilisation des granulats est présenté en figure 2.

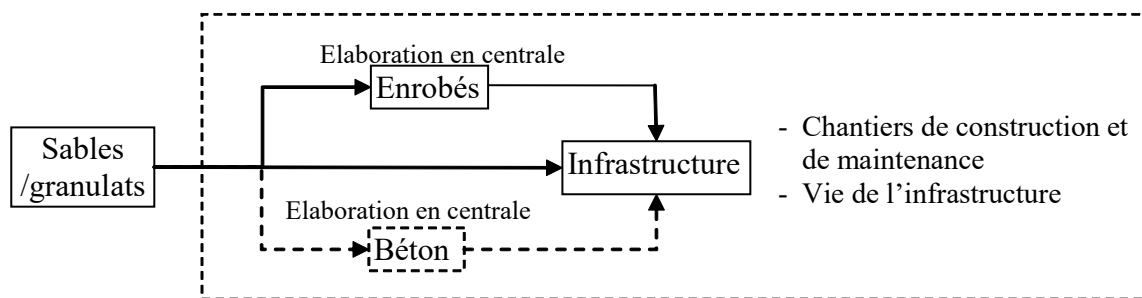


Figure 2: Système d'utilisation des granulats naturels et sables

3 Données disponibles

3.1 Issues du procédés de production primaire

Seul un procédé primaire de production est pris en compte (extraction des granulats) , associé à l'élaboration en usine des granulats avant leur stockage sur le site de la carrière. En amont de ces opérations d'extraction et d'élaboration puis stockage les procédés amont regroupent : la production d'électricité nécessaire au fonctionnement des concasseurs, cribles, tapis, et la production des carburants nécessaires au fonctionnement des engins sur le site notamment dont la prise en compte est décrite dans l'onglet « procédés amont ». Les impacts de la prise en compte des procédés amont ont été étudiés en détails dans une publication internationale (Jullien et al (2012)) suite au questionnement d'experts. En effet, le changement de pays et donc du mode de production de l'énergie induit des impacts amont différents qu'il convient ainsi d'adapter au contexte national considéré. Ces données de production d'énergie sont en particulier disponibles dans les bases Ecoinvent, (2011) , ELCD (2012) ou FD P 01-015. On peut différencier des valeurs françaises ou européennes. Depuis récemment on trouve en ligne les ACV de différentes catégories de granulats sur le site de l'UNPG, nommées "modules d'informations environnementales" suite aux recommandations de DIOGEN.

Tableau 1: Procédés d'aciérie et références ACV correspondantes

| | Production | Elaboration / Stockage | Utilisation |
|-----------------------|--|--|--|
| Processus | Extraction roches massives, meubles | Criblage Concassage Lavage Stockage | Graves non traitées (remblais, couches de fondation et de forme) Enrobés bitumineux |
| Références ACV | Etude de 3 sites dans : Martaud, 2008 Jullien et al, 2012 Etude UNPG (2013) | Martaud, 2008 Jullien et al, 2012 | Chantier RN7 – comparaison granulats /sols traités à la chaux Capony et al, 2013 |

- Données IFSTTAR calculées à partir des principes définis dans la thèse de T. Martaud (2008) (logiciel Module Elaboration des Granulats)

Module d'Elaboration des granulats

Un travail de doctorat (Martaud, 2008) a donné lieu au développement d'un outil éco-comparateur (MEG- pour Module d'Elaboration des Granulats) qui permet à partir d'une installation de carrière décrite par une flotte d'engins et différents équipements

d'obtenir des ICV et calculs d'impacts associés. Les émissions retenues dans le modèle sont celles générées par les activités spécifiques à l'élaboration des granulats, en l'occurrence les tirs d'abattage et l'utilisation des engins de carrière. Les rejets dégagés lors de l'explosion vont dépendre du type et de la quantité d'explosif utilisé. Ils seront donc variables d'un tir à l'autre. Des premiers résultats ont été publiés dans Jullien et al (2012)

Pour la consommation des carburants des engins, les émissions atmosphériques prises en compte dans les calculs du logiciel MEG sont les valeurs limites d'émissions proposées par la réglementation européenne (Directive, 1997 et 2004) (EMEP/CORINAIR, 2003) et pour les moteurs fabriqués avant 1999, les valeurs limites d'émissions proposées par l'U.S. Environmental Protection Agency (Beardsley, 1998).

3.2 Issues de transformation en lien avec l'utilisation

Les granulats sont utilisés généralement soit directement sur le chantier, en couche de forme ou PST ou en mélange avec différents liants pour la partie du corps de chaussées comme montré par la figure 3

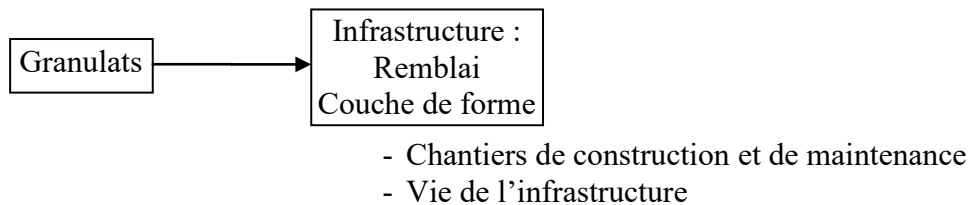


Figure 3: Système d'utilisation des granulats

3.3 Issues de l inventaire

Le tableau 2 récapitule le contenu des systèmes pris en compte dans les données publiées de la littérature.

Tableau 2: Analyses des inventaires concernant l'utilisation des laitiers d'aciérie dans les infrastructures de transport

| <u>Etape du cycle de vie</u> | Matières premières | Transport | Fonctionnement des équipements | Construction des installations | Entretien des installations | Prise en compte des flux liés à la production d'énergie | Stockage du produit |
|------------------------------|--------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|
| | | | | | | | |

4 Bibliographie sur l'ACV sur l'utilisation des granulats naturels

Ces données sont disponibles dans :

- Ecoinvent (2011) en discriminant certaines catégories de matériaux : granulats concassé, granulats roulé, basalte et sable.
- Etude UNPG (2013) : Concernant les ICV, il est possible d'en faire une demande auprès de l'UNICEM. De la même manière et pour plus de détails, il est aussi possible de solliciter l'UNICEM pour obtenir le rapport méthodologique qui encadre la réalisation de ces ACV dont la revue critique,
- Jullien, 2012-1 : Jullien A, Proust C., Martaud T., Rayssac E, Ropert C., Environmental impacts variability of aggregates production Resources Conservation and Recycling, 62: 1-13.2012.

Plusieurs chantiers utilisant soit des graves (RN7, TerDouest) soit des enrobés (Jullien et al, 2013 solution classique) ont été évalués grâce aux ICV disponibles cités ci-dessus.

5 Références

- Beardsley, 1998 : Beardsley M. and Lindhjem C., Exhaust Emission Factors for Nonroad Engine Modeling – Compression - Ignition, *United States Environmental Protection Agency (EPA)*, pp.1, 1998.
- Chappat, 2003 : Chappat M. and Bilal J., 2003. La route écologique du futur. Consommation d'énergie et émission de gaz à effet de serre. *Report from COLAS*, pp 40.
- Cormier,2003 : Cormier B. and Thébeau D., Processus d'élaboration de l'orientation ministérielle sur le choix des types de chaussées de Transports Québec. *Annual congress of transports association of Canada*, St John's (Canada), September 21st-24th. 2003
- Csoke, 1996 : Csoke B., Petho S., Foldesi J. and Mészáros L., Optimization of stone-quarry technologies. *International Journal of Mineral Processing* , **44-45**, 447-459. 1996.
- Directive 97/68/CE : du 16 décembre 1997 sur le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluants provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers
- Directive 2004/26/CE : du 21 avril 2004, modifiant la directive n°97/68/CE sur le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluants provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers
- Ecoinvent, 2011 :Ecoinvent database, march 2011, base n°1540 - CML 2001
<https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>
- Egal, 1996 : Egal E., Guennoc P., Le Goff E., Thiéblemont D., Houlgatte E., Augris C., Hamon D., Lebret P. and Hallégouët B.,. Carte géologique France (1/50 000), feuille Pontrieux-Etables-sur-mer (204), BRGM, Orléans, 1996.
- ELCD, 2011: ELCD database, march 2011,
<https://eplca.jrc.ec.europa.eu>
- EMEP/CORINAIR, 2003 : Atmospheric Emission Inventory Guidebook. European Environment Agency : 3ème édition.

- EPA, 2004 : Report n° NR009c, Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling – Compression – Ignition, United States Environmental Protection Agency.
- FD P01015, 2006 : «*Qualité environnementale des produits de construction*» – Fascicule de données énergie et transport, 2006.
- Flower, 2007 : Flower D., Sanjayan J.G., “Green house gas emissions due to concrete manufacture”. *International Journal of Life Cycle Assessment*, **12(5)**, 282-288, 2007.
- Goedkoop 2001 : Goedkoop M. and Spriensma R., The Eco-indicator 99, a damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, methodology report. *Pré Consultants B.V.* pp.132. 2001
- Horvath, 1998 : Horvath A. and Hendrickson C., “A Comparison of environmental implications of asphalt and steel-reinforced concrete pavements”, *Transportation Research Board*, **1626**, 105-113. 1998,
- Huijbregts, 2000 : Huijbregts M.A.J., Thissen U., Guinée J.B., Jager T., Kalf D., Van de Meent D., et al., Priority assessment of toxic substances in life cycle assessment. Part I. Calculation of toxicity potentials for 181 substances with the nested multimedia fate exposure and effects model USES-LCA. *Chemosphere*, **41**, 541–573. 2000,
- IPPC, 2001 : Integrated Pollution Prevention and Control., Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries. European commission report, pp 127. 2001
- Jullien, 2012-1 : Jullien A, Proust C., Martaud T., Rayssac E, Ropert C., Environmental impacts variability of aggregates production Resources Conservation and Recycling, 62: 1-13.2012.
- Martaud, 2008 : Martaud T. Évaluation environnementale de la production de granulats naturels en exploitation de carrière – Indicateurs, Modèles et Outils - Thèse de l’Université d’Orléans ; soutenue le 22 octobre 2008, 212 p.
- Nouvion, 2009 : Nouvion S., Jullien A., Sommier M. and Basuyau V., Environmental modelling of blast furnace slag aggregates production -, *RMPD*, 10(4), 715-745. 2009
- Miettinen, 1997 : Miettinen P. and Hämäläinen R.P., “How to benefit from decision analysis in environmental life cycle assessment”, *European journal of operational research*, 102, 279-294. 1997
- Peuportier, 2003 : Peuportier B., Analyse de vie d’un kilomètre de route et comparaison de six variantes. Report from *Centre Energétique de l’Ecole de Mines de Paris pour CIM béton*, pp. 48. 2003
- Sayagh, 2010 : Sayagh S., Ventura A., Hoang T., François D. and Jullien A., , Sensitivity of the LCA allocation procedure for BFS recycled into pavement structures, *Resources Conservation and Recycling* , **54**, 348-358. 2010
- Schuermans 2005 : Schuermans A., Rouwette R., Vonk N., Broers J., Rijnsburger H. and Pietersen H., "LCA of Finer Sand in Concrete." *The International Journal of Life Cycle Assessment* **10(2)** 131-135. 2005,
- SETAC, 1993 : Guidelines for Life-Cycle Assessment : a code of practise, Ed. Society of Environmental Toxicology and Chemistry and SETAC Foundation for Environmental Education (Pensacola, USA), pp. 73.
- Stripple, 2001 : Stripple H., Life cycle assessment of road. A pilot study for inventory analysis. *Rapport IVL Swedish Environmental Research Institute*, pp. 96 and appendix. 2001

Tighe, 2001 : Tighe S, "Guidelines for Probabilistic pavement life cycle cost analysis", *Transportation research record*, **1769**, 28-38. 2001

6 Références

| | |
|---------------------------------------|--|
| Auteurs | Christophe Ropert (IFSTTAR) |
| Relecture d'experts | Agnès Jullien (IFSTTAR), Bogdan Muresan-Paslaru (IFSTTAR), Chantal Proust (Université d'Orléans) |
| Relecture bureau | Laurent Château (ADEME) |
| Date de mise en ligne, version finale | avril 2013 |