

MODELING OF A GLASS WOOL PROCESS IN VIEW OF LIFE CYCLE ASSESSMENT (L.C.A.)

Saïcha Gerbinet (1), Roberto Renzoni (1), Vincent Briard (2), Jean-Marie Desert (2) and Angélique Léonard (1)

(1)Laboratory of Chemical Engineering – Processes and sustainable development - University of Liège, Belgium, B6, allée de la chimie 3, 4000 Liège, Saïcha.Gerbinet.ulg.ac.be, Phone : +32 4366 3547.

(2)

(3)Knauf Insulation Sprl, Head of Statedy and Sustainable Development, Axis Parc, Rue E. Francqui, 1435 Mont-St-Guibert, Belgium

(4)Knauf Insulation Sprl, HSSE Manager, Rue de Maestricht 95, 4000 Visé, Belgium

Abstract

In the construction industry, taking into account environmental aspects has become unavoidable. In France, environmental and sanitary statements for building products (“Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires” (FDE&S)) have been developed. The environmental part of the statement is based on Life Cycle Assessment. So, Knauf Insulation, glass wool producer for the French market, has started to evaluate the environmental impacts of its processes in view of FDE&S drafting. The Glass wool life cycle has been modeled in the GaBi software with industrial data. Adjustable parameters have been introduced to allow application of the model to all Knauf Insulation products, facilitating the creation of FDE&S for these products.

This model is also used for eco-conception, with LCA results pinpointing life cycle leaks. Moreover, modifications in the model can highlight environmental impacts of changes in the process, therefore helping to determine the most relevant improvements.

The model along with the main results for the eco-conception strategy will be presented. The interest in developing a model based on the different stages in the life cycle of a product or product range will be clarified.

Keywords

LCA – modeling – FDE&S – glass wool – eco-conception

INTRODUCTION

The building sector is facing an increasing need to take into account environmental aspects of the life cycle of its products. In France, for instance, environmental and sanitary statements (“Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires” (FDE&S)) have been developed. The environmental part of the statement is based on Life Cycle Assessment Analysis. Knauf Insulation, a glass wool producer for the French market, has started to evaluate the environmental impact of its processes in view of FDE&S realization.

We have developed a model, in the LCA software GaBi 5, containing specific adjustable parameters for assessing the life cycles of all Knauf Insulation products. This model can then be used for FDE&S creation or eco-conception. We first describe the life cycles of the products, and then present the model and the way it has been used.

THE PRODUCTS LIFE CYCLE

The studied products are glass wools produced by Knauf Insulation. They are manufactured in 2 factories, one in Liège province (Belgium) and the other in Sarthe region (France). Both factories work on similar pathways. Firstly, the raw materials (sand, limestone and soda ash, as well as recycled off-cuts from the production process, borax and sodium carbonate) are weighed and mixed. Also, Knauf Insulation uses a large amount of recycled glass (cullet) for its production, more than 60% in both plants, even though a small amount of sand is always necessary to ensure the glass wool properties. The mixing is sent to a furnace at very high temperature (1350°C). The furnace is heated by a combination of two techniques: oxycombustion and electricity. Therefore, three sources of energy are used: oxygen, natural gas and electricity.

Secondly, the melted material is fiberized and the binder is added, a process called forming. Knauf Insulation uses a special binder with ECOSE Technology which is a new, formaldehyde-free binder. The wool mattress is then made by aspirating the glass wool with ventilators between two conveyor belts. The mattress thickness is defined by the space in between the conveyor belts. For some products, a glass veil is added on one or both sides.

Thirdly the mattress is placed in a natural gas oven at 250°C in order to cure the binder. It is then cooled and its density is controlled by X-ray analysis. Finally, the mattress is cut and packed.

As mentioned before, the two factories have the same overall production process, but small differences exist.

Finally, the product is transported to the user, who insulates his building with it. The life expectancy of the wool is the same as the building, roughly 50 years. At the end of life, the wool is generally considered as landfilled.

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)

The LCA has been conducted for the creation of FDE&S, therefore the NF P01-010 has been used as reference. In this norm, the CLM methodology is mostly used. The study boundaries are from raw materials extraction to product end of life, and the functional unit is the production of the thermal isolation function on 1 m² during 1 year.

THE MODEL

In the FDE&S, five steps are considered: production, transport, implementation, use and end of life. The model, summarized in figure 1, has been built following this segmentation but some adaptations have been made:

- The production and transport steps are divided in two branches, one for each factory, in order to take into account the small differences between them.
- The use phase of the product was not modelled because there are no impacts associated with this step.

In GaBi, the phases of the life cycle can be modelled by plan. A plan can contain processes or other plans, and for each process, parameters can be added. In this study, parameters were defined so as to use the same model for all Knauf Insulation products. For example, a parameter determines the sale share of each factory, which varies from one product to another.

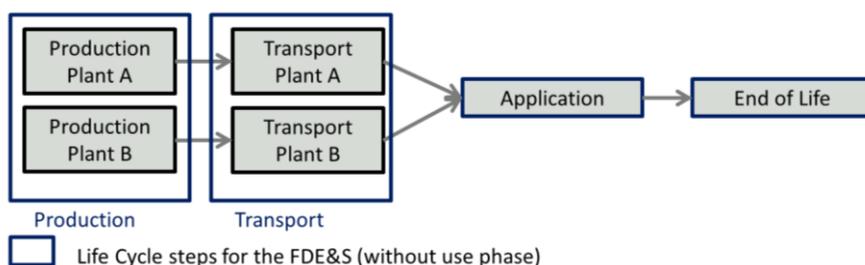


Figure 1: Diagram of the developed model

RESULTS

FDE&S for different products have been made with this model simply by tuning the parameters. Moreover, this model can be used to examine the life cycle of these products in different ways. For instance, it is possible to differently group the life cycle steps, as in figure 2. In this figure, the two plants are called A and B and the plant A share is higher. Other possibilities are to go in more detail and examine each process individually or to determine which process has the highest impact in a particular category.

Different methodologies can also be used to examine the results (figure 3), and the most influential categories can be viewed for each product (figure 4) or process.

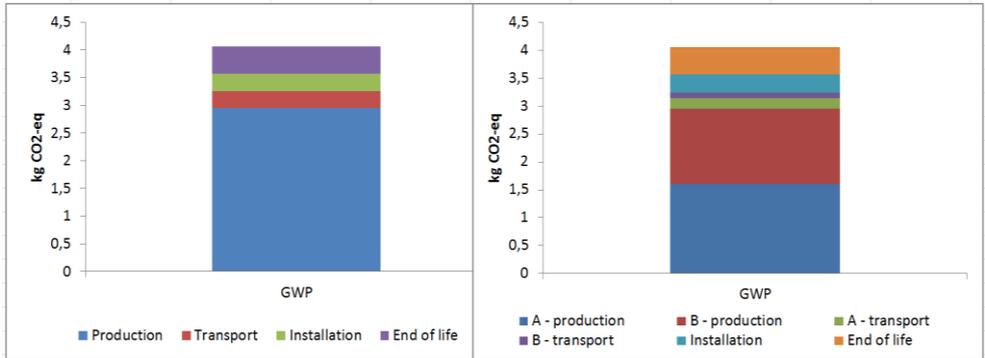


Figure 2: Global Warming Potential (GWP – 100 years with CML2001 - Nov. 2010) of a standard product for pitched roof application with the life cycle step like in the FDE&S on the left and with another grouping on the right (share plant A is higher).

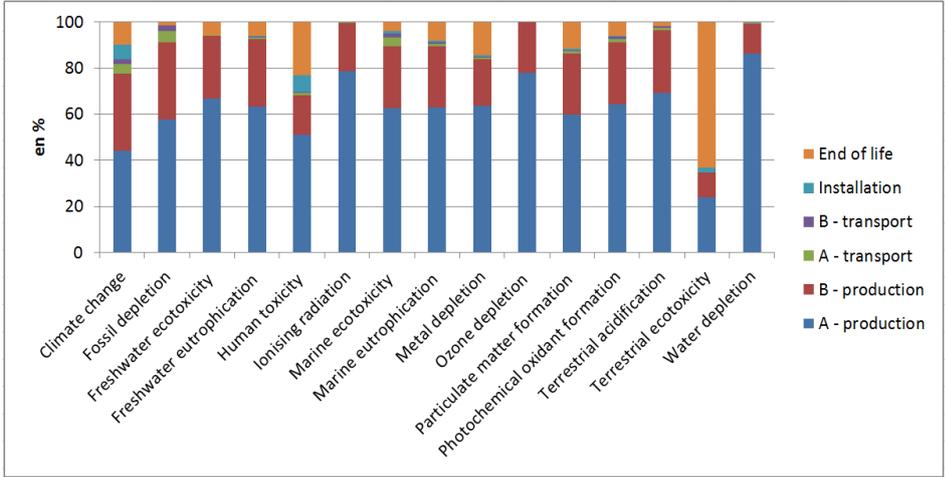


Figure 3: Characterization with ReCiPe in MidPoint for a standard product for pitched roof application (share plant A is higher).

The model also allows to make hypotheses, like a change in electrical supply, and to understand their environmental impacts. Furthermore, the plants can be studied together or individually. For example, the impact of using only renewable electricity at plant B can be measured in two ways: for the plant B only and for the product when production share stay the same. This is illustrated in figure 5. If only the plant B is considered, the use of wind electricity instead of the country mix partially reduces the GWP. Nevertheless, the GWP is mostly related to the natural gas combustion and so stays high. When the product is made in both plants (share plant A is higher), the GWP is smaller because plant A uses proportionally less natural gas. Nevertheless, the use of wind electricity in plant B reduces the GWP even if its production share is smaller, because plant B has a higher GWP. This type of reasoning can also be used for other assumptions or environmental impacts. For example, the percentage of cullet, the product density, etc. are also examined. Taking into account several impacts categories is necessary to avoid an impact transfer. Moreover, studying the differences between the two plants shows where improvements can be made.

Finally, understanding how process modification will influence environmental performances will lead to better informed choices.

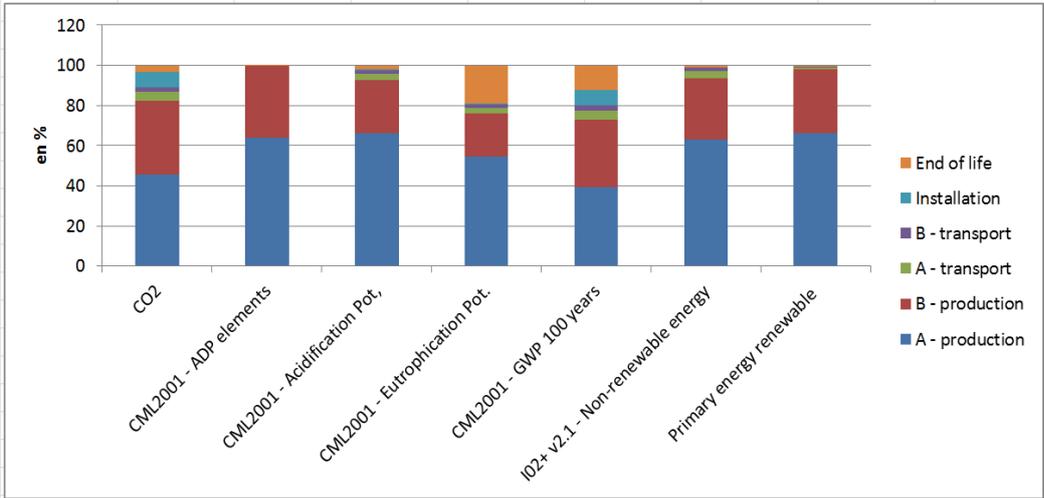


Figure 4: Combination of the most relevant impacts categories for a standard product for pitched roof application (share plant A is higher).

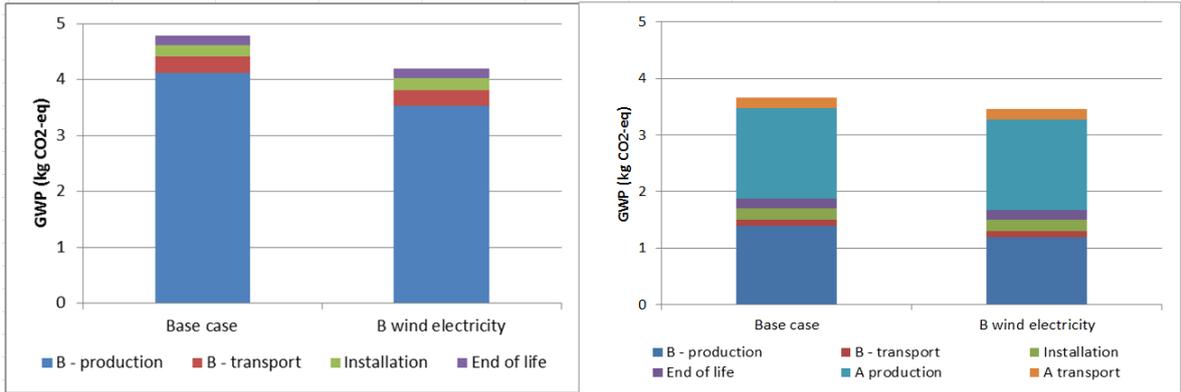


Figure 5: Impact of the electricity supply on the Global Warning Potential (GWP – 100 years with CML2001 - Nov. 2010) of a standard product for pitched roof application when only plant B is considered (on the left) and when the product supply stays equal (on the right).

CONCLUSIONS

The proposed model examines the entire life cycle of all glass wool products produced by Knauf Insulation on both plants. From this model, FDE&S and eco-conception can be developed. In fact, it can show the environmental impacts in the most relevant categories of process modifications like change in energy supply.

Résumé

L'intégration des données environnementales dans le secteur de la construction est devenue incontournable. En France, cela s'est traduit par la mise en place de Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDE&S) pour les produits de construction. La partie environnement de ces fiches doit être basée sur une ACV du produit. C'est ainsi que Knauf Insulation, société fabriquant des isolants à base de laine de verre commercialisés notamment en France, a décidé d'évaluer l'impact environnemental du procédé permettant la fabrication de ses différents produits, en préalable à la réalisation des FDE&S correspondantes. Le procédé a été modélisé dans GaBi 5 sur base des données industrielles, avec l'introduction d'un certain nombre de paramètres ajustables permettant de réaliser l'ACV de la plupart des produits de la gamme. Ce modèle pourra également être utilisé dans une logique d'éco-conception. Le cycle de vie des produits va d'abord être brièvement présenté avant que ce soit le cas du modèle et des résultats.

CYCLE DE VIE

Les laines de verre sont produites dans deux usines, une dans la région de Sartres (France) et l'autre dans la province de Liège (Belgique). Le principe de fonctionnement de ces deux usines est similaire bien que de légères différences existent.

Les matières premières pour la laine de verre sont du sable, de la chaux, du verre recyclé (cullet interne et externe) ainsi que du borax et du carbonate de sodium. Ce mélange est mis dans un four chauffé à très haute température (1350 °C) en combinant un chauffage par oxy-combustion et électrique. Ensuite, la matière en fusion est fibrisée et le liant lui est ajouté. Knauf Insulation utilise un liant sans formaldéhyde avec la Technologie ECOSE. Le matelas de laine de verre est ensuite formé par aspiration sur un tapis roulant. L'épaisseur du matelas est ajustée lorsqu'il passe entre deux tapis roulant dont l'écartement est réglable. Pour certains produits, un voile de verre est ensuite ajouté.

Le liant est ensuite cuit en passant dans une étuve à prêt de 250°C. Le matelas est refroidi et son épaisseur est contrôlée grâce à une sonde à rayon X. La laine de verre est ensuite coupée aux bonnes dimensions et emballée.

La laine de verre est ensuite transportée jusqu'à l'utilisateur et mise en place. Sa durée de vie est la même que celle du bâtiment (soit 50 ans). En fin de vie, la laine est généralement mise en décharge.

ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV)

L'unité fonctionnelle de l'Analyse du Cycle de Vie est la réalisation de la fonction d'isolation thermique du produit sur une surface de 1 m² pendant un an. Les frontières du système vont de l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie.

MODÈLE

Pour une FDE&S, le cycle de vie d'un produit est réalisé en 5 étapes: la production, le transport, la mise en œuvre, la vie en œuvre et la fin de vie. Cependant, comme il existe des différences entre les deux usines, celles-ci ont été modélisées séparément dans GaBi ainsi que le transport. Les résultats sont simplement additionnés pour la FDE&S. De plus, la phase de vie en œuvre n'est pas modélisée car aucun impact ne lui est associé.

Dans GaBi, les différentes étapes du cycle de vie sont modélisées par des plans. Un plan peut contenir un ou plusieurs autre(s) plan(s) ou des procédés. De plus, des paramètres ajustables ont été utilisés afin de modéliser les différences entre les produits (par exemple, la proportion de produits fabriqués sur chaque usine).

RÉSULTATS

Plusieurs FDE&S pour des produits différents ont été réalisées avec ce modèle simplement en changeant les paramètres. Cependant, le modèle peut être utilisé différemment. Par exemple, les différentes étapes du cycle de vie peuvent être groupées autrement, ou bien il est possible de descendre dans le niveau de détail afin d'examiner l'impact d'un procédé en particulier. Les catégories d'impact les plus pertinentes pour les produits envisagés ont été sélectionnées.

L'impact d'une modification des procédés d'un point de vue environnemental peut également être examiné. Par exemple, l'impact de l'utilisation d'électricité éolienne sur le site A à la place du mix énergétique a été étudié d'une part si uniquement le site A est considéré et d'autre part si la chaîne de production du produit reste semblable (part de production du site B supérieure).

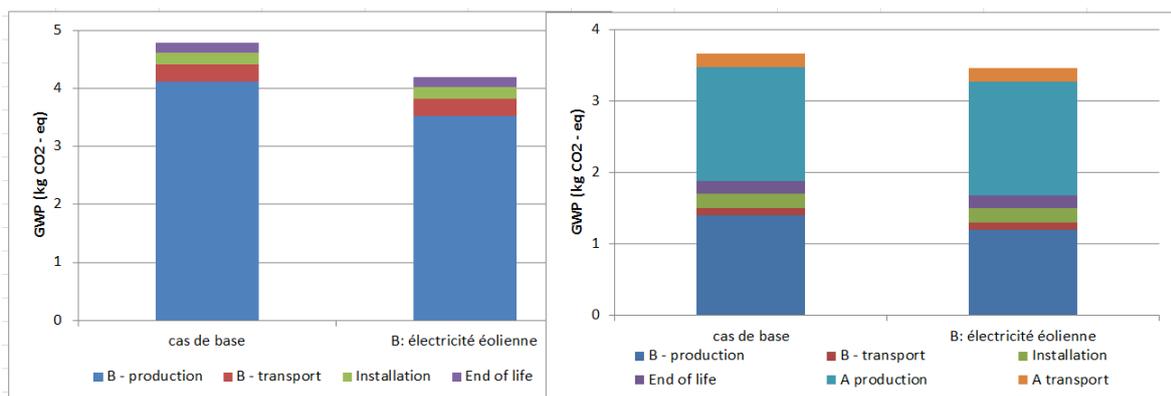


Figure 1: Impact de l'approvisionnement électrique du site A, sur le site A uniquement (à gauche) et la chaîne de fabrication habituelle du produit.

CONCLUSION

La grande souplesse du modèle construit peut être utilisée aussi bien pour la réalisation de FDE&S que dans une logique d'éco-conception.