

# DOSSIER TECHNIQUE

- >> Contexte, définitions et normes
- >> Les outils de calculs
- >> Les bases de données
- >> Limites et difficultés



## Energie Grise dans le bâtiment



2010

Avec les partenaires de ses actions



Ce livret présente le dossier technique VAD dédié à l'énergie grise dans le bâtiment. Il a fait l'objet du dossier du mois de février 2010 qui a été diffusé dans le cadre de la newsletter bi-mensuelle de VAD. Les dossiers du mois les plus sollicités par les adhérents VAD sont édités en livret.

Ce livret a été rédigé avec la collaboration de Bruno Jarno (AJENA).

## SOMMAIRE

1.	Introduction .....	2
2.	Les outils de calcul .....	3
3.	Les bases de données .....	5
4.	Difficultés - Limites.....	6
5.	Pour aller plus loin.....	9

### 1. Introduction

#### ■ Contexte

Le domaine de la construction génère d'importants impacts sur l'environnement (épuiement des ressources, émission de CO<sub>2</sub>, production de déchets etc.). Les nouveaux standards de construction BBC, passif ou encore BEPOS engendrent des bâtiments de plus en plus performants sur le plan des consommations d'énergie en phase d'exploitation et d'occupation. Cette nouvelle donne rend de plus en plus significative l'importance de l'approche « Energie grise » qui prend en compte l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment. C'est-à-dire l'énergie totale dépensée de sa fabrication à son recyclage en passant par son utilisation. En effet face à la diminution constante des consommations d'énergie liée à l'utilisation d'un bâtiment, celles liées à la construction et à la fin de vie de l'ouvrage représente désormais une part prépondérante qu'il convient de ne plus négliger. Moins les bâtiments seront énergivores, plus l'énergie grise prendra une valeur proche de l'énergie d'usage consommée à mi-vie de l'ouvrage.

#### ■ Définition

Pour calculer l'énergie grise d'un produit, on additionne l'énergie dépensée pour :

- la conception du produit,
- l'extraction et le transport des matières premières
- la transformation de ces matières premières en composants
- l'assemblage des composants pour fabriquer le produit final
- la commercialisation du produit
- l'utilisation du produit,
- sa collecte et son recyclage.

Ainsi, il est nécessaire de **quantifier** l'énergie grise d'un bâtiment afin d'optimiser les choix constructifs et de systèmes des bâtiments. Cette demande est d'ailleurs de plus en plus présente dans les appels d'offres et l'équipe de maîtrise d'œuvre doit désormais pouvoir évaluer et quantifier ce paramètre.

De nombreux outils sont actuellement disponibles pour l'évaluation de l'énergie grise et plus globalement de l'analyse de cycle de vie d'un bâtiment et sont associés à des bases de données diverses. Il existe notamment des normes ISO ET NF.

#### ■ Les normes

L'analyse du cycle de vie (ACV) est définie par les normes ISO 14040 et ISO 14044 et s'intitule « Compilation et évaluation des entrants et des sortants, ainsi que des impacts potentiels environnementaux d'un système de produits au cours de son cycle de vie ». En France il existe 2 normes AFNOR :






- La norme P 01-010 concerne les produits de construction. Elle définit un référentiel pour évaluer leurs impacts environnementaux et sanitaires et propose une liste d'impacts à suivre (cf. fiches FDES plus loin)
- La norme P 01-020 définit un cadre méthodologique pour caractériser la qualité environnementale et sanitaire d'un bâtiment.








Ce document présente les principaux outils de calcul et base de données pour l'évaluation de l'énergie grise et permet également de faire un point sur les limites associées à cette évaluation en France à savoir :

- Les différences de valeurs observées pour un même produit,
- La prise en compte du mix énergétique du pays concerné par la fabrication d'un produit,
- Le transport,
- La fin de vie du produit qui disposera d'un traitement ou recyclage probablement différents dans une quarantaine d'année que l'option retenue lors du calcul à l'instant T de l'énergie grise d'un produit,
- Harmonisation des démarches,
- La prise en compte des matériaux consommés pendant la durée de vie d'un bâtiment (maintenance, réparation etc.).

## 2. Les outils de calcul







Ci-dessous sont présentés les principaux outils d'évaluation d'énergie grise et plus globalement d'analyse de cycle de vie d'un bâtiment.







Outil de calcul	Descriptif	Pays	Avis d'expert	Liens
<b>COCON</b> (Logiciel de <b>CO</b> mparaison de solutions <b>CO</b> nstructives, de <b>CO</b> nfort et d' <b>CO</b> 2)	Outil Excel Edition : Cité Maison. Développement par Luc Floissac, chercheur à l'école d'architecture de Toulouse. Base de données : issue d'une compilation des données de différents pays : (France, Suisse,...) → <i>Payant (licence pro : 299€TTC)</i>		Simple d'utilisation Large base de données. Récent, donc qui va évoluer	<a href="http://www.citemaison.fr/">http://www.citemaison.fr/</a>
<b>ELODIE</b>	Logiciel. Evaluation en ligne de la contribution des produits de construction aux impacts environnementaux d'un bâtiment Développement par le CSTB Base de données : base INIES (FDES) → <i>Gratuit mais formation obligatoire (2000 €)</i>		Nécessite un accroissement important du nombre de FDES pour être plus exploitable	<a href="http://ese.cstb.fr/elodie">http://ese.cstb.fr/elodie</a>
- <b>MODULE ECO Ecobat</b>  - <b>MODULE ECO+</b>	Logiciels Analyse de cycle de vie d'un bâtiment modélisé avec Lesosai 6. Outil intégré dans la dernière version de Lesosai. Il fournit uniquement le résultat global de l'écobilan et s'utilise généralement durant la phase de dimensionnement. Base de données : Ecoinvent → <i>Gratuit</i>			<a href="http://ecobat.heig-vd.ch/">http://ecobat.heig-vd.ch/</a>
	Egalement couplé à Lesosai, permet d'obtenir des résultats plus détaillés au niveau des éléments et des matériaux de construction. → <i>Gratuit</i>			
- <b>ECOBAT 3.0</b>	Logiciel indépendant de modélisation d'un bâtiment et de réalisation d'un écobilan des plus détaillés. Fonctionnalités supplémentaires par rapport aux modules ECO et ECO+. → <i>Payant (Prix par licence: 538 CHF taxes comprises)</i>			

<b>EQUER</b>	Module d'analyse environnementale associé à PLEIADES + COMFIE permettant de calculer 12 paramètres environnementaux en fonction des résultats de la simulation PLEIADES, de bases de données d'analyse de cycle de vie et de différentes caractéristiques sur les bâtiments étudiés (mode de gestion de déchets, éloignement d'un centre...) Edition : IZUBA énergies → Payant (598 euros TTC)		Performant, mais très complexe. Outil intégré à la simulation thermique dynamique	<a href="http://www.izuba.fr/equer.htm">http://www.izuba.fr/equer.htm</a>
<b>TEAM™ BATIMENT</b>	Logiciel. Analyse de Cycle de Vie de produits d'Ecobilan → Gratuit - payant en version détaillée		Peu développé	<a href="http://www.teambatiment.com/fr">www.teambatiment.com/fr</a>
<b>ECOSOFT WBF</b>	Outil Excel. Programme pour l'analyse environnementale des bâtiments. Même approche que COCOON. Base des données : « Ökoindikator OI3 » Développement par le IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie) En allemand → Payant (80 euros HT)			<a href="http://www.ibo.at/de/ecosoft.htm">http://www.ibo.at/de/ecosoft.htm</a>
<b>BEES 4.0</b> (Building for Environmental and Economic Sustainability : Life-Cycle Analysis (LCA) tool)	Logiciel. Programme mesurant la performance environnementale de produits de construction. Développement par le NIST (National Institute of Standards and Technology) Building and Fire Research Laboratory → Gratuit			<a href="http://www.bfrl.nist.gov/oa/software/bees">www.bfrl.nist.gov/oa/software/bees</a>
<b>BILAN PRODUIT</b>	Logiciel. Programme permettant de modéliser le produit de manière simple, en prenant en compte les principales étapes de son cycle de vie : les matériaux qui le composent, les procédés de fabrication, les moyens de transport, les sources d'énergie, destiné aux PME / PMI et aux étudiants. Développement par l'ADEME avec l'université de Cergy-Pontoise et ecoinvent centre → Gratuit			<a href="http://www.ademe.fr/internet/bilan_produit">http://www.ademe.fr/internet/bilan_produit</a>
<b>ECOTECT</b>	Logiciel. Programme de modélisation de bâtiment et outil d'analyse environnementale. Editeur : Autodesk → Payant		Outil très ergonomique mais avec une base de données quasi-vide	<a href="http://www.ecotect.com/products/ecotect">http://www.ecotect.com/products/ecotect</a>
<b>GREEN BUILDING STUDIO</b>	Logiciel. Aide à l'architecte pour l'analyse globale du bâtiment, optimisation énergétique et de l'impact carbone. Editeur : Autodesk → Payant			<a href="http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=11179508&amp;siteID=123112">http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=11179508&amp;siteID=123112</a>
<b>LISA</b> Life-cycle analysis in Sustainable Architecture	Logiciel. ACV (simplifiée) dans l'Architecture Durable → Gratuit			<a href="http://www.lisa.au.com">www.lisa.au.com</a>



### 3. Les bases de données

Base de données	Descriptif	Pays	Liens
<b>INIES</b> - Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES)	Base de données française sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction. FDES de produits de construction autodéclaratives, fournies par les fabricants ou syndicats professionnels au format de la norme P01-010.		<a href="http://www.inies.fr">www.inies.fr</a> Fiches à retrouver également sur les sites des fabricants
<b>ECOINVENT</b>	Base de données environnementale de matériaux et systèmes pour le Bâtiment La version publique (partie sur les éco-devis) est simplifiée, ne concerne que les produits de la construction/rénovation et son accès est gratuit.		<a href="http://www.ecoinvent.ch/">http://www.ecoinvent.ch/</a> Version publique : <a href="http://www.ecobau.ch">www.ecobau.ch</a> + <a href="http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=fr&amp;download=NHZLpZiq7t,Inp6IO NTU042I2Z6ln1ae2IZn4Z2qZpnO 2Yug2Z6qpJCDd4N6fWym162dp YbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19X12IdvoaCVZ,s">http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=fr&amp;download=NHZLpZiq7t,Inp6IO NTU042I2Z6ln1ae2IZn4Z2qZpnO 2Yug2Z6qpJCDd4N6fWym162dp YbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19X12IdvoaCVZ,s</a>
<b>BAUBOOK</b>	Plateforme Internet conçue comme un outil à l'appui de la réalisation de bâtiments à la fois écologiques et énergétiquement efficaces. Fusion de deux banques de données électroniques „öbox“ et „ixbau“. Création par l'Institut de l'énergie du Vorarlberg et la IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie). Base très complète, inclut les valeurs tabulées et les valeurs rentrées par les fabricants → <i>Gratuit</i>		<a href="http://www.baubook.info">www.baubook.info</a> ou <a href="http://www.baubook.at/zentrale">www.baubook.at/zentrale</a> puis « Produkte »
<b>CATALOGUE CONSTRUCTION</b> - Base de données de matériaux et systèmes pour le Bâtiment	Version gratuite : Catalogue d'éléments de construction dynamique donnant les caractéristiques écologiques suivantes : UBP 06, énergie grise et effet de serre. Version payante : Dispose de fonctions supplémentaires (ex : énergie primaire PEI (globale), indicateur eco 99,...)		<a href="http://www.catalogueconstruction.ch">www.catalogueconstruction.ch</a> (en français) <a href="http://www.bauteilkatalog.ch">www.bauteilkatalog.ch</a> (en allemand)
<b>DONNEES DES ECOBILANS DANS LA CONSTRUCTION</b>	Tableaux Excel Bases de données développées par la conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics KBOB, association groupant les maîtres d'ouvrage publics de Suisse. → <i>Gratuit</i>		<a href="http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=fr">www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=fr</a>
<b>ECO-DEVIS</b>	Mise en évidence de manière graphique des prestations intéressantes du point de vue		<a href="http://www.koeb.ch/index.cfm?Nav=15&amp;ID=16">www.koeb.ch/index.cfm?Nav=15&amp;ID=16</a>

	écologique. Développement par Ecobau, plateforme commune des offices et services de construction de la Confédération, des cantons et des villes. → <i>Gratuit</i>		
<b>GUIDE DES FACTEURS D'EMISSION</b>	Document détaillant le calcul de chacun des facteurs d'émission utilisés dans la méthode Bilan Carbone® dont la prise en compte de matériaux de base (verre, plastique,...) → <i>Gratuit</i>		<a href="http://www2.ademe.fr">www2.ademe.fr</a>
<b>EPD - Umwelt-Deklarationen</b>	Equivalent, en Allemagne, des fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire → <i>Gratuit</i>		<a href="http://bau-umwelt.de/hp354/Deklarationen.htm">http://bau-umwelt.de/hp354/Deklarationen.htm</a>
<b>ÖKOBAUDAT</b>	Base de données utilisée pour l'attribution du label de qualité environnementale allemand DGNB. → <i>Gratuit</i>		<a href="http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html">http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html</a>
<b>ÖKOINDIKATORS OI3</b>	Base de données combinant plusieurs indicateurs environnementaux → <i>Gratuit</i>		<a href="http://www.ibo.at/de/oekokeynzahlen.htm">http://www.ibo.at/de/oekokeynzahlen.htm</a>
<b>MATERIALS : ENVIRONMENTAL IMPACTS COMPARED</b>	<i>Base de données. Sur le site de Greenspec : conseil en construction durable. → Gratuit</i>		<a href="http://www.greenspec.co.uk">http://www.greenspec.co.uk</a>
<b>MINNESOTA BUILDING MATERIAL DATABASE</b>	Base de données en ligne de matériaux et systèmes pour le Bâtiment → <i>Gratuit</i>		<a href="http://www.buildingmaterials.umn.edu">www.buildingmaterials.umn.edu</a>

■ **Remarque :**

Le Conseil Régional de Bourgogne a lancé un appel d'offre pour une mission sur 3 ans de développement d'un logiciel pour la Bourgogne. Il sera par la suite développé en France. C'est le BE Cetemi (Jérôme Payet) qui aura à charge le développement de l'outil.

#### 4. Difficultés - Limites

■ **Manque d'harmonisation des méthodes au niveau européen**

##### **Energie primaire renouvelable et non renouvelable**

Bien que cette harmonisation soit en cours, il n'existe pas aujourd'hui de définition de l'énergie grise qui fasse consensus d'un pays à l'autre ni même d'harmonisation des méthodes de calcul. En France, l'énergie grise inclut l'énergie primaire renouvelable et non-renouvelable :

- du procédé utilisé pour fabriquer le matériau,
- du matériau en lui-même (son pouvoir calorifique).

La prise en compte de l'énergie du matériau (l'énergie « matière ») pénalise donc les matériaux possédant un pouvoir calorifique tels que le bois, puisqu'on considère que c'est un potentiel calorifique immobilisé.

En Allemagne et en Suisse, on ne considère que l'énergie primaire du procédé d'origine non-renouvelable.

### Fin de vie du bâtiment

De plus en France, le calcul intègre la déconstruction du bâtiment ce qui n'est pas le cas en Suisse où ce calcul est externalisé en raison des nombreuses manières de déconstruire un bâtiment. Par ailleurs il est difficile d'obtenir une donnée chiffrée incluant la fin de vie de l'ouvrage qui soit significative et réaliste si l'on ne considère qu'une seule filière par produit. En effet il y a une différence entre ce qu'il est techniquement et financièrement possible de faire aujourd'hui et ce qu'il sera possible de faire dans des dizaines d'années. Enfin ce n'est pas parce que la filière existe qu'elle sera forcément utilisée.

*Remarque : La question des filières et de la fin de vie des produits est d'autant plus problématique lorsque l'on dispose de très peu d'information, c'est le cas notamment pour les panneaux photovoltaïques.*

### Durée de vie des bâtiments

L'un des points à ne pas oublier dans le calcul de l'énergie grise concerne les matériaux utilisés au cours de l'exploitation d'un bâtiment incluant la maintenance, les réparations ou encore les remplacements. C'est pourquoi estimer très précisément la durée de vie des bâtiments et de l'ensemble des produits et matériaux qui le composent est un préalable à toute approche « énergie grise ».

*Remarque : On observe que la durée de vie d'un produit mentionné dans les FDES est parfois peu réaliste, mais cela reste une donnée difficile à évaluer (les mieux qualifiés pour fournir cette information pourraient être les assureurs).*

### Les produits d'isolation

Concernant les produits d'isolation, 2 écoles s'opposent.

- Comparer les données à R égale (mètre carré de surface isolée rapporté à l'épaisseur mis en œuvre)
- Comparer les données à volume égale pour pouvoir notamment appréhender la problématique du transport des matériaux.

### Mix énergétique

Pour finir les démarches ne prennent pas en compte les mix énergétiques des différents pays ce qui peut induire à des valeurs peu cohérentes.

**Face à ces multiples constats et au fait que les chiffres peuvent fortement différer d'une source à une autre, il serait dangereux de s'appuyer sur une moyenne des valeurs observées pour arrêter un choix de produits ou matériaux.**

*Remarque : le logiciel « Cocon », recense les données de différents pays et dispose d'une option permettant d'exclure certaines sources (il est par exemple possible de ne considérer que les données françaises).*

**L'harmonisation des démarches s'avère donc essentielle. Il serait également intéressant de pouvoir faire le lien entre ces différentes méthodologies et les labels dédiés aux matériaux.**

*Ex : Le label Natureplus® donne des valeurs limites à respecter sur quelques impacts dont l'énergie grise et les émissions en CO<sub>2</sub>.*

- Reconnaissance des matériaux non industrialisés et manque de valeurs

### Problème de reconnaissances :

Les FDES coûtent chères (10 000 € environ pour 1 fiche). Ainsi les produits non manufacturés (type paille) n'auront jamais de FDES et la reconnaissance de ces produits sera plus longue.

On remarque aussi que sur la base INIES, environ 400 produits de construction sont recensés, mais la couverture de ces produits est très mauvaise (ex : 58 FDES sur la laine de verre, mais aucune fiche sur le carrelage). A noter que des fiches génériques seront faites par le CSTB pour les produits n'ayant pas de FDES.



### Problème de fiabilité des données et manque de valeurs

- Les FDES sont aujourd'hui autodéclaratives et fournies par les fabricants ou syndicats professionnels, ce qui pose question en terme de fiabilité des données. La réalisation de la FDES est en général sous-traitée à des sociétés telles que « Ecobilan » qui se basent sur les informations communiquées par le fabricant. Depuis peu, il existe un contrôle concernant l'exhaustivité des champs. A partir de 2011, celles-ci devront être contrôlée par tierce partie.
- les taux de chutes pris en compte dans les ACV sont toujours très optimistes et donc peu réalistes
- Les FDES sont réalisées par famille de produit et non pas par produit.
- Si les bases de données existent pour les matériaux, trop peu de ressources concernant les ACV des équipements (chauffage, ventilation,...) sont encore à la disposition des professionnels. A noter que le CSTB devrait intégrer les PEP (Profils Environnementaux Produits) dans la base INIES avant la fin d'année 2010. Celles-ci sont réalisées par les fabricants. Les PEP ne sont actuellement pas normalisés.

### Problème de lisibilité des informations

Les FDES font en moyenne 20 à 30 pages ce qui les rend complexe à utiliser. De plus, les outils de représentation du bilan environnemental d'un produit ou d'un bâtiment propose souvent une représentation en radar (une dizaine de paramètres quantifiés sur un même graphique), ce qui rend les interprétations souvent hasardeuses, en particulier lorsqu'il est question de comparer deux solutions entre elles.

**Les difficultés sont nombreuses, l'approche est complexe. C'est pourquoi, on observe actuellement une prudence des chercheurs et des développeurs pour développer des outils de peur d'aboutir à une usine à gaz. Pourtant il serait actuellement possible de définir dans un premier temps des ordres de grandeurs qui permettraient d'orienter les concepteurs.**

#### ■ Nécessité d'une meilleure définition des buts et enjeux

L'approche « énergie grise » est de plus en plus spécifiée dans les appels d'offre. Pourtant peu de personnes disposent de la compétence et les enjeux sont difficilement compréhensibles :

- Est-ce pour avoir une approche comparative (des bâtiments, de la démarche QEB) ?
- Est-ce pour développer certaines filières ?

Il paraît indispensable de définir un cadre commun et partagé par tous d'autant que bien qu'étant en plein développement la prise en compte de ce paramètre n'est pas systématique même dans la sphère des bâtiments BBC et passifs.

## 5. Pour aller plus loin

### ■ Quelques études sur le sujet :

1. Passivhaus-Bauteilkatalog (quantification des impacts énergie primaire/effet de serre/acidification des systèmes constructifs passifs) :  
<http://www.amazon.fr/Passivhaus-Bauteilkatalog-Details-Passive-Houses-Konstruktionen/dp/3211297634>
2. Haus der Zukunft (programmes de recherche sur le bâtiment)  
<http://www.hausderzukunft.at/>
3. Le groupe de travail PRESCO (Practical Recommendations for Sustainable Construction) et notamment le rapport final Work Package 2 :  
Inter-comparison and benchmarking of lca-based environmental assessment and design tools (dispo sur internet)
4. Les travaux de Bruno Peuportier de l'école des mines de Paris
5. Rapport d'Erik NIEMANN, chargé de mission auprès de la MGC/DRAST : L'énergie grise dans la filière bâtiment et travaux publics.

### ■ Les comptes-rendus :

1. Le compte-rendu de l'intervention de Jérôme Payet sur le sujet : « Analyse de Cycle de Vie » - Atelier de Latere - Saint Etienne - 23 juin 2008 – [www.ville-amenagement-durable.org](http://www.ville-amenagement-durable.org) (espace documentation VAD)
2. le CR d'un ICEB Caf é du 27 octobre 2009 : « Comment est calculée l'énergie grise »  
<http://www.etvous.net/publication/iceb/iceb-cafe-du-27-octobre-2009-comment-est-calculée-lenergie-grise/>  
La présentation de M. Peuportier (Mines ParisTech – CEP) « Energie grise » :  
<http://www.asso-iceb.org/cafe/imagescafe/ICEB-energie-grise.pdf>
3. Intervention de Luc Floissac du 2/02/2010 à Lyon (Enseignant chercheur à l'ENSA Toulouse -Laboratoire GRECAU) sur le thème de l'énergie grise. [www.ville-amenagement-durable.org](http://www.ville-amenagement-durable.org)





Ville et Aménagement Durable

19, rue Victorien Sardou - 69007 Lyon

Tél : 04 72 70 85 59 - [associationvad@orange.fr](mailto:associationvad@orange.fr) - [www.ville-amenagement-durable.org](http://www.ville-amenagement-durable.org)