

Développement durable au Service des Bâtiments Programme de formation interne

Thème:

Les écobilans, enjeux dans le domaine de la construction

Compte-rendu de la conférence-débat du 23 juin 2004

Introduction

M. Y. Golay introduit la conférence en présentant la brochure Jalons II. Elle fait le bilan de trois années de programme de formation au sein du Service, et explicite la démarche en tant que cas pratique et éventuellement exemplaire d'appropriation du développement durable au sein d'une pratique. Elle a été présentée à Yverdon le 17 juin dans le cadre de la Conférence romande des DTPAT. Le n° 3 sera consacré à la reconstruction du centre d'entretien des routes nationales de Bursins. Certes le contexte financier n'est pas propice mais il faut faire face et affirmer nos priorités.

Exposé de M. Manuele Margni, ENAC-EPFL, Groupe écologie industrielle et cycle de vie

Le conférencier est collaborateur scientifique dans le groupe du Prof. Jolliet travaillant dans l'enseignement et le développement de méthodes d'écobilan, y compris les applications dans le domaine de la construction. L'écobilan ou analyse du cycle de vie est une méthode d'analyse environnementale qui peut s'appliquer dans beaucoup de domaines. Elle évalue la charge environnementale d'un produit ou d'un projet au long de son cycle de vie, inclus les processus de production (incl. la chaîne des fournisseurs), l'utilisation et la fin de vie. L'écobilan permet de comparer des produits ou des projets à l'aide d'une liste d'indicateurs environnementaux quantitatifs, permettant dans une dynamique d'amélioration de définir où cela est judicieux de mettre l'effort. L'analyse du cycle de vie est particulièrement intéressante dans la perspective de durabilité puisqu'elle couvre l'ensemble du cycle de production d'un produit et permet d'éviter que les améliorations environnementales locales ne soient que la résultante d'un déplacement des charges polluantes.

En matière de bâtiment, cette approche permettra notamment de mieux comprendre si la priorité environnementale est au niveau des matériaux de construction, pendant les années d'utilisation du bâtiment (chauffage, électricité, eaux sanitaires) ou lors de sa déconstruction. Un bilan d'énergie primaire non renouvelable, ou énergie grise permet de déjà de dégrossir la question.

M. Margni souhaite expliciter la démarche et présenter les enjeux de l'approche suivie. Parmi les critères de comparaison, on situera le rapport poids-volume, la biodégradabilité, le caractère renouvelable ou non des ressources incorporées, l'énergie grise.

Cas 1: Maïs-polystyrène

Un premier exemple est la comparaison maïs (pop corn) - polystyrène pour des petits matériaux d'emballage (rembourrage et de protection contre les chocs). On comparera le mode de production, l'utilisation et la fin de vie. Pour le maïs, il y a le champ de maïs et les conditions de production, la récolte, la transformation, et à chaque étape on fera l'inventaire des émissions et des consommations. Il apparaît que le pop-corn exige 10 fois moins d'énergie primaire non renouvelable et suscite 10 fois moins d'émissions de CO₂ que le polystyrène, lequel génère en revanche moins d'émissions de nitrates. Seulement une pondération de ces émissions/consommations dans différentes classes d'impacts peut nous permettre de discriminer entre les deux matériaux d'emballage. L'écobilan

permet notamment de mener cette analyse. Par unité de poids, le pop-corn est 3 à 4 fois meilleur que le polystyrène, mais comme la fonction d'un emballage est celle d'occuper un volume donné, il est correct de ramener les impacts à l'unité de volume. Comme la densité du polystyrène est env. 5 fois moindre que celle du pop-corn, rapportés au volume, les impacts s'égalisent entre les deux produits. Par contre le pop-corn peut être mangé à tout instant...

Des processus industriels permettent aujourd'hui d'extraire l'amidon du maïs et de le souffler dans des chips de densité équivalente au polystyrène, tout en améliorant les impacts environnementaux du matériel biodégradable.

Question: est-il judicieux d'affecter des produits alimentaires à de telles fonctions? Et quid du facteur sol (rareté, fertilité)?

Réponse: la fertilité du sol n'est pas prise en compte, par contre les conditions de production agricole. L'impact sur l'eau dépend du contexte, à savoir si l'on est dans une région riche en eau ou non. Ne jamais oublier la finalité des comparaisons: on peut améliorer un produit!

Cas 2 : L'énergie

Un autre exemple est l'énergie. Prenons d'abord le *chauffage*. Là aussi il faut prendre en compte l'énergie qu'il faut engager pour produire (extraire, raffiner, mettre à disposition, transporter) une source d'énergie. L'*énergie primaire* est la somme de ces contributions et est représentative d'un système plus large. Seules les sources d'énergie non renouvelable sont comptabilisées (combustibles fossiles : charbon, pétrole, gaz naturel, uranium etc.). Pour les combustibles fossiles, l'énergie primaire non renouvelable est typiquement de 15 à 20% supérieure à l'énergie finale. Pour l'énergie électrique cette augmentation est nettement supérieure, de 50 à 140% en Suisse et de plus de 200% en Europe.

Question: qu'entend-on par fin de vie en matière d'énergie? Prend-on en compte les coûts aussi?

Réponse: on peut penser par exemple aux déchets radioactifs. Les coûts de la gestion des déchets sont pris en compte par l'économie électrique s'agissant du stockage, pour ce qui est de l'effet des radiations à long terme ce n'est pas le cas.

Un des enjeux de l'approche est la fiabilité des bases de données. Il faut analyser des situations représentatives et moyennes. Et les choses évoluent vite.

Dans la comparaison entre énergies de chauffage, certes les barrages pour l'énergie électrique sont moins énergivores que d'autres façons de produire de l'électricité, mais le rendement global est mauvais.

En matière de *transport de marchandise*, les comparaisons montrent qu'un camion consomme trois fois moins qu'un avion. Pour le transport des personnes un train demande environ six fois moins d'énergie primaire non renouvelable en comparaison à la voiture et à l'avion.

Cas 3: comparaison bois-béton dans le bâtiment

Avec le troisième cas nous entrons directement dans le secteur du bâtiment. La comparaison a porté sur un bâtiment fait en béton et un autre dont l'essentiel des éléments serait fait en bois: sachant qu'on ne peut pas tout réaliser en bois, on comparera les éléments où les deux matériaux auront été utilisés. Le but est de voir jusqu'où on peut aller avec le bois. La comparaison a porté sur les structures verticales, les structures horizontales et la toiture.

La comparaison a évalué les matériaux de construction, les effets sur le chauffage, la fin de vie (sachant que la durée de vie est plus proche des 80 ans que des 20 ans, elle a été par convention exprimée en m² de surface habitable pendant 40 ans). S'agissant du poids, le béton est 4 fois plus lourd pour les structures horizontales, 3 fois pour les structures verticales et 30 fois pour la toiture. D'autres critères pourraient être pris en compte, comme le confort pour l'usager, l'exploitation, etc.

La qualité de bois retenue est le lamellé-collé; naturellement le choix du type de bois modifie l'évaluation, selon le genre retenu, par exemple on passe du simple au triple pour le bois massif s'il est séché à l'air ou dans une chambre de séchage. Bois n'égale donc pas bois! Pour le béton, il en va de même, dans le cas du béton armé, il faudra prendre en compte le coût énergétique de la production de l'acier.

Le résultat de l'écobilan est que sur les éléments comparés, dans la structure horizontale, le bois (lamellé-collé) est trois à quatre fois meilleur que le béton, dans la structure verticale les valeurs sont proches alors que dans la toiture elles sont très nettement meilleures pour le bois. Le lamellé-collé comporte cependant 2 à 3 fois plus d'énergie grise que le béton par unité de masse, mais on a besoin de moins de quantité (poids) que pour son pendant en béton. Pour le bois massif cela s'équilibre, donc le bilan va encore s'améliorer en faveur du bois selon le type de bois choisi. On est parti ici avec le plus défavorable.

Question: la comparaison porte-t-elle sur la fabrication des éléments ou sur tout le cycle de vie?

Réponse: Dans cette étude c'est l'ensemble du cycle de vie qui est pris en compte.

Question: A-t-on tenu compte du transport? De savoir si c'est du bois de la région?

Réponse: Les données disponibles considèrent des moyennes de transports jusqu'à la porte de l'usine ou le matériel a été produit. La distance jusqu'au chantier doit aussi être pris en compte.

Question: Que se passe-t-il au-delà du délai choisi de 40 ans?

Réponse: On est conscient qu'un bâtiment dépasse généralement le siècle et rien n'empêche de prendre un autre délai Il faut toutefois considérer la durabilité des différents éléments par rapport à la durabilité du bâtiment dans son ensemble. La durabilité est toujours un avantage? Il faut prendre en compte l'évolution des techniques, la longévité n'est pas toujours une vertu quand les techniques ont progressé..

Question: quelle énergie grise est prise en compte pour le bois?

Réponse: Le bois est une ressource renouvelable, mais pour la mettre à disposition il y a la coupe, le transport, le travail du bois.

Question: La densité supposée de 450 kg au m³ est une moyenne, selon l'essence cela peut être le double, la comparaison est-elle encore juste?

Réponse: Il faut considérer les applications cas par cas selon les coefficients spécifiques du bois (énergie primaire et densité) : selon les types de bois et les essences naturellement il y a des variations. Pour le lamellé-collé, il est considéré le type de bois, la colle, la préparation, etc.

Question: comment évaluer la fin de vie de ces deux matériaux?

Réponse: le bois incorpore de l'énergie, qui peut être récupéré en fin de vie sous forme de chaleur. Mais le béton peut aussi être utilisé, par exemple comme matériau de remblai. En termes de CO₂, le bois est quasiment neutre (il en fixe et en restitue la même quantité plus les émissions pour le transport et la préparation) alors que le béton a son poids en CO₂.

Question: comment calcule-t-on l'énergie grise et où trouve-t-on les données?

Réponse: dans la norme SIA 493, qui demande aux fournisseurs de détailler certaines caractéristiques de leurs produits dont celui-ci.

Question: cette norme est-elle fiable pour ce type de données?

Réponse: il faut de toute façon s'assurer les arrières en regardant plusieurs sources, car il y a différentes façons de calculer. Aujourd'hui il y a des sources fiables qui garantissent une cohérence entre les différentes données, tels que ecoinvent , où il y a plus de 2500 processus évalués.

Question: dans les informations données aujourd'hui on constate que les sources ont 7 à 8 ans d'ancienneté pour les données, or les conditions de fabrication des biens industriels changent très vite.

Réponse: Certes il faut toujours mettre une réserve sur des chiffres qui datent, mais les ordres de grandeur restent justes pour des technologies qui ne subissent pas des rapides évolutions. Tout ne change pas si vite.

Question: l'approche semble très compliquée pour les praticiens, quand il s'agit de faire un choix entre des matériaux?

Réponse: l'erreur est toujours possible, mais il faut commencer par comprendre le système et poser les bonnes questions, et les poser aux bons experts. L'EPFL est compétente pour des aspects de développement méthodologique et de recherche, et les bureaux privés pour l'application (attention à contrôler leur expertise dans ce domaine assez jeune et en pleine évolution). La technique des écobilans est relativement bien balisée, a commencé à être appliquée aux emballages (verre-plastique-carton, etc.) et maintenant les applications se font dans beaucoup de produits et projets dans plusieurs secteurs économiques .

Question: peut-on aussi comparer des bâtiments entiers?

Réponse: oui, mais toujours en restant dans le cadre comparatif avec le but d'identifier des priorités d'amélioration, et non de les comparer à des valeurs absolues (valeurs cibles ou limites donné par une norme) .

Question: il y a une norme ISO sur les écobilans. Que dit-elle?

Réponse: Il y a la série des norme ISO 14'040 sur le cadre général d'analyse (ISO 14'040), sur comment établir un inventaire (ISO 14'041) et comment mener l'analyse d'impact ISO 14'042).

Dans un cadre plus général qui considère l'ensemble des activités d'une personne il est essentiel de comprendre que dans le bilan du cycle de vie les déplacements et l'infrastructure (réseaux routiers, gaz, électricité, eaux...) sont bien plus importants que les bâtiments en besoin d'énergie primaire. Le choix de la localisation (où construire) est ainsi le facteur le plus important, en termes de coûts énergétiques générés (modes de desserte). Dans le bâtiment, le comportement des usagers est très important. Un degré de plus pour le chauffage durant 100 ans pèsera autant lourd que toute l'énergie grise incorporée dans les matériaux du bâtiment. Ces informations sont essentielles pour ne pas se perdre dans les détails des comparaisons, gagner des points derrière la virgule et oublier le principal.

Question: Quel est le lien entre énergie grise et potentiel de réchauffement climatique?

Réponse: Si on considère l'énergie grise comme la somme de l'énergie primaire renouvelable et non-renouvelable, on ne peut pas faire un lien direct. Le lien est plus direct pour l'énergie fossile; mais attention, il y a des différences entre les types d'énergie et les émissions de CO₂ qu'elles dégagent. Est-ce qu'il est plus important le critère d'énergie grise ou les émissions de CO₂ ? Il y a un choix à faire, selon ce qu'on estime le plus important: les émissions d'équivalents-CO₂ ou l'épuisement des ressources en général? La part de l'énergie grise de toute manière est d'autant plus faible que le bâtiment dure plus longtemps. Un élément important est aussi la flexibilité, soit la capacité d'adaptation d'une structure, pour en optimiser la longévité.

M. Margni présente ensuite la maison du Prof. Jolliet réalisée d'après le standard Minergie. La comparaison a été faite entre les exigences de Minergie et de la norme SIA 380/1. La comparaison a pris en compte aussi les activités du chantier, et les déplacements des entreprises et des ouvriers pour se rendre sur le chantier (moyenne Suisse : 17 km par jour et par personne pour se rendre au travail). Entre les deux standards, la différence va du simple au double pour le chauffage. Ceci est obtenu avec un surplus en demande énergétique qui reste négligeable au niveau des matériaux installés dans le standard Minergie (isolation)

Encore une fois, dans l'habitat, les comportements usuels vont de 19° à 23° pour le chauffage. Les paramètres-clé vont être le niveau de chauffage mis en œuvre par les usagers, la surface par habitant (il y a une tendance à occuper toujours plus de surface par personne), les types d'énergies utilisées, et les équipements (électroménagers) mis en place (ils peuvent être très énergivores).

Il est donc autant important de sensibiliser les utilisateurs que de mettre des efforts sur les matériaux de construction. La façon dont l'objet est utilisé dépend naturellement aussi des performances des installations autre que des matériaux installés.

Question: pour certains impacts, cependant, le choix des matériaux est plus important que le comportement de l'utilisateur.

Réponse: les écobilans peuvent considérer plusieurs catégories d'impacts (jusqu'à 14 catégories d'impact pour la méthode IMPACT 2002+ développé à l'EPFL) et les agréger, c'est un travail qui demande des connaissances d'expert, mais qui permet d'avoir une vision bien plus complète qu'une première estimation faite sur la base de seulement quelques-unes de ces classes d'impacts, comme l'énergie primaire et l'effet de serre.

Enfin, le choix des matériaux de construction ce n'est qu'un critère à considérer dans l'ensemble de la problématique. C'est bien le choix de l'emplacement qui est décisif par les transports induits qu'il génère, la surface exploitée par habitant et les équipements installés.

Perspectives

La conférence a montré les enjeux et les limites de l'application de la méthode écobilan dans le domaine de la construction. Il faut saluer la meilleure connaissance du système dans son ensemble (matériaux de construction, utilisation, déconstruction) tout en étant au clair sur les critères (classes d'impact) considérés. Toutefois le critère quantitatif n'est pas le seul qui permet au décideur de faire ses choix. Il en existe d'autres qu'il faut prendre en considération tels qu'ils sont proposé dans eco-devis, tout en sachant qu'on ne pourrait jamais être exhaustif.

Il existe plusieurs méthodes d'écobilan qui proposent chacune une évaluation avec différentes classes. Pour la praticabilité des comparaisons et éviter de la confusion il y a deux façons de procéder: 1) sélectionner un certain nombre de classes d'impact compréhensible à tout le monde, comme par exemple la contribution au réchauffement climatique (GWP; Global Warming Potential) et les considérer représentatives du tout 2) utiliser des méthodes qui permettent d'agréger les résultats à un seul indicateur de dommage, tel que Ecoindicateur 99 ou IMPACT 2002+.

Enfin, la conférence nous a rappelé l'importance d'autres facteurs comme la localisation en vue de la desserte, des équipements installés (installations de chauffage, et équipements apportés par les usagers, appareils de toute sorte) et finalement le comportement de l'utilisateur qui reste le facteur le plus important. En conclusion l'écobilan a sûrement un rôle très important à jouer dans la quantification de ces aspects environnementaux et l'identification des priorités d'amélioration.