

**Développement durable au Service des Bâtiments
Programme de formation interne**

Thème:

Analyse environnementale de trois variantes d'une villa familiale

Compte-rendu de la conférence-débat du 27 octobre 2004

Introduction

M. Y. Roulet introduit la conférence en soulignant que le même bâtiment a été comparé sous trois concepts et exigences énergétiques.

Exposé de M. Stéphane Citherlet, HES-SO/EIVD Yverdon-les-Bains

L'enjeu est la mesure de la performance environnementale. Pour toute activité, il y a des émissions gazeuses et une consommation d'énergie non-renouvelables. A chaque étape d'un processus (de fabrication, de transport, etc.) on peut relever des émissions de gaz. Il est ainsi possible de les lister et d'en connaître les qualités. Ces inventaires sont ensuite regroupés par classes d'impact, par exemple sur l'effet de serre, ou de potentiel d'acidification ou de production d'ozone. Pour chaque classe d'impact il y a consensus dans le monde scientifique pour définir les facteurs d'impacts d'un gaz sur une classe d'impact, cependant un tel consensus n'existe pas pour les pondérations des classes d'impact entre elles; on ne peut donc procéder par simple addition pour parvenir à un indice unique.

Ainsi le méthane a une action 11 fois plus forte que celle du gaz carbonique sur l'effet de serre, et l'action des CFC est de 3'000 à 12'000 fois celle du gaz carbonique, alors que celle des NO_x est inexistante sur ce plan.

Pour le CO₂, en Suisse, 31% des émissions sont dues au chauffage et 31% également aux transports, 17% à l'agriculture et 14% à l'industrie, 7% étant d'origines diverses.

Un autre point est la consommation d'énergies non-renouvelables, mesurée de la manière la plus large (y compris l'énergie grise, cette dernière comprenant la production, le transport, l'entretien et l'élimination).

Le but de ces mesures est de définir où il est le plus pertinent et prometteur d'agir, et donc d'indiquer le potentiel d'optimisation. Un classement de matériaux de construction montre clairement que le béton se classe très bien mais que le polyuréthane par exemple est très mal noté en matière de performance énergétique quand il est exprimé par kilo de matière. Par contre, il est mieux noté lorsque l'on exprime les résultats par quantité de matière nécessaire à une épaisseur équivalente d'isolation. Il est donc difficile de comparer les matériaux de manière intrinsèque sans tenir compte de leur fonctionnalité finale sur un bâtiment. Ainsi une étude a montré que pour un bâtiment particulier, le béton représentait 70% de la masse d'un bâtiment mais seulement 20% des impacts, alors que les matières plastiques avec 20% de la masse était responsable d'également 20% des impacts.

La méthodologie du calcul des impacts environnementaux est fournie par la norme ISO 14'040 qui demande de prendre en compte l'ensemble des flux d'énergie relevants, qui dans le cas des bâtiments doit comprendre le renouvellement des installations, mais occulter les infrastructures induites.

Pour les données permettant de quantifier les impacts, il existe des banques de données pour les divers matériaux et services. Néanmoins il faut calculer en plus l'impact des transports, ainsi que celui de l'utilisation, de l'entretien, du remplacement et de la déconstruction (effets indirects et prise en compte du cycle de vie).

Le calcul des effets directs va lister la consommation d'énergie finale (chaleur, froid, électriques), et en soustraire la production d'énergie renouvelable, comme la chaleur ou d'électricité solaire. Pour le calcul des effets indirects, il faut prendre en compte le fait qu'il y ait peut y avoir des pertes de matériaux à toutes les étapes, et que pour les phases de transport y a une relation non-linéaire entre la masse et le volume transporté: plus une matière est lourde, moins il faut de transports pour en déplacer le même poids.

La méthode a pu être vérifiée sur le siège d'EOS à l'avenue de Mornex à Lausanne. Il apparaît que le modèle a bien prévu les consommations et émissions respectives et il s'avère que pour l'énergie non renouvelable, les effets directs sont le facteur décisif tandis que pour le pouvoir d'acidification par exemple, ce sont les effets indirects.

Trois variantes de performances énergétiques pour une villa

Cette étude, effectuée par le Laboratoire d'Energétique Solaire et de Physique du Bâtiment (LESBAT) de la HES-SO d'Yverdon, avait pour but de comparer trois variantes d'une maison individuelle isolée de 260 m², sise à Assens. Trois scénarios énergétiques suivants ont été considérés:

- Variante I: isolation des murs extérieurs et de la toiture; double vitrage; chaudière à gaz. Cette variante assure le respect de la norme SIA 380/I. La consommation totale d'énergie finale est de 326 MJ/m².
- Variante II: l'isolation est renforcée, une ventilation à double flux placée, et une pompe à chaleur. Cet équipement permet d'atteindre le label Minergie et la consommation totale d'énergie finale est de 258 MJ/m².
- Variante III: l'isolation est davantage poussée (sous vide), le vitrage est triple et des panneaux solaires permettent de produire de l'eau chaude et de l'électricité, l'éclairage est fluo-compact et les équipements électriques peu gourmands. La consommation totale d'énergie finale est de 150 MJ/m².

A noter que la structure de la maison (ordonnancement et surfaces des fenêtres, etc.) n'est pas modifiée afin de garantir un confort pratiquement constant entre les variantes et le comportement des usagers est considéré le même; l'aspect financier n'est pas rentré en ligne de compte.

Les calculs ont été faits avec les logiciels comme LESOSAI pour le bilan énergétique, PVSYST pour la production photovoltaïque et PolySun pour la production de chaleur solaire. Le calcul des impacts indirects a été réalisé par le LESBAT.

Quant aux impacts indirects (charges atmosphériques dues à l'utilisation, à l'entretien et à la déconstruction), ils sont relativement semblables dans les trois variantes. Mais au vu de la réduction progressive de la consommation énergétique, leur part, passe de 20% dans la variante I par un tiers dans la variante II pour atteindre la moitié dans la variante III, lorsque l'on considère l'énergie non-renouvelables consommée sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Pour d'autres classes d'impacts, la part indirect peut devenir prédominante même dans le cas de la variante I.

En résumé, le principe suivant peut être tiré des résultats obtenus: Pour des bâtiments dont la consommation est plus faible que la valeur requise par Minergie, les impacts indirects deviennent dominants. En dessus de cette valeur, il est généralement plus utile de réduire la consommation énergétique.

Il existe des outils intégrés comme Ecopro ou ESP-r, qui permettent de calculer les impacts directs et indirects. Toutefois ces outils sont trop complexes pour être utilisés par des non-spécialistes. La HES-SO d'Yverdon cherche à développer un logiciel qui pourra répondre aux attentes des acteurs de la construction. Il existe également des méthodes simplifiées comme SNARC mais qui malheureusement est une boîte noire dont on ne sait pas comment les valeurs ont été obtenues.

Discussion

Question: peut-on résumer ainsi: la priorité pour l'énergie est d'atteindre le niveau Minergie, et pour le reste de se focaliser sur les matériaux

Réponse: Pour les émissions gazeuses (acidifiants, gaz carbonique, etc.) la part des impacts indirects devient prépondérante pour une villa ayant une consommation inférieure à Minergie. Cependant pour réduire notre dépendance en énergies non renouvelables il est toujours intéressant d'aller plus bas.

Question: Bursins a dans un premier temps été orienté énergie et énergie grise, mais de façon plus empirique que l'étude présentée.

Réponse: la notion d'énergie grise dans Snarc ne prend pas en compte toutes les phases du cycle de vie d'un bâtiment. Or la phase de fabrication des matériaux, ne représente qu'une fraction des impacts indirects, plus ou moins importante selon la classe d'impacts étudiés.

Question: quelles sont les parties du bâtiment les plus importantes à considérer?

Réponse: les parties structurelles et la toiture. Un autre facteur important est de se mettre d'accord sur la durée de vie supposée. Par exemple, la méthode SNARC utilise une durée de 30 ans; c'est très court et c'est précisément le moment où diverses interventions spécifiques sont nécessaires, car c'est la durée de vie de certaines composantes du bâtiment. Il faut donc intégrer des remplacements ou rénovations partielles et le fait que l'essentiel de l'ouvrage peut avoir une longévité bien plus importante. Pour une maison individuelle massive, 80 ans paraît plus crédible pour les parties structurelles. Il faut donc tenir compte de la durée de vie de chaque élément afin d'englober tous les impacts.

Question: Une particularité de Bursins est de comporter de larges parties de hangars très peu chauffés, ce qui n'est pas le cas dans l'habitat.

Réponse: Chaque bâtiment a sa spécificité, mais les façons de poser le problème restent les mêmes.

Question: comment prendre en compte l'impact du comportement des usagers, par exemple en matière de chauffage, d'équipement, de déplacements?

Réponse: dans la comparaison présentée on a supposé trois comportements identiques. Avec d'autres comportements, d'autres formes d'habitat (l'habitat collectif principalement), les consommations et impacts pourraient être différents. La variante III suppose cependant un choix d'équipements domestiques particulièrement économes, ce qui est déjà une option comportementale. Mais on a de la peine à modéliser les comportements des occupants, comme on peut le faire de manière rigoureuse avec des logiciels qui calculent des effets dus à des performances techniques.

Question: sur quel plan faut-il agir politiquement? Ne plus construire de villas, même optimisées? Vaut-il mieux une villa variante III à Assens ou de l'habitat variante I en ville? Vivre de façon plus regroupée paraît globalement préférable.

Réponse: L'impact des réseaux n'a pas été pris en compte, ni l'impact de l'habitat dispersé sur la charge environnementale car ils sont les mêmes pour les trois variantes. On a analysé uniquement l'effet du type de la construction, dans les mêmes conditions d'urbanisme.

Question: On s'aperçoit que la réduction de la consommation unitaire d'énergie, que ce soit pour les maisons individuelles ou pour les voitures, est régulièrement absorbée et annulée par l'augmentation des maisons et des voitures. On devrait favoriser l'habitat regroupé et les transports collectifs au lieu d'optimiser les maisons et véhicules individuels. D'ailleurs le plan directeur cantonal veut aller dans ce sens et limiter l'urbanisation aux axes desservis par les transports publics. Enfin, la mobilité va trouver ses limites physiques (embouteillages).

Réponse: un tiers des émissions de CO₂ en Suisse sont dues aux transports, un autre tiers au chauffage; il est donc important d'agir simultanément sur la réduction de consommation des bâtiments et des moyens de transports. Il faut suivre les deux approches ensemble, ne pas se prévaloir d'une pour ne pas faire l'autre.

Perspectives

Il apparaît clairement que l'on doit pouvoir disposer d'un questionnement exhaustif et aisément compréhensible pour appréhender l'impact environnemental d'une construction: d'une part le choix du paramètre, en l'occurrence les émissions atmosphériques et les énergies non renouvelables, laissant de côté d'autres aspects comme la biodiversité par exemple, d'autre part les sources documentaires pour évaluer chacun de ces impacts correctement.

Un autre point est la systématique: charge due à l'exploitation courante du bâtiment tel qu'il est conçu (consommation d'énergie), charge due à la construction elle-même (y compris tous les aspects de l'énergie grise), charge due au vieillissement de la construction (remplacements partiels et déconstruction finale), charge due au comportement (choix d'équipements, d'intensité de chauffage, en matière de déplacements, etc.)

Enfin, l'optimisation d'un objet ne doit pas servir d'alibi pour ne pas optimiser le métabolisme global de notre société, et vice-versa.