

Terminologie spécifique pour le développement

Adrian Radu¹

¹*Faculté de Constructions et Installations de l'Université Technique „Gh. Asachi” Iași, Boulevard
Dimitrie Mangeron 43, 700050, Roumanie*

Summary

For the sustainable development in civil engineering, a specific terminology is needed to serve as a basis of the new concepts implementation.

KEYWORDS: sustainable development, civil engineering, materials, human footprint, virtual mass.

1. INTRODUCTION

Au début de siècle et millénium, la civilisation industrielle, arrivée au niveau de la globalisation, ayant les pouvoirs gigantesques que lui donnent les sciences et les technologies, est toutefois confrontée avec de sérieux problèmes. Adaptés à l'actuelle situation, mais conservant toute leur signification dramatique, les mots de Hamlet sont appropriés au moment, sous la forme „exister ou non plus exister”. La sauvegarde est encore possible, seulement par la voie du développement durable. Elle est unanimement considérée comme l'unique „sortie de secours” pour éviter un effondrement assez proche, en interrompant les processus d'autodestruction et ainsi de se soustraire à la triste destinée des civilisations précédentes, après avoir connu de longues étapes d'éclatants succès. Evidemment l'humanité est menacée par plusieurs dangers (pandémies, météorites, séismes, volcans, accidents nucléaires, etc.), mais ceux qui découlent par la dégradation du milieu environnant et l'épuisement des ressources sont les plus importants, car ils affectent toute la planète et sont pratiquement irréversibles. Le développement durable renonce à la lutte avec la nature pour l'amitié avec elle en essayant de réparer ce qui est encore possible. C'est une attitude de solidarité par dessus les limites d'une génération, qui peut prouver la maturité de l'actuelle civilisation à l'époque de la globalisation et des recherches extraterrestres. Des changements profonds sont urgents, ceux qui concernent les technologies étant les plus importantes. Sur cette voie, avant tout, il est nécessaire de penser autrement et de changer d'attitude dans l'esprit „thinking globally, acting locally”. Tout est à faire en marchant, très rapidement. Les enfants doivent apprendre et les adultes aussi, pour qu'ils ne deviennent pas d'un jour à l'autre, incompatibles aux exigences du lieu où ils travaillent.



Terminologie spécifique pour le développement

Sous la pression de la situation actuelle on construit une base de pensée correcte et on adopte des points de repère synthétiques d'orientation ayant un rôle catalyseur dans l'activité professionnelle des ingénieurs. Leur importance est exceptionnelle dans le secteur des bâtiments et des travaux publics car ils sont faits pour durer le plus long temps. D'habitude on ne peut pas créer de nouveaux mots et de vieux termes reçoivent des significations nouvelles qui ne figurent pas encore dans les dictionnaires. De cette manière, on a adopté l'expression „développement durable”. D'autres termes ou expressions moins connues sont: masse (poids) virtuel, dématérialisation, matériaux écologiques, énergie englobée, énergies primaire, énergie secondaire et finale, matériaux énergophages, maisons passives, audit, etc.

2. MASSE ET POID VIRTUEL

Tout objet a une masse de m (kg) mais sa production implique l'utilisation de matières premières ayant une masse totale m_1 . De plus on utilise aussi une quantité d'énergie qui est obtenue grâce a de combustibles fossiles non renouvelables ayant une masse m_2 . De cette manière apparaît la masse virtuelle m_v , qui résulte après avoir déduit la masse m_3 des déchets récupérables :

$$m_v = m_1 + m_2 - m_3 \quad [\text{kg}]$$

C'est une modalité inaccoutumée mais utile, car elle mesure l'importance de l'agression de chaque technologie de production. Un indicateur d'impact spécifique se présente sous la forme suivante:

$$i = m_v / m \quad [-]$$

ayant un domaine de variation très large. A titre d'exemple, pour la fabrication d'un „cip” de 2 grammes qui va être monté dans une calculatrice ou dans un autre dispositif électronique, on utilise plus de 1700 grammes de matériaux, le rapport „i” étant 850 /1/. Pour une auto, $i = 2$. Une valeur minimale est possible pour les briques de terre crue (adobes) séchées au soleil. On obtient une appréciation meilleure en considérant aussi la durée d'utilisation „t” du produit jusqu'à u son usure morale ou physique. qui peut être de 5 à 10 ans pour les appareils électroniques mais qui arrive et dépasse la cinquantaine pour un bâtiment. La valeur de cet indicateur corrigé a l'expression:

$$i' = \frac{i}{t} \quad [\text{kg/kg}\cdot\text{a}]$$

Peu de données statistiques concernant ces indicateurs existent. Une correction supplémentaire peut être faite en tenant compte de la nocivité de la masse virtuelle par l'épuisement des ressources naturelles et la pollution du milieu environnant. Dans un récent article, Eric D. Williams de l'Université de Tokyo vient d'écrire:



A. Radu

„The environmental footprint of the device is much more substantial that its small physical size would suggest”. Si on prend en considération la consommation pendant la durée d'utilisation le résultat devient impressionnant.

Une telle voie d'analyse pourrait donner des indications bien utiles dans les domaines du bâtiment et des travaux publics. Tout d'abord on devrait établir une liste des valeurs m_v pour divers matériaux et par la suite pour plusieurs types de constructions y compris ce que l'on consomme ultérieurement pour des travaux de réparations capitales. Le résultat, divisé par durée moyenne de vie donne seulement l'indicateur partiel i' auquel on doit ajouter l'indicateur exprimant l'effet de la consommation annuelle d'énergie. De cette manière l'indicateur final pour les constructions serait

$$i_c = i' + i_e \quad [\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}]$$

C'est une opération laborieuse mais justifiée car elle nous ferait connaître la masse virtuelle des constructions pour lesquelles nous savons que la masse réelle est d'environ 200...300 kg/m^3 .

3. DEMATERIALISATION

Cette expression est récente et elle a été proposée ayant en vue le fait que l'utilisation de plus en plus intense des matériaux et des combustibles fossiles a pour effet la dégradation du milieu naturel et l'épuisement des ressources qui ne sont pas régénérables /2/. On entend par dématérialisation la diminution des quantités de matériaux introduites dans le circuit de production industrielle et de génération de l'énergie. C'est ainsi que l'on a adopté l'expression „décharbonage de énergie” par l'utilisation des ressources renouvelables. L'idée se reflète dans les déclaration du „Club pour le facteur 10” /3/ qui argumentait que cette décroissance doit être égale à 10, ce qui donne lieu à des controverses car certains apprécient qu'elle devrait être 100 fois et d'autres bien plus petite. On peut faire une liaison avec la proposition de Weiszäker /4/; après 50 années, quand la population de la Terre va passer de 6 à 9 milliards et les besoins vont être égalisés, la survie imposera que l'efficiencia soit accrue au moins 4 fois.

Pour un produit quelconque sont importants l'indicateur d'impact ainsi que la quantité produite chaque année et on doit actionner pour : des conception améliorées, des technologies efficaces, utilisation des ressources régénérables ou disponibles en quantités illimitées, diminution des consommation spécifiques pendant l'exploitation, emploi des déchets et récupération des matériaux provenant des objets après leur utilisation. Tous ces objectifs sont importants pour le progrès technique.



Terminologie spécifique pour le développement

Par son volume, la production d'énergie à partir de combustibles fossiles constitue un domaine où l'utilisation est particulièrement importante. Un exemple intéressant est donné par l'Islande, pays où l'on entreprend de produire de l'électricité en utilisant l'eau chaude des geysers et, avec elle, de l'hydrogène pour alimenter les transports en commun. On y développe aussi des centrales hydroélectriques avec l'eau des glaciers qui fondent à vitesse accélérée. Bientôt, les islandais espèrent devenir des exportateurs de hydrogène pour la propulsion des bateaux. En France, en Allemagne et en Japon on a développé intensivement les piles à combustible qui utilisent du hydrogène pour obtenir de l'électricité sans ignition et sans dégager des gaz à effet de serre.

L'objectif de la dématérialisation peut être une impulsion pour des changements favorables en industrie. Voilà deux exemples banals. Chez les anciennes autos Dacia, à présent hors de fabrication, mais encore rencontrés sur nos routes, les tuyaux d'échappement et les silencieux doivent être remplacés chaque année à cause du phénomène de corrosion. Quelques 30 kilos de métal et amiante, sans tenir compte de la masse virtuelle, se transforment périodiquement en déchets et sont perdus. Pendant 20 ans d'utilisation de l'auto, leur masse arrive à être égale à celle de la carrosserie. Beaucoup d'exemples similaires existent et leur identification peut constituer un sujet de début pour tout enseignement ayant cet objectif. Dans le domaine des préoccupations pour un développement durable, la dématérialisation doit être assurée par l'amélioration de la conception des éléments constitutifs et de la qualité des produits livrés au marché. On peut remarquer que bien de fois la dématérialisation vient en contradiction avec la rentabilité du fabricant. En partant d'une qualité inférieure, il dépense moins et vend plus, en transférant les conséquences défavorables à l'acheteur et au milieu environnant d'où sont prélevés les ressources et où s'accumulent les déchets. La contradiction entre l'économique et l'écologique devient manifeste quand on fait des analyses partielles, sans prendre en compte les dépenses qui concernent l'utilisation et l'entretien le long de la durée de vie (LCA – life cycle assessment). Le problème doit être examiné dans son ensemble et dans un mécanisme économique conçu pour être favorable au développement durable.

La dématérialisation est un argument pour mettre en valeur les déchets de béton, métal, briques, verre, papier, compost, etc. Ce problème devient très actuel car à l'occasion des travaux pour la réhabilitation thermique on détruit certains éléments de l'enveloppe, figure 1. Une action bien plus répréhensible existe quand certains éléments sont délibérément détruits pour être volés et vendus après aux centres de collection en vue du recyclage.



A. Radu



Figure 1. Pour assurer une protection thermique meilleure, une grosse quantité de matériaux est rejetée



Terminologie spécifique pour le développement

4. MATERIAUX ECOLOGIQUES

Les matériaux écologiques sont ceux qui ne causent pas des dommages au milieu environnant et aux hommes. Les plaques d'amiante-ciment, les sabots de frein en métal amiante, les roches radioactives, certaines peintures, les sources de COV (composants organiques volatils), etc., ne sont pas des matériaux écologiques. Par assimilation de la dénomination de „charbon blanc” pour designer d'énergie hydroélectrique, on parle de „matériaux blancs” quand ils sont régénérables. De même, par emprunt, on utilise aussi l'expression „matériel vert” pour caractériser ceux qui comme les plantes ne dégagent pas du CO₂. C'est le cas du bois qui absorbe du CO₂ pendant la période de croissance. Quand il brûle, il restitue la même quantité dans l'atmosphère et pas plus. Tout de même, quelques autres substances nocives sont émises.

5 ENERGIE ENGLOBEE, MATERIAUX ANTHROPOPHAGES ET BATIMENTS A FAIBLE CONSOMMATION D'ENERGIE

En parlant de leur production industrielle, il y a un „prix énergétique” pour chaque matériau (figure 2). Si ce coût est grand, on adopte le qualificatif „énergophage”, pour sensibiliser le public. Pour une appréciation correcte, il est nécessaire de caractériser les produits pour leur entière durée de vie. Ce fut une erreur de limiter pendant les années 1970-1980 l'utilisation des meilleurs matériaux d'isolation thermique (polystyrène expansé, laine minérale) en les considérant énergophages, sans tenir compte de leur efficacité pour réduire les pertes de chaleurs dans les bâtiments. A son tour, l'aluminium qui réclame beaucoup d'énergie pour être produit, présente l'avantage d'être autoprotégé contre la corrosion. Alors il peut être utilisé à nouveau. Un jour il sera possible que tout le nécessaire d'aluminium soit couvert de cette manière. On doit retenir que pour confectionner une feuille d'aluminium il faut avoir recours à 170 MJ/kg tandis que en disposant d'aluminium recyclé, 15,6 MJ/kg sont suffisants. C'est-à-dire à peut près 10 fois moins.

Les études statistiques effectuées dans les pays industrialisés mettent en évidence le poids considérable de l'énergie consommée par les bâtiments civils (figure 3), situation qui se reflète dans le haut niveau des dépenses et des émissions de CO₂. Une analyse effectuée en grande Bretagne /6/, met en évidence la répartition suivante de la consommation annuelle d'énergie : constructions 46%, industrie, transports et agriculture 44%, industrie des matériaux de constructions 10%.



A. Radu

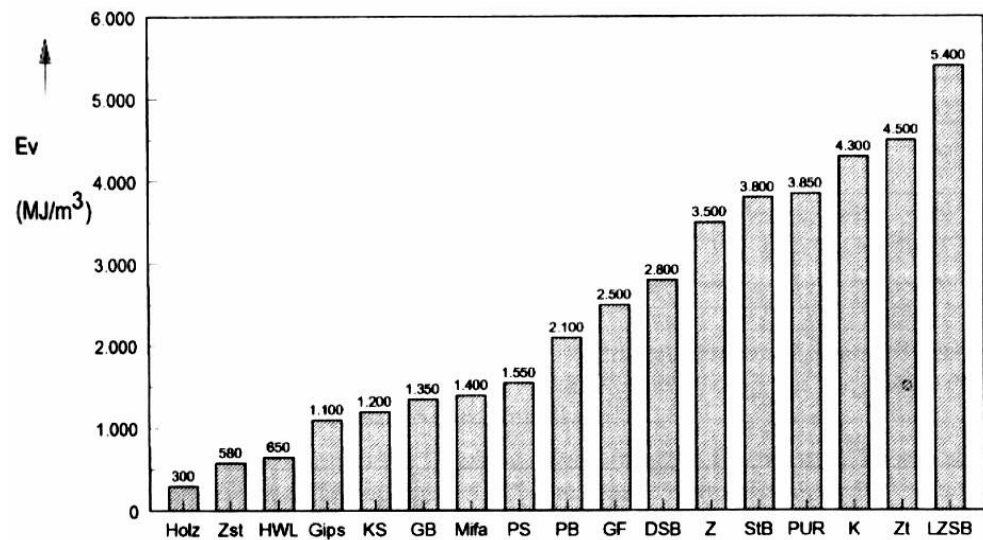


Figure 2 Energie englobée (E_v) dans divers matériaux de construction, d'après /5/ : Holz-bois ; Zst- isolation thermique (cellulose); HWL- plaques agglomérées; Gips- plâtre; KS- silico-calcaire; GB- béton cellulaire; Mifa- laine minérale; PS- polystyrène expansé; PB- béton léger; GF- laine minérale; DSB- béton dense; Z- brique céramique; STB- béton armé; PUR- écume de polyuréthane; K- chaux (MJ/t); ZI- ciment (MJ/t); LZSB- béton léger avec des adjuvants poreux. Ces indicateurs évoluent avec le temps

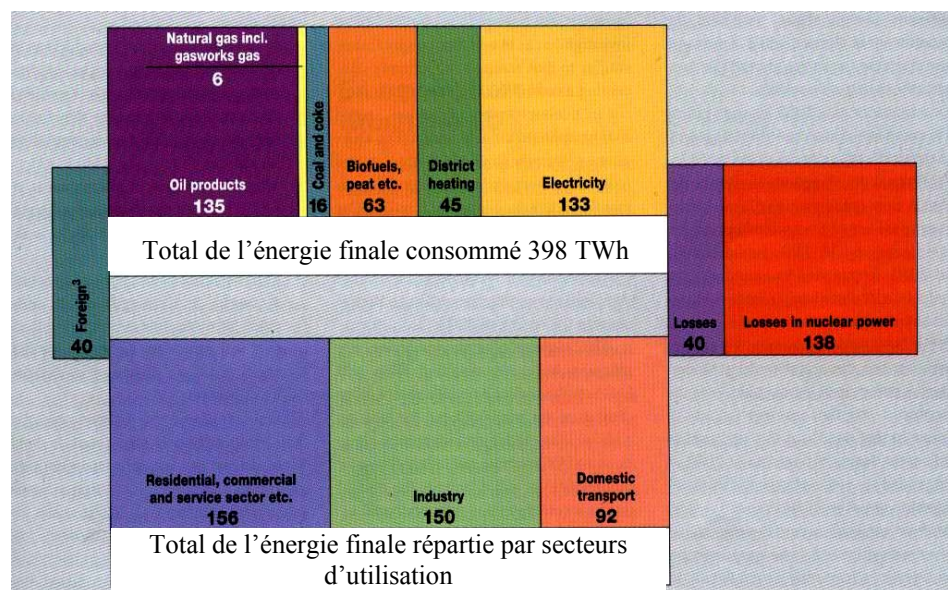


Figure 3 Répartition de la consommation d'énergie en Suède /2/. On peut constater que les secteurs résidentiel et tertiaire représentent 39% du total



Terminologie spécifique pour le développement

La figure 4 présente, pour quatre types de bâtiments, une comparaison entre l'énergie englobée et celle consommée pendant 25 années d'exploitation. L'analyse fut effectuée en 1975 en Grande Bretagne et il faut observer que depuis, la consommation en exploitation a été diminuée et celle englobée s'est accrue à cause du renforcement de la protection thermique.

En général il existe une préoccupation progressive par diminuer la consommation d'énergie dans les bâtiments civils, qui était d'environ 200...300 kWh/m²·a pour ceux réalisés avant 1970, vers 75 kWh/m²·a à présent et même moins. On essaye aussi de réaliser des immeubles écologiques qui vont jusqu'à les faire devenir fournisseurs de petites quantités photovoltaïques installés sur les toitures. On peut distinguer :

- les bâtiments à consommation réduite d'énergie finale (*low energy houses*) d'environ 50 kWh/m²·a pour chauffer les espaces ;
- les bâtiments énergétiquement positifs (*positive energy houses*) qui fournissent de l'énergie au réseau énergétique public.

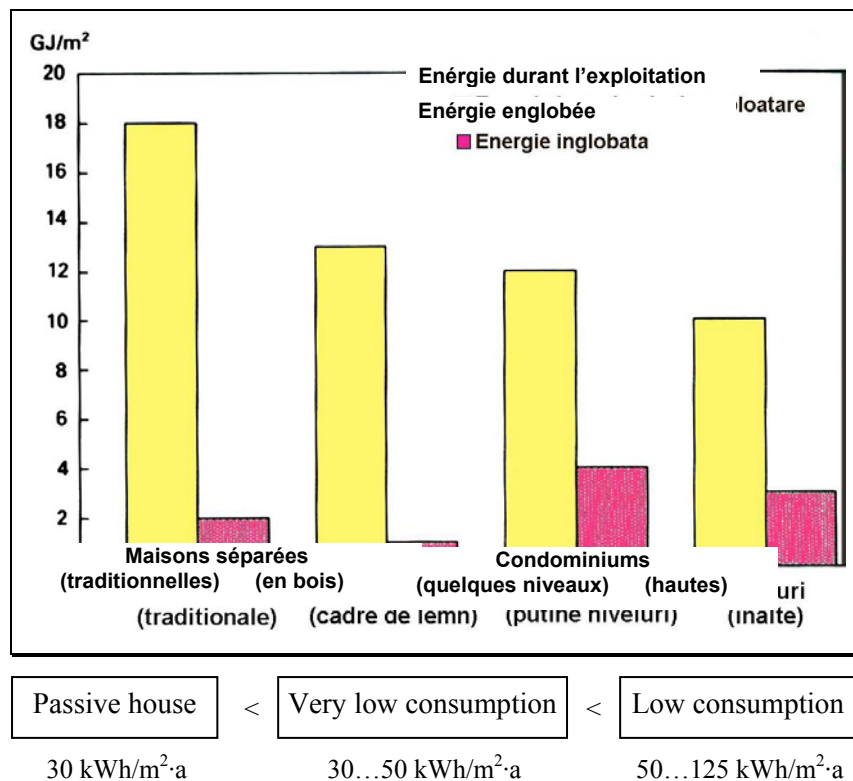


Figure 4 Comparaison entre l'énergie utilisée pendant 25 années d'exploitation et celle pour la réalisation des logements Grande Bretagne /6/



A. Radu

En Allemagne on parle aussi d'une catégorie d'immeubles ayant une consommation finale d'environ 20...30 kWh/m²·a dénommés „Superniedrigenergie Häuser”. Par analogie avec les véhicules routiers, en partant de l'équivalence énergétique (1 l de combustible liquide pour kWh), ces immeubles sont appelés maisons à 2 ou 3 litres /11/. C'est une modalité efficace de gagner l'intérêt de la population familiarisée avec les combustibles liquides pour des maisons écologiques.

6. AUDIT ENERGETIQUE

Le mot anglais „audit” (lat. auditio) signifie révision comptable, balance économique ou constatation. Aux Etats-Unis, il a été introduit pour l'obtention des subventions offertes par un programme pour la conservation de l'énergie et des emprunts bancaires. A présent il signifie l'identification et la quantification des fuites d'énergie dans l'industrie ou les bâtiments on précise que l'audit énergétique établit les entrées d'électricité, gaz, pétrole, charbon ou vapeur et les modalités par lesquelles elles sont utilisées pour illuminer, chauffer, conditionnement de l'air ou production /7/. L'audit est connu aussi sous le nom de „diagnostic thermique”.

L'audit énergétique doit établir des possibilités efficaces pour économiser l'énergie et la diminution des dépenses à cet effet. Dans les règlements techniques roumains on établit trois composants de l'audit :

- **l'expertise thermique** qui établit les caractéristiques termotechniques des bâtiments (éléments de construction et installations) et les besoins d'énergie pour satisfaire les exigences d'utilisation normale ;
- **le certificat énergétique** qui, en partant de l'expertise thermique, établit la qualité énergétique du bâtiment et accorde un qualificatif. Il est obligatoire dans maintes situations ;
- **l'audit énergétique** pour lequel on présente des solutions pour réduire la consommation d'énergie dans le bâtiment.

7. CONCLUSIONS

Sous la pression du temps qui s'écoule et du réchauffement climatique le développement durable doit se concrétiser en actions ayant des effets multiples et surtout concernant la réduction des besoins d'énergie obtenues à partir de combustibles fossiles. A cet effet la responsabilité des ingénieurs et architectes est énorme. La recherche scientifique pourra contribuer au développement des énergies régénérables, mais des solutions techniques pour la conservation de l'énergie existent et doivent être appliquées avec l'appui de l'état car les bénéfices



Terminologie spécifique pour le développement

apparaissent non pas seulement ou on doit investir. Les changements nécessaires doivent être réalisés dès maintenant. Autrement il sera trop tard car les gaz à effet de serre persistent très longtemps dans l'atmosphère terrestre. En même temps, il faut trouver les moyens de s'adapter aux changements climatiques déjà inévitables. La transition vers le développement durable et un processus d'ampleur planétaire, réalisable par coopération de tous les pays, car les effets sur le milieu environnant ne connaissent pas les limites imposées par les frontières des états. C'est peut-être l'aspect le plus important de la globalisation. Nous sommes tous dans l'unique et le même bateau.

Bibliographie

1. Cordelia Sealy – Materials Today, (2003), April (en anglais)
2. Semida Silveira – Buildings Sustainable Energy Systems, (2001), Svenskbyggjtjänst & Swedish National Energy Administration (en anglais)
3. Factor 10 Club – The International Factor 10 Club's Statement to Governmental and Business Leaders; A ten fold leap in energy and resource efficiency, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Germany, 1997 (en anglais)
4. Ernst Ulrich von Weizsäcker – Hiperautomobilul și casa pasivă: viața și munca în secolul ecologic, Deutschland, 1/2000 (en roumain)
5. Horst Arndt – Wärme- und Feuchteschutz in der Praxis (1996) Verlag für Bauwesen, Berlin (en allemand)
6. John Connaughton (1992) – Real low-energy buildings: the energy cost of materials, Blackwell Scientific Publications (en anglais)
7. Albert Thumann – Handbook of Energy Audits, Fairmont Press, SUA, 1995(en anglais)

