Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 124 (1998)
Heft: 3

Artikel: Impacts du bâtiment
Autor: Rittmeyer, Pierre / Gay, Jean-Bernard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79365

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Impacts du bâtiment

Par Pierre Rittmeyer et Jean-Bernard Gay, LESO-EPFL, 1015 Lausanne

1. Etude de cas «Les Triaudes, bâtiment D»

1.1. Buts

Le groupe de travail «développement durable» du LESO a analysé le cycle de vie d'un bâtiment représentatif de la construction actuelle de logements neufs sur le plateau suisse. Cette étude de cas, menée en parallèle avec l'approche méthodologique, avait pour buts principaux de

- vérifier les possibilités d'utiliser des définitions et méthodes existantes, et en particulier, le CFE (Code des frais par élément), pour la description physique de bâtiments et de leurs parties en vue de l'inventaire de leurs impacts environnementaux,
- améliorer nos connaissances concernant le poids, en valeurs absolues et relatives, des composants usuels d'un bâtiment en ce qui concerne leurs principaux impacts sur l'environnement; en particulier, discerner les parties significatives et négligeables, et reconnaître les «zones à problèmes»,
- identifier les parties pour lesquelles les données sont de qualité douteuse ou manquent complètement,
- développer, et tester au fur et à mesure, des méthodes et formats pour l'inventaire de bâtiments.

1.2. Limites du système et méthodes

Cette première étude a été limitée au *bâtiment* proprement dit (CFC 2). Ni les travaux préparatoires ni les aménagements extérieurs sur le site même n'ont été considérés. A fortiori, l'allocation au bâtiment examiné des parts qui lui seraient imputables des infrastructures et aménagements hors du site – routes, réseaux, infrastructures sociales, etc. – n'a pas été tentée dans cette étude (voir à ce sujet l'article «Les infrastructures: quels impacts?»).

Le *cycle de vie* du bâtiment a été pris en compte dans son ensemble, «du berceau à la tombe». Dans une première étape de l'étude, la consommation d'énergie primaire non renouvelable, l'effet de serre et le potentiel d'acidification du bâtiment, pendant les phases de sa vie, ont été calculés. L'étude a récemment été reprise, et complétée, en l'étendant à d'autres catégories d'effets selon [NOH95][1].

Pour la *phase de construction*, les *masses* de matériaux et de produits utilisés ont été quantifiées sur la base de métrés exacts – effectués sur les documents d'exécution des mandataires et sur place – et sur la foi d'indications concernant leurs composition et spécification, tirées de catalogues et fiches techniques de fabricants et fournisseurs, voire, dans certains cas, à partir de nos propres mesures. Matériaux et produits ont été regroupés dans des matrices, par nature d'une part (béton et autres matériaux liés au ciment, métaux, bois et dérivés du bois, etc.), et par appartenance aux éléments du CFE d'autre part. Les quantités obtenues ont été majorées pour tenir compte des *pertes* pendant le stockage, les transports et la mise en œuvre, en appliquant, à défaut de données plus récentes, les facteurs contenus dans [KOH94]. Il a été tenu compte de certains matériaux et produits auxiliaires non incorporés à l'ouvrage parmi les plus importants (échafaudages, coffrages), tandis que d'autres, par exemple les emballages perdus, ont dû être négligés du fait de l'absence totale de données.

Pour les charges de *transport* de matériaux et de produits, des valeurs plausibles pour un approvisionnement sur le marché local ont été admises. Ainsi, pour l'isolation en laine minérale, par exemple, nous avons tenu compte du transport par rail de l'usine jusqu'au dépôt d'un grossiste régional, et par camion de celui-ci au chantier. Les charges de transport de la main d'œuvre de chantier n'ont pas été prises en considération. Pour la *consommation d'énergie du chantier*, nous disposions d'indications précises mais globales. Etant donné l'absence de relevés concernant les consommations spécifiques des différents corps de métier, et en tenant compte du fait que le plus gros consommateur du chantier, la grue, est principalement utilisée pour le gros œuvre, nous avons alloué les consommations de chantier au prorata des masses des matériaux et produits installés.

Partant d'une durée de vie de huitante ans pour le bâtiment entier, par analogie avec la documentation SIA D0123, les charges liées à la *maintenance* et aux *rénovations* ont été estimées selon l'hypothèse réaliste que ces opérations se feront à intervalles réguliers: ainsi, certains travaux devront être effec-

[1] Les références entre crochets renvoient à la bibliographie générale figurant à la fin de l'article «Impacts du bâtiment».

Objet	Logements pour étudiants «Les Triaudes», Ecublens/VD, Bâtiment D
Maître de l'ouvrage	Fondation Maisons pour Etudiants, Lausanne
Architectes	Eicher & Bianchi SA, arch. EPFL/SIA, Bussigny
Années de construction	1992-93
Cube SIA	10 276 m³

Fig. 1. – Les Triaudes D (une description du projet et de sa conception architecturale a paru dans IAS *24/1997, pp. 492-495)*

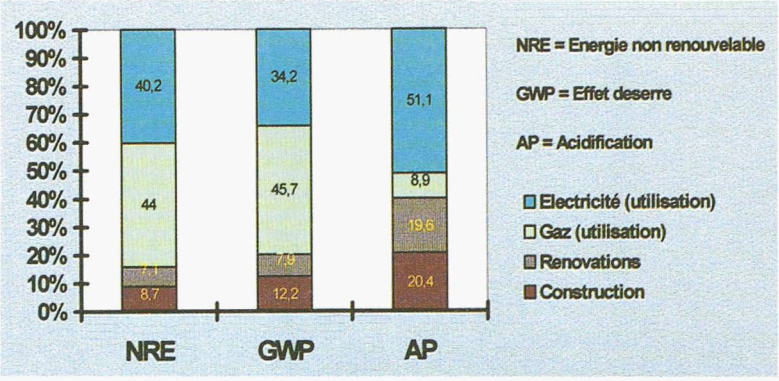

Fig. 2. – Impacts relatifs des différentes phases du cycle de vie

tués tous les dix ans en moyenne (peintures intérieures, remplacement des revêtements de sol textiles, etc.), tandis que d'autres ne seront nécessaires que tous les vingt, trente ou quarante ans, voire jamais durant la vie du bâtiment (structures porteuses en béton armé).

Les besoins en énergie, pour la *phase d'utilisation* du bâtiment, ont été calculés à l'aide du programme LESOSAI 4 pour le chauffage, et estimés en appliquant des valeurs standards suisses pour l'eau chaude sanitaire et l'électricité. Les valeurs mesurées pendant les deux premières années d'utilisation se sont avérées très proches des valeurs ainsi calculées, malgré l'influence considérable qu'exerce le comportement des utilisateurs (voir l'article « L'écobilan d'une construction : à quelle précision s'attendre ? »).

Tout bâtiment est un « stock intermédiaire » de matériaux, en partie inertes, en partie réactifs voire spéciaux selon les définitions de l'Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD). La part de matériaux et produits de démolition revalorisés est, actuellement, encore très faible (moins de 5 %). Cette situation ne peut se prolonger : l'élimination par mise en décharge ou incinération d'énormes quantités de ces matériaux représente d'une part un gaspillage important de ressources, et provoque d'autre part une lourde charge environnementale, incompatibles avec un développement durable. Il nous paraît cependant problématique de vouloir, aujourd'hui, faire des prévisions chiffrées pour le *recyclage ou l'élimination finale* de matériaux qui ne deviendront disponibles que dans vingt, quarante, voire huitante ans. Aussi avons-nous préféré nous limiter à en quantifier les masses, plutôt que d'élaborer des scénarios spéculatifs sur les besoins en énergie et les émissions engendrés par les transports et le traitement des matériaux incorporés dans le bâtiment à des échéances aussi éloignées. Les masses de matériaux calculées par élément et par nature, associées aux durées de vie spécifiques des éléments, permettent d'établir une prévision de leur arrivée sur le « marché », soit du recyclage, soit de l'élimination.

	kg/m² SRE	%
matériaux liés au ciment	1524	81.2
autres matériaux pierreux	234	12.5
bois et dérivés du bois	14	0.7
métaux	77	4.1
verre	3	0.2
matériaux isolants	6	0.3
matériaux synthétiques	18	1.0
appareils, machines	2	0.1
total	1878	100

Les Triaudes D – masses de matériaux incorporées en kg par m² de surface de référence énergétique

1.3. Résultats

Les résultats principaux suivants ont été dégagés de l'étude du bâtiment *Triaudes D.*

- Les masses des matériaux et produits incorporés dans un bâtiment d'habitation collective de type « lourd » sont de l'ordre de 1,9 tonne par m² de surface de référence énergétique, ou de 500 kg par m³ de volume réel selon SIA 416. Les bétons et autres matériaux pierreux représentent près de 94 % de cette masse. Les impacts ne sont pas, et de loin, proportionnels aux masses. Cela est particulièrement vrai pour les métaux de toute nature (aciers d'armature, doublages extérieurs en aluminium des fenêtres, balustrades et ferblanteries en acier inoxydable, etc.), qui représentent le 4 % des masses immobilisées, le tiers de l'énergie, et plus de 40 % du potentiel d'acidification en phases de construction et de rénovation, et ce en dépit de leur longue durée de vie admise, dans presque tous les cas, comme égale à celle du bâtiment.
- La consommation d'énergie primaire non renouvelable (NRE) et les émissions à effet de serre (GWP) pour la construction initiale d'une part, et pour l'ensemble des rénovations pendant la vie du bâtiment d'autre part, sont à peu près équivalentes. Les NRE et GWP résultant de l'utilisation du bâtiment sont environ cinq fois supérieures à celles de la construction et des rénovations additionnées.
- Pour le potentiel d'acidification, le rapport entre construction et rénovations d'une part, et utilisation d'autre part, est de 40/60.

2. Etude de cas « groupe de logements-type »

2.1. Buts

Une deuxième étude a été effectuée en parallèle avec celle portant sur un bâtiment existant de l'ensemble « Les Triaudes ». Elle avait pour buts, outre l'approfondissement des sujets définis pour les Triaudes, d'étudier les incidences sur les charges environnementales du plan de quartier – c'est-à-dire de l'implantation et du groupement d'un petit ensemble de logements –, et d'évaluer celles dues aux infrastructures nécessaires pour leur desserte.

2.2. Limites du système et méthodes

Le système examiné comprend *seize logements* identiques, conçus de sorte à permettre différentes variantes de groupement ou d'implantation. En plus des bâtiments (CFC 2), les *aménagements extérieurs et infrastructures* de l'unité de voisinage de seize logements ainsi définie ont été in-

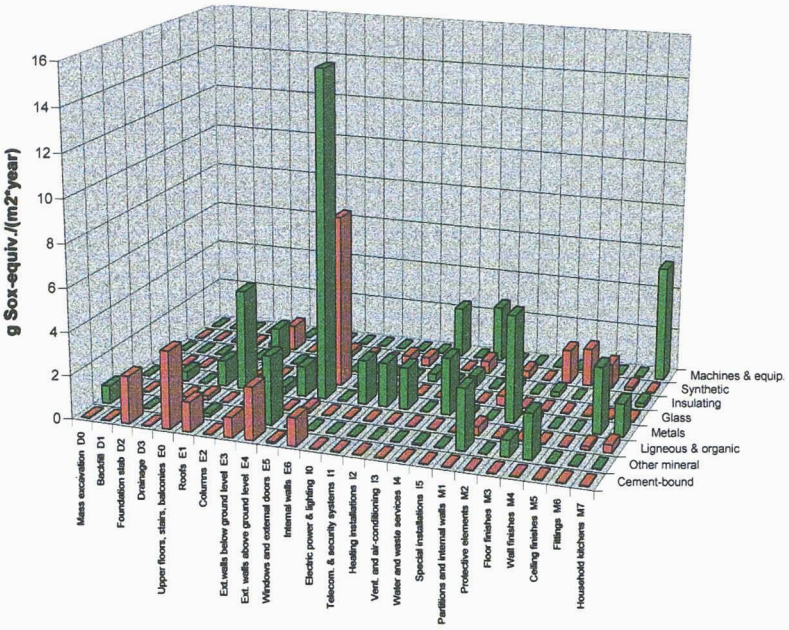

Fig. 3. – Acidification par élément CFE et par type de matériaux

clus. Par contre, il n'a pas été tenu compte des parts imputables à l'unité de voisinage aux infrastructures et aménagements en dehors du site (réseaux d'eau et d'écoulement communaux, station d'épuration, réseaux électriques principaux et transformateurs, routes communales et cantonales, etc.).

Les surfaces utiles, la disposition en plan et les données de conception architecturale des logements, ainsi que les conditions régissant leur implantation (distances aux limites, surfaces extérieures, dimensionnement des routes et réseaux, etc.), ont été formulées de sorte à offrir, dans tous les cas d'espèce, des valeurs d'utilisation identiques, ou au moins aussi semblables que possible. Le système constructif et les matériaux ont été choisis conformément au standard courant pour ce type de réalisations en Suisse.

A ce jour, quatre variantes d'implantation ont été analysées, à savoir :

- seize maisons individuelles à un niveau habitable, orientées est-sud-ouest,
- idem, mais à deux niveaux habitables,
- seize maisons contiguës en deux rangées de huit, orientées est-ouest,
- idem, mais orientées nord-sud.

L'étude d'une variante en propriété par étage est en cours.

Comme pour l'étude des « Triaudes », les besoins en énergie primaire, l'effet de serre et le potentiel d'acidification ont été calculés pour *chaque phase du cycle de vie*, à l'exception de l'élimination finale, pour laquelle les considérations formulées ci-dessus pour les « Triaudes » s'appliquent également. Pour la quantification de *l'utilisation directe de terrain* – critère dont la portée sur le développement durable nous paraît évidente et importante –, la surface minimale théorique nécessaire pour les seize logements avec leurs compléments extérieurs a été calculée en respectant des règles d'implantation garantissant les conditions d'utilisation « aussi équivalentes que possible » mentionnées ci-dessus.

Pour l'évaluation des impacts en phases de construction et de rénovation, un *catalogue* partiel *d'éléments* a été établi. Basé sur les définitions du CFE, complétées dans certains cas, il contient les masses des matériaux et produits utilisés y compris les pertes, les charges pour leur transport jusqu'au site, et les indications concernant la durée de vie présumée des éléments ou de leurs composants. En associant des facteurs d'impact tirés de bases de données existantes, principalement celle de l'[ESU], aux quantités par élément ainsi obtenues, on obtient les *charges environnementales par unité de référence d'élément*, en analogie avec les coûts contenus dans le CVR (catalogue des valeurs référentielles). Elles-mêmes reliées aux quantités référentielles par élément pour une variante de projet donné, ces données permettent de calculer les impacts pour chacun des éléments CFE et pour la variante de projet dans son ensemble.

Pour la *phase d'utilisation* des bâtiments, les charges prévisionnelles ont été calculées avec LESOSAI 4 pour le chauffage, en tenant compte des gains solaires et internes, et sur la base de valeurs standards suisses pour l'eau chaude sanitaire et l'électricité.

2.3. Résultats

Cette étude a apporté les résultats suivants.

- Malgré la typologie et le choix de solutions constructives diffé-

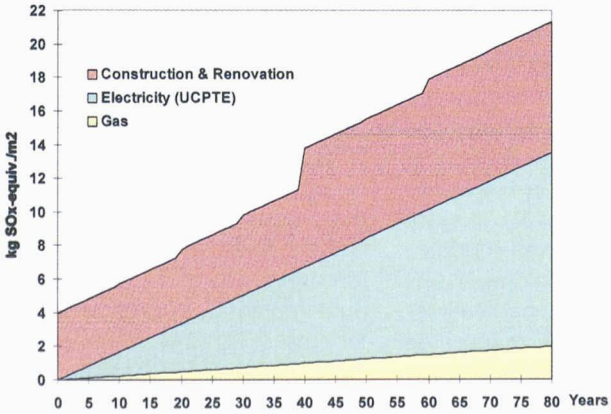

Fig. 4. – Evolution de l'acidification sur la durée de vie du bâtiment

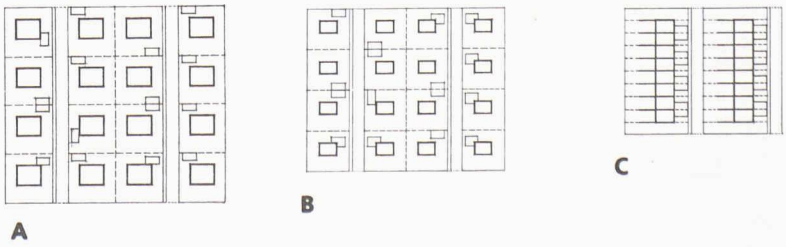

Fig. 5. – Utilisation du sol selon le plan d'affectation

D2 FONDATIONS, DALLES DE FOND	#	matériau	MASSES d kg/m³	quantité m'	m'	m'	Q/u m³	M1 kg/u	réutil. n	pertes %	M2 construction kg/u	M3 kg/u*an	durée ans	M4 rénovations kg/u	M5 kg/u*an
D2.50 semelle filante	001	excavation terrain meuble normal	1800	0.60	1.00	0.90	0.54	**972.00**	1	0	**972.00**	**12.15**	80	**0.00**	**0.00**
u = m' de semelle	110	béton maigre sous fondations	2200	0.60	1.00	0.05	0.03	**66.00**	1	15	**75.90**	**0.95**	80	**0.00**	**0.00**
semelle filante b.a. pour bât. max 2 niv.	113	b.a. CP350 fondations	2400	0.60	1.00	0.23	0.14	**324.00**	1	15	**372.60**	**4.66**	80	**0.00**	**0.00**
y.c. longrine isolée	530	isoaltion verre cellulaire	140	0.60	1.00	0.10	0.06	**8.40**	1	10	**9.24**	**0.12**	80	**0.00**	**0.00**
détail no.D.2.50	113	b.a. CP350 fondations	2400	0.20	1.00	0.80	0.16	**384.00**	1	15	**441.60**	**5.52**	80	**0.00**	**0.00**
	010	remblayage mat. sur berge	1800				0.16	**279.00**	1	0	**279.00**	**3.49**	80	**0.00**	**0.00**
D2.51 semelle filante	001	excavation terrain meuble normal	1800	0.60	1.00	0.90	0.54	**972.00**	1	0	**972.00**	**12.15**	80	**0.00**	**0.00**
u = m' de semelle	110	béton maigre sous fondations	2200	0.60	1.00	0.05	0.03	**66.00**	1	15	**75.90**	**0.95**	80	**0.00**	**0.00**
semelle filante b.a. pour bât. max 2 niv.	113	b.a. CP350 fondations	2400	0.60	1.00	0.23	0.14	**324.00**	1	15	**372.60**	**4.66**	80	**0.00**	**0.00**
y.c. longrine non isolée	113	b.a. CP350 fondations	2400	0.20	1.00	0.80	0.16	**384.00**	1	15	**441.60**	**5.52**	80	**0.00**	**0.00**
détail no.D.2.50	010	remblayage mat. sur berge	1800				0.22	**387.00**	1	0	**387.00**	**4.84**	80	**0.00**	**0.00**
D2.60 semelle ponctuelle	001	excavation terrain meuble normal	1800	0.60	0.60	0.90	0.32	**583.20**	1	0	**583.20**	**7.29**	80	**0.00**	**0.00**
u = p	110	béton maigre sous fondations	2200	0.60	0.60	0.05	0.02	**39.60**	1	15	**45.54**	**0.57**	80	**0.00**	**0.00**
semelle ponct. b.a. pour bât. max 2 niv.	113	b.a. CP350 fondations	2400	0.60	0.60	0.23	0.08	**194.40**	1	15	**223.56**	**2.79**	80	**0.00**	**0.00**
y.c. fût jusqu'au sol fini, non isolé	113	b.a. CP350 fondations	2400	0.20	0.20	0.60	0.02	**57.60**	1	15	**66.24**	**0.83**	80	**0.00**	**0.00**
détail no.D.2.50	010	remblayage mat. sur berge	1800				0.20	**361.80**	1	0	**361.80**	**4.52**	80	**0.00**	**0.00**
D2.70 radier	110	béton maigre sous fondations	2200	1.00	1.00	0.05	0.05	**110.00**	1	15	**126.50**	**1.58**	80	**0.00**	**0.00**
u = m² de radier	113	b.a. CP350 fondations	2400	1.00	1.00	0.25	0.25	**600.00**	1	15	**690.00**	**8.63**	80	**0.00**	**0.00**
radier en b.a., sous abri, CP350, ac.65kg															
D2.80 dallage isolé	010	remblayage avec mat. d'apport	2200	1.00	1.00	0.20	0.20	**440.00**	1	0	**440.00**	**5.50**	80	**0.00**	**0.00**
u = m² de dallage	243	fourniture tout-venant	2400	1.00	1.00	0.20	0.20	**480.00**	1	10	**528.00**	**6.60**	80	**0.00**	**0.00**
dallage b.a. sous locaux chauffés	110	béton maigre sous fondations	2200	1.00	1.00	0.05	0.05	**110.00**	1	15	**126.50**	**1.58**	80	**0.00**	**0.00**
CP 350, aciers 65kg/m³	113	b.a. CP350 fondations	2400	1.00	1.00	0.25	0.15	**360.00**	1	15	**414.00**	**5.18**	80	**0.00**	**0.00**
isol. sur dallage, y.c parevapeur	504	laine de verre	110	1.00	1.00	0.05	0.05	**5.50**	1	10	**6.05**	**0.08**	40	**6.05**	**0.08**
chape et revêtement n.c.	612	parevapeur feuille PE						**0.18**	1	15	**0.21**	**0.00**	40	**0.21**	**0.00**

D2 FONDATIONS, DALLES DE FOND IMPACTS	#	matériau	M2 constr. kg/u	M4 rénov. kg/u	NRE construction		NRE rénovations		GWP construction		GWP rénovations		AP construction	
D2.50 semelle filante	001	excavation terrain meuble normal	**972.00**	**0.00**	4.44	**1737**	0.00	**0**	0.30	**170**	0.00	**0**	0.00286	**0.721**
u = m' de semelle	110	béton maigre sous fondations	**75.90**	**0.00**	46.04		0.00		6.16		0.00		0.02664	
semelle filante b.a. pour bât. max 2 niv.	113	b.a. CP350 fondations	**372.60**	**0.00**	488.04		0.00		59.09		0.00		0.21919	
y.c. longrine isolée	530	isoaltion verre cellulaire	**9.24**	**0.00**	619.08		0.00		34.10		0.00		0.21160	
détail no.D.2.50	113	b.a. CP350 fondations	**441.60**	**0.00**	578.41		0.00		70.03		0.00		0.25978	
	010	remblayage mat. sur berge	**279.00**	**0.00**	1.28		0.00		0.09		0.00		0.00082	
D2.51 semelle filante	001	excavation terrain meuble normal	**972.00**	**0.00**	4.44	**1119**	0.00	**0**	0.30	**136**	0.00	**0**	0.00286	**0.510**
u = m' de semelle	110	béton maigre sous fondations	**75.90**	**0.00**	46.04		0.00		6.16		0.00		0.02664	
semelle filante b.a. pour bât. max 2 niv.	113	b.a. CP350 fondations	**372.60**	**0.00**	488.04		0.00		59.09		0.00		0.21919	
y.c. longrine non isolée	113	b.a. CP350 fondations	**441.60**	**0.00**	578.41		0.00		70.03		0.00		0.25978	
détail no.D.2.50	010	remblayage mat. sur berge	**387.00**	**0.00**	1.77		0.00		0.12		0.00		0.00114	
D2.60 semelle ponctuelle	001	excavation terrain meuble normal	**583.20**	**0.00**	2.67	**412**	0.00	**0**	0.18	**50**	0.00	**0**	0.00171	**0.189**
u = p	110	béton maigre sous fondations	**45.54**	**0.00**	27.62		0.00		3.69		0.00		0.01598	
semelle ponct. b.a. pour bât. max 2 niv.	113	b.a. CP350 fondations	**223.56**	**0.00**	292.82		0.00		35.45		0.00		0.13151	
y.c. fût jusqu'au sol fini, non isolé	113	b.a. CP350 fondations	**66.24**	**0.00**	86.76		0.00		10.51		0.00		0.03897	
détail no.D.2.50	010	remblayage mat. sur berge	**361.80**	**0.00**	1.65		0.00		0.11		0.00		0.00106	
D2.70 radier	110	béton maigre sous fondations	**126.50**	**0.00**	76.73	**981**	0.00	**0**	10.26	**120**	0.00	**0**	0.04440	**0.450**
u = m² de radier	113	b.a. CP350 fondations	**690.00**	**0.00**	903.77		0.00		109.43		0.00		0.40590	
radier en b.a., sous abri, CP350, ac.65kg														
D2.80 dallage isolé	010	remblayage avec mat. d'apport	**440.00**	**0.00**	2.01	**1108**	0.00	**284**	0.14	**101**	0.00	**14**	0.00129	**0.479**
u = m² de dallage	243	fourniture tout-venant	**528.00**	**0.00**	202.80		0.00		11.49		0.00		0.08950	
dallage b.a. sous locaux chauffés	110	béton maigre sous fondations	**126.50**	**0.00**	76.73		0.00		10.26		0.00		0.04440	
CP 350, aciers 65kg/m³	113	b.a. CP350 fondations	**414.00**	**0.00**	542.26		0.00		65.66		0.00		0.24354	
isol. sur dallage, y.c parevapeur	504	laine de verre	**6.05**	**6.05**	259.69		259.69		12.97		12.97		0.09442	
chape et revêtement n.c.	612	parevapeur feuille PE	**0.21**	**0.21**	24.55		24.55		0.75		0.75		0.00583	

Fig. 6. – Extraits du catalogue des éléments

rents par rapport au bâtiment « Triaudes D », la masse incorporée par m² de surface de référence énergétique est pratiquement identique (1900 kg/m² SRE), la masse des matériaux remplacés, pendant toute la durée de vie de huitante ans, étant de 240 kg/m² SRE.

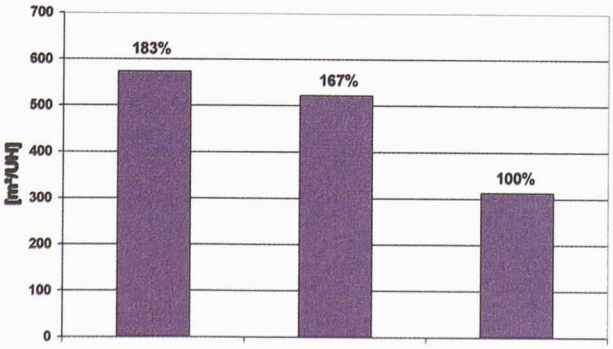

Fig. 7. – Utilisation du sol selon les variantes d'implantation

- L'écart entre les implantations la plus et la moins favorable, pour la phase de construction, est de 20 % environ pour l'effet de serre, et de près de 30 % pour l'énergie primaire non renouvelable et l'acidification. Pour l'ensemble des phases de la vie des bâtiments, à l'exception de l'élimination finale, ces écarts s'établissent à près de 20 % pour l'énergie primaire non renouvelable et l'effet de serre, et à 15 % environ pour l'acidification.
- Un ensemble de seize maisons indépendantes sur un étage, de style « pavillon de banlieue », consomme environ 80 % plus de terrain à bâtir qu'un ensemble groupé de maisons offrant des surfaces habitables et un confort équivalents.
- Les impacts examinés – NRE, GWP et AP –, dus à la construction des aménagements extérieurs et infrastructures nécessaires pour un ensemble de seize unités de logements, sont de l'ordre de 20 à 25 % de ceux des bâtiments. Ces pourcentages ne

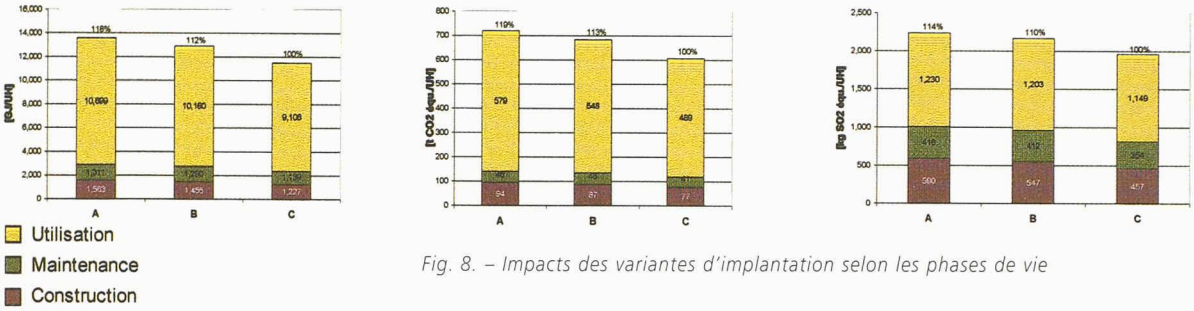

Fig. 8. – Impacts des variantes d'implantation selon les phases de vie

Références

[CFE] CFE – « Code des frais par éléments », SN 506502, Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction (CRB), Zurich, 1995

[CVR] CFE – « Catalogue des valeurs référentielles », Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction (CRB), Zurich

[ECONOCAL] ECONOCAL 1.0 – Logiciel d'optimisation des installations techniques avec prise en compte des coûts externes de l'énergie, PACER, 1996

[ESU 94] ESU Gruppe – EPF Zurich : « Oekoinventare für Energiesysteme », 1994

[ESU 95] Th. Weibel & A. Stritz : « Oekoinventare und Wirkungsbilanzen von Baumaterialien », ESU – Reihe Nr. 1/95

[GAY 97] J.-B. Gay, J. Homem de Freitas, Ch. Ospelt et P. Rittmeyer : « Toward a Sustainability Indicator for Buildings », Buildings and the Environment – Second International Conference – Paris, 1997

[HOMEM] J. Homem de Freitas : « Etude de sensibilité aux données initiales de l'écobilan d'un bâtiment et analyse économique de ses installations techniques », travail de maîtrise, cycle postgrade en énergie, EPFL, 1997

[HOWARD] N.P. Howard : « Embodied Energy and consequential CO_2 in Construction », International Symposium of CIB, 1996

[INFRAS] Infras – Ecoconcept – Prognos : « Les milliards oubliés – Coûts externes de l'énergie et des transports », Edition Paul Haupt, Berne, 1996

[JUT 97] J.-B. Gay, J. Homem de Freitas, Ch. Ospelt, P. Rittmeyer et O. Sindayigaya : « Standarizing Sustainability : Toward Creating a Sustainability Index for Buildings », *The Journal of Urban Technology* Vol.4 (1997) p. 51-67

[KOH 86] N. Kohler : « Analyse énergétique de la construction, de l'utilisation et de la démolition de bâtiments », thèse EPFL, 1986

[KOH 94] N. Kohler et al. : « Energie- und Stoffflussbilanzen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer », EPFL-LESO/ifib Universität Karlsruhe, 1994

[NOH 95] M. Goedkoop : « The Eco-indicator 95 », NOH No.9523, Amersfoort, 1995

[LESOSAI 4] Programme LESOSAI 4.0 : « Calcul du bilan thermique d'une construction » LESO – CENprEN832 – SIA 380/1 et SIA 180/1, Lausanne, 1996

[OGIP DATO] BEW Forschungsprojekt : « OGIP/DATO – Optimierung von Gesamtenergieverbrauch, Umweltbelastung und Baukosten », Schlussbericht, 1996

[OTD] Ordonnance sur le traitement des déchets, Berne, 1990

[SETAC] « Guidelines for Life-Cycle Assessment – A Code of Practice », SETAC Europe, Bruxelles, 1993

[SIA D093] Société suisse des ingénieurs et architectes : « Canevas pour la déclaration des caractéristiques écologiques des matériaux de construction », Zurich, 1993

[SIA D0123] Société suisse des ingénieurs et architectes : « Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtpunkten », Zurich, 1995

varient pas beaucoup entre les quatre implantations étudiées. Les impacts de la phase d'utilisation de ces compléments aux logements sont négligeables, comparés à ceux des bâtiments, si l'on ne considère que le petit quartier isolément. Ils ne le sont plus lorsque le système est élargi pour englober les infrastructures et les transports induits par la localisation du quartier, aux niveaux communal et régional (voir l'article « Les infrastructures, quels impacts ? »).

3. Discussion

- Les données environnementales pour les matériaux de construction de base, tels que bétons, isolants usuels, dérivés du bois etc. sont relativement complètes et fiables. Elles sont en revanche douteuses ou manquent complètement pour d'autres groupes de matériaux et de produits tels que, par exemple, les adjuvants, colles, mastics et autres auxiliaires chimiques largement utilisés, ou les produits et appareils plus complexes à forte valeur ajoutée (appareils électriques, de production de chaleur, de ventilation, etc.).
- Compte tenu de l'énorme variété de types et marques de produits utilisés dans la construction et de la volatilité du marché, il ne nous semble pas raisonnable de vouloir établir des inventaires spécifiques complets pour chaque cas. Il sera donc nécessaire d'utiliser des valeurs par défaut pour certaines parties de la chaîne, comme par exemple pour les transports du lieu d'extraction ou de fabrication au lieu

d'utilisation, ou pour les charges environnementales de la mise en œuvre sur le chantier. Cette démarche simplifiée est d'autant plus justifiée si les charges induites par les parties en question sont relativement faibles, ce qui semble bien être le cas. Cependant, nos connaissances accusent toujours des lacunes importantes en ce qui concerne aussi bien les besoins en énergie des différentes activités, que les déchets et émissions directes produits sur les chantiers.

- Il nous paraît essentiel, dans l'intérêt de l'efficacité et afin d'éviter des charges supplémentaires difficilement supportables pour les mandataires, que l'évaluation et l'optimalisation environnementales d'un projet donné puissent se faire en parallèle avec la planification financière, aux échéances de celle-ci (estimation sommaire, devis estimatif, devis détaillé) et en utilisant le plus possible les mêmes types de données. Elles devraient donc, dans la mesure du possible, s'appuyer sur des méthodes et outils couramment utilisés.
- Le CFE, dont l'utilité et l'efficacité pour la planification des coûts sont désormais reconnues, s'est avéré adéquat pour la description physique de projets de bâtiments en vue de leur évaluation environnementale. Quelques adaptations et affinements mineurs de la méthode devraient éventuellement être envisagés
- Il sera nécessaire de constituer des bases de données environnementales pour les groupes d'éléments et éléments, en analogie avec celles concernant les coûts (CVR, catalogue des valeurs référentielles, et CEC, catalogue des éléments calculés). La documentation SIA D0123 représente un premier pas important dans cette direction et notre étude des Triaudes D apporte, pour quelques éléments, de nouvelles valeurs pratiques.
- Dans les phases en amont du projet, il sera également nécessaire de disposer de valeurs de référence environnementales, plus grossières, applicables au bâtiment en bloc, comme c'est le cas des ratios de coût usuels pour les estimations sommaires des investissements. Les valeurs des Triaudes D, rapportées au m² de surface de référence énergétique, peuvent également être considérées comme références à ce titre.
- Les *types d'impacts* à prendre en compte dans l'évaluation environnementale d'un projet de construction ainsi que le principe et les méthodes de leur *agrégation*, sujets très controversés mais incontournables, sont discutés dans l'article intitulé « Vers un indicateur de durabilité pour le bâtiment ».

La seconde partie de cette série d'articles consacrés au thème « Architecture et développement durable » paraîtra dans notre N° 7 du 8 mars 1998.

Rédaction

La construction en bois

Un matériau compatible avec l'environnement et sa gestion durable

La suprématie d'une matière première renouvelable telle que le bois, par rapport à ses concurrents non renouvelables, est évidente. En Suisse le bois est produit dans le respect du principe de la gestion durable des ressources : l'exploitation ne dépasse pas la production – on vit des dividendes sans toucher au capital. L'élimination de bois de récupération ne pose pas de problème, car il ne s'agit pas d'un déchet : il peut être réutilisé ou être une source d'énergie neutre du point de vue CO_2. La production et l'utilisation de bois indigène évitent de longs transports nuisibles pour l'environnement. Exploitées de façon durable, les forêts fournissent d'importantes prestations de protection et de loisir. Utiliser du bois sert à entretenir la forêt, ce qui est bénéfique pour tout un chacun.

La forêt

Le bois est la seule matière première indigène générée continuellement et en quantité suffisante. Près d'un tiers de notre pays est couvert de forêts protégées : la loi impose de maintenir leur surface et leur répartition. La forêt est également protégée en tant que biotope, la coupe rase étant prohibée. Les essences sont réparties de manière très variée, reflétant la diversité de la nature. Selon une estimation, près des deux tiers de nos 500 millions d'arbres sont des résineux. Le reste est dévolu aux feuillus.

Production de bois

Ce sont quelque 9 millions de m³ de bois qui poussent chaque année dans la forêt suisse, alors que l'on n'en récolte que 4,5 millions. Il pousse donc plus de bois que l'on en utilise. Il est nécessaire que la forêt soit exploitée de manière convenable, et périodiquement rajeunie. « Le bois pousse à partir du bois », disent les forestiers : l'exploitation durable n'est pas un terme qui leur est étranger. Il en est ainsi depuis longtemps et il en sera ainsi pour les générations à venir.

Réserves et utilisation du bois en Suisse

Surface des forêts	1 200 000 ha (environ 30 % de la surface du pays)
Stock de bois	env. 400 millions de m³
Stock de bois par hectare	333 m³
Utilisation par hectare	4,0 m³
Utilisation totale	environ 4,6 millions m³

Valeurs WVS 1995