

Construire durablement en béton

Autor(en): **Jacobs, Frank**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **67 (1999)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146493>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Construire durablement en béton

On s'inquiète de plus en plus de l'impact sur l'environnement des matériaux et éléments de construction. Pour la construction en béton, on dispose d'amples informations qui mettent en évidence les procédés écologiques de l'industrie, de la recherche, des associations professionnelles et des autorités, et qui soulignent le risque minime qu'ils représentent pour l'environnement.

20 % de la population mondiale consomment 80 % des matières premières. Une amélioration du niveau de vie de grandes parties de l'humanité n'est possible que si l'on extrait encore plus de matières premières, dont certaines deviennent rares. C'est pourquoi les ressources doivent être exploitées en pensant au long terme. C'est-à-dire qu'il faut satisfaire les besoins actuels sans que ceux des générations futures ne puissent plus l'être.

D'une vaste vue d'ensemble sur la situation de l'environnement en Suisse [2], on peut relever, entre autres, ce qui suit:

- Plus de 50 % de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre provenant principalement des processus de combustion sont dus au trafic et aux ménages.
- Le trafic routier consomme environ 70 % de l'énergie finale utilisée pour l'ensemble du trafic.

- Quelque 50 % des distances couvertes par personne et par jour le sont par les transports, surtout motorisés, pour les loisirs. En 1994, on a utilisé les transports publics pour environ 20 % de ces distances, et la voiture pour environ 65 %.

Il est donc nécessaire de minimaliser les nuisances pour l'environnement dues au trafic et aux ménages. En ce qui concerne les ménages, il faut veiller à l'impact sur l'environnement de la construction et de l'entretien (écologie).

Selon [3], construire écologiquement comprend de nombreux aspects:

- Choix de l'emplacement, conception, forme et situation du bâtiment, choix des matériaux de construction, en fonction de l'environnement et de la consommation d'énergie.
- Programme des exigences fonctionnelles, organisation interne, systèmes techniques du bâtiment.

Matériaux	Trajet	Transport	Distance [km]	
			maximale	moyenne
Gravier	Gravière–chantier	Camion	30	10
	Gravière–centrale à béton	Camion	30	10
		Bateau	50	15
Ciment	Cimenterie–chantier	Train	100	30
		Camion	40	20
	Cimenterie–centrale à béton	Train/Camion	100	40
Camion		40	20	
Train/Camion		100	40	
Béton prêt à l'emploi	Centrale à béton–chantier	Train	100	40
		Camion	20	7

Tab. 2 Distances de transport usuelles pour les constituants du béton et le béton en Suisse [1].

Consommation annuelle [1000 t]

Ciment	3 500
Granulats ¹⁾	24 000
Eau	1 800
Adjuvants	14
Ajouts	> 70
Production de béton	env. 30 000

¹⁾ ensemble de l'industrie de la construction: 50 millions t

Tab. 1 Flux annuels estimés des constituants du béton en Suisse [1].

- Inclure de la végétation avec pour objectif
 - minimaliser les besoins énergétiques et en ressources pour la construction et l'utilisation des bâtiments;
 - favoriser l'utilisation de systèmes naturels et de ressources renouvelables;
 - éviter la pollution de l'environnement;
 - avoir le moins possible de surface imperméabilisée;
 - intégrer les bâtiments harmonieusement dans le paysage.

Le présent article est basé dans une large mesure sur la documentation SIA D 0146 [1], laquelle contient des informations, aussi bien de base que plus détaillées, pour évaluer l'impact sur l'environnement des bétons. Cette documentation a été rédigée par le groupe de travail «Impact du béton sur l'environnement» de la commission pour la norme SIA 162 «Ouvrages en béton». Ce groupe de travail comprend des représentants de l'industrie, des hautes écoles et de l'OFEFP.

Flux des matières du béton

On produit actuellement environ 20 millions de tonnes de béton par année, pour lesquelles on utilise les matières premières mentionnées dans le tableau 1. Les distances usu-

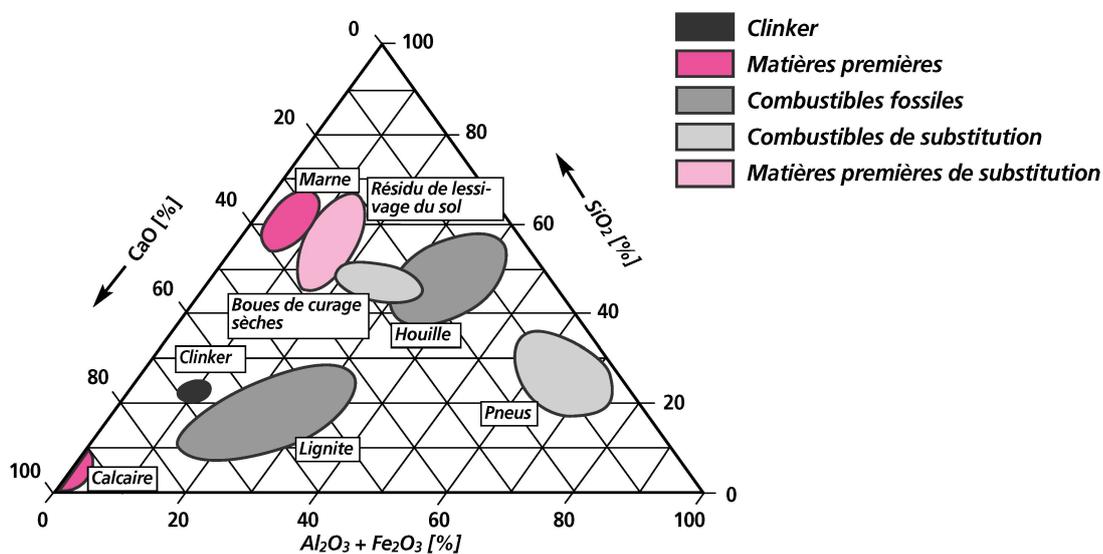


Fig. 1 Diagramme de Rankine du clinker ainsi que des matières brutes primaires et secondaires (de substitution) pour la fabrication du clinker [1].

Graphiques: TFB/Schüch Söhne AG

elles de transport des bétons et de leurs constituants figurent dans le tableau 2.

Ciments

Le ciment contient du clinker, des ajouts et du gypse servant de régulateur de prise. Les constituants pour 1 kg de clinker – environ 1,5 kg de calcaire et d'argile broyés – sont cuits (partiellement fondus) à environ 1450 °C pendant 15 à 20 minutes. Les cendres provenant des combustibles étant intégrées au clinker, il n'y a pas de déchets. Les matières premières ainsi que les combustibles incinérés doivent être utilisés en quantités permettant d'obtenir une composition déterminée du clinker (figure 1). Pour la fabrication de 1 kg de clinker Portland on utilise quelque 120 g de

charbon ou 3,6 MJ. Le coût des combustibles représentait autrefois environ un tiers des coûts de production. C'est pourquoi, au cours de ces dernières décennies, on a intensivement travaillé à réduire la consommation d'énergie.

En Suisse, les émissions de CO₂ dues à la production de clinker se chiffrent à peine à 8 %. Il est émis par tonne de ciment:

- env. 500 kg de CO₂ provenant de la farine crue (éliminée par le calcaire)
- env. 380 kg de CO₂ provenant des combustibles.

Pour la production du clinker, l'industrie du ciment remplace de plus en plus la farine crue et les combustibles traditionnels par des matériaux de substitution appro-

priés. Cela en raison des émissions, du coût élevé des combustibles et des efforts tendant à utiliser les ressources encore plus judicieusement. D'autres exigences sont formulées dans un document de base de l'OFEFP concernant l'élimi-

nation des déchets dans les cimenteries [4]:

«Les déchets peuvent être éliminés dans les cimenteries à condition que cette méthode:

- respecte davantage l'environnement que toute autre sorte d'élimination
- soit en accord avec la planification cantonale et fédérale des déchets
- ne fasse pas concurrence à une gestion plus écologique des ressources.»

La directive de l'OFEFP concernant l'élimination des déchets des cimenteries comprend des valeurs indicatives pour la teneur en substances polluantes dans le clinker ou le ciment Portland. On y trouve également des exigences concernant les concentrations de métaux lourds dans les matières secondaires et le clinker (tableau 3).

	Combustibles résiduaire ^{a)}	Farine crue de substitution ^{a)}	Ajouts ^{a)}	Clinker ^{a)}	Ciment CEM I ^{a)}	Cendres volantes, sable de laitier ^{b)}		Matériaux d'excavation ^{c)}	
						convient	convient sous réserve	U	T
As	15	20	30	40		30	80	15	40
Be	5	3	3	5					
Cd	5	0,8	1	1,5	1,5	1	2	0,5	5
Co	20	30	100	50					
Cr	100	100	200	150		200	500	50	200
Cu	100	100	200	100		200	500	40	250
Hg	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	1	0,5	1
Ni	100	100	200	100		200	500	50	250
Pb	200	50	75	100		100	500	50	250
Sb	5	1	5	5		5	20		
Se	5	1	5	5					
Sn	10	50	30	25		30	80		
Tl	3	1	2	2		0,5	1		
Zn	400	400	400	500		400	1000	150	500

Tab. 3 Charges des matériaux en ppm (g/t). ^{a)} valeurs indicatives pour la production de ciments CEM I [4] ^{b)} valeurs indicatives provisoires pour cendres volantes et sable de laitier [5] ainsi que ^{c)} pour matériaux d'excavation non pollués (U) et tolérables (T) [6].

Ces exigences se situent entre les valeurs indicatives pour zone d'excavation non polluée et zone d'excavation tolérable (très peu polluée).

Les combustibles secondaires peuvent aussi bien diminuer faiblement les teneurs en métaux lourds dans le ciment que les augmenter.

L'utilisation de déchets ne réduit pas forcément les émissions et la consommation d'énergie dans les cimenteries. Néanmoins, 51 000 t de combustibles secondaires, représentant au total une valeur calorifique de quelque 3700 TJ, ont permis en 1998 de couvrir 36 % de l'énergie thermique nécessaire à la fabrication du clinker, c'est-à-dire qu'ils se sont substitués aux quantités correspondantes des combustibles traditionnels tels que mazout et charbon.

On a en même temps réduit l'importation (transport) de combustibles

ainsi que l'extraction de matières premières.

Livraisons de ciment

En Suisse, les ciments sont livrés moitié par le rail, moitié par la route, 93 % étant transportés en vrac (1998), et le reste en sacs.

L'eczéma du ciment

Travailler avec du ciment humide ou du béton frais sans tenir compte des précautions à prendre peut provoquer des irritations de la peau [7]. Cela est dû à la valeur pH élevée, c'est-à-dire à la teneur en chromate de l'ordre de 10 ppm (g/t) des ciments Portland.

Granulats

Les réserves de sable et gravier de la Suisse potentiellement utilisables sont de l'ordre de plusieurs milliards

de tonnes. Elles diminuent continuellement (*figure 2*), car seul quelque 1 % de la quantité extraite chaque année pour la construction (50 millions t) est remplacé par des processus naturels. En se basant sur la consommation actuelle de sable et gravier, on peut estimer que les réserves suffiront encore pour au moins 50 ans. Il y a toutefois aujourd'hui déjà ici et là quelques difficultés d'approvisionnement chez nous et à l'étranger.

On ne devrait pourtant pas forcément connaître une pénurie générale de gravier en Suisse. Cela, entre autres, pour les raisons suivantes:

- Recul de la construction de plus de 30 % de 1990 à 1996
- Récupération annuelle de 0,3 million t de granulats dans les camions bétonnières et les centrales à béton
- Granulats de béton servant de matériaux de construction de recyclage: dans le bâtiment, on produit chaque année un peu plus de 1 million de tonnes de béton de démolition et environ 1,5 million de tonnes de matériaux de démolition non triés, et la tendance va fortement en croissant.
- Utilisation de matériaux concassés provenant du percement de tunnels (actuellement < 100 000 t/a) et de carrières

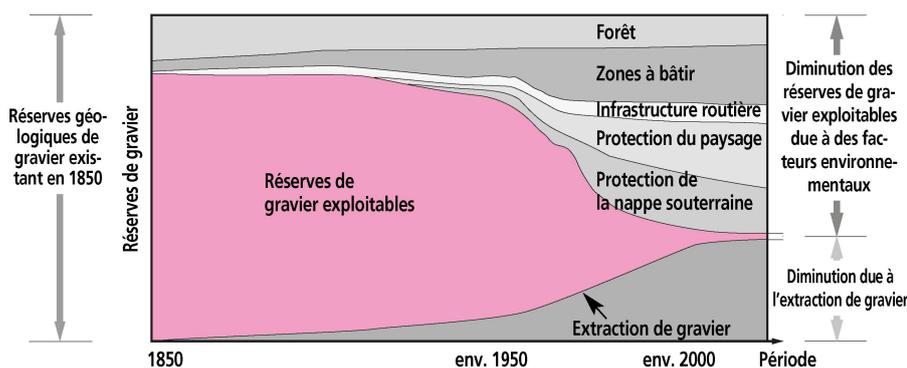


Fig. 2 Représentation schématique de la diminution des réserves de gravier exploitables (selon [8]).

- Importation de plus de 4 millions de tonnes de sable et gravier par année.

Adjuvants du béton

Quelque $\frac{1}{3}$ de tous les bétons fabriqués en Suisse contiennent des adjuvants (tendance plutôt à la hausse). Les adjuvants sont des matériaux ajoutés aux bétons pendant le malaxage en quantité inférieure à 5 % (en rapport de la masse du ciment), qui servent à modifier les propriétés de ces bétons à l'état frais ou durci (prEN 934-2). Il a déjà été traité en détail de l'utilisation des principaux adjuvants dans de précédents numéros du «Bulletin du ciment» [9].

En 1996, on a vendu au total quelque 15 000 tonnes d'adjuvants, dont 76 % de superfluidifiants

(HBV) et plastifiants (BV). Lors d'une étude, on a effectué avec des granulats de béton des essais de lessivage sur des éprouvettes de différentes compositions confectionnées en laboratoire, et l'on a examiné les produits élusés quant au carbone organique (COT) dissous. Les quantités de COT constatées étaient minimales (< 50 ppm). Dans des conditions d'essais très sévères, il a été possible

de lessiver au total quelque 20 à 30 % des HBV utilisés. Dans les granulats de béton, seule une petite partie des substances lessivables provenait des adjuvants utilisés. Pour tout le reste, les responsables sont les produits utilisés dans la construction (peintures, colles, mastic de jointoyage, etc.) et d'autres matériaux (bois, plâtre, asphalte, etc.), ainsi que, pour une tout petite part, les granulats, le ciment et l'eau.



Fig. 3 Label de qualité du FSHBZ.

D'après les connaissances actuelles, les HBV ne menacent guère l'environnement. Les adjuvants étant très facilement solubles dans l'eau, il n'y a pas de concentration à craindre dans les sols, les conducteurs d'eau souterraine et les organismes. L'Association professionnelle de fabricants suisses d'adjuvants du béton (FSHBZ), en collaboration avec des spécialistes de l'environnement indé-

pendants, a créé un label de qualité pour les adjuvants des bétons et mortiers (figure 3). Ce label est attribué aux produits qui sont classés écologiques. Il est tenu compte en l'occurrence de la production, du stockage, du transport, de l'utilisation, du recyclage, de l'élimination et de l'emballage d'un adjuvant.

Ajouts du béton

Selon la norme SIA V 162.051, les ajouts sont des matières organiques finement réparties, qui peuvent être ajoutées aux bétons pour en améliorer certaines propriétés ou pour leur conférer des propriétés particulières. Ils peuvent être d'origine naturelle (p. ex. tuf volcanique) ou produits industriellement (p. ex. cendres volantes des centrales thermiques à houille). Les ajouts sont par définition ajoutés au béton lors de sa fabrication. Mais les cendres volantes, sables de laitier, farines de calcaire et fumées de silice sont également broyées directement avec le clinker; il en résulte différentes sortes de ciments (norme SIA 215.002). En ce qui concerne les aspects techniques des ajouts, il en a été traité dans plusieurs numéros du «Bulletin du ciment» [10]. Comparée à celle d'autres pays où l'on produit des ajouts sous forme de sous-produits de processus industriels, la consommation d'ajouts en

Suisse est faible (env. 50 000 t/an). En admettant que l'on utilise quelque 30 kg d'ajouts par m³ de béton, on ajoute à l'ensemble des bétons suisses environ 10% de cendres volantes de houille ou sables de laitier.

Le béton et l'environnement

Les indications concernant les besoins énergétiques (p. ex. pour la production de 1 t de ciment) se rapportent soit à l'énergie finale consommée (litre de mazout, kilowattheure d'électricité, etc.), soit à l'énergie primaire, également appelée énergie grise.

L'énergie grise comprend les dépenses d'énergie pour la production et le transport de l'énergie jusqu'au consommateur final. Selon la manière de considérer la chose (limite du système), l'énergie primaire peut également comprendre les besoins énergétiques pour la réalisation d'ouvrages d'infrastructure tels que centrales thermiques, raffineries, etc. Un exemple: pour la production d'un kilogramme de CEM I, les besoins en énergie finale sont d'environ 3,4 MJ, et la consommation d'énergie primaire (sans ouvrages d'infrastructure) d'environ 4,1 MJ.

Chaque mètre cube construit dans les bâtiments d'habitation comprend quelque 500 kg de matériaux. Plus de $\frac{2}{3}$ des nouveaux bâtiments se composent de béton, de pierre na-

turelle ou artificielle, ainsi que de briques de terre cuite et tuiles (tableau 4).

Dans les grands ensembles modernes, l'énergie grise rapportée aux

fonctionnement et pour l'utilisation de moyens de transport un multiple de l'énergie rapportée aux matériaux. Il n'en est pas moins nécessaire de continuer à optimiser le

	Immeubles collectifs Allemagne 1972	Maison à deux familles Widmerstr., Zurich 1927	Immeuble indexé Zurich
Année de construction	1972	1927	
Volume construit (SIA)	6000 m ³	500 m ³	22 600 m ³
Masse du bâtiment (SIA)	490 kg/m ³	470 kg/m ³	540 kg/m ³
<i>Composition selon matériaux en pourcentage de la masse</i>			
Béton, pierre naturelle, pierre artificielle	46	9	73
Briques, tuiles	34	70	17
Mortier, enduit	4	7	4
Amiante-ciment			0,8
Verre	0,2	0,1	0,1
Bois	10	10	0,9
Métaux	2	2	3
Isolants, plâtre, paille, scories	3	3	0,2
Revêtements, matières plastiques, papiers peints, peintures	0,4	0,1	0,3

Tab. 4 Pourcentages des divers matériaux dans les bâtiments en rapport de la masse, selon [11].

matériaux est estimée de 60 à 110 MJ par m² et par an par surface de référence énergétique.

L'énergie rapportée aux matériaux est l'énergie nécessaire pour la fabrication des matériaux de construction pour l'enveloppe des bâtiments. Elle ne comprend pas le transport des matériaux du fabricant au chantier, ni les besoins énergétiques pour l'excavation et autres travaux de chantier.

Pendant l'utilisation d'un bâtiment, les occupants consomment pour son

côté énergétique de la fabrication des matériaux de construction. Avec ces considérations sur les besoins énergétiques, il n'est tenu compte que d'un seul aspect écologique. Trois scénarios pour l'évolution de la consommation d'énergie et du volume construit de bâtiments d'habitation indiquent ce qui suit [12]:

- Construction ainsi que conservation et remise en état comme jusqu'à présent; les nouveaux bâtiments sont construits selon le standard actuel.

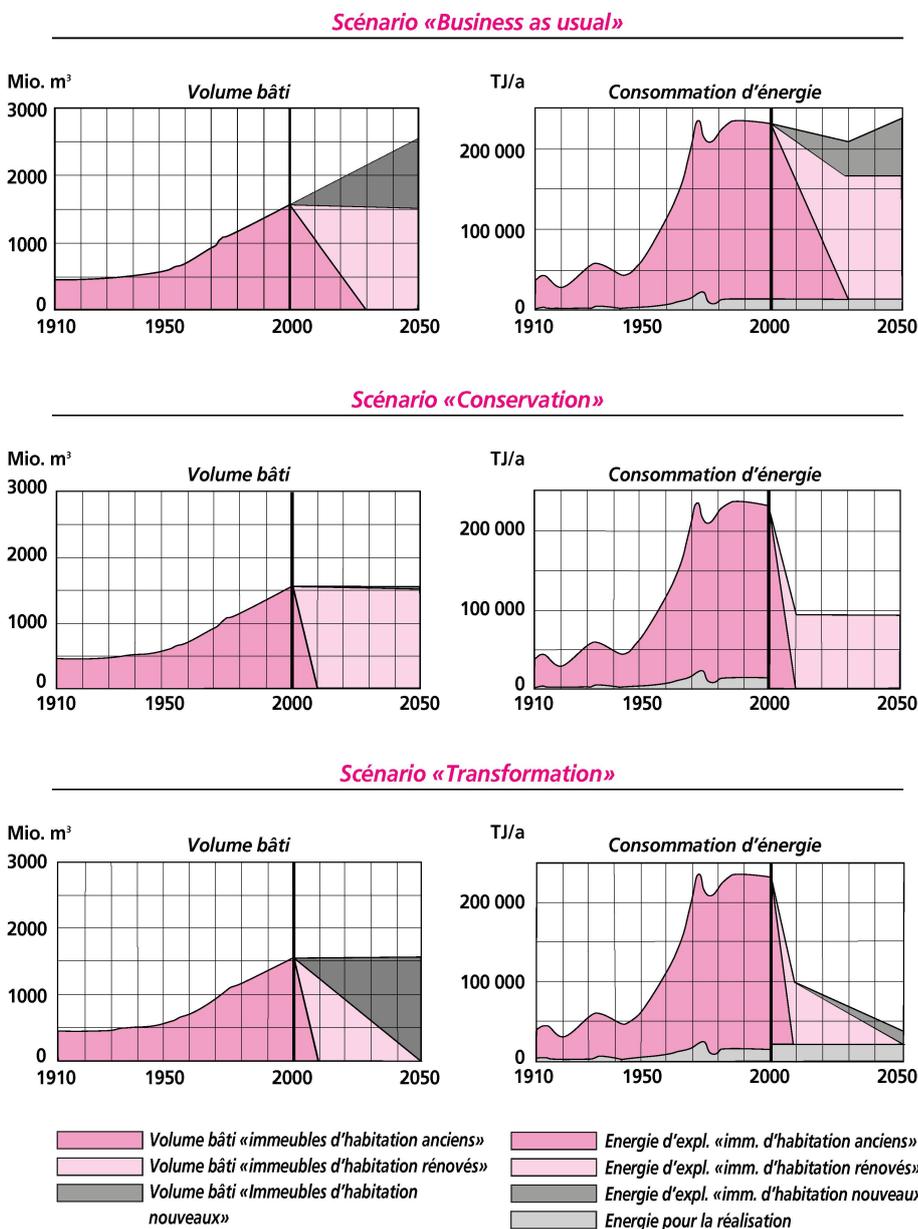


Fig. 4 Evolution du volume bâti et de la consommation d'énergie selon trois scénarios, de [12].

- Conservation des volumes bâtis existants, c'est-à-dire stratégie pour minimaliser la consommation de matériaux (sable, gravier); le volume des nouvelles constructions correspond à celui des démolitions;
- Transformer pour minimaliser la consommation d'énergie; en 50 ans, l'ensemble des bâtiments actuels sera remplacé par des bâtiments à faible consommation d'énergie.

Les résultats de ces trois scénarios sont présentés à la figure 4. C'est avec le scénario du «comme jusqu'à présent» que la mise à jour des données révèle le volume de bâtiments et la consommation d'énergie les plus élevés. La décision pour l'un des scénarios doit être prise à un échelon supérieur, dans le cadre d'une orientation de l'opinion politique.

Teneurs en métaux lourds

Ce sont les ciments, les granulats et les ajouts qui déterminent en majeure partie la teneur en métaux lourds d'un béton; l'eau de gâchage et les adjuvants n'y contribuent que faiblement.

Le remplacement partiel du ciment par des ajouts tels que cendres volantes de houille ou sable de laitier entraîne – selon la composition de ces ajouts – des teneurs en métaux lourds dans les bétons plus élevées ou plus faibles.

Les granulats provenant de roches des Alpes, extraits par exemple lors du percement d'un tunnel, peuvent présenter des teneurs en métaux lourds plus élevées que les granulats provenant du Plateau. Il en va de même pour les granulats de béton dans les bétons de recyclage. L'utilisation comme granulats pour le béton de granulats de béton ou de matériaux extraits lors du percement de tunnels ne doit pas pour autant être remise systématiquement en question, car en contrepartie, on a besoin de moins de décharges, et les gisements de sable et de gravier peuvent remplir d'autres fonctions (p. ex. réservoir d'eau potable).

Danger des métaux lourds

Ce n'est pas la teneur totale en métaux lourds qui est déterminante pour la pollution de l'environnement, mais seulement la part de ces métaux qui peut être extraite par lessivage.

Les bétons frais ne peuvent être lessivés que s'ils entrent en contact avec de l'eau pendant le court laps de temps du durcissement. On ne trouve encore guère d'études sur ce sujet, mais il faut admettre que le risque est grand. Lors d'essais en laboratoire sur le lessivage de métaux lourds contenus dans des bétons

durcis, il a fallu augmenter artificiellement la teneur en chacun des métaux lourds pour pouvoir enfin effectuer des mesures fiables. Même ainsi, les exigences de l'ordonnance sur la protection des eaux relatives aux eaux de surface étaient satisfaites.

Lors d'essais sur le lessivage de métaux lourds, les bétons avec ou sans ajouts fournissent en général les mêmes résultats. Cela n'est pas étonnant, car les métaux lourds sont fixés aussi bien dans les ajouts que dans la pâte de ciment durcie et les granulats.

BIBLIOGRAPHIE

Le présent article est basé dans une large mesure sur la documentation SIA D 0146 [1]. Les renvois qui s'y trouvent ne sont mentionnés que s'ils se rapportent à des sources sous forme de figures ou de tableaux.

- [1] «Umweltaspekte von Beton – Informationen zur Umweltverträglichkeit», documentation SIA D 0146 (1998).
- [2] «L'environnement en Suisse 1997 – Chiffres, faits, perspectives», publié par l'Office fédéral de la statistique et l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (1997).
- [3] **Krusche, P., et al.**, «Ökologisches Bauen» (1982).
- [4] «Elimination des déchets dans les cimenteries», document de base, documents environnement no 70, OFEFP (1997).
- [5] «Recommandations relatives à l'importation et à l'utilisation de cendres volantes et de mâchefers de hauts-fourneaux dans la fabrication de matériaux de construction», OFEFP (lettre du 4.7.97).
- [6] «Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais», OFEFP (projet décembre 1997).
- [7] «Protection contre les dermatoses provoquées par le ciment», numéro spécial du Bulletin du ciment (mars 1999).
- [8] **Kündig, R., et al.**, «Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz», publié par la Schweizerische Geotechnische Kommission, EPF Zurich (1997).
- [9] «Les adjuvants», tiré à part du Bulletin du ciment (1995).
- [10] «Les adjuvants», tiré à part du Bulletin du ciment (1995).
- [11] **Baccini, P.**, «Welche Ressourcen stecken in den Bauwerken unserer Siedlungen?» in Lichtensteiger, T. (Ed.), «Ressourcen im Bau», vdf, ETH Zürich (1998).
- [12] **Redle, M., et Baccini, P.**, «Stadt mit wenig Energie, viel Kies und neuer Identität», *Gaia* 7 [3], 182–195 (1998).
- [13] «Ecologie dans la construction – Recommandations CIMP», publié par la Communauté d'intérêts des maîtres d'ouvrage professionnels privés, Zurich (1997).
- [14] **Heijungs, R.**, «Environmental life assessment of products – guide», report 9266, Centre of environmental science, Leiden (1992).
- [15] **Heijungs, R.**, «Environmental life assessment of products – backgrounds LCA», report 9267, Centre of environmental science, Leiden (1992).
- [16] «Methodik der produktbezogenen Ökobilanzen – Wirkungsbilanz und Bewertung», Texte 23, Umweltbundesamt Berlin (1995).
- [17] **Künniger, T., et Richter, K.**, «Ökologischer Vergleich von Freileitungsmasten», rapport Empa, Dübendorf (1995).
- [18] Schweizer Baublatt 1999 [55], 3.

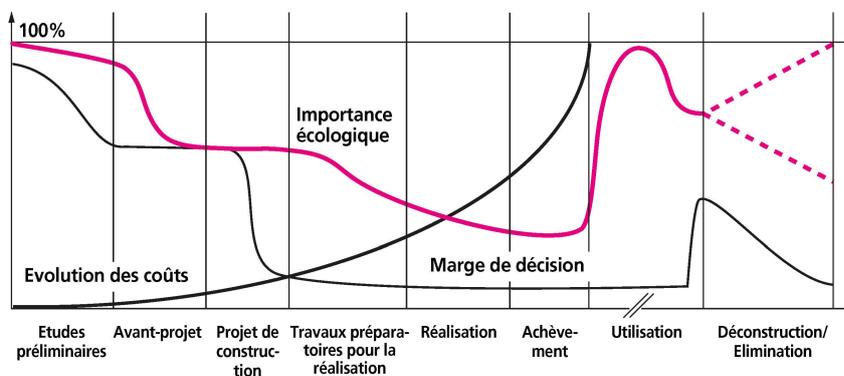


Fig. 5 Possibilités d'influence lors d'un projet de construction (selon [13]).

Recyclage du béton

80 % des quelque 1,5 million de tonnes de déchets de chantier traités en 1996 dans des installations de préparation et de triage ont pu être recyclés. Dans les déchets de chantier, le pourcentage de béton qui est transformé en granulats de béton augmente. On peut prévoir qu'à l'avenir environ 2,5 % des bâtiments seront détruits chaque année, ce qui entraînera quelque 1 million de m³ de déchets de béton.

Les exigences techniques et écologiques relatives au béton de recyclage figurent dans la recommandation SIA 162/4, dans la norme SN 640743 a du VSS et dans la directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux publiés par l'OFEFP. Les granulats de béton sont utilisés aussi bien non liés (remplacement du sable et gravier) que liés (béton). Leurs

principaux domaines d'utilisation sont actuellement :

- remplacement des sables et graviers sous forme non liée
- béton maigre
- substitution aux granulats naturels pour les bétons de construction.

Les adjuvants et/ou ajouts éventuellement contenus dans les granulats de béton ne gênent pas; ce qui gêne, ce sont les impuretés (entre autres caoutchouc, huile) provenant de l'usage ou du mélange avec d'autres matériaux lors de la réalisation (constructions mixtes) ou de la déconstruction. Adjuvants et ajouts peuvent s'utiliser sans problème dans le béton de recyclage.

Evaluations écologiques

Les phases écologiquement importantes, les marges de décision ainsi que l'évolution des coûts dans le cycle de vie d'un ouvrage sont présentées

à la figure 5. Sur le plan écologique, ce sont principalement les travaux effectués avant et pendant l'étude et l'établissement du projet qui sont importants (p. ex. décision de construire ou de transformer, d'une construction métallique ou en béton armé, ainsi que définition de l'utilisation et des besoins). Des optimisations importantes ne sont plus guère réalisables pendant les travaux de construction. Il ressort également de la figure 5 que le choix du matériau exerce une influence sur les coûts de déconstruction ou d'élimination.

Evaluation de l'impact sur l'environnement

Pour les considérations générales concernant l'impact sur l'environnement, il est essentiel d'effectuer une évaluation exhaustive des aspects écologiques et techniques importants. Sont entre autres importants pour les éléments de construction en béton: fabrication et composition des matières brutes et du béton, phase d'utilisation et d'entretien, ainsi que déconstruction. Pendant toutes les phases, il est produit en quantités diverses du bruit, des eaux usées, des gaz d'échappement et des déchets, et de l'énergie et des matières premières sont consommées. Les impacts différant beaucoup, on ne peut pas les comparer directement.

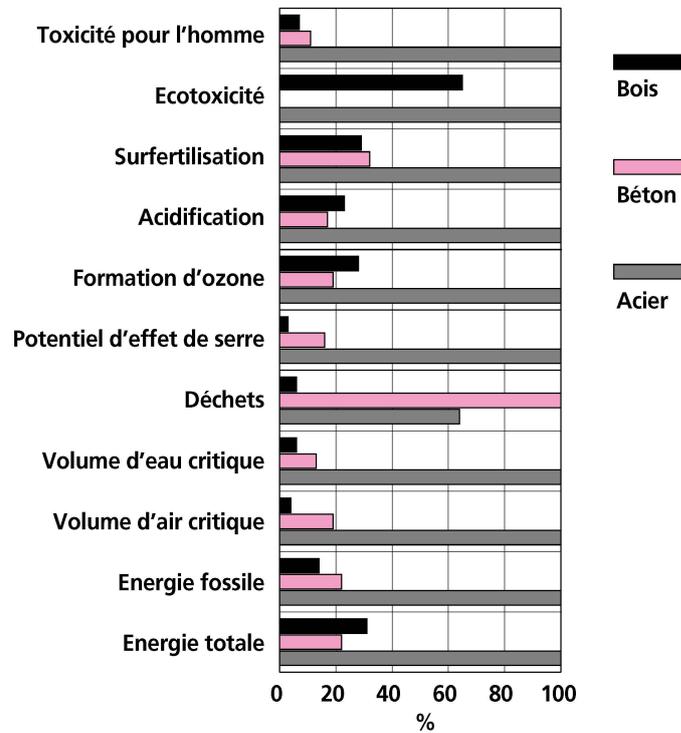


Fig. 6 Comparaison écologique de pylônes de lignes électriques aériennes, de [17].

Un moyen est par exemple de constituer ce qu'on appelle des catégories d'impacts.

Catégories d'impacts

On peut grouper (agrégé) en catégories d'impacts (tableau 5) les effets de diverses substances dont on sait qu'ils sont importants. Un exemple: gaz carbonique, méthane, gaz hilarant et hydrocarbures chlorés sont agrégés en équivalents de gaz carbonique en ce qui concerne le potentiel d'effet de serre. On groupe également en catégories d'impacts les atteintes portées à la santé de l'homme (toxicité pour l'homme) ainsi

qu'aux plantes et aux animaux (écotoxicité) par les eaux usées, les gaz d'échappement, etc. Il existe en outre des critères complémentaires qui doivent également être inclus dans l'évaluation écologique.

Les catégories d'impacts sont le premier pas vers une considération écologique globale, car elles se limitent à ce qui est nécessaire et possible en fonction des connaissances actuelles; les nouvelles connaissances sont continuellement prises en considération.

La méthode des catégories d'impacts s'avère bonne pour les matériaux de construction. Elle a été utilisée par exemple pour des tuyaux de canalisations, des pylônes de lignes électriques aériennes et des traverses de chemin de fer; il n'y a jusqu'à présent pas eu d'études sur les bâtiments d'habitation.

Ces études sont coûteuses. Les simplifier en négligeant certains paramètres peut conduire à des conclusions erronées.

Exemple de pylônes

de lignes électriques aériennes

Une étude faite en 1995 [17] est un bon exemple d'une évaluation écologique générale ou d'une comparaison écologique. On a examiné et évalué une ligne ordinaire 0,4 kV de 1000 m de longueur et 35 m de portée, en incluant le site. On a traité des pylônes en bois, en acier et en béton armé. Les impacts sur l'environnement ont été groupés en catégories d'impacts (tableau 5), de la fabrication à l'élimination (figure 6). En complément, on a défini au moyen d'une analyse (de sensibilité) ce qui influait de façon déterminante sur les informations obtenues, et si les bases des données étaient en l'occurrence suffisamment précises.

Catégorie d'impacts	enregistré
Potentiel d'effet de serre	Emissions dans l'air, qui exercent une influence sur le bilan thermique de l'atmosphère
Potentiel d'acidification	Emissions dans l'air, qui provoquent une acidification des eaux pluviales
Potentiel de formation d'oxydants	Emissions dans l'air, qui se comportent comme des agents formant de l'ozone à proximité du sol
Potentiel de destruction de la couche d'ozone	Emissions dans l'air, qui détruisent la couche d'ozone de la stratosphère
Potentiel d'eutrophisation	Surfertilisation des eaux et des sols
Potentiel d'altération écotoxique	Emissions dans le sol, l'air et l'eau, qui exercent une influence perturbatrice sur la biocénose de la flore et de la faune
Consommation d'énergie ^{a)}	Consommation d'énergie, partiellement répartie en consommation primaire et consommation secondaire
Intervention dans l'espace naturel ^{a)}	Durée et nature de la modification de l'espace naturel par l'homme
Volume d'eau/d'air pollué ou critique ^{b)}	En se basant sur les émissions, on calcule avec les valeurs limites nationales le volume d'air ou d'eau qui présenterait la pollution maximale admissible
Production de déchets ^{b)}	Quantité de déchets produite, partiellement répartie en sortes de déchets: déchets spéciaux, déchets pour STO, genres de décharge

^{a, b)} Ce ne sont pas des catégories d'impacts, mais des critères complémentaires partiellement réglementés à l'échelon.

Tab. 5 Catégories d'impacts et critères complémentaires pour enregistrer les impacts sur l'environnement (selon [14-16]).

Variante en béton pour le nouveau pont sur l'Aar

hr. Pour remplacer le pont métallique en treillis franchissant l'Aar entre Vogelsang et Laufrohr, le département des travaux publics du canton d'Argovie a fait élaborer des variantes de pont en bois, en acier et en béton. Un jury a examiné les avant-projets du point de vue technique, économique et écologique. Pour l'évaluation écologique, on a fait appel à des experts indépendants. L'intégration du pont dans le paysage a également fait l'objet d'une évaluation. La meilleure solution s'est révélée être le pont en béton armé. Le Conseil exécutif du canton d'Argovie a donc donné mandat de projeter la construction d'un pont en béton armé.

Source: [18]

La construction en bois s'est révélée écologiquement très légèrement plus avantageuse que celle en béton armé, laquelle était en la matière nettement plus avantageuse que la construction en acier.

Pour des pylônes de lignes électriques aériennes dans des conditions-cadres diverses, les différentes catégories d'impacts doivent être pondérées de façon distincte. Dans des sites déjà soumis à une charge écotoxique relativement élevée par exemple, la construction en béton armé pourrait être écologiquement plus avantageuse que le bois, lequel pose le plus de problèmes en ce qui concerne l'écotoxicité.

Possibilités de s'informer

Des fiches techniques et des fiches de données de sécurité contiennent les informations essentielles concernant les risques pour l'environnement. La responsabilité du fait des produits y pourvoit. Dans la fiche pour la déclaration SIA, les matières utilisées dans les matériaux et éléments de construction sont enregistrées quantitativement. Quelques rares indications complémentaires donnent une faible idée de l'impact sur l'environnement.

Les fournisseurs ou fabricants déterminent la qualité des déclarations, car ce sont eux qui donnent les indications.

En dehors de ces fiches, il existe de nombreux autres documents, dans lesquels, parfois pour des raisons de «praticabilité», on a procédé à des simplifications inadmissibles. Dans le domaine de la construction, de nombreuses fiches cantonales et communales ont été publiées sur la construction écologique. Elles contiennent de précieux renseignements, même si les évaluations écologiques peuvent changer d'un canton à l'autre: des matériaux qui sont refusés dans un canton peuvent très bien être conseillés dans un autre.

C'est pour tenir compte de cet état de choses complexe qu'ont été créés l'«éco-forum» et, au printemps 1998, la «plate-forme commune pour une construction durable». C'est ici que peuvent et doivent être soumis les nouveaux documents à établir comportant des renseignements écologiques. On veut ainsi d'une part éviter dès l'abord les doubles emplois et les contradictions, et d'autre part, permettre de trouver des informations sur le contenu des documents existants.

Perspectives

La réduction des nuisances causées à l'environnement en général et de la consommation d'énergie en particulier est une tâche prioritaire, à laquelle il faut s'attaquer dans divers domaines. Par exemple:

- Des cycles de matériaux doivent être établis et l'utilisation de matériaux de construction recyclables doit être encouragée. Il faut en outre faire mieux accepter les matériaux secondaires tels que granulats de béton. Les matériaux secondaires ne devraient pas être soumis à des exigences plus sévères que les matériaux primaires.
- Lorsqu'une nouvelle construction est projetée, il faut d'abord étudier les possibilités de recyclage du volume bâti existant, afin que pour bâtir, on utilise moins de matériaux pris à la nature.
- La consommation d'énergie par le volume bâti existant doit être réduite.
- Une grande importance doit être accordée à la durabilité.
- Les systèmes de management environnemental dans les entreprises de production offrent des avantages écologiques et économiques. Les flux de matières et d'énergie peuvent être optimisés.