

Quelles technologies pour la construction de logements?

Autor(en): **Iselin, François**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Habitation : revue trimestrielle de la section romande de l'Association Suisse pour l'Habitat**

Band (Jahr): **63 (1990)**

Heft 5

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-129071>

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.

QUELLES TECHNOLOGIES POUR LA CONSTRUCTION DE LOGEMENTS? ¹

«Le seul critère qui permettra d'affirmer que le problème (du logement) est résolu est le jour où nous aurons obtenu l'effondrement des prix et l'abondance. L'un et l'autre n'existent pas aujourd'hui», écrivait Marcel Lods en 1975². Ce diagnostic reste vrai. Après avoir raté le tournant de l'industrialisation, l'architecture en revient à la construction artisanale, laborieuse et coûteuse. Pour résoudre la lancinante question du logement, il est indispensable de faire «un retour... en avant». En effet, nous ne pourrions pas produire des logements à bon marché et en quantité suffisante sans faire appel aux matériaux, technologies, compétences et ressources professionnelles les plus appropriés à la satisfaction de nos besoins et à la sauvegarde de l'environnement.

Ces ressources scientifiques, techniques et technologiques se développent sans cesse et sont à la disposition des constructeurs. Si ces derniers les ignorent ou les rejettent, c'est qu'actuellement le mode de production artisanal de bâtiments convient aux intérêts financiers des constructeurs, concepteurs et fournisseurs de capitaux, de matériaux et de terrains à bâtir. Les besoins des utilisateurs ne sont eux pas assouvis. Mais quels sont ces besoins? Quel processus technologique permettrait de les satisfaire? Quels sont les matériaux appropriés à ces technologies?

1 SPÉCIFICITÉS DU PRODUIT «LOGEMENT»

Le logement est un produit...

Le logement est avant tout un produit. C'est une surface habitable d'une cinquantaine de m², ou plutôt un volume d'une centaine de m³ d'air, «conditionné» de façon à permettre aux occupants d'y exercer des activités dans de meilleures conditions physiologiques que celles qui règnent dans le milieu environnant. Ce volume confiné par des enveloppes architecturales (façades, planchers, toitures, cloisons...) est un produit statique. Il est donc simple à fabriquer, par rapport à la plupart des autres produits manufacturés, en particulier les engins de transport.

Le président des Ecoles polytechniques fédérales a donné une définition critique de la construction contemporaine devant un parterre d'ingénieurs et d'architectes constructeurs: «Nous ne voulons pas de bâtiments d'une excellente esthétique pour lesquels on cherche à optimiser les fonctions et le comportement physique, mais plutôt des bâtiments remplissant leurs fonctions, au comportement excellent, et

dont on aurait optimisé l'aspect esthétique.»³ En clair: privilégier l'espace habitable aux façades admirables! Cette approche fondée sur la fonction du produit architectural plutôt que sur sa forme, son aspect ou son style, nous permettrait de poser et de résoudre enfin le problème du logement.

... de première nécessité...

Le logement est un produit indispensable: on y passe en moyenne le 70% de notre vie⁴. C'est aussi un produit de masse, nécessaire à chacun. Que tel bâtiment administratif, scolaire ou industriel fasse défaut il n'en résulte pas de conséquences aussi pénibles que de manquer d'abri ne serait-ce qu'une nuit.

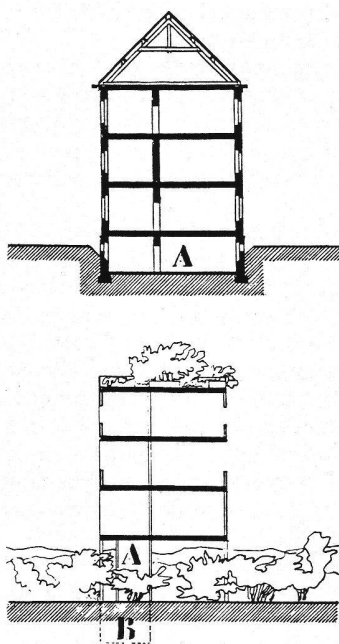
... fabriqué artisanalement...

La production actuelle de logements est essentiellement artisanale c'est-à-dire «pas assez organisée, industrialisée»⁵, ce qui explique pourquoi nos chantiers sont si longs et leur coût si élevé. Il fallait en France en 1980, trois ans de salaire pour construire un simple appartement HLM de 3 pièces⁶. La fabrication du produit se fait sur place et dans des conditions plus que précaires. La production de bâtiments est aujourd'hui encore caractérisée par la fabrication d'une multitude d'objets, disparates. Chaque nouvel ouvrage est un «prototype» dont on ne tire que rarement les enseignements et qui n'est qu'occasionnellement ou partiellement reproduit.

... avec des matériaux désuets

Ce caractère manufacturier de la construction découle en partie des matériaux qui y sont utilisés. Il s'agit principalement des matériaux pierreux: terre cuite, béton, mortier, plâtre, crépi..., mis en œuvre manuellement sur le chantier même. Ce choix est reflété par le poids des constructions actuelles. Quelque 60 tonnes de matériaux sont nécessaires pour bâtir un logement, 150 pour une villa. Le rapport entre poids mort et volume utile est d'environ 0,5 tonne/m³ pour la construction traditionnelle et dix fois inférieur pour la caravane ou le mobil-home. Même la voiture, moteur compris, a un rapport inférieur à celui du logement traditionnel: 0,3; et ce chiffre a été réduit de 10% durant les 10 dernières années!

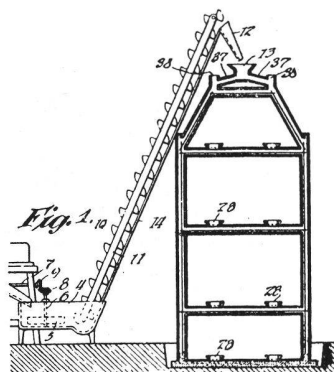
Le bâtiment ne roule pas, certes, mais cette masse de matériaux doit être transportée, soulevée, manutentionnée pour être mis en œuvre puis démolie, évacuée et éliminée⁷. A cette masse de matériaux de construction il faut ajouter les mouvements et déplacements des terres d'excavation: 600 000 m³/an pour le seul canton de Vaud.



(la cave est en A; elle peut être aussi en B).

Il n'y a plus aucune raison d'enfoncer les bâtiments de logement dans le sol. Le terrain excavé est ainsi perdu pour la végétation, les accès ou des voies de circulation...

(Tiré de l'«Almanach d'architecture moderne», collection l'Esprit Nouveau, Paris 1925.)



Longtemps considéré comme un matériau miracle, le béton armé s'avère inapproprié à l'industrialisation des logements. Procédé de 1908 permettant de couler un immeuble en béton d'un seul bloc.
(Tiré de l'«History of prefabrication», éd. J. Pierce Foundation.)

Risques professionnels élevés

L'insécurité sur les chantiers provient en grande partie de la masse des matériaux qui y sont manipulés. Le secteur de la construction est le plus meurtrier des secteurs productifs (après l'exploitation des forêts). En Suisse, il y a 2,5 fois plus d'accidents dans le bâtiment que dans l'ensemble des autres secteurs productifs. Un travailleur du bâtiment sur trois est victime une fois par année d'un accident professionnel. Près du 50% de toutes les prestations d'assurances de la CNA sont payées aux travailleurs du bâtiment qui ne représentent pourtant que le 10% des salariés⁸.

Faible qualification des constructeurs

Autre indication du caractère artisanal de la construction, en Suisse, en 1975 plus de la moitié (55 à 60%) des personnes travaillant dans le bâtiment étaient semi et non qualifiées⁹. La main-d'œuvre immigrée, non qualifiée y est moins chère. A contrario, aux Etats-Unis où les salaires horaires sur les chantiers se situent au-dessus de ceux des autres secteurs industriels, l'industrialisation du bâtiment y est plus développée, elle représente près du 40% de la production de logement⁵.

Recherche pratiquement inexistante

Finalement, notons que la recherche dans ce secteur reflète et explique son retard. En 1980 les dépenses de recherche dans le bâtiment représentaient seulement le 0,6% de l'ensemble des sommes investies par l'industrie privée en Suisse¹⁰. Ce chiffre est dérisoire comparé à l'importance du secteur de la construction qui occupait 332 000 personnes en 1985 (1 travailleur sur 10) et fournissait le 16% du produit national brut¹¹.

2 CARACTÉRISTIQUES DE LA PRODUCTION DE LOGEMENTS

C'est un produit relativement médiocre...

En Suisse, le bâtiment d'habitation représente le 43% de l'ensemble des bâtiments. Une enquête¹² sur les défauts de construction des bâtiments en Suisse romande montre que le 64% des défauts signalés affectait l'habitation (36,5% les villas et 27,5% les immeubles). Les bâtiments construits après la seconde guerre mondiale présentent jusqu'à la mi-75 des défauts d'isolation thermique¹³. Ainsi, près de la moitié du parc immobilier existant est affecté de défauts d'isolation entraînant des charges accrues pour leurs occupants, des désagréments et des dégâts.

...fabriqué en quantités insuffisantes

Curieusement, le produit «logement» fait défaut alors que l'offre de la grande majorité des autres produits manufacturés frise la saturation.

Il y a pénurie, quantitative mais surtout qualitative, soit que des personnes ne trouvent pas de logements, soit qu'elles ne peuvent y mettre le prix, soit que le logement dont elles disposent est trop étroit, obsolète, insalubre, mal équipé ou trop éloigné du lieu de travail. Les besoins sont importants dans l'ensemble des pays industrialisés. «Les prévisions en besoin de lo-

gements en Europe ont été caractérisés par une sous-estimation permanente¹⁴.»

Les couches défavorisées : jeunes, immigrés, personnes âgées... pâtissent de cette pénurie. La discrimination face au logement va en s'aggravant¹⁵. D'après un sondage annuel concernant les principales préoccupations des Suisses¹⁶, sur 14 sujets de préoccupations, le marché du logement préoccupait pendant les années 1987, 88 et 89, respectivement 27, 34 et 45% des personnes interrogées. Ces pourcentages croissants, sont pratiquement le double lorsque les personnes interrogées vivent en Suisse romande. Ceci montre une nette aggravation de la réponse apportée au problème du logement. Mais ces besoins dans les pays industrialisés sont sans commune mesure avec ceux que connaît la population des pays du tiers monde dont on estime que globalement le 30% de la population manque de logements.

3 DES LOGEMENTS ABONDANTS, ADAPTÉS, ABORDABLES ET AGRÉABLES

Il y a donc inadéquation entre le produit souhaité et les moyens mis en œuvre pour le produire. Inadéquation qui nous apparaît d'autant plus anachronique que la science ne cesse d'accroître son potentiel de connaissances et l'industrie sa capacité d'innovation et de production.

Il faut produire plus de logements, à bas prix qui, tout en étant très performants, puissent être adaptés aux besoins changeants de leurs occupants.

Abondants...

Abondance signifie la possibilité de choisir, d'acquérir ou d'échanger un logement. La liberté d'habiter où on le souhaite.

La pénurie de logement provient soit du manque de terrains à bâtir, soit de la difficulté de réaffecter le parc immobilier existant. Il faut pouvoir libérer le produit de son support ou alors s'il est inamovible, pouvoir en modifier l'affectation.

Le logement tel qu'il est conçu aujourd'hui est un produit de longue durée de vie, rigide, inamovible, implanté durablement et profondément dans le sol. Davantage de logements de ce genre signifie plus de surfaces d'implantation. Comme le terrain urbain est déjà occupé par des constructions durables, des surfaces de circulation ou des espaces verts et que le sol n'est pas reproductible, l'augmentation de la quantité de logements semble extrêmement problématique tant que l'on ne changera pas ses caractéristiques.

Deux solutions sont envisageables. Il faut soit réduire la durabilité de la construction à la durée d'obsolescence (cas des mobil-homes), soit construire des bâtiments durables mais flexibles. Flexibilité interne (amovibilité ou mobilité des cloisons, des réseaux de distribution et de certains équipements) et flexibilité externe (extensibilité, souplesse d'implantation des aménagements extérieurs). Une solution mixte consiste à construire des réseaux structurels («sols artificiels») et de canalisation du-

rables dans lesquels sont logées des cellules éphémères ou flexibles¹⁷.

Les habitations à courte durée d'implantation, un quart de siècle, par exemple, seraient « stationnées » sur des terrains dont on ne peut – ou l'on ne veut – changer l'affectation. Ces surfaces seraient louées à leur propriétaire qui ne perdrait ainsi ni ses titres de propriété ni la jouissance future de sa parcelle. L'occupation temporaire du sol implique que le bâtiment soit amovible, déplaçable, démontable à peu de frais ; il doit donc être léger et posé sur le sol. Lorsque les constructions ont un caractère éphémère elles devront être construites avec des matériaux facilement démontables et recyclables.



L'explosion de nouveaux matériaux industriels peut libérer enfin l'architecture du recours aux matériaux locaux et par conséquent aux styles et aux modes qu'ils ont engendrés.

... adaptables...

Une alternative au provisoire consisterait à construire des habitations à longue durée d'implantation. Elles devront être conçues de sorte à ce que l'on puisse en modifier périodiquement l'affectation : fondations et structures durables, mais enveloppes et équipements transférables ou éphémères.

Cette flexibilité s'impose aujourd'hui du fait que les besoins que le logement doit satisfaire sont de moins en moins prévisibles à long terme. L'obsolescence – vieillissement fonctionnel – est une donnée importante lors de la planification et de la rénovation du logement. L'habitat est de plus en plus vite périmé : logement trop grand ou trop petit, pièces en nombre insuffisant ou trop nombreuses, inadéquation des performances de séparation entre pièces ou entre appartements, entraves à l'installation de nouveaux équipements, installations ou... réseaux « domotiques ». Dans le logement contemporain seul le mobilier est mobile et encore... Le manque de flexibilité conduit à construire « large », donc à surdimensionner, ce qui est préjudiciable à l'économie domestique, au confort et à l'économie de volumes et de surfaces construits. Ainsi le sol urbain s'encombre de bâtiments surdimensionnés, désaffectés ou inadaptés aux besoins conjoncturels.

Lors de la rénovation des bâtiments existants il faut tenir compte des exigences de flexibilité interne et externe. En Suisse actuellement on rénove autant que l'on construit. Le 85% du stock immobilier nécessaire en l'an 2000 en Suisse est déjà construit¹⁸. Une grande partie de ces immeubles seront rénovés dans les prochaines décennies ou reconstruits. L'activité de rénovation, surtout pour les bâtiments d'habitation datant du boom, remplace petit à petit celle de la construction de nouveaux bâtiments. La rénovation doit permettre non seulement de rafraîchir l'immeuble mais de corriger ses nombreuses erreurs de conception : rigidité du plan, insuffisance de l'isolation thermique, du captage solaire passif, de l'aération... Seule l'industrialisation permettrait d'atteindre cet objectif. Utopie ? Peut-être, mais cette utopie a la tête dure et finira par s'imposer : des logements carrément mobiles étaient proposés déjà par Youri Larine au début des années 30¹⁹ ou par Le Corbusier : « Il semblerait jus- qu'ici qu'une maison fut lourdement attachée

au sol par la profondeur de ses fondations et la pesanteur de ses murs épais (...) la maison Voisin est l'une des premières à marquer le contre-pied même de cette conception (...); l'art de bâtir a pris racine fortement dans la science. »²⁰ On souhaite que cette déclaration optimiste soit également prophétique !

... abordables...

Ce n'est pas par l'abaissement des coûts de la construction traditionnelle mais par le changement du processus de production que l'on parviendra à réduire les coûts de la construction. L'industrialisation a permis au cours du temps d'améliorer le rapport coût-performance de tous ses produits. Le produit « logement » fera-t-il encore longtemps exception ?

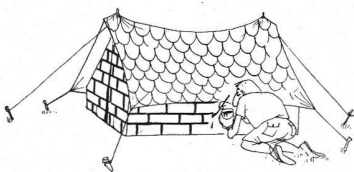
Ce progrès découle de la production en masse de biens de consommation. Il ne s'agit pas, plus, de produire en série des bâtiments ou des logements identiques ; il faut produire des composants de construction compatibles. Cela se fait avec succès pour les installations domestiques (frigos, chaudières, appareils sanitaires, lanterneaux...) pourquoi ne se fait-elle pas pour l'ensemble des composants d'enveloppe (façades, cloisons, fenêtres, planchers...)? Ces composants peuvent être très diversifiés tout en étant compatibles entre eux, du moins à l'échelle d'une région.

... et agréables.

Par qualité du logement, nous entendons la réponse donnée en priorité aux besoins physiologiques et ergonomiques des occupants : salubrité des espaces, innocuité des matériaux utilisés, sécurité d'utilisation... A ces qualités s'ajoute la possibilité d'adapter le logement aux besoins changeants de ses occupants. L'aptitude à l'appropriation du logement, à sa personnalisation, à sa décoration ne sera nullement compromises par le recours à l'industrialisation. Le perfectionnement technologique du mouvement de nos montres n'a pas conduit à la standardisation de leur boîtier, bien au contraire !

4 UNE TECHNOLOGIE APPROPRIÉE À LA CONSTRUCTION

Appropriée signifie que le procédé de construction soit adéquat, conforme, capable de conduire au but recherché. Ces technologies appropriées sont celles qu'utilise l'industrie. Le processus d'industrialisation doit être entrepris pour résoudre des problèmes de fond, d'ordre qualitatif : assurer la flexibilité des ouvrages, réduire le coût, les délais de construction et les risques sur les chantiers, améliorer la qualité des produits, réduire le volume et la nocivité des déchets de construction et de démolition. Ces objectifs ne peuvent être atteints sans l'industrialisation du bâtiment, que ce soit pour de nouvelles constructions ou pour la rénovation de constructions existantes. « L'industrialisation c'est l'utilisation de technologies qui remplacent l'habileté de l'artisan par l'usage de la machine »²¹. L'industrialisation implique le recours à des matériaux appropriés aux processus industriels.



La production industrielle en série ne rime plus nécessairement avec monotonie.

5 DES MATÉRIEAUX APPROPRIÉS

Au cours des dernières décennies, l'industrie a transformé les matières premières en une multitude de sous-produits, a combiné ces matières pour en faire des « composites » et a produit une nouvelle gamme de matériaux : polymères organiques, alliages, céramique, etc. « Une des révolutions qui lasse, à force d'être silencieuse, permanente et peu spectaculaire, est bien celle que connaissent actuellement les matériaux. »²² Les fruits de cette révolution sont à notre disposition. Alors qu'il y avait jadis quelques dizaines de matériaux pour construire, l'architecte dispose aujourd'hui de centaines de produits.

La plupart des matières premières qui permettent de bâtir sont abondantes mais elles sont toutes épuisables : elles représentent une valeur qu'accroissent encore leur transport et leur transformation en matériaux de construction. Ainsi, les matériaux de construction devraient être considérés comme un « capital constant » qu'il faut gérer et non plus comme une réserve que l'on pourrait épuiser indéfiniment. Il en va de l'économie des matières premières, d'énergie et de travail à l'échelle mondiale.

Si nous n'avons aucune raison de ne pas utiliser les matériaux de démolition – ou même des déchets – pour construire, nous avons par contre toutes les raisons d'éviter l'engorgement des décharges et l'épuisement des carrières, sans parler de l'énergie et du travail qui ont été fournis pour produire ces déchets. Nous nous rendons de plus en plus compte de l'écart entre le coût commercial des matériaux et leur coût social. En Suisse chaque habitant jette en moyenne journalière 1 kilo d'ordures ménagères et 2 kilos de déchets de construction, soit 5 millions de tonnes ! La récupération des cannettes de bière ou des couvercles de yogourts a quelque chose de dérisoire quand on voit que des façades entières de verre et d'aluminium partent à la décharge... Il faut produire et utiliser les matériaux dont le coût social est le plus bas et ce ne sont pas nécessairement les plus chers²³.

Les caractéristiques des matériaux appropriés sont : bilan matériel et énergétique optimum ; innocuité pour les travailleurs du bâtiment, les usagers et l'environnement ; facilité de transformation par des procédés industriels ; facilité de transport et de mise en œuvre, donc légers. On voit que le béton, principal matériau de construction, n'a pas les caractéristiques d'un matériau approprié. Gourmand en énergie, 5 litres de mazout sont nécessaires à la fabrication d'un sac de ciment, c'est de plus un matériau de construction des plus difficiles à recycler. Son utilisation devrait être limitée à certains éléments structurels de longue durabilité.

La matière contenue dans les matériaux doit pouvoir être recyclée par récupération de matière ; recyclage par fusion de tous les métaux, des bitumes, du verre, et de la plupart des polymères thermoplastiques, ou recyclage par ramollissement des bétons d'argile. Le recyclage peut se faire par récupération d'énergie des lixiviants et de certains polymères. Mais la forme

la plus intéressante est la récupération du composant lui-même tels que, jadis, les briques et les plots montés avec des joints tendres, les pierres taillées, tuiles, profilés métalliques, etc. La production en masse de composants compatibles de qualité et durables permettrait que ceux-ci soient utilisés plusieurs fois.

Supposant que l'industrialisation du bâtiment devienne un choix souhaité par la population et appuyé pas les pouvoirs publics et privés, sa mise sur pied bouleversera les structures dans le secteur du bâtiment. Cette transformation radicale du mode de construire est cependant nécessaire et inévitable...

François Iselin, architecte
EPFL-Dpt. Architecture
Av. Eglise Anglaise 12
1006 Lausanne

Références

- 1 Conférence donnée par l'auteur dans le cadre du séminaire : « Qualité et coût de construction du logement social », SIT-Genève, 27 mai 1989.
- 2 M. LODS, « L'avenir industriel du bâtiment », Congrès Europréfab, Paris, 1975.
- 3 H. URSPRUNG, Conférence donnée en juin 87 à l'occasion du 150^e anniversaire de la SIA, Ingénieurs et architectes N° 23, 5 novembre 1987.
- 4 F. ISELIN ; M. GUILLEMIN, « La salubrité des logements », Les cahiers médicaux-sociaux N° 1, Genève 1984.
- 5 Selon le *Petit Robert*.
- 6 P. BERNARD, « La construction par composants compatibles », Monitor, Paris, 1980.
- 7 F. ISELIN, « Le poids lourd des bâtiments », Polyrama N° 73, EPFL, 1986.
- 8 FOBB, Informations économiques, N° 4, avril 1989.
- 9 OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE « Emploi » et « Condition de travail », OFS, Berne, 1981.
- 10 USCI UNION SUISSE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE, Rapport sur la recherche, L'ordre professionnel, 29.7.83.
- 11 J. CSILLAGHY, « L'enjeu économique de l'environnement construit », EPFL-Polyrama mars 1987.
- 12 F. ISELIN, « Défauts aux constructions récentes », Chantiers/Suisse 4 et 5/1989.
- 13 N. KOHLER, « Analyse énergétique de la construction, de l'utilisation et de la démolition de bâtiments », EPFL, Lausanne, 1986 (Thèse).
- 14 E. JAY HOWENSTINE, « Les besoins nationaux en logements : méthodologie et mythes », Bâtiment international, mars/avril 1980.
- 15 M. BASSAND ; A. HENZ, « Habitation horizon 2000 : recommandations », Librairie polytechnique, Lausanne 1988.
- 16 CRÉDIT SUISSE, Sondage réalisé par Isopublic, Bulletin CS 10/88 et 10/89.
- 17 P. BERNARD, « La construction par composants compatibles », Monitor, Paris, 1980.
- 18 M. BASSAND ; A. HENZ, « Habitation horizon 2000 : recommandations », Librairie polytechnique, Lausanne 1988.
- 19 A. KOPP, « Changer la vie, changer la ville », Union générale d'édition, Paris, 1975.
- 20 LE CORBUSIER, « Les maisons Voisin », L'Esprit nouveau, N° 2.
- 21 G. BLACHÈRE, « Technologies de la construction industrialisée », Eyrolles, Paris 1975.
- 22 W. KURZ ; J.-P. MERCIER ; G. ZAMBELLI, « Introduction à la science des matériaux », Presses polytechniques romandes, Lausanne 1987.
- 23 S. R. CURWELL ; C. G. MARCH, « Hazardous building materials », Spon, London 1986.



Le ciment Portland a ses avantages certes mais aussi ses limites : la résistance n'est de loin pas le seul critère de choix d'un matériau de construction.

CORRECTIF :

Dans le n° 3-4/90 de la revue, l'article « Qui choisit qui ? logements et habitants dans une cité industrielle » a malheureusement subi quelques entorses de transmission. *Habitation* prie leurs auteurs, Michèle Antipas et Gil Meyer de les en excuser, de même que leurs collègues de l'Institut de Recherche sur l'Environnement Construit (G. Chevalier, B. Galland, M. Bassand), 14, avenue de l'Eglise-Anglaise, CH-1006 Lausanne.