

# Aptitude au service

Autor(en): **Sitter, Wolter Reinold de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **55 (1987)**

PDF erstellt am: **02.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-42715>

## **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**

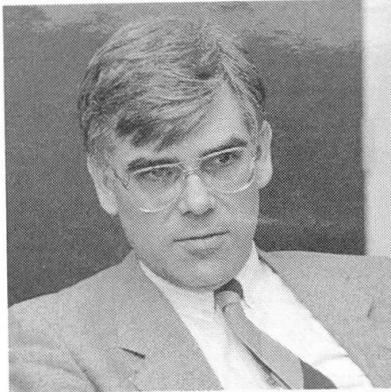
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Aptitude au service

Gebrauchstauglichkeit

Serviceability : Ability to Serve

**Wolter Reinold de SITTER**  
Dir. , R & D  
Hollandsche Beton Groep SA  
Rijswijk, Pays-Bas



W. R. de Sitter (50) a obtenu son diplôme d'ingénieur en 1961 à l'Université Polytechnique de Delft. En 1978, il est entré au service de HBG S.A. Il s'est occupé de la durabilité du béton et de la conception de constructions marines. Il est membre de différentes commissions de réglementation, de normes et de recherches.

### RÉSUMÉ

L'aptitude au service est la "possibilité" de fournir une "prestation" demandée. Ces deux éléments changent dans le temps. Les caractéristiques des matériaux déterminent la solidité d'une construction. Un bâtiment conçu et réalisé conformément aux prescriptions et règles de l'art a une durée de vie technique de plus de cinquante ans. La prestation est demandée durant le temps d'exploitation économique. Dans notre société se transformant rapidement, le temps d'exploitation économique des bâtiments est plus court que la durée de vie technique. Nous devons donc concevoir nos constructions de telle sorte qu'elles puissent être adaptées aux exigences d'utilisation qui changent si rapidement.

### ZUSAMMENFASSUNG

Gebrauchstauglichkeit bedeutet die "Fähigkeit", eine verlangte "Leistung" zu erbringen. Beides verändert sich im Laufe der Zeit. Die Materialeigenschaften bestimmen die Leistungsfähigkeit der Konstruktion. Ein Bauwerk, das nach den Vorschriften und den Regeln der Baukunst entworfen und ausgeführt worden ist, hat eine technische Nutzungsdauer von mehr als fünfzig Jahren. Die Leistung wird während der wirtschaftlichen Nutzungsdauer verlangt. In unserer sich schnell verändernden Gesellschaft ist die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Gebäuden kürzer als die technische Nutzungsdauer. Wir müssen unsere Konstruktionen so entwerfen, dass sie den sich rasch verändernden Anforderungen angepasst werden können.

### SUMMARY

Serviceability means the "ability" to supply a desired "service". Both change in time. The properties of the materials determine the capability of the structure. A building, which has been designed and executed in accordance with the accepted codes of conduct, technically has a useful life of more than 50 years. The service is required throughout its economic life. In our fast-changing society, the economic life of a building is shorter than its technical lifetime. We have therefore to design our structures in such a way that they can be adapted to user requirements which change rapidly.



## 1. Introduction

Le mot "serviceability", en Anglais, couvre les notions "d'aptitude" et de "prestation de service". Donc ce mot est liée à deux qualités différentes. L'une "l'aptitude", dépend des propriétés de la construction en béton; en particulier, des propriétés du matériau utilisé. La "prestation de service" dépend des vœux du client. Nous, techniciens, ne réalisons pas assez que les vœux du client peuvent, eux aussi, évoluer dans le temps. La première notion, "l'aptitude", met l'accent sur le critère de permanence technique dans le temps, tandis que la seconde notion met l'accent sur la permanence économique dans le temps.

## 2. Critères techniques liés au temps

Les propriétés du béton changent dans le temps. Nous pensons entre autres à la fatigue, la fluage, la carbonatation et les dégats du gel/dégel.

Dans les grandes lignes nous disposons de suffisamment de connaissances technologiques et techniques pour réaliser des construction en béton qui peuvent satisfaire les vœux des clients, pendant plus de 50 ans. Cette connaissance est consignée dans les codes de bonne pratique.

Bien qu'il y ait des différences de conception d'une nation à l'autre, celles-ci se développent finalement, avec l'aide du travail opéré par les organisations FIP, CEB, ISO, pour se fondre en une réglementation internationale commune, comme les Euro Codes. Si nos connaissances sont si larges, pourquoi se livre-t-on dès lors à tant de recherches dans le domaine de la durabilité ?

Il y a quatre raisons à cela, à savoir:

1) Nous avons le savoir-faire, mais pas la pleine connaissance technologique, le pourquoi des choses; bref nous avons le know-how mais pas le know-why. Ainsi, nous savons par expérience que les fissures d'une largeur moindre que 0,25 mm ne constituent pas un danger pour une longévité de plus de 50 ans de constructions normales. Par normales, nous entendons des constructions constituées de matériaux qui répondent aux normes, ayant des armatures couvertes conforme à la réglementation et qui ne sont pas confrontées à un milieu ambiant exceptionnellement agressif. Cette connaissance est basée sur l'expérience acquise par la construction d'ouvrages en béton et sur les résultats d'essais d'exposition. Elle à un caractère fortement empirique. Nous savons comment faire pour ériger une construction durable en béton mais ne savons pas avec précision pourquoi elle est durable.

2) La montée des prix du pétrole au début des années soixante-dix a suscité l'intérêt pour l'exploitation du pétrole et du gaz de la Mer du Nord. Les compagnies pétrolières et les bureaux de classification tels que le Norsk Veritas, le Véritas et Lloyds Register sont traditionnellement tentées de penser en termes de constructions métalliques, couvertes par des systèmes de protection par peinture ou par effet cathodique. C'est pour cela que les compagnies pétrolières ont posé aux promoteurs de constructions en béton beaucoup de questions allant au fonds des choses; ceci précisément dans le domaine de la tenue dans le temps en milieu marin. Ces questions ont donné une énorme impulsion aux recherches dans les domaines liés à la durabilité tels que la fatigue.

3) Dans un certain nombre de cas, des dommages ont été subis par les constructions en béton. Notamment dans le secteur de l'habitat, ainsi que dans des ouvrages de génie civil, parmi lesquels un certain nombre de ponts. La vague de dommages peut être attribuée à la forte augmentation du volume de la construction qui s'est produite environ dix ans après la fin de la deuxième guerre mondiale. Cette vague d'activité de la construction a été suivie, avec un déphasage de 10 à 25 ans, par une vague de dommages. L'analyse de ces dommages a donné une impulsion importante à la recherche de leurs causes.

#### 4) Cas de dommages au Moyen Orient.

Suite à la crise pétrolière, le volume de la construction a fortement augmenté dans les pays producteurs de pétrole du Moyen Orient. Ici, un nombre de facteurs se sont fâcheusement influencés mutuellement: la médiocre qualité des agrégats, la trop forte sollicitation du marché du travail et l'absence d'une tradition locale dans le domaine de la construction en béton, l'environnement agressif pour le béton et le fait que par forte température les réactions chimiques s'accélérent. Dès lors, le décalage dans le temps déjà évoqué entre le développement de l'activité dans le domaine de la construction et l'apparition des dommages s'est nettement raccourci au Moyen Orient, pour se situer entre 5 et 15 ans.

Nous devons cependant bien constater que les cas de dommages restent limités à une toute petite partie des constructions réalisées en béton. Aux Pays-Bas, il a été procédé à une enquête sur l'état des constructions en béton érigées sur la côte et à un inventaire des dommages subis dans la construction des habitations ((1)) ((2)).

Dans l'enquête concernant les constructions en béton en région côtière, principalement des écluses, l'âge des constructions variait de 3 à 63 ans. Ces constructions étaient en bon état et confortent mon opinion que nous sommes capables de concevoir des constructions qui peuvent assumer pendant plus de 50 ans la fonction pour laquelle elles ont été réalisées. Il y a lieu de faire remarquer ici que le sens inné qu'ont les hollandais pour l'économie nous a quelque peu aidés. Aux Pays-Bas le ciment de haut-fourneau est légèrement moins cher que le ciment Portland. Par conséquent le ciment de haut-fourneau a souvent été utilisé, dans le passé, par raison budgétaire. L'enquête portant sur les dix dernières années a montré que la résistance à la pénétration des chlorures est notablement plus élevée pour les ciments de haut-fourneau que pour les ciments Portland. C'est pour cette raison aussi que du ciment de haut-fourneau a été utilisé par Ballast Nedam pour la construction de la Chaussée de Bahrein (fig.1) ((3)). Bien qu'ici ce soient des considérations de qualité qui aient constitué l'élément déterminant.

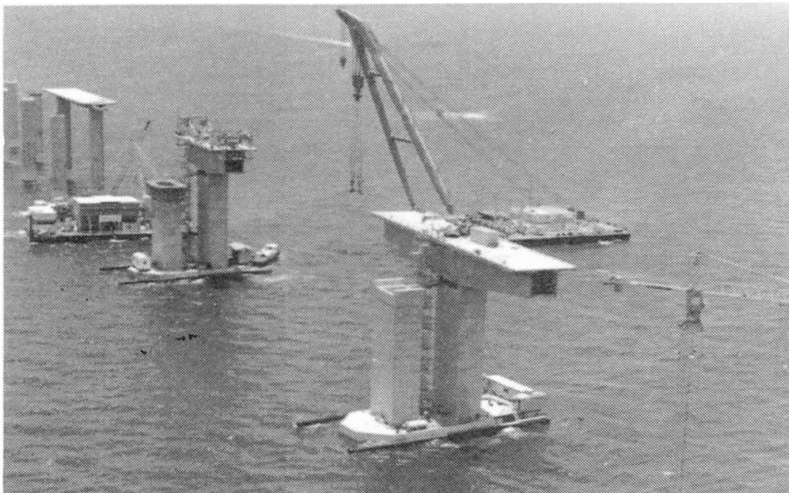


Fig.1 Bahrein Causeway en construction

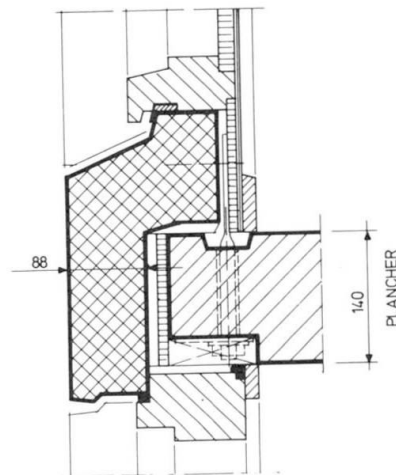


FIG.2 COUPE VERTICALE ELEMENT DU FAÇADE



Pour la construction d'habitations, un inventaire des dégâts aux balcons et galeries a été établi. Une distinction a été faite entre les trois appréciations suivantes:

- Bon : Il n'y a pas de mesures d'intervention à prévoir durant la période souhaitée.
- Mauvais: Il est question de dommages graves, perceptibles à l'oeil nu; pour atteindre la longévité souhaitée, il y a lieu de prévoir des mesures d'intervention.
- Suspect: Il n'y a pas, en vérité, de dommages graves perceptibles à l'oeil nu mais des sondages dans la couverture de béton des armatures, de la profondeur de carbonatation et la teneur en chlorures laissent à penser que dans les 50 ans qui suivent des dommages pourront apparaître dans la construction.

Sur base d'un sondage portant sur 560 unités les conclusions suivantes ont pu être tirées:

TABLEAU 1

Inventaire des dommages subis, aux Pays-Bas, dans les immeubles d'habitations

	% du total		Frais de réparation en millions du florins	
	estimation moyenne	fourchette	estimation moyenne	fourchette
mauvais	2,3	1,2 - 3,9		
suspect	23,4	15,0 - 33,6		
balcons et galeries	12.6 x 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>		345	169 - 521
béton externe total	14 x 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>		383	188 - 579

L'appréciation "suspect" concerne les cas où aucun dommage n'est apparent mais qui, d'après nos connaissances technologiques actuelles, pourraient s'endommager. En bref, cette appréciation rassemble les constructions en béton qui, malgré un certain nombre d'éléments troublants se trouvent actuellement en bon état, sans que nous sachions très bien pourquoi. Ceci n'enlève rien à l'affirmation que nous sommes en mesure de réaliser des constructions qui auront une durée d'utilisation de plus de 50 ans.

Depuis le début de 1961 la société Intervam bv, qui fait partie du groupe HBG, le Hollandsche Beton Groep, a construit un grand nombre d'habitations en appliquant un système utilisant de grans éléments constructifs. En façade, des éléments en béton, relativement minces, ont été employés pour former des montants, des bandeaux et des acrotères. Ces éléments de 88 mm d'épaisseur, étaient précontraints par des armatures de 2 mm de diamètre (fig. 2). Le client et le promoteur voulaient, de la sorte, assurer la longévité de la construction en évitant la formation de fissures sous l'effet des variations locales de températures et d'un retrait non uniforme. Vingt-cinq ans plus tard, la construction en béton de ces habitations est encore actuellement en parfait état technique de conservation, y compris les éléments en béton de la façade.

Une pénurie aigüe d'acier de construction s'est produite immédiatement après la seconde guerre mondiale.

Pour la reconstruction et l'électrification du réseau ferré il a alors été fait usage de portiques en béton précontraint pour les caténaires (fig 3.). Faisant suite à des rumeurs de dommages occasionnés au béton, les Chemins de Fer Néerlandais ont vérifié ces portiques. Il est apparu que le béton de ces portiques n'était carbonaté que jusqu'à une profondeur maximum de 1 mm et que les portiques se trouvaient, pour le reste, dans un très bon état ((4)). Ces portiques existent depuis environ 35 ans et il n'y a pas de raison d'admettre que ces mêmes portiques ne pourront pas continuer à servir largement au delà l'an 2000.

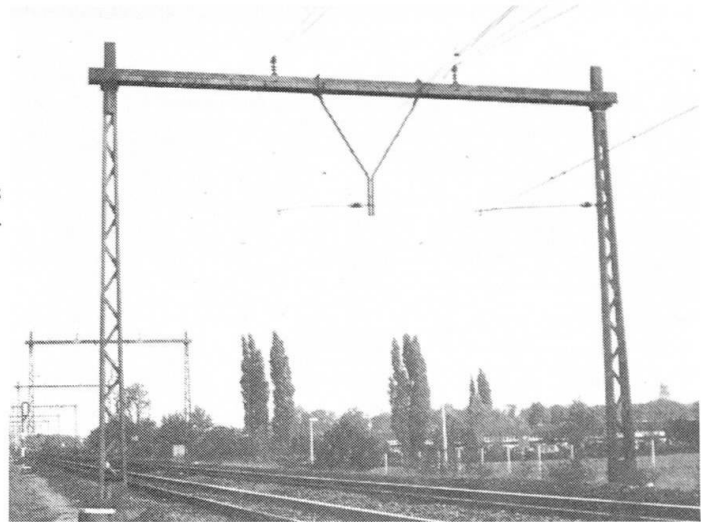


Fig. 3 Portique en béton précontraint

Sur base de notre expérience, j'arrive aux conclusions suivantes:

- I) Nous sommes parfaitement en mesure de réaliser des constructions en béton qui puissent remplir, pendant plus de cinquante ans, les fonctions que le client a souhaité.
- II) Nous ne devons pas nous efforcer d'assigner une place importante, dans nos projets et dans nos codes, à une approche arithmétique de la durabilité technique à obtenir. Vu la conclusion ci-dessus, ceci n'est pas nécessaire et consisterait à verser une sauce pseudo-scientifique sur une solide expérience pratique.
- III) Nous devons réaliser clairement qu'à côté d'une majorité de constructions réussies il se trouvera une petite minorité d'ouvrages qui auront, provisoirement, des dommages perceptibles.  
Il faut identifier et localiser ces éventuels dommages à un stade précoce grâce à un système d'inspection bien mis au point.

### 3. Les exceptions à la règle

Il peut être déduit de ce qui précède qu'un système d'inspection des constructions en béton doit être mobilisé pour déceler dès que possible les quelques cas où des dommages pourraient se produire. Il s'agit donc de détecter en temps voulu les anomalies. Pour paraphraser un slogan il s'agit d'organiser un contrôle du type "Inspection for exception". La nécessité de signaler dès que possible les éventuels défauts est illustré par la fig.4. Le niveau des frais pour assurer longuement le maintien des fonctions souhaitées par le client, y est évoquée. Quatre cas sont envisagés:

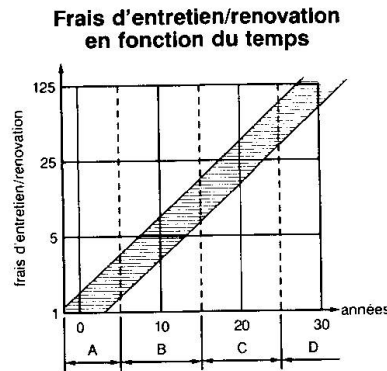
- A) Lors de la conception du projet et de son exécution, il est fait usage des règles de l'art. On veille à assurer une couverture de béton suffisante et à mettre en oeuvre un béton compact, précisément au droit de cette couverture.
- B) Le front de carbonatation n'a pas encore atteint l'armature ou ne l'a atteinte qu'en quelques endroits. Il y a encore, en moyenne, 10 à 15 mm de béton non carbonaté en place.
- C) Le front de carbonatation a atteint l'armature en de nombreux endroits. La corrosion y est amorcée. La pénétration de chlorures joue peut être aussi localement un rôle.
- D) L'armature est, en grande partie, prise dans du béton carbonaté ou de la rouille incrustante apparaît en de nombreux endroits sous l'effet des chlorures. Il y a des dommages réels.





La proportion des frais à engager pour assurer la durabilité ultérieure peut être fixée à 1 : 5 : 25 : 125. Cela signifie que pour chaque franc non dépensé, en n'appliquant pas à la lettre les règles de l'art en phase A), il y aura une nouvelle dépense de 25 francs, en phase C), pour la maintenance de la construction en béton ((5)). Au début du cycle d'existence, l'inspection doit être fréquente pour pouvoir déceler dès que possible les anomalies. Elle peut, ultérieurement, s'espacer pour assurer le suivi de l'évolution.

Un bon système d'inspection doit se traduire par une économie sur les frais qui sont nécessaires pour garantir l'aptitude à rendre le service attendu : la "Serviceability".



**Fig.4** Frais d'entretien/rénovation en fonction du temps

#### 4. Critères économiques en fonction du temps

En procédant à l'inventaire des critères économiques, une différence apparaît entre, d'une part, les constructions civiles réalisées au profit de l'infrastructure et, d'autre part, les autres constructions. Le tableau 2 donne une grossière estimation de la durabilité économique d'un certain nombre de catégories d'ouvrages ainsi que des périodes d'amortissement courantes de ceux-ci. Pour la durabilité économique, on s'est basé sur l'âge des constructions en béton érigées dans le passé et qui ont encore actuellement une valeur dans le circuit économique. Pour la période d'amortissement, il a, par contre, été fait référence à la période qui est actuellement une usage chez les maîtres d'ouvrage pour les nouvelles constructions.

TABLEAU 2

Type d'ouvrage	Durabilité économique	Période d'amortissement
Grands ouvrages d'infrastructure		
-ouvrage maritimes & portuaires	> 100 ans	50 à 60 ans
-grands ponts		
Ouvrages d'art	> 50 ans	50 ans
-ponts		
-aqueducs		
-écluses		
Installations militaires	15 à 20 ans	pas disponible
Immeubles à usage de bureaux	40 ans	20 à 25 ans
Plateformes d'exploitation	10 à 30 ans	5 à 15 ans
-gazière ou pétrolière		
Habitations	15 à 50 ans	40 à 50 ans
Bâtiments industriels	10 à 40 ans	15 à 35 ans

Dans ce qui précède il a été admis que la durabilité technique des constructions en béton qui ont été réalisées suivant les règles de l'art est supérieure que 50 ans. Du tableau précédent il ressort que pour les constructions autres que celles qui sont destinées à l'infrastructure, la durabilité économique et la période d'amortissement sont inférieures à la durabilité technique.

Pourquoi n'essayerions-nous pas dès lors, pour économiser de l'argent, de diminuer pour ces catégories la durabilité technique ?

Il y a deux raisons pour ne pas donner suite à cette suggestion, à savoir:

- a) On en peut imaginer de mesures d'économie qui permette d'agir sur la durabilité avec suffisamment de maîtrise sans que l'on ne courre le risque de voir la durabilité technique finir par être inférieure à ce que l'on se proposait d'atteindre.
- b) Les économies qui pourraient résulter d'éventuelles mesures de réduction de la durabilité sont bien trop faibles que pour courir les risques évoqués en a)

C'est pour cela que l'optimisation de la durabilité technique et de la durabilité économique pour les constructions en béton est sans signification pratique.

La période d'amortissement réduite qui est donnée pour les bâtiments industriels résulte des modifications technologiques rapides qui se produisent dans les procédés de production et par l'influence qu'ont ces derniers sur la forme des bâtiments. L'architecte de l'usine de production de mégachips souhaitait visualiser la forme de ce produit en donnant au bâtiment une forme qui en serait l'expression (fig. 5). L'influence de cette puce va cependant beaucoup plus loin que dans le seul domaine de l'esthétique. Ce bâtiment constitue une installation géante d'air conditionné et de filtration d'air. Le volume d'air à déplacer détermine les dimensions de la construction (fig.6).



Fig. 5 Usine de mégachips

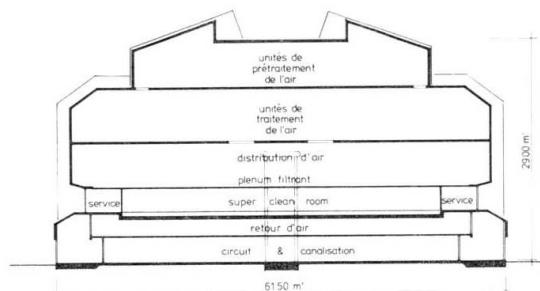


Fig. 6 Coupe vertical de usine de production de mégachips

Le montage antivibratoire des "wafer steps" où sont confectionnées les mégapuces est soumis à des critères très sévères. Ces critères sont déterminants pour le volume de la partie construite en béton. C'est le procédé de fabrication qui détermine les dimensions de la construction en béton. La durabilité économique de cette construction est vraisemblablement égale à celle du procédé de fabrication qui y est logé. La durabilité économique de ce procédé est, à son tour, très dépendante du cycle d'existence du produit, la mégapuce. Quelle que soit l'ampleur de ce cycle, celle-ci sera de toute façon plus courte que la durabilité technique de la construction en béton.

La robotisation de l'industrie automobile pose d'autres critères aux bâtiments que les procédés de fabrication mécanisée à conduite manuelle. La hauteur libre, par exemple, doit être de 9 à 10 m au lieu de 6 à 7 m. Un tel hal de production doit être amorti dans les 35 ans. Ne fût-ce que parcequ'il n'est pas possible de prédire quelles seront, dans le futur, les critères imposés au bâtiment par le procédé de fabrication qui sera alors en usage.





Ces exemples montrent que le maître d'oeuvre fait bien de se concerter avec le maître de l'ouvrage pour connaître l'éventuelle réaffectation de la construction à l'issue de la période de durabilité économique probable qui s'inscrit dans la première phase d'existence.

La question se pose aussi pour les logements. La période d'amortissement habituelle est de 50 ans. Nous pouvons être certains, cependant, que dans 50 ans les désirs des habitants auront changé de façon profonde par suite des modifications dans la composition des ménages et des changements sociaux. Dans beaucoup de pays nous sommes confrontés avec le problème de logements inoccupés et avec celui des situations sociales marginales qui surgissent dans les grandes extensions municipales. La société Intervam consacre son activité à la construction de logements. Il y a quelques années, cette société a été confrontée à la combinaison des facteurs qui suivants:

TABLEAU 3

Influence extérieure sur le projet de logements

- Les habitants et les investisseurs demandent que la distribution interne des pièces soit susceptible de redécoupage au cours de la phase de construction. Ils veulent finaliser leur choix à un stade avancé de la réalisation.
- Les investisseurs et les occupants/propriétaires demandent qu'il soit possible de faire des modifications à peu de frais, au cours de l'existence du bâtiment.
- Le marché réclame des plans de lotissements de petite taille; 5 à 50 logements au lieu de 100 à 1000.
- Le marché exige une qualité supérieure, des charges d'habitation faibles, y compris le coût l'énergie.

En regard de ces questions, une réponse a été élaborée, qui comporte essentiellement une profonde modification dans l'organisation de la construction de bâtiments d'habitation. Cette construction se subdivise en huit courants de production, à savoir:

1. Sous-sol, fondation et rez-de-chaussée y compris les réseaux divers.
2. La superstructure. Les murs porteurs et les planchers, y compris les réseaux de conduites incorporés.
- 1 en 2. forment ensemble la structure, le squelette du bâtiment.
3. Les façades, le parachèvement du toit.
4. Le compartimentage des espaces. Cloisons internes, escaliers.
5. Le seconde oeuvre. Les revêtements de sol, de mur, de plafond.
6. Les équipements. Les installations, les cuisines, les armoires.
7. Les parachèvements extérieurs.
8. Le parachèvement du terrain. Les réseaux divers, la voirie, les terrassements.

Les lignes directrices de cette organisation sont les suivantes:

- a) Chacun des courants de production se déroule par projet, sans interruption et ce indépendamment des courants de production qui doivent suivre ultérieurement.
- b) Chaque courant de production est autonome. L'unité de production, l'équipe travaille avec son propre matériel et son propre outillage et organise son propre mouvement d'amenée et d'évacuation. La direction et la surveillance des résultats sont liées au courant de production et non au projet.
- c) La direction du projet assure la coordination entre les courants de production.
- d) Chaque courant de production doit réaliser une diversité aussi grande que possible dans sa part de production tout en restant dans les limites extrêmes de la standardisation.

Les points suivants découlent de ces lignes directrices:

- Aux franges de contact, aux interfaces, aux points de rencontre des produits partiels que fournissent les huit courants de production, doit régner une rigoureuse et grande standardisation.

Entre les limites du produit d'un courant de production déterminé, la standardisation est souhaitable mais non déterminante.

- L'amélioration de la garantie de qualité doit être la conséquence de la formation, de l'expérience, et de la motivation des unités de production ainsi que de la normalisation.

Il est clair que cette façon d'appréhender les problèmes impose de hautes exigences aux auteurs de projet et donc plus particulièrement au projeteur de constructions en béton. Dans le cadre de la standardisation souhaitée, il faut cependant pouvoir répondre à la demande du marché qui désire avoir la possibilité d'effectuer des modifications à peu de frais tant au stade du projet qu'en phase d'utilisation. C'est en ce point que convergent et se renforcent mutuellement les voeux de l'entrepreneur qui souhaite des courants de production séparés et les voeux du marché qui tendent vers une souple variabilité. Les solutions qui ont été trouvées pour séparer les courants de production ouvrent aussi la possibilité de réaliser la variabilité dans la distribution et le compartimentage des locaux aussi bien que de modifier cette distribution, ce compartimentage dans la phase d'utilisation.

Moyennant une dépense relativement modique, le propriétaire/locataire pourra réaliser une distribution des lieux complètement différente (fig. 7 et fig. 8)

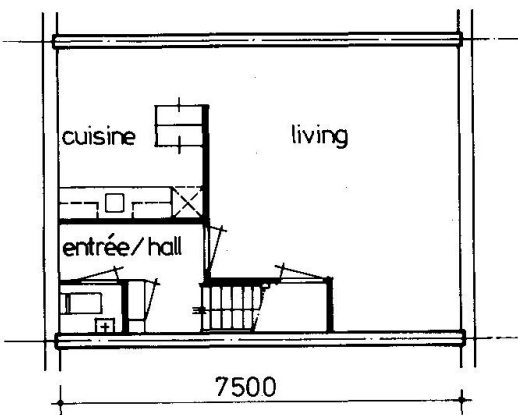


FIG. 7 REZ. DE CHAUSÉE

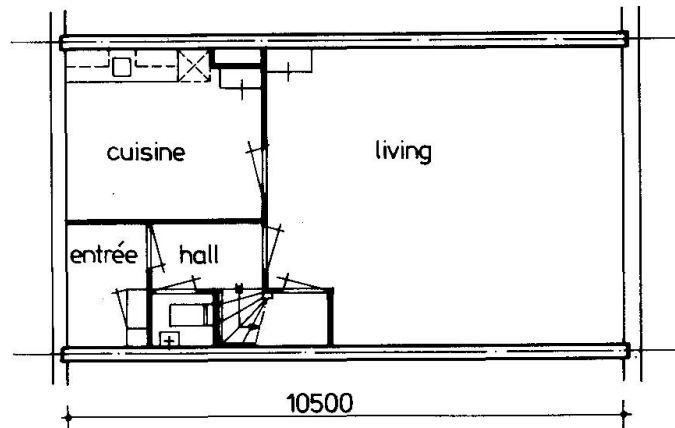


FIG. 8 REZ. DE CHAUSÉE (VARIANT)

Selon les possibilités qu'il a d'effectuer lui-même une partie du travail, les frais encourus varieront entre fl. 3000,-- et fl. 15.000,--. Pour un montant compris entre 3% et 15% de son investissement initial, il pourra disposer d'une habitation complètement différente, qui sera adaptée selon ses voeux dans le monde complètement différent que nous connaissons d'ici 15 ans.



### 5. Remarques finales et conclusions

Nous avons vu que la durabilité technique des constructions en béton est supérieure à 50 ans pour les ouvrages conçus et exécutés suivant les règles de l'art. La durabilité technique est la durée durant laquelle l'aptitude à rendre service, la "serviceability", vue sous les angles techniques et technologiques, est garantie. La mesure dans laquelle les "règles de l'art" sont observées est une affaire de garantie de la qualité. Ceci n'est pas un problème technique mais bien un problème d'organisation.

Néanmoins, ceci ne permet pas d'éviter qu'un petit nombre de défauts prématurés puissent se produire éventuellement. Nous devons les déclarer le plus tôt possible pour les identifier et les localiser au moyen d'un système d'inspection minutieusement mis au point.

Les conditions d'utilisation que le marché exige de nos constructions en béton sont sujettes à des modifications au cours du temps. Celles-ci vont de pair avec les grands changements de la société auxquels il faut s'attendre dans l'avenir. Ces modifications des exigences du marché fluctuent au gré des changements de la société à la vitesse à laquelle se développent lesdits changements. C'est dès lors un grand défi qu'auront à relever les auteurs du projet des structures de béton de l'avenir, les "Concrete Structures for the Future", pour réaliser ces constructions de façon telle qu'elle puissent rester un enjeu économique tout le temps que durera leur longue longévité.

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) Rapport CUR 100 (en néerlandais; sommaires en français et en anglais)  
Durabilité des constructions marines. Edition Betonvereniging 1982,  
Gouda
- (2) Rapport CUR 118 (en néerlandais; sommaire en anglais)  
Inventaire de l'ampleur des dommages occasionnés, dans le domaine  
de la construction d'habitations, aux surfaces de béton exposées  
à l'atmosphère extérieure, au cours de la période 1950-1980  
Edition Betonvereniging 1984, Gouda.
- (3) Les cahiers du symposium relatif à la Chaussées d'Arabie Saoudite  
à Bahrein par H. van Heumen, J. Bovée, H. van der Zanden, J. Bijen.  
Amstelveen 1985 (en anglais)  
Chapitre 7: Matériaux et Durabilité (en anglais), pages 98-119.
- (4) Le béton dans l'infrastructure des Chemins de Fer néerlandais  
(en néerlandais) par W. de Steur Cement, Vol. 36, no. 2 de 1984,  
p. 111 - 117
- (5) Même le béton demande des égards (en néerlandais)  
par W.R. de Sitter Cement, Vol. 35, no. 3 de 1983, p. 188 - 193.