

# Conception et project

Autor(en): **Havé, R. d'**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **20 (1975)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-18238>

## **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.

**Conception et projet**

Entwurf und Konstruktive Ausbildung

Concept and design

ir. R. D'HAVÉ  
Directeur Général de SECO  
Belgique

**1. LIMITATION METHODIQUE DE LA DUREE DE VIE DES COMPOSANTS  
D'UNE CONSTRUCTION****1.1. INTRODUCTION**

Traditionnellement le choix des matériaux, éléments constitutifs et systèmes à utiliser dans la réalisation d'une construction était complètement défini a priori par les auteurs de projet (architecte et ingénieur) de même que les prescriptions détaillées quant à leurs diverses caractéristiques et aux méthodes de mise en oeuvre.

Dans un tel processus de construction les moyens à utiliser pour arriver au résultat désiré ne peuvent varier et par conséquent ni les producteurs de matériaux, d'éléments ou composants, ni l'entrepreneur chargé de l'exécution des travaux n'ont de motif immédiat à rechercher de meilleures solutions; il s'était créé ainsi un véritable obstacle à l'innovation. En vue de lever celui-ci et sous la pression des nécessités économiques, la définition des exigences des utilisateurs se fait de plus en plus sous forme fonctionnelle, ce qui a donné naissance à ce que l'on appelle le concept de performance.

Il s'agit d'un système de définition et d'appréciation des propriétés d'une construction faisant usage de critères caractérisant scientifiquement les besoins des utilisateurs, tenant compte de toutes les actions que la construction subira pendant sa période d'utilisation et de tous les problèmes de liaison et d'interaction, mais indépendamment des moyens utilisés en vue de la réalisation de ces objectifs. Ces critères doivent être satisfaits pendant toute la durée de vie de l'ouvrage ou de ses composants, dès lors la connaissance de l'évolution des performances en fonction du temps apparaît comme un élément essentiel.

## 1.2. DUREE DE VIE DES COMPOSANTS D'UNE CONSTRUCTION

Dans le domaine de la construction, la durabilité d'un composant peut se caractériser par un intervalle de temps, compté à partir de la première mise en service, pendant lequel ce composant remplit correctement l'emploi auquel il est destiné, c'est la durée de vie du composant. Pratiquement, cette notion d'aptitude à l'emploi conduit à considérer deux performances : la performance initiale ( $P_i$ ) au temps  $t_i$  et la performance à partir duquel le composant ne donne plus satisfaction ou performance limite ( $P_l$ ) au temps  $t_l$ .

Le problème de prévision de la durée de vie d'un composant revient alors à étudier la vitesse d'affaiblissement de sa performance sous l'effet des actions de vieillissement ( $v_v$ ), compte tenu éventuellement de l'influence d'un certain entretien ( $E$ ) de la construction.

Il apparaît ainsi que la durée de vie d'un composant est une fonction de ces différents facteurs :  $t_l - t_i = f(P_i, P_l, v_v, E)$ .

Les figures 1 et 2 représentent schématiquement différentes fonctions de ce genre.

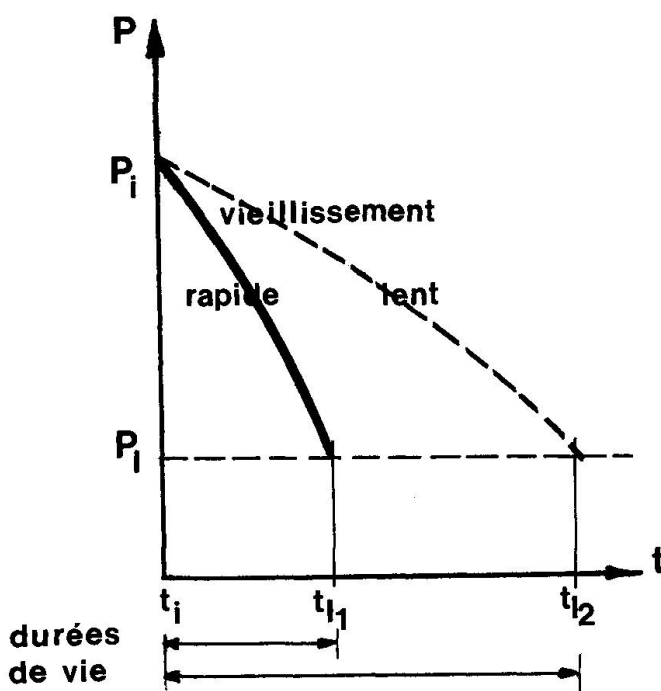


Fig. 1

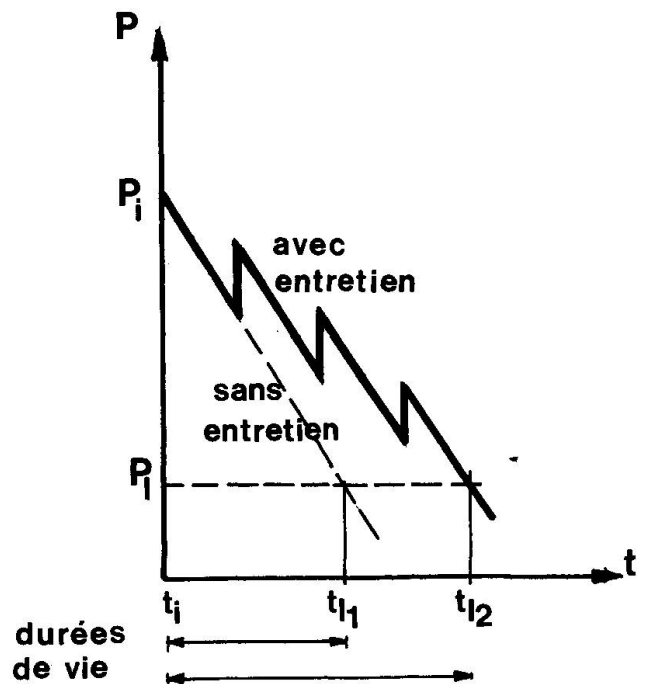


Fig. 2

Remarquons que les actions et agents qui provoquent le vieillissement de même que les caractéristiques des matériaux employés sont des variables aléatoires qui pourraient se représenter par certaines fonctions mathématiques encore mal définies aujourd'hui, mais dont une bonne approximation peut être obtenue par l'exploitation des résultats de mesures réparties sur un temps suffisamment long.

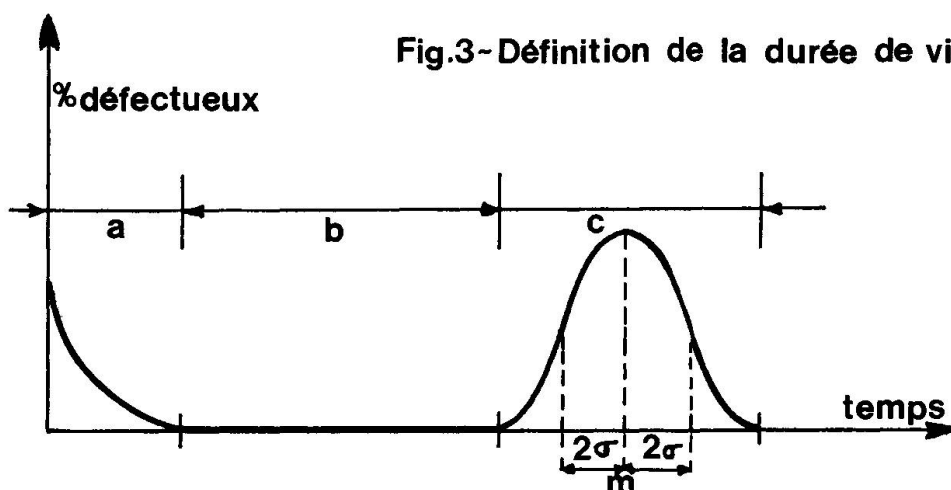
Les méthodes de l'analyse statistique peuvent alors conduire à l'estimation d'une durée moyenne de vie, assortie d'une certaine dispersion.

Une étude menée en France, au sujet de la durée de vie réelle des différents composants utilisés actuellement dans le bâtiment, montre que d'une manière générale dans une population de composants identiques la répartition des défectueux en fonction du temps suit l'allure de la courbe reprise à la figure 3, celle-ci met en évidence :

- une période de défauts de jeunesse, n'ayant pas de rapport direct avec des phénomènes de vieillissement (a),
- une période étale avec peu ou pas d'incidents, qui caractérise la vie utile du composant (b),
- une période d'usure et de vieillissement d'allure gaussienne, au cours de laquelle les incidents se multiplient et conduisent à la mise hors service du composant (c).

A partir de cette courbe on peut dire que :

- la durée de vie moyenne correspond à l'âge  $m$  (moyenne des durées avant réfection complète).
- il y a une probabilité de 95 % que la durée de vie soit comprise dans l'intervalle  $m \pm 2\sigma$  ( $\sigma$  étant l'écart-type de la distribution).



D'une manière générale les défauts de jeunesse comportent, d'une part, un certain nombre de défauts liés à des erreurs de conception ou d'exécution et, d'autre part, des incidents qui trouvent leur origine dans des phénomènes de déformation ou de tassement de la structure, dont l'influence se marque spécialement au début de la mise en service d'une construction et s'atténue ensuite.

Une construction est constituée par l'assemblage d'une série de composants remplissant des fonctions différentes et ne forme donc pas un tout homogène au point de vue de la durée de vie.

La durée de vie d'éléments de structure qui mettent en cause la stabilité d'ensemble de la construction sera nécessairement plus longue que celle d'autres éléments qui n'interviennent qu'au titre de leur stabilité propre et qu'il est aisé de remplacer, comme des cloisons, ou que celle des éléments de parachèvement et d'équipement que l'on a tendance à renouveler plus fréquemment, à condition cependant que la conception d'ensemble permette un remplacement aisé.

Pratiquement lors de l'étude d'un projet, il conviendrait de voir préciser par les utilisateurs de la construction leurs exigences en matière de durée de vie, compte tenu :

- de la fonction du composant,
- du milieu environnant et des conditions techniques d'utilisation,
- de l'importance de l'entretien et de la facilité du remplacement,
- de l'évolution constante des modes de vie et de travail,
- des exigences économiques.

Partant de ces diverses exigences, il est alors possible de choisir soit des composants dont la durée de vie est connue en fonction de l'expérience acquise, soit des produits nouveaux, pour lesquels la durée de vie peut être estimée à l'aide de méthodes de vieillissement accéléré.

Jusqu'à présent peu de données existent quant aux durées de vie exigées des constituants d'un bâtiment, le tableau suivant rassemble quelques références à ce sujet.

| Elément, composant ou ensemble             | durée de vie exigée | référence   |
|--|---------------------|---|
| Maison, structure, façade lourde ou légère | 50 ans              | UEAtc   |
| Couverture de toiture                      | 20 ans              | Ministère Français de l'Education Nationale et Opération Breakthrough |
| Joint entre panneaux                       | 20 ans              | Opération Breakthrough  |
| Cloison en plâtre                          | 30 ans              | UEAtc   |
| Revêtements de sol minces                  | 10 ans              | UEAtc   |
| Tuyauteries scellées, non accessibles      | 35 ans              | Opération Breakthrough  |
| Tuyauteries scellées, accessibles          | 20 ans              | Opération Breakthrough  |
| Tuyauteries non scellées, accessibles      | 10 ans              | Opération Breakthrough  |
| Appareils de chauffage                     | 10 ans              | Opération Breakthrough  |
| Appareils sanitaires scellés               | 10 ans              | Opération Breakthrough  |
| Appareils sanitaires non scellés           | 5 ans               | Opération Breakthrough  |

Ce tableau met en évidence que la facilité de remplacement est une notion déterminante pour la formulation des exigences. Une doctrine claire devrait être élaborée en matière de durée de vie des constructions et de leurs constituants, elle permettrait de valoriser certaines possibilités de l'industrialisation, notamment un investissement de départ moindre, elle peut être à l'origine d'une grande souplesse d'adaptation des constructions futures.

### 1.3. ACTIONS ET AGENTS D'AGRESSION ET LEURS EFFETS SUR LES MATERIAUX

L'étude de la durabilité requiert la connaissance la plus précise possible des actions et agents d'agression. Le problème de définition des actions, c.à.d. de toute influence ou ensemble d'influences (charges permanentes et variables, déformations imposées) capable de produire des états de contrainte dans une structure est étudié au niveau international; par contre celui des agents d'agression n'a pas encore fait l'objet d'études du même genre en vue d'arriver à une définition statistique, basée évidemment sur certaines idéalizations; ces études devraient être entreprises.

La fig. 4 reprend un tableau des divers agents d'agression, de leur mode d'action et de leurs effets ainsi qu'une indication générale de l'importance de leurs effets sur les métaux et les liants hydrauliques.

Dans le domaine des structures en acier et des structures mixtes, les problèmes liés aux efforts répétés (fatigue) et aux attaques chimiques ou physico-chimiques (corrosion) apparaissent comme essentiels.

En ce qui concerne la résistance à la fatigue, on aborde l'étude de l'ensemble des facteurs qui l'affectent, notamment : importance et fréquence des mises en charge, fini de surface, contrainte résiduelles, concentrations de contraintes, température. Quant aux phénomènes de corrosion, indépendamment de leurs effets relativement bien connus, ils peuvent encore compliquer l'étude de la résistance à la fatigue.

### 1.4. ETUDE DE LA DURABILITE

Les études fondamentales sur la durabilité concernent plus particulièrement la comparaison du vieillissement naturel, c.à.d. celui subi par suite de l'exposition aux agents d'agression qui se présentent dans les conditions de service, au vieillissement naturel simulé et accéléré; en vue d'établir une corrélation entre les résultats obtenus.

L'étude du vieillissement naturel nécessite beaucoup de temps ainsi qu'une consommation importante d'éprouvettes et de multiples essais, pour suivre l'évolution des performances dans le temps. Dans le vieillissement naturel simulé et accéléré, c'est surtout sur la cinétique des phénomènes que l'on agit en veillant à ne pas faire intervenir des modes de dégradation qui ne se produisent pas en vieillissement naturel,

| AGENTS                     | MODES   | EFFETS  | IMPORTANCE DES EFFETS |                         |
|----------------------------|---|---|-----------------------|-------------------------|
|                            |   |   | sur métaux            | sur liants hydrauliques |
| <b>BIOLOGIQUES</b>         | Consommation<br>Secrétion   | Prop. mécaniques<br>Surface<br>Coloration               | 1                     | 1                       |
| <b>CHIMIQUES</b>           |   |   |                       |                         |
| Acides                     | Dissolution<br>Désagrégation  | Prop. mécaniques  | 5                     | 4                       |
| Bases                      | Divers  | Divers  | 1 à 3                 | 1                       |
| Sels                       | Gonflement<br>Piqûration  | Prop. mécaniques<br>(fissuration, éclatement)<br>Aspect | 5                     | 4                       |
| Oxydants                   | Oxydation superficielle   | Prop. mécaniques<br>Coloration                          | 5                     | 1                       |
| Solvants                   | Dissolution directe<br>ou indirecte                                     | Prop. mécaniques<br>(ramollissement)                    | 0                     | 0                       |
| <b>PHYSICO - CHIMIQUES</b> |   |   |                       |                         |
| Humidité                   | Agent de gonflement<br>Milieu vital<br>Oxydation<br>Séchage - mouillage | Prop. mécaniques<br>(gonflement, fissuration)<br>Aspect | 4 à 5                 | 2                       |
| Rayonnement                | Rupture de chaînes<br>Réticulation<br>Oxydation                         | Prop. mécaniques<br>(retrait)<br>Coloration             | 0                     | 0                       |
| Température                | Catalyseur  | Accélération  | 2                     | 1 à 2                   |
| <b>PHYSIQUES</b>           |   |   |                       |                         |
| Gel                        | Dilatation  | Prop. mécaniques  | 0                     | 4                       |
| Effort mécaniques          | Usure, abrasion, chocs,<br>fatigue, fluage                              | Aspect<br>Prop. mécaniques                              | 1                     | 2                       |
| Température                | Dilatation, contraction,  | Prop. mécaniques  | 2                     | 1                       |

0: agressivité nulle

1: ~ " ~ très faible

2: ~ " ~ faible

3: agressivité moyenne

4: ~ " ~ forte

5: ~ " ~ très forte

FIG .4 — Tableau des agents d'agression



cette accélération doit donc être contrôlée, ce qui exige la connaissance approfondie de tous les phénomènes qui interviennent et de leurs influences respectives ainsi que de l'effet résultant de l'intervention simultanée de plusieurs d'entre eux.

Une étude pratique de la durabilité d'un composant se base sur les données suivantes :

- les agents d'agression,
- les exigences des utilisateurs en matière de durée de vie,
- un arsenal de méthodes d'essais tendant à affaiblir en un temps assez court les performances du produit étudié, ce sont les essais de dégradation artificielle, un sujet essentiel de recherches est de connaître la corrélation des résultats de tels essais avec la réalité.

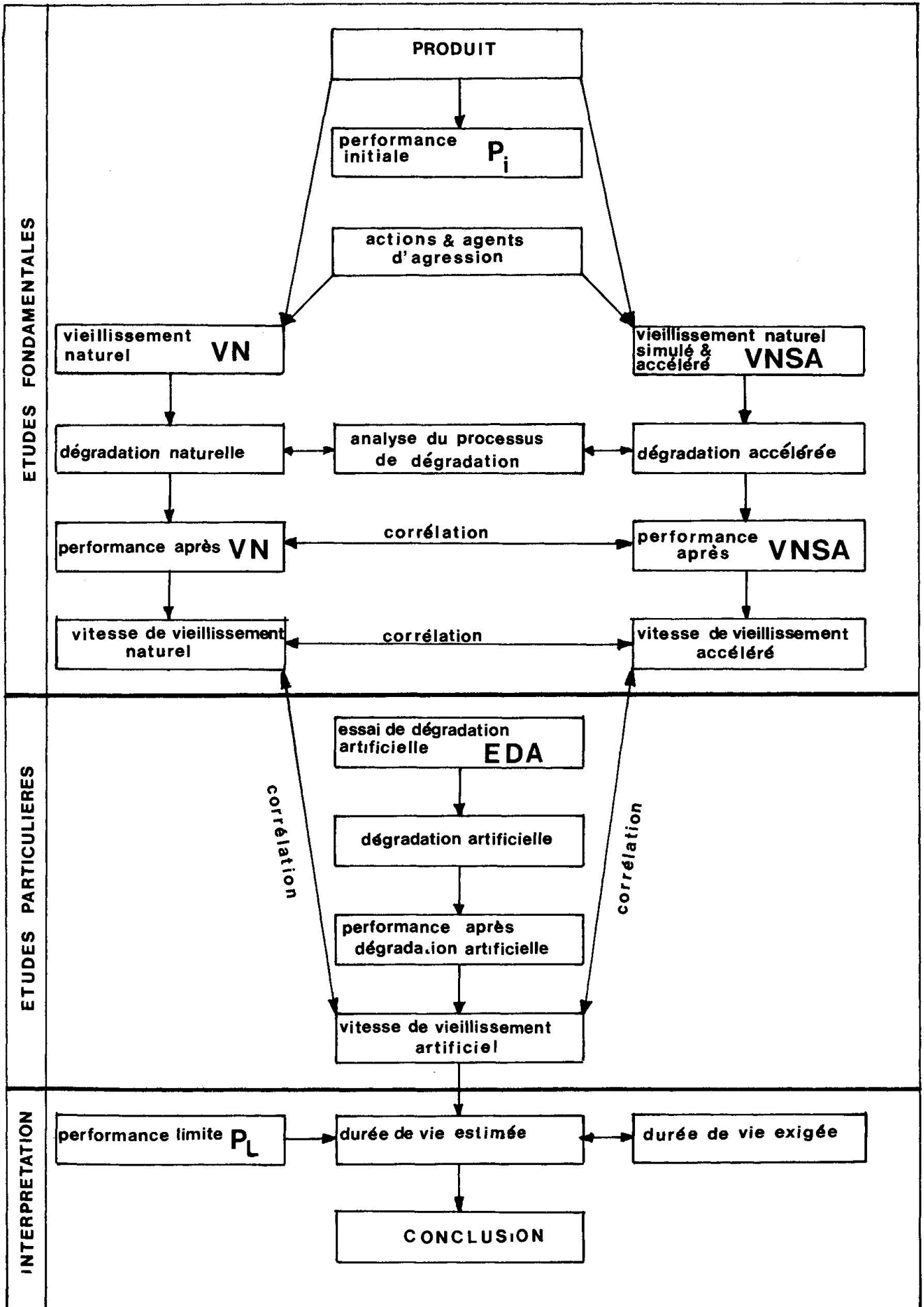
La fig. 5 donne une tentative de formulation de la méthodologie utilisée, on y distingue :

- les études fondamentales : elles tendent à établir la corrélation entre les vitesses de vieillissement naturel et de vieillissement accéléré.
- les études particulières : celles-ci comprennent l'exécution d'essais de dégradation artificielle, en principe rapides et peu coûteux, qui tendent à représenter le vieillissement. Leur processus est parfois éloigné de la réalité, mais les effets doivent être semblables. Ici également il s'agit de relier la vitesse de vieillissement ainsi déterminée à celle du vieillissement naturel.
- l'interprétation des résultats : compte tenu de l'ensemble des données du problème posé, elle conduit à une estimation de la durée de vie du produit considéré, que l'on peut alors comparer à celle qui est exigée.

#### 1.5. EXEMPLE D'APPLICATION DE L'ETUDE DE LA DURABILITE

- a) Produit : joint d'étanchéité préformé à base d'élastomères, destiné à réaliser l'étanchéité entre panneaux de façade.
- b) Fonction : étanchéité à l'eau, obtenue par pression de contact entre le joint et son support.
- c) Performance : le joint placé entre éléments, comme dans la réalité, est exposé à un essai fonctionnel d'étanchéité dont les paramètres sont :

Fig. 5 - ETUDE DE LA DURABILITE.



- la vitesse du vent (traduite en pression par m<sup>2</sup> de façade),
- le débit d'eau sur l'élément essayé,
- la durée d'exposition,
- les alternances de pression : cycles de pression variant de P<sub>1</sub> à P<sub>2</sub>.

Il doit présenter l'un des niveaux de performance suivants :

- aucune infiltration ne se produit,
- aucune infiltration ne traverse l'élément ou le joint,
- un passage maximum de X litres d'eau par heure et par mètre courant de joint est admis.

d) Méthode d'évaluation de la performance : essai au mur d'étanchéité.

e) Durabilité du système :

1. Agents d'agression : lumière, notamment le rayonnement UV, les agents oxydants (oxygène, ozone), la température, l'état de contrainte dû à la compression des lèvres du joint.
2. Durée de vie exigée : 10 ans si le profil est facilement remplaçable, 20 ans dans le cas contraire.

3. Processus de dégradation et effets du vieillissement :

La combinaison du rayonnement solaire, d'un agent oxydant, de la température et des contraintes provoque :

de la photooxydation qui entraîne la rupture de chaînes moléculaires, d'où fissuration possible,

de la réticulation, d'où retrait et durcissement modifiant la pression de contact du joint,

du fluage ou de la relaxation entraînant aussi une modification de la pression de contact.

Ces phénomènes peuvent être accélérés par une température plus élevée ou par accroissement de l'état de contrainte.

#### 4. Essais de dégradation artificielle

- exposition sous contrainte à l'ozone,
- exposition sous contrainte à la température.

Ces essais permettent de déterminer la vitesse de vieillissement artificiel.

#### 5. Interprétation

La connaissance d'une part de la performance limite et d'autre part de la corrélation entre le vieillissement naturel et le vieillissement artificiel conduit à une estimation de la durée de vie en service.

La tentative d'application de la méthode à divers produits fera nécessairement apparaître un nombre important de lacunes dans nos connaissances.

## 2. FACILITES DE CONTROLE ET D'ENTRETIEN

### 2.1. GENERALITES

L'influence de l'entretien sur la durée de vie d'une construction et de ses composants a été mise en évidence au § A1.2., il en ressort notamment que si l'on veut estimer le coût réel global d'une construction pour une durée de vie déterminée, il faut considérer non seulement le coût de son édification, mais aussi toutes les charges ultérieures, parmi lesquelles les frais d'exploitation et d'entretien de la construction. Il importe donc de prévoir lors de la conception toutes les dispositions utiles pour réduire ces frais, en particulier en facilitant les opérations d'entretien, c.à.d. celles qui ont pour objet de maintenir les éléments en bon état, y compris les réparations nécessaires. De telles dispositions concernent spécialement la protection contre la corrosion et l'humidité ainsi que l'accessibilité des éléments sujets à usure.

### 2.2. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

En matière de protection contre la corrosion, le premier moyen est évidemment le recours à l'emploi de matériaux offrant une bonne résistance à la corrosion, tels qu'aciers inoxydables ou aciers faiblement alliés, bétons spéciaux, etc...

Un deuxième moyen concerne la conception proprement dite : lorsqu'il s'agit de structures en acier, une précaution élémentaire est de ne pas créer de véritables nids de rouille et à cet effet d'éviter les angles aigus, les assemblages compliqués, les contacts de matériaux incompatibles, de prévoir des dispositions évitant la stagnation de l'eau, de permettre une ventilation des espaces clos, etc...

Pour ce qui est des constructions mixtes, les problèmes relatifs au béton ont fait l'objet de nombreuses études, en outre il faut considérer le choix de formes rejetant l'eau vers l'extérieur de la construction et prévoir des dispositions technologiques en vue d'éviter la fissuration du béton d'enrobage des éléments en acier.

Quant aux facilités d'accès aux éléments nécessitant un contrôle et un entretien régulier, c'est dans chaque cas particulier que les auteurs de projet doivent rechercher les solutions adéquates. Les exemples qui suivent ont simplement pour but de montrer le genre de dispositions que l'on peut prévoir.

- a) Les murs-rideaux des immeubles de grande hauteur se mettent en place par des ouvriers travaillant à l'intérieur du bâtiment; de ce fait tous les dispositifs assurant l'accrochage de la menuiserie à l'ossature, le maintien des vitrages et des éléments d'étanchéité tels que joints en néoprène sont facilement accessibles pour toutes opérations d'entretien ou de réglage.

Il faut cependant éviter que des éléments de finition mis en place après coup, tels que radiateurs ou convecteurs, ou cloisons intérieures ne viennent compromettre cette facilité d'accès.

Quant à l'entretien extérieur de tels ouvrages il est courant de prévoir des systèmes de balancelles permettant l'accès aux façades en vue des opérations de nettoyage.

- b) La course maximum des appuis mobiles de pont peut être difficile à déterminer avec exactitude, en particulier du fait des incertitudes provenant des hypothèses de la mécanique des sols appliquée au calcul des déplacements horizontaux des culées. Il est prudent et peu coûteux de prévoir la possibilité de déplacement de l'appareil d'appui sur la tête de la culée. Il est nécessaire pour cela de prévoir la possibilité de placer des vérins permettant le soulèvement du pont.

Toujours dans le domaine des ponts un point qui mérite une attention particulière concerne la réalisation des joints de chaussée, sujets à une détérioration rapide, et pour lesquels des dispositions facilitant l'entretien ou le remplacement sont indispensables.

- c) On peut être amené à réaliser sous un bâtiment un système de drainage permanent éliminant les sous-pressions qui agissent sur le radier. L'efficacité des drains diminuera nécessairement dans le temps, par suite de colmatage. Certains dispositifs présentent une possibilité de régénération par circulation d'eau sous pression; en cas d'insuccès, on doit envisager la mise en place de filtres supplémentaires. Une précaution simple est de prévoir dans le radier des zones où la disposition du ferrailage permettra une réalisation facile et sans danger de l'implantation des forages nécessaires à cet effet.

### 3. FACILITE DE REMPLACEMENT D'ELEMENTS A COURTE DUREE DE VIE

#### 3.1. GENERALITES

La notion de facilité de remplacement devrait guider les utilisateurs dans la formulation de leurs exigences et les producteurs dans la mise au point et la normalisation de leurs produits; c'est là une caractéristique de l'industrialisation en général. En matière de normalisation, deux notions essentielles sont à considérer : la coordination modulaire et la définition des tolérances de fabrication en usine et de réalisation sur chantier.

#### 3.2. COORDINATION MODULAIRE

La normalisation des éléments de construction nécessite l'établissement de conventions concernant leur conception et leurs dimensions. C'est la coordination modulaire qui rassemble les principes et règles appliqués à la détermination des dimensions des composants de construction et de leur assemblage et donc aussi de leur remplacement éventuel.

Cependant il faut constater que la coordination modulaire, introduite il y a de nombreuses années déjà, n'a pas encore atteint son rôle d'outil de travail général espéré par ses promoteurs. Celui-ci est clairement défini dans le projet de norme internationale ISO/DIS 2848, il peut se résumer comme suit :

L'objet premier de la coordination modulaire est de faciliter la rationalisation et l'industrialisation dans l'industrie du bâtiment et dans les industries associées, de telle sorte que, grâce à la normalisation, les composants puissent être fabriqués à l'échelle industrielle et que les opérations sur le chantier soient rendues plus efficaces.

Elle facilite la coopération entre les auteurs de projet, les fabricants ou distributeurs de produits et les entrepreneurs de bâtiment;

Elle permet l'emploi de composants de constructions de format normalisé, pour la construction de bâtiments de différents types et donc l'interchangeabilité de ces composants, quelles que soient les matières dont ils sont constitués, leurs formes ou leurs méthodes de fabrication;

L'introduction dans la pratique de la coordination modulaire se révèle être un travail de longue haleine, sans doute se trouve-t-elle compliquée en raison des problèmes d'assemblages entre éléments modulés. Certaines dimensions de l'assemblage résultent d'un calcul, qu'il soit statique, acoustique ou thermique, la question se pose alors de savoir si les valeurs ainsi

déterminées, souvent des épaisseurs, doivent être modulées; en effet moduler une telle dimension conduit nécessairement à un accroissement de sa valeur et par conséquent à des dépenses inutiles du point de vue technique.

### 3.3. TOLERANCES DIMENSIONNELLES

On peut affirmer qu'un système de construction est parfaitement industrialisé lorsque les éléments fabriqués en usine qui le constituent peuvent être assemblés sans présélection et sans retouche, ce sont aussi des conditions essentielles en matière de facilité de remplacement. Ceci exige que soit établie, outre les conventions sur la conception et la dimension des éléments, une convention sur le degré d'imprécision admissible. Une dimension quelconque d'un élément sera donc comprise entre deux dimensions limites dont la différence constitue la tolérance.

Pour plus de commodité, on assigne en général à la dimension considérée une valeur nominale et l'on définit alors chacune des deux limites par son écart par rapport à cette valeur nominale.

Dans leur ensemble les écarts dimensionnels peuvent se subdiviser en deux catégories :

- a) les écarts inhérents qui comportent :
- les mouvements de fondations,
  - les déformations sous charges,
  - les variations dimensionnelles causées par des différences de température et d'humidité ou par le retrait.
- b) les écarts provoqués, c.à.d. ceux où interviennent le facteur humain, les instruments de mesure, la nature du matériel utilisé. Parmi les écarts provoqués l'on peut distinguer :
- les écarts de fabrication, d'implantation et de montage.

Construire en utilisant les tolérances est un problème d'optimisation, les valeurs des tolérances devraient être aussi généreuses que possible pourvu que la qualité de l'exécution (performances et aspect) de la construction reste satisfaisante. L'obtention de tolérances définies implique une série de précautions : contrôle suffisant en cours de fabrication et sur chantier, mise au point et usage judicieux d'instruments et de méthodes de mesure, utilisation d'une main d'oeuvre bien formée. Un excès dans les exigences peut peser lourd dans l'économie générale de la construction.

En conséquence, les tolérances à spécifier devraient déterminer :

- l'imprécision maximale qui permet un montage et un assemblage et donc aussi un remplacement sans accros,

- la précision maximale qui ne rende pas la fabrication et le montage trop coûteux ou pratiquement irréalisables,
- l'imprécision maximale qui réponde encore aux exigences de stabilité,
- l'imprécision maximale qui n'altère pas l'aspect.

Divers systèmes de tolérances de fabrication existent, ils se caractérisent en général par :

- la méthode de formation, c.à.d. la manière dont les tolérances dépendent de la dimension nominale,
- la classification c.à.d. les classes qualitatives du système.

Bien entendu tout système de tolérances de fabrication implique un contrôle de la production en usine.

Les écarts d'implantation proviennent de diverses sources d'erreurs : imprécision des appareils de mesure, impossibilité d'appliquer toutes les corrections nécessaires aux mesures, etc... il n'existe que peu de données sur ces écarts.

Les écarts de montage sont influencés par la qualité de la main d'oeuvre, les équipements et méthodes utilisés, ici également on ne possède que peu de données fragmentaires quant à la précision obtenue sur chantier.

Le problème se pose aussi de savoir quel sera l'écart résultant de la combinaison de divers constituants d'une construction. Une méthode proposée par la British Standards Institution permet de déterminer le rapport dimensionnel existant entre les composants de bâtiments et leurs joints, compte tenu des écarts de fabrication, d'implantation et de montage; basée sur la statistique, cette méthode adopte un certain risque de non-ajustement et rend possible la détermination des dimensions limites des composants.

La principale difficulté d'application d'une telle méthode réside dans le fait que dans l'état actuel des choses les variabilités de fabrication, d'implantation et de montage sont peu connues, ce qui justifie de multiplier les observations statistiques en usine et sur chantier. De telles campagnes systématiques de mesures devraient notamment concerner :

- a) les variabilités de fabrication : dimensions linéaires, angles, cambrure, planéité des surfaces, position des armatures et profilés enrobés, épaisseurs de recouvrement.
- b) les variabilités d'implantation : dimensions, angles (y compris la verticalité).
- c) les variabilités de montage : position en plan, niveau, horizontalité, verticalité.



L'interprétation statistique de telles mesures, associée à l'analyse des coûts devrait permettre d'établir des normes raisonnables et cohérentes en matière de tolérances dimensionnelles.

Un aspect qu'il ne faut pas négliger est celui de l'incidence des tolérances sur la stabilité des éléments de structure. En raison de l'utilisation de plus en plus poussée de la matière, ce problème peut devenir important; par exemple, lorsqu'il s'agit d'assemblages, la concordance des axes peut être essentielle car beaucoup de noeuds ne sont pas conçus pour absorber des couples, de ce fait les moments fléchissants dus à des effets du second ordre sont difficiles à reprendre.

### 3.4. CONSTRUCTIONS INDUSTRIALISEES

Un moyen aisé de faciliter le remplacement de certains éléments de construction est le recours aux composants industrialisés dont les performances sont bien définies et qui ont une destination précise dans la construction.

Dans le domaine du bâtiment divers systèmes d'industrialisation existent parmi lesquels les plus typiques sont :

- les systèmes fermés utilisant les composants d'une firme déterminée, et
- les systèmes ouverts qui permettent l'emploi de composants provenant de divers producteurs ayant chacun leur catalogue.

Bien entendu de tels systèmes doivent répondre aux conditions de coordination dimensionnelle et de tolérances définies ci-avant.

Jusqu'à présent, c'est surtout le système fermé qui a donné lieu à de multiples réalisations, sans doute en raison du fait que le producteur fixe lui-même tous les principes de son système, ce qui lui évite d'attendre des conventions générales nécessairement difficiles et longues à établir.

Lorsque celles-ci seront bien définies, il faudra sans doute exploiter davantage les avantages que le système ouvert peut offrir et qui proviennent notamment de l'énorme débouché qui s'ouvre aux producteurs spécialisés de composants tout en offrant aux utilisateurs une grande liberté de choix. Si le système fermé offre l'avantage de la série, le système ouvert y ajoute celui de la variété.

Dans d'autres domaines que le bâtiment l'idée de recourir à des systèmes permettant l'interchangeabilité se répand également, l'utilisation de structures uniformisées pour la construction de ponts-rails ou de ponts d'autoroutes en constitue un exemple typique.

Dans tous ces systèmes les techniques d'assemblages exercent une influence déterminante sur l'interchangeabilité des éléments, elles méritent une attention spéciale.

BIBLIOGRAPHIE

Joint RILEM-ASTM-CIB Symposium, Philadelphia, may 1972,  
The Performance Concept in Buildings. National Bureau of  
Standards spécial publication 361, Washington DC.

National Bureau of Standards, report 10200, Washington DC,  
Guide criteria for the design and evaluation of housing  
systems, operation Breakthrough.

EBERHARD J. - The Performance Concept, a study of its  
application to housing.  
National Bureau of Standards, Washington DC, June 1969.

CIB, Commission W 60, Performance Concept in building :  
Terminology.

Syndicat d'études Interindustries-Construction - IC-IB  
Bruxelles, 1973.  
Etat des connaissances techniques liées à l'industrialisation  
du bâtiment.

Syndicat d'études Interindustries-Construction - IC-IB  
Bruxelles, 1973.  
Etat de la question dans le domaine de l'industrialisation  
en Belgique :

- Cahier n° 1 - IC-IB, Que faut-il entendre par  
industrialisation du bâtiment
- Cahier n° 2 - SECO, le Concept de performance
- Cahier n° 3 - SECO, la durabilité
- Cahier n° 4 - CSTC, les déformations admissibles
- Cahier n° 5 - CSTC, le confort acoustique
- Cahier n° 6 - CSTC, le confort hygrothermique
- Cahier n° 7 - CSTC, l'étanchéité des façades
- Cahier n° 8 - SECO, les tolérances dimensionnelles

SOCOTEC, Paris, 1972, - L'entretien des immeubles.

N.M. PLUM, J. JESSING et P. BERDSDORFF - A new approach to  
testing building materials, Bulletin RILEM n° 30, mars 1966

- R. DUTRON - Essais de durabilité des bétons, RILEM 1962.
- VENUAT - Principes et méthodes d'essai et de détermination de la durabilité des bétons sous l'action du gel, des sulfates et des acides, RILEM 1969.
- M. POURBAIX - Corrosion métallique, CEBELCOR Bruxelles RT 175, 1970.
- ISO/DIS 2848 - Coordination modulaire, principes et règles.
- ISO/R 286 - Système ISO de tolérances et d'ajustements, 1ère partie : généralités, tolérances, écarts.
- ISO/R 1938 - Système ISO de tolérances et d'ajustements, 2ème partie : vérification de pièces lisses.
- ISO/R 1803 - Tolérances dans le bâtiment, vocabulaire.
- CIB, Cinquième Congrès du Conseil International du Bâtiment, Paris, Versailles, juin 1971.
- CIB, Commission W 49, Tolérances, Colloque de Copenhague 1972.
- DIN 18201 et 18202 - Masstoleranzen im Bauwesen.
- DIN 18203 - Masstoleranzen im Hochbau
- TGL 7255, 12864 et 12873 - Masstoleranzen im Bauwesen.
- BS 3624 - Recommendations for a system of tolerances and fits for building.
- BSI DD 22 - Draft for development : tolerances and fits for building.
- Rapport B9-2 - Toleranties voor beton-elementen, Stichting Bouwresearch.
- NBN 180 - Coordination des dimensions des constructions, Système du module.
- SECO, Bruxelles, 1972 - Incidence des tolérances d'exécution sur la stabilité des constructions industrialisées.

## RESUME

Le concept de performance a pour but de fixer les critères auxquels doit répondre une construction en vue de satisfaire les exigences des utilisateurs. Ces critères doivent être satisfaits pendant toute la durée de vie d'un ouvrage ou de ses composants; dès lors la connaissance de l'évolution des performances en fonction du temps apparaît comme essentielle. L'étude de la durabilité se base sur la connaissance des agents d'agression et des exigences en matière de durée de vie ainsi que sur les essais de vieillissement accéléré.

L'entretien d'une construction influence directement sa durée de vie, il importe donc dans la conception d'un projet de prévoir toutes les dispositions utiles pour en réduire les frais. En ce qui concerne les éléments à courte durée de vie, la facilité de remplacement constitue également un point important à considérer lors des études d'une construction.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Leistungskonzept bezweckt, die Kriterien, die bei Erstellung eines Bauwerkes berücksichtigt werden müssen, zu bestimmen, um den Anforderungen der Nutzung zu genügen. Diese Kriterien müssen während der gesamten Nutzungsdauer des betreffenden Bauwerks oder seiner Teile erfüllt sein. Die Kenntnis der Leistungsänderung in Funktion der Zeit erscheint dabei als wesentlich. Die Untersuchung über die Lebensdauer stützt sich auf Kenntnis der korrodierenden Einflüsse und auf die Anforderungen an die Nutzungsdauer, sowie Versuche bei beschleunigter Alterung.

Der Unterhalt eines Bauwerks beeinflusst unmittelbar seine Nutzungsdauer. Daher ist es sehr wichtig, bei der Planung alle nötigen Vorkehrungen zu treffen, um die Kosten zu reduzieren. Die Austauschbarkeit kurzlebiger Bauteile spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Planung eines Bauwerkes.

## SUMMARY

The object of the performance concept is to fix the assumptions that a structure must meet to satisfy the users' requirements. These assumptions must be satisfied during the whole period of utilization of the structure and its components; then the knowledge of the development during the period of utilization appears essential. The durability study is based on the knowledge of corroding influences and of service life as well as on the experiment on accelerated ageing.

The maintenance has a direct influence on the service life of a structure. Therefore, all practical arrangements have to be taken during planning, in order to reduce the costs. Interchangeability of short-life components has also to be considered during the planning of a construction.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide