

I

INTRODUCTION

ACTUALITE DU SUJET

par

F. CAMPUS *

* Professeur émérite de l'Université de Liège.

I

INTRODUCTION ACTUALITE DU SUJET

par

F. CAMPUS

RESUME

L'auteur relève diverses manifestations de l'intérêt croissant porté depuis un quart de siècle à la durabilité des constructions en béton. Il tente d'en dégager les raisons et l'orientation.

On sait quelle attention est consacrée depuis quelques dizaines d'années à la lutte contre la corrosion des constructions métalliques et à leur protection. Les raisons en sont essentiellement d'ordre économique et les valeurs considérables avancées à ce sujet ne manquent pas d'étonner.

L'emploi intensif du béton, du béton armé et du béton précontraint a fait naître à la longue un problème analogue.

Qui n'a pas observé des dégradations d'éléments d'usage banal en béton armé ou non, tels que des clôtures, piquets, poteaux, parois, bordures, dalles de revêtement, caniveaux, etc, dont l'importance confine souvent à la mise hors service révolue ou prochaine. L'incidence économique de ces décrépitudes de constructions mineures est déjà très importante et elle a causé des soucis à bien des exploitations, par exemple pour les supports de lignes aériennes de distribution d'électricité. Les dégradations beaucoup plus étendues survenues à des ouvrages d'art importants : ponts, viaducs,

murs de soutènement, accostages maritimes ou fluviaux, et à de grandes constructions industrielles : toitures, plateformes, pylônes, estacades, silos et réservoirs, etc, sont généralement moins connues, sauf de quelques spécialistes. Elles sont le plus souvent entourées de beaucoup de discrétion, comme l'a montré encore l'enquête du très regretté Professeur H. LOUIS, qu'il avait entreprise à la demande et sous les auspices de l'Association internationale des Ponts et Charpentes. Les informations qu'il a pu recueillir officiellement ont fait l'objet d'un rapport à l'A.I.P.C. en 1963. Un résumé en a paru dans la Publication Préliminaire du 7ème Congrès de l'A.I.P.C. à Rio de Janeiro en 1964. Ils établissent, malgré leur nombre assez limité, l'étendue des dommages qui peuvent survenir à de grandes constructions après quelques lustres et les frais considérables auxquels ils exposent pour l'entretien et la réparation sinon pour le remplacement prématuré.

C'est donc principalement des raisons d'ordre économique qui militent en faveur de la durabilité des constructions en béton et de la recherche des moyens techniques de l'améliorer. Il faut bien noter que cela fait naître une apparente contradiction avec l'orientation non seulement probabiliste, mais plus exactement même actuarielle qui tend à s'instaurer dans la doctrine de la conception des constructions. Elle consiste à rechercher le projet le plus économique pour une durée de vie limitée. Elle répond à une logique un peu stricte, mais dangereuse aux marges. La difficulté est en effet d'assurer la durée requise de service effectif sans frais d'entretien prohibitifs. Ce qui revient à dire que la construction doit avoir à la fin de sa durée de service prévue une existence encore très réelle et ne pas être ruinée; il est seulement prévu qu'elle sera abandonnée ou démolie (entraînant dans les deux cas une charge économique). Donc, même la conception d'une durée de vie ou de service limitée entraîne en fait un problème de durabilité et l'on ne peut avoir l'assurance que les circonstances nouvelles et imprévues ne feront pas trouver des avantages considérables à prolonger la durée de service ou de vie de l'ouvrage au delà de ce qui était prévu s'il se trouve encore en bon état.

L'intérêt nouveau pour la durabilité des constructions en béton n'est à mon sens pas en contradiction avec les tendances modernes de conception actuarielle, mais bien plutôt une correction, un ajustement apportés à une logique poussée aux limites d'une abstraction dont ne s'accomodent pas sans risques les réalités de la construction.

On procède actuellement dans ce pays à des investissements considérables dans des constructions d'une dimension et d'une importance telles que l'on a peine à s'imaginer qu'on leur ait assigné au départ une durée limitée et même qu'on pourrait les supprimer, comme on le fait sur une large échelle pour des constructions vieilles de moins d'un siècle. On voit encore à New-York le premier gratte-ciel situé à l'angle de Broadway et de la 5e Avenue. Les guides le considèrent comme une "place of interest" et on se représente mal son abandon et sa démolition.

Je me permets de revenir ici sur une remarque que j'ai déjà formulée ailleurs, mais que je n'hésite pas à répéter en raison de son importance. Au premier Colloque international sur la durabilité du béton, organisé sous les auspices de la RILEM à Prague en 1961, un rapport d'auteurs danois, que l'on peut croire juvéniles [1] contenait l'opinion que les pionniers de la construction en béton armé paraissaient animés d'une confiance illimitée dans la durabilité du béton armé. J'ai fait observer dans un rapport général au même Colloque [2] que cette confiance n'était pas fondée sur la foi du charbonnier, mais sur un ensemble de dispositions très concrètes qui en étaient la condition et dont les principes sont encore ceux qui dominent actuellement la question de la durabilité. Composition soigneusement établie et contrôlée du béton, constituants de qualité bien spécifiée et contrôlée, consistance sèche, compaction soignée et contrôlée très sérieusement, tout cela donnait les résultats attendus encore que les moyens techniques étaient modestes en comparaison de ceux dont on dispose actuellement.

Mais précisément ces moyens modernes peuvent faire et font naître des problèmes de durabilité. Il est évident que les bétons nages en grandes masses et à des rythmes très rapides donnent lieu à des incertitudes de dosage, de mouillage, de compaction et de contrôle, si tout n'est pas agencé suivant une logique adéquate, qui implique une technique de pesages automatiques et contrôlés et une surveillance par des spécialistes de qualité élevée et équipés à l'avenant.

Or, ces incertitudes entraînent d'autant plus d'aléas pour la durabilité qu'elles aggravent les conséquences de courants modernes de conception qui tendent partout vers les limites et la suppression des réserves marginales. Ce sont le calcul à la rupture, entraînant la diminution des dimensions; la recherche de la légèreté tendant à réduire à l'extrême la couverture des armatures; la tendance à admettre des compositions assez pauvres en ciment pourvu qu'une certaine résistance soit garantie (ou présumée telle), l'élévation des tensions admissibles et l'emploi d'armatures en acier à haute résistance, donnant lieu à fissuration en service; l'usage d'agrégats artificiels légers, etc. On remarque que toutes ces pratiques ont pour objet d'augmenter l'économie d'établissement, cependant que le concept de durabilité tend à la combiner avec l'économie d'exploitation, c'est-à-dire d'entretien et d'amortissement.

Tout cela n'est pas incompatible, encore moins divergent; au contraire l'harmonisation de ces points de vue est nécessaire et elle commence à se produire. L'état d'une telle question peut s'apprécier d'après les normes ou règlements. Dans presque tous les pays, les recommandations relatives à la durabilité sont réduites à la portion congrue, sinon ignorées. Elles paraissent implicites. A peu d'exceptions près, elles se bornent à des indications souvent très sommaires sur la couverture des armatures par le béton.

Mais la qualité même de ce béton n'est considérée que par rapport à la résistance. Il semble que ce soit la seule condition dont les auteurs de projet aient à tenir compte. Le risque est très grand qu'il en soit ainsi. C'est ce qui conduit à la multiplication des dégradations évoquées plus haut, avec ses conséquences économiques.

Le problème s'est imposé avec assez de gravité pour que les constructeurs se soient crus obligés à s'en occuper activement. Une importante communication était faite au Building Research Congress à Londres en 1951 [3]. L'A.I.P.C. le portait pour la première fois à l'ordre du jour de son 4ème Congrès à Cambridge (G.-B.) en 1952, puis au 5e à Lisbonne en 1956. A son 6e Congrès à Stockholm en 1960, il attribuait au Professeur Henri Louis la présidence d'une sous-commission chargée d'une enquête sur la corrosion des armatures du béton armé et du béton précontraint, dont le rapport était communiqué en abrégé, ainsi qu'il est indiqué plus haut, au 7e Congrès de l'A.I.P.C. à Rio de Janeiro en 1964. La continuité de cette action est remarquable.

La Réunion internationale des Laboratoires d'essais et de recherches sur les matériaux et les constructions (R.I.L.E.M.) devait également s'y intéresser plus tard, à partir du Colloque de 1961 à Prague sur le sujet de la durabilité du béton. Après ce colloque, deux comités internationaux ont été constitués. L'un s'occupe essentiellement de la durabilité du béton, il est présidé par le Dr. Ing. O. VALENTA, de Prague. L'autre, présidé par le Professeur LOBRY de BRUYN, de La Haye, s'attache à étudier les facteurs agissant sur la corrosion des armatures en acier dans le béton. Ce Comité est placé sous les auspices conjoints de la R.I.L.E.M., de l'A.I.P.C. et de la F.I.P. (Fédération internationale de la précontrainte). Il a tenu en septembre 1965 un Colloque de 3 jours à Windsor où l'on a entendu des rapports et des échanges de vue très savants et très intéressants, qui doivent être publiés selon les intentions des organisateurs. Les chimistes, les métallurgistes, les cimentiers et les ingénieurs qui y prenaient part ont scruté tous les aspects de la corrosion des armatures et de leur protection par le béton. Les résultats de leurs travaux pourront certes contribuer à surmonter les difficultés d'énoncer des règles technologiques simples, qui ne se ramènent malheureusement pas à des grandeurs numériques plus ou moins conventionnelles, telles que des tensions admissibles.

En dehors de l'action de ces organismes internationaux de la construction, d'autres groupes ont probablement, sous des formes diverses, exercé des activités analogues. C'est ainsi que la 28e Manifestation de la Fédération Européenne de la Corrosion, organisée à Bruxelles en juin 1965, a réservé une section au béton, au béton armé et au béton précontraint; deux matinées étant consacrées à la présentation des rapports et à leur discussion.

Des sujets particuliers ont aussi fait l'objet de réunions, telles que le Colloque international sur le comportement des bétons exposés à l'action de l'eau de mer, organisé à Palerme en

1965 sous les auspices de la R.I.L.E.M. et de l'Association internationale permanente des Congrès de navigation.

Tous ces efforts semblent en voie de produire leurs fruits en ce sens que les normes les plus récentes commencent à considérer la durabilité du béton au même titre que sa résistance mécanique. C'est ce qui ressort d'un examen auquel j'ai procédé, à l'invitation du Comité d'étude de la durabilité des constructions en béton de la R.I.L.E.M., sur les dispositions réglementaires qui m'ont été envoyées par les membres de la Commission. La plupart sont peu récentes et ne considèrent pas explicitement la durabilité. Un petit nombre de plus récentes la mentionnent explicitement, mais sous une forme un peu diffuse.

Le plus récent des règlements anglais : "British Standard Code of Practice CP 116 : 1965. The structural use of precast concrete", contient par exemple un tableau 1, intitulé comme suit (en traduction) "Catégories de béton pleinement compacté pour la résistance et la durabilité ...". On trouve dans ce tableau à la partie B : "Choix de la catégorie de béton et recouvrement minimum nécessaire pour atteindre les exigences de la durabilité".

Cette considération simultanée de la résistance mécanique et de la durabilité est une novation. Elle ne figure pas dans l'édition revue et réimprimée en 1965 du règlement britannique CP 114 : 1957 sur l'emploi du béton armé dans les immeubles. On peut y voir une première manifestation concrète et caractéristique d'une préoccupation d'une grande importance technique et surtout économique et qui se généralisera inévitablement. On peut croire qu'elle correspond à un souci de qualité.

La "Cement and Concrete Association", important organisme de caractère professionnel et scientifique de Londres, a donné un vigoureux appui à cette tendance en éditant en 1965 un feuillet intitulé "Recommandations de la C. and C.A. pour les compositions normales et la durabilité du béton" qui renferme, sous une forme abrégée mais très précise, toutes les indications relatives à la résistance et à la durabilité. On y reviendra plus loin.

En Belgique, des recherches sont entreprises par divers organismes. Les Laboratoires d'essais des constructions du génie civil et d'hydraulique fluviale de l'Université de Liège ont travaillé aux questions de la durabilité du béton dès leur fondation, situés comme ils le sont dans une région industrielle où elles présentent souvent un caractère grave. Cependant les communications présentées au cours de cette journée de la durabilité organisée par le CERES ne seront pas relatives à des cas spéciaux, mais chercheront au contraire à traiter des aspects assez généraux permettant de mettre en évidence des principes essentiels. C'est à cela que doivent tendre les efforts et je crains que la voie qui a été suivie depuis longtemps de considérer les problèmes de durabilité sous la forme d'une série de cas particuliers d'agressions de gravité plus ou moins grande a beaucoup contribué à un relâchement de la notion générale de durabilité,

par rapport à laquelle ces cas particuliers devraient être considérés comme résultant de circonstances aggravantes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] J. JESSING, A. KJAER, G. LARSEN & E. TRUD
Alkali-Silica Reactions in Concrete.
(Rapport préliminaire du Colloque international R.I.L.E.M. sur la durabilité du béton, p. 103-133. Ed. Académie Tchèque-slovaque des Sciences, Prague 1961).
- [2] F. CAMPUS
Mécanique de la détérioration de la structure normale du béton - Rapport général sur le thème II (Rapport final du Colloque international R.I.L.E.M. sur la durabilité du béton, p. 191-208. Ed. Académie Tchèque-slovaque des Sciences, Prague 1962).
- [3] H.F. GONNERMANN (Portland Cement Association, Chicago, U.S.A.)
Durability of concrete in engineering structures (Building Research Congress, London 1961).