

N. M. Dehousse
Professeur à l'Université
de Liège
et R. Arnould
Assistant à l'Université de Liège

Les modèles réduits de structures en Génie civil

Préface de **F. Campus**

Professeur émérite
Recteur honoraire de l'Université
de Liège
Membre de l'Académie Royale
de Belgique

DUNOD
PARIS
1971

Préface

Après avoir accompli une assez longue carrière dans l'enseignement de la construction, je demeure pénétré de la difficulté de cette tâche. Il s'agit de se servir du verbe et du raisonnement, plus ou moins assorti de formules mathématiques, pour apprendre à autrui l'art de l'édification efficace, économique, sûre, durable et satisfaisante d'aspect. Ce que l'on appelle la science (ou les sciences) de la construction a considérablement progressé depuis un siècle. Il semble bien qu'il ne soit plus permis d'admettre que : « The stability of a building is inversely proportional to the science of the builder » (Thomas Tredgold, Practical Essay on the Strength of Cast Iron and other Metals, 3^e édition, London, 1831). Mais cela reste un avertissement : la construction est toujours un art. C'est une création à partir de rien, une pure prévision réalisée, qui dépend essentiellement des qualités du bâtisseur et qui engage totalement sa responsabilité.

Ce qu'il est à peu près impossible de communiquer, c'est l'expérience pratique qui doit naître de la science, selon l'opinion de Leonardo da Vinci : « Studia prima la scienza, e poi seguita la pratica, nata da essa scienza ». Le grand expérimentateur que fut le Professeur Mirko Roš classait les attributs du constructeur dans l'ordre suivant : science (ou connaissance), expérience (dans le sens d'expérimentation) et pratique. Ce classement comporte une gradation et suggère que l'expérimentation scientifique peut être une bonne introduction à la pratique ; elle est en tous cas d'un très grand secours.

En conséquence, les progrès récents des connaissances en matière de construction ont été dans une très large mesure établis par l'expérimentation dans les laboratoires d'essais et de recherches sur les matériaux et les constructions. L'accroissement très considérable des possibilités des méthodes mathématiques par l'utilisation des ordinateurs n'est pas susceptible de réduire le rôle des laboratoires, dont les ordinateurs renforcent aussi les moyens d'exploitation des résultats.

L'établissement à l'aide de ces machines électroniques de ce que l'on appelle des modèles mathématiques n'affecte pas l'utilisation des modèles physiques. Mais, comme l'indiquent N. Dehousse et R. Arnould, ces modèles physiques constituent eux-mêmes, en similitude rigoureuse ou approximative, de véritables machines à calculer, renforcées d'un support physique.

Les modèles structuraux, dont traitent spécialement les auteurs, constituent pour les constructeurs des auxiliaires puissants et générateurs de

confiance. On peut croire que l'intuition a souvent inspiré d'y recourir et leur invention élémentaire doit être ancienne. Le Professeur F. Stussi admet que Leonardo da Vinci possédait les bases nécessaires à l'exécution fructueuse d'essais sur modèles. Certains de ses dessins en sont d'ailleurs de véritables représentations.

Il est très probable que nombre de grands constructeurs ont réalisé des modèles de leurs ouvrages et ont tenté de se rendre compte de leur comportement. C'est le développement des théories de la similitude et de l'analyse dimensionnelle, issues de la propriété d'homogénéité dimensionnelle des formules de la physique et de la mécanique, qui a donné à la technique des essais sur modèles une puissante impulsion en même temps que les caractères d'une méthode vraiment scientifique. L'ouvrage ci-après en expose excellemment, dans cet esprit, les principes, les conditions mathématiques, les matériaux adéquats et les moyens de mesure.

L'introspection qu'elle permet ne doit d'ailleurs pas se borner aux ouvrages entiers dans leur état d'achèvement et de service. Nombreuses sont les constructions qui ont failli en raison de détails en apparence de peu d'importance et, de ce fait, omis dans les études. Or, la sécurité d'un ouvrage est conditionnée par la résistance de son élément le plus faible.

Un pont suspendu des environs de Bordeaux se rompit en 1931 au cours des épreuves de réception, par l'insuffisance des éléments d'attache des suspentes aux longerons ; ils n'avaient été ni calculés ni essayés. Une grande charpente triangulée de toiture métallique s'effondra en 1934 sur les chantiers de l'Exposition Universelle de Bruxelles de 1935, par insuffisance de goussets rivés d'assemblage de barres de treillis ; ils n'avaient été ni calculés ni essayés. Dans les deux cas, il y eut de nombreuses victimes. Des essais sur modèles réduits d'éléments de constructions, même en vraie grandeur pour les moins volumineux, sont propres à éviter de telles catastrophes.

Il est aussi recommandable de pratiquer les essais non seulement pour l'ouvrage terminé, mais aussi pour les diverses phases d'exécution et pour les ouvrages provisoires nécessaires à l'exécution. Que l'on se souvienne de l'effondrement des voûtes en maçonnerie du pont de Flensburg en 1923 lors du décintrement, ainsi que la destruction du cintre du grand pont en béton armé de Sandö en Suède, en 1939.

En bref, les essais sur modèles permettent d'éprouver les constructions dans leur ensemble, dans leurs moindres détails et dans toutes leurs phases d'exécution. Ils permettent de véritables répétitions détaillées et générales de l'œuvre dans tous ses actes, comme dans un drame, mais pour l'éviter. Ils permettent une véritable auscultation préalable, dont l'utilité est établie par l'essai en grandeur réelle du pont d'Opfikon (Suisse), détruit en 1960 d'une manière organisée moins de 6 ans après sa construction, par le moyen

de chargements statiques et dynamiques contrôlés, accompagnés de mesures caractéristiques nombreuses dans toutes les phases de la rupture progressive. Il a fait apparaître quelques points faibles dont étaient affectés des éléments du pont qui semblaient encore cette fois, comme dans les exemples précédents, avoir été considérés comme secondaires et, en conséquence, moins étudiés que les éléments dits principaux. Il aurait été intéressant que cet essai exceptionnel en grandeur réelle eût été accompagné d'un essai correspondant sur modèle à échelle réduite. Inversement, il est recommandable que des ouvrages établis d'après des essais sur modèles à échelle réduite soient, après achèvement, auscultés en vraie grandeur.

Peut-être trouvera-t-on que je ne me suis pas suffisamment étendu sur l'ouvrage de M. le Professeur N. M. Dehousse et de son collaborateur M. R. Arnould. Mais je ne crois pas qu'une préface doive consister en une analyse ou un résumé ou une critique ou un éloge de l'œuvre. Cela constitue plus ou moins une pression exercée sur le lecteur. Mon opinion est qu'une préface peut situer l'ouvrage et ainsi établir objectivement son importance et sa signification.

Celui que j'ai l'honneur de préfacier peut attendre sans crainte l'appréciation du lecteur. Il ne pourra manquer d'estimer la rigueur et la claire précision de l'exposé, dont les auteurs sont coutumiers. Je souhaite que cet ouvrage puisse contribuer à augmenter la confiance des constructeurs dans les essais sur modèles réduits et les inciter à y recourir de plus en plus souvent en toute connaissance de leurs possibilités. Mais il dépasserait son but s'il arrivait qu'il inspirât des improvisations qui pourraient être décevantes. Comme je concluais avec mon Collègue M. Ch. Massonnet un rapport sur « Les essais sur modèles de constructions » au Congrès technique international tenu à Liège en 1947 à l'occasion du Centenaire de l'Association des Ingénieurs diplômés par l'Université de Liège, l'application de cette méthode est « réservée à des spécialistes et même à des instituts spécialisés ». Mais il importe que les utilisateurs soient informés, ce que le livre de MM. Dehousse et Arnould permet avec une très grande efficacité.

F. CAMPUS,

*Professeur émérite, Recteur honoraire
de l'Université de Liège,*

Membre de l'Académie Royale de Belgique.