

LA CONCEPTION DES STRUCTURES

Maquette de couverture et maquette intérieure : Maud Warg

Photographie de couverture : © Cybèle - visites insolites à Lyon
Gare de Lyon-Saint-Exupéry
architecte Santiago Calatrava Valls

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2017

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-075451-9

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

PIERRE-YVES OLLIVIER

LA CONCEPTION DES STRUCTURES

Matériaux, dimensionnement et aspects constructifs

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

6 Avant-propos

8 1 ■ L'art de construire

10 Sémantique au service de l'art de construire

15 Éthique : le respect de la nature, de la vie et de la culture

18 Histoire des constructions : conception, réalisation et usages

22 2 ■ Formes géométriques des structures

25 Des droites et des courbes

50 Des surfaces planes et courbes

56 Des volumes

58 3 ■ Les matériaux : caractéristiques et sections

59 Propriétés générales

71 Les roches

73 La terre (crue et cuite)

74 Le bois

79 L'acier, les câbles et l'aluminium

87 Le béton

96 Membranes

102 4 ■ Modélisation

103 À la main ou à l'ordinateur ?

105 Les éléments de la modélisation

114 5 ■ Analyse statique

117 Types de sollicitations

121 Degré d'hyperstatisme

123 Principes et méthodes de résolution

129 Structures isostatiques

135	Structures hyperstatiques	
141	Cas des structures en treillis	
142	Un mot sur l'analyse dynamique	
144	6 ■ Dimensionnement	
145	Vérification de la stabilité	
149	Description des contraintes	
154	Vérification de la résistance	
158	Vérification des déformations	
160	7 ■ Aspects constructifs	
162	Conception, construction, maintenance : quel(s) lien(s) ?	5
163	Fondations	
165	Murs de soutènement et renforcement de sol	
165	Fabrication des éléments	
167	Montage	
169	Entretien, maintenance	
171	Ressources	
175	Glossaire	
180	Bibliographie	
182	Notes	
186	Index	
192	Crédits photographiques	

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage veut faire un tour d'horizon de ce qui a été construit et tente de définir un langage simple pour le plus grand nombre, au service de l'art de construire : histoire, besoins, matériaux, phases, techniques, concepts et tout autre élément qui le constitue. Je pense en effet que les mots employés nous incitent, soit à refaire toujours les mêmes choses, soit à innover en les revisitant, en les questionnant, en revenant aux principes fondateurs de la science des structures et des matériaux.

C'est en ce sens par exemple qu'ici est détaillé le processus itératif de la conception des structures en six activités distinctes, qui se répondent les unes aux autres (pour affiner, corriger ou vérifier) : choix des formes, des matériaux, modélisation, analyses statique et dynamique, dimensionnement, prise en compte des aspects constructifs.

6 Volontairement axé sur la phase de conception, cet ouvrage est principalement à destination des étudiants et des professionnels de la construction, qu'ils soient architectes, ingénieurs ou bien encore maîtres d'ouvrage, mais aussi à tous ceux qui veulent comprendre comment les structures sont conçues, comment les forces agissent sur elles et quels sont les matériaux, les formes et les dimensions avec lesquels tout concepteur travaille, aussi bien par le passé qu'aujourd'hui, ici et ailleurs.

Au-delà de l'aspect technique et normatif, il veut surtout faire ressortir l'élégance des structures, et par suite, des constructions elles-mêmes, et veut susciter à travers elle l'envie de comprendre encore mieux les contraintes à dompter ou contourner pour réaliser une structure, ainsi que les progrès acquis au fil des siècles en matière de sciences des structures et des matériaux. Ce livre veut aussi mettre en avant la nécessaire vision globale à avoir lorsqu'on veut contribuer à l'acte de construire : ce qui était fait à l'époque par une seule personne est maintenant séparé en un tas de spécialités, toutes plus utiles les unes que les autres, mais qui peuvent devenir contre-productives dès lors qu'elles ne s'intéressent pas aux autres.

Enfin, ce livre s'intéresse particulièrement aux structures de grande taille car elles nécessitent souvent, plus que les constructions de petite taille, un usage optimal des matériaux et donc une compréhension fine des comportements structurels, pour des raisons de coût, mais aussi de délais et tout simplement de faisabilité : le surcoût des études sera en effet compensé par les gains faits en quantités de matériaux, alors que le surcoût d'études pour une maison ne sera pas absorbé par la faible quantité de matériaux économisée (à moins de réaliser des maisons en série).

Néanmoins, les petits ouvrages, que ce soit des ponts ou des bâtiments, reposent sur les mêmes principes, et à une époque où le nomadisme est de mise, une maison avec des poutres en treillis (en acier, voire en aluminium), même pour des faibles portées d'environ 4-5 m, peut s'avérer pratique : cet élément sera en effet bien plus léger à déplacer par la suite qu'une poutre en béton (ce qui est déjà un peu le cas avec les poutres à triple treillis utilisées au-dessus des scènes de musique par exemple, pour installer des éclairages ou des systèmes de sonorisation temporaires). D'autre part, des créations architecturales audacieuses peuvent émerger lorsque les tailles sont réduites et le comportement structural peu contraignant : un porte-à-faux, bien que structurellement gourmand en matériau, reste envisageable pour un balcon, mais pas pour un bâtiment (bien que des contre-exemples existent). Mais ce serait l'objet d'un autre livre...

■ REMERCIEMENTS

Ce livre n'aurait jamais existé sans les Éditions Dunod et je tiens ici à les remercier, en particulier Ronite Tubiana et Florian Boudinot.

Par ailleurs, j'ai pu bénéficier d'un environnement de travail bienveillant et productif au sein de l'espace de coworking La Chapelle à Nantes. J'ai pu y confronter bon nombre d'idées avec l'avis des coworkers et ainsi améliorer le rendu final du livre. Que soit aussi ici remerciée l'AFGC (Association française de génie civil), dont les informations sur les matériaux « câbles » et « BFUP » (béton à ultra haute performance) m'ont été particulièrement précieuses.

Mon idée de livre a germé au fil des ans et tous mes projets professionnels depuis 2008 ont apporté, d'une manière ou d'une autre, de la matière à ce livre : merci à tous mes partenaires de travail, et particulièrement aux antennes allemande et française du bureau d'études Schlaich Bergermann und Partner.

Merci à ma famille de m'avoir transmis le goût de l'écrit et de m'y avoir donné accès de manière simple et sincère, dans la joie comme dans la tristesse.

Enfin, écrire un livre est une activité si particulière qu'elle nécessite, pour un homme marié et papa d'une petite fille, une grande chance : celle d'être épaulé par sa femme et sa fille, Manon et Annaïg. Merci à toutes les deux de m'avoir accompagné dans cette première belle aventure dans le monde des livres, ces objets que vous avez si joyeusement renommés « mes copains ».

1

L'ART DE CONSTRUIRE

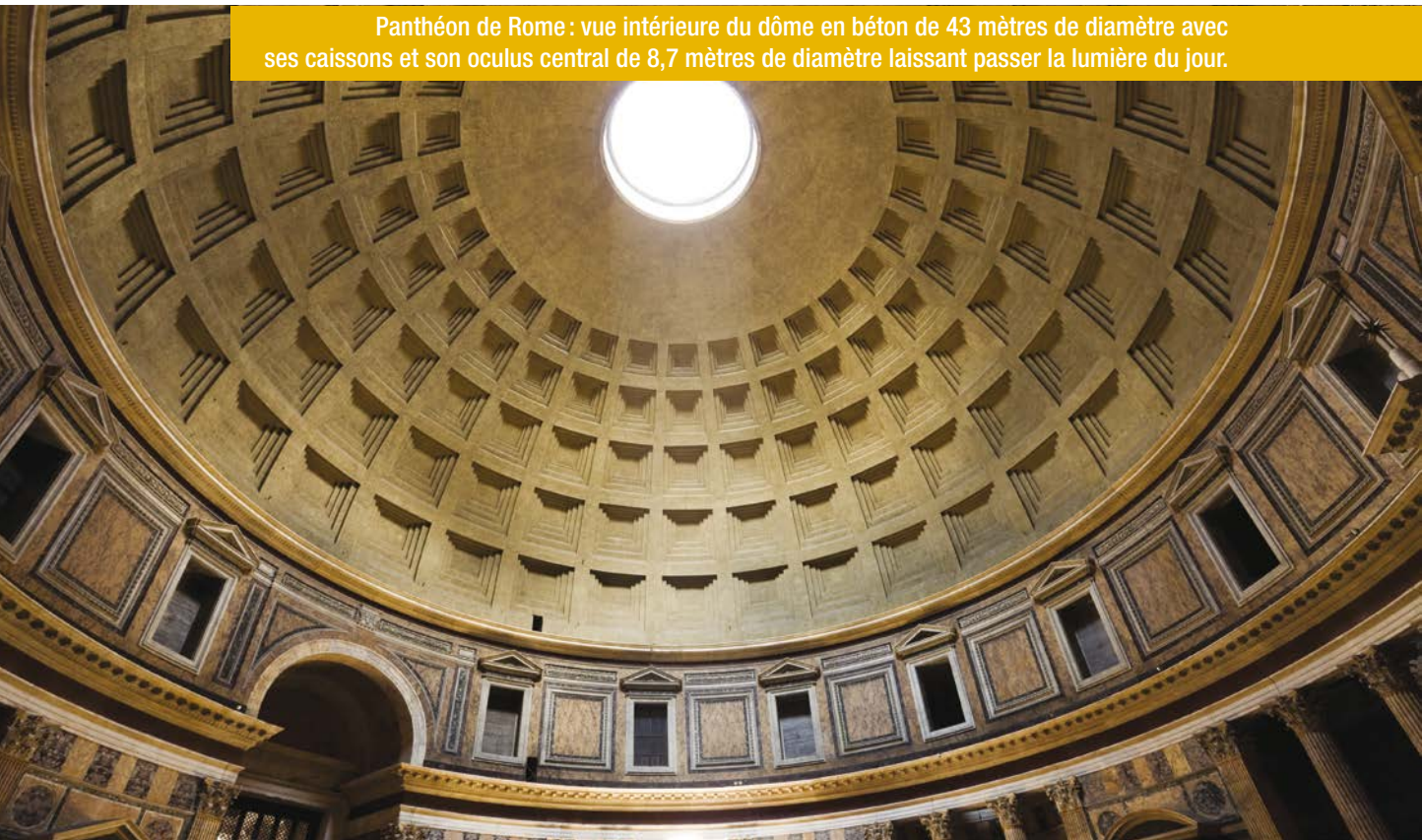
« L'élégance, c'est quand l'intérieur
est aussi beau que l'extérieur. »

COCO CHANEL

« Il est très facile de casser et de détruire.
Les héros, ce sont ceux qui font la paix et qui bâtissent. »

NELSON MANDELA

Panthéon de Rome : vue intérieure du dôme en béton de 43 mètres de diamètre avec ses caissons et son oculus central de 8,7 mètres de diamètre laissant passer la lumière du jour.



L'art de construire, c'est le soin apporté à une construction.

On parle de construire « selon les règles de l'art », tant dans la conception que dans la réalisation : « Les règles de l'art sont celles qui correspondent à l'état de la technique au moment de la réalisation de l'ouvrage ou de la prestation. Ces règles se composent d'un ensemble de pratiques professionnelles à respecter qui sont spécifiques à chaque domaine afin que les ouvrages ou les prestations soient correctement réalisés.

« Il n'existe pas de règle générale pour définir les règles de l'art et ces règles sont très variées car elles n'ont pas une définition figée donc récurrente. Le juge considère que les règles de l'art sont des obligations implicites et leur non-respect constitue une faute de nature à engager la responsabilité contractuelle de leur auteur.¹ »

Il est donc vain de « figer » l'art de construire. Il est fluctuant, à l'image d'un pays, qui doit sans cesse renouveler les modalités de « l'art du vivre ensemble ». L'art de construire est donc plutôt un état d'esprit, qui se traduit ensuite, dans le temps et dans l'espace, par des productions remarquables. Il est clair que l'on ne refera pas des pyramides comme en Égypte, mais elles sont partie intégrante de l'art de construire : elles ont marqué leur temps, en bien ou en mal d'ailleurs.

La recherche, les avancées technologiques, mais aussi les visions de grands constructeurs (qu'ils soient techniciens ou politiques) ont contribué grandement au développement de l'art de construire. Ainsi des progrès scientifiques qui ont permis à partir du milieu du ^{xviii} siècle de calculer les structures et ainsi de les alléger, de les rendre plus variées. Mais il ne faut pas non plus oublier toutes les avancées qui ont été permises par de grands inventeurs avant cette période : les Romains avec leurs **arches**, qui ont donné par exemple le Pont du Gard, et leurs **coupoles**, comme celle du Panthéon à Rome, en Italie.

Comme l'écrivait Auguste Perret, un édifice sera intemporel dès lors qu'il s'éloignera des conditions humaines et passagères, c'est-à-dire, comme il les définissait lui-même, de sa destination, de sa fonction, de ses usages d'origine, des règlements et de la mode en vigueur lors de sa première exploitation. Cela ne doit pas faire oublier les autres conditions humaines et passagères, celles qui sont essentielles lors de la **conception** (les études) et de la **réalisation** (la phase chantier), et qui disparaissent des esprits, les bâtiments une fois construits. Les morts sur chantier sont par exemple oubliés ou ignorés, aussi bien pour la construction des pyramides égyptiennes que pour les cathédrales européennes ; la durée de construction aussi (des siècles parfois !). Ce souvenir nous est néanmoins rappelé avec des chantiers actuels, dans certains pays du monde, où les conditions de travail ne sont pas dignes des « règles de l'art ». Ce qui est à la fois malheureux (nous aimerions que cela n'existe plus) mais aussi heureux (cela nous permet de mettre le doigt sur ce qui doit être amélioré ou banni dans notre monde actuel, et par la même occasion

effectuer un état général des règles de l'art acceptables, ou qui doivent être respectées, partout dans le monde). Dans cette optique, les progrès ayant permis à la fois la réduction du nombre de morts sur chantier et la réduction du temps de construction sont inouïs et mériteraient d'être mis en valeur : ces progrès, malgré leur importance, sont et seront en effet invisibles aux générations futures qui regarderont les ouvrages d'autres siècles.

L'art de construire ne s'observe donc pas seulement : il s'étudie. Plus on regarde en arrière et plus on peut se projeter en avant. De même lorsqu'on prend de la hauteur, on peut aborder avec d'autant plus de sens et de perspicacité un travail en profondeur. L'art de construire se développera donc par observation, besoins concrets rencontrés sur le terrain, et aussi par étude des savoirs nécessairement historiques, qu'ils soient empiriques ou scientifiques.

SÉMANTIQUE AU SERVICE DE L'ART DE CONSTRUIRE

■ INTERROGER LES MOTS QUE L'ON EMPLOIE

10

L'art de construire mobilise un ensemble de pratiques, de méthodes, de savoirs, et tous ces besoins doivent être formulés de manière claire pour être compris et appropriés par le plus grand nombre. En ce sens, l'acte de construire n'est plus une spécialité, une compétence, mais un état d'esprit applicable par tous dans n'importe quelle entreprise humaine.

La complexité avec laquelle est abordé l'acte de construire dans nos sociétés occidentales et « développées », éloigne de plus en plus de gens de l'acte de construire, si ce n'est du « droit de construire ».

Remettre en valeur un langage clair sur l'acte de construire, afin que chacun puisse s'en emparer est très important. Le terme **résistance des matériaux** est par exemple obscur et peu souvent défini : un matériau ne résistera pas de la même façon si sa section a une forme creuse ou pleine, et si la forme de l'élément considéré est rectiligne ou courbe. Forme et résistance sont associées et les deux doivent s'étudier ensemble, avec un va-et-vient constant.

Un autre souhait est de voir se libérer, avec une nouvelle sémantique, tout un tas de réflexions et de pratiques innovantes. Dresser une carte générale des formes, des propriétés, de la disponibilité des matériaux, etc. : la connaissance des contraintes, loin de limiter la créativité, l'encourage et la développe. Encore faut-il connaître les contraintes... car si le béton semble accessible partout et dans tous les cas le matériau le plus économique, alors oui, nous n'aurons que des bâtiments en béton : est-ce de la liberté ou un automatisme ? Revenir à la source des besoins et bien comprendre l'enchaînement (et donc la pertinence

ou non) des contraintes doit (re)devenir la règle pour affronter les défis aussi bien environnementaux que sociaux qui se présentent partout dans le monde. Par exemple, personne ne peut remettre en cause l'effet de la pesanteur et des conditions climatiques telles que le vent ou bien encore la neige sur les structures, il faut s'y adapter. En revanche, ces contraintes une fois prises en compte et surmontées, un choix plus ou moins grand s'offre à qui veut construire, surtout de nos jours, avec les moyens industriels et de transport existants. Par ailleurs, les hommes préhistoriques, au lieu de construire, s'abritaient dans des grottes naturelles et remettaient donc en question le besoin de construire en lui-même : il n'est pertinent que si l'on a un besoin (plus ou moins vital) irréalisable avec l'existant.

Autre exemple : le **coffrage** pour couler des éléments en béton. Cela fait tout de suite penser à un coffre, à savoir un volume fait de surfaces rectangulaires. Et dès lors, on réduit le champ des possibles. Pourquoi ne pas parler d'« enveloppage » ? Ou alors de « moule » comme le suggérait Auguste Perret (1874-1954), architecte-constructeur, tout en remplaçant le terme de « coffrage » : « C'est à l'aide de moule que l'on fabrique le béton armé, ces moules jusqu'à présent sont en bois et on les appelle : coffrages. C'est dans le coffrage que l'on place l'armature en acier préparée d'avance et qu'ensuite on coule le béton dans lequel se trouve alors incorporée cette armature. »

C'est en réfléchissant à l'usage en lui-même et non en se référant à des mots employés depuis fort longtemps sans plus y réfléchir que nous parviendrons à innover. C'est ainsi qu'un nouveau système de coffrage a été expérimenté au Cambodge à l'été 2015 : le béton a été coulé sur place dans des toiles suffisamment résistantes. L'installation de ces toiles n'a pas nécessité de grands moyens de levage, ni d'échafaudage importants, tout en mobilisant les acteurs locaux (découpe de la toile, installation)². C'est aussi avec l'esprit de faire appel aux travailleurs et aux matériaux locaux que le 2nd

11



▲ Le 2nd Hooghly Bridge à Calcutta, Inde.

Hooghly Bridge de Calcutta en Inde a été riveté et non soudé, afin de prendre en compte les capacités techniques des travailleurs locaux. Plus de temps a été nécessaire (21 ans au total, de 1971 à 1992!) mais le projet s'est ancré socialement dans son territoire³.

Le terme de **légèreté** est souvent employé. Mais là encore, détaillons car il existe à la fois une légèreté « massique » et une légèreté « visuelle » (finesse), et les deux ne coïncident pas forcément : un tube d'acier de large diamètre et de faible épaisseur sera plus rigide qu'un tube de section pleine possédant le même poids au mètre (voir au chapitre 3, les formes des sections de matériaux). Ainsi, une structure « légère » au sens de la masse, sera peut-être « lourde » visuellement.

C'est pourquoi dans ce livre, des mots génériques, non empreints de présupposés issus de l'expérience de chacun, sont employés au maximum, afin de laisser l'imagination de chacun fleurir le plus possible. Construire une poutre, franchir une rivière, réaliser un pont haubané ou suspendu, soutenir un plancher vieillissant : tout cela revient à créer une ligne horizontale d'un point à un autre, dont la fonction est de transférer une charge, soit humaine, soit inerte, soit climatique, vers ses extrémités. Il existe un tas de manières de réaliser cela, dont bon nombre sont à ce jour encore inconnues tant en termes de forme que de matériaux. Ce livre présente donc des formes structurelles mais avec un respect et une grande humilité vis-à-vis des découvertes et des innovations qui ne manqueront pas de faire évoluer l'art de construire à l'avenir, et qui peut-être le révolutionnent déjà dans certains lieux de la planète (pensons par exemple à la Norvège qui imagine construire des tunnels submersibles pour remplacer les ferries dans la traversée de ses fjords larges et profonds). L'histoire de l'art de construire est loin d'être aboutie et il est important que le plus de personnes y participant en aient conscience, durant leurs études mais aussi dans le cadre de leurs projets professionnels.

12

■ CLASSIFICATIONS ET RÉFLEXIONS AUTOUR DES PROCESSUS DE CONCEPTION

On classe aussi bien les structures que les acteurs et les processus de diverses manières :

- soit on identifie les différents acteurs de l'acte de construire ;
- soit on identifie chaque phase de l'acte de construire ;
- soit on identifie chaque élément construit ;
- soit on classe par type de matériau, ou bien encore en fonction du comportement structurel ;
- soit on identifie le ou les processus à appliquer tout au long de l'acte de construire.

Suivant les pays, les bureaux, les personnes et les époques, l'acte de construire est vu différemment et amène à des représentations diverses. Pour autant, toutes amènent

à la réalisation d'une construction. Il est intéressant de voir leur variété pour montrer que « tous les chemins mènent à Rome ». Certains chemins sont bien entendus plus efficaces, et nous évitent bien des problèmes, mais il est important de mettre en avant le cheminement personnel, les spécificités culturelles : ce sont ces éléments qui donnent un sens et un ancrage aux constructions. Les idées développées ici en présentent quelques-unes, dans toutes les disciplines de l'art de construire.

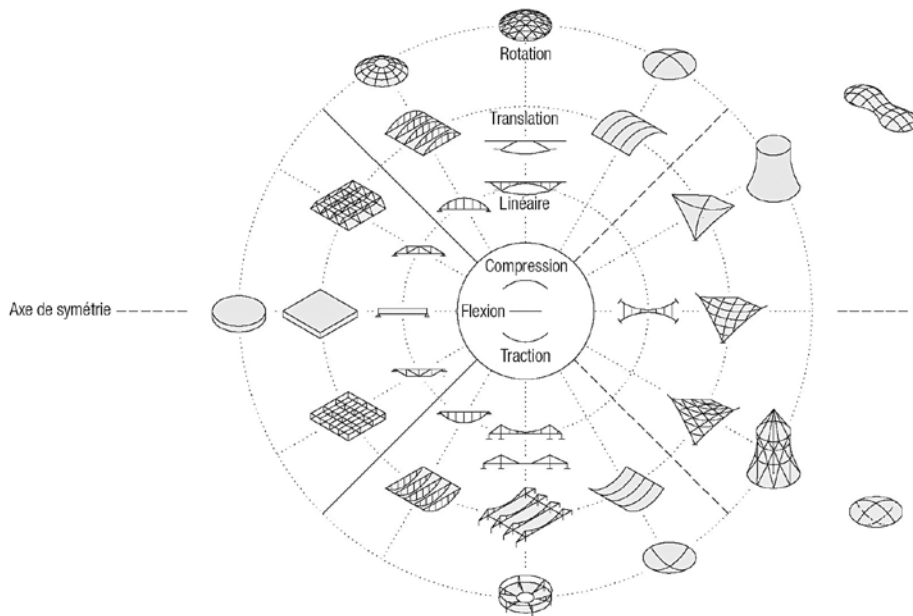
De manière générale, les personnes décrivent des processus itératifs alors que les règlements détaillent des phases chronologiques, allant du début à la fin.

Un professionnel qui se consacre à l'étude des ouvrages utilisera donc des mots tels que conception, modélisation, dimensionnement, dispositions constructives, ou bien encore esquisse, dessin, modèle, construction, et passera sans cesse d'une notion à l'autre. Les règlements s'attacheront à l'inverse à figer le processus de construction en phases distinctes, qui se suivent sans jamais (ou peu) se chevaucher.

Les deux démarches ne sont en fait pas antagonistes mais complémentaires, comme si les boucles itératives des acteurs de la construction évoluaient dans le cadre rigide fixé par les règlements.

EXEMPLES DE TERMINOLOGIE DES PHASES DE LA CONSTRUCTION

- *Exemple des huit phases issues de la loi française relative à la Maîtrise d'ouvrage publique pour les projets de construction :*
 esquisse, avant-projet (sommaire et définitif), projet, assistance au maître d'ouvrage pour la passation du ou des contrats de travaux, études d'exécution, direction de l'exécution, ordonnancement, pilotage et coordination, assistance pour les opérations de réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement
- *Exemple des huit phases issues du Royal Institute of British Architects et employées dans les projets de construction anglais (et de nombreux projets étrangers quand les pays considérés n'ont pas établi leurs propres phases) :*
 définition stratégique, préparation et coordination, conception préliminaire, conception avancée, conception technique, construction, livraison, exploitation
- *Exemple des neuf phases issues du HOAI allemand (Honoraires pour les prestations des architectes et ingénieurs) :*
 collecte de données, études préliminaires, études de conception, études en vue de l'obtention du permis de construire, études d'exécution, préparation et assistance pour la passation du ou des contrats de travaux, supervision sur site, documentation et levée des points en vue de la livraison de l'ouvrage et durant la période de garantie



▲ Classification des structures (Schlaich Bergermann und Partner).

14

Dans le domaine des typologies structurelles, le bureau d'études Schlaich Bergermann und Partner travaille avec une classification originale illustrée ci-dessus. Elle a le mérite de ne pas mettre en avant les matériaux ni les fonctions des constructions, mais plutôt leur forme et leur comportement face à la gravité.

L'architecte Frei Otto, quant à lui, s'est beaucoup intéressé aux structures mobiles et les a classées suivant la direction d'ouvertures des toitures : parallèle, radiale, circulaire, ou périphérique. Ces mouvements sont obtenus par glissement, pliage, rotation ou bien encore enroulage. Sa nomenclature est encore loin d'être exploitée et promet des innovations encore nombreuses dans l'art de construire.

Dans le domaine de la recherche scientifique, une méthode en huit phases est décrite pour mieux comprendre le monde :

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 1. Questionner | 5. Expérimenter |
| 2. Rechercher | 6. Analyser |
| 3. Faire des hypothèses | 7. Conclure |
| 4. Préparer | 8. Partager |

Elle se rapproche des étapes nécessaires à la conception de structures et présente l'intérêt de mettre en avant les expériences pratiques.

Penser les phases, penser les structures, c'est déjà organiser son projet de construction. Si tous les détails techniques doivent être réglés au départ, aucune place n'est laissée à l'optimisation, à l'innovation, au dialogue entre les différents acteurs. L'accumulation des

phases, aussi bien anglaises qu'allemandes et françaises, permet de revenir sur certains détails, de manière de plus en plus approfondie. Structurer cette démarche permet ainsi de la garantir et de la sécuriser.

ÉTHIQUE : LE RESPECT DE LA NATURE, DE LA VIE ET DE LA CULTURE

Edgar Morin disait : « La connaissance est aveugle quand elle est réduite à sa seule dimension quantitative, et quand l'économie comme l'entreprise sont envisagées dans une appréhension compartimentée. Or les cloisonnements imperméables les uns aux autres se sont imposés. La logique dominante étant utilitariste et court-termiste, on ne se ressource plus dans l'exploration de domaines, d'activités, de spécialités, de manières de penser autres que les siens, parce qu'a priori ils ne servent pas directement et immédiatement l'accomplissement de nos tâches alors qu'ils pourraient l'enrichir.

« La culture n'est pas un luxe, elle nous permet de contextualiser au-delà du sillon qui devient ornière. L'obligation d'être ultra-performant techniquement dans sa discipline a pour effet le repli sur cette discipline, la paupérisation des connaissances, et une inculture grandissante. On croit que la seule connaissance 'valable' est celle de sa discipline, on pense que la notion de complexité, synonyme d'interactions et de rétroactions, n'est que bavardage. Faut-il s'étonner alors de la situation humaine et civilisationnelle de la planète ? Refuser les lucidités de la complexité, c'est s'exposer à la cécité face à la réalité.⁴ »

15

Pour garantir une bonne compréhension des enjeux, associée à une capacité (morale et financière) à prendre parti, deux attitudes sont à promouvoir :

- la participation des citoyens (ou tout du moins des travailleurs locaux) dans les projets de construction (co-conception et co-construction, représentation par le biais d'associations, de maître d'ouvrage délégué [et dévoué]) ;
- ou alors par l'émergence d'acteurs de la construction empreints d'une culture de la construction, prenant en compte, non seulement les contraintes imposées, mais aussi le bien commun, qui parfois va à l'encontre des intérêts à la fois de leurs clients et de leurs entreprises. C'est ce que Jörg Schlaich, un ingénieur allemand, espère et que je partage : « Pouvoir rendre, dans le cadre de la conception de nos bâtiments et ouvrages, ce que nous avons toujours retrouvé dans nos vies respectives, à savoir que l'autodiscipline et un environnement serein favorisent plus la responsabilité individuelle et la créativité sur le long terme, que le respect ou la soumission (Abwehr, en allemand) face à des contraintes extérieures (...) ».

Ce deuxième point passe(ra) selon moi avant tout par l'éducation. Quel que soit l'état du monde, l'action de gens éduqués (« armés » diront certains, comme Montaigne, qui comparait sa bibliothèque à une « armurerie », ou bien encore civilisés, diront d'autres) permettra de transformer, ou tout du moins « soigner » le monde. Les formations doivent englober plusieurs disciplines, scientifiques et littéraires, en passant par l'histoire, la sociologie et l'économie, et se poursuivre tout au long de la vie, au sein des entreprises et en dehors.

Au-delà donc des impératifs environnementaux, une démarche citoyenne est à mettre en place, soit individuellement, soit collectivement, afin de célébrer la vocation première de l'environnement bâti, à savoir être au service à la fois de ses utilisateurs, et de son propriétaire, public ou privé.

■ DÉFINITION DE L'INGÉNIEUR (CTI)

La CTI⁵ définit ainsi l'ingénieur :

« Le métier de l'ingénieur consiste à poser et résoudre de manière performante et innovante des problèmes souvent complexes, de création, de conception, de réalisation, de mise en œuvre, au sein d'une organisation compétitive, de produits, de systèmes ou de services, éventuellement de leur financement et de leur commercialisation. À ce titre, l'ingénieur doit posséder un ensemble de savoirs techniques, économiques, sociaux et humains, reposant sur une solide culture scientifique.

« L'activité de l'ingénieur s'exerce notamment dans l'industrie, le bâtiment et les travaux publics, l'agriculture et les services.

« Elle mobilise des hommes et des moyens techniques et financiers, souvent dans un contexte international. Elle prend en compte les préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif. Elle contribue à la compétitivité des entreprises, notamment en technologie, et à leur pérennité, dans un cadre mondialisé. Elle reçoit une sanction économique et sociale. »

■ CHARTE DE L'ÉTHIQUE DE L'INGÉNIEUR (IESF)

L'ingénieur dans la société

- L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine ; il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun.
- L'ingénieur diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la Société.
- L'ingénieur a conscience et fait prendre conscience de l'impact des réalisations techniques sur l'environnement.
- L'ingénieur inscrit ses actes dans une démarche de « développement durable ».