

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 56 (1930)  
**Heft:** 24

**Artikel:** Constructions vicieuses en béton armé  
**Autor:** Huebner, Fr.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-43542>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Réd.: D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

**SOMMAIRE :** *Constructions vicieuses en béton armé*, par M. FR. HUEBNER, ingénieur, inspecteur des ponts au Département fédéral des chemins de fer. — *Considérations sur quelques particularités importantes de la construction et du service des turbines hydrauliques à grande vitesse de rotation* (suite et fin), par M. le D<sup>r</sup> R. THOMANN, professeur à l'Ecole polytechnique de Graz (Autriche). — *Concours d'idées pour l'étude d'un projet du nouveau bâtiment aux voyageurs, à Neuchâtel* (suite et fin). — *Dimensions principales des turbines hydrauliques à réaction*, par M. PAUL PINGOUD, ingénieur, à Vevey. — *XIII<sup>me</sup> Congrès international de l'habitation et de l'aménagement des villes*. — SOCIÉTÉS : Association suisse de technique sanitaire. — Association suisse pour l'essai des matériaux. — BIBLIOGRAPHIE. — Service de placement.

## Constructions vicieuses en béton armé<sup>1</sup>

par M. FR. HUEBNER, ingénieur,

Inspecteur des ponts au Département fédéral des chemins de fer.

Messieurs,

Lorsque la commission des Cours de la S. I. A. s'est adressée à votre serviteur pour lui demander de préparer quelques communications sur des constructions vicieuses en béton armé, nous nous rendions bien compte de nous trouver ainsi placé devant une tâche tout aussi séduisante qu'épineuse et peut-être même ingrate.

Séduisante est la tâche par la possibilité de se mettre, une fois de plus, au service de ceux d'entre mes collègues ingénieurs et architectes, qui ne se lassent pas de défendre et de pratiquer les principes sains et idéaux de la construction en béton armé, malheureusement si souvent contrariés par des concurrents peu sérieux ou par des conditions d'exécution regrettables à plusieurs points de vue.

Epineux est le sujet du fait que d'une part il ne peut être traité qu'à l'aide d'argumentations théoriques qui disent peu ou rien à ceux qui se trouvent entièrement satisfaits dès que leurs constructions « tiennent » à l'essai à la surcharge, alors que d'autre part on ne peut évidemment pas négliger les considérations pratiques et les raisons économiques. Et pourtant est-il nécessaire que ces deux exigences, visant des intérêts souvent opposés, soient judicieusement combinées, dans les limites de certaines sécurités raisonnables et indispensables, réglées généralement par des prescriptions officielles.

Epineuse et ingrate à la fois est enfin la tâche acceptée, parce qu'il est de sa nature que nous ne nous bornions qu'à des critiques qui toujours déclenchent des sentiments plutôt mélangés. Nous ne pourrions ainsi guère éviter de toucher à des conceptions et à des habitudes, paraissant justifiées par de prétendues expériences personnelles ou par tradition, mais ne s'harmonisant en vérité plus avec les multiples résultats de recherches scientifiques dans un domaine dont l'évolution fut extrêmement rapide, sans que toutefois les dernières énigmes soient élucidées.

Si donc il est de notre obligation de ne nous entretenir aujourd'hui que de constructions *vicieuses* en béton armé, qu'il nous soit permis toutefois une petite parenthèse préliminaire, tant pour rendre hommage à la vérité que pour nous sauvegarder personnellement contre des interprétations erronées de l'exposé que nous avons l'honneur de vous présenter

ici. C'est pour constater et reconnaître, sans hésitation aucune, que les vrais promoteurs du béton armé, tant ingénieurs qu'architectes, peuvent être fiers des progrès admirables réalisés dans tous les domaines de ce genre de construction, chez nous, dans notre petite Suisse, certainement non moins que dans les autres pays plus grands, qui disposent de moyens bien plus considérables à mettre au service de recherches scientifiques et placent les ingénieurs devant des problèmes souvent plus séduisants encore (ainsi que MM. Caquot et Freyssinet, nos distingués collègues de France, viennent de vous le démontrer si brillamment).

Du reste, Messieurs, en nous entretenant de vices qui ne se révèlent qu'en examinant de plus près les calculs, projets et exécutions d'ouvrages en béton armé, nous nous servons, en somme, du moyen le plus clair et le plus efficace pour nous rendre compte des domaines et questions qui permettent et exigent des perfectionnements ultérieurs, au profit d'un genre de construction dont l'importance pour la vie économique, de notre pays en particulier, est indéniable. En étudiant la grande série de défauts ainsi que d'échecs mêmes et en nous efforçant de pénétrer le plus possible les causes de tout insuccès nous ne travaillerons pas uniquement dans l'intérêt de notre développement individuel ; chacun contribuera par ailleurs pour une petite part à la gloire peut-être plus importante encore de l'esprit académique et scientifique, sans lequel aucun progrès n'est concevable, de cet esprit, Messieurs, dont nous, ingénieurs et architectes, ne sommes pas moins les détenteurs que par exemple les juristes et médecins et qui nous distingue d'éléments insuffisamment instruits, notamment dans les questions de béton armé.

Si donc, aujourd'hui, nous ne voulons pas hésiter à aborder en toute franchise les vices les plus répandus dans le domaine du béton armé, nous pouvons tranquillement, si vous permettez l'expression, nous offrir ce luxe, grâce au fait que les méthodes de calcul et les moyens d'exécution de constructions en béton connaissent une perfection, qui ne craint nullement la critique. A l'aide de cet exposé nous aimerions rassurer les ingénieurs et les architectes à la hauteur de leur tâche et ayant la conscience des responsabilités liées à leur titre universitaire qu'avec leur savoir ils se trouvent à l'abri de surprises sauf cas de force majeure ; les plus jeunes d'entre nous verront sans doute que devant eux s'étend encore un vaste champ d'études, qu'il vaut bien la peine de cultiver avec passion ; et ceux enfin qui n'ont pas la possibilité de suivre de plus près les résultats d'études théoriques et expérimentales qui sont légion, sauront reconnaître, espérons-le, les limites où leur convient de cesser toute activité en matière de béton armé.

<sup>1</sup> Leçons faites au cours théorique et pratique de béton armé, organisé par la Société suisse des ingénieurs et des architectes, à Lausanne, du 8 au 12 octobre 1929.

Depuis les pénibles catastrophes de l'Hôtel de l'Ours à Bâle et du Magasin du Théâtre de la ville de Berne nous n'avons plus guère dû enregistrer, chez nous en Suisse, de graves accidents survenus à des constructions en béton armé. Nous n'avons pas eu non plus connaissance officielle, ni par le moyen d'une statistique ni par des publications isolées, d'événements qui pourraient sérieusement compromettre la cause du béton armé. On pourrait ainsi être tenté de croire que dans ce domaine de la construction la situation est meilleure chez nous, en Suisse, qu'ailleurs. Et pourtant, en ouïssant les cloches que discrètement l'on entend sonner de temps à autre, nous croyons bien que de sérieux doutes à ce sujet sont permis. Autrement notre commission de cours n'aurait pas mis à son programme le sujet des constructions vicieuses en béton armé, et la mise en garde contre certains défauts et symptômes pouvant, isolément ou par une malheureuse simultanéité de plusieurs d'entre eux, conduire une fois ou l'autre à de graves mécomptes. Pour nous documenter il ne nous est malheureusement pas possible de nous baser sur des statistiques spéciales. Non seulement parce qu'elles font entièrement défaut chez nous, mais que là où elles existent, elles présentent des lacunes en ce sens que des arrêts de justice s'attachent plus à la recherche des personnes responsables d'un accident qu'à l'éclaircissement de ses causes techniques proprement dites.

A l'appui des avertissements que nous nous proposons de donner, vous permettrez de vous démontrer tout d'abord qu'au sujet des progrès des constructions en béton armé de mêmes inquiétudes préoccupent les ingénieurs de ceux de nos pays voisins, vers lesquels nous dirigeons volontiers nos regards quand il s'agit d'élargir nos connaissances et desquels nous savons qu'ils jouissent de réglementations et de surveillances non moins sérieuses que chez nous.

Par nos citations vous apprendrez surtout que les mêmes efforts de nos collègues ingénieurs tendent à élever la construction du béton armé à un niveau plus digne des énormes sacrifices intellectuels et matériels déjà faits en sa faveur.

Dans les « Annales des Ponts et Chaussées » Tome III de 1929, en écrivant « Au sujet de quelques particularités du béton armé » M. Lamorre, ingénieur des Ponts et Chaussées s'exprime ainsi :

« Des accidents, malheureusement trop fréquents, prouvent que les projets des constructions en béton armé ne sont pas toujours étudiés avec tout le soin désirable. Nous avons nous-mêmes constaté que certains calculateurs croyaient avoir suffisamment prouvé la résistance d'un ouvrage en montrant que les taux maxima de travail d'extension ou de compression restaient inférieurs aux charges de sécurité ; ils ne se préoccupaient pas de l'effort tranchant, ni du cisaillement longitudinal. »

Le vénéré champion du béton armé, M. le Dr Emperger, de Vienne, puisant dans ses expériences qui remontent aux premiers débuts du béton armé, nous entretient dans « Beton und Eisen » — n° 24 de 1928 — sur le sujet : « Die Unfallverhütung bei Hochbauten ». Laissant de côté ce qu'il écrit au sujet de la construction des colonnes et en particulier de l'importance qu'il y a à leur donner, à elles avant tout, une entière sécurité, nous nous en tiendrons surtout aux généralités touchant le thème qui nous occupe aujourd'hui.

« Eine Reihe von grossen Einstürzen und Vorfällen aus der jüngsten Zeit sind Grund genug, um zu erforschen, inwieweit so etwas auch anderswo möglich ist und welche Vorkehrungen bestehen, um uns diesen Anschauungsunterricht zu ersparen... Es scheint vorläufig ein unmögliches Beginnen, Bauunfälle ganz auszuschliessen ; sie können aber auf ein Mindestmass herabgesetzt und es kann verhindert

werden, dass sich irgend ein kleiner Bauunfall zu einer Katastrophe auswachsen kann.

Der Eisenbetonbau hat in seinen Anfängen das Glück gehabt durch Spezialfirmen ausgeführt zu werden, welche etwaige Lücken in der Erkenntnis durch Sorgfalt und Erfahrung auszugleichen wussten. Bei der heutigen Verbreitung des Eisenbetonbaues lässt sich dieser Zustand nicht wieder herstellen. Man kann aber wohl etwas mehr Berücksichtigung derjenigen Firmen fordern, welche sich zu einer wirksamen Baukontrolle verpflichtet haben und sie auch wirklich ausüben. Abgesehen davon, dass diese Massnahme das Fach von Freibeutern und Preisdrückern eher freihalten würde, könnte hiedurch die Verbreitung der Baukontrolle gefördert werden, während sie jetzt vielfach nur als notwendiges Uebel angesehen wird, obwohl sie ein integrierender Bestandteil der Fabrikation auf der Baustelle ist. »

Pour entendre aussi une voix d'Allemagne, vous nous permettrez la citation de quelques extraits d'une conférence du Dr Schmidmann, ingénieur à Stuttgart, sur le sujet : « Ueber die strafrechtliche Verantwortlichkeit der Baupolizeibeamten » ; cet article a paru dans « Beton und Eisen » n° 1 du 5 janvier 1929.

« Die Hast unter welcher unser moderner Baubetrieb leidet, eine Hast, die grundverschieden ist von einer auf gründlicher Ueberlegung und sorgfältiger Planung beruhenden, erstrebenswerten Schnelligkeit wirklich rationalen Bauens, erstreckt sich nicht nur auf die Vorarbeiten und die Herstellung der Planunterlagen und Berechnungen, sondern auch auf die Ausführung der Bauarbeiten selbst und bildet deshalb eine Gefahrenquelle schlimmster Art, was durch eine Analyse der Ursachen von Bauunfällen schlagend bewiesen werden kann. »

Enfin, nous ne saurions passer sous silence l'exposé du professeur Kleinlogel, présenté au Congrès international des constructeurs de ponts en 1928 à Vienne ; car il y a dit nombre de choses intéressantes, qu'il vaut également la peine de retenir en faveur de notre thème (nous extrayons ce qui suit de la « Oesterreichische Bauzeitung » — n° 43 du 20 octobre 1928).

« Der Eisenbeton entsteht, im Gegensatz zum Eisenbauwerk, erst auf der Baustelle. Das Gelingen der Arbeit ist von der Vorbildung, Erfahrung und Gewissenhaftigkeit der bauleitenden Unternehmer, Techniker und Poliere weit mehr abhängig als von der Witterung. Die noch so gründliche Berechnung und Ausarbeitung der Pläne genügt nicht. Mit vollem Recht machen daher alle berufenen und um die Sicherheit unserer Bauten besorgten Fachleute darauf aufmerksam, dass wir alle möglichen Konstruktionen zu berechnen verstehen, während die Kenntnis der Materialeigenschaften, sowie deren konstruktive und wirtschaftliche Auswertung noch vielfach im argen liegt.

Die Bauunfallstatistik aller Länder lehrt uns aber eindringlich, dass der weitere Fortschritt ernstlich gefährdet sein dürfte, wenn nicht in weitesten Kreisen die Bereitschaft geweckt wird, von der bisherigen Gleichgültigkeit gegenüber Forderungen der Wissenschaft abzugehen und den neueren Ergebnissen der Materialforschung diejenige Beachtung zuteil werden zu lassen, die sie unbedingt verdienen.

Doch (s. auch « Zement und Beton » Seite 242) was nützen alle einschlägigen Anstrengungen, in der Güte der Ausführung eine Besserung zu erzielen, wenn das Submissionswesen dem Puschertum Tür und Tor öffnet, d. h. wenn die Auftraggeber, und hier namentlich die Behörden, keinerlei Rücksicht auf die Qualität des Bewerbers nehmen, sondern in den weitaus meisten Fällen einfach dem billigsten Angebot stattgeben.

Je mehr der hochwertige Zement und der hochwertige Beton Verwendung finden, je mehr also mit höherer Beanspruchung und mit kürzerer Ausschaltungsfrist gerechnet wird, umso dringender erheben sich die Forderungen nach Durchführung der Baukontrolle, eine im Interesse der Gesamtheit liegende Notwendigkeit. Der Anerkennung seitens

der Unternehmenschaft müssen aber auch bald entsprechende Taten folgen ; es muss dahin gewirkt werden zu überzeugen, dass die mit dem Begriff « Baukontrolle » verbundenen Bestrebungen keine Schikane darstellen, sondern letzten Endes nichts anderes als eine Rationalisierung des Baubetriebes im besten Sinne des Wortes ist. »

Vous connaissez aussi, Messieurs, l'émotion déchaînée par la grande catastrophe de Prague. Si regrettable qu'elle soit, elle a eu pourtant son côté utile, en ne nous révélant que trop visiblement les risques que l'on court par toute indifférence à l'égard des propriétés spécifiques du matériau béton et des précautions toutes spéciales qu'il y a lieu d'observer dans sa confection et durant son durcissement. Il nous a été démontré, à un prix assez cher, que de construire en béton est plus que dans tout autre genre de construction une affaire de conscience et que ce n'est pas à tort que des voix s'élèvent continuellement pour exiger avant tout un contrôle plus sérieux des bétons sur les chantiers, grands et petits, ainsi qu'une sélection plus sérieuse parmi les entrepreneurs s'occupant de travaux en béton armé. Espérons que ces voix seront dorénavant entendues avec un peu plus de confiance et non seulement par les entrepreneurs, payant très souvent, en plus de leurs propres fautes, celles encore des maîtres d'ouvrage et de leurs représentants ou conseillers.

Nous sommes particulièrement heureux de voir la Société suisse des entrepreneurs tendre énergiquement vers ce but et qu'elle ait fait un effort spécial en s'adressant par circulaire d'une énergie très justifiée « Aux Administrations publiques ainsi qu'aux Architectes privés ». Et puisqu'à notre avis cette circulaire touche à un des symptômes les plus dangereux du développement de la construction en béton armé, je me fais un devoir de vous en rappeler les passages les plus intéressants pour le sujet qui nous occupe.

« Des expériences journalières, au cours de ces dernières années, nous commandent d'attirer votre attention sur un état d'esprit comportant de gros dangers pour tous ceux qui construisent ou font construire. Nous voulons parler des tendances à réduire toujours plus les délais d'exécution des travaux de bâtiment et des travaux publics.

» Chez nous aussi, il s'est produit une série d'accidents dus au fait que l'on a voulu forcer la marche des constructions. S'ils n'ont pas retenu l'attention générale, c'est que dans la plupart de ces cas, par bonheur, il a été possible d'éviter des suites aussi graves que celles des catastrophes rappelées plus haut. Mais on ne peut s'empêcher de remarquer que, presque toujours il eût suffi d'un hasard pour qu'il en fût autrement. Il est donc certain qu'il y a là une question extrêmement sérieuse et propre à préoccuper tout le monde, et non seulement les professionnels.

» L'extrême réduction des délais d'exécution des travaux est de nature à provoquer aussi une grave désorganisation du marché du travail... Malheureusement, la plupart des particuliers qui bâtissent, beaucoup d'administrations et d'architectes, semblent ignorer encore aujourd'hui ces difficultés de l'entreprise ou en tous cas n'en tiennent pas suffisamment compte... Enfin il semble nécessaire de rappeler les influences saisonnières que doit subir la bâtisse. Au cours de l'hiver 1928-1929, la nature s'est chargée de remettre les choses au point. Encore faut-il profiter de la leçon et comprendre qu'il est impossible de prévoir en hiver des délais aussi stricts que lorsqu'il s'agit de bâtir durant la bonne saison.

» Ces différentes considérations nous engagent à faire appel aux administrations et aux architectes, aux représentants et conseillers des maîtres d'ouvrage, et à les prier de proposer à l'avenir des délais permettant une exécution des travaux selon toutes les règles de l'art. Il est nécessaire que des délais suffisants soient accordés pour l'étude des soumissions, comme pour l'exécution des travaux. Il est nécessaire enfin que, dans chaque cas particulier, les prix soient examinés

de très près, préalablement à toute adjudication, en vue d'établir s'ils répondent aux prestations demandées et aux conditions posées. »

A titre d'illustration, voici encore deux documents spéciaux que la Société des entrepreneurs m'a autorisé à vous communiquer ; mieux que de longs développements ils caractériseront où nous en sommes avec la question des délais accordés par l'industrie privée pour les soumissions et l'exécution des ouvrages :

1. Pour un bâtiment de la valeur de un et demi million de francs, on voulut accorder aux entrepreneurs un délai de soumission de six jours seulement, sans projet proprement dit, ni avant-métrés à l'appui, sur la base de plans à l'échelle de 1 : 200 seulement.

2. Pour un ensemble d'habitations de la valeur d'environ un million de francs il avait été prévu d'adjuger les travaux pour le début de novembre 1928 avec l'obligation de mettre les constructions sous toit pour fin décembre.

Ces deux citations se passent de commentaires.

Nous complétons encore les revendications de la Société des entrepreneurs en constatant qu'aujourd'hui encore certaines administrations publiques forcent les entreprises à occuper des chômeurs. Ce but social, en lui-même très louable, n'excusera pourtant jamais des irrégularités de bétonnage qu'il y a lieu de craindre avec une main-d'œuvre inapte ; il est absolument incompatible avec les soins qu'exige toute exécution en béton armé. Tout aussi néfaste est la condition occasionnellement imposée à des entreprises, d'employer des graviers et sables extraits par les soins de communes, sans que la qualité de ces matériaux ait été analysée au préalable ; pareille intrusion dans les compétences et responsabilités d'une entreprise est particulièrement grave lorsque l'on dispose à proximité de matériaux de diverses carrières privées, trouvés dans un cas concret sans exception meilleurs que le matériau de la commune.

Parmi les destinataires de la circulaire dont il vient d'être question un grand nombre essayeront fort probablement de dégager leur part de responsabilité en accusant les signataires de la circulaire de ne défendre tout simplement que des intérêts personnels et matériels. Nous nous croyons cependant en droit de défendre la bonne cause de ces derniers, en vous donnant encore lecture d'un passage, extrait de la lettre d'accompagnement de cette même circulaire, adressée aux membres de la Société :

« Les abus que nous relevons sont cependant imputables trop souvent, *aux entrepreneurs eux-mêmes*. Ce sont les entrepreneurs qui, fréquemment, en pleine connaissance de cause, font des offres en dessous des prix de revient ; ce sont les entrepreneurs qui acceptent sans autre conditions de soumission et d'entreprise dérogeant aux normes admises depuis plus de quinze ans ; qui acceptent en particulier, à leurs dépens, les conditions de paiement les plus scandaleuses et admettent des délais d'exécution réduits sans borne, ni raison.

» C'est pourquoi nous devons faire appel en toute première ligne, à nos membres eux-mêmes, aux entrepreneurs, en leur demandant instamment de bien vouloir réfléchir et se demander où doit nous conduire la concurrence sans frein qui sévit à l'heure actuelle, avec toute sa suite de petits moyens presque toujours condamnables. »

D'après ce qui vient d'être dit, il est indéniable que de nos jours les plus graves vices de construction en béton sont imputables à des erreurs d'exécution plutôt qu'à des calculs erronés. Il paraîtrait donc logique et désirable de nous occuper d'une façon *détaillée* de l'exécution proprement dite des ouvrages. Mais, en voulant aborder ce chapitre de plus près, on entrevoit immédiatement des difficultés spéciales.

Ainsi que vous l'aurez sans doute déjà pressenti lors de notre exposé sur la situation actuelle en matière de constructions en béton armé, nous tomberions nécessairement, en poursuivant les causes plus profondes des péchés contre les dogmes établis pour la confection des ouvrages, dans un labyrinthe de questions d'ordre économique et parfois même politique, intimement liées aux questions techniques qui régissent les exécutions, il est vrai, mais sans en posséder leur poids, dès qu'il s'agit de la sécurité d'un ouvrage. Non pas que nous ayons à craindre de les aborder, ces questions accessoires, mais à notre avis, ce n'est pas ici le collège devant lequel on pourrait développer efficacement un ensemble de problèmes embrassant des intérêts de nature variée et s'adressant à des cercles peu ou pas représentés ici. Nous pouvons nous contenter, croyons-nous, d'avoir jeté la lumière et suscité des réflexions sur les diverses questions en jeu et les circonstances accessoires qui influent sur les exécutions d'ouvrages au point même de forcer la main aux ingénieurs et entrepreneurs les plus sérieux, de mettre ainsi en danger la sécurité des projets les mieux conçus et d'engager dans des dilemmes parfois pénibles leurs auteurs ayant le sentiment de leurs responsabilités.

En second lieu, la conférence de M. le professeur Bolomey vous aura permis d'entrevoir l'envergure que prend le seul problème de la fabrication et du contrôle du béton. Quoiqu'étant le facteur le plus important, ce n'est toutefois pas le seul dont il importe de tenir compte pour réaliser les sécurités garanties par des calculs préliminaires, et ce n'est surtout pas le seul facteur d'exécution qui provoque des critiques incessantes et donne lieu à des discussions extrêmement intéressantes.

Ainsi, le manque de temps nous impose, semble-t-il, une concentration sur les questions purement techniques, qui engagent plus particulièrement les responsabilités de nous, ingénieurs et architectes, créateurs des projets de constructions en béton armé. Nous nous arrêterons un peu plus longuement à la documentation et à l'analyse des vices les plus caractéristiques et les plus fréquents, constatés sur des ouvrages d'espèces diverses et attribuables ou à des conceptions erronées ou bien à des calculs statiques incomplets. Puis nous passerons à la simple énumération des dérogations aux règles que l'on doit observer dans l'exécution de tout ouvrage en béton armé, soit aux règles que les autorités les plus compétentes en cette matière de construction si délicate jugent indispensables à la réalisation des sécurités poursuivies, règles garanties par des règlements officiels et parfaitement compatibles du reste avec une saine économie.

Avant de nous entretenir des exemples que nous avons eu l'occasion de recueillir bien des années durant, sans que toutefois ils aient perdu de leur actualité, nous devons encore préciser ce que nous entendons par constructions vicieuses. A notre avis une construction est vicieuse non seulement lorsqu'elle présente des indices apparents de fatigue *exagérée*, mais dès l'apparition de symptômes, peut-être sans danger proprement dit, mais dénotant pourtant une discordance avec les hypothèses du calcul, soit dans l'ensemble d'une construction, soit dans certains de ses éléments isolés.

Les vices de la première sorte se constatent généralement sans autre, sans que toutefois leur aspect permette de nous renseigner sur le degré de sécurité subsistant ; d'autre part il est extrêmement risqué de vouloir procéder à un essai de charge sur un ouvrage accusant des fissurations avancées. Dans de pareils cas on est alors amené, ou bien à sacrifier

l'ouvrage, ou bien à le consolider sur la seule base d'hypothèses que l'on essayera de rapprocher le mieux de la réalité, si possible à l'aide d'expériences adéquates. Des ouvrages atteints à un tel degré ne se prêtent donc guère au but plus idéal que nous croyons devoir nous proposer dans notre conférence, qui est d'arriver à garantir aux ouvrages en béton armé une sécurité aussi *uniforme* que possible. Nous ne devons pas toutefois les passer sous silence complet, dès qu'ils présentent du moins l'avantage de nous démontrer, dans leurs extrêmes, les conséquences de certains effets négligés ou dont il n'a pas été tenu suffisamment compte. Aussi aurons-nous l'occasion de vous renseigner ainsi sur les effets de mouvements presque imperceptibles de la fondation d'un arc très surbaissé, à l'aide desquels nous avons pu, au surplus, vérifier indirectement l'exactitude de certaines conceptions sur la sollicitation d'une voûte biaise. Un autre exemple visant des réservoirs devenus inutilisables viendra corroborer des conceptions sur les effets de liquides à température élevée, soit d'inégalités de températures entre les parois extérieure et intérieure de réservoirs circulaires et rectangulaires.

Plus intéressants et instructifs pour la pratique normale sont cependant les ouvrages avec symptômes qui ne révèlent pas encore de danger immédiat. Les symptômes que nous entendons seront généralement des fissures plus ou moins prononcées, qui, suivant leur emplacement, forme et aspect, sont des guides très sûrs dans la recherche des lois auxquelles obéissent en réalité des constructions ou des éléments d'ouvrage qui donnent lieu à des incertitudes au sujet des hypothèses à admettre pour leur calcul. Malheureusement beaucoup d'ingénieurs, architectes et entrepreneurs ne conçoivent pas encore l'intérêt qui existe à poursuivre de plus près les fissurations si variées de constructions en béton armé. Combien de fois, Messieurs, nous est-il déjà arrivé, qu'en voulant attirer l'attention sur des fissurations très caractéristiques on nous répond carrément que c'étaient de simples fissures de retrait, inévitables et constatables dans toutes les constructions ; ou bien que l'on nous rétorque en prétendant, sans longues réflexions que de pareilles fissures n'offraient aucun danger pour la sécurité de l'ouvrage, alors même qu'il n'en fut aucunement question.

Quant à ce dernier motif nous voulons établir d'ores et déjà que toute fissuration quelque peu visible à l'œil nu, *peut* évidemment favoriser une attaque des armatures par la rouille, mais pas *nécessairement*, ainsi que nous aurons l'occasion de vous le démontrer, en passant, à l'aide d'un des exemples les plus probants. Dans cette question spéciale la porosité du béton, le recouvrement des fers, et l'action de certaines additions à la masse de béton, préconisées autrefois surtout comme préservatif contre les dangers du gel, jouent un rôle bien plus considérable encore que les fissures plus ou moins isolées.

A part l'étude d'une construction à l'aide de fissurations intervenues, nous possédons aujourd'hui des méthodes d'auscultation directe, portées dans le courant de ces dernières années à un degré de perfection qui permet de reconnaître avec une précision très satisfaisante, les lois qui régissent en réalité les éléments de constructions en béton armé. M. le professeur Ros, dont nous regrettons l'absence, nous aurait en effet largement démontré à quelle concordance nous sommes arrivés entre résultats de calculs et résultats d'observation directe sur ouvrage. Nous ne pouvons malheureusement pas nous attarder à ce thème particulier ; nous devons nous contenter, pour l'instant, de le signaler comme moyen extrêmement instructif, notamment pour le dévoilement ou

des énigmes que nous posent parfois les constructions vicieuses, ou des lois que l'on pourrait mettre au double bénéfice d'une économie plus grande et d'une sécurité plus uniforme des constructions nouvelles<sup>1</sup>.

(A suivre.)

## Considérations sur quelques particularités importantes de la construction et du service des turbines hydrauliques à grande vitesse de rotation

par M. le Dr R. THOMANN, professeur à l'Ecole polytechnique de Graz (Autriche).

(Suite et fin.)<sup>2</sup>

### Turbines Pelton rapides.

Pour un jet donné, les dimensions principales de l'auget correspondant d'une turbine Pelton sont déterminées. Comme la vitesse périphérique n'est que très peu variable, l'accroissement de la vitesse angulaire ne peut guère être obtenu qu'en rapprochant l'aubage de l'axe de la roue, conséquence de l'équation :

$$n_s = 576 u_1 \frac{d_o}{D_1} \sqrt{c_o \eta}$$

la vitesse périphérique « spécifique »  $u_1$  ( $u_1 = U_1/\sqrt{2gH}$ ), la vitesse « spécifique » du jet  $c_o$  et le rendement  $\eta$  étant invariables ou très peu variables. Dans cette formule,  $d_o$  représente le diamètre du jet et  $D_1$ , le diamètre primitif c'est-à-dire le diamètre du cercle tangent à l'axe du jet et coaxial à la roue. Quand on passe des  $n_s$  faibles aux  $n_s$  élevés, la roue se modifie de la façon indiquée par les figures 9 et 10. La seconde de ces figures montre la limite qui, en règle générale, n'est pas dépassée : c'est une roue dont le diamètre du jet et le diamètre primitif sont dans le rapport de 1 à 7. Ce rap-

<sup>1</sup> Voir, entre autres, les publications du professeur *Ros* sur les auscultations des ponts de Hundwil, Tavanasa et Wettingen (tirages à part de la «Schweiz. Bauzeitung»); du professeur *Paris* sur les essais du réservoir du Calvaire («Bulletin technique»); de Hübner, inspecteur, sur les expériences en matière d'auscultations (publiées au recueil pour le Congrès des constructeurs de ponts, à Zurich, en 1926).

<sup>2</sup> Voir *Bulletin technique* du 1<sup>er</sup> novembre 1930, page 264.

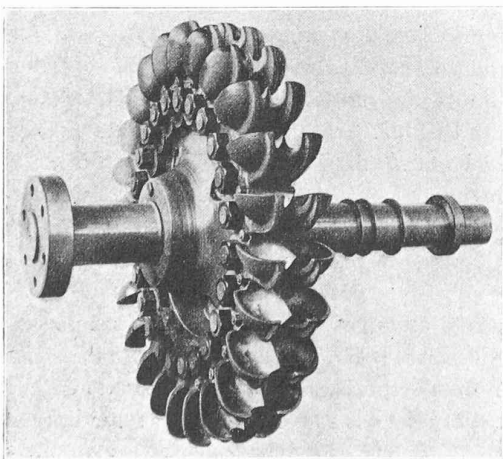


Fig. 9. — Roue Pelton à faible  $n_s$ .

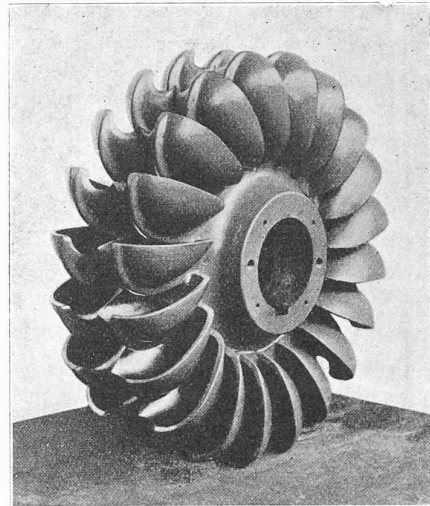


Fig. 10. — Roue Pelton à grand  $n_s$ .

port,  $d_o/D_1$ , correspond à un  $n_s$  de 30 à 33. Pour augmenter le  $n_s$  au delà de cette valeur il ne reste qu'à multiplier le nombre des injecteurs. Examinons ces deux moyens d'accroître la vitesse angulaire des turbines Pelton, savoir donc : réduction du diamètre de la roue comparativement au diamètre du jet et augmentation du nombre d'injecteurs alimentant chaque unité.

*Réduction du rapport  $d_o/D_1$ .* — Plus le diamètre du jet est grand et plus sont grandes les dimensions des augets comparativement à leur distance à l'axe de la roue, plus grande est la rotation de l'auget relativement au jet.

Sur la figure 11, les courbes en trait continu partant des points I, II et III représentent les trajectoires relatives, par rapport à la roue, que suivraient les particules d'eau supposées s'écoulant sur le disque de la roue sans être influencées par les augets. Ces points étant l'intersection des génératrices supérieure, médiane et inférieure du jet avec le cercle des «pointes» des augets. La trajectoire II a été reportée en I et III afin de montrer la variabilité des trajectoires relatives. En I, la pointe de l'arête médiane de l'auget aborde le jet, en III, elle le quitte. Le mouvement relatif de l'arête dans le jet cause à ce dernier des perturbations qui ont pour effet non seulement d'abaisser le rendement mais encore de compromettre la durée de l'aubage. En effet, même si la surface soumise à un jet de grande vitesse est parallèle à celui-ci, elle est exposée à une destruction plus ou moins rapide par

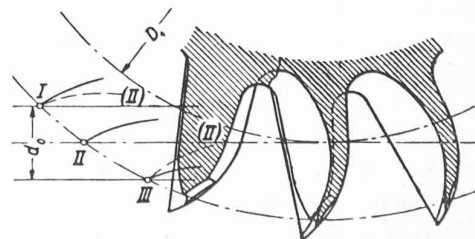


Fig. 11. — Trajectoires relatives des gouttelettes d'eau.

$D_1$  = Diamètre primitif. —  $d_o$  = épaisseur du jet.  
Positions de l'arête : I, à l'entrée dans le jet ;  
II, au milieu du jet ; III, à la sortie du jet.