

Objektyp: **Competitions**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **53 (1927)**

Heft 4

PDF erstellt am: **20.09.2024**

### **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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

comprises dans les paires de clichés restituées. Il arrive en outre très fréquemment que les clichés d'une station recouvrent une grande partie de ceux des stations voisines, ce qui procure encore un moyen de contrôle. La méthode photogrammétrique apporte ainsi *a priori* à l'entrepreneur lui-même des éléments de contrôle. La vérification pourra donc sans doute se faire au fur et à mesure de l'avancement des opérations, comme il est prévu à l'article 55 de l'Instruction fédérale, et procéder de la manière suivante :

1<sup>o</sup> Vérification des calculs de la détermination des stations, de la base d'opération et des points de contrôle.

2<sup>o</sup> Epreuves intermittentes pendant la restitution des points de limite du détail et des courbes de niveau.

3<sup>o</sup> Vérification sur le terrain du détail des plans cadastraux et des plans d'ensemble.

4<sup>o</sup> Confrontation des plans originaux avec les photographies à l'aide du stéréoscope à miroir, pour s'assurer que rien ne manque et que le dessin est juste.

Quant à la vérification des autres travaux, on s'en tiendra aux dispositions fédérales. (A suivre.)

### Concours d'idées pour l'établissement du plan général d'extension et d'aménagement de la ville de Fribourg.

(Suite et fin.)<sup>1</sup>

N<sup>o</sup> 3. « Sarine ». — Ce projet, par trop académique, n'a pas tenu compte suffisamment des conditions du programme et de la topographie de Fribourg ni des probabilités de développement économique. Il n'y a pas d'équilibre entre la cité-jardin et le développement de la ville qui doit provoquer sa création. Si, pour éviter les inconvénients actuels, on déplace l'Université, il paraît étrange de l'englober de nouveau dans une zone industrielle.

N<sup>o</sup> 4. « Avenir ». — Ce projet témoigne d'une étude fragmentaire, incomplète, avec des propositions que l'on ne saurait approuver, telles que la cité-jardin aux Neigles et ses voies d'accès, l'établissement des abattoirs au bord de la Sarine.

Le raccordement entre les quartiers a été étudié. Toutefois la liaison du Quartier de l'Alt au Varis n'est pas acceptable. La création du quartier de l'Etang du Jura ne se recommande ni au point de vue esthétique ni au point de vue hygiénique. L'aménagement du Guintzet est bon. La nouvelle voie d'accès au Schönberg proposée n'est pas possible.

N<sup>o</sup> 5. « Fribourg ». — Le développement urbain de Péroles est insuffisant ; la partie réservée à l'industrie pénètre trop au cœur de la ville. L'auteur du projet prévoit résolument le déplacement de l'Université.

La cité-jardin n'est pas en proportion avec le développement urbain, prévu presque uniquement le long de la voie ferrée. Le tracé des quartiers suburbains est trop monotone.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 29 janvier 1927, page 30.

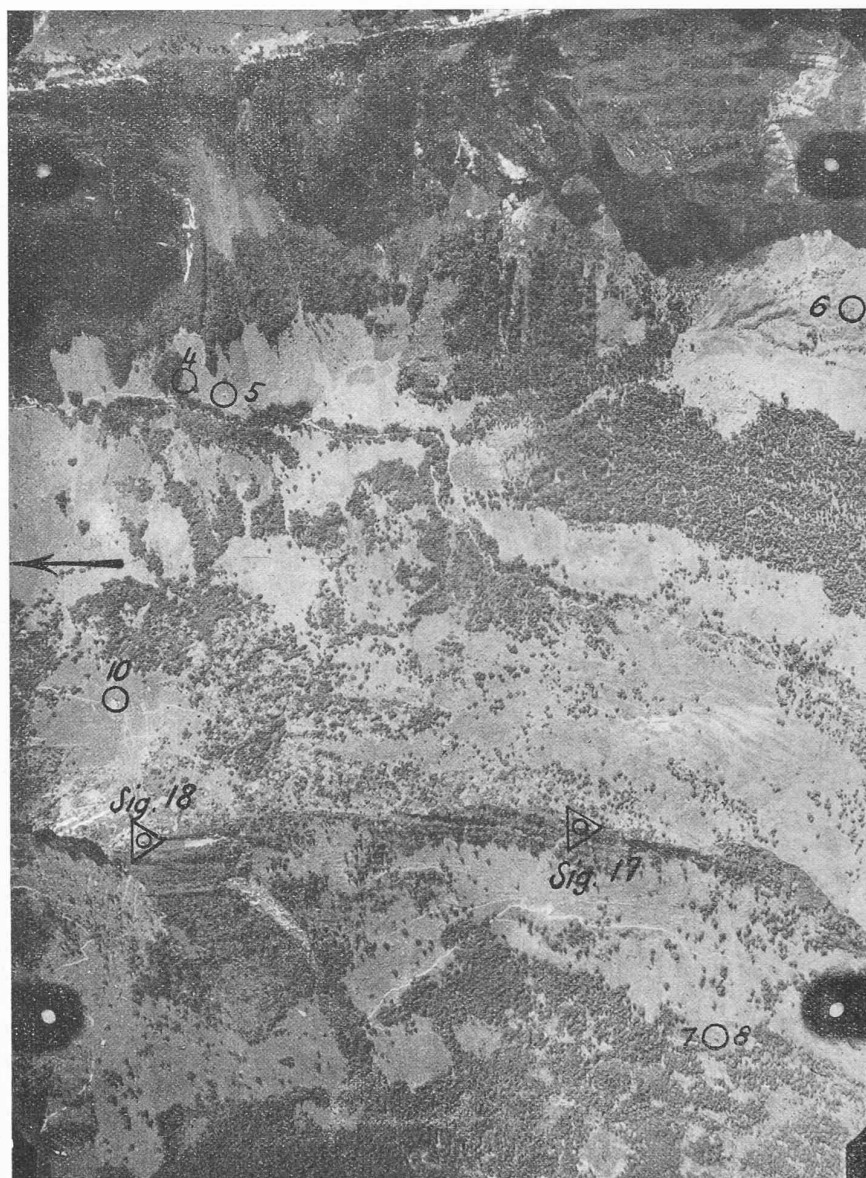


Fig. 4. — Levé stéréophotogrammétrique, par avion, du cadastre de Bilten-Niederurnen. Vue verticale convergente. Altitude de l'avion au-dessus du sol, 2600-3200 mètres. Longueur de la base, 2559,20 mètres.

Le réseau des communications entre les quartiers est étudié, à l'exception du Quartier d'Alt qui n'est pas rattaché au centre de la cité et au pont de Zähringen. Au Schönberg est prévu un funiculaire, mais les voies d'accès ne sont pas améliorées.

L'auteur fixe sagement la réserve des points intéressants ; la suggestion relative à la promenade des remparts est à retenir. Le quartier d'Alt est heureusement achevé.

L'auteur est logique avec lui-même en plaçant l'abattoir dans le quartier industriel, à l'extrémité de la voie de déviation.

N<sup>o</sup> 6. « Prévoir ». — Le procédé graphique choisi rend la lecture de ce projet très difficile. Cette manière de présenter est insuffisante. L'examen général, en particulier celui de Péroles, de Tory, des Neigles, le raccordement déficient de Péroles, la disposition en ordre serré sur la colline de Tory, le double raccordement de la route de Payerne au Quartier d'Alt soulignent l'insuffisance de ce projet.

## CONCOURS D'IDÉES POUR LE PLAN D'EXTENSION DE FRIBOURG

IV<sup>e</sup> prix: projet «Fribourg», de M. Muller, ingénieur, à Schmitten.

Tous les membres du jury étant présents, on procède au classement des projets qui est fixé comme suit, du consentement unanime :

- 1<sup>er</sup> rang, projet N° 1 « Science et Industrie ».
- 2<sup>me</sup> rang, projet N° 2 « Par monts et par vaux ».
- 3<sup>me</sup> rang, projet N° 7 « L'An 2000 ».
- 4<sup>me</sup> rang, projet N° 5 « Fribourg ».
- 5<sup>me</sup> rang, projet N° 4 « Avenir ».
- 6<sup>me</sup> rang, projet N° 3 « Sarine ».
- 7<sup>me</sup> rang, projet N° 6 « Prévoir ».

Le jury décide d'accorder 5 primes qu'il détermine de la manière suivante :

3200 fr. au 1<sup>er</sup> rang ; 3000 fr. au 2<sup>me</sup> rang ; 1500 fr. au 3<sup>me</sup> rang ; 1200 fr. au 4<sup>me</sup> rang, et 1100 fr. au 5<sup>me</sup> rang.

Les plis cachetés sont ouverts :

1<sup>er</sup> rang, « Science et Industrie » : MM. Cuony, architecte, Tercier, géomètre, Hefti, ingénieur.

2<sup>me</sup> rang, « Par monts et par vaux » : MM. Hertling et Job, architectes, Villard, géomètre.

3<sup>me</sup> rang, « L'An 2000 » : MM. Conrad Fasel, géomètre, à Guin, Sager, ingénieur, Diener, architecte.

4<sup>me</sup> rang, « Fribourg » : M. Müller, Bauingenieur, Schmitten.

5<sup>me</sup> rang, « Avenir » : M. Bérout, dessinateur E. E.

Tous les concurrents primés avaient le droit de prendre part au concours.

LE JURY.



## CONCOURS D'IDÉES POUR LE PLAN D'EXTENSION DE FRIBOURG



V<sup>e</sup> prix: projet «Avenir», de M. Béroud, dessinateur, à Fribourg.

### **Théorie et pratique des travaux hydrauliques par le Dr A. Stucky, ingénieur**

*Discours d'ouverture du cours de Travaux hydrauliques,  
à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne,  
prononcé le 11 novembre 1926.*

L'usage veut qu'un nouveau professeur traite dans sa leçon d'ouverture un sujet de caractère général. Les sciences techniques offrent malheureusement plus difficilement que les autres et surtout plus difficilement que la littérature et la philosophie, des sujets de discours. Il m'a paru utile de vous développer quelques considérations personnelles sur la science des travaux hydrauliques et sur le métier de l'ingénieur du génie civil en général. Les étudiants se font parfois, même

pendant les études supérieures, une idée inexacte de la profession embrassée, soit qu'ils se bercent d'illusions, soit au contraire, qu'ils n'en soupçonnent pas certains côtés et certaines richesses; aussi est-il bon quelquefois de s'entretenir avec eux de ces questions. Ce que je vous dirai n'est évidemment pas toujours l'apanage exclusif de la science des travaux hydrauliques; mes observations auront quelquefois un caractère plus général, et tel autre professeur pourrait revendiquer plusieurs de mes conclusions pour sa propre branche.

L'enseignement que je suis appelé à vous donner, c'est-à-dire: celui du calcul hydraulique, des travaux hydrauliques, ainsi que de leurs applications à l'aménagement des chutes

d'eau, de la navigation fluviale et de l'assainissement des villes, diffère à bien des points de vue des cours que vous avez suivis jusqu'à ce jour. Il me semble indiqué au début de cet enseignement de caractériser en quelques mots cette discipline nouvelle et d'en faire ressortir les fondements.

Vous avez dans les premiers semestres de vos études supérieures, suivi les cours de mathématiques, ou plus généralement les cours scientifiques. Votre esprit a été habitué à la rigueur du raisonnement et à la logique impeccable qui en sont la base. Pendant cette période, les mathématiques ont été pour vous une science, n'ayant d'autre but que son propre développement. Les applications à la technique ne vous ont alors que très peu préoccupés. En passant aux branches techniques, vous aurez très probablement éprouvé une certaine déception, comme moi-même et comme bien d'autres. La théorie de la résistance des matériaux quitte déjà le terrain parfaitement logique et rigoureux pour tenir compte de certains facteurs physiques qui ne se laissent plus définir et embrasser intégralement par des formules. Cette déception s'est probablement accrue le jour où vous avez débuté dans les cours de construction. Durant ces derniers semestres, vous prendrez contact bien plus encore que jusqu'ici avec les problèmes généraux que vous serez appelés à résoudre dans votre carrière et les mathématiques, comme la mécanique et la résistance des matériaux ne seront plus pour vous des sciences abstraites, mais deviendront de puissants moyens d'investigation et de travail.

Cette évolution de la science rigoureuse à l'empirisme, va s'accroître encore dans les cours que je vous enseignerai. En effet, le génie civil et l'hydraulique en particulier, ne travaillent plus avec des notions simples et précises comme le fait la mécanique par exemple, mais au contraire avec des agents fort complexes qui défient toute théorie, si l'on donne à ce mot de théorie le sens qu'il a dans les sciences exactes. Les problèmes que nous aurons à traiter vous introduiront au cœur de la nature et vous feront participer à la géologie, à la physique, etc. Ici, l'expérience et l'empirisme sont indispensables et conduisent plus loin que la spéculation pure. Je tâcherai de vous montrer par la suite qu'il y a un empirisme scientifique susceptible de satisfaire aussi, les esprits chercheurs.

D'ailleurs, cet empirisme est imposé, aujourd'hui du moins, à l'ingénieur. Dans les sciences abstraites, le savant, rencontrant une difficulté insurmontable, l'évite, réserve le problème pour le jour où ses moyens se seront perfectionnés ou le renvoie même à des générations futures. Une des préoccupations fondamentales du savant est la rigueur la plus absolue. L'ingénieur au contraire, se trouve aux prises non pas avec des problèmes abstraits, mais il est en présence de tâches qui lui sont imposées et qu'il doit à tout prix résoudre d'une manière ou d'une autre. En effet, la réussite d'une entreprise dépend bien souvent d'une décision prise au moment opportun. Un vieil adage dit qu'un ordre imparfait en soi, mais donné avec précision est toujours préférable à l'absence d'ordre. Vous vous trouverez souvent dans votre carrière en présence de problèmes théoriques ou pratiques qui vous embarrasseront, soit que vos moyens ne vous permettent pas de les résoudre avec la rigueur désirable, soit que la science des travaux hydrauliques elle-même n'ait pas atteint encore le développement suffisant. Vous devrez alors, poussés par les circonstances, trouver une solution approchée. L'essentiel est que vous ayez une solution, la meilleure possible, mais qu'en même temps vous vous rendiez bien compte du degré d'approximation. La partie de votre personnalité qui prend intérêt au problème scientifique ne sera peut-être pas satis-

faite, mais l'homme d'action qui doit exister dans tout ingénieur aura fait son devoir. *Ce dualisme, vous le rencontrerez à chaque pas ; un des talents du bon ingénieur consiste précisément à maintenir l'équilibre judicieux entre ces deux tendances.*

Si les cours se rapportant aux travaux hydrauliques et à leurs applications vous sont enseignés dans les derniers semestres de vos études, cela tient au fait que ce groupe de branches se base sur presque toutes les autres connaissances avec lesquelles vous avez été familiarisés. Vous aurez l'occasion, au cours de nos leçons et de nos exercices, de vous servir largement des mathématiques, de la mécanique, de vos connaissances dans la résistance des matériaux et en géologie, de vos facultés de constructeurs en maçonnerie, béton armé et en fer. Vous voyez par cela que notre technique a un champ d'activité très varié et doit être capable d'intéresser les plus difficiles.

Je vous signale enfin un autre aspect de notre profession qui se manifestera tout particulièrement après vos études, mais avec lequel j'essaierai de vous familiariser dès maintenant : c'est l'esprit de lutte contre les éléments que l'ingénieur se propose de domestiquer, s'il s'agit de forces motrices ou de navigation ou de combattre, s'il s'agit de travaux contre les inondations par exemple. Vous apprendrez à connaître des agents puissants et redoutables qui sont la poussée des terres et l'action érosive de l'eau ou au contraire les transports d'alluvion qui en l'espace de quelques heures modifient le caractère d'un cours d'eau. Je cite encore l'action chimique décomposante de certaines roches ou tout simplement l'eau qui cherchera à s'insinuer dans vos ouvrages ou à renverser les obstacles que vous essayerez de lui opposer.

Vous me demanderez peut-être si l'on peut, dans une branche aussi complexe et travaillant avec des éléments si disparates, parler d'une théorie qui ne soit pas illusoire. Ce doute qui était de mode il n'y a pas si longtemps, surtout chez ceux qu'on appelait les gens de la pratique, a fait place à des conceptions nouvelles, plus saines et conformes aux progrès réalisés. Chaque phénomène naturel ainsi que chaque réaction déclenchée par l'intervention de l'ingénieur obéit à certaines lois, les unes connues, les autres simplement soupçonnées. Connaissant ces lois, dont l'expression peut être toute autre qu'une formule mathématique, l'ingénieur saura mesurer la portée d'un événement naturel et évaluer les conséquences des mesures qu'il se propose de prendre. J'appelle donc théorie — au sens de l'ingénieur — le travail qui consiste à classer toutes les observations particulières dans un cadre général, à rechercher les corrélations et les rapports de cause à effet, à prévoir, par l'analyse des analogies, les conséquences des interventions en se servant au besoin des mathématiques ou de tout autre procédé de représentation. *Avec cette définition, il n'y a plus d'opposition entre la théorie et la pratique comme d'aucuns ont voulu le faire croire ; il ne reste que la science de bien construire qui s'appuie alternativement sur des spéculations abstraites, sur des observations de la nature, sur des essais et des expériences personnelles, sur la documentation ; corrigeant et complétant l'un par l'autre. Voilà comme je voudrais vous voir comprendre en particulier la science de l'hydraulique.*

S'il était vrai, il y a quelque vingt ans, que les travaux hydrauliques n'avaient pour ainsi dire rien de commun avec la science, il en est tout autrement aujourd'hui. Nous nous trouvons en pleine période de conception où la science, telle que je vous l'ai définie, permet à l'art des travaux hydrauliques de sortir peu à peu de l'ornière. Je voudrais maintenant

examiner quelques-uns des problèmes qui se posent à l'ingénieur-hydraulicien non pas pour les résoudre ici, mais simplement pour étudier quelles voies conduiront à la solution désirée. Les tâches principales de l'ingénieur hydraulicien peuvent être ramenées à trois.

Il s'agit d'abord de faciliter et d'accélérer l'écoulement des crues afin d'éviter le dépôt d'alluvions qui, en comblant le lit de la rivière, provoquent des inondations et en élevant le niveau des eaux souterraines de la vallée, rendent les terrains impropres à la culture. La vallée du Rhin en amont du lac de Constance est un exemple classique de ce phénomène de comblement, qui a compromis pour longtemps l'essor d'une vallée jadis florissante. Les importants travaux de correction en cours d'exécution depuis quelques dizaines d'années doivent remédier à ce mal en curant le lit de la rivière pour en rétablir le profil primitif.

Ailleurs, il s'agit au contraire de retenir dans des bassins d'accumulation les crues, soit dans le seul but préventif de réduire l'amplitude des hautes eaux soit dans un but plus vaste de régularisation du débit, c'est-à-dire pour rendre au fleuve, dans les périodes d'étiage, l'eau accumulée et faciliter ainsi les irrigations ainsi que l'exploitation des forces hydrauliques. Ces ouvrages de rétention des crues destinés à l'irrigation sont parmi les premiers grands ouvrages humains. Toute grande œuvre de colonisation commence d'ailleurs par l'irrigation. Témoins, les grands barrages du Nil et les barrages en construction dans l'Afrique du Nord, pour ne citer que les plus proches.

La troisième grande tâche consiste à capter l'eau, en la débarrassant au besoin des alluvions entraînées et du limon en suspension, pour les besoins industriels et agricoles.

Galilée, un des premiers savants qui se soit occupé d'hydraulique, déclarait que l'étude du mouvement de l'eau, lui coûtait plus de peine, bien que ce phénomène en apparence très simple se déroulât sous ses yeux, que l'étude du mouvement des astres. Deux siècles plus tard Dubuat, un savant hydraulicien français auquel nous devons une bonne part des notions dont nous disposons aujourd'hui en hydraulique, écrivait :

« On sait que jusqu'à présent, nos connaissances en hydraulique sont extrêmement bornées ; car quoique de grands génies s'y soient appliqués en différents temps, nous sommes encore, depuis tant de siècles, dans une ignorance presque absolue des vraies lois auxquelles le mouvement de l'eau est assujéti : à peine depuis cent cinquante ans, a-t-on découvert à l'aide de l'expérience, quelle est la durée, la quantité et la vitesse de l'écoulement de l'eau par un orifice quelconque. Tout ce qui concerne le cours uniforme des eaux qui arrosent la surface de la terre, nous est inconnu ; et pour se faire une idée du peu que nous savons, il suffit de jeter un coup d'œil sur ce que nous ignorons. » Ces paroles conservaient toute leur valeur hier encore.

Alors que les autres branches de la physique ont fait des progrès considérables, l'hydrodynamique et sa parente pauvre l'hydraulique ont, reconnaissons-le, végété depuis l'époque de Dubuat. Cela tient sans doute au fait que le phénomène fondamental, c'est-à-dire l'écoulement de l'eau, est en réalité compliqué et encore insuffisamment analysé par les expérimentateurs. Les remarques de Galilée et de Dubuat se rapportaient à l'étude de l'eau pure, comme on la conçoit le plus généralement et telle que l'utilise le constructeur de turbines. Dans l'énoncé des trois tâches fondamentales de l'ingénieur-hydraulicien, j'ai parlé d'alluvions. C'est précisément l'élément essentiel avec lequel il s'agit de compter et qui complique encore des phénomènes déjà compliqués par

eux-mêmes comme nous venons de le voir. Si l'hydrodynamique qui s'occupe d'un liquide à peu près pur s'écoulant dans des canaux aux formes géométriques plus ou moins simples, mais du moins de grandeur constante, n'a réussi qu'à végéter, à plus forte raison, l'hydraulique du génie civil qui doit travailler avec de l'eau chargée d'alluvions coulant dans des canaux en terrains meubles, c'est-à-dire aux formes compliquées et surtout variables, n'a-t-elle pu rester qu'à ses débuts.

Ce retard regrettable est dû je crois à une autre cause encore. Toute science appliquée doit nécessairement se baser sur l'observation de la nature. Dans les travaux hydrauliques, les expériences fondamentales, sont toujours très difficiles à organiser. D'abord l'ingénieur n'est pas maître de choisir l'heure et les conditions de l'expérience puisqu'il est généralement sans influence sur le débit du cours d'eau qu'il s'agit d'étudier, en outre, un événement naturel est souvent en réalité un ensemble de phénomènes où l'un d'eux ne domine pas nécessairement. Dans l'hydraulique appliquée, les causes perturbatrices sont donc presque toujours du même ordre de grandeur que le phénomène principal. Soit donc que l'on procède par la spéculation, soit que l'on ait recours à l'expérience et à l'observation de la nature, il est difficile pour ne pas dire impossible, d'isoler le noyau du phénomène. Une autre difficulté de l'observation réside dans le fait que les expériences sur les cours d'eau prennent toujours des dimensions très grandes où l'observation devient difficile ; il faudrait même souvent voir ce qui se passe sous l'eau, condition à peu près irréalisable.

On peut, à défaut d'expériences en grand, procéder par des essais sur modèles réduits qui permettent plus facilement d'éliminer les actions accessoires. On reproche, il est vrai, à ces expériences de s'écarter par trop de la réalité, mais nous venons de voir qu'il s'agit précisément de disséquer le phénomène et je suis persuadé que l'essai en petit, à la condition d'être mené judicieusement et d'être interprété *cum grano salis* est susceptible de contribuer énormément au développement de l'hydraulique. D'ailleurs les faits sont là pour prouver qu'il en est ainsi. Depuis le jour où les essais de laboratoire ont été inaugurés dans les diverses cités universitaires de l'Europe, il est incontestable que les recherches fluviales ont pris un essor remarquable tel qu'on ne l'avait jamais connu auparavant. *Mais ici, je le répète, il est indispensable de faire collaborer l'observation et l'expérience et de coordonner les résultats ainsi acquis par les mathématiques.*

Pour mieux illustrer cette collaboration, je vais citer deux exemples plus précis dont l'un fera ressortir comment l'essai peut compléter une théorie et l'autre, comment au contraire, l'essai ouvre la voie à la théorie qui vient préciser et mettre au point les résultats de l'observation.

Le problème du remous causé par les piles d'un pont est un de ceux que les premiers hydrauliciens avaient tenté de résoudre. Très simple en apparence, ce problème est au contraire fort complexe, en particulier parce qu'il s'étend aux trois dimensions. Les premières théories étaient très simplistes. L'étranglement dû aux piliers provoque une accélération du mouvement et la création d'une dépression destinée, en application du théorème de Bernoulli, à créer cette vitesse. En outre, la perte de charge supplémentaire due à la grande vitesse se manifeste par un léger remous à l'amont. Conformément aux idées répandues jusqu'il y a vingt ans, on supposait primitivement, en contradiction avec ce même théorème de Bernoulli, que la hauteur de chute transformée en vitesse supplémentaire ne pouvait plus être récupérée



par le ralentissement à la vitesse normale. On supposait simplement que les tourbillons absorbaient cette énergie. Plus le nombre des ponts augmentait, plus il devenait manifeste qu'une certaine récupération était probable, ce dont on tint compte par la suite assez arbitrairement par l'amélioration des coefficients. Il est assez curieux de constater aujourd'hui combien de temps il a fallu pour persuader les ingénieurs que dans les canaux à écoulement libre, la récupération de la chute était possible dans une large mesure aussi bien que dans les conduites fermées. En réalité le problème est bien plus compliqué. Des observations minutieuses sur modèles montrèrent que la forme et l'aspect de la surface de l'eau étaient plus compliqués que ne le laissaient supposer les théories simplistes esquissées. Bien que la question ne soit nullement épuisée aujourd'hui, il semble que la méthode empirique inaugurée par *M. Rehbock*, professeur à Karlsruhe, qui a étudié plusieurs milliers de cas, conduira plus loin que la spéculation.

Cela m'amène au second exemple qui me paraît être aujourd'hui le problème capital des travaux hydrauliques, c'est celui du *passage de l'eau à travers ou sur un barrage* et que les apparences semblent rendre impropre à l'analyse mathématique. Vous comprendrez facilement l'intérêt d'une théorie du passage de l'eau à travers un barrage quand je vous aurai dit que les grands barrages en rivière, ouvrages si coûteux, se construisent presque exclusivement au jugé.

L'aspect d'un grand barrage en service est impressionnant. Le tumulte des eaux semble indescriptible et au premier abord rebute le chercheur.

L'expérience a démontré que tous ces ouvrages sont soumis à une action érosive intense. Les affouillements qui en résultent sont même une des grosses préoccupations de l'ingénieur. L'observation de la nature seule n'a, dans le cas particulier, pas conduit bien loin, le phénomène étant beaucoup trop grand pour pouvoir être étudié sur place. Des essais de laboratoire, au contraire, ont permis d'observer à l'aise la chute par la tranche et ont conduit à une théorie du mécanisme de l'affouillement qui, je l'espère, pourra être bientôt interprétée mathématiquement. Je note en passant que le problème se traite à deux dimensions, ce qui le simplifie énormément. Ce mécanisme de l'affouillement est en deux mots le suivant : la lame d'eau s'échappe avec une grande vitesse de la vanne et au moment de quitter le radier du barrage, elle entraîne la couche d'eau sous-jacente par adhérence en un mouvement giratoire. La vitesse périphérique de ce tourbillon inférieur est en général supérieure à la vitesse d'érosion du terrain qui est ainsi attaqué. L'affouillement augmentant de profondeur, le tourbillon augmente aussi de diamètre et, faisant office de frein, ralentit le mouvement de l'ensemble jusqu'à atteindre la vitesse critique d'érosion. A ce moment l'affouillement a atteint sa profondeur maximum. Première conclusion : l'affouillement ne dépasse pas une certaine profondeur qui est fonction de la hauteur de chute, de la manière dont cette chute se fait et enfin de la grosseur des alluvions, c'est-à-dire de leur vitesse critique d'entraînement. Si le sous-sol est rocheux, la profondeur d'affouillement est, fait paradoxal, même légèrement plus grande que pour les terrains détritiques, le barrage et les alluvions de la rivière étant supposés les mêmes. En effet le premier tourbillon absorbe et entraîne les galets charriés à travers le barrage. Il se produit alors le phénomène appelé en géologie la « marmite du géant », les galets suspendus dans le tourbillon usent le rocher. Ce rabaillage ne cesse que lorsque la vitesse du tourbillon inférieur, diminuant au fur et à mesure que son travail a augmenté, la profondeur de la cuvette est telle que les galets ne sont

plus entraînés. Comme le frottement du tourbillon est plus faible sur le rocher poli que sur les alluvions, le freinage est moins intense, et partant l'affouillement plus profond. La différence réside dans le temps nécessaire à produire l'affouillement. Voilà donc comment l'essai a permis d'interpréter le phénomène.

Les essais ont en outre démontré l'existence d'un second tourbillon superficiel qui absorbe aussi beaucoup d'énergie et fait office de frein, moins dangereux que le précédent puisque cette eau tumultueuse n'use rien. Connaissant le phénomène, il est aujourd'hui plus facile de projeter un barrage qui favorise la création du second tourbillon superficiel au détriment du premier, inférieur. Ainsi donc la construction de barrages en rivières, bien qu'imparfaite encore, est entrée dans une nouvelle phase que je caractériserai par le mot « scientifique ».

Il est probable maintenant que la collaboration de l'expérience et des mathématiques permettra bientôt de créer une théorie complète du mécanisme de l'affouillement et par conséquent de dimensionner plus judicieusement les barrages en rivière. Dans ce deuxième exemple, l'observation ouvre la voie à la théorie, tandis que dans le précédent, l'expérience avait complété des théories en usage.

(A suivre.)

## DIVERS

### Exposition Internationale de Fonderie et Congrès International.

Une Exposition internationale de fonderie, organisée par le Syndicat général des fondeurs de France, sous le haut patronage de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie et du Comité français des expositions, avec le concours de la Direction de l'enseignement technique (Ministère de l'Instruction publique et des beaux-arts), de l'Association technique de fonderie et de l'Association amicale et mutuelle de fonderie, aura lieu à Paris, en septembre 1927, au Parc des expositions.

Toutes les nations sont invitées à y prendre part.

Un Congrès professionnel complètera cette Exposition.

Sont admis à l'Exposition : les matières premières, produits en cours de fabrication ou terminés, machines et matériel de fonderie en marche ou en repos, outillage, panneaux, tableaux statistiques, plans en relief et autres.

Pour tous renseignements, s'adresser au président du Comité d'organisation, 8, rue de la Victoire, Paris. (9<sup>e</sup>)

### V<sup>e</sup> Congrès International du Froid.

Le prochain et V<sup>me</sup> Congrès International du Froid se tiendra à Rome, du 19 septembre au 1<sup>er</sup> octobre 1927, sous le haut patronage de la ville de Rome.

Le siège du Comité d'organisation du Congrès est à Milan, Via Gesù 6.

## SOCIÉTÉS

### Association générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux.

L'Association générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux tiendra son Congrès annuel au commencement de juillet, à Reims.

A ce congrès seront traitées deux questions, soit :

1<sup>re</sup> question : Aménagement des banlieues.

2<sup>e</sup> question : Les transports urbains et le développement des villes modernes.

La section suisse de l'A. G. H. T. M. présentera un rapport sur chacune de ces questions.