

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 45 (1919)
Heft: 26

Artikel: La physique dans l'enseignement technique supérieur
Autor: Perrier, Albert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34944>

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: 30.03.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours.

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

SOMMAIRE : *La Physique dans l'enseignement technique supérieur*, par Albert Perrier, professeur à l'Université et à l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne. — *L'usure des turbines hydrauliques, ses conséquences et les moyens d'y parer*, par Henri Dufour, ingénieur, à Bâle (suite). — *Calcul du coup de bélier dans les conduites formées de deux ou trois tronçons de diamètres différents*, par Ed. Carey, ingénieur, à Marseille (suite). — *Du danger de l'impropriété des termes*. — *Concours pour l'étude d'une Cité-jardin à La Chaux-de-Fonds* (suite et fin). — DIVERS : *Le laboratoire d'essais mécaniques et métallurgiques de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble*. — *L'électrification des chemins de fer à voie normale*. — *Bibliographie*. — *Carnet des concours*.

La Physique

dans l'enseignement technique supérieur

par ALBERT PERRIER,

professeur à l'Université et à l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne.

Au lendemain de la guerre, la formation d'ingénieurs capables apparaît comme une des tâches les plus importantes de notre civilisation. Les nombreuses publications récentes sur ce sujet en témoignent. Ce sont ces circonstances exceptionnelles qui m'engagent à publier les considérations qui suivent, lesquelles ne m'ont pas, cependant, été suggérées par elles. Le vent souffle aux réformes chez nous comme ailleurs : il importe qu'elles ne soient pas entreprises à la légère et, à cet effet, que s'expriment les opinions des milieux les plus divers. Si le présent article, exposant le point de vue d'un scientifique, peut engager des personnalités du monde technique à réfléchir sur les questions qui y sont abordées, il ne sera pas inutile.

Physicien, je me limiterai à ce qui touche la physique : je crois d'ailleurs que ce côté de la question a été trop négligé jusqu'ici, en partie, sans doute, par la faute des physiciens ; je ne saurais toutefois laisser complètement en dehors la formation de l'ingénieur en général, car tout enseignement fait partie d'un ensemble, je le ferai le moins possible ; des voix autorisées ont dit déjà beaucoup de choses avec lesquelles je suis pleinement d'accord et auxquelles je ne saurais guère ajouter¹.

Je tiens à dire en toute netteté que je ne veux adresser de critique à aucune Ecole en particulier : comme j'exprime des idées faisant partie d'un système, il est manifeste qu'elles ne sauraient cadrer avec toute manière de faire puisque l'uniformité règne entre les diverses écoles techniques moins encore qu'ailleurs. Ayant appartenu des années à chacun des deux établissements techniques supérieurs suisses, j'y ai fait pas mal d'expériences personnelles, soit comme étudiant soit comme maître, et je me suis entretenu avec de nombreuses personnalités ayant fait carrière pratique ; nul ne me reprochera de tenir compte de ces expériences diverses, d'en tirer les conclusions qui me semblent s'en dégager.

¹ Lire en particulier le discours de M. J. Landry, professeur à l'Université et Directeur de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne, (repr. dans *Gazette de Lausanne* du 24 avril 1919).

I. Sur l'enseignement technique supérieur en général.

— Deux tendances extrêmes se manifestent quant à la formation des ingénieurs : l'une spécialise très tôt, presque dès l'entrée à l'Ecole, réduit la préparation théorique à un très petit minimum et offre aux étudiant le contact presque immédiat avec les problèmes pratiques mêmes qu'ils auront à résoudre ; c'est la manière anglo-saxonne, qui, poussée à l'extrême, devient un *apprentissage* ; apprentissage en Ecole ou dans l'usine, apprentissage tout de même et non pas *études* d'ingénieur. L'autre veut donner au futur praticien une préparation théorique aussi générale que le permettent les circonstances, avec l'ambition de le mettre à même d'exercer plus tard les spécialités les plus variées ; la formation technique se fait plus complètement ensuite, cas échéant dans d'autres établissements : c'est l'idée qui a trouvé sa réalisation la plus intégrale dans l'Ecole polytechnique de Paris, institution *autonome de préparation scientifique* aux carrières d'ingénieurs. Les autres écoles de l'Europe continentale sont, à des degrés divers, des compromis entre ces deux principes.

Je n'ai nullement la prétention de choisir entre les deux ; je ne suis pas du tout convaincu qu'il y ait une méthode nécessairement meilleure que toutes les autres ; c'est surtout affaires de contingences et de tournure d'esprit ; je suis même certain que, pour la véritable élite, aucun enseignement n'est parfaitement mauvais ; une personnalité très distinguée se rend compte de ces lacunes et trouve temps et moyens pour les combler le long de la vie : simple question de plus ou moins d'heures perdues toujours regrettables d'ailleurs. Dans ce qui va suivre, je raisonnerai à l'intention de l'étudiant de la bonne moyenne, celui dont on peut faire un ingénieur digne de ce nom, cadre solide de l'industrie, sachant s'adapter à des conditions successivement variées sans pour cela être nécessairement un grand chef ; mais celui aussi et surtout dont une mauvaise formation peut diminuer notablement la valeur utile pour la vie entière. En revanche, je laisse hors de mes considérations, je tiens aussi à le préciser, cette catégorie jamais négligeable de ceux à qui les écoles « devraient » donner un titre, nonobstant toute incapacité ou toute fainéantise.

Je pense que, pour la classe nombreuse de jeunes gens que je viens de déterminer, le système prédomi-

nant dans l'Europe continentale, (études dans des Ecoles donnant la préparation et les spécialités) présente de sérieux avantages; d'une façon générale, il paraît indiqué partout où les écoles techniques moyennes sont assez nombreuses et assez développées pour assurer à l'industrie les cadres subalternes nécessaires. Ce point de vue semble partagé, pour autant que je suis informé, par la majorité des ingénieurs du continent. Personnellement, je pense en outre qu'il est le mieux adapté à évoluer vers la forme qui, cela ne fait presque pas de doute pour moi, sera celle de l'avenir des écoles techniques supérieures.

Très succinctement, j'entends ceci : De grandes Institutions dont l'enseignement serait subdivisé non pas en quelques sections à programmes complets plus ou moins rigides, comme c'est en général le cas maintenant, mais offrirait une collection plus ou moins riche d'enseignements techniques complets et approfondis représentant chacun pour lui-même une spécialité nettement délimitée, tels par exemple : ponts et charpentes métalliques, fondations et maçonneries, chemins de fer, géodésie et topographie, installations et machines hydrauliques, installations et machines thermiques et frigorifiques, électrotechnique, traction électrique, aéronautique, etc., etc. Tous les étudiants seraient astreints à une préparation scientifique commune telle que celle dont je m'occupe plus loin, puis pourraient ensuite choisir librement un certain nombre de ces enseignements au gré de leurs goûts et de leurs aptitudes¹.

Dans tout ce qui va suivre, je me placerai donc uniquement au point de vue « continental », encore une fois, sans condamner l'autre, et je vais le préciser brièvement. — La formation de l'ingénieur comporte deux stades distincts par leur tendance, par leur programme, par le caractère de leur corps enseignant. Le premier doit lui donner les connaissances de science pure jugées indispensables moins, à proprement parler, pour sa vie pratique future que pour aborder avec fruit l'étude systématique des sciences appliquées. Le deuxième stade est destiné à constituer le bagage des connaissances techniques du praticien. Je les distinguerai par les termes d'études propédeutiques et d'études professionnelles par analogie avec les études de médecine qui comportent une séparation corrélative à peu près dans toute l'Europe². On verra d'ailleurs plus loin que je n'entends en aucune façon préconiser le système de l'Ecole préparatoire séparée, ce pour plusieurs raisons, dont en particulier l'absence de contact entre professeurs qui en résulte.

¹ En tendant vers ce système, on lutterait peut-être en même temps contre l'habitude néfaste et, hélas, pas particulière à l'enseignement technique, de créer toutes sortes d'enseignements incomplets et peu viables dans toutes directions : il serait plus facile alors de laisser se développer des spécialités pour lesquelles la demande est faible, nécessaires cependant, dans une seule Ecole, celle-là par contre en abandonnant d'autres de même caractère à ses voisines, ce pour le plus grand bien du corps enseignant et des moyens matériels.

² Sauf erreur, et il est peut-être intéressant de le noter ici, on retrouve dans une partie de l'Amérique du Nord la même différence pour les études de médecine : celles-ci se réduisent à un enseignement purement et immédiatement spécialisé, donné même, cas échéant, en cours du soir.

Tout le monde à peu près est d'accord en principe chez nous pour confier l'enseignement professionnel à des ingénieurs ayant passé nombre d'années dans la pratique, et l'enseignement propédeutique à des professeurs ayant fait de la science leur vocation. Rien n'est plus judicieux, et on doit poursuivre avec persistance la réalisation complète de la première condition, ce qui est le plus difficile. Mais cela posé, il faut en tirer les conséquences, en éviter les inconvénients : L'idéal à atteindre serait, bien évidemment, que les programmes propédeutiques soient combinés en sorte que les professeurs-ingénieurs puissent, chacun dans leur spécialité et au début même de leur enseignement, compter que les lois fondamentales de la nature sont connues et assimilées, qu'ils puissent commencer immédiatement par l'application de ces lois, tout en faisant effort pour conserver à leur enseignement la forme scientifique (mais non un programme scientifique). En un mot, il faudrait absolument que ces deux ensembles d'enseignements, pour nettement différenciés qu'ils sont et doivent être, soient soudés au point que l'étudiant de n'importe quelle spécialité ne ressente aucune solution de continuité entre eux. C'est là question de programmes et aussi de méthode de la part des professeurs de sciences, mais il est aussi et surtout indispensable que ces derniers gardent un contact étroit et continu avec leurs collègues ingénieurs et réciproquement. Je ne me dissimule nullement que nous touchons là à un des points les plus délicats à cause des questions de personnes et de leur nuisible influence ; mais il est assez important pour que ce soit une raison de plus de s'en occuper. Je pense, à ce propos, qu'une personnalité avertie et ferme, placée à la tête d'une institution, est la meilleure des garanties à ces fins. Je veux m'exprimer plus nettement encore : Je pense que la fameuse liberté universitaire ne saurait s'étendre ici au choix des programmes, elle ne saurait s'appliquer qu'à la façon de présenter les matières d'enseignement (cela surtout, parce que c'est une condition absolument nécessaire bien que pas suffisante, hélas, d'un bon enseignement !). A quoi sert-il de préconiser un ordre défini dans des études préparatoires scientifiques si chacun tire à hue et à dia ?¹

On a compris que je n'ai fait aucune distinction entre ingénieurs appelés à construire plus tard des charpentes métalliques ou des turbines à vapeur ou encore à diriger des services de distribution d'énergie électrique ; je pense que nul n'affirmera sans sourire que les éléments de science pure nécessaires aux uns et aux autres soient différents ; je laisse cependant hors de cause les ingénieurs-chimistes. Je continuerai en envisageant les

¹ J'ai la parfaite conviction d'enfoncer ici des portes ouvertes, ce sont portes, cependant, qui ne sont pas ouvertes pour tout le monde, même pas pour tous ceux qui enseignent. Plus généralement je n'imagine pas apporter ici beaucoup de choses nouvelles en soi, mais passablement de choses évidentes que l'on paraît trop oublier. En ce qui concerne les exigences générales que je viens d'exposer, je laisse à chacun le soin de décider ce qui en était lors de ses études, je suis bien tranquille quant au résultat de son enquête.

choses dans l'idée qu'un examen propédeutique sera commun aux autres sections. Mais, en contre-partie, je répète encore que les programmes de science devront être condensés avec le plus grand soin et révisés de temps à autre ; on ne saurait laisser à tel ou tel professeur la faculté de se livrer aux inspirations de ses goûts personnels, ou moins encore de sa fantaisie, ou même de l'exposé de ses recherches (bien entendu pour autant qu'elles ne se rattachent pas directement aux matières du programme nécessaire).

Je pense que, où l'on a séparé les sections pour des branches telles que la physique, on l'a fait pour des raisons qui n'ont rien de technique ; c'est fort regrettable, car cela entraîne certainement des frais que l'on peut éviter et cela peut, soit dit en passant, se répercuter immédiatement sur la qualité des hommes de science chargés des enseignements propédeutiques, un point singulièrement important aussi.

II. La physique base des sciences de l'ingénieur. —

Que seront donc ces branches propédeutiques ? Là encore, l'accord *semble* être fait : mathématiques, mécanique, physique. On ajoute le plus souvent des notions de chimie, de géologie, de statique graphique, ou autres encore : elles ont déjà le caractère de *connaissances utiles* pour spécialistes, elles ont beaucoup moins celui de nécessité générale pour la suite des études, pour la formation intellectuelle de l'étudiant et nous pouvons les laisser hors de nos considérations.

Plus brièvement encore : la simple inspection des connaissances scientifiques dont un ingénieur a besoin dans ses calculs montre qu'elles sont purement et simplement de la physique ; il fait de la physique appliquée tout comme le chimiste industriel fait de la chimie appliquée : seule dans ce dernier cas sans doute, la communauté des mots crée une plus grande évidence. Il va de soi que j'envisage ici la mécanique générale comme un chapitre de physique : elle est si j'ose dire, encore plus par essence de la physique pour un ingénieur que pour un scientifique. Et l'assimilation de cet ensemble de connaissances implique l'acquisition préalable d'un bagage notable de mathématiques supérieures ; je reviendrai plus loin sur leur rôle.

Donc, connaissances propédeutiques est synonyme de mathématiques et physique. M. Landry l'exprime à plusieurs reprises en toute netteté (« ...celui-ci, pour autant qu'il reste dans son rôle, est en dernière analyse un physicien qui travaille à l'échelle des réalisations industrielles... ») ; bien qu'il ait en vue particulièrement les ingénieurs-mécaniciens, il semble superflu d'insister. Mais, qu'on jette les yeux sur les programmes de nombre d'écoles d'ingénieurs, le rôle dévolu à l'enseignement de la physique édifiera. Au lieu de ce bloc compact que l'on s'attendrait à rencontrer, le programme propédeutique de la science de la nature par excellence, on voit en général un enseignement complet de la mécanique rationnelle, ce qui est fort bien, et à côté... quelques heures de physique placées où l'on a pu, en surchargeant

l'horaire le moins possible ; par la force des choses, le professeur en est réduit, ou bien à traiter un ou deux chapitres parmi les plus indispensables, ou à présenter de la physique expérimentale au niveau de l'enseignement moyen. Un tel enseignement ne saurait avoir un vrai lien organique avec les autres et manque son but.

Cela est si vrai que, par la force des choses — car il faut cependant bien que nos jeunes gens aient les rudiments des lois physiques — les principaux cours professionnels doivent consacrer une partie de leur temps, voir des semestres entiers, à *exposer* les principes fondamentaux de la science qu'ils ont à *appliquer*. Ou encore, l'on crée sous différents titres des cours qui sont, au fond, purement physiques, mais donnés par des praticiens... je me dispense d'exemples, tous ceux qui ont passé par les écoles techniques savent à quoi s'en tenir.

Supprimons alors franchement la physique et ne la laissons pas sur les programmes par grâce et pour la forme ; allégeons-les des quelques heures qui lui sont consacrées et passons à l'autre système ; admettons que tout ingénieur chargé d'un enseignement professionnel devra donner au fur et à mesure les fragments de science qui lui sont indispensables ; que l'hydraulique soit précédée du principe d'Archimède — je prends à dessein cet exemple, en apparence puéril, j'ai observé à plusieurs reprises des bacheliers, candidats-ingénieurs, qui ne l'avaient pas *compris*, s'il savaient les mots qui l'expriment ; — que le constructeur de ponts expose devant ses auditeurs la façon de calculer la dilatation thermique des solides en général ; et qu'après tout, mais oui, que chacun des spécialistes enseigne aussi les lambeaux de mathématiques supérieures strictement nécessaires aux questions qu'il étudiera, ces lambeaux varieront d'ailleurs d'une année à l'autre !

Sans doute. Et je ne prétends pas que cette méthode soit nécessairement mauvaise, mais il faut tout de même choisir l'une ou l'autre, et non pas tantôt l'une, tantôt l'autre. Car il est remarquable que, en ce qui concerne cette science physique qu'est la mécanique, sa tâche et son importance ne sont plus discutées : il ne viendra à l'idée de personne de faire présenter les fondements de la dynamique dans un cours sur les turbines ou les machines à vapeur, pas plus que ceux de la statique en même temps que la construction des charpentes en bois....

Actuellement donc, il me semble que si nos étudiants trouvent finalement ce dont ils ont besoin, c'est par portions beaucoup trop fragmentées, partant avec beaucoup de gaspillage de travail pour l'assimilation. Et puis, à compter trop exclusivement sur l'enseignement des spécialistes, toujours plus vaste pour chacun d'eux, on arrive fatalement, ou bien au surmenage et aux études superficielles et inutilisables, ou bien, si on laisse choisir quelques spécialités seulement, à former des hommes avec des lacunes béantes à pleurer sur des sujets parfois les plus voisins de leur étroite spécialité.

Il m'apparaît donc que l'on peut trouver un remède aux inconvénients de la spécialisation sans l'empêcher,

non pas, encore une fois, en faisant étudier (!) toutes les spécialités, mais en donnant à *tous* les étudiants un enseignement scientifique propédeutique rationnel, à programme concentré, formant un ensemble bien fondu, et, par dessus tout, convenablement assimilé : il consistera essentiellement en physique comme connaissances de faits, en mathématiques comme instrument de pensée.

Et j'arrive à mon objet proprement dit, l'enseignement de la physique : je vais esquisser la façon qui me semblerait appropriée aux buts qu'on vient de voir : j'examinerai successivement l'état d'esprit général qui doit y présider, les matières qui pourraient y trouver place, les à-côtés nécessaires (exercices, etc.) et les possibilités de réalisation quant aux nombres d'heures, etc.

(A suivre).

L'usure des turbines hydrauliques, ses conséquences et les moyens d'y parer

par HENRI DUFOUR, ingénieur, à Bâle.

(Suite)¹

Les résultats de nos premières constatations furent très intéressants. Dans la coupe A-A, fig. 1, d'un bassin de décantation est indiqué le profil d'un volume d'alluvions de 942 m³ déposé en 7 jours de l'hiver 1911. Le volume d'eau ayant passé par le bassin étant de 6 m³ par seconde, la quantité d'alluvions déposée avait été en moyenne de :

$$\frac{942 \cdot 1000 \cdot 1000}{6 \cdot 1000 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,26 \text{ cm}^3 (= \text{environ } 0,39 \text{ gr.})$$

par litre d'eau.

Dans la même figure est indiqué le profil d'un vo-

¹ Voir *Bulletin Technique* 1919, p. 267.

lume d'alluvions de 2380 m³ déposé en 66 heures de l'été 1910-1911. Le volume d'eau ayant passé par le bassin étant de 5,08 m³ par seconde, la quantité d'alluvions déposée avait été en moyenne de :

$$\frac{2380 \cdot 1000 \cdot 1000}{5,08 \cdot 1000 \cdot 66 \cdot 3600} = 2 \text{ cm}^3 = (\text{environ } 3 \text{ gr.})$$

par litre d'eau.

Comme le lecteur le comprendra, ces deux chiffres ne donnent que la quantité moyenne d'alluvions déposée par l'eau lors de son passage au travers des bassins de décantation. Ils ne sont ni des minimums ni des maximums, mais peuvent cependant servir de base pour se faire une idée approximative de la quantité d'alluvions traversant journallement les turbines lorsque les bassins de décantation n'étaient pas vidés au moment voulu.

Voici ces quantités :

Pendant l'hiver 1911 le débit moyen de l'usine ayant été d'environ 12 m³ par seconde, la quantité d'alluvions ayant traversé les turbines aura donc dépassé certains jours :

$$\frac{0,26 \cdot 1000 \cdot 12 \cdot 3600 \cdot 24}{1000 \cdot 1000} = 269 \text{ m}^3.$$

Pendant l'été où le débit de l'usine allait être, par la suite de 20 m³ par seconde, la quantité d'alluvions qui allait traverser les turbines dépasserait :

$$\frac{2 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot 3600 \cdot 24}{1000 \cdot 1000} = 3456 \text{ m}^3 \text{ par jour.}$$

Nous nous permettons de remarquer ici que le volume d'alluvions déposé dans les bassins : 2 cm³ par litre d'eau donnant pour le débit de 20 m³ par seconde un volume énorme de 3456 m³ par jour, n'a rien d'excessif et est inférieur aux chiffres que l'on obtiendrait en Suisse. D'après la publication de M. le

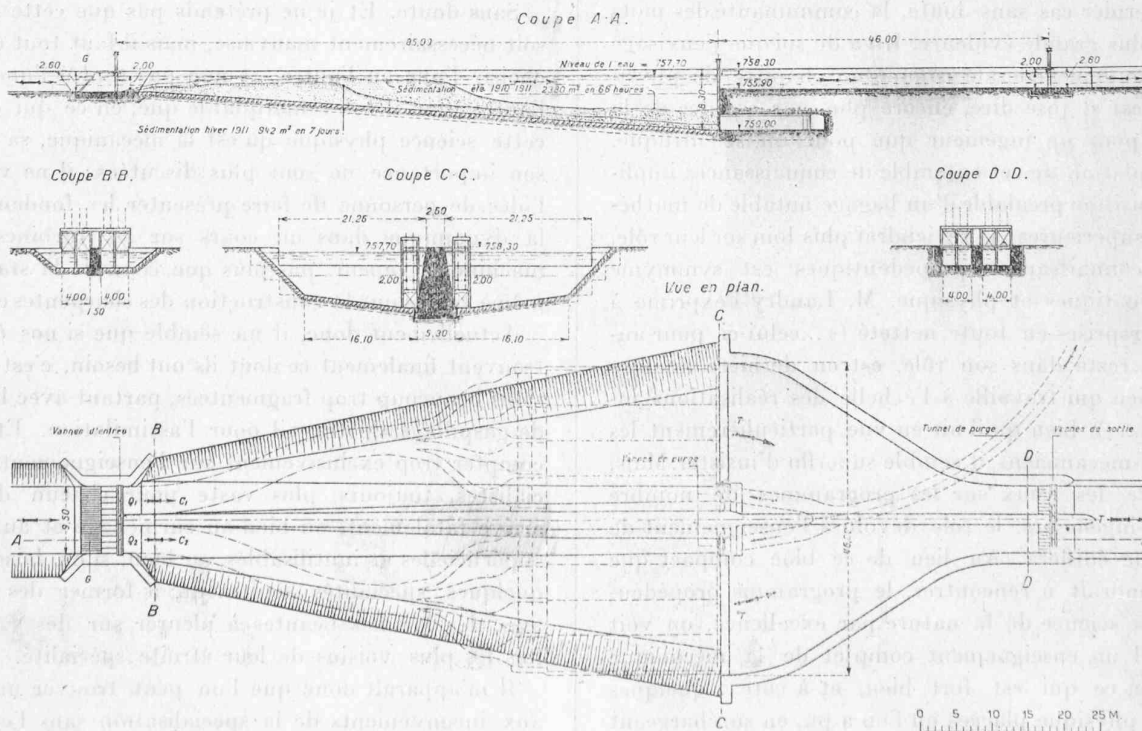


Fig. 1. — Bassins primitifs de décantation de Florida-Alta.