Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 57 (1931)
Heft: 9

Artikel: Le problème de la résistance des matériaux
Autor: Bolle, L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44138

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

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

se relève. Toutes ces opérations sont exécutées par trois hommes en 50 secondes environ.

Dans cet état la « dégarnisseuse » ramenée au gabarit est prête à partir pour aller jusqu'au chevalet de garage. Ce chevalet est visible sur la figure 2.

Il est monté en pleine voie et s'adapte à tous les profils transversaux. Il porte deux rails perpendiculaires à ceux de la voie.

La « dégarnisseuse » est suspendue sur ses deux essieux par l'intermédiaire des chaînes *24* dont une extrémité est attachée aux vis *25* lesquelles peuvent être actionnées par le moteur. C'est sur cette sorte de verin que la machine est élevée ou abaissée par rapport aux rails. (Ce mécanisme sert également à régler la profondeur et le dévers du creusage, la piocheuse, suspendue au châssis étant par ce moyen placée dans la position convenable.) Par l'action des vis *25* sur les chaînes *24* la machine peut être abaissée jusqu'à ce que les roues transversales *26* viennent reposer sur les rails du chevalet de garage. A ce moment les essieux *AV* et *AR* sont soulevés de quelques centimètres jusqu'à ce que le boudin des roues dépasse le plan de roulement. Il ne reste plus alors qu'à embrayer le moteur sur les roues transversales *26* pour entraîner la « dégarnisseuse » sur son chevalet et la garer en dehors du gabarit de circulation des trains.

L'ensemble de ces opérations, depuis le signal du chef d'équipe d'arrêter la machine, jusqu'au signal téléphonique « voie libre » dure, dans la règle, moins de 3 minutes et 30 secondes. Le travail inverse pour remettre la « dégarnisseuse » en chantier après le passage du train se fait en 4 à 5 minutes.

Les principales caractéristiques de la « dégarnisseuse» répondent aux exigences maxima du travail auquel elle est destinée.

L'avancement du travail peut atteindre 75 m à l'heure et même les dépasser dans les terrains favorables. Dans les plus mauvais terrains elle progresse encore de 30 à 40 m à l'heure. Lorsqu'elle circule haut-le-pied, pour se déplacer d'un chantier à l'autre, « dégarnisseuse » peut atteindre 50 km à l'heure et suivre les horaires des trains de marchandises.

Le poids total est d'environ 22 tonnes.

Les avantages manifestes du dégarnissage mécanique ont déjà donné une rapide extension à ce procédé.

La régularité du profil de creusage et du dévers de la plate-forme ne sont pas les moindres.

L'économie appréciable réalisée par la récupération d'un ballast propre et directement mis en place est aussi un facteur important du succès de cette machine.

Enfin et surtout, la grande rapidité du travail qui permet de rendre la voie à l'exploitation normale dans un laps de temps minimum est très appréciée des services d'exploitation.

Les Chemins de fer fédéraux ont été les premiers à utiliser cette nouvelle machine qui aujourd'hui fonctionne régulièrement sur leur réseau.

Nos chemins de fer d'Etat ont d'ailleurs facilité par tous les moyens la réalisation de cette invention, en permettant des essais alors que la machine était encore bien imparfaite et en faisant confiance à l'énergie du constructeur.

Depuis deux ans qu'elle est en exploitation, la « *dégarnisseuse* » a gagné d'autres pays, elle est actuellement utilisée sur une grande échelle en Allemagne, en France et en Belgique.

Le problème de la résistance des matériaux

par M. le Dr L. BOLLE, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne.

(Suite et fin.) [1]

On ne saurait clore un exposé, si incomplet fût-il, des fondements mathématiques de la résistance des matériaux, sans dire quelques mots du *potentiel élastique* ou potentiel des forces moléculaires. Supposer que ces forces moléculaires inconnues ont un potentiel, cela revient à admettre qu'elles forment un *système conservatif*, c'est-à-dire que le travail qu'elles développent pendant la déformation n'est fonction que des états extrêmes du solide et ne dépend pas des états intermédiaires par lesquels il a passé. Si nous partons toujours d'une même position initiale, ce travail sera donc mesuré par une fonction ne dépendant plus que de l'état final du solide, et c'est cette fonction, changée de signe, que nous appelons le potentiel élastique ou potentiel interne du solide. On le définit d'abord, pour un parallélipipède infiniment petit, subissant une déformation homogène ; sa valeur est alors proportionnelle au volume, et le coefficient de proportionnalité est une fonction des 6 paramètres de la déformation. Supposons cette fonction développable en série, suivant les puissances de ces 6 paramètres. Il serait facile de faire voir, d'une part, que le terme constant de ce développement peut toujours être égalé à 0, et, d'autre part, que les termes du premier degré doivent faire défaut, si on exclut l'hypothèse de tensions latentes à l'état naturel. Sous cette seule réserve, le potentiel élastique en un point d'un solide pourra donc être représenté, en première approximation, par une fonction homogène et quadratique des 6 paramètres de la déformation, fonction qui contiendra au maximum 21 constantes.

Voyons maintenant la relation qui doit exister entre le potentiel élastique ou potentiel interne et les forces extérieures appliquées au solide. Nous venons de laisser sous-entendre qu'une pareille relation existait lorsque, d'une condition imposée aux tensions latentes qui sont, par rapport à un élément de volume isolé l'origine de forces extérieures, nous avons tiré une conclusion quant à la forme du développement du potentiel intérieur. On démontre facilement, au moyen du principe des forces vives, que les forces extérieures qui, à un certain moment, font équilibre aux forces moléculaires, doivent dépendre d'une fonction de force, sitôt qu'on admet l'existence d'un potentiel intérieur, et que cette fonction de force est précisément égale au potentiel élastique, défini précédemment.

On comprend, dès lors, qu'il soit possible d'établir les équations fondamentales de l'élasticité sans faire usage de la loi de Hooke ; il suffit d'admettre simplement l'existence d'un potentiel élastique, développable, comme nous l'avons vu, en série suivant les puissances des paramètres de la déformation. On arrive alors au but par le seul moyen des lois de la mécanique rationnelle. Que devient à ce moment la loi de Hooke ? Elle apparaît comme une simple conséquence de l'hypothèse du potentiel et, en même temps, comme une *première approximation* de la loi de l'élasticité ; approxima-

[1] Voir *Bulletin technique* du 18 avril 1931, page 100.

tion qui ne tient compte que des termes du second degré de la fonction potentielle. Or sous cette forme réduite cette fonction ne contient que 21 constantes ; la loi de Hooke, dans ces hypothèses, ne saurait donc en contenir davantage.

Le nombre de constantes de la loi de Hooke a fait l'objet de nombreuses discussions entre les savants de la première moitié du dix-neuvième siècle. C'était l'époque où les partisans de la mécanique physique ou moléculaire de Poisson, et ceux de la mécanique analytique de Lagrange étendue aux milieux continus, se disputaient les divers domaines de la physique. Or, selon le point de vue auquel on se plaçait pour établir les équations fondamentales de l'élasticité, on parvenait à des expressions de la loi de Hooke qui différaient par le nombre des constantes. Comme je vous l'ai déjà dit, l'hypothèse directe, dans un milieu continu, de la dépendance linéaire des paramètres de la déformation et des tensions, conduisait à 2 constantes, pour les corps isotropes, et à 36 pour les anisotropes ; mais l'hypothèse restrictive de l'existence d'un potentiel des forces intérieures ramenait ce nombre de 36 à 21. De son côté la théorie moléculaire parvenait à une expression de la loi de Hooke, qui contenait 1 constante pour les corps isotropes, et 15 pour les anisotropes. L'expérience trancha en faveur del a théorie aux 21 constantes, et la mécanique physique dut renoncer à ne considérer les molécules que comme de simples points matériels. Il serait trop long de vous montrer comment les partisans de cette science essayèrent de modifier leur conception de la molécule pour adapter la théorie à l'expérience ; si intéressantes que soient ces spéculations, elles ont perdu beaucoup de leur intérêt dès le moment où naissait la théorie énergétique.

Ces errements de la loi de Hooke, font bien ressortir à mon avis, le rôle fondamental qu'a joué la notion du potentiel dans l'évolution mathématique de l'élasticité. C'est à la thermodynamique qu'il faut demander la preuve de l'existence d'un potentiel élastique, mais, cette preuve une fois établie, nous pouvons nous dispenser de l'hypothèse des atomes, et par conséquent aussi, de l'étude minutieuse et délicate des forces qui les relient. Nous pouvons en outre exclure de nos considérations certains phénomènes que la nature ne réalise pas et qui seraient compatibles avec d'autres théories puisque nous avons le droit de ramener de 36 à 21 le nombre des constantes de la loi de Hooke.

Si importantes que soient ces simplifications au point de vue des principes, elles ne sauraient beaucoup émouvoir un étudiant *ingénieur* qui se soucie en somme fort peu, et des atomes, et de la loi de Hooke à 21 constantes. Comme sa future carrière industrielle l'oblige, trop tôt à mon avis, à n'apprécier toute chose que selon son rendement pratique, nous lui signalerons d'autres avantages du potentiel élastique, avantages qui l'engageront, croyons-nous, à se familiariser avec cette notion un peu abstraite.

Il suffit en effet d'introduire la notion de potentiel interne dans l'étude des systèmes élastiques, pour parvenir à de nouvelles méthodes de calcul de ces systèmes, en appliquant simplement les principes généraux de la mécanique (principe des forces vives et principe des travaux virtuels). Avec ces méthodes, plus besoin d'introduire dans les calculs, sous forme de déplacements ou d'efforts élastiques, des inconnues auxiliaires qu'il faut éliminer ensuite ; la mise du problème en équation se fait presque sans réflexion, à l'aide seulement de quelques théorèmes qui sont l'expression de ces méthodes nouvelles. Ces théorèmes extrêmement généraux sont ainsi à la résistance des matériaux ce qu'est à la dynamique le principe de d'Alembert ; l'économie de pensée qu'ils réalisent compense donc largement le léger effort qu'on doit faire pour en comprendre l'essence.

* * *

Nous avons encore à examiner les deux conditions de sécurité rencontrées au début, conditions qui devraient écarter tout danger d'instabilité et de rupture du solide. Pour pouvoir écrire ces conditions, nous devons avoir résolu les deux problèmes suivants :

1. Quelle est la valeur critique de l'effort qui peut engendrer une déformation critique, c'est-à-dire qui peut faire passer certains équilibres élastiques de l'état stable à l'état instable.

2. Quelles sont les valeurs qui caractérisent un état de tension susceptible d'amener, tôt ou tard, la rupture d'un matériau.

Le premier est certainement un problème de déformation élastique puisque les déformations critiques apparaissent, le plus souvent, bien avant que la capacité de résistance du matériau soit épuisée. Le second par contre est un véritable problème de résistance, problème dont il faut demander la solution à l'expérience secondée par la théorie des efforts intérieurs.

Si l'étude de la stabilité d'un équilibre élastique est en somme un problème de déformation, pourquoi lui réserver une place à part ? C'est uniquement en raison du fait que les éléments, avec raison négligés dans les chapitres habituels de la résistance des matériaux, sont précisément ceux qui deviennent essentiels dans l'étude des déformations critiques. Pour le physicien habitué à voir dans le cycle des phénomènes naturels, les termes mathématiques d'un ordre quelconque prendre à tour de rôle l'importance prépondérante, cela n'a rien d'étonnant ; mais il n'en faut souvent pas davantage pour semer le trouble et même quelquefois le doute dans l'esprit moins averti de l'étudiant.

Ce que nous avons dit à propos de la détermination des efforts élastiques dans une section d'un solide déformé fera comprendre aisément ce qui caractérise la théorie des déformations critiques. Nous avons vu que pour cette détermination nous pouvions le plus souvent négliger le déplacement élastique de la section dans l'évaluation des éléments géométriques qui interviennent dans les conditions d'équilibre. Il y a cependant deux cas dans lesquels cette simplification n'est plus admissible : 1. lorsque les déplacements élastiques sont de l'ordre de grandeur de ces éléments géométriques ; 2. lorsque ces éléments s'annulent dans l'hypothèse d'un solide invariable. Dans ce second cas, qui caractérise les systèmes instables, c'est la disparition des termes de premier ordre qui donne l'importance prépondérante aux termes de second ordre ; de sorte que si une construction périt par flambement nous pourrons, le plus souvent, considérer ce fâcheux événement comme une vengeance du mathématicien sur le constructeur imprudent qui s'est obstiné à ne considérer que les premiers termes de ses développements.

Les *règles spéciales* qui correspondent à ces deux cas exceptionnels font l'objet de deux chapitres distincts de résistance des matériaux, soit : l'étude des déformations importantes des solides très flexibles et l'étude des déformations critiques des systèmes instables. Ces deux études reposent évidemment sur les mêmes bases que la résistance des matériaux habituelle, on y retrouve les mêmes constantes physiques (module d'élasticité) et les mêmes grandeurs géométriques (moment d'inertie), seules les formules sont différentes. Les déformations en particulier ne s'y expriment plus linéairement en fonction des forces extérieures, de sorte que le principe de superposition n'y est plus valable. Cette dernière remarque nous engage donc à la plus grande prudence, lorsque nous serons tentés d'étendre à ces questions certaines méthodes, en apparence très générales, de la résistance des matériaux (théorème de Castigliano, etc.). Il n'en reste pas moins cependant que la notion du potentiel interne pourra ici encore, et moyennant certaines précautions, être utilisée avec fruits. On le comprend d'autant plus aisément, en particulier, que la mécanique rationnelle résout les questions de stabilité de l'équilibre en utilisant le principe des forces vives et nous avons vu que ce principe n'était applicable à l'étude des systèmes élastiques qu'à la condition d'y introduire la notion du potentiel.

La conclusion à l'étude des systèmes instables est une formule qui exprime la charge critique en fonction du module d'élasticité et des dimensions des solides, formule qui nous permettra d'écrire sans autre la condition de sécurité qui limite en construction l'usage de ces systèmes. Nous voyons donc apparaître, dans cette première condition de sécurité, les modules ou coefficients d'élasticité comme facteurs dépendants du matériau. Dans la seconde par contre interviendront de nouvelles constantes physiques, la *limite d'élasticité* ou la

limite de rupture, constantes qui n'ont aucun rapport avec les modules.

Cette distinction est essentielle lorsqu'on cherche à se rendre compte des conséquences que peuvent avoir, dans la construction mécanique, les récents progrès de la métallurgie moderne. Vous savez en effet que tous ces progrès sont en quelque sorte unilatéraux puisque seules les caractéristiques de résistance des métaux sont améliorées, alors que les modules d'élasticité restent presqu'aussi immuables que les propriétés atomiques du corps. Le constructeur qui dispose ainsi de métaux de plus en plus résistants est tenté de réduire partout les sections, au risque de voir apparaître, dans ses constructions, de nouvelles déformations critiques, puisque, à module constant, la charge critique diminue très rapidement avec les dimensions de la section. Le même danger est à craindre lorsque sans changer les dimensions d'une construction il cherche à en obtenir l'allégement par l'emploi des métaux dits « légers », métaux presqu'aussi résistants que l'acier, mais dont le module d'élasticité est environ trois fois moindre. Il résulte de tout ceci que le taux global de sécurité d'une construction, taux qui dépend en général des deux conditions de sécurité, tendra à dépendre de plus en plus exclusivement de la première puisque l'emploi des métaux nouveaux ne diminue que le danger de rupture, alors qu'il peut augmenter, si l'on n'y prend garde, de deux façons différentes, le danger de flambement. En résistance des matériaux, l'ingénieur devra donc, en raison même des progrès de la métallurgie, prêter un intérêt toujours croissant aux questions de flambement ; il y sera d'ailleurs poussé par une raison plus impérieuse encore, quand il saura que la grande majorité des accidents de construction sont déjà attribuables à cette seule cause.

Si nous avons pu jusqu'ici considérer les solides en quelque sorte du dehors, cela tient au fait que nous n'avons étudié que leur déformation d'ensemble. Or dans ces déformations les corps se comportent comme s'ils étaient continus et homogènes. En substituant donc au milieu hétérogène réel le milieu homogène dont nous sommes partis et en considérant un élément indéfiniment petit, nous n'avons fait qu'étendre aux éléments ultimes des corps les propriétés que ces corps eux-mêmes nous révélaient. Mais avons-nous encore ce droit lorsque nous abordons le *problème de la rupture ?* Le rôle parfois surprenant que joue la plus imperceptible discontinuité dans les phénomènes de rupture, spécialement des corps fragiles, semble nous l'interdire absolument. Si donc on étend parfois à ces questions les méthodes de la théorie mathématique de l'élasticité, il ne faudra plus leur demander le degré d'approximation auquel elles nous ont habitués.

Le but des diverses théories de la rupture est de nous indiquer les facteurs que nous devons faire intervenir dans notre dernière condition de sécurité ; nous disons « des diverses théories » pour bien montrer qu'on en a donné une quantité et que l'accord est loin encore d'être établi.

On s'est contenté au début de limiter la valeur de la tension maximum dans les divers cas de charge pratiques (traction, compression, flexion, etc.) et on ne demandait alors aux essais que de déterminer cette valeur limite dans des conditions expérimentales analogues. Mais lorsqu'on voulut caractériser l'*état critique* par lequel passe un matériau au moment de la rupture, état qui peut être atteint d'une infinité de façons différentes, suivant les valeurs qu'on donne aux paramètres de l'état de tension, il fallut bien étudier le mécanisme de la rupture et pénétrer par conséquent aussi profondément que possible dans le détail de la structure intime des corps. Certaines hypothèses émises à ce sujet et acceptées sans examen approfondi conduisirent à des formules, devenues classiques, mais qui sont en contradiction avec les résultats expérimentaux. C'est à l'expérience, à une observation minutieuse et surtout critique de tous les phénomènes qui accompagnent, soit l'apparition de déformations permanentes, soit la rupture, qu'il faut demander de fournir les bases sérieuses de toutes ces théories ; le rôle des mathématiques est alors simplement d'expliquer ces divers phénomènes en partant de l'état de tension qui les provoque.

Ce sont les observations de Lüders qui ont fourni le point de départ de la théorie de Mohr. Cette théorie explique d'une manière très satisfaisante certains phénomènes de glissement qui apparaissent au moment où la déformation cesse d'être élastique, c'est-à-dire au moment où le matériau, sans encore se rompre, passe par ce qu'on appelle sa *limite d'élasticité*. Elle ne pourra donc fournir le critère de rupture cherché qu'à la condition d'admettre que le fait d'employer un matériau au delà de sa limite d'élasticité, constitue un danger de rupture plus ou moins imminent. C'est à cette seule condition aussi que cette théorie peut être appelée une théorie de la *rupture*, car elle ne rend compte en définitive que de phénomènes de *déformation*. Or au point de vue physique ces deux phénomènes sont bien différents : Lors d'une *déformation* plastique d'un cristal, par exemple, les atomes situés de part et d'autre d'un plan de translation ne font que *glisser* les uns devant les autres, en reconstituant à chaque instant le réseau atomique. Lors d'une *rupture* par contre il y a destruction par arrachement de l'édifice atomique, destruction qui nécessite la mise en jeu d'efforts beaucoup plus considérables. On ne s'étonnera donc pas de trouver la théorie de Mohr en défaut dans l'explication des phénomènes de rupture des corps dits « *fragiles* », c'est-à-dire des corps qui se rompent par arrachement sans subir au préalable une déformation plastique. Ces corps fragiles, ou mieux à l'« état fragile » puisqu'un même corps peut être, suivant les conditions, soit fragile soit plastique, ces corps se rompent dans certains essais d'une façon si étrange qu'il faut faire des hypothèses, à première vue, presqu'aussi étranges pour expliquer ces phénomènes. C'est ainsi qu'on admet au sein d'un milieu (vitrifié par exemple) l'existence de très petites discontinuités, de pores sous-microscopiques et rares qui, modifiant autour d'eux l'équilibre élastique du milieu supposé continu, donneraient naissance à des surtensions locales susceptibles d'amorcer une *rupture par arrachement* même suivant une section pour laquelle l'effort d'arrachement *résultant* serait nul. (C'est ainsi qu'on explique le fait qu'un cube de verre, comprimé entre les plateaux d'une presse, se partage en prismes droits dont les faces, les cassures du cube, sont parallèles à l'effort.) Chose amusante, c'est à la théorie de l'élasticité basée sur l'hypothèse d'un milieu continu qu'on demande de calculer, en fonction de l'état de tension ambiant, les surtensions provoquées par ces discontinuités ; nous avons dit ce qu'il fallait attendre de ces calculs.

Je n'ai plus le temps de vous montrer comment on cherche à utiliser encore cette hypothèse des discontinuités locales, pores ou fissures, pour expliquer la rupture de métaux devenus fragiles par épuisement de leur plasticité. Si cette théorie se vérifie, nous aurons tous les éléments qui nous sont nécessaires pour écrire, également dans l'hypothèse d'une rupture sans déformation préalable, notre dernière condition de sécurité. Nous aurons peut-être aussi une explication plausible de l'immense écart qui existe entre les tensions de rupture déduites de la théorie atomique et celles que donnent les essais habituels de résistance des matériaux. Ce serait vraiment une très grande satisfaction que de sentir cette dernière science reliée une fois, ne serait-ce qu'au moyen d'une discontinuité, à celle du physicien. Mais nous n'en sommes pas encore là et il reste encore beaucoup à faire pour arriver, ne serait-ce que dans le domaine de la résistance des matériaux, à une théorie de la rupture ralliant tous les suffrages. Ce qui importe avant tout, ici, comme partout en science, c'est que les phénomènes à expliquer soient établis avec netteté et précision, en tenant compte de tous les facteurs susceptibles d'y jouer un rôle. Qu'aurait fait Kepler sans les observations de Tycho Brahé ? Nous en sommes en théorie de la rupture à l'époque de Tycho Brahé ; comme lui, nous scrutons l'infini, mais dans le monde des infiniments petits. Car les observations macroscopiques ne suffisent plus ; il nous faut étudier au microscope les déformations des éléments cristallins eux-mêmes, lorsque celles-ci apparaissent, comme dans les métaux très ductiles, avant les lignes de Luders ; il faut même utiliser des méthodes sous-microscopiques, pour déterminer la nature et l'orientation du réseau atomique, puisque les propriétés élastiques

et de résistance d'un milieu cristallin en dépendent. La technique moderne des métaux fournit heureusement à l'expérimentateur des cristaux métalliques uniques de très grandes dimensions qu'il est relativement facile de soumettre aux essais classiques de résistance des matériaux. C'est de ces expériences que j'avais eu primitivement l'intention de vous parler dans cette leçon. Elles m'eussent permis de vous donner une image plus frappante et assurément plus concrète de la loi de l'élasticité dans toute sa généralité ; elles m'eussent permis aussi de vous montrer tout ce que la métallurgie, la construction mécanique et la résistance des matériaux peuvent espérer des rapides progrès de la *théorie atomique des métaux*, théorie dont nous avons pu, momentanément, si bien nous passer.

Si j'ai renoncé à ce projet, c'est avant tout par souci de rendement. Je me suis dit que dans sa future carrière, un ingénieur pouvait ignorer les conditions de déformation et de stabilité d'un édifice atomique, s'il connaissait celles de ses magnifiques et imposantes constructions. Mais, si j'ai cédé par déformation professionnelle à cette préoccupation de rendement, à cette faveur qu'on accorde trop souvent aux choses les plus en vue, je voudrais vous recommander, à vous jeunes étudiants, de ne pas me suivre trop tôt dans cette voie. Que l'utilité ou le succès des choses, ne soient pas, pour vous, les uniques raisons de vous y intéresser ; vous osez, pendant vos études tout au moins, considérer aussi votre propre plaisir, et prendre quelquefois l'attitude plus sympathique de l'homme de science, attitude superbe d'indépendance à laquelle Montaigne fait allusion lorsqu'il dit :

« Souvienne vous de celuy à qui, comme on demandoit à quoy faire il se peinoit si fort en un art qui ne pouvoit venir à la cognoissance de guère de gens : « J'en ay assez de peu, répondit-il. J'en ay assez d'un. J'en ay assez de pas un. »

Concours d'idées pour l'établissement d'une plage et l'aménagement du nouveau port, à Nyon.

(Suite et fin.) [1]

Projet d'utilisation du port « Quai de l'Hôpital ».

Le jury procède à l'examen des projets et en élimine 6 au premier tour et 2 dans un second tour.

Il reste en présence deux projets :

Motto « Sport ». — Projet intéressant. Bonne composition architecturale. Le motif en élévation dominant l'ensemble serait d'un très heureux effet. L'aménagement prévu pour les bateaux pourrait être agrandi au fur et à mesure des besoins.

Motto « Suzanne au bain ». — Belle étude. Idées originales et intéressantes qui contribueraient à l'embellissement du port. Disposition d'arcades dont le cachet consiste dans l'utilisation du bâtiment actuel.

Le jury établit le classement comme suit :

1er rang : projet « Sport ».
2me rang : projet « Suzanne au bain ».

et attribue les prix :

de 300 francs pour le 1er rang.
de 200 francs pour le 2me rang.

Le jury recommande l'achat des projets : « Falaise » pour 150 francs ; « Axe » pour 50 francs.

L'ouverture des enveloppes des projets primés révèle comme auteurs du projet « Sport » MM. *Pache* et *Pilet*, architectes à Lausanne ; du projet « Suzanne au bain », M. *Buffat*, architecte à Genève, en collaboration avec M. *Delisle* à Coppet.

Un curieux cas d'isolement phonique.

Nous empruntons à la *Revue Technique Sulzer* la description d'un ingénieux et parfaitement efficace dispositif d'isolement phonique construit, sur des principes rationnels, par M. F.-M. Osswald, chargé de cours à l'Ecole polytechnique fédérale.

[1] Voir *Bulletin technique* du 18 avril 1931, page 183.

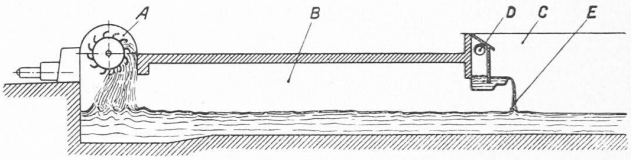

Fig. 1. — Schéma du dispositif d'amortissement du bruit dans le canal de fuite de la turbine.

A = Turbine Pelton. — *B* = Canal de fuite couvert. — *C* = Canal de fuite à ciel ouvert. — *D* = Tuyau d'amenée. — *E* = Rideau hydraulique.

Il se rapporte à une usine hydro-électrique, avec accumulation hydraulique, située dans une haute vallée rocheuse et assez étroite, à proximité d'une petite station de villégiature. L'installation comprend : un moteur-générateur de 10 000 kVA, une turbine hydraulique Pelton de 15 000 ch, un engrenage de 750 à 1000 t/mn actionnant deux pompes centrifuges à haute pression, avec accouplements à débrayage des deux côtés de l'engrenage.

Le bruit causé par cette usine provenait des organes suivants :

a) moteur-alternateur, de construction mi-ouverte ; air aspiré du dehors et refoulé au dehors : bourdonnement sourd, à pulsations régulières, provenant de la ventilation ;

b) engrenages à dents rectifiées à la meule : ton chantant, d'intensité uniforme ;

c) manchons d'embrayage et pompes centrifuges : bruit peu important, à peine gênant au dehors ;

d) roue Pelton : son de trompette tonitruant, sortant du canal d'écoulement ;

e) appareils électriques accessoires : bruit insignifiant.

Suivant l'intensité décroissante du bruit, les organes se classent ainsi : roue Pelton, moteur-alternateur, engrenages. L'usine travaillant en parallèle avec d'autres stations situées dans la vallée basse, il se produit fréquemment, à toutes les

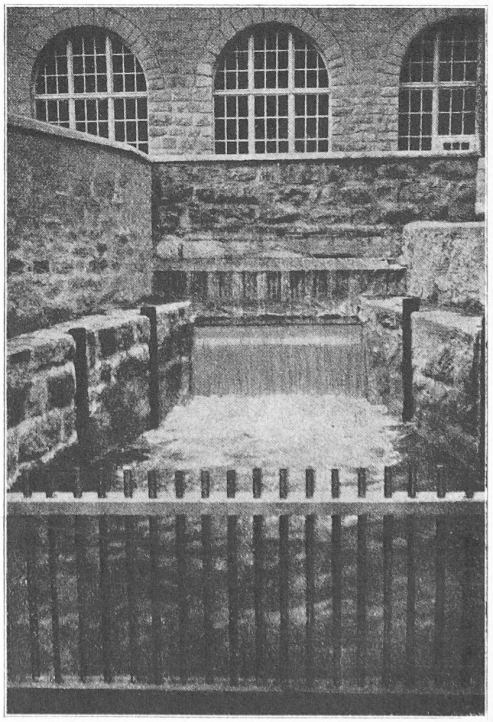

Fig. 2. — Canal de fuite de l'usine de Tremorgio, avec le rideau d'eau amortissant le bruit de la turbine.