

La Conception Moderne des Laboratoires Techniques Universitaires

par

/

Fernand CAMPUS

Ingénieur A. I. Br., A. I. Lg. et A. I. M.

Professeur de Constructions du Génie civil à l'Université de Liège

Extrait de la *Revue Universelle des Mines*, n° du 15 Décembre 1926
(7^{me} série, t. XII, n° 6)

LIÈGE

IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE

4, PLACE SAINT-MICHEL, 4

—
1926

CORRESPONDANCE

La conception moderne des laboratoires techniques universitaires.

RECTIFICATION

Nous recevons de notre collaborateur, M. F. Campus, une lettre dont nous extrayons les lignes suivantes :

« L'installation à 750.000 volts de l'Université de Bruxelles dont » il est question dans mon article de la *R. U. M.* du 15 décembre 1926, » page 243, a été établie par la Société Oerlikon. C'est par confusion » que je l'avais attribuée à la filiale française d'une autre maison suisse.

» A l'obligeante intervention de M. Van Sandick, Membre d'honneur » de l'*A. I. Lg.*, j'ai reçu de M. J. A. Ringers, ingénieur dirigeant les » travaux de la nouvelle écluse d'Ymuiden, une brochure des articles » publiés dans la revue « *De Ingenieur* » au sujet de cette construction » (nos 39 et 40 de 1924, n° 42 de 1925). Elle confirme les économies » réalisées par l'étude des dispositifs de sassement dans un laboratoire » d'hydraulique appliquée, auxquelles je faisais allusion dans l'article » précité (p. 246). M. Ringers les évalue à 250.000 florins. »

F. CAMPUS (1919).

Le dépôt légal de cet ouvrage a été fait en Belgique, en France et en Angleterre conformément aux lois.

Toute reproduction du texte et des dessins n'est autorisée qu'en citant la *R. U. M.* avec les mentions bibliographiques.

La Conception Moderne des Laboratoires Techniques Universitaires

par

Fernand CAMPUS

Ingénieur A. I. Br., A. I. Lg. et A. I. M.

Professeur de Constructions du Génie civil à l'Université de Liège

Extrait de la *Revue Universelle des Mines*, n° du 15 Décembre 1926
(7^{me} série, t. XII, n° 6)

LIÈGE

IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE

4, PLACE SAINT-MICHEL, 4

1926

LA CONCEPTION MODERNE DES LABORATOIRES TECHNIQUES UNIVERSITAIRES

par Fernand CAMPUS

Ingénieur A. I. Br., A. I. Lg. et A. I. M.

Professeur de Constructions du Génie civil à l'Université de Liège

Le 3 juillet dernier, l'*Association des Ingénieurs sortis de Bruxelles* et l'Ecole Polytechnique de Bruxelles ont organisé une Journée universitaire, au cours de laquelle les « anciens » et leurs familles ont été conduits dans les laboratoires techniques, dont les directeurs faisaient les honneurs. Les explications et surtout les nombreuses expériences ont fait une profonde impression sur l'assistance. L'intérêt de cette visite était tel que je crois utile d'en donner un compte rendu à l'*Association des Ingénieurs sortis de Liège*.

Je ne commets ainsi aucune indiscretion, car le président de l'A. I. Br. a communiqué, au cours de cette Journée, que les membres des autres Associations d'ingénieurs du pays seraient invités aux prochaines réunions de ce genre. Ce geste confraternel est la preuve que, dans le monde universitaire, il peut exister de l'émulation, mais pas de rivalité.

Les nouveaux laboratoires techniques de l'Université de Bruxelles sont vastes, clairs, pratiques, très propices au travail. Pas trop grands, d'ailleurs, et s'ils paraissent encore parfois un peu vides, c'est qu'ils sont très récents. Mais on a bien fait de voir large et de réaliser de même. Pas de luxe ; une claire sobriété. C'est impressionnant de simplicité, de lumière et de belle ordonnance. On y perçoit l'influence d'un esprit de réforme et de travail qui existe incontestablement chez cette pléiade de professeurs énergiques et organisateurs.

Il faut bien insister sur le fait que toutes ces réalisations, qui ont coûté des dizaines de millions, sont l'œuvre des initiatives privées. Les concours ont été nombreux ; ils étaient d'ailleurs indispensables et ils étaient tous de nature privée ou dus à l'action privée. L'Ecole Polytechnique les a trouvés surtout chez ses anciens élèves qui, dans la mesure de leurs moyens et de leur influence, ont contribué à l'édification des nouveaux instituts. Elle en a trouvé de nombreux et puis-

sants dans le monde des affaires industrielles et financières. La fortune a souri aux audacieux.

C'est pour entretenir cet excellent esprit de collaboration et d'union, pour prolonger l'influence de l'Ecole, que ces Journées universitaires ont été instituées.

L'Ecole Polytechnique de Bruxelles a entrepris une réforme de l'enseignement technique supérieur dont les éléments essentiels sont les laboratoires techniques. Ils sont établis suivant les conceptions modernes, neuves en Belgique, mais déjà consacrées à l'étranger. Au laboratoire conventionnel de démonstrations stéréotypées, on a substitué le laboratoire de recherches et d'études. Sans doute, on n'y abandonne pas tout de suite les élèves à eux-mêmes, mais, systématiquement, on leur inculque une discipline suffisante pour qu'ils puissent bientôt agir sans contrainte extérieure. J'aurai l'occasion de revenir sur ce point plus tard, mais je note que les travaux originaux d'élèves ou anciens élèves sont déjà nombreux.

Ces laboratoires sont outillés en vue des recherches et des travaux techniques, c'est-à-dire industriels. Ils sont aptes à des recherches industrielles et ils en exécutent réellement. « Nous demandons à être alimentés en problèmes », disait M. Dustin, directeur du laboratoire d'essai des matériaux ; il semblait déplorer que l'alimentation fût encore insuffisante.

Cependant, le *Groupement professionnel des fabricants de ciment Portland artificiel de Belgique* a conclu un accord avec l'Université de Bruxelles pour exécuter dans son laboratoire d'essai des matériaux, un important programme de recherches sur les bétons. Par suite de l'importance de l'industrie belge des ciments, cet accord constitue un succès notoire de l'effort entrepris par l'Ecole Polytechnique.

Des essais approfondis de résistance des joints soudés ont été entrepris à la demande d'une société de soudure électrique. M. Dustin en a exposé brièvement les premiers résultats qui, sous réserve de vérification ultérieure, peuvent préciser ou modifier la portée de certaines méthodes générales d'essai des matériaux. Les machines d'essai sont des plus perfectionnées et des plus puissantes. Elles permettent d'exercer des contraintes considérables et il est très avantageux de pouvoir y recourir pour les industriels qui ne peuvent posséder d'aussi fortes machines. Ces laboratoires disposent aussi du personnel nécessaire. Diverses démonstrations ont été faites dans les machines d'essai par M. L. Baes, président de la Faculté, avec une rapidité et un ordre parfaits et une complète réussite. Pendant un court passage au laboratoire de photoélasticité, M. le professeur Baes projette en quelques minutes plusieurs essais photoélasticimétriques très suggestifs.

La même impression d'efficacité se dégage du laboratoire de mécanique, dirigé par M. le professeur Bogaert. Il a présenté surtout une nouvelle plate-forme dynamométrique pour l'essai des voitures automobiles, unique en Belgique et qui, d'après M. Bogaert, donne à frais

incomparablement moindres des indications beaucoup plus précises aux constructeurs qu'une course ou un parcours d'essai. Une démonstration de fonctionnement fut faite avec une camionnette.

Cet appareil m'a beaucoup intéressé au point de vue du génie civil. L'étude rationnelle de la route doit être basée sur les effets qu'exercent les véhicules automobiles sur les revêtements des chaussées. Or, si cette étude est, en théorie, simple et bien connue, par contre, les renseignements numériques scientifiquement établis font presque complètement défaut. Les ouvrages spéciaux donnent force détails à propos des moteurs, des mécanismes; etc., mais ne sortent pas du domaine des généralités en ce qui concerne l'étude dynamique du véhicule (1). La dynamométrie des automobiles est donc presque inexistante et reste un domaine intéressant à explorer pour les mécaniciens. La plate-forme dynamométrique me paraît susceptible d'être un appareil précieux pour des recherches telles que celles qui ont trait aux automobiles à gazogènes, dans l'étude desquels M. le professeur Warnant, qui est aussi attaché au laboratoire de mécanique, s'est déjà distingué. Je pense que cette plate-forme peut aussi fournir les renseignements les plus intéressants pour l'ingénieur des routes, notamment au sujet des valeurs habituelles et maxima réelles des efforts aux jantes des roues motrices, des coefficients de traction et d'adhérence au démarrage et en mouvement, du patinage, etc.

Un laboratoire d'hydraulique est annexé au laboratoire de mécanique; il ne semble pas encore mis au point. Il est probable qu'il est destiné surtout à des recherches hydromécaniques.

Les laboratoires d'électricité sont multiples. Le laboratoire des machines, dont un récent bulletin technique des A. C. E. C (2) a donné une description détaillée, est très bien installé et établi suivant un programme qui honore ses auteurs. Il ne s'agit pas ici d'un laboratoire de recherches industrielles, puisque, dans ce domaine, les études ne peuvent guère se faire que dans les ateliers de construction, sur des combinaisons neuves d'organes ou de machines. C'est plutôt un laboratoire d'initiation pratique et de contrôle des principes.

M. le professeur Jochmans, qui le présentait en l'absence du directeur, M. Halleux, déclarait que l'on habitue les élèves à faire tous les montages et toutes les manipulations eux-mêmes, y compris la manœuvre des tableaux. Or, il y a généralement plusieurs groupes au travail et les distributions sont multiples. Une fausse manœuvre peut donc avoir des conséquences étendues. Cette liberté laissée ou, peut-on dire, imposée aux étudiants doit développer chez eux le sens de la réflexion et de la responsabilité. Il paraît que les erreurs sont extrêmement rares. Un autre principe appliqué dans ce laboratoire est de vérifier

(1) Dans un ouvrage très récent de M. Bover-Guillon, la question est mieux développée.

(2) Avril-juin 1926.

expérimentalement des calculs théoriques faits sur les machines et aussi de concrétiser par des expériences multiples et diverses la réalité des notions les plus abstraites. Par exemple, l'étude détaillée du flux magnétique par des sondes après la détermination globale du flux ; l'étude de la variation du potentiel au collecteur par le balai mobile ; l'étude de l'influence de l'entrefer par des pièces polaires coulissantes, etc. M. Jochmans déclarait que presque tous les élèves obtiennent une concordance très satisfaisante entre les calculs effectués d'après les plans des machines et les résultats des essais. Les appareils de mesure les plus perfectionnés et modernes sont d'ailleurs à leur disposition ; c'est ainsi que tous les essais dynamométriques se font à l'aide de dynamomètres de torsion.

Le laboratoire des mesures électriques, très grand et bien établi, est un modèle. Il est aussi probablement destiné surtout à l'initiation des élèves ; peut-être convient-il aussi à des études d'un ordre plutôt scientifique.

Mais c'est le caractère de laboratoire de recherches et d'essais qui domine de nouveau dans le laboratoire de très haute tension, dont c'était ce jour-là l'inauguration, à vrai dire un peu hâtive, puisqu'il n'était pas encore tout à fait prêt, d'après son directeur, M. le professeur Van Cauwenberghe. Suffisamment, cependant, pour que l'assistance ait pu être tenue pendant une demi-heure sous l'impression un peu fantastique des arcs à 750.000 volts, des pétarades d'étincelles, des gaines lumineuses. Les explications de M. le professeur Van Cauwenberghe sur les concours grâce auxquels il a pu monter son laboratoire, étaient particulièrement intéressantes. La firme française ~~Brown Boveri~~ *Oerlikon Boveri* a fabriqué les transformateurs en cascade à 750.000 volts, spécialement établis pour le laboratoire et fournis en dessous du prix de revient. Les traversées, les isolateurs et quantité d'autres appareils sont des dons. Les sphères de l'éclateur, de grandes dimensions, dont la coulée doit être sans défauts et a dû être recommencée à diverses reprises, ont été fournies au prix ordinaire, etc. Bref, M. Van Cauwenberghe estimait que le laboratoire vaut le double de ce qu'il a coûté.

Cette remarque peut être généralisée d'ailleurs pour les autres laboratoires, car de nombreux appareils et machines sont des dons d'anciens élèves ou d'industriels ; des commandes importantes ont été livrées à des prix très réduits, etc.

La Journée avait débuté par une heure de démonstrations tout à fait modernes dans l'auditoire de physique de M. le professeur Piccard. Je puis bien citer ces travaux de science pure à propos des laboratoires techniques, car une des questions traitées était l'étude par les lames minces liquides de la répartition des tensions élastiques dans la torsion des barres droites de section quelconque.

Un autre point intéressant au point de vue technique est que le laboratoire de physique emploie de nombreux appareils spécialement construits pour lui en Belgique, ce qui favorise le développement d'une

industrie d'instruments scientifiques et de mesure dans notre pays. (M. Piccard est de nationalité suisse.) C'est probablement à l'action des laboratoires universitaires de leurs pays que l'on doit la prépondérance de certaines firmes étrangères pour les appareils de mesure.

Il est certain que de tels moyens et de telles méthodes, qui substituent dans une large mesure l'évidence des faits constatés à la relation verbale, doivent augmenter considérablement l'efficacité de l'enseignement technique supérieur. C'est ce que M. le professeur Jochmans exprimait en disant que la formation par le laboratoire a pour but de réduire et de rendre moins pénible la période d'adaptation industrielle des ingénieurs frais émoulus de l'Université. Des réflexions et de l'intérêt exprimés par de nombreux chefs d'industrie présents à cette visite, on peut déduire que cette formation est capable aussi de modifier les sentiments des industriels et chefs d'entreprises à l'égard des jeunes ingénieurs qui en ont bénéficié. Une conséquence de ces méthodes est la nécessité d'une sélection plus rigoureuse. L'École Polytechnique l'a reconnue et est décidée à préférer la qualité des étudiants à la quantité. Ainsi réorganisée, cette École ouvre la voie du progrès aux établissements d'enseignement technique supérieur du pays ; déjà, le succès a couronné ses nouvelles méthodes.

L'exemple de l'Université de Bruxelles peut convaincre de l'utilité des laboratoires techniques établis suivant les conceptions modernes. Mais il est intéressant de compléter cet exposé par quelques constatations qu'il m'a été donné de faire en Belgique et à l'étranger, et qui renforcent encore cette conviction.

Lors du récent Congrès technique de l'A. I. G. à l'Université de Gand, j'ai pu constater que ses Ecoles spéciales du Génie civil sont beaucoup plus spacieusement installées que les Ecoles spéciales des Mines de Liège. Elles occupent cependant un bâtiment relativement ancien, mais qui leur est exclusivement réservé. Je ne connais pas la situation générale des laboratoires. Mais il y a un rapprochement à faire entre l'utilisation des laboratoires de l'Université de Bruxelles par les cimenteries belges et la convention intervenue entre l'Administration des Chemins de fer de l'État et l'Université de Gand. L'Administration des Chemins de fer établit dans ses locaux, à Gand, un laboratoire d'essais de béton et de béton armé, dont la direction est confiée à M. le Professeur Magnel, de l'Université de Gand, qui en dispose pour les besoins de l'enseignement, des études et des recherches. Le nouveau laboratoire d'essai des matériaux de l'École Militaire de Bruxelles a été établi après la guerre d'une manière moderne. Les ouvrages récents de son directeur, M. le professeur Rabozée, sur la connaissance des matériaux, exposent excellemment les résultats obtenus. Ce laboratoire exécute aussi des essais industriels. Les matériaux pierreux employés à la construction du barrage de la Warche, à Robertville près de Malmedy, y ont été éprouvés.

A l'étranger, de tels laboratoires existent depuis longtemps et y ont

atteint un haut degré de perfection. En France, notamment, il y en a plus qu'on ne croit communément à cause de la discrétion du travail qui s'y opère. Il y a plusieurs laboratoires d'hydraulique, des laboratoires routiers, dont nous sommes dépourvus. L'École nationale des Ponts et Chaussées dispose déjà d'un laboratoire d'essai de matériaux pour les routes, mais un projet est établi pour en construire un plus important et moderne, avec une grande piste d'essai. Il existe d'importants laboratoires d'essai des matériaux, tel celui du Conservatoire national des Arts et Métiers, etc. Les facultés de provinces ne sont pas démunies.

Mais l'Allemagne et la Suisse nous dépassent d'une manière presque écrasante dans ce domaine. J'ai visité récemment l'Exposition internationale des voies navigables et des forces hydrauliques à Bâle. Les sections suisses et allemandes étaient très importantes et d'un grand intérêt. Leurs compartiments les plus dignes d'attention étaient ceux des laboratoires des écoles techniques.

L'exposition des laboratoires d'hydraulique appliquée d'Allemagne (Dresde, Karlsruhe, Hanovre, Berlin, Munich, etc.) était très importante et du plus haut intérêt. De nombreux modèles étaient présentés en fonctionnement. Des diagrammes et clichés relatifs à un grand nombre de recherches pratiques ou industrielles montraient quelle est l'activité de ces laboratoires. L'enseignement en bénéficie naturellement, puisque, dans ces universités, l'étude de l'hydraulique peut être accompagnée de démonstrations sur des modèles à petite échelle.

Dans la section suisse, c'était surtout le stand de la Faculté technique de l'Université de Lausanne qui se distinguait. Il exposait de nombreux documents et objets relatifs aux forces hydrauliques. Un intérêt exceptionnel s'attachait à l'exposition des résultats des recherches de M. J. Bolomey, ingénieur, directeur des travaux des Forces motrices de Barberney et de Vernayaz, usines des chemins de fer fédéraux, au sujet de la composition et de la résistance des bétons. Ces études ont été faites en vue de la construction des grands barrages des usines précitées; elles sont inspirées des travaux de l'Américain Abrams. Les résultats généraux en sont exprimés sous une forme très simple. La présentation des diagrammes, des échantillons et des éprouvettes de béton était très intuitive.

Dans l'exposition importante de l'École Polytechnique Fédérale de Zurich, on remarquait les plans et le modèle du nouveau laboratoire d'hydraulique appliquée, en cours de construction.

Le but des travaux effectués dans ces laboratoires est multiple : didactique, scientifique et aussi pratique. Je puis citer un cas d'expérience personnelle à l'appui de leur utilité dans l'exécution des grands travaux.

Dans le territoire de la Sarre, on a construit de 1924 à 1926, une usine hydroélectrique en rivière, de 12.000 CV. installés et 10 mètres de hauteur de chute. Elle a fait l'objet d'une concession du gouverne-

ment sarrois et d'un accord officiel avec les autorités allemandes, par suite de la proximité du barrage de la frontière germano-sarroise. Après coup, la société concessionnaire a demandé de pouvoir réduire le débouché de l'ouvrage pour des raisons d'économie. Des objections ont été faites, mais, d'autre part, la société avait déjà pris des mesures d'exécution d'après le nouveau plan. Pour résoudre la question au mieux de tous les intérêts, les gouvernements ont fait procéder à des essais au laboratoire d'hydraulique appliquée de l'École technique supérieure de Darmstadt, en vue de déterminer les dimensions minima et les formes les meilleures des pertuis du barrage et de l'écluse. Les résultats ont été très satisfaisants et ont fait économiser des sommes importantes. L'ouvrage a été construit d'après les indications des essais.

Au cours de ces travaux, les professeurs et fonctionnaires allemands me citèrent les études faites les années précédentes au laboratoire hydrotechnique de l'Université de Berlin à Charlottenbourg pour les dispositifs de remplissage de la nouvelle écluse d'Ymuiden, en Hollande. Ils me disaient que les résultats obtenus avaient fait économiser en florins une somme équivalente à plusieurs millions de francs.

Notre pays est, plus que sa voisine du Nord, obligé de faire des économies et n'a pu se résoudre encore à celle de construire un laboratoire d'hydraulique appliquée. Ce n'est pas un paradoxe, car il aurait pu faire réaliser des économies de temps et d'argent constituant un multiple important de son prix d'établissement. On pourrait le prouver à propos de travaux publics récents. Un laboratoire routier, pourvu d'une collection de matériaux pierreux comme celle de l'École nationale des Ponts et Chaussées, à Paris, pourrait rendre les mêmes services. Dans un autre domaine, la Chronique de l'A. I. Lg., du 8 octobre 1926, montrait la grande utilité de l'Institut de Géologie établi par l'Etat néerlandais dans son bassin houiller.

Je conclus de mon exposé que la Belgique doit faire un effort pour ses laboratoires si elle ne veut pas se laisser dépasser davantage par ses voisins. Il doit partir des universités et être multiplié par l'appui des anciens élèves, des industriels et des financiers. Il faut plus particulièrement que les Ecoles spéciales de Liège soient dotées le plus tôt possible d'instituts et de laboratoires dignes d'elles et conformes aux conceptions modernes. Ces laboratoires doivent devenir des centres de recherches et d'études, en collaboration avec l'industrie, comme à Bruxelles et à l'étranger.

La faveur dont jouissent en Belgique les travaux des professeurs étrangers ne résulte le plus souvent que de la supériorité des moyens matériels dont ils disposent. Certains de nos compatriotes professent ou travaillent avec éclat à l'étranger, grâce à des installations dont ils n'auraient pu disposer chez eux. Il faut bien insister sur le fait que, dans l'enseignement technique, les professeurs dépourvus de laboratoires et de moyens matériels suffisants sont en état d'infériorité manifeste par rapport à leurs collègues plus favorisés.

Je pense qu'une faculté technique nouvelle, dotée d'instituts spacieux, de laboratoires modernes, de moyens puissants, serait, pour le bassin de Liège, un facteur de prospérité plus permanent que l'exposition qui semble seule retenir l'attention publique.

Elle est nécessaire pour soutenir nos ingénieurs dans la concurrence toujours plus âpre qu'ils rencontrent hors du pays. Elle est nécessaire pour conserver le contingent d'étudiants étrangers, même lorsque l'attrait de la dépréciation de notre monnaie aura disparu. Ces deux points ne peuvent actuellement être indifférents à notre industrie exportatrice.

C'est pourquoi il faut rendre hommage aux hommes dévoués qui se sont attachés à la tâche ingrate d'y pourvoir, dans des circonstances difficiles. Mais il faut encore davantage les aider à réussir et ce ne sera pas trop du concours de tous les ingénieurs sortis de Liège, de toutes les autorités publiques et de toutes les forces économiques du bassin. Il est indispensable, pour éviter les conséquences graves d'un plus grand retard, car la tâche sera longue.