

**LE CENTRE D'ÉTUDES,
DE RECHERCHES ET D'ESSAIS
SCIENTIFIQUES (C. E. R. E. S.)
DES CONSTRUCTIONS DU GÉNIE CIVIL
ET D'HYDRAULIQUE FLUVIALE
DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE**

par

F. CAMPUS

1. Historique succinct

Le Laboratoire d'essais des constructions du Génie Civil a été inauguré le 28 mars 1930, en présence de :

feu M. le Professeur J. DUESBERG, alors Recteur-Président de la Commission administrative du Patrimoine de l'Université de Liège ;

M. le Professeur M. DEHALU, alors administrateur-inspecteur de l'Université de Liège ;

plusieurs membres de la Commission administrative du Patrimoine de l'Université de Liège, feu MM. les Professeurs DE BAST et WILLEMS et M. le Professeur D. DAMAS ;

M. le Professeur A. DELMER, alors Secrétaire général du Département des Travaux Publics ;

enfin du soussigné et de ses collaborateurs M. R. DANTINNE, chef de travaux et A. SPOLIANSKY, assistant.

Le personnel du laboratoire se composait d'un préparateur.

Les installations se trouvaient primitivement dans un immeuble vétuste sis 9, rue Grétry, qui a depuis été livré aux démolisseurs. Je me réfère, au sujet du caractère général de cette installation, à ma note intitulée : « Constructions du Génie Civil » (Revue Universelle des Mines, Liège, février 1938).

A l'origine, le laboratoire disposait d'une salle de $8 \times 5 \text{ m}^2$, constituant le laboratoire proprement dit, de deux caves souterraines de $3 \times 5 \text{ m}^2$ et $4,5 \times 5 \text{ m}^2$ et d'une cour en plein air. En octobre 1930, cette cour fut couverte d'une toiture vitrée et convertie en atelier. En janvier 1934, le laboratoire s'agrandit, aux dépens des locaux jusque là réservés au logement du préparateur-concierge, de deux pièces aménagées l'une en bureau, l'autre en salle de chimie, et d'une cave ($4 \times 4 \text{ m}^2$).

Dans le cours de l'été de 1934, le laboratoire des liants hydrauliques et hydrocarbonés fut transféré dans une annexe sommairement aménagée de l'ancienne abbaye du Val-Benoît, près de l'emplacement des nouveaux instituts. Ce transfert fut décidé à propos de l'entreprise, pour le compte de l'Administration des Ponts et Chaussées, d'un essai de grande envergure concernant la résistance des ciments à l'action de l'eau marine, essai qui se poursuit encore actuellement.

Entre 1934 et 1937, le laboratoire d'hydraulique fluviale prit aussi naissance modestement dans des pièces désaffectées de l'abbaye du Val-Benoît, où quelques essais de filtration furent entrepris avec le concours de M. R. SPONCK.

Enfin, dès avant leur achèvement complet, les nouveaux locaux mis à ma disposition dans le nouvel Institut du Génie Civil pour les deux laboratoires furent progressivement occupés, de telle sorte que, lors de l'inauguration solennelle au mois de novembre 1937, tous les laboratoires étaient en service normal. Ils connurent alors environ deux années d'activité intense, puis la guerre vint, dès l'automne de 1939, ralentir leur essor. Cependant, la rapide tourmente de mai 1940 les laissa intacts et, sous le régime de l'occupation allemande, ils poursuivirent un travail discret, dans le seul but de survivre

jusqu'à la libération. Celle-ci, hélas, devait les trouver en ruines. Les bombardements violents de mai 1944 endommagèrent gravement les instituts du Val-Benoît et principalement celui du Génie Civil.

Les grandes machines d'essai, intransportables, furent laissées sur place, enduites d'épaisses couches de graisse et visitées périodiquement, entre les bombardements. Le restant du matériel fut déménagé, souvent par des moyens de fortune, à l'ancien institut de mécanique, 32, boulevard de la Constitution, où il resta pendant trois ans, jusqu'à l'été de 1947. Le sauvetage de ce matériel fut une équipée mouvementée, dangereuse, difficile et ingrate. Ce fut cependant une grande action, car elle sauva l'existence des laboratoires dont la presque totalité de l'équipement fut conservée et mise à l'abri. Il y eut certes des dégâts, des dégradations, des bris, des pertes et des disparitions, mais le principal et l'essentiel furent préservés.

Actuellement, le matériel, la bibliothèque et les archives ont réintégré l'Institut du Génie Civil en voie de réparation et l'on peut entrevoir l'époque prochaine où tout sera remis en ordre. Il reste encore des dommages à réparer, des pertes à remplacer, mais bientôt le laboratoire sera reconstitué dans son intégrité, avec un matériel remis en parfait état de fonctionnement et même augmenté par d'importantes acquisitions récentes. A la faveur d'une nouvelle répartition des locaux et de légères transformations effectuées à l'occasion de la restauration de l'Institut du Génie Civil, les Laboratoires d'essais des constructions du Génie Civil et d'hydraulique fluviale, après une dangereuse épreuve victorieusement surmontée, sont placés dans des conditions aussi favorables que possible pour leur nouveau départ. Ils sont, plus encore qu'avant, en mesure de répondre à toutes les tâches qui peuvent leur être proposées. C'est à cet état de leur évolution que le Centre d'études, de recherches et d'essais scientifiques (C. E. R. E. S.) entreprend de promouvoir la marche ascendante des laboratoires et d'assurer leur pérennité.

2. Régime d'organisation des laboratoires

Conformément aux idées exposées dans une publication de 1926, intitulée : « La conception moderne des laboratoires techniques universitaires » (Revue universelle des Mines, 15 décembre 1926), précisées, à la suite d'un voyage d'études entrepris en juin 1927 avec l'appui de la Commission administrative du Patrimoine de l'Université de Liège, dans un rapport remis à cette Commission, les laboratoires prêtent leurs services à l'industrie et aux administrations, moyennant rémunération. Les recettes sont exclusivement affectées aux besoins des laboratoires. Ce système est inspiré surtout des exemples suisses. Le Laboratoire fédéral d'essais des matériaux de Zurich, qui a des attaches à l'Ecole polytechnique fédérale de cette ville mais n'en dépend pas effectivement, est le laboratoire d'Europe le plus important. Il applique partiellement le système précité, mais il bénéficie en plus d'importantes subventions officielles. Mes laboratoires ont plus d'analogie avec celui d'essai des matériaux de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne, qui doit vivre principalement du produit des services rendus.

Ces exemples, étudiés en 1927, m'ont inspiré assez de confiance pour mettre en route l'activité de mes laboratoires en mars 1930, sans subventions, presque sans personnel et avec peu de matériel. Cette activité a été assez fructueuse, en dépit des difficultés et des infortunes décrites plus haut, pour donner actuellement à ces laboratoires une situation honorable non seulement en Belgique, mais même en Europe. Ils comptent actuellement parmi les plus réputés grâce à leur matériel judicieusement combiné, à leur personnel entraîné, à leur capacité de travail, à leurs résultats, à leurs publications et à leur caractère scientifique bien établi.

Cette méthode a entraîné une grande économie de dépenses de premier établissement. On ne trouvera guère en Belgique ou même en Europe des laboratoires de cette importance ayant coûté relativement si peu aux institutions publiques. Quant à leur exploitation, elle est entièrement « self-supporting » et n'a

jamais exigé de subventions pour combler des déficits, pas même pendant l'année d'interruption forcée de travail de mai 1944 à mai 1945, pendant laquelle les laboratoires usèrent leur substance financière à préserver de la ruine leur matériel, se sauvant ainsi eux-mêmes, certes, mais sauvant en même temps, au bénéfice de la communauté nationale, un matériel précieux et qui a acquis une valeur inestimable, parce qu'il serait actuellement irremplaçable. Son remplacement exigerait en effet de tels délais et de telles sommes que, vraisemblablement, on y renoncerait. Grâce à l'organisation définie ci-dessus, ce matériel, dont la perte a été épargnée gratuitement au pays, retravaillé à plein rendement depuis plus de deux ans. Il a rendu, dans les circonstances actuelles, de précieux services à l'industrie, aux pouvoirs publics, même aux armées alliées pendant la campagne de l'automne 1944 jusqu'à la capitulation de l'Allemagne. Plus récemment, il lui est permis de rendre, à la demande du Ministère de la Recherche scientifique en Grande-Bretagne, des services à l'économie de ce pays allié et ami.

Le régime de gestion des laboratoires a été sanctionné par un arrêté royal du 10 mai 1938, qui le rattache expressément, mais d'une manière autonome, à la gestion du Patrimoine de l'Université de Liège. Dès l'origine, les laboratoires ont d'ailleurs été placés sous le contrôle et le patronage de la Commission administrative du Patrimoine de l'Université de Liège, dont le trésorier est aussi le trésorier, le reviseur et le comptable des fonds des laboratoires. Le régime de gestion est ainsi entièrement garanti, tant au point de vue interne que public.

Il était affecté cependant d'une grande imperfection : la dépendance complète de ce régime de la personne du fondateur et directeur de ces laboratoires. L'institution du Centre d'études, de recherches et d'essais scientifiques (C. E. R. E. S.) élargit cette base personnelle et, par le fait même, permet la pérennité de l'institution.

3. Statistique des essais effectués par le laboratoire pour l'industrie et les administrations publiques

En 1930 et 1931 .	492
En 1932	513
En 1933	691
En 1934	914
En 1935	1087
En 1936	1435
En 1937	1741
En 1938	2545
En 1939	1778
En 1940	661
En 1941	1238
En 1942	1065
En 1943	918
En 1944	316
En 1945	393
En 1946	953
Du 1 ^{er} janvier au 30 juin 1947	797

Cette statistique ne distingue pas les essais selon leur importance, mais leur nombre d'après la suite des numéros d'ordre. Ces essais sont souvent multiples et complexes ; certains comportent un travail considérable et de longue durée. L'un d'eux par exemple, commencé en 1934, se continue encore : il s'agit d'un essai de grande envergure concernant la résistance des ciments à l'action de l'eau marine.

4. Statistique du personnel employé au laboratoire

<i>Année</i>	<i>Personnel de l'Etat (1)</i>	<i>Rémunéré par le laboratoire</i>	<i>Total</i>
1930	3	0	3
1931	3	1	4
1932	3	2	5
1933	3	4	7
1934	3	7	10
1935	3	7	10
1936	3	6	9
1937	3	13	16 (2)
1938	4	20	24 (2)
1939	5	18	23 (2)
1940	5	13	18 (2)
1945	5	6	11
1946	5	7	12 (2)
au 30-6-1947	5	12	17 (2)

L'augmentation en personnel de 1938 a été en majeure partie rendue nécessaire pour adapter l'activité aux nouvelles installations des laboratoires au Val-Benoît, maintenir celles-ci en état parfait permanent, permettre les travaux des étudiants et répondre aussi aux besoins du laboratoire d'hydraulique appliquée.

(1) Y compris le Professeur-Directeur et un préparateur.

(2) Plus quelques auxiliaires à temps partiel.

5. Questions ayant fait l'objet de travaux, d'études et de recherches au laboratoire

1930-1947

Liants hydrauliques.

- Essais de réception normaux.
- Contribution à la mise au point de la fabrication de certains ciments.
- Détermination de la quantité de laitier dans un ciment.
- Résistance aux eaux sulfatées : essais LE CHATELIER-ANSTETT.
- Résistance aux eaux pures : essai de GIRAND.
- Etude thermique — Etude des matières pouzzolaniques.
- Retrait — Hydratation — Eventation.
- Etude de la normalisation de l'essai de réception sur mortier plastique.
- Statistiques d'essais de réception des ciments.
- Contrôle officiel des ciments métallurgiques.

Mortiers.

- Résistance et perméabilité.
- Influence des additions d'hydrofuges et de pouzzolanes.
- Résistance aux eaux sulfatées en fonction du dosage et de la nature du ciment.
- Résistance à l'eau de mer et à des agents corrosifs divers.
- Détermination de la quantité de ciment d'un mortier.

Bétons.

- Etude des dosages.
- Dosage des bétons routiers — Statistiques d'essais des bétons de routes.
- Retrait — Elasticité des bétons.
- Influence de l'addition de matières fines, en particulier du laitier moulu et de pouzzolanes.
- Résistance aux eaux sulfatées.
- Résistance à l'eau de mer et à des agents corrosifs divers.
- Détermination de la quantité de ciment d'un béton.
- Compacité des bétons — Vibration des bétons — Bétons à gros éléments.
- Action du froid et du gel sur la résistance des bétons, effets à cet égard des additions de CaCl_2 .

Béton armé.

- Etude de l'adhérence des barres et des effets des barres sur le retrait.
- Tensions de retrait.

Protection des armatures par le béton.
Etude des propriétés de résistance et de déformabilité des poutres en béton armé.
Etude expérimentale de la résistance aux efforts tranchants.
Colonnes en béton fretté.
Tuyaux en béton armé.
Etude des barres à adhérence renforcée et à haute résistance.
Traverses en béton armé et en béton précontraint, endurance.
Soudure des barres d'armatures.

Liants hydrocarbonés.

Etude des tarmacadams — Influence de la viscosité du goudron.
Briques de laitier imprégnées de goudron.
Essais de réception du goudron.
Essais de réception du bitume.
Essais de réception des produits à base de goudron et de bitume.
Goudron-bitume.
Goudron-filler — Essai de précipitation — Courbes de viscosité.
Examen microscopique des goudrons.
Emulsions de goudron et de bitume — Rupture des émulsions.
Bétons asphaltiques et bétons de goudron.

Pierres naturelles.

Essais de réception courants : compression, choc, usure, usure réciproque, porosité, gélivité.
Essais sur ballast : compression statique et dynamique.
Forage et sciage des pierres, bétons et bétons armés.
Statistiques d'essais des pierres dures pour usages routiers.
Etude de l'usure des matériaux pierreux, influence des divers facteurs ayant une action sur le résultat de l'essai.

Sables.

Essais normaux : granulométrie, essai colorimétrique.
Essais spéciaux : broyage, compression statique et dynamique.
Essais comparatifs de sables en mortiers.

Briques.

Essais divers : compression, porosité, flexion, éléments de maçonnerie.

Terres.

Essais physiques et mécaniques.
Etudes sur la résistance : frottement et cohésion.
Analyses chimiques et granulométriques.
Perméabilité et rétention d'eau, capillarité.
Œdométrie — Sondages, essais sur échantillons non perturbés.
Essai Proctor, étude de la compressibilité : classification des sols.
Détermination des argiles.

Carreaux céramiques.

Essais divers : essais mécaniques, gélivité, porosité.

Essais sur carreaux émaillés : influence de la porosité de la pâte et de l'épaisseur de l'émail sur la résistance à la gélivité.

Aciers et Fontes.

Essais de réception : traction, choc, flexion, fatigue et endurance.

Essais d'élasticité — Usure — Ecouissage — Vieillessement — Variation de la limite élastique — Fluage à la température ordinaire — Ruptures sans striction (surtout dans les constructions soudées) — Soudabilité.

Statistiques d'essais des aciers à béton armé.

Peintures.

Essais de réception, étude de la protection contre la corrosion. Station d'essais de résistance aux actions atmosphériques.

Etude d'un inhibiteur de corrosion — Vieillessement accéléré.

Soudure à l'arc.

Essais de réception des électrodes, des soudeurs et des soudures. Sondages de prospection des soudures — Contrôle radiographique.

Etudes de la soudabilité des aciers, du retrait des soudures, des tensions de soudure — Endurance des joints soudés.

Bois et matériaux de revêtement.

Usure — Humidité — Propriétés mécaniques.

Retrait.

Etudes diverses

Etude comparative des résistances des tuyaux en fonte, en acier, en béton armé, en éternit, en poterie, en béton fretté (compression diamétrale, flexion, choc, pression intérieure).

Résistance de chaînes d'isolateurs, d'attaches d'isolateurs, de joints de lignes électriques, de joints et de boîtes de jonction de câbles électriques, de ceintures de sûreté, d'étais de mine, de « mud-grips » pour tanks (armée britannique).

Endurance de rails bruts et soudés — Usure de joints d'éclissage de rails (S. N. C. F. B.) — Etude de dispositifs d'étude de la résistance des voies ferrées à la circulation (machine alternative et manège).

Etude des effets du vent sur panneaux et modèles.

Observations au sujet du vent.

Etudes tensométriques.

Etude de nœuds de charpentes : sur modèles et sur constructions.

Etude sur modèles de constructions soudées.

Etudes sur modèles en celluloïd.

- Etudes sur charpentes de ponts.
- Etudes sur charpentes de voitures de tramways.
- Effets perturbateurs des charges concentrées.
- Etude sur la sensibilité et la précision des tensomètres (tarage par comparateur interférentiel).
- Compensateurs de dilatation des tuyauteries de distribution urbaine de vapeur.
- 1. Sémaphores soudés de signalisation (S. N. C. F. B.).
- 1. Modèles de joints (Société Cockerill).
- Modèles de nœuds rigides de charpente soudée (plans et à trois dimensions, statiques et dynamiques).
- Torsion de poutres en caisson soudées.

Hydraulique.

- Etudes sur modèles d'hydraulique.
- Etude de dispositifs de jaugeage de canaux — Moulinets, canaux élargis Venturi, déversoirs, seuils noyés.
- Etude des déversoirs latéraux.
- Tarage des compteurs à eau.
- Etude des déversoirs circulaires, des orifices circulaires verticaux, des orifices circulaires horizontaux et des vannes cylindriques.
- Essai sur modèle pour la protection de l'arrière radier du barrage de l'île Monsin contre les affouillements.
- Etude sur modèle des dispositions du déversoir d'un bassin de décantation des eaux de crue d'un ruisseau torrentiel à Yvoz-Ramet.
- Essais sur modèles de digues (infiltrations).

- Tarage* de dynamomètres, de presses, de vérins, d'extensomètres, de manomètres, etc.
- Confection d'extensomètres, de déformètres, de fleximètres, de clinomètres, de dynamomètres, etc.
 - Essais sur ouvrages exécutés.
 - Contrôle non destructif des métaux et soudures, par rayons X et rayons gamma.

6. Liste des travaux de laboratoire des étudiants

- 1931 - DANIEL, JACQUEMIN, LEMOINE, PAULET, GOMRÉE et LAMBERT.
- 1932 - JACQUEMIN et PIETRARU.
- 1933 - JACQUEMIN | Sables-Compacité mélanges granulométriques.
- LEMOINE | Idem.
- FOULON | Pierres (ballast).
- KARASSIK | Idem.
- SZAPIRO | Idem.
- PIRARD | Idem.
- PIETRARU | Bétons.

1934 - FRAITURE SZEPS MARCHAL GRIGNET	Sables. Protection des aciers par les mortiers. Essais d'usure des pierres dures. Retrait des ciments (pâtes, mortiers et bétons) (poursuivi par SZAPIRO).
1935 - GRIGNET	Essais hydrauliques des ciments.
1936 - JODIN MINNE HANESSE XHROUET	Pâtes de ciment. Protection des aciers par les mortiers (suite SZEPS). Goudrons. Mortiers.
1937 - FELTGEN DEHAN DEBAIZE	Retrait des ciments mélangés de CaCl ² . Bitumes. Laboratoire terres.
1938 - MARÉCHAL MASSART TCHÉOU COLLETTE KOENTGES GALLER POISMANS RAEPERS LECLERCQ DE MEYER MICHEL	Canaux Venturi. Tarage laboratoire d'hydraulique appliquée. Essais du métal des rails soudés. Retrait (suite FELTGEN). Protection des aciers par les mortiers (suite MINNE). Corrosion et peintures. Durcissement des bétons à diverses tempé- ratures. Bitumes (suite DEHAN). Terres (suite DEBAIZE). Isolement thermique. Goudrons (suite HANESSE).
1939 - BOSLY GILLOT PIÉRARD CHALTCHIAN FLAMAND PIRSON HÉBRANT de VILLE CHAUDOIR TASSIN FISER HOUA	Etude des tensions de retrait dans la soudure. Essais physiques des peintures. Etude de la répartition des tensions dans les nœuds plans. Poutres béton armé (mom. fléch.). Etude de la perméabilité des sables. Stabilisation des routes en terre. Etude des propriétés de quelques peintures. Etude de l'écoulement dans les canaux Ven- turi. Etude des déversoirs latéraux. Poutres en béton armé (effort tranchant). Détermination des caractères physiques et chimiques de différentes terres. Détermination des caractères physiques et chimiques de différentes terres.
1940 - BRUYÈRE SERVAIS NOIROUX HENKENS	Etude des écoulements dans les canaux Ven- turi. Expérimentation systématique des appareils de mesure des écoulements par filtration. Etude de quelques sables et d'une terre argi- leuse. Etude de quelques sables et d'une terre argi- leuse.

1941 - LALLEMAND	Etude de quelques matériaux pour bétons et mortiers provenant du Congo belge.
REMI	Etude des tensions de retrait dans les soudures.
1942 - WILLEM J.	Influence du dosage en ciment sur la résistance des bétons.
ROME	Etude du petit granit des carrières d'Anthisnes.
HAINÉ	Etude des grès-quartzites de Couvin.
DUBOIS G.	Influence de la présence de matières organiques dans les sables sur la résistance des mortiers.
HENRY	Etude expérimentale des écoulements à travers une vanne de fond.
DOYEN A.	Etude de la perméabilité des sables suivants : sable normal, de Rocour et de divers mélanges des deux sables.
JEHAES	Etude des ciments :
SERVAIS	Ciment P. A. N.
LANTREMANGE	Ciment H. F. N.
SPÉE	Ciment sursulfaté.
BALEKDJAN	Etude d'un modèle réduit de vanne cylindrique.
MANOUVRIER	Etude de quelques procédés de stabilisation des sols argileux.
	Etude des sables de la province de Liège au point de vue de leur emploi dans les mortiers et bétons.
1943 - GAUMIER	Stabilisation de sols argileux.
	Addition de limon.
HOSLET	Stabilisation de quelques sols argileux. Mélanges argile de l'Arbre Saint-Michel et de sable des dunes.
SAUBOIN	Stabilisation du limon hesbayen par le sable du Rhin 0/2.
DANSE	Etude de l'écoulement d'un modèle réduit de vanne cylindrique - ouverte.
DUBOIS E.	Etude de l'écoulement d'un modèle réduit de vanne cylindrique - fermée.
VAN DER STRICHT	Etude de l'écoulement d'un modèle réduit de vanne cylindrique - fermée.
1944 - AIMONT	Etude expérimentale et théorique d'un déversoir et d'un orifice circulaires en mince paroi de 75 mm de diamètre.
BERGMANS	Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
EGGERICKX	Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
FRANSSSEN	Etude bibliographique et théorique de la gélimité des matériaux de construction.
GILLET	Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
GRUSLIN	Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
HAUTIER	Tarage d'un déversoir et d'un orifice circulaires en mince paroi de 125 mm de diamètre.

LEMAHIEU	Etude de quelques écoulements par vanne de fond.
LESAGE	Etude d'un déversoir circulaire en mince paroi de 150 mm de diamètre.
MARCHAL	Etude de quelques écoulements par vanne de fond.
MOURY	Contrôle de quelques formules de prédétermination de la résistance des bétons.
RENAULT	Etude de quelques écoulements par vanne de fond.
RENSON	Etude de quelques sables belges au point de vue des relations entre la granulométrie, la capillarité et la perméabilité.
SMET	Etude bibliographique, théorique et expérimentale des essais de compression des terres.
WARNOTTE	Etude de l'isolement acoustique.
HENROTTE	Etude d'un déversoir circulaire en mince paroi, de 100 mm de diamètre.
1946 - JOSEPH	Etude de l'isolement acoustique.
1947 - LABÉ	Etude documentaire et expérimentale de la stabilisation des sols en vue de la construction des routes au Congo belge.

7. Liste des publications des laboratoires d'essais des constructions du génie civil et d'hydraulique appliquée

1. La conception moderne des laboratoires techniques universitaires (F. CAMPUS, *R. U. M.*, 15 décembre 1926).
2. Le laboratoire d'essais des matériaux pour routes de l'Université de Liège (F. CAMPUS, Premier Congrès belge de la route, Liège, août 1930).
3. Quelques observations et un cas particulier de corrosion de béton (F. CAMPUS, *Bulletin de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels*, juin 1931).
4. Observations au rapport du professeur H. Burchartz (Berlin) concernant les méthodes d'essais des matériaux pierreux pour routes et voies ferrées relatives à leurs résistances aux sollicitations statiques et dynamiques (F. CAMPUS, Congrès International d'essais des matériaux, Zurich 1931).
5. Observations au rapport du professeur R. Grün (Düsseldorf) concernant les substances pouzzolaniques, notamment l'emploi des poudres de trass et de laitier (F. CAMPUS, *idem*).
6. Observations aux rapports du professeur Slater (E. U. A.) et du professeur Graf (Stuttgart) concernant la perméabilité des bétons (F. CAMPUS, *idem*).
7. Activité thermique des ciments portlands (R. DANTINNE, *idem*).
8. L'influence des propriétés physiques des matériaux sur la statique du béton armé (F. CAMPUS, Congrès International des Ponts et Charpentes, Paris, 1932).
9. Etudes et essais relatifs aux nœuds de charpentes (F. CAMPUS, *R. U. M.*, 1^{er} janvier 1933, 15 janvier 1933 et 1^{er} février 1933).

10. Le télé-extensomètre acoustique, système Dr. O. Schaefer (F. CAMPUS et R. DANTINNE, *Bulletin de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels*, n° 10 de 1932).
11. Complément au rapport d'introduction à la question VI, relative à l'influence des propriétés physiques des matériaux sur la statique du béton armé (F. CAMPUS, Congrès International des Ponts et Charpentes, Paris 1932).
12. Etudes et essais préalables à la construction du pont soudé de Lanaye (F. CAMPUS et A. SPOLIANSKY, *idem*).
13. La charpente métallique rivée et enrobée de l'Institut de Chimie et de Métallurgie de l'Université de Liège (au Val-Benoît) (F. CAMPUS, *R. U. M.*, 1^{er} mars 1933, 15 mars 1933 et 1^{er} avril 1933).
14. L'état actuel de la technique des routes (F. CAMPUS, 1933).
15. Résultats d'essais effectués sur divers matériaux pierreux belges (F. CAMPUS, 2^e Congrès belge de la route, Anvers 1933).
16. La composition des bétons de routes (F. CAMPUS, *idem*).
17. Les méthodes et les appareils d'essai des pierres utilisées dans les constructions des routes (R. DANTINNE, *idem*).
18. Résultats d'essais d'usure sur meule sablée de divers matériaux (R. DANTINNE, *Bulletin de l'Association permanente des Congrès belges de la route*, n° 4 de 1933).
19. Contribution à l'enquête internationale sur la vibration du béton en grosses masses (F. CAMPUS, *Science et Industrie*, Paris, n° 14, février 1934).
20. Essais de pierres dures utilisées pour la construction des routes (F. CAMPUS et R. DANTINNE, *Science et Industrie*, Paris, septembre 1934).
21. Les ressources de la méthode expérimentale appliquée aux constructions (F. CAMPUS, *La Cité*, n° 6 de 1934).
22. Effets élastiques d'inclusions hétérogènes dans un milieu subissant un retrait (F. CAMPUS, Abstracts of papers 4th international Congress for applied mechanics University Press Cambridge, 1934).
23. Auscultation tensométrique de l'ossature métallique des voitures motrices du réseau des Tramways Unifiés de Liège et Extensions (N. SELEZNEFF, *L'Ossature métallique*, juillet-août 1934).
24. Dégradation de pieux en béton armé par le battage (F. CAMPUS, *Annales des Travaux Publics de Belgique*, février 1935).
25. Le dosage des bétons (R. DANTINNE et R. JACQUEMIN, *R. U. M.*, novembre 1935).
26. Tensions produites dans le béton et le béton armé par suite des variations de volume (F. CAMPUS, *R. U. M.*, janvier et février 1936 - *Hormigon y Acero*, août, octobre, novembre et décembre 1935).
27. Détermination des caractéristiques mécaniques des terres argileuses (F. CAMPUS, Congrès national des Sciences, 1935).
28. Les charpentes métalliques continues (F. CAMPUS, *idem*).
29. Introduction à l'étude des sables et des gravillons (F. CAMPUS et R. JACQUEMIN, 3^e Congrès belge de la route, Bruxelles 1935).
30. Essais sur les goudrons-fillers (F. CAMPUS et R. DANTINNE, *idem*).
31. Essais sur les pierrailles de laitier enrobées de goudron (F. CAMPUS et R. DANTINNE, *idem*).

32. Appareillages et méthodes d'essais des goudrons (R. DANTINNE et S. PIRARD, *idem*).
33. Rapport de la Commission D pour l'établissement des conditions de réception des pierres dures pour enrochements, empièrements et pavages (F. CAMPUS, *idem*).
34. Nœuds rigides de charpentes métalliques continues (F. CAMPUS, 2^e Congrès international des Ponts et Charpentes, Berlin 1936).
35. Progrès réalisés en Belgique de 1932 à 1936 dans les applications de l'acier à la construction des ponts et charpentes (F. CAMPUS et A. SPOLIANSKY, *idem*).
36. Contrôle de la qualité des soudures (F. CAMPUS, *idem*).
37. Mesure et prévision des actions du vent sur les constructions (R. SPRONCK, *R. U. M.*, août 1936).
38. Méthodes d'essai des matières céramiques au point de vue de leur usage (F. CAMPUS, Congrès international d'essai des matériaux, Londres 1937).
39. Les effets des basses températures sur la prise et le durcissement des bétons (A. BIJLS et F. CAMPUS, *Annales des Travaux Publics de Belgique*, février, avril et juin 1937. — Congrès international d'essai des matériaux, Londres, 1937).
40. Essais relatifs à l'action de l'eau de mer sur les mortiers (F. CAMPUS, Congrès international d'essai des matériaux, Londres 1937).
41. Remarques additionnelles sur l'intérêt des déterminations de compacité (F. CAMPUS, *idem*).
42. Mesure de la compacité des bétons (R. DANTINNE et R. JACQUEMIN, *idem*).
43. Installations de mesure des actions du vent sur panneaux aménagés dans une façade du nouvel Institut du Génie Civil de l'Université de Liège (R. SPRONCK, *Standards*, n° 7 et 8, 1936).
44. Fragen die für die Zukunft des Beton- und Eisenbetonbaues von Interesse sind (F. CAMPUS, *Beton und Eisen*, n° 43, 1937).
45. Les conditions de réception des goudrons routiers (F. CAMPUS, Conférence internationale du goudron pour routes. Glœnaegles, 1936).
46. Progrès accomplis depuis le Congrès de Munich dans l'emploi du ciment dans les revêtements de chaussées (CAMPUS, DEBAEDTS, HONDERMARCQ et VAN HAUWERMEIREN, Congrès international de la route, La Haye, 1938).
47. Détermination des propriétés du sous-sol - Méthodes d'essai, appareils de mesure (F. CAMPUS, *idem*).
48. Analyse des terres d'une assiette de route (F. CAMPUS, 4^e Congrès belge de la route, Gand, 1938).
49. La route en béton des nouvelles installations de l'Université de Liège au Val-Benoît (F. CAMPUS, *idem*).
50. 2^e Rapport de la Commission D pour l'établissement des conditions de réception des pierres dures pour enrochements, empièrements et pavages (F. CAMPUS, *idem*).
51. Le contrôle des constructions soudées (F. CAMPUS, *R. U. M.*, 15 juin 1938).
52. Essais de fatigue de joints de rails soudés (F. CAMPUS, *idem*).

53. La recherche scientifique peut rendre service à l'industrie du bâtiment (F. CAMPUS, *Bulletin du Centre de documentation du bâtiment*, n° 1, 1938).
54. Constructions du Génie Civil (F. CAMPUS, *R. U. M.*, février 1938).
55. Hydraulique générale, hydraulique fluviale, hydrographie et hydrodynamique (Alb. SCHLAG, F. CAMPUS, R. SPRONCK, *R. U. M.*, fév. 1938).
56. Essais de compression de piliers en maçonnerie de briques (F. CAMPUS, *Bulletin du Centre de Doc. du Bâtiment*, n° 2 du 1^{er} trim. 1939).
57. Le contrôle radiographique des constructions soudées (H. LOUIS, *R. U. M.*, juillet 1939).
58. Essais des peintures et des vernis (F. CAMPUS, R. DANTINNE et R. JACQUEMIN, *R. U. M.*, août 1939).
59. Nouveaux essais sur modèles de nœuds rigides (F. CAMPUS, *Ossature métallique*, mars-avril 1940).
60. La technique des mesures hydrographiques au Congo belge (R. SPRONCK, Association française pour l'avancement des Sciences, 63^e session 1939).
61. Etudes hydrographiques relatives au Congo belge (R. SPRONCK, *R.U.M.*, septembre 1940).
62. Mesures hydrographiques effectuées dans la région divagante du Bief Maritime du fleuve Congo (R. SPRONCK, 1941, Mémoires de l'Inst. Royal Colonial belge, Tome III, fasc. 1).
63. Travaux et recherches préparatoires du Laboratoire d'hydraulique fluviale et appliquée aux constructions (F. CAMPUS, Travaux du Centre d'Etudes des Eaux, 1941).
64. Appareil pour déterminer les efforts qui, dans une éprouvette soumise à la traction, amènent le début des déformations permanentes perceptibles (F. CAMPUS, R. DANTINNE et R. JACQUEMIN, *R. U. M.*, n° 5, 1943).
65. Rapports préliminaires concernant les essais effectués sur modèles à trois dimensions de nœuds rigides soudés (F. CAMPUS, *R. U. M.*, n° 5, 1943).
66. Appareils pour la détermination des lois et coefficients de perméabilité des milieux pulvérulents (P. GRIGNET, Travaux du Centre d'Etude des Eaux, II, 1943).
67. Résultats de la radiographie dans la détection des défauts macroscopiques des soudures (H. LOUIS, *Mémoires de l'A. I. Lg*, n° 4, 1943).
68. Recherches sur l'hydratation des liants hydrauliques (R. JACQUEMIN, Thèse pour le doctorat en Sciences appliquées soutenue en séance publique le 20 mars 1944).
69. Constatations récentes et précautions nouvelles à l'égard de la décomposition des mortiers et bétons dans l'eau de mer (F. CAMPUS, R. DANTINNE, E. VERSCHOORE, J. DOOMS et J. VERSCHAVE, *A. T. P. B.*, juin 1945).
70. Contributions à la géotechnique (F. CAMPUS, P. GRIGNET et R. JACQUEMIN, *R. U. M.*, octobre 1945).
71. Mise en œuvre, contrôle et stabilisation des matériaux terreux. Etude de l'influence du tassement et de l'humidité (R. SPRONCK, *R. U. M.*, décembre 1945).
72. Etudes, recherches et considérations sur les constructions soudées (F. CAMPUS, Ed. Sciences et Lettres, Liège, 1946).

8. Caractères du régime des laboratoires

Du point de vue de la gestion, étant « self-supporting » et soumise à concurrence, les règles de l'économie s'imposent. Le personnel n'est pas formé de fonctionnaires, mais d'agents à contrat d'engagement libre. Ceci permet la sélection des agents vraiment aptes au travail de laboratoire. Le personnel est peu nombreux ; son activité est entretenue par une rémunération aussi satisfaisante que le permet la situation d'une telle institution. Ce personnel constitue plus que le matériel, la richesse des laboratoires ; or il ne coûte rien à personne. Certes, le matériel est important, mais sans le secours du personnel, il serait mort et sans utilité. L'Université n'a pas les moyens d'entretenir le personnel nécessaire pour une utilisation efficace des appareils scientifiques dont elle dispose et qui, trop souvent, sont des *objets de collection*. On ne pourrait pas d'ailleurs, en général, attendre d'un personnel engagé à vie, le rendement et l'activité qui caractérisent des laboratoires « self-supporting ».

Les appareils et machines non utilisés sont non seulement sans utilité, mais il faut les entretenir. Ne fonctionnant jamais, ils ne sont jamais en ordre de marche. Les appareils qui fonctionnent constamment sont toujours en ordre de marche et toujours en bon état d'entretien ; ils se conservent mieux que ceux qui sommeillent dans une paix de musée. L'expérience de l'épreuve de la guerre est concluante à ce sujet, si j'en juge par le sauvetage du matériel et l'état parfait de fonctionnement dans lequel il se retrouve après des avatars auxquels d'autres n'ont pas résisté.

Ce matériel actif est, de ce fait, utilisable activement pour l'enseignement. Les étudiants sont initiés autant que possible aux travaux des laboratoires et intéressés aux recherches. Beaucoup y effectuent des travaux de fin d'études, exigeant souvent des *impedimenta* matériels considérables et le concours des préparateurs. Les crédits officiels accordés à l'enseignement n'y suffiraient pas, non plus que le personnel. Seules, les ressources du laboratoire permettent aux étudiants d'effectuer des recherches qui, dans certains cas, ont étonné par

leur ampleur et les moyens mis en œuvre, un collègue américain en visite. Je me réfère à la liste de ces travaux reproduite ci-dessus, sous le n° 6.

Ces mêmes ressources ont permis les travaux de recherche du personnel scientifique des laboratoires. On évoquera ici la possibilité d'obtenir des subventions des institutions d'encouragement à la recherche scientifique. Il y a lieu sur ce point de faire une remarque importante. Dans le domaine dont je m'occupe, il ne suffit pas seulement de recevoir de l'argent et d'acquérir du matériel pour entreprendre et réussir une recherche. Ces improvisations m'inspirent peu de confiance. Il faut, pour entreprendre fructueusement des recherches importantes de cette nature, disposer de moyens permanents en matériel fondamental et surtout en personnel. C'est ce qui fait généralement défaut aux laboratoires des universités belges. Cette faiblesse a déjà été dénoncée. Certains collègues se refusent à entreprendre de nouvelles recherches sans moyens permanents adéquats. Le régime que j'ai adopté pour mes laboratoires leur en procure dans une certaine mesure.

Au point de vue de la collaboration avec l'industrie, le système a de grands avantages. Leur activité quotidienne met les laboratoires en contact permanent avec l'industrie et les administrations et avec tous leurs agents. L'esprit nécessairement industriel qui anime les laboratoires facilite la compréhension. Les laboratoires sont en mesure de rendre à l'industrie tous les services qu'elle peut en attendre, même pour des interventions d'urgence, qui ne sont pas rares. Ces services sont rémunérés sur une base de caractère industriel, c'est-à-dire bien comprise et appréciée. Dans l'organisation et l'exécution de recherches de grande envergure, les laboratoires restent nécessairement inspirés de cette compréhension des besoins industriels.

On objecte que les travaux de routine n'ont pas un caractère universitaire. S'il ne suffit pas pour les sauver de ce reproche de considérer tous les avantages universitaires procurés par les ressources qui en résultent : travaux d'étudiants, recherches, publications, acquisitions de matériel scientifique et de

publications, conservation du matériel, etc., on peut ajouter que, pour un enseignement de sciences appliquées, ils produisent exactement les mêmes avantages que les cliniques pour les Facultés de Médecine.

La principale imperfection du système réside dans la contrepartie des ressources, c'est-à-dire dans le temps et le travail exigés par les services rendus. Ce temps et ce travail sont à déduire de ceux que les laboratoires peuvent consacrer à la recherche. Dans un certain sens, les services extérieurs suffiraient à remplir tout le temps et le remplissent souvent. Les ressources nettes ne permettent pas d'entretenir des équipes purement consacrées à la recherche à côté de celles qui sont vouées aux travaux de routine. En d'autres termes, les majeures parties du temps et des ressources sont, par nécessité, consacrées à produire les ressources. La recherche ne dispose que du temps en excès et des surplus financiers, c'est-à-dire de la moindre part. Je préférerais de beaucoup pouvoir consacrer plus de temps et de moyens à la recherche, mais cela n'est pas possible par le système appliqué ; il ne donne pas assez de ressources pour cela. Il n'y a pas d'autre moyen que celui de subventions spéciales pour recherches, venant s'ajouter aux ressources propres, comme au L. F. E. M. de Zurich. Je ne voudrais d'ailleurs pas perdre pour cela le bénéfice des avantages du système des ressources propres, en raison de ses avantages précités. Il n'y a, d'autre part, aucune raison justifiée de refuser des subventions aux laboratoires « self-supporting », pourvu qu'ils présentent les garanties scientifiques auxquelles doit être subordonné l'octroi de toute subvention.

Un autre inconvénient du système est d'astreindre ceux qui le pratiquent à une présence et à une activité quasi permanentes, d'autant plus que les ressources peu abondantes ne permettent pas de suppléance. A ce point de vue aussi, le secours devrait être trouvé par la voie de l'aide, de l'encouragement à la recherche scientifique, mais ce stade n'est pas encore atteint.

9. Le Centre d'études

L'institution d'un Centre d'études ne change rien au système fondamental, sauf à lui donner une base plus large que celle, purement personnelle, existant depuis l'origine. Le Centre d'études permet la constitution d'un Conseil de gestion destiné à faire que la gestion ne soit plus dépendante de ma seule personne. De la sorte, en toutes circonstances, la continuation ou la liquidation de l'institution sont assurées. C'est là le but principal du Centre d'études.

En outre, il s'efforcera de favoriser et de développer le rendement purement universitaire et scientifique des laboratoires et de ses ressources, par les moyens propres à un centre d'études, c'est-à-dire en réunissant les personnes s'intéressant à des études d'un ordre déterminé. Dans cet esprit, la publication du Bulletin des cours et laboratoires des constructions du Génie Civil et d'hydraulique fluviale est placée désormais sous les auspices du Centre d'études.
