

*Hommage de l'auteur*



**Association des Ingénieurs  
sortis de l'École de Liège**

A. I. Lg.

- Union professionnelle reconnue -

*Fondée en 1847*

**Sous la Présidence d'Honneur du Roi**

---

# Réforme de l'Enseignement technique supérieur

*A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE*

---

Note n° 1

**L'organisation de l'Enseignement  
technique supérieur  
et le rôle des laboratoires  
et travaux pratiques,**

par Ch. HANOCQ

*Note présentée à la Section de Liège de l'A. I. Lg., le 4 février 1917*

LIÈGE

IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE

Place Saint-Michel, 4

---

1921

## Conférence de M. Ch. Hanocq

---

Messieurs,

Je ne puis vous dissimuler, en prenant place à la tribune, mes scrupules et mes appréhensions.

Dans les circonstances douloureuses que nous traversons, beaucoup des nôtres, des plus aimés et des plus influents, sont absents ; et je me suis demandé si l'heure était bien choisie pour faire cette communication, alors que tant de camarades, qui ne peuvent se désintéresser de la question, ne sont pas ici pour exposer à leur tour, leur manière de voir.

D'autre part, le sujet a déjà fait couler tant d'encre ; tant de bons esprits, d'hommes éminents ont accumulé tant de discours, de pamphlets, de projets, que je me sens écrasé non seulement par l'idée ambitieuse que mon attitude révèle, mais encore par la sensation de l'inutilité de l'effort devant cette inertie des choses et des hommes, qu'il nous faut malgré tout, constater.

Ces considérations m'auraient enlevé toute intention d'aborder ce sujet à notre tribune, si je n'avais considéré comme *un véritable devoir* d'intéresser directement, dès aujourd'hui, les membres de notre Association, autant qu'il est en mon pouvoir, à cette question urgente de la réforme des programmes de notre enseignement technique supérieur.

Mon but est de mettre dans les mains de tous les camarades qui sont ici et qui s'intéressent à la question, les

documents nécessaires pour faire une étude fructueuse, afin qu'au lendemain de cette immense catastrophe, une discussion sur le fond *puisse être abordée rapidement et conduire à des résultats pratiques et tangibles.*

Nous avons tous les yeux rivés vers l'avenir. Nous ne pouvons nous dissimuler que la lutte sera terrible et que pour assurer la victoire industrielle et économique, il faudra compter sur toutes les initiatives, sur toutes les énergies, sur toutes les bonnes volontés.

Si nous n'envisageons que ce qui est de notre domaine à nous tous, à des titres divers, la question de l'organisation de notre industrie, de son orientation, de sa productivité, nous sommes forcés de considérer, comme un facteur de premier ordre, la formation du *personnel ouvrier et du personnel dirigeant.*

Je laisse à d'autres, plus compétents, la question de l'enseignement professionnel et je dis :

L'heure sera exceptionnelle, demain, pour réaliser dans notre enseignement technique une réforme qui, comme je le montrerai tantôt, est agitée depuis plus d'un demi-siècle. Jamais il ne sera possible de réunir un faisceau de volontés aussi ardentes et aussi désintéressées qu'au lendemain du jour où nous nous retrouverons tous ensemble, libres et confiants dans l'avenir. Jamais, Messieurs, en ce qui concerne notre Université, une réforme ne pourra être réalisée sans porter atteinte à moins d'intérêts respectables.

#### **But de l'Enseignement technique supérieur.**

J'ai hâte, après ces quelques mots d'introduction, qui me paraissent devoir être dits, pour justifier mon initiative, j'ai hâte, dis-je, d'entrer au vif du sujet.

Lorsqu'on cherche à se documenter, on est frappé, je dirai plus, effrayé par le nombre d'études et d'articles accumulés sur cette question, et l'on est pris d'un découragement difficile à surmonter. Là où tant d'hommes de valeur ont échoué dans leur espoir d'exercer une influence tangible sur leurs concitoyens, ai-je le droit d'espérer un résultat, si petit soit-il ?

Lorsqu'on cherche à dégager les idées les plus générales on est non moins effrayé par le nombre de dépositions sans valeur, par le nombre d'idées opposées que les hommes d'une même formation intellectuelle apportent dans un tel débat. Enfin, Messieurs, que de phrases grandiloquentes pour exprimer de vagues rêves idéalistes.

Il faut préciser le problème ; il faut se mettre d'accord sur les mots, il faut orienter la discussion, ne pas mêler les questions qui peuvent être séparées, c'est le seul moyen d'aboutir. Et, en gens pratiques que vous êtes, je ne doute pas que vous n'acceptiez, pour étudier et discuter cette question, la méthode que j'indiquerai en conclusions.

*Que voulons-nous former dans nos écoles techniques supérieures ? Des hommes doués d'une culture générale et scientifique élevée, capables de collaborer effectivement à la production d'abord, à l'organisation ensuite, à la direction enfin de notre industrie ; non pas de l'industrie telle que certains la rêvent, une industrie socialisée ou spécialisée à l'extrême limite, mais de l'industrie telle que nous la connaissons chez nous, telle qu'elle pourra être organisée demain.*

#### **Historique du développement de l'enseignement technique supérieur.**

Il est nécessaire, Messieurs, pour que nous comprenions dans quel esprit ont été créées, en Belgique, nos écoles

d'ingénieurs, que je rappelle en quelques mots, leur histoire.

J'emprunte les renseignements que je vais vous donner, à l'ouvrage de M. Léon BECKERS, le très éminent directeur de l'Enseignement supérieur, au Ministère des Sciences et des Arts, intitulé : « L'Enseignement supérieur en Belgique ».

La loi du 27 septembre 1835 instituait deux Universités de l'Etat, l'une à Gand, l'autre à Liège.

L'enseignement était confié à des professeurs ordinaires, à des professeurs extraordinaires et à des agrégés.

Un jury central, complément nécessaire de la liberté d'enseignement proclamée par l'article 17 de la constitution belge du 7 février 1831, prenait la place des Universités pour la délivrance des diplômes légaux.

Toutefois, les Universités, officielles ou libres, conservaient la prérogative de conférer des grades scientifiques qui ne donnaient aucun droit pour occuper les fonctions octroyées par l'Etat.

La loi créait les grades suivants :

- 1<sup>o</sup> Candidat et docteur en droit ;
- 2<sup>o</sup> Candidat et docteur en médecine ;
- 3<sup>o</sup> Candidat et docteur en philosophie et lettres ;
- 4<sup>o</sup> Candidat et docteur en sciences.

La loi de 1838 créait deux écoles spéciales annexées l'une à l'Université de Gand, l'autre à l'Université de Liège, et mettait en rapport, avec ces deux institutions, le mode de recrutement du Corps des mines et du Corps des Ponts et Chaussées.

A Gand, étaient fondées l'école spéciale du Génie Civil, avec la section des ponts et chaussées et la section d'architecture civile et l'école spéciale des Arts et Manufactures, avec une seule section.

A Liège, étaient fondées l'école spéciale des Mines et les écoles spéciales des Arts et Manufactures, toutes deux avec une seule section.

La direction supérieure de cet enseignement était confiée aux administrateurs-inspecteurs des universités, et à un inspecteur d'études nommé dans chacune des écoles.

La préparation des élèves aux écoles spéciales était confiée aux professeurs de la Faculté des sciences, qui leur conféraient, après deux années d'études, le titre de candidat-ingénieur.

Jusqu'en 1864, la durée totale des études pour l'obtention du grade légal des Mines était de quatre années.

La loi instituait, tant pour les élèves de la Faculté des sciences se destinant aux Ecoles spéciales, que pour les élèves des Ecoles elles-mêmes, un régime intérieur comprenant, indépendamment des leçons orales faites par les professeurs, des études en commun, suivies d'interrogations, de répétitions, de manipulations, de travaux graphiques, etc., faites par des répétiteurs et des maîtres de dessin, placés sous l'autorité de l'inspecteur des études.

#### L'esprit de la loi organisant l'enseignement technique.

La loi de 1838 a été modifiée légèrement par les lois de 1849 et 1876. Les principes directeurs sont restés les mêmes ; créer un ingénieur des mines ayant toutes les connaissances nécessaires *pour remplir n'importe quelle fonction administrative conférée par l'Etat*. C'est ainsi qu'aux programmes de 1838, amplifiés, pour tenir compte des progrès réalisés dans les sciences, vinrent s'ajouter les cours d'exploitation des chemins de fer (1867) et d'applications de l'électricité (1879), réclamés par l'administration des chemins de fer, d'une part, par l'administration des télégraphes, d'autre part, administrations qui devaient

accepter les ingénieurs des mines non casés au Corps des Mines, dans l'ordre de promotion et jusqu'à concurrence du nombre de places disponibles.

Pour ceux qui douteraient de l'esprit de la loi à cet égard, il suffira de relire cette brochure, publiée par un fonctionnaire, à l'occasion du projet de loi de 1875, brochure où il attaque violemment l'idée du législateur d'appliquer le régime des jurys universitaires, institués par la loi de 1849, aux grades légaux d'ingénieurs des ponts et chaussées et d'ingénieurs des mines, réforme qui devait rendre accessibles à ces fonctions, les ingénieurs formés par les deux universités libres de Louvain et de Bruxelles.

..... « L'organisation qui vient d'être indiquée conduit aux conséquences suivantes :

» Les élèves des Ecoles spéciales ne peuvent réussir dans leurs examens que s'ils ont un mérite réel. L'appréciation du travail des candidats, n'appartient en effet qu'en partie aux professeurs, parfois portés à l'indulgence ; elle revient surtout à des fonctionnaires supérieurs du Département des travaux publics, qui doivent assurer la marche des services importants qu'ils dirigent, précisément avec le personnel qu'ils agrément par leurs décisions au jury d'examen. »

..... » Or, pour s'assurer si un candidat convient pour remplir les fonctions d'ingénieur dans l'un de ces services, il ne suffit pas de l'interroger pendant quelques heures. »

..... » Jamais la liberté de l'enseignement, si large que fût la signification donnée à ce mot, n'a été, à l'étranger, entendue en ce sens que l'Etat, pour respecter les droits d'autrui, devrait abdiquer son propre droit de former comme il l'entend ses ingénieurs, ses officiers, ou le personnel de sa marine. »

..... » Quels résultats donneraient de tels jurys, s'ils devaient non seulement constater que les élèves possèdent des connaissances scientifiques suffisantes, mais en outre qu'ils ont l'esprit pratique, l'aptitude au service, des connaissances administratives, etc. ? Sur ces points il leur serait impossible de prononcer un jugement fondé. »

Et plus loin :

» Cette garantie (fournie par les jurys universitaires), est évidemment presque nulle et aucun Ministre des travaux publics n'oserait, sans doute, accepter dans de telles conditions la responsabilité considérable qui pèse sur son administration.

» Si, en effet, avec un tel système, un malheur se produisait sur un railway, dans une mine, sur une digue de mer, sur un canal, et qu'une enquête prouvât que l'incapacité ou l'inaptitude de l'ingénieur en est la cause, il pourrait être avec raison, demandé compte au Ministre responsable des dommages, peut-être immenses, qu'auraient subis l'Etat ou des particuliers, par l'ineptie de son personnel.

» Nous ne pensons pas que l'on trouve un seul membre de nos Chambres législatives, soit même de la section centrale, qui consente à assumer la responsabilité d'un service important dont les agents n'auraient eu d'autres titres à une nomination que la possession d'un diplôme délivré par un jury irresponsable. »

Sans prendre parti pour ou contre les idées défendues, il me sera permis de faire remarquer que l'expérience a prouvé que la liberté contre laquelle s'élève l'auteur, n'a pas eu des conséquences aussi désastreuses qu'il prévoyait, que le monde n'en a pas été bouleversé et que nous n'avons pas vu de Ministres responsables mis en accusation publique pour les fautes commises par son administration.

### Sur le projet de réforme présenté en 1889.

C'est aux mêmes conclusions que l'on arrive, je parle de la thèse que j'indiquais plus haut, lorsqu'on relit les débats passionnés qui eurent lieu au sein de notre Association, et particulièrement de la Section de Liège, sur la Réforme de l'Enseignement technique, de 1885 à 1889, et qui donnèrent lieu à un rapport remarquable de la Commission instituée à cet effet. Ce rapport fut présenté par le Secrétaire, M. H. DECHAMPS, avec la clarté et la netteté d'esprit qui caractérisaient tous ses écrits ; il fut en grande partie son œuvre et il est tout entier dominé par son jugement personnel, sain et droit.

Mais, il faut le dire, il ne pouvait faire abstraction complète du milieu, et il reflète les préoccupations de cette époque et qui peuvent se caractériser ainsi :

L'école des mines est une école de services publics. Non seulement le régime est nécessaire, mais l'organisation et la direction des études ne peuvent être laissées aux mains des membres de la Faculté des sciences, qui sont incompetents au point de vue des exigences de l'Administration et de l'Industrie. L'Etat veut des garanties exceptionnelles pour le recrutement de ses fonctionnaires, etc.....

Je ne chercherai pas à démontrer que le régime intérieur et la direction des études, tels qu'ils étaient organisés, n'avaient pas des avantages ; c'est une fatalité de notre organisation à nous, qui fait que nous ne pouvons voir tous les avantages d'une institution que quand celle-ci a disparu, et que nous n'apprécions jamais avec autant de netteté les avantages d'un système existant que ses inconvénients. Ce serait toutefois s'exposer à des erreurs graves que ne pas tenir compte de l'expérience du passé à cet égard ; et ceux qui voudront examiner cette question, parce qu'ils la considèrent comme essentielle (ce qui n'est

pas mon sentiment), devront s'imprégner de ces discussions souvent obscures et désagréables, parce qu'il s'y mêlait forcément des questions de personnes.

Ils devront se donner la peine de les relire, en entier, dans le « Bulletin de l'Association », années 1885, 1886, 1887, 1888.

Je voudrais vous supplier, et j'y reviendrai, d'aborder avant toute autre question, celle des programmes. C'est la plus urgente, la moins difficile à traiter, celle qui donnera lieu aux discussions les plus courtoises. Réservons la question du contrôle de l'enseignement et des nominations. Soyons pratiques, avant tout. Distinguons-nous en cela, des assemblées délibérantes.

### Les conséquences de la loi de 1890.

Je ne saurais exposer, même en résumé, les débats à notre tribune qui ont précédé le vote de la loi de 1890 ; cette loi transformait nos écoles spéciales en Faculté technique, supprimait définitivement les inspecteurs d'études, rendait le régime facultatif, en ce qui concerne les répétitions tout au moins, mettait les répétiteurs, assistants, chefs de travaux, sous l'autorité directe du professeur.

*L'Ecole cessait d'être une école de service public.*

Les diplômes du grade légal des mines pouvaient être conférés par les jurys universitaires, ces jurys ne comportant que des professeurs de l'Université (officielle ou libre). La loi ne conservait pour contrôler l'enseignement, que la commission d'entérinement des diplômes, dont la mission était restreinte, en dernière analyse, à exiger le respect des formes légales pour l'organisation des sessions d'examens.

Est-ce un bien, est-ce un mal ?

Je le répète, il est tout à fait inutile d'examiner la ques-

tion à un point de vue aussi général. C'est une nécessité qui découle de la liberté de l'enseignement proclamée par la Constitution.

Je crois qu'il est possible d'instituer une Commission permanente de réforme et de contrôle pour toutes les Universités qui voudraient délivrer des diplômes légaux (et tous les grades seraient légaux), mais cette réforme n'est pas de la même urgence que celle des programmes. Aucun intérêt ne serait gravement compromis si le contrôle effectif était retardé de quelques années. Il n'en est pas de même pour ce qui concerne les programmes, comme j'espère pouvoir le démontrer tantôt.

Le législateur n'a pas hésité, pour assurer la liberté d'enseignement dans un sens que beaucoup trouvent peut-être abusif, de supprimer les jurys combinés et le contrôle des études pour les grades légaux. Il n'a pas cru devoir aller plus loin et s'occuper de la réforme des études proprement dites. On ne peut pas tout faire en une fois.

Ce qui subsiste de l'ancien système, c'est le programme encyclopédique, universel, qui réserve aux ingénieurs des mines le suprême bonheur de tout connaître dans le vaste champ d'activité de l'ingénieur moderne : analyse chimique, chimie industrielle, métallurgie du fer, métallurgie spéciale, électricité, construction des machines, construction de charpentes et de ponts, architecture industrielle, exploitation des chemins de fer, et j'en oublie.

Cela répond, dans une certaine mesure, aux besoins de l'Etat qui veut un ingénieur « bon à tout ».

Mais cette conception date de 3/4 de siècle !

Est-elle encore désirable, est-elle encore possible ?

Comment expliquer, Messieurs, que pour être ingénieur des chemins de fer, il faille connaître l'exploitation des mines, avec ses branches préparatoires, minéralogie, géologie ?

Pourquoi un ingénieur mécanicien ne pourrait-il se présenter à l'examen des chemins de fer, au même titre que l'ingénieur des mines, et avec plus de raisons ? (1)

Voilà, Messieurs, des questions qui ne sauraient trouver de réponses qu'en regardant dans le passé, en suivant, comme nous venons de le faire, l'histoire de la création et du développement des lois sur l'enseignement technique supérieur en Belgique.

Ce n'est donc pas faire acte de révolutionnaire que de dire aujourd'hui que nos programmes méritent d'être remaniés, ce qui ne veut pas dire bouleversés.

#### La directives pour l'étude d'un projet de réforme.

Je ne puis m'empêcher, Messieurs, de m'indigner lorsque je vois de bons esprits, des intelligences d'élite, perdre leur temps à définir un programme *idéal*, qui ne se contente pas de faire table rase du passé, mais exige encore pour sa réalisation, des surhommes comme professeurs et des surhommes comme élèves.

Je n'irai pas soutenir que l'enseignement supérieur doit être fait pour une médiocre moyenne, mais est-il soutenable que l'enseignement technique, tel que nous le comprenons, doive viser avant tout, une élite extrêmement petite ? Que l'organisation soit telle qu'elle favorise cette élite — et je dirai tantôt ce qui pourrait être fait dans cette voie — rien de plus naturel. Mais comment ne pas se rendre à l'évidence, que tant de brillantes intelligences qui auraient été classées, sans aucun doute, dans cette élite, n'ont rien donné au point de vue industriel !

J'entends bien quelques-uns qui me répondent : Parce

---

(1) Il ne s'agit ici, bien entendu, que de l'ingénieur chargé des services de traction ou d'exploitation et non de l'ingénieur des voies et travaux.

que l'industrie n'est pas organisée comme elle devrait l'être !

Je veux bien concéder que l'industrie utilise mal certaines intelligences supérieures et qu'il ne faut pas adapter l'enseignement à l'industrie telle que nous la connaissons aujourd'hui. Seulement qu'on me concède qu'il ne faut pas non plus avoir la prétention d'organiser l'industrie pour qu'elle s'adapte à l'enseignement que l'on préconise.

Puisque nous en sommes là, c'est le moment d'entamer cette discussion qui revient dans la plupart des mémoires s'occupant de cette question, et que M. LE CHATELIER résume ainsi :

« *La science à l'école, la pratique à l'usine.* »

Lorsqu'on veut discuter, on s'aperçoit vite combien les mots ont de significations diverses suivant l'organisation intellectuelle de ceux qui les prononcent, combien il est dangereux, dans une discussion, de ne pas définir nettement ceux que l'on emploie.

Et lorsque je vois des gens faire des efforts insensés pour rester dans les généralités, qui se croiraient déshonorés s'ils précisaient leur pensée par des exemples bien choisis, je ne puis mieux faire, pour les caractériser, que de les comparer à des architectes qui voudraient se faire comprendre sans dessin et qui se contenteraient de décrire l'édifice projeté dans leur cahier de charges.

#### Distinction entre sciences pures et sciences appliquées.

J'ai assisté, en 1910, au Congrès de l'Enseignement technique, et j'ai suivi avec intérêt, si pas avec passion, ces longues discussions sans conclusions qui sont le propre des Congrès. Après deux jours de discussions, il devenait clair que ce que M. Le Châtelier appelait *sciences pures* correspondait approximativement à ce que nous appelons *sciences appliquées*.

Par sciences pures, ceux qui avaient été formés dans nos écoles, entendaient : les mathématiques, la physique, la chimie, la physique mathématique, la mécanique rationnelle.

Par sciences pures, M. LE CHATELIER entendait, non seulement les branches que nous venons d'indiquer, mais les applications de ces branches à l'étude du mouvement des machines, à l'étude de leur rendement mécanique et de leur rendement thermique, à l'étude de la métallurgie, etc....

Il réservait le mot *pratique* — il ne l'a pas dit aussi explicitement — à l'ensemble des connaissances descriptives et technologiques relatives aux diverses professions.

Dès lors, il était absolument possible de mettre d'accord les neuf dixièmes des hommes présents, sur le principe énoncé plus haut, et qui, pour des ingénieurs de notre formation, signifie, je pense :

I. *Une forte préparation scientifique* par l'enseignement :

- a) des mathématiques et des sciences abstraites : la mécanique rationnelle, la physique mathématique, la thermodynamique ;
- b) de la physique expérimentale et de la chimie, qui forment la trame de toutes les connaissances que nous appliquons journallement ;

II. *Une formation technique*, non par un enseignement descriptif, mais par l'analyse systématique, scientifique, expérimentale, des principaux phénomènes que l'ingénieur rencontre constamment dans l'exercice de sa profession, des appareils importants qu'il utilise journallement.

Je n'ai malheureusement pas le temps de lire les déclarations les plus importantes faites par les hommes les plus éminents qui assistaient à ce Congrès, par les savants professeurs de nos écoles belges, MM. BOULVIN, DECHAMPS,

HUBERT, par un homme qui paraissait exceptionnellement doué, puisqu'il représentait à la fois l'enseignement et l'industrie, M. KRYLOW, professeur de mathématiques supérieures à l'Université de Saint-Pétersbourg, directeur des chantiers de la Marine russe.

Il est aisé de voir, lorsqu'on parcourt les procès-verbaux de ces séances, que les déclarations qui dominent sont celles des hommes éminents que je viens de citer. Mais on sent, malgré tout, une orientation d'esprit très différente.

M. LE CHATELIER apparaît, avant tout, comme un homme de science, un physico-chimiste qui forme, en France, le trait d'union entre les savants d'Académie et les ingénieurs de l'Industrie. C'est lui qui a mené une campagne, et avec quelle puissance d'action, pour amener les professeurs de sciences pures à orienter leur enseignement vers les applications.

A la question posée ainsi, au Congrès de 1910 :

« Dans les écoles techniques faisant partie d'universités, y a-t-il lieu d'organiser, pour les élèves ingénieurs, des cours de sciences pures ? Si ces matières sont enseignées dans des cours communs aux docteurs et aux ingénieurs, y a-t-il lieu de compléter, pour les ingénieurs, l'enseignement théorique universitaire, par des conférences, des séances d'exercices pratiques ? »

M. LE CHATELIER y répondait comme suit :

« Il n'est pas possible de donner à cette question une réponse absolue, car elle dépend de la nature des enseignements donnés dans les universités scientifiques. On peut seulement dire que dans l'état actuel, en France, il est indispensable d'avoir des cours de sciences pures donnés dans les écoles techniques. La science, c'est-à-dire les relations des faits entre eux, les lois, sont partout

» les mêmes. Mais le choix des exemples nécessaires pour illustrer les lois et les faire comprendre peut varier à l'infini. Il faut dans les écoles techniques prendre systématiquement comme exemples, les faits de la pratique.

» Cela ne suffit pas encore, il faut proportionner le développement de chaque partie de la science à son utilité pratique. On peut dans une école technique *glisser* sur les méthodes de détermination des poids atomiques, mais on ne saurait trop insister sur les méthodes de dosage des corps usuels, comme le fer.

» Dans l'enseignement universitaire, au contraire, on insiste plutôt sur les recherches nouvelles, qui souvent n'ont, momentanément, que peu d'intérêt pratique. »

Je ne sais s'il parviendra à convaincre les professeurs de sciences pures ; je ne connais pas un seul argument sérieux qui puisse être opposé à sa thèse, mais il doit rester entendu que cette invitation s'adresse aux professeurs des Facultés des sciences qui préparent les jeunes esprits aux Facultés techniques, qu'il ne saurait être question de rendre inutile l'enseignement de ces dernières.

Une telle affirmation, soutenue d'ailleurs par M. LE CHATELIER lui-même, mérite évidemment d'être prouvée. Elle touche, Messieurs, à des questions délicates et difficiles.

#### Rôle de l'ingénieur et du docteur en science.

« Depuis 40 ans, disait M. TRASENSTER, lors des discussions de 1885, il y a un certain antagonisme entre les académiciens et les ingénieurs, entre les hommes qui vivent dans la sphère des sciences pures, et ceux qui s'occupent des applications des sciences aux besoins sociaux. »

Les divergences de vue ne datent donc pas d'aujourd'hui. D'où provient, cet antagonisme ?

Les ingénieurs ne dénie pas les mérites et les services rendus par les hommes de sciences ; les savants ne sauraient méconnaître l'utilité des ingénieurs. Alors !

L'ingénieur travaille pour augmenter la somme des richesses immédiatement utilisables. Les savants travaillent avec une utilité qui peut être différée. Voilà. L'ingénieur demande aux savants les connaissances générales dont il a besoin et il utilise ces connaissances et son cerveau pour résoudre les problèmes complexes que la pratique de l'industrie pose tous les jours, et qui demandent une solution *sans délai*, et cela, non seulement au point de vue technique, mais encore au point de vue psychologique et social. S'il avait devant lui le temps et les moyens d'investigation, les méthodes qu'il pourrait employer ne seraient pas différentes de celles du savant : elles consisteraient, comme pour le savant, à observer, à coordonner des faits, à déduire de ces faits, par l'intuition ou par la logique, des conséquences, des lois, qu'il s'empresserait de vérifier. Sa tâche serait toutefois plus ardue, car il ne pourrait que rarement, dans l'état actuel des sciences, isoler complètement le phénomène qu'il étudie, sous peine de ne pouvoir conclure au point de vue où il se place.

J'imagine que l'on pose le problème suivant :

« Déterminer les dimensions les plus favorables, au point de vue rendement, ce mot entendu dans son sens le plus large, d'un groupe moteur-pompe-centrifuge capable d'élever  $Q$  m<sup>3</sup>/heure à  $H$  mètres de hauteur. »

On peut admettre au point de vue théorique qu'il n'y a qu'une solution. Sans parler du point de vue constructif, le nombre de facteurs qui interviennent est énorme.

Il est inutile de dire que la méthode purement mathé-

matique s'appuyant sur l'hydrodynamique, est inutilisable. On peut réduire le nombre des variables en admettant certaines relations empiriques, que des calculs approximatifs font connaître, certains coefficients pour tenir compte des perturbations dont l'influence ne peut être analysée. On arrive ainsi à des formules que nous appelons *théoriques*, mais qui, en raison du grand nombre d'hypothèses un peu arbitraires admises, pourraient aussi bien s'appeler *empiriques*. On peut admettre qu'elles donnent l'allure des phénomènes très complexes dont la pompe est le siège, qu'elles donnent une synthèse de ces phénomènes. Mais il est évident que pour résoudre le problème posé, ces relations ne suffisent pas. L'expérimentation est nécessaire. Deux voies s'ouvrent à l'ingénieur :

La première : Etudier chacun des phénomènes séparément : les pertes de charge dans un canal à forte courbure fixe ; les pertes de charge dans un canal à forte courbure divergent ; la divergence maximum pour obtenir le rendement maximum ; dans chaque cas l'ingénieur simplifiera le phénomène, en le débarrassant, le plus possible, des perturbations.

La deuxième : Etudier *en bloc* tous les phénomènes sur une pompe existante.

La première méthode est la méthode scientifique, celle du savant ; la seconde méthode est la méthode technique, celle de l'ingénieur.

La première, dans l'état actuel des sciences, ne donnera rien ; il ne sera pas possible, avec nos connaissances limitées en l'hydrodynamique, de dire, en passant du phénomène simple analysé au phénomène complexe qui se présente dans la pompe, quel degré d'approximation la méthode fournit.

Je dis que la première est inutilisable ; la seconde ne

l'est pas davantage, dans l'état actuel de l'organisation de l'industrie.

J'ai employé cette seconde méthode ; plusieurs années m'ont été nécessaires pour arriver à me former une idée un peu précise de la solution du problème posé ci-dessus.

Or, Messieurs, l'industrie actuelle ne laisse pas au constructeur quelques années pour répondre à cette question ; elle lui laisse quelques jours, quelques mois au plus.

Si nous imaginons une industrie socialisée, un laboratoire de recherches et un bureau d'études uniques, pour un pays et une spécialité, la question change ; mais, nous n'en sommes pas là.

Quelle est donc la méthode employée ? Le constructeur, s'appuyant sur les formules théoriques ou empiriques, suivant le point de vue, donne au problème une solution approximative. Pour se mettre à couvert, il calcule largement. Quelques essais sommaires lui font voir qu'il ne s'est pas trompé dans une trop grande mesure. Un accident survient-il ? Il est forcé de regarder les choses de plus près ; l'intuition le met sur le chemin d'une amélioration ; il l'adopte. Par approximations successives, il arrive, après quelques années, s'il est doué d'un bon jugement — je reviendrai sur ce mot — à une solution très voisine de la solution idéale dont nous parlions tantôt.

Lorsque l'homme de laboratoire, employant la seconde méthode et non la première, viendra, il sera souvent forcé de dire : « Vous avez raison ».

Me suis-je fait comprendre ?

À mesure que la science progresse, que l'industrie se spécialise, l'ingénieur se rapproche du savant, par ses méthodes d'investigation. Mais les courbes du progrès sont asymptotiques.

Une préparation mathématique et scientifique, même orientée vers les applications, ce qui correspond à peu de

chose près — orientation à part — à nos doctorats actuels, n'est pas suffisante.

« La science à l'école, la pratique à l'usine ? »

Qu'entend M. LE CHATELIER par le mot *pratique* ?

Il ne le dit pas d'une façon très explicite, mais je lis dans les comptes-rendus du Congrès :

« Je n'ai pas toujours eu la même manière de voir. Je croyais que l'on pouvait enseigner la pratique.

» Chargé, il y a vingt-cinq ans, d'un cours de chimie industrielle, à l'école des mines, j'avais été consulter Hector BIVER, l'éminent directeur de la Compagnie de Saint-Gobain. Et, à mon grand étonnement, celui-ci me répondit : « Plus vous apprendrez de chimie et de physique à vos jeunes gens, et moins vous leur parlerez d'industrie, mieux vous les préparerez à devenir de bons ingénieurs. C'est notre affaire de leur apprendre la pratique du métier. »

Qu'est-ce que cela veut dire ? Que les ingénieurs de nos écoles ne doivent avoir vu, au sortir de leurs études, qu'un creuset au lieu d'un four, qu'un calorimètre au lieu d'une chaudière ?

« Pour étudier l'emploi au chauffage d'un combustible » donné, dit ailleurs M. LE CHATELIER, il suffit d'un chauffe-bain et d'un réservoir métallique de la contenance d'une baignoire. »

Je veux bien, qu'à défaut de posséder une installation plus industrielle, mais aussi plus coûteuse, d'une chaudière, l'étude du rendement d'un chauffe-bain puisse être considérée comme intéressante. Si elle n'est pas de nature à éveiller au même titre, chez l'élève, l'esprit d'observation et le jugement personnel, elle lui permet de faire connaissance avec des méthodes de mesure qui lui sont indispensables.

Il n'est pas possible, toutefois, de ne pas saisir, ici, la différence qui existe entre les deux manières de penser que je signalais tantôt, si on rapproche ces citations des déclarations de MM. BOULVIN et KRYLOW :

« *L'enseignement doit être un apprentissage*, dit M.

» BOULVIN : l'homme apte à embrasser n'importe quelle  
» carrière, n'est apte à en embrasser aucune : il faut se  
» spécialiser pour mieux approfondir. »

Bien entendu, il ajoute :

« Je réproûve de la façon la plus absolue, les cours qui  
» sont un fatras de données technologiques ; ces cours  
» agissent sur les intelligences secondaires qui se figurent  
» que c'est là, la science de l'ingénieur. C'est souvent le  
» défaut de certains professeurs qui sont trop loin de  
» l'application ; ils ont peur de le laisser paraître et ils  
» encombrant leurs cours d'une foule de détails absolu-  
» ment sans intérêt pour la formation de l'esprit. »

Et M. KRYLOW s'exprime ainsi :

« Il me semble, Messieurs, que l'une des causes princi-  
» pales de l'espèce de conflit qui existe entre l'industrie  
» et les écoles d'ingénieurs réside dans le fait qu'il y a  
» une grande différence entre le *savoir* et le *savoir-faire*.

» C'est le *savoir* surtout que donne l'école, c'est le *savoir-  
» faire* dont l'industrie a surtout besoin. Je le sais par ma  
» propre expérience : en analysant ce que j'enseignais  
» à mes élèves ingénieurs, à l'Académie navale, je voyais  
» que c'était en grande partie du savoir, et, comme direc-  
» teur des constructions navales, c'est le savoir-faire que  
» j'exigeais de mes subordonnés, c'est-à-dire de tout le  
» corps des ingénieurs de la marine.

» Le but de l'enseignement doit être un développement  
» harmonique des deux facultés, mais c'est là toute la

» difficulté : le savoir s'enseigne très aisément par le récit  
» dans les cours oraux, le savoir faire ne se récite pas, on  
» le *montre*. En somme, le savoir s'enseigne par des pré-  
» ceptes et des règles, le savoir faire se montre par des  
» exemples.

» Malheureusement, il paraît que l'on oublie quelque-  
» fois les mots de Newton : « *In scientiis addiscentis  
» exempla non minus docent quam procepta.* ». C'est  
» le choix de ces exemples, dans les cours de sciences  
» pures, qui doit être approprié à la destination des ingé-  
» nieurs que l'école doit former, et c'est en cela que doit  
» consister la spécialisation des cours des sciences pures  
» dans les écoles d'application. »

Résumons.

*Ne peut être enseigné utilement, par le cours oral, que  
ce qui peut être mesuré, synthétisé par la science.*

Est-ce à dire que notre enseignement doit borner son  
ambition à fournir aux élèves ces connaissances ?

Non, Messieurs. Le professeur peut faire profiter les  
élèves de ses connaissances pratiques personnelles, en  
se tenant en contact avec eux, dans les laboratoires, les  
salles de dessin. *Il peut créer un milieu favorable au déve-  
loppement du jugement personnel propre à l'ingénieur.*

Rôle du jugement dans la profession d'ingénieur.

Ce mot « jugement » qui revient si souvent dans mon  
exposé, mérite une définition. Je ne reprendrai pas celle  
du dictionnaire ; je préfère me faire comprendre au moyen  
d'un exemple :

Imaginons un monde où les phénomènes soient assez  
simples pour être connus dans leur entièreté, dans leur  
complexité, et que les lois qui les régissent soient expri-

mables par des fonctions mathématiques maniables. Ce monde imaginaire, c'est celui des mathématiciens, qu'ils s'intéressent à la géométrie, à la physique mathématique ou à la mécanique rationnelle.

Dans un tel monde, parler jugement n'a pas de sens. Tout est déterminé, toute question a sa réponse. Il suffit de posséder un esprit capable de saisir l'abstraction d'une telle science, et d'être suffisamment doué pour embrasser, d'un coup d'œil d'ensemble, toutes ses données, pour pouvoir répondre par oui ou par non, avec une certitude absolue, à toutes les questions posées.

Pour passer du phénomène abstrait au phénomène réel, toujours plus compliqué, où le règne de l'absolu cesse, il faut être doué d'une *équilibre mental* qui donne comme l'intuition du possible, du réel, et qui se rattache à ce que nous avons coutume d'appeler « le bon sens ».

Avoir le sens du réel dans ce que l'on voit tous les jours autour de soi, aussi bien dans l'ordre des phénomènes physiques que dans l'ordre des phénomènes psychologiques auxquels l'ingénieur a affaire, savoir déduire, avec la sensation de la certitude, ce que l'on verrait si telles circonstances particulières étaient réunies, et cela en s'appuyant sur la logique et l'intuition, voilà ce que j'entends par jugement.

Ainsi défini, on pourra faire observer que le jugement conduit à la routine, puisque c'est, en définitive, la tendance à déduire ce qui est possible de ce qu'on a déjà vu.

Pour se sauver de la routine, lorsqu'on possède ce que nous appellerons « un bon jugement », il faut être doué d'une culture scientifique élevée et d'une qualité spéciale et rare, qu'Oswald appelle « l'originalité », « qualité que l'on peut développer, détruire, mais jamais créer chez un individu. »

### Conclusions.

Ainsi, le maximum d'effet utile sera, selon nous, obtenu dans l'enseignement technique, si l'on parvient à donner aux élèves :

1° Une préparation scientifique capable de fournir les moyens de traiter avec rigueur les problèmes simplifiés par l'abstraction ;

2° Les méthodes d'investigation de la science expérimentale ;

3° Une formation technique générale capable de développer le jugement qui guide l'esprit dans le domaine des indéterminations, qui modère, dans les cerveaux doués d'originalité, l'exubérance de l'imagination.

C'est dans les travaux pratiques et les laboratoires que cette formation est possible.

On peut affirmer que l'enseignement tel qu'il est conçu, dans ses grandes lignes, à l'Université de Liège, tient compte de ces deux buts élevés : préparation scientifique et formation technique.

On peut regretter que l'enseignement scientifique des deux premières années ne soit pas orienté davantage vers les applications industrielles, à la manière dont l'entend M. LE CHATELIER.

Au point de vue de l'enseignement technique, on peut regretter qu'il ne s'appuie pas davantage sur les travaux pratiques et sur les laboratoires. Mais pour entrer utilement dans cette voie, une réforme des programmes est nécessaire. Il est absolument inutile d'ajouter quoi que ce soit au programme actuel, les élèves sont incapables (laissons de côté 4 ou 5 % de la population) de profiter de l'enseignement encyclopédique qu'on leur réserve aujourd'hui, à l'Ecole des Mines.

Toute réforme utile est liée à une *spécialisation plus grande*.

Et la formation générale, me dira-t-on ? Je réponds : Pour cette formation générale, il y a sept années d'études dans l'enseignement moyen, et cela suffit.

Nous pouvons tous regretter, au surplus, que l'ingénieur ne puisse posséder, outre les connaissances professionnelles dont il a besoin :

- 1° Un talent particulier de rédaction ;
- 2° Une connaissance approfondie des langues étrangères, au point de vue technique ;
- 3° Des notions de droit ;
- 4° Des notions de comptabilité ;
- 5° Les sciences politiques et administratives ;

sans négliger une formation esthétique et une formation sportive qui lui permettra d'acquérir la résistance physique, et peut-être la santé, s'il n'en a pas.

(Tout cela a été dit et développé au Congrès de l'enseignement technique.)

On a même ajouté que, pour les ingénieurs qui se destinent à des missions à l'étranger, des *éléments de médecine, d'agriculture*, les langues des pays visités, seraient nécessaires, et cela n'est pas douteux.

Mais il faut se persuader qu'il ne suffit pas d'inscrire au programme le mot *médecine* ou *agriculture*, pour que l'on trouve le professeur capable de donner, *en quelques leçons*, des notions essentielles et profitables, et pour que l'élève trouve le temps pour se les assimiler.

Il est étonnant que, dans l'examen des réformes, personne ne soit parti du temps disponible, comme je l'ai fait dans la seconde partie de ma communication.

Ne cherchons pas à faire, des élèves, une encyclopédie vivante. Laissons-leur un peu de temps pour

**penser librement, pour exercer leur initiative et leur jugement dans des travaux de laboratoires et des travaux de dessin.**

A quelques camarades à qui j'exprimais ma pensée, il y a plusieurs années, au sujet de la réforme des programmes, plusieurs m'ont répondu : « Je ne crois pas à la vertu des programmes pour transformer l'enseignement. D'autres ont ajouté « Avec de bons professeurs, on a toujours de bons programmes. On peut faire un bon cours, en respectant un mauvais programme. »

Je serais d'accord avec eux, s'il n'y avait confusion absolue sur les mots. Je n'accorderais aucune vertu spéciale à la réforme des programmes, si ceux-ci n'étaient surchargés, et si les travaux pratiques y tenaient une place suffisante. Mais on admettra, sans peine, qu'un bon professeur n'a pas le droit de réduire un cours, porté au programme, à quelques éléments, parce qu'il juge inutiles de plus longs développements, pour la formation de telle ou telle catégorie d'ingénieurs.

En vertu des principes moteurs, intérêt et amour-propre, et d'une déformation professionnelle qui frappe les hommes d'enseignement, comme les autres hommes qui ont l'amour de leur métier, rien ne serait plus dangereux, à l'heure actuelle, qu'une faculté composée exclusivement d'hommes exceptionnellement remarquables : tous donneraient à leurs cours, une extension excessive.

Grâce aux notes autographiées, aux lanternes à projections, il est possible d'augmenter la matière débitée, par heure, dans des proportions qui défient l'imagination.

C'est pourquoi je suis persuadé que tout progrès dans l'enseignement technique est lié à une spécialisation plus grande, et à un certain changement dans les idées que nous nous faisons sur la portée des cours oraux.

Avant d'aborder la seconde partie, je voudrais jeter un coup d'œil en arrière.

Je crois avoir montré, si pas démontré, qu'il ne pouvait être question de borner l'enseignement technique à l'enseignement des sciences pures, même en l'orientant nettement vers les applications ; qu'il ne saurait être question de former, avec les mêmes méthodes, l'ingénieur et le docteur en sciences. Tandis que la tâche de l'ingénieur consiste à augmenter la somme des richesses immédiatement utilisables, celle du savant consiste à augmenter, sans préoccupation directe des applications possibles, la somme des connaissances humaines. Celui-ci concourt, lui aussi, à la production des richesses, et avec quel rendement, mais l'utilité de ce qu'il produit peut être différée.

« Tandis qu'en face d'un problème posé, disait RAN-  
» KINE, le savant se demande ce qu'il faut penser, l'ingénieur  
» se demande ce qu'il faut faire », car il doit agir sans délai.

A côté des qualités du savant, originalité, facultés d'abstraction, d'observation, d'intuition, qualités qu'il peut posséder naturellement à un degré beaucoup moindre, l'ingénieur doit, en outre, être doué de ce que j'ai appelé le *jugement*.

Au point de vue de sa réussite, comme industriel, cela ne suffit pas ; il faut encore qu'il possède un ensemble de qualités qui forment ce que j'appellerai « le caractère » ; il doit pouvoir discipliner son esprit pour faire son travail avec régularité : il doit savoir détacher sa pensée de ses travaux de recherches, pour recevoir un client, un membre de son personnel, signer sa correspondance et prendre des responsabilités comme chef.

Si je n'ai pas insisté sur ces qualités, sans lesquelles un industriel ne saurait réussir complètement, c'est parce

que je crois que l'enseignement universitaire ne saurait développer ces qualités.

Il ne faut pas se méprendre sur la portée que peuvent avoir les études techniques, dans la formation de l'individu. Il ne faut pas demander à l'enseignement ce qu'il ne peut donner, mais il faut lui demander d'être assez bref pour que l'ingénieur ne prenne pas contact avec les réalités de la vie industrielle, beaucoup trop tard.

Je n'ai pas examiné, dans cette communication, le système allemand de la spécialisation à outrance, avec des cours spéciaux, tant théoriques que pratiques, pour les différentes catégories d'ingénieurs, et cela dès les premières années d'études.

Je n'ai pas examiné non plus les méthodes américaines et anglaises qui peuvent se résumer ainsi : peu de sciences pures, un enseignement intuitif, beaucoup de laboratoires, d'exercices pratiques, de travaux manuels.

Ces méthodes ne correspondent ni à nos goûts, ni à nos habitudes léguées par l'atavisme.

La première offrirait d'ailleurs, pour un pays comme le nôtre, beaucoup d'inconvénients ; la seconde ne trouverait pas de réalisation possible, faute de professeurs pour la mettre en pratique dans ce qu'elle a d'essentiel.

*Entre ce qui est et ce qui est possible, à un moment donné et dans un milieu déterminé, il n'y a jamais un aussi grand écart.*

C'est perdre son temps que de s'y attarder davantage.

## Examen d'un projet de programme

Je disais, tantôt, que j'étais parti du temps disponible pour discuter la réforme des programmes.

J'ai figuré ici, dans le tableau II, comment se répartit le temps, dans une année académique.

Il serait vain de vouloir augmenter, comme on peut le voir, la durée des études pendant une année.

Le temps est limité à 1.440 heures, si l'on accepte l'horaire du tableau III.

Ne croyez pas, si je laisse à l'étudiant toutes ses soirées, que je veux en faire un paresseux. La veille et l'avant-veille de son interrogation, et mettons qu'il y en aura une par semaine, il devra jeter un coup d'œil d'ensemble sur la matière étudiée, aussi régulièrement que possible, pendant cinq à six semaines. Il lui faudra mettre en ordre des notes de laboratoire, rédiger ses rapports. **Laissons-lui quelques soirées pour se distraire, se reposer, et faire quelques lectures en dehors de son champ d'activité habituel.**

J'ai figuré, dans le tableau I, la liste des cours portés au programme des Mines.

On pourra me demander pourquoi je ne m'intéresse qu'au programme de la section des Mines. Parce que le grade des Mines est le seul grade légal que notre Université délivre, et que c'est la section des Mines qui attire

tous les *élèves belges bien doués*, se destinant à la profession d'ingénieur.

J'ai indiqué, dans ce tableau, les heures affectées à chacun des cours, en 1914, de même que le nombre d'heures relatif aux travaux pratiques, aux laboratoires et aux interrogations. J'ai ajouté dans la colonne suivante le nombre d'heures que je considère comme nécessaire pour s'assimiler, d'une façon convenable, une heure de cours, en faisant quelques applications et en reproduisant les croquis exigés à l'examen, lorsque le cours en comporte. **Les chiffres adoptés sont forcément subjectifs ; pour éviter un reproche de parti-pris, j'ai fait varier très peu ce nombre d'heures. Chacun pourra recommander les calculs en adoptant d'autres chiffres ; je ne crois pas qu'il arrivera à des conclusions bien différentes.** Les chiffres des colonnes suivantes donnent les nombres d'heures nécessaires à l'élève pour suivre et étudier chacun des cours avec les laboratoires et les travaux pratiques.

Pour pouvoir faire la comparaison avec la situation de 1864, j'ai refait les mêmes calculs, en tenant compte du programme qui m'était connu.

Ne possédant pas l'horaire des cours de cette époque, je me suis borné à prendre d'une façon générale, pour les cours inscrits au programme de 1864, les nombres d'heures de cours affectés aux mêmes cours, en 1914.

Quelles que soient les observations auxquelles puisse donner lieu cette manière de procéder, je puis affirmer qu'elle n'est pas favorable à ma thèse : car il est évident que la matière des cours de mécanique, construction, métallurgie, etc., a considérablement augmenté depuis 50 ans. Pour tenir compte dans une certaine mesure de cette augmentation, j'ai changé légèrement le nombre d'heures d'études nécessaires par heure de cours.

Au moyen des chiffres trouvés, j'ai tracé le diagramme de la figure I.

L'examen de ce diagramme montre que, sauf en première année, le nombre total d'heures de travail disponibles (1.440 heures), est toujours dépassé avec le programme de 1914.

Le maximum se présente en 4<sup>e</sup> année d'études, et c'est ce que les élèves traduisent de la manière suivante, n'ayant pourtant jamais fait le calcul auquel je me suis livré : « La 4<sup>e</sup> année est la plus difficile ; il est regrettable de voir les professeurs se montrer de plus en plus exigeants, à mesure que le nombre de « nos années de service à l'Université augmente », ce qui évidemment ne correspond pas à la réalité, car la difficulté croissante des examens ne tient pas aux exigences croissantes des professeurs — ils doivent très souvent se contenter de bien peu de chose — mais à l'accumulation de matières dont la digestion est impossible.

Je n'ai pas la naïveté de croire que l'étudiant travaille effectivement 11  $\frac{1}{2}$  heures par jour ; il ne gagnerait d'ailleurs à ce jeu, qu'une désorganisation du système nerveux, dont il pâtirait le reste de sa vie. **Mais précisément parce qu'il lui est impossible de consacrer le temps nécessaire pour étudier les cours qu'on lui enseigne, il les possède insuffisamment et, après très peu de temps, il est incapable de se servir de connaissances apprises aussi superficiellement.**

Ceux qui ne voudraient pas accepter les chiffres servant de base à mes calculs, seront forcés de constater la grande différence entre l'allure des deux courbes, allure qui ne serait pas modifiée sensiblement par l'adoption d'autres coefficients.

L'examen impartial de ces diagrammes montre, d'une

manière irréfutable, que le système actuel ne peut subsister plus longtemps.

Le problème se pose donc ainsi :

*« Porter la durée des études à 6 années, ou se spécialiser davantage. »*

Avec la première solution, la durée des études sera de 7 ans, puisque l'année complémentaire d'électricité ne pourra être complètement évitée. L'étudiant entrant à 18 ans (âge qui devrait être considéré comme minimum), en sortira à 26 ans, s'il s'en tire avec une année de service militaire. Comme tout le monde est d'accord pour dire qu'une année de stage est nécessaire, l'ingénieur ne pourra espérer gagner sa vie avant 27 ou 28 ans, et encore dans quelles conditions ?

Quelques ingénieurs voteront néanmoins pour la première solution. Il nous paraît à nous qu'elle n'est pas défendable, rien qu'en se plaçant à cet unique point de vue, et les considérations qui précèdent me permettent de dire que ce système peut être critiqué très sérieusement, pour beaucoup d'autres raisons.

Nous admettons donc, comme une nécessité, une spécialisation plus grande, mais nous ajouterons immédiatement, pour ne pas trop effrayer les conservateurs, **qu'il faut se spécialiser le moins possible et le plus tard possible.**

En tout état de cause, nous admettrons que le nombre de 5 années d'études ne peut être dépassé, pour former un ingénieur appartenant à l'une des catégories que le tableau IV définit.

La très grande majorité des ingénieurs sera d'accord pour considérer que l'enseignement supérieur doit donner à tous :

1<sup>o</sup> Une large préparation scientifique, par l'enseignement :

- a) Des mathématiques et des sciences abstraites : mécanique théorique, physique mathématique, thermodynamique ;
- b) De la physique expérimentale et de la chimie, qui forment la trame de toutes les connaissances que nous appliquons journallement ;

2<sup>o</sup> Une formation technique, non par un enseignement descriptif, mais par l'analyse systématique, scientifique, expérimentale des principaux phénomènes que l'ingénieur rencontre dans l'exercice de sa profession, et des appareils importants qu'il utilise journallement.

Ils considéreront comme un outil indispensable le dessin technique.

Les éléments de construction statique et dynamique seront jugés nécessaires à tous.

Le tableau V montre comment on peut grouper les différentes machines que l'ingénieur (qu'il soit mineur, métallurgiste, chimiste) utilise et qu'il ne peut ignorer dans ce qu'elles ont de caractéristique au point de vue fonctionnement et rendement.

Le tableau VI précise la partie de la science appliquée qui doit, à notre avis, être enseignée à tous les ingénieurs.

Cet enseignement, si l'on veut réellement lui donner une portée pratique, doit comporter un plus grand nombre d'heures de cours et, surtout, doit être appuyé par des *exercices de laboratoires et des travaux graphiques de longue haleine*.

Si, cessant d'émettre des idées générales, on cherche à se rendre compte des *possibilités*, on s'aperçoit immédiatement que les difficultés d'organisation sont énormes.

On peut concevoir un grand nombre de systèmes ; un examen un peu sérieux en fait rejeter la plupart.

1<sup>er</sup> **Système.** — 4 années d'études communes pour tous ;  
1 année de spécialisation.

Avec ce système, on ne peut supprimer aucun des cours actuellement inscrits au programme de l'ingénieur des mines : la chimie analytique et la chimie industrielle sont indispensables à l'ingénieur métallurgiste ou chimiste ; le cours de métallurgie spéciale pourrait seul être supprimé, mais il faudrait, par contre, renforcer les travaux graphiques, actuellement insuffisants pour les ingénieurs mécaniciens ; les cours de géologie et d'exploitation des mines devraient être concentrés en une seule année, ce qui ne serait pas favorable ; les cours de cristallographie, minéralogie, paléontologie, devraient être suivis par les métallurgistes, chimistes, mécaniciens, électriciens.

Ce système ne supporte pas l'examen d'un homme conscient des « possibilités ».

2<sup>e</sup> **Système.** — 3 années d'études communes,  
2 années de spécialisation.

**TYPE A.** — Dans les 2 premières années, on groupe les cours théoriques ; dans la 3<sup>e</sup> année, les cours d'applications communs à tous les ingénieurs : mécanique appliquée, physique industrielle, description des machines, résistance des matériaux, construction des machines, électricité, ce qui conduit à un programme beaucoup trop chargé.

**TYPE B.** — On reporte la résistance des matériaux, en 2<sup>e</sup> année, où on supprime le cours de descriptive appliquée.

Le système précédent est ainsi amélioré, mais au point de vue des élèves chimistes, on ne commence la chimie qu'en 2<sup>e</sup> année et on abandonne cette branche pendant toute la durée de la 3<sup>e</sup>.

**3<sup>e</sup> Système.** — Les ingénieurs chimistes se spécialisent dès le début (ce qui est le cas, actuellement).

On ne groupe, pendant les 3 premières années, que les ingénieurs des mines, métallurgistes, mécaniciens, électriciens. Toutefois, dès la 3<sup>e</sup> année, l'élève est obligé d'opter pour l'une des spécialités, mines, mécanique, électricité, d'une part; métallurgie, d'autre part.

Si l'élève se sent capable d'embrasser un programme plus étendu, il est autorisé à suivre, à titre facultatif, le cours de chimie analytique, avec ses laboratoires, ce qui lui laisse la possibilité d'opter pour n'importe quelle section, à la fin de la 3<sup>e</sup> année.

Ce n'est donc qu'après la 3<sup>e</sup> année, que les élèves se séparent effectivement, ce qui ne veut pas dire qu'ils ne reçoivent plus aucun enseignement commun.

Le programme résultant de l'application de ce système est indiqué dans les tableaux VIII et IX.

J'ai montré, dans le tableau VII, comment devrait se répartir le temps dont dispose l'élève, dans une semaine.

J'ai admis que, pour une heure de cours, il y aurait une heure de travaux pratiques (exercices, travaux graphiques) et une heure de laboratoire.

Dans ces conditions, on ne peut dépasser 300 heures de cours par an, en chiffres ronds.

Pour les deux premières années, toutefois, le chiffre de 300 pourrait être porté à 360 heures (2 heures par jour), en raison du moins grand nombre d'heures passées dans les laboratoires.

Il y aurait, en tout, 900 heures par an, en chiffres ronds, pour suivre: les cours, les laboratoires, les travaux pratiques, les répétitions.

Il resterait 480 heures pour étudier les cours chez soi, en ne tenant pas compte des soirées, dont la moitié environ

serait encore nécessaire pour la préparation des interrogations, la rédaction des rapports.

Ce sont les chiffres que je viens de citer que je considère comme intangibles dans mon projet.

Je ne doute pas, qu'après quelques jours de réflexion, vous ne soyez d'accord avec moi pour les adopter.

Il est loisible à chacun, suivant ses goûts, ses aptitudes, ses occupations, de préférer telle partie de la science à telle autre; il n'est pas possible d'ajouter au programme une seule branche sans en retrancher une autre.

Il restera, en dernière analyse, à examiner le programme qui constitue la combinaison la plus favorable, au point de vue général.

Rien n'empêchera d'ailleurs les bons élèves de suivre, à titre facultatif, tel cours qu'ils considéreront comme important ou intéressant, ainsi que nous l'avons fait voir pour la chimie analytique.

Mais encore une fois, ne surchargeons pas les programmes; rendons-les accessibles à la majorité des élèves, et non à 5 ou 6 % de la population actuelle.

L'enseignement est commun à tous (chimistes exceptés) pendant les 3 premières années. On comprend tout l'avantage de cette combinaison qui permet à l'élève de ne prendre une décision au sujet de sa spécialisation, qu'après avoir eu l'occasion de toucher à toutes les branches préparatoires à la carrière de l'ingénieur.

Tous les élèves n'auront pas, malgré le programme commun, les mêmes aptitudes et n'arriveront pas aux mêmes résultats dans les différentes branches.

Je considère, comme un point de la plus haute importance, de favoriser le développement des aptitudes spéciales. *Un enseignement, dont la prétention est d'enfermer tous les esprits dans un moule unique, est un*

*enseignement mal/faisant.* Je précise pour un point particulier.

Il n'est pas nécessaire d'avoir un goût très prononcé pour les manipulations chimiques, si l'on se destine aux études de mécanique et d'électricité. Par contre, pour ces derniers, il est indispensable d'aimer le dessin *technique* et de le posséder à fond.

Je suppose qu'il n'est pas nécessaire de faire ressortir ici, que si l'ingénieur, après quelques années de pratique, ne dessine plus lui-même, il lui est impossible d'acquérir les connaissances de son métier sans dessiner, pas plus qu'il n'est possible de devenir bon contre-maître sans avoir travaillé manuellement, ni bon chimiste sans avoir manipulé.

C'est pourquoi je propose que :

A) *Tout élève qui, pendant les trois premières années, n'aura pas obtenu, en dessin, une cote dépassant les 7/10, ne pourra opter pour la section de mécanique.*

B) *Tout élève qui, pendant les deux premières années, n'aura pas obtenu en chimie, une cote dépassant les 7/10, ne pourra opter pour la section de métallurgie.*

Ces dispositions permettront aux professeurs intéressés, lors des délibérations d'examen, de se montrer très exigeants, tout en tenant compte des avis de leurs collègues.

Pour chercher à favoriser l'élite, sans négliger la formation des élèves moyens, je propose la disposition suivante :

*Tous les cours sont divisés en deux parties bien distinctes, l'une fondamentale, sur laquelle le professeur ne tolérera aucune défaillance à l'examen, l'autre qu'il considérera comme des compléments importants, mais non essentiels, et sur laquelle les élèves ayant des prétentions à un grade seront seuls interrogés.*

Pour éviter, non plus la surcharge des programmes, mais la surcharge des cours, il serait demandé que :

*D'une façon générale, le professeur n'exige à l'examen, indépendamment des applications possibles, bien entendu, que les calculs qu'il aura développés au tableau, que les dessins qu'il y aura tracés de sa propre main. Pour tous les autres calculs du cours, comme pour tous les autres dessins, il exigera que l'élève puisse seulement les expliquer en utilisant les formules et les dessins qui auront servi dans l'exposé de son cours.*

Enfin, tout le monde sera d'accord pour inviter le professeur à tenir largement compte des résultats obtenus aux interrogations et surtout dans les travaux pratiques et les laboratoires placés sous sa direction et son contrôle.

Cette réforme pourra encore paraître, à quelques-uns, insuffisante, et pourtant, telle qu'elle est, elle soulèvera bien des discussions, ici et ailleurs.

Nous verrons, notamment, se lever l'*Administration*, pour réclamer un *type unique d'ingénieur*, l'ingénieur qui sait un peu de tout, mais pas assez de quelque chose pour exercer utilement son initiative dans l'industrie ; nous la verrons repousser, avec conviction, cette idée de voir apparaître, à côté du grade légal des mines, le grade légal d'ingénieur mécanicien, d'ingénieur électricien, d'ingénieur chimiste (tableau X).

Avec cette réforme, pourtant, le grade des mines cessera d'attirer tous les brillants élèves, dont la présence dans une section stimule les élèves ordinaires et fait monter le niveau général.

L'examen n'accaparera plus toute l'attention de l'élève ; il pourra exercer plus largement son initiative et donner libre carrière à ses goûts personnels pour les travaux de recherches dans les laboratoires et les salles de dessin.

L'organisation des travaux pratiques et des laboratoires pourra devenir plus sérieuse ; elle pourra être orientée de manière à développer l'*originalité et le jugement personnels*.

Et cela, Messieurs, est bien autrement important que d'enseigner tout et encore quelque chose.

Mais, me dira-t-on, l'élève même, en 3<sup>e</sup> année d'études, peut-il savoir exactement quelle place l'avenir lui réserve ?

Malheur, trois fois malheur, Messieurs, si l'élève, arrivé à 21 ans ou 22 ans, ne se sent encore aucune disposition particulière pour telle branche spéciale de la profession d'ingénieur !

Ce ne sont pas les places qui manquent dans l'industrie, ce sont les candidats capables pour occuper les places vacantes.

En essayant de n'éveiller aucune disposition, en *obligeant tous les élèves* à apprendre des cours aussi disparates que ceux inscrits actuellement à la section des mines, on arrive, en fin de compte, à ce résultat, que la plupart ne se sentent du goût que pour l'Administration ou pour la représentation commerciale de produits étrangers.

Je veux bien, toutefois, examiner avec vous le cas intéressant du jeune homme sorti ingénieur des mines, qui n'a pu trouver une place dans l'administration ou dans l'exploitation. Sera-t-il inférieur à ce qu'il est aujourd'hui pour faire de la mécanique ? il aura reçu un cours plus important qu'aujourd'hui d'électricité et de construction.

Ne pourra-t-il entrer dans la métallurgie du fer ?

Les notions inscrites au programme remplaceront avantageusement, avec les heures de laboratoire consacrées à la métallographie, le cours d'aujourd'hui.

Il ne pourra aborder, il est vrai, la partie chimique de l'industrie métallurgique. Mais, Messieurs, soyons sincères.

De tous les laboratoires universitaires, un des mieux organisés, est celui de *docimasiae*. Tous les élèves sont d'accord pour le reconnaître et pour rendre hommage à l'activité et au dévouement du professeur, M. DE KONINCK, et de son personnel. Et bien, malgré les 160 heures passées au laboratoire, qui oserait prétendre, à part quelques élèves ayant des dispositions, et pour ceux-là le cours et les laboratoires seront toujours ouverts à titre facultatif qui oserait prétendre qu'il se sent apte à prendre une place importante dans un laboratoire de recherches métallurgiques. Je dis, avec intention, laboratoire de recherches, parce qu'il n'est pas possible de concevoir un ingénieur bien payé s'occupant d'analyses courantes qui sont, presque toujours, confiées à des hommes d'une préparation scientifique inférieure.

Est-il possible d'envisager davantage l'ingénieur endossant la blouse du chimiste, une heure avant midi, pour s'occuper incidemment d'une analyse ? Il y a là une illusion qui serait impossible, si on n'était habitué, depuis longtemps, à la considérer comme une réalité.

Comme l'illusion est ce qu'il y a de plus difficile à détruire dans l'esprit et le cœur de l'homme, que celle-ci en est une, et une dangereuse, je m'y suis attardé.

Pour répondre au reproche que l'on me fera, quand même, d'une spécialisation trop grande, j'ai figuré dans un dernier diagramme, la répartition du temps disponible dans les cinq dernières années d'études, pour les différentes sections.

On peut voir qu'en moyenne 74 % du temps est employé à des études communes pour les 4 sections ; 26 % seulement de ce temps est réservé à des études spécialisées. Est-ce trop, Messieurs, pour arriver à des résultats pratiques ?

Les diagrammes inférieurs montrent la répartition des cours pour chacune des spécialités.

Je ne me suis pas occupé, jusqu'à présent, de la section des chimistes. Je me suis borné à montrer que cette section devait être spécialisée, dès la première année.

Que personne ne suppose que je considère cette section comme étant sans importance ou sans avenir. Ce n'est pas par dédain que je l'ai laissée en dehors de mes préoccupations, c'est parce que je me considère comme incompetent pour juger quel doit être le programme le plus propre à assurer à l'ingénieur chimiste, un succès sérieux dans notre industrie.

Je puis toutefois faire ressortir ceci :

1<sup>o</sup>) C'est que, pour les ingénieurs mécaniciens et électriciens, le temps consacré à la chimie, qui est de 6 % du temps total, est suffisant pour leur formation générale ;

2<sup>o</sup>) **Que pour ce qui concerne l'ingénieur des mines, ma conviction est moins forte, mais qu'il faudra choisir, alors, entre une orientation plus accentuée vers les sciences chimiques et l'orientation que je propose vers la mécanique.**

Je puis insister également sur ce fait qu'il est impossible de maintenir, pour les élèves chimistes, les mêmes cours de mathématiques et de mécanique, et je m'appuie, pour affirmer cela, sur les considérations suivantes :

Le chimiste, qu'il soit ingénieur ou docteur, sera avant tout un homme de laboratoire ; sa formation exige, par conséquent, une présence très longue dans les laboratoires de chimie, de physicochimie, d'électrochimie.

Si nous avons réservé 36 % du temps, en moyenne, à l'ingénieur métallurgiste, pour l'étude de la chimie et de ses applications à l'industrie métallurgique et à l'industrie

chimique, il est clair, par extrapolation, que nous devons réserver quelque chose comme 60 % à l'ingénieur chimiste.

Dans ces conditions, ainsi que le montre le dernier diagramme, l'enseignement des sciences abstraites doit être réduit de moitié et l'enseignement de la mécanique pure et appliquée, aux 2/3 environ.

Je propose de supprimer totalement, pour eux :

- 1<sup>o</sup> La géométrie descriptive ;
- 2<sup>o</sup> Le cours de construction des machines ;
- 3<sup>o</sup> Le cours d'architecture industrielle ;

mais de donner un cours de dessin technique, qui permette à l'ingénieur chimiste de faire un croquis ou un plan d'une modification qu'il projette.

Sa formation se rapprochera plus de celle du docteur que de celle de l'ingénieur, mais c'est une *nécessité*. Il aura, en tout cas, l'avantage de se distinguer des premiers, par la connaissance :

- 1<sup>o</sup>) De la résistance des matériaux et de la graphostatique ;
- 2<sup>o</sup>) De la mécanique appliquée et de l'électrotechnique.

Je n'ai pas examiné les détails de l'organisation des laboratoires et des travaux pratiques. Ces détails ne sont pas sans importance, loin de là, mais ils concernent l'organisation intérieure de l'Université et ne peuvent, ici, se prêter à un examen utile.

Je me bornerai à dire que rien n'est possible, au point de vue d'un meilleur rendement de notre enseignement, si l'Etat — et éventuellement la Province et les Industriels — n'intervient pour :

- 1<sup>o</sup> Créer des installations suffisantes et augmenter les ressources annuelles des laboratoires ;

2° Limiter le nombre d'élèves ou accroître le nombre d'assistants, chefs de travaux, répétiteurs.

L'argent sera, ainsi, le pivot de la réforme que je propose. Mais il est temps de prendre conscience de la gravité de la situation et d'user de toute notre influence pour que l'indifférence des Pouvoirs publics cesse, au plus tôt, dans ce domaine.

Il est temps d'agir.

Que les indifférents s'abstiennent.

Que ceux que la question intéresse ne se bornent pas à approuver ou désapprouver, d'une phrase, une étude qui m'a demandé des années de réflexion et un grand nombre de journées de travail.

Qu'ils travaillent à leur tour sur le canevas que je leur offre, et qu'ils cherchent à améliorer les idées que je défends.

Je propose la méthode de travail suivante et je suis sûr qu'elle donnera des résultats remarquables.

Ceux que la communication intéresse pourront en prendre connaissance au Secrétariat, où trois exemplaires du texte intégral, seront déposés ; un court résumé, avec les tableaux et les diagrammes, pourra être remis à ceux qui en feront la demande.

Après avoir examiné à fond tous ces tableaux et les conclusions qui en découlent, ils pourront faire, par écrit, un résumé de leurs observations et de leurs critiques.

Je classerai les observations et les critiques, je répondrai aux demandes de renseignements.

A la séance de Mars, je présenterai, en une demi-heure, le résumé des principales critiques, d'une façon absolument objective.

Nous préparerons ainsi l'étude de cette réforme, dans des conditions telles, qu'au lendemain de la guerre, l'on

puisse aborder rapidement une discussion utile et voter en faveur d'un programme parfaitement défini.

Il faut à tout prix que l'on écarte pour le moment :

1° Les questions touchant au recrutement du personnel enseignant et aux nominations ;

2° Les questions touchant à la protection légale du titre d'ingénieur, dont une foule d'institutions de second rang font aujourd'hui un abus scandaleux ;

3° La question du contrôle de l'enseignement, qui se rattache directement à la précédente, puisqu'il serait illusoire de se borner à exiger des institutions en cause un programme approprié, sans s'assurer que ce programme est bien suivi.

Cette dernière question est la plus délicate de toutes, à quel que point de vue que l'on se place, puisqu'elle touche à l'existence d'une de nos libertés constitutionnelles : la liberté d'enseignement, telle du moins qu'on l'entend généralement.

Ainsi, Messieurs, si vous voulez bien me suivre, je classerai, pour mettre de l'ordre, ceux qui prendront part à la discussion des programmes — la seule pour laquelle je vous prêterai mon concours — en trois catégories :

1° Ceux qui veulent maintenir l'organisation actuelle et qui seront forcés de porter la durée des études des Mines, de 5 à 6 ans ;

2° Ceux qui voudront faire œuvre révolutionnaire, et nous pourrons les classer en trois sections :

a) Les « spécialistes », avec une division très nette entre les différentes catégories d'ingénieurs, dès la première année, avec des cours spéciaux, tant théoriques que pratiques, pour chacune des catégories (système allemand).

b) Les « *généralistes* » avec l'une des formules suivantes :

1° La science pure à l'école, la science appliquée à l'usine, ce qui correspondrait, à peu de chose près, aux doctorats en sciences physiques et mathématiques et en sciences chimiques, actuels ;

2° La science pure et appliquée à l'école, mais pas de cours descriptifs ou technologiques ; aucune étude éveillant le sens du jugement propre à l'ingénieur ; rien qui ne puisse être traité par la science pure, mis en formule par elle.

c) Les « *utilitaristes* », avec la formule suivante :

Peu de sciences pures ; un enseignement intuitif ; beaucoup de laboratoire, de travaux manuels (système anglo-américain).

Nous demanderons à tous les novateurs de se donner la peine d'indiquer, comme nous l'avons fait, un programme détaillé et un horaire des cours.

3° Ceux qui, comme point de départ, admettront que *le rapport entre ce qui est possible et ce qui est, à un moment donné et dans un milieu déterminé, est toujours voisin de l'unité.*

**Ceux-là pourront partir des documents que nous leur fournissons pour discuter la question et pour améliorer les idées que nous défendons. <sup>(1)</sup>**

Aux industriels de dire, ici, les *nécessités*, aux hommes de sciences et d'enseignement de montrer les *possibilités*.

Mais à tous, un acte de foi et de dévouement passionné à cette cause, belle entre toutes, de la défense de notre enseignement technique supérieur.

---

(1) Nous tenons à faire ressortir ici l'idée essentielle qui nous a guidé, en présentant nos propositions sous forme de tableaux et d'horaires de cours, d'allure forcément schématique.

Tableau I. — Grade d'ingénieur des mines (5 années d'études)

Année d'études.	COURS ENSEIGNÉS	En 1864					En 1914					OBSERVATIONS		
		Cours	Travaux	Répétitions	Études		Cours	Travaux	Répétitions	Études			Total	
					par heure	par cours				par heure	par cours			
1 <sup>re</sup>	Géométrie analytique . . . . .	45			2	90	135	45			2	90	135	
	Géométrie descriptive . . . . .	45	180		2	90	315	45	180		2	90	315	
	Calcul différentiel et intégral . . . . .	90			3	270	360	90			3	270	360	
	Mécanique analytique . . . . .	—			—	—	—	45			3	135	180	
	Physique expérimentale . . . . .	90			1 1/2	135	225	90	20		2	180	290	
		270	180	60		585	1095	315	200	60		765	1340	
2 <sup>e</sup>	Géométrie descriptive . . . . .	60	180		2	120	360	60	120		2	120	300	
	Calcul intégral . . . . .	—			—	—	—	30			3	90	120	
	Mécanique analytique . . . . .	90			2	180	270	45			3	135	180	
	Graphostatique . . . . .	—			—	—	—	30	60		2	60	150	
	Astronomie et Géodésie . . . . .	60			2	120	180	60	30		2	120	210	
	Calcul des probabilités . . . . .	—			—	—	—	30			2	60	90	
	Physique mathématique . . . . .	—			—	—	—	45			3	135	180	
	Chimie générale . . . . .	90			2	180	270	90	120		2	180	390	
		300	180	60		600	1140	390	330	60		900	1680	
3 <sup>e</sup>	Résistance des matériaux . . . . .	45			2	90	135	45	20		3	135	200	
	Mécanique appliquée . . . . .	45			2	90	135	45	20		3	135	200	
	Physique industrielle . . . . .	45			2	90	135	45	20		3	135	200	
	Description des machines . . . . .	—	250		—	—	250	45	250		2	90	385	
	Chimie analytique . . . . .	90	160		2	180	430	90	160		2	180	430	
	Minéralogie . . . . .	45			3	135	180	45	30		5	225	300	
	Paléontologie . . . . .	—			—	—	—	15	30		5	75	120	
		270	410	80		585	1345	330	530	80		975	1915	
4 <sup>e</sup>	Géologie . . . . .	45			2	90	135	45			2	90	135	
	Exploitation des mines . . . . .	90 <sup>(1)</sup>			2	180	270	130 <sup>(2)</sup>			2	220	350	
	Métallurgie du fer . . . . .	90			2	180	270	90			2	180	270	
	Chimie industrielle . . . . .	50 <sup>(3)</sup>			—	—	50	75	110		2	150	335	
	Construction des machines . . . . .	—	200 <sup>(4)</sup>		—	—	200	90	330		2	180	600	
	Electricité . . . . .	—			—	—	—	45			4	180	225	
		275	200	110		450	1035	475	440	110		1000	2025	
5 <sup>e</sup>	Exploitation des mines . . . . .	75	240		2	150	465	75 <sup>(5)</sup>	240		2	190	505	
	Topographie . . . . .	30	30		2	60	120	30	30		2	60	120	
	Exploitation des chemins de fer . . . . .	—			—	—	—	60			2	120	180	
	Métallurgie spéciale . . . . .	—			—	—	—	45			4	180	225	
	Architecture industrielle . . . . .	90	200		2	180	470	90	200		2	180	470	
	Géographie industrielle . . . . .	—			—	—	—	30			2	60	90	
	Economie politique . . . . .	30			2	60	90	30			2	60	90	
	Droit administratif . . . . .	15			2	30	45	15			2	30	45	
			540	470	80		480	1270	375	470	80		880	1805

N. B. — Les nombres d'heures de cours du programme de 1864 ne nous étant pas connus, nous avons dû adopter les mêmes nombres d'heures qu'en 1914. Toutefois, pour tenir compte de ce que la matière enseignée a considérablement augmenté dans certaines branches d'application, nous avons adopté un nombre d'heures, d'études par heure de cours, un peu plus fort pour ces dernières.

Tableau II.

23 octobre	Excursions, stage : 8 semaines.	Session d'octobre : 3 semaines
	Repos : 4 semaines.	
31 juillet	Session de juillet : 3 semaines.	
10 juillet	Préparation aux examens : 3 semaines.	
19 juin	Vacances de Pâques : 2 semaines. — (Excursions : 1. — Repos : 1).	
	Vacances de Noël : 1 semaine. (Repos).	
	Jours de congé : (Toussaint, Mardi-gras, Ascension, Pentecôte) 1 semaine.	
	30 semaines de cours.	
23 octobre		

Vacances des professeurs

Année académique.

Tableau III.

19 h.	Travaux pratiques. Répétitions. Etudes. (4 heures de travail effectif).	
14 1/2 h.		Repos.
12 1/2 h.		Cours. Travaux pratiques. (4 heures de travail effectif).
8 h.		

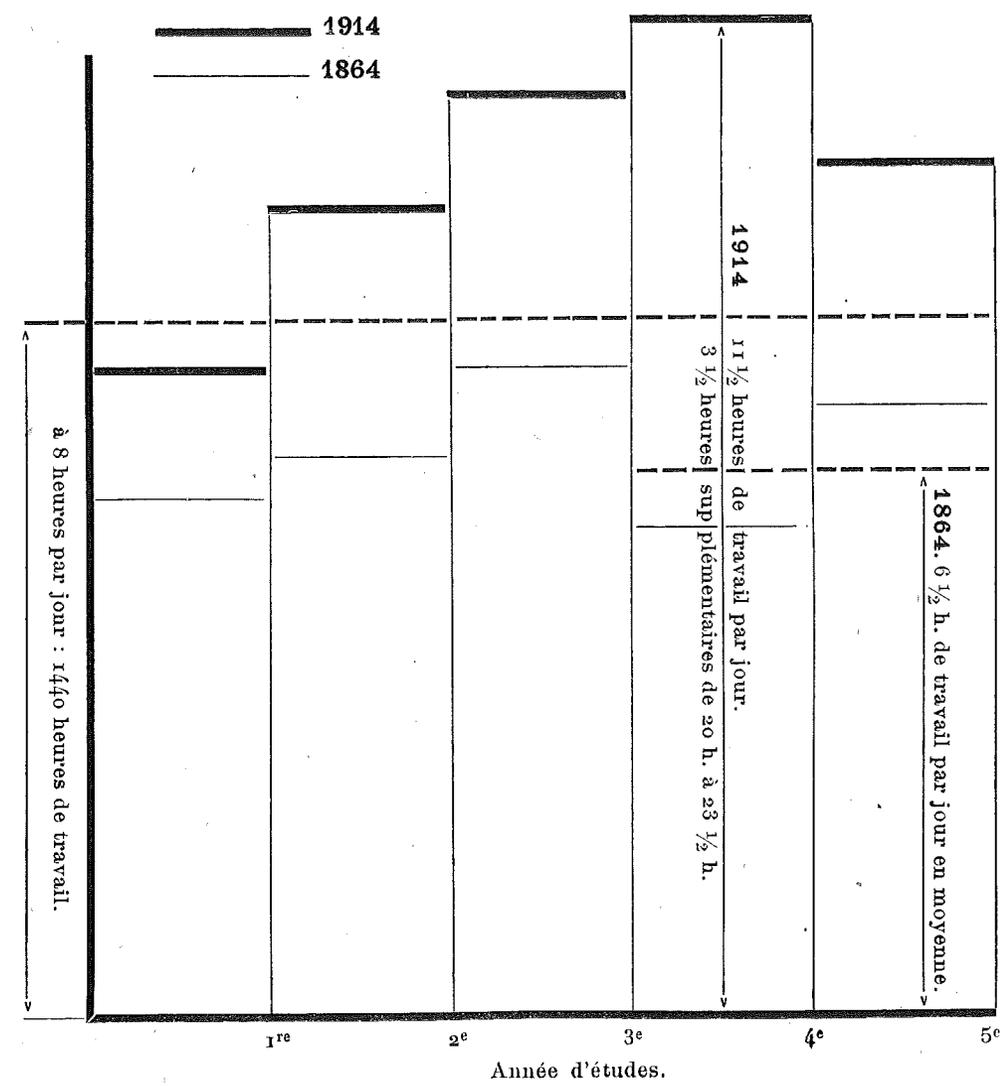


Diagramme I.

Tableau IV.

CLASSIFICATION DES INDUSTRIES			Ingénieur		
Exploitant	le sol	Industrie agricole et forestière	Ecole Agricole de Gembloux.	Agricole.	
	le sous-sol	Industrie extractive	Recherches minières. Mise en valeur du gisement. Méthodes d'exploitation.	Minéralogie. Paléontologie. Géologie. Exploitation des mines. Topographie.	des Mines.
Mettant en valeur les produits	du sol	Industrie de l'alimentation (X). Industrie textile. (Ecole des Textiles de Verviers).		des Textiles.	
	du sous-sol	Industrie métallurgique	Préparation des minerais. Calcination, oxydation, réduction. Laminage, tréfilage, étirage.	Métallurgie du fer et métallurgie spéciale.	Métallurgiste.
		Industrie chimique	Acides sulfurique, nitrique, etc. Brasserie, distillerie, vinaigrerie. Matières grasses, colorantes. Matières réfractaires. Papeteries, sucreries, etc.	(X)	Chimie analytique. Chimie industrielle.
des Transports	par eau	Canaux, ports, travaux hydrauliques.	Ecole du Génie civil de Gand.	Ponts et Chaussées.	
	par terre	Routes, ponts.			
	par fer	Voie. Matériel roulant. Traction. Exploitation.	Topographie Exploitation des chemins de fer et tramways.	des Chemins de fer.	
de la Construction	Dynamique	Mécanique appliquée. Cinématique appliquée. Physique appliquée. Construction des machines.		Mécanicien..	
	Electrique. — Electrotechnique.		Eléments communs à tous	Electricien.	
du Bâtiment		Industriel. — Architecture industrielle. Habitation. — (Académies. — Génie civil de Gand).		Architecte.	

Tableau V.

CONSTRUCTIONS DYNAMIQUES ET ÉLECTRIQUES			
Machines motrices	Alternatives	à air comprimé	A. Pour tous les ingénieurs
		à vapeur	
Machines électriques	Rotatives	à eau	B. Pour les ingénieurs mécaniciens
		à vapeur	
Machines servant à comprimer et déplacer les fluides	Compresseurs, soufflantes	alternatifs	C. Mines Métallurgie Chimie
		rotatifs	
Machines-outils	Travail du bois (Technologie). Travail du fer		D. Pour les ingénieurs électriciens
Appareils de levage et de manutention	Grues, ponts roulants. Transports par chaînes, godets, courroies, etc. Transports aériens.		
Machines spéciales	Machines d'extraction, perforatrices, etc. Cornues, poches de coulée, laminoirs, etc. Machines à papier, etc. Locomotives, wagons. Automobiles.		
Appareillage électrique	Transformateurs, Canalisations, Tableaux. Eclairage, Téléphone, Télégraphe. Traction.		

Tableau VI.

A. — CONSTRUCTIONS DYNAMIQUES ET ÉLECTRIQUES POUR TOUS LES INGÉNIEURS	
Physique industrielle	Thermodynamique, Thermo-chimie } Rappel du cours de physique [sique math. Applications.
	Combustibles. Combustion. Calorimétrie. Thermométrie.
	Vaporisation { Foyers. Tirage. Chaudières. Rendement. Essais. Dimensions. Appareils { de sûreté. d'épuration et d'alimentation. de contrôle.
Electrotechnique	Gazéification { Gaz { à l'air } Rendement. Essais. Dimensions. { à l'eau } { mixte } Appareils d'épuration et de contrôle.
	Magnétisme. Electricité. Elec- } Rappel du cours de physique [tromagnétisme } Applications. [math.
Mécanique appliquée	Induction électromagnétique. Courants alternatifs.
	Génératrices { à courant continu } Théorie. Caractéristiques. { à courant alternatif } Essais. Rendement.
	Moteurs { à courant continu } Théorie. Caractéristiques. { à courant alternatif } Essais. Rendement.
	Transformateurs Canalisations. Eclairage } Eléments.
Construction	Cinématique { Mouvement circulaire. Transmissions. { Mouvement alternatif. Cames. Distributions. { Résistances passives. Graissage.
	Dynamique { Machines alternatives { Cycles. Mesures du travail. { Effets d'inertie. Volant. Régulateur. { Rendement. Essais. Dimensions. Machines rotatives { Voluménogènes } Pompes. { Ventilateurs. Turbo { Classification. { Théorie. Rendement. { Dimensions.
Construction	Détermination des dimensions et tracés des principaux organes appartenant aux machines étudiées ci-dessus.

Tableau VII. — Répartition du temps d'une manière générale.

DÉSIGNATION.	Par jour	Par semaine	Par an	OBSERVATIONS.
Matinée	1 1/2 à 2 h.	9 à 12 h.	270-360 h.	3 jours { 1 h. } 9 heures par semaine { 2 h. } 12 heures 9 à 10 h. { 6 jours à 2 h. } par semaine
Après-midi	2 1/2 h.	10 h.	300 h.	4 matinées { 510 h. } 600 heures { 2 après-midi } { 1 après-midi }
Etudes à domicile	3 h.	3 h.	90 h.	3 après-midi, 2 matinées
Cours				
Travaux graphiques. Exercices				
Laboratoires, excursions, etc.				
Répétitions. Interrogations				
Etudes à domicile				

Les chiffres indiqués pour les travaux graphiques et pour les laboratoires représentent un maximum dans les 3 premières années d'études. En raison de l'importance des travaux graphiques et des exercices, on peut admettre 1 1/2 h. au lieu de 2 1/2 h. d'études par heure de cours, comme nous l'avions proposé dans nos calculs.  
Dans les 2 dernières années, le nombre total d'heures pour travaux graphiques et laboratoires pourra être porté de 510 à 690 (5 matinées au lieu de 4, 3 après-midi au lieu de 2).

Tableau VIII — Programme des cours de la Faculté des Sciences (Préparation aux études d'ingénieur).

Année d'études	Numéros	Mines, Métallurgie, Mécanique, Electricité.				Chimie				Heures					
		Cours	Travaux	Laboratoire	Répétitions	Total	Cours	Travaux	Laboratoire	Répétitions	Total				
1 <sup>re</sup>	1	360	300	105	75	840	360	300	105	75	840				
	2														
	3														
	4														
	5														
2 <sup>e</sup>	1														
	2														
	3														
	4														
	5														

Les cours spéciaux de mathématique et de mécanique, pour les chimistes, seront suffisamment élevés pour que les élèves puissent aborder sans difficulté l'étude des cours communs avec les autres sections (dynamique, cinématique, physique appliquée, électro-technique).

La répartition des cours dans les deux années pourrait être modifiée, notamment en ce qui concerne la chimie, dont la première partie serait inscrite en 1<sup>re</sup>; la moitié du cours de mécanique analytique serait alors renvoyée en 2<sup>e</sup>.

nieurs-chimistes exceptés).

	HEURES					
	Cours	Travaux	Laboratoire	Répétitions	Total	
1 <sup>re</sup>	285	450	210	75	1020	I
2 <sup>e</sup>	15	30	30	45	75	A
3 <sup>e</sup>	30	30	30	45	75	G
4 <sup>e</sup>	90	75	450	210	960	E
5 <sup>e</sup>	45	315	420	150	75	C
6 <sup>e</sup>	45	45	210	26	315	Él
7 <sup>e</sup>	60	90	30	45	315	Tc
8 <sup>e</sup>	45	60	30	45	315	Ar
9 <sup>e</sup>	45	90	210	26	420	ES
10 <sup>e</sup>	300	45	45	75	858	Te
11 <sup>e</sup>	45	45	150	42	210	Ph
12 <sup>e</sup>	45	45	26	42	150	Ci
13 <sup>e</sup>	300	300	183	75	858	Dy

Les étudiants doivent élaguer et condenser

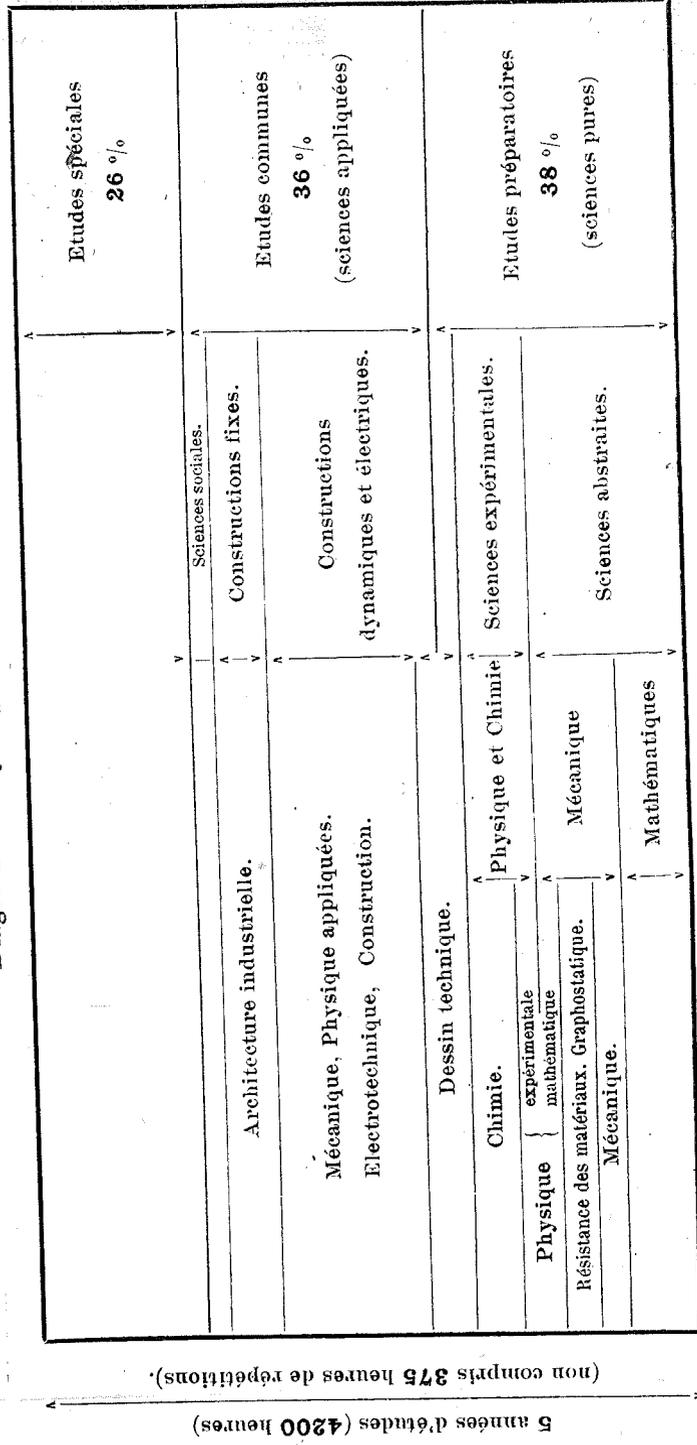


Tableau X.

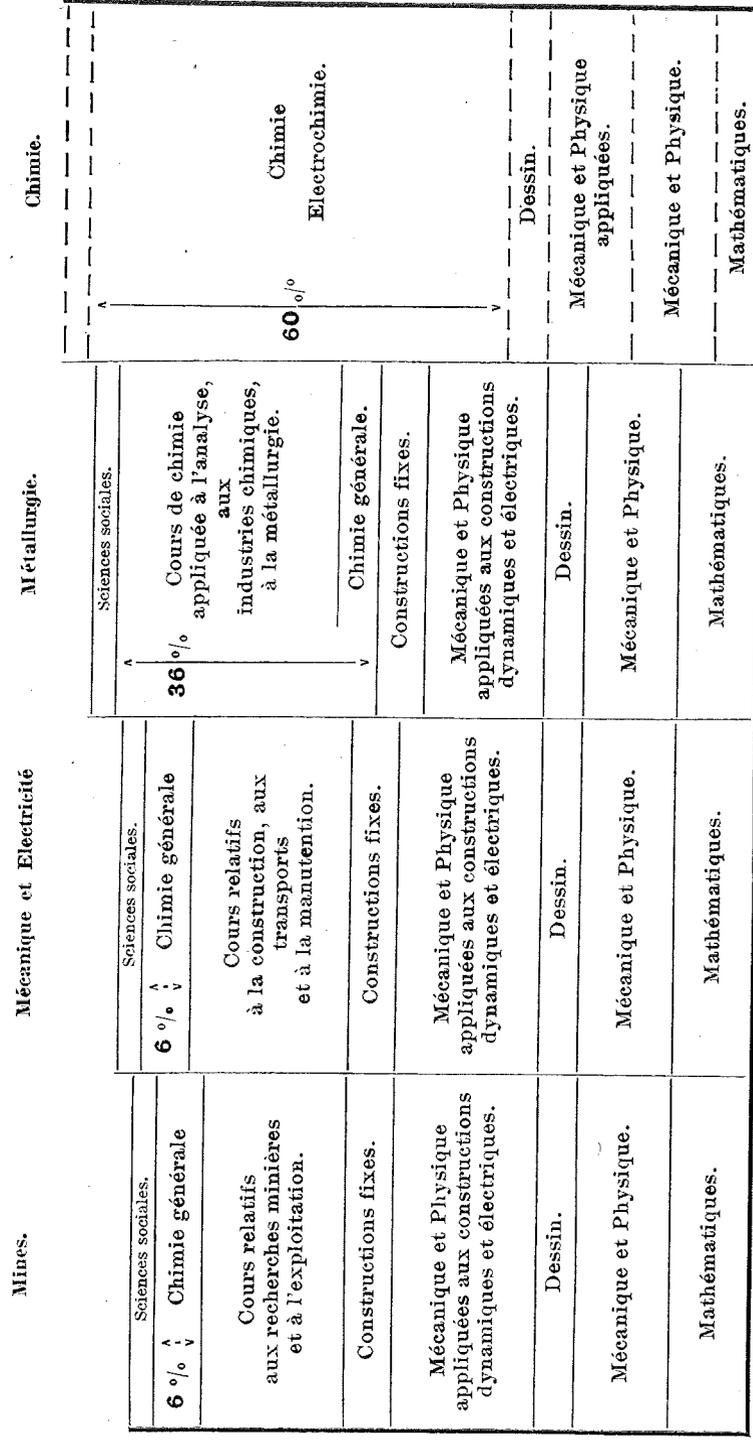
Différents grades d'ingénieur.			
Désignation	Etudes communes	Etudes complètes	Fonctions administratives (après concours)
des Mines	3 ans	5 ans	Ingénieur des mines.
Métallurgiste	2 ans	5 ans	Ingénieur pour l'inspection du travail et les laboratoires de l'Etat.
Chimiste	—	5 ans	
Mécanicien	3 ans	5 ans	Ingénieur des chemins de fer.
Electricien	3 ans	5 ans	Ingénieur des télégraphes.

## Répartition du temps disponible pendant les 5 années d'études.

Diagramme moyen pour les quatre sections.



## Diagrammes particuliers pour chacune des sections.



*Hommage de l'auteur*  


**Association des Ingénieurs  
sortis de l'Ecole de Liège**

A. I. Lg.

- Union professionnelle reconnue -

*Fondée en 1847*

**Sous la Présidence d'Honneur du Roi**

---

# Réforme de l'Enseignement technique supérieur

*A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE*

---

**Note sur l'organisation de l'Enseignement  
technique supérieur et sur le rôle  
des laboratoires et travaux pratiques  
dans cet enseignement**

par Ch. HANOCQ

**Résumé de la conférence**

LIÈGE

IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE

Place Saint-Michel, 4

---

1921

**Note sur l'organisation de l'Enseignement  
technique supérieur et sur le rôle  
des laboratoires et travaux pratiques  
dans cet enseignement.**

**Résumé de la Conférence.**

Après avoir montré combien l'heure paraissait exceptionnellement favorable pour étudier et faire aboutir après la guerre, une réforme des programmes de notre enseignement technique supérieur, le conférencier rappelle dans quel esprit ont été créées, en Belgique, nos Ecoles spéciales, dont le but était avant tout de former des ingénieurs ayant toutes les connaissances nécessaires pour remplir *n'importe quelle fonction administrative conférée par l'Etat.*

Il montre ensuite comment le programme s'est continuellement amplifié pour tenir compte à la fois des progrès réalisés dans les sciences techniques et des nouveaux besoins de l'Administration, et il se pose la question de savoir si la conception vieillie de trois quarts de siècle, d'un ingénieur « bon à tout », est encore raisonnable à l'heure actuelle.

Pour s'adapter aux besoins nouveaux, l'Université a créé, il est vrai, des grades scientifiques correspondant à des études spécialisées, mais ces grades sont délaissés par presque tous les élèves bien doués, au profit du grade d'ingénieur des mines, *seul grade légal* délivré par notre Ecole de Liège.

A son avis, l'enseignement technique supérieur doit avoir avant tout pour but de former des hommes doués d'une culture générale et scientifique élevée, capables de collaborer *effectivement* à la production *d'abord*, à l'organisation *ensuite*, à la direction *enfin* de notre industrie, non pas de l'industrie telle que certains peuvent la rêver dans un

lointain avenir, une industrie socialisée ou spécialisée à l'extrême limite, mais de l'industrie telle qu'elle pourra être organisée demain dans notre pays. Et pour ne pas manquer ce but, les programmes doivent être tels qu'ils s'adaptent non pas à une élite extrêmement réduite, 5 à 6 % de la population comme à l'heure actuelle, mais à la majorité du contingent qu'accepte aujourd'hui notre Ecole.

Le conférencier examine ensuite les directives proposées pour l'étude d'un projet de réforme et discute la formule mise en avant par un maître qui s'est particulièrement occupé, en France, de cette question, M. Le Châtelier, formule qu'il a résumée ainsi :

« La science à l'école, la pratique à l'usine ».

Il montre que toute la difficulté d'application réside dans le sens précis qu'il faut donner au mot *pratique*, et il cherche à faire ressortir la distinction qu'il y a lieu d'établir entre le docteur en sciences et l'ingénieur ; il arrive à cette conclusion que le maximum d'effet utile sera obtenu, selon lui, dans l'enseignement technique supérieur si l'on parvient à donner aux élèves :

1° Une préparation scientifique capable de fournir les moyens de traiter avec rigueur les problèmes simplifiés par l'abstraction, et de faire connaître les méthodes d'investigation de la science expérimentale ;

2° Une formation technique capable de développer le jugement qui guide l'esprit dans le domaine des indéterminations, qui modère, dans les cerveaux doués d'originalité, l'exubérance de l'imagination.

Mais, pour atteindre ce résultat, il faut que l'enseignement scientifique des deux premières années soit orienté davantage vers les applications industrielles, que l'enseignement technique s'appuie davantage sur les travaux

pratiques et sur les laboratoires, afin que les programmes soient élagués de façon à éviter toute surcharge pour la majorité des élèves.

Passant à l'étude pratique d'un projet de programme, il établit comment se répartit le temps dans une année académique normale (tableau II) et montre que le temps est limité à 1440 heures si l'on accepte l'horaire du tableau III. Avec les chiffres relevés au tableau I, qui donne l'horaire des cours correspondant au programme de la section des Mines de 1864 et de 1914, on peut tracer les diagrammes de la fig. 1. L'examen de ces diagrammes montre d'une manière irréfutable que le système actuel ne peut subsister plus longtemps. Le problème se pose donc ainsi :

« Porter la durée des études pour la section des Mines à 6 années, ou se spécialiser.

Avec la première solution, la durée des études sera de 7 années, puisque l'année complémentaire d'électricité ne pourra être complètement évitée ; étudiant entrant à l'âge de 18 ans, en sortira à 26, s'il s'en tire avec une année de service militaire. Comme tout le monde est d'accord qu'une année de stage est nécessaire, l'ingénieur ne pourra espérer gagner sa vie avant 27 ou 28 ans — et, encore, dans quelles conditions.

Cette solution ne paraît pas défendable rien qu'en se plaçant à ce point de vue, et il estime que le système peut être critiqué très sérieusement pour beaucoup d'autres raisons. Il admet donc comme une nécessité une spécialisation plus grande, mais il ajoute immédiatement « *qu'il faut se spécialiser le moins possible et le plus tard possible* ».

A son avis, il y a lieu d'admettre comme point de départ que le nombre de cinq années d'études ne peut être dépassé pour former un ingénieur appartenant à l'une des catégories que le tableau IV définit.

La très grande majorité des ingénieurs sera d'accord pour considérer que l'enseignement technique supérieur doit donner à tous :

1<sup>o</sup> Une large préparation scientifique par l'enseignement :

a) des mathématiques et des sciences abstraites : mécanique théorique, physique mathématique, thermodynamique ;

b) de la physique expérimentale et de la chimie, qui forment la trame de toutes les connaissances que nous appliquons journallement ;

2<sup>o</sup> Une formation technique, non par un enseignement descriptif, mais par l'analyse systématique, scientifique, expérimentale des principaux phénomènes que l'ingénieur rencontre constamment dans l'exercice de sa profession, et des appareils qu'il utilise journallement.

Ils considéreront comme un outil indispensable le dessin technique.

Les éléments de construction statique et dynamique seront jugés nécessaires à tous.

Le tableau V montre comment on peut grouper les différentes machines que l'ingénieur (qu'il soit mineur, métallurgiste, chimiste) utilise, et qu'il ne peut ignorer dans ce qu'elles ont de caractéristique au point de vue fonctionnement et rendement.

Le tableau VI précise la partie de la science appliquée qui doit, à son avis, être enseignée à tous les ingénieurs.

Cet enseignement, si l'on veut réellement lui donner une portée pratique, doit comporter un plus grand nombre d'heures de cours et, surtout, doit être appuyé par des *exercices de laboratoires et des travaux graphiques de longue haleine.*

Si, cessant d'émettre des idées générales, on cherche à se rendre compte *des possibilités*, on s'aperçoit immédiatement que les difficultés d'organisation sont énormes.

On peut concevoir un grand nombre de systèmes ; un examen un peu sérieux, en fait rejeter immédiatement la plupart.

1<sup>er</sup> SYSTÈME. — 4 années d'études communes pour tous ; 1 année de spécialisation.

Avec ce système on ne peut supprimer aucun des cours actuellement inscrits au programme de l'ingénieur des mines : la chimie analytique et la chimie industrielle, sont indispensables à l'ingénieur métallurgiste ou chimiste ; le cours de métallurgie spéciale pourrait seul être supprimé, mais il faudrait, par contre, renforcer les travaux graphiques actuellement insuffisants pour les ingénieurs mécaniciens ; les cours de géologie et d'exploitation des mines devraient être concentrés en une seule année, ce qui ne serait pas favorable ; les cours de cristallographie, minéralogie, paléontologie devraient être suivis par les métallurgistes, chimistes, mécaniciens, électriciens.

Ce système ne supporte pas l'examen d'un homme conscient des « possibilités ».

2<sup>e</sup> SYSTÈME. — 3 années d'études communes ; 2 années de spécialisation.

*Type A* : Dans les 2 premières années, on groupe les cours théoriques ; dans la 3<sup>e</sup> année, les cours d'applications communs à tous les ingénieurs : mécanique appliquée, physique industrielle, description des machines, résistance des matériaux, construction des machines, électricité, ce qui conduit à un programme beaucoup trop chargé.

*Type B* : On reporte la résistance des matériaux en

2<sup>e</sup> année, où on supprime le cours de descriptive appliquée.

Le système précédent est ainsi amélioré, mais au point de vue des élèves chimistes, on ne commence la chimie qu'en 2<sup>e</sup> année et on abandonne cette branche pendant toute la durée de la 3<sup>e</sup> année, ce qui n'est pas concevable.

3<sup>e</sup> SYSTÈME. — Les ingénieurs chimistes se spécialisent dès le début (ce qui est le cas actuellement) : on ne groupe, pendant les 3 premières années, que les ingénieurs des mines, métallurgistes, mécaniciens, électriciens. Toutefois, dès la 3<sup>e</sup> année, l'élève est obligé d'opter pour l'une des spécialités : mines, mécanique, électricité d'une part ou métallurgie d'autre part. *Si l'élève se sent capable d'embrasser un programme plus étendu*, il est autorisé à suivre, à titre facultatif, un cours supplémentaire de chimie appliquée à l'analyse, ce qui lui laisse ainsi la possibilité d'opter après la 3<sup>e</sup> année, pour n'importe quelle section.

Le programme résultant de l'application de ce dernier système, est indiqué dans les tableaux VII, VIII, IX et X.

Ce système est complété par les dispositions suivantes :

A) Tout élève qui pendant les deux premières années, n'aura pas obtenu en dessin, une cote dépassant les 7/10, ne pourra opter pour la section de mécanique ou d'électricité ;

B) Tout élève qui pendant la 2<sup>e</sup> année, n'aura pas obtenu en chimie une cote dépassant les 7/10, ne pourra opter pour la section de métallurgie ;

C) Tous les cours seront divisés en deux parties bien distinctes ; l'une fondamentale, sur laquelle le professeur ne tolérera aucune défaillance à l'examen, l'autre qu'il considérera comme des compléments importants, mais non essentiels, et sur laquelle les élèves ayant des prétentions à un grade seront seuls interrogés ;

D) D'une façon générale, le professeur n'exigera à l'examen, indépendamment des applications possibles bien entendu, que les calculs qu'il aura développés au tableau ; que les dessins qu'il y aura tracés de sa propre main. Pour tous les autres calculs comme pour tous les autres dessins, il exigera que l'élève puisse seulement les expliquer en utilisant les formules et les dessins qui auront servi dans l'exposé de son cours. Le professeur tiendra largement compte des résultats obtenus aux interrogatoires et surtout dans les travaux pratiques et les laboratoires placés sous sa direction et son contrôle.

(Pour certains cours, on pourra considérer ces deux dernières dispositions comme une tendance plutôt que comme une règle absolue.)

Cette réforme paraîtra, à quelques-uns, insuffisante, et pourtant, telle qu'elle est, elle soulèvera bien les discussions ici et ailleurs ; on verra se lever une opposition réclamant un type unique d'ingénieur, repoussant cette idée de voir apparaître, à côté du grade légal des mines, le grade légal d'ingénieur électricien, le grade légal d'ingénieur mécanicien, etc. (tableau X).

Avec cette réforme pourtant, le grade des mines cessera d'attirer tous les brillants élèves dont la présence dans une section stimule les élèves ordinaires, et fait monter le niveau général.

L'examen n'accaparera plus toute l'attention de l'élève ; il pourra exercer plus largement son initiative et donner libre carrière à ses goûts personnels pour les travaux de recherches dans les laboratoires et les salles de dessins.

L'organisation de ces travaux et de ces laboratoires deviendra ainsi plus sérieuse et pourra être orientée de manière à développer l'originalité et le jugement per-

sonnels. Ces résultats sont toutefois liés à une question budgétaire très importante, car rien n'est possible si l'Etat n'intervient :

1° Pour augmenter les installations et les ressources des laboratoires ;

2° Pour limiter le nombre d'élèves, ou augmenter le nombre d'assistants, de chefs de travaux et de répétiteurs.

Et le conférencier termine ainsi :

« Pour discuter utilement une telle réforme, il est nécessaire de laisser de côté toutes les questions accessoires, délicates ou irritantes pour ne s'attacher qu'aux grandes lignes.

Ceux qui prendront part à cette discussion, pourront, il me semble, se grouper en trois catégories.

I. Ceux qui voudront maintenir l'organisation actuelle et qui seront forcés de porter la durée des études des mines de 5 à 6 ans.

II. Ceux qui voudront faire œuvre révolutionnaire et nous pourrons les classer en trois sections.

a) Les « *spécialistes* » avec une division très nette entre les différentes catégories d'ingénieurs, dès la première année, avec des cours spéciaux tant théoriques que pratiques pour chacune des catégories (système allemand).

b) Les « *généralistes* » avec les formules suivantes :

1) La science pure à l'école, la science appliquée à l'usine, ce qui correspondrait à peu de chose près aux doctorats en sciences physiques et mathématiques et en sciences chimiques actuels ; ou

2) La science pure et appliquée à l'école, mais pas de cours descriptifs ou technologiques, aucune étude éveillant

le sens du jugement propre à l'ingénieur ; rien qui ne puisse être traité par la science pure, mis en formule par elle.

c) Les « *utilitaristes* » avec la formule suivante : peu de science pure ; un enseignement intuitif, beaucoup de laboratoires, de travaux manuels (système anglo-américain).

Nous demanderons à tous ces novateurs de se donner la peine d'indiquer, comme nous l'avons fait, un programme détaillé et un horaire de cours.

III. Ceux qui comme point de départ, admettront que le rapport entre ce qui est *possible* et ce qui est, à un moment donné et dans un milieu déterminé, est toujours voisin de l'unité. Ceux-là pourront partir des documents que nous leur fournissons pour discuter la question, et *pour améliorer les idées que nous défendons*.

Aux industriels d'indiquer « les nécessités », aux hommes d'enseignement de dire « les possibilités ».

Mais à tous un acte de foi et de dévouement passionné, à cette cause belle entre toutes, de la défense de notre enseignement technique supérieur.

Tableau I. — Grade d'ingénieur

des mines (5 années d'études)

Année d'études.	COURS ENSEIGNÉS	En 1864					En 1914					OBSERVATIONS		
		Cours	Travaux	Répéti-tions	Études		Cours	Travaux	Répéti-tions	Etudes			Total	
					par heure	par cours				par heure	par cours			
1 <sup>re</sup>	Géométrie analytique . . . . .	45			2	90	135	45	180		2	90	135	
	Géométrie descriptive . . . . .	45	180		2	90	315	45	180		2	90	315	
	Calcul différentiel et intégral . . . . .	90			3	270	360	90			3	270	360	
	Mécanique analytique . . . . .	—			—	—	—	45			3	135	180	
	Physique expérimentale . . . . .	90			1 1/2	135	225	90	20		2	180	290	
		270	180	60		585	1095	315	200	60		765	1340	
2 <sup>e</sup>	Géométrie descriptive . . . . .	60	180		2	120	360	60	120		2	120	300	
	Calcul intégral . . . . .	—			—	—	—	30			3	90	120	
	Mécanique analytique . . . . .	90			2	180	270	45			3	135	180	
	Graphostatique . . . . .	—			—	—	—	30	60		2	60	150	
	Astronomie et Géodésie . . . . .	60			2	120	180	60	30		2	120	210	
	Calcul des probabilités . . . . .	—			—	—	—	30			2	60	90	
	Physique mathématique . . . . .	—			—	—	—	45			3	135	180	
	Chimie générale . . . . .	90			2	180	270	90	120		2	180	390	
		300	180	60		600	1140	390	330	60		900	1680	
3 <sup>e</sup>	Résistance des matériaux . . . . .	45	—		2	90	135	45	20		3	135	200	
	Mécanique appliquée . . . . .	45	—		2	90	135	45	20		3	135	200	
	Physique industrielle . . . . .	45	—		2	90	135	45	20		3	135	200	
	Description des machines . . . . .	—	250		—	—	250	45	250		2	90	385	
	Chimie analytique . . . . .	90	160		2	180	430	90	160		2	180	430	
	Minéralogie . . . . .	45	—		3	135	180	45	30		5	225	300	
	Paléontologie . . . . .	—	—		—	—	—	15	30		5	75	120	
			270	410	80		585	1345	330	530	80		975	1915
4 <sup>e</sup>	Géologie . . . . .	45			2	90	135	45			2	90	135	
	Exploitation des mines . . . . .	90 <sup>(1)</sup>			2	180	270	130 <sup>(2)</sup>			2	220	350	
	Métallurgie du fer . . . . .	90			2	180	270	90			2	180	270	
	Chimie industrielle . . . . .	50 <sup>(3)</sup>			—	—	50	75	110		2	150	335	
	Construction des machines . . . . .	—	200 <sup>(4)</sup>		—	—	200	90	330		2	180	600	
	Electricité . . . . .	—	—		—	—	—	45			4	180	225	
		275	200	110		450	1035	475	440	110		1000	2025	
5 <sup>e</sup>	Exploitation des mines . . . . .	75	240		2	150	465	75 <sup>(5)</sup>	240		2	190	505	
	Topographie . . . . .	30	30		2	60	120	30	30		2	60	120	
	Exploitation des chemins de fer . . . . .	—	—		—	—	—	60			2	120	180	
	Métallurgie spéciale . . . . .	—	—		—	—	—	45			4	180	225	
	Architecture industrielle . . . . .	90	200		2	180	470	90	200		2	180	470	
	Géographie industrielle . . . . .	—	—		—	—	—	30			2	60	90	
	Economie politique . . . . .	30	—		2	60	90	30			2	60	90	
	Droit administratif . . . . .	15	—		2	30	45	15			2	30	45	
		540	470	80		480	1270	375	470	80		880	1805	

N. B. — Les nombres d'heures de cours du programme de 1864 ne nous sont pas connus, nous avons dû adopter les mêmes nombres d'heures qu'en 1914. Toutefois, pour tenir compte de ce que la matière enseignée a considérablement augmenté dans certaines branches d'application, nous avons adopté un nombre d'heures, d'études par heure de cours, un peu plus fort pour ces dernières.

étant pas connus, nous avons dû adopter les mêmes nombres d'heures qu'en 1914. Toutefois, pour tenir compte de ce que la matière enseignée a considérablement augmenté dans certaines branches d'application, nous avons adopté un nombre d'heures, d'études par heure de cours, un peu plus fort pour ces dernières.

(1) Chapitre de la ventilation et de l'exhaure très réduit.  
(2) Les élèves ne sont interrogés qu'en 5<sup>e</sup> sur les 20 dernières leçons.  
(3) Chimie inorganique seule.  
(4) Travaux de dessins.  
Pour les cours fixés l'après-midi, temps perdu : 75 heures. — Total : 2100.

(5) Voir observation ci-dessus.  
Pour les cours fixés l'après-midi, temps perdu : 95 heures. — Total : 1900.

Tableau II.

23 octobre	Excursions, stage : 8 semaines.	Session d'octobre : 3 semaines	Vacances des professeurs
	Repos : 4 semaines.		
31 juillet	Session de juillet : 3 semaines.		Année académique.
10 juillet	Préparation aux examens : 3 semaines.		
19 juin	Vacances de Pâques : 2 semaines. — (Excursions : 1. — Repos : 1).		
	Vacances de Noël : 1 semaine. (Repos).		
	Jours de congé : (Toussaint, Mardi-gras, Ascension, Pentecôte) 1 semaine.		
23 octobre	30 semaines de cours.		

Tableau III.

19 h.	Travaux pratiques. Répétitions. Etudes. (4 heures de travail effectif).
14 1/2 h.	Repos.
12 1/2 h.	Cours. Travaux pratiques. (4 heures de travail effectif).
8 h.	



Diagramme I.

Tableau IV.

CLASSIFICATION DES INDUSTRIES			Ingénieur		
Exploitant	le sol	Industrie agricole et forestière	Ecole Agricole de Gembloux.	Agricole.	
	le sous-sol	Industrie extractive	Recherches minières. Mise en valeur du gisement. Méthodes d'exploitation.	Minéralogie. Paléontologie. Géologie. Exploitation des mines. Topographie.	des Mines.
Mettant en valeur les produits	du sol		Industrie de l'alimentation (X). Industrie textile. (Ecole des Textiles de Verviers).	des Textiles.	
	du sous-sol	Industrie métallurgique	Préparation des minerais. Calcination, oxydation, réduction. Laminage, tréfilage, étirage.	Métallurgie du fer et métallurgie spéciale.	Métallurgiste.
		Industrie chimique	Acides sulfurique, nitrique, etc. Brasserie, distillerie, vinaigrerie. Matières grasses, colorantes. Matières réfractaires. Papeteries, sucreries, etc.	Chimie analytique. Chimie industrielle.	Chimiste.
des Transports	par eau	Canaux, ports, travaux hydrauliques.	Ecole du Génie civil de Gand.	Ponts et Chaussées.	
	par terre	Routes, ponts.			
	par fer	Voie. Matériel roulant. Traction. Exploitation.	Topographie Exploitation des chemins de fer et tramways.	des Chemins de fer.	
de la Construction	Dynamique	Mécanique appliquée. Cinématique appliquée. Physique appliquée. Construction des machines.		Mécanicien.	
	Electricité. — Electrotechnique.		Eléments communs à tous	Electricien.	
du Bâtiment		Industriel. — Architecture industrielle. Habitation. — (Académies. — Génie civil de Gand).		Architecte.	

Tableau V.

CONSTRUCTIONS DYNAMIQUES ET ÉLECTRIQUES			
Machines motrices	Alternatives	à air comprimé	A. Pour tous les ingénieurs
		à vapeur	
Machines électriques	Rotatives	à eau	B. Pour les ingénieurs mécaniciens
		à vapeur	
Machines servant à comprimer et déplacer les fluides	Compresseurs, soufflantes	alternatifs	C. Mines Métallurgie Chimie Transport
		rotatifs	
Machines-ouutils	Travail du bois (Technologie).		D. Pour les ingénieurs électriciens
		Travail du fer	
Appareils de levage et de manutention	Grues, ponts roulants. Transports par chaînes, godets, courroies, etc.		
		Transports aériens.	
Machines spéciales	Machines à papier, etc.		
		Locomotives, wagons.	
Appareillage électrique	Automobiles.		
		Transformateurs, Canalisations, Tableaux.	
Appareillage électrique	Eclairage, Téléphone, Télégraphe.		
		Traction.	

Tableau VI.

A. — CONSTRUCTIONS DYNAMIQUES ET ÉLECTRIQUES POUR TOUS LES INGÉNIEURS	
Physique industrielle	Thermodynamique. Thermochimie } Rappel du cours de physique [sique math. Applications.
	Combustibles. Combustion. Calorimétrie. Thermométrie.
	Vaporisation { Foyers. Tirage. Chaudières. Rendement. Essais. Dimensions. Appareils { de sûreté. d'épuration et d'alimentation. de contrôle.
Electrotechnique	Gazéification { Gaz { à l'air } Rendement. Essais. Dimensions. à l'eau } mixte } Appareils d'épuration et de contrôle.
	Magnétisme. Electricité. Elec- } Rappel du cours de physique [tromagnétisme } Applications. [math.
Mécanique appliquée	Induction électromagnétique. Courants alternatifs.
	Génératrices { à courant continu } Théorie. Caractéristiques. à courant alternatif } Essais. Rendement.
	Moteurs { à courant continu } Théorie. Caractéristiques. à courant alternatif } Essais. Rendement.
	Transformateurs Canalisations. Eclairage } Eléments.
Construction	Cinématique { Mouvement circulaire. Transmissions. Mouvement alternatif. Cames. Distributions. Résistances passives. Graissage.
	Dynamique { Machines alternatives { Cycles. Mesures du travail. Effets d'inertie. Volant. Régulateur. Rendement. Essais. Dimensions. Machines rotatives { Voluménogènes } Pompes. Ventilateurs. Turbo { Classification. Théorie. Rendement. Dimensions.
Détermination des dimensions et tracés des principaux organes appartenant aux machines étudiées ci-dessus.	

Tableau VII. — Répartition du temps d'une manière générale.

DÉSIGNATION.	Par jour	Par semaine	Par an	OBSERVATIONS.	
				En moyenne 900 heures.	
Matinée	1 1/2 à 2 h.	9 à 12 h.	270-360 h.	3 jours { 1 h. } 9 heures par 2 h. } semaine	8 à 9 h.
				6 jours à 2 h. } 12 heures par semaine	9 à 10 h.
Après-midi	2 1/2 h.	10 h.	300 h.	4 matinées { 510 h. } 600 heures	
				3 1/2 h.	2 après-midi
Etudes à domicile	3 h.	3 h.	90 h.	1 après-midi	
				4 ou 6 h.	3 après-midi, 2 matinées

Les chiffres indiqués pour les travaux graphiques et pour les laboratoires représentent un maximum dans les 3 premières années d'études. En raison de l'importance des travaux graphiques et des exercices, on peut admettre 1 1/2 h. au lieu de 2 1/2 h. d'études par heure de cours, comme nous l'avons proposé dans nos calculs.  
Dans les 2 dernières années, le nombre total d'heures pour travaux graphiques et laboratoires pourra être porté de 510 à 690 (5 matinées au lieu de 4, 3 après-midi au lieu de 2).

Tableau VIII — Programme des cours de la Faculté des Sciences (Préparation aux études d'ingénieur).

Numéros	Mines, Métallurgie, Mécanique, Electricité.	Heures				Chimie	Heures								
		Cours	Travaux	Laboratoire	Répétitions		Total	Cours	Travaux	Laboratoire	Répétitions	Total			
1	Géométrie analytique . . . . . Géométrie descriptive . . . . . Calcul différentiel et intégral Mécanique analytique . . . . . Physique expérimentale . . . . .	360	300	105	75	840	Géométrie analytique . . . . . Calcul différentiel et intégral Mécanique analytique . . . . . Physique expérimentale . . . . . Chimie générale . . . . .								
2															
3															
4															
5															
1	Calcul intégral . . . . . Résistance des matériaux . . . . . Graphostatique . . . . . Astronomie. Géodésie. Calcul des probabilités . . . . . Physique mathématique . . . . . Chimie générale. . . . . Dessin . . . . .	360	300	210	75	945	Calcul intégral . . . . . Résistance des matériaux . . . . . Graphostatique . . . . . Minéralogie . . . . . Physique mathématique . . . . . Chimie générale. . . . . Dessin . . . . .								
2															
3															
4															
5															

Les cours spéciaux de mathématique et de mécanique, pour les chimistes, seront suffisamment élevés pour que les élèves puissent aborder sans difficulté l'étude des cours communs avec les autres sections (dynamique, cinématique, physique appliquée, électro-technique).  
 La répartition des cours dans les deux années pourrait être modifiée, notamment en ce qui concerne la chimie, dont la première partie serait inscrite en 1<sup>re</sup>; la moitié du cours de mécanique analytique serait alors renvoyée en 2<sup>e</sup>.

	HEURES				
	Cours	Travaux	Laboratoire	Répétitions	Total
1 <sup>re</sup> année	300	300	183	75	858
2 <sup>e</sup> année	360	300	210	75	945
<b>Total</b>	<b>660</b>	<b>600</b>	<b>393</b>	<b>150</b>	<b>1803</b>

	HEURES				
	Cours	Travaux	Laboratoire	Répétitions	Total
1 <sup>re</sup> année	45	45	26	42	158
2 <sup>e</sup> année	60	90	30	45	225
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>135</b>	<b>56</b>	<b>87</b>	<b>383</b>

Les professeurs doivent élaguer et cond

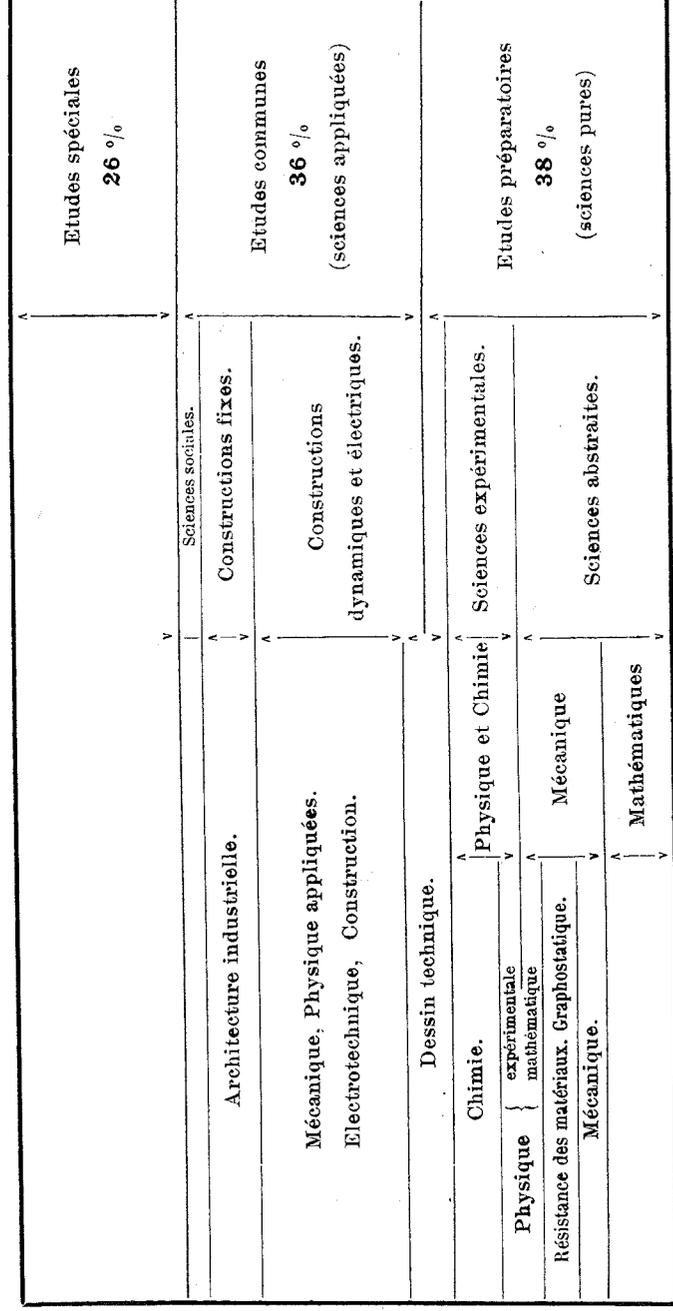


Tableau X.

Différents grades d'ingénieur.			
Désignation	Etudes communes	Etudes complètes	Fonctions administratives (après concours)
des Mines	3 ans	5 ans	Ingénieur des mines.
Métallurgiste	2 ans	5 ans	Ingénieur pour l'inspection du travail et les laboratoires de l'Etat.
Chimiste	—	5 ans	
Mécanicien	3 ans	5 ans	Ingénieur des chemins de fer.
Electricien	3 ans	5 ans	Ingénieur des télégraphes.

## Répartition du temps disponible pendant les 5 années d'études.

Diagramme moyen pour les quatre sections.



## Diagrammes particuliers pour chacune des sections.

