

2. — Discussion générale.

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

Band (Jahr): **16 (1914)**

Heft 1: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Mais y a une question pratique que j'oserais peut-être poser ici. Chez nous, l'enseignement secondaire est organisé à peu près comme en Allemagne ou en Autriche. Nous n'avons pas de classes de Mathématiques spéciales; nous avons des gymnases proprement dits, des gymnases réaux et des écoles réales (Ober-Realschule). Je voudrais bien savoir si le Calcul différentiel et intégral devrait être introduit dans tous les types des écoles mentionnées ou peut-être seulement dans quelques-uns de ces types, disons, dans les gymnases réaux et les écoles réales.

Cette question a été posée hier sous une autre forme par M. Possé; il serait désirable de la voir discutée par le congrès¹.

2. — Discussion générale.

Au début de la séance du vendredi après-midi, M. FEHR, secrétaire-général, rappelle qu'un Congrès international de l'enseignement technique a eu lieu à Bruxelles en septembre 1910, et que plusieurs membres de la Commission y ont pris part. Il signale le rapport rédigé à cette occasion par M. le Prof. W. von DYCK sur « l'enseignement des sciences mathématiques, naturelles et techniques dans les Ecoles supérieures » (67 p. in-8°).

Afin de faciliter la discussion, M. le prof. P. STAECKEL a résumé comme suit son rapport sur la préparation mathématique des ingénieurs :

RÉSUMÉ DU RAPPORT GÉNÉRAL DE M. STAECKEL,

Sur la préparation mathématique des ingénieurs.

1. — **Généralités.** — *a)* Relativement à la préparation des ingénieurs il y a deux systèmes. La plupart des pays ont adopté le système des Universités techniques; dans les autres pays ce sont les Universités proprement dites qui se chargent de l'enseignement théorique des ingénieurs; l'enseignement technique se fait soit dans les sections techniques des Universités, soit dans les Ecoles d'application. Dans quelques pays il y a mélange des deux systèmes.

b) On exige, pour l'entrée dans l'enseignement technique supérieur, la préparation par une école secondaire ou une préparation

¹ Faute de temps, cette question n'a pas pu être reprise. Mais on peut affirmer que tous ceux qui sont favorables au mouvement de réforme sont généralement d'accord pour demander, qu'en raison de leur importance fondamentale, les premières notions de fonctions, de dérivées et de fonctions primitives soient enseignées dans toutes les sections de l'enseignement secondaire supérieur. (Voir le rapport de M. Beke.)

équivalente. Il y a des ingénieurs qui veulent renvoyer l'enseignement des mathématiques et des sciences physiques entièrement aux écoles secondaires, tandis que les mathématiciens et la plupart des ingénieurs sont convaincus que l'étude systématique du calcul infinitésimal doit être réservée à l'Université.

c) En France on donne un enseignement étendu des mathématiques supérieures dans les classes de mathématiques spéciales.

II. — **Nature de l'enseignement.** — *a)* Les professeurs de mathématiques et la plupart des ingénieurs sont d'avis que l'enseignement des mathématiques doit avoir pour but un développement général méthodique.

b) On ne saurait recommander d'établir une séparation de cet enseignement suivant les différentes branches des ingénieurs.

c) On doit tenir compte, dans l'enseignement mathématique des ingénieurs, de la carrière à laquelle les jeunes gens se destinent, et lui donner dès le début une teinte technique. Mais ce n'est pas la tâche des mathématiciens d'enseigner prématurément la science de l'ingénieur.

III. — **Scolarité.** — *a)* Il faut convenir que le puissant développement de la technique a rendu nécessaire une réduction des heures consacrées aux études mathématiques. Il y a une certaine compensation dans la meilleure préparation des étudiants qui permet d'économiser du temps en élevant dès le début le niveau de l'enseignement.

b) D'un autre côté, les sciences de l'ingénieur réclament de plus en plus l'aide des méthodes modernes des mathématiques supérieures.

c) On peut espérer que les professeurs de mathématiques réussiront à adapter l'enseignement aux exigences de l'époque si on leur laisse une certaine liberté.

d) Il faut attacher une grande importance aux exercices mathématiques, surtout aux exercices individuels.

IV. — **Matière et méthode.** — *a)* L'étendue de l'enseignement mathématique est bornée supérieurement par le but de fournir, aux futurs ingénieurs les connaissances de mathématiques supérieures nécessaires à une étude suffisante de la mécanique et des parties fondamentales de la physique.

b) La connaissance du calcul différentiel et du calcul intégral élémentaire ne suffit plus pour les ingénieurs. Il leur faut en outre les méthodes graphiques et numériques d'intégration des équations différentielles qui se sont développées dans le dernier tiers du XIX^e siècle.

c) Question de rigueur. Il ne faut pas chercher à approfondir, dès le début de l'analyse supérieure, les questions de principe dont les jeunes étudiants ne peuvent comprendre la portée. Il faut

bien établir exactement les hypothèses sous lesquelles les déductions s'opèrent, mais il ne faut pas enseigner l'axiomatique.

d) L'unification. La réunion des cours de géométrie analytique et d'analyse supérieure en un seul cours de mathématiques générales a eu de bons résultats.

Nous donnerons ci-après un compte rendu aussi fidèle que possible, mais forcément bien écourté, de l'intéressante discussion sur les questions si complexes que présente l'organisation des études mathématiques dans les écoles d'ingénieurs.

I, a. Généralités. — M. G. FANO, professeur à l'Université et à l'École polytechnique de Turin. — En Italie, depuis 1860 jusqu'à il y a 6 ans environ, nous avons toujours suivi le second système (Universités proprement dites, suivies d'écoles techniques), sauf une seule exception : l'École polytechnique de Milan, créée par Brioschi et qui était une véritable Université technique. Les résultats ont été bons, sans doute. L'École des Ingénieurs de Turin, réorganisée et rendue autonome par la loi de 1906, qui eut seulement en 1908 pleine exécution, a été constituée en Université technique complète à la suite de circonstances particulières, même locales et financières, qui à ce moment s'imposèrent. La plus grande partie de nos mathématiciens n'étaient pas favorables au changement ; puisque nous n'avons pu l'éviter, nous l'avons accepté de bon gré, et il s'est accompli, en effet, d'une façon très satisfaisante, d'autant plus que les professeurs de mathématiques de la nouvelle Université technique étaient presque tous les mêmes qu'auparavant à l'Université. A Padoue aussi on a donné à l'École des Ingénieurs un cours complet, en lui conservant les cours de mathématiques en commun avec la Faculté des Sciences. — Je crois à présent que tous les deux systèmes peuvent donner de bons résultats, pourvu que, dans les Universités techniques, les cours de mathématiques soient confiés à des mathématiciens. Mais, s'il m'est permis d'exprimer mon opinion personnelle, j'aime toujours beaucoup mieux notre ancien système italien, qui est toujours en vigueur chez nous, seuf à Milan, Turin et Padoue (Écoles qui sont même obligées de recevoir dans leur troisième année les étudiants venant des Facultés de Sciences). Je crois aussi très avantageux pour les étudiants du cours de mathématiques des Facultés de Sciences, de recevoir quelques cours en commun avec les ingénieurs ; ils auront ainsi l'occasion de rester en contact avec le monde réel et les applications. Dans la suite de leurs études, ils ont encore bien du temps et de nombreux cours pour se familiariser avec la science.

M. D'OCAGNE, professeur à l'École polytechnique et à l'École des Ponts et Chaussées, Paris, dit : Il est bien entendu qu'il n'y a pas pour les ingénieurs des mathématiques distinctes de celles qu'étudient les mathématiciens ; mais, si vaste est le domaine de ces sciences que, dans leur enseignement on peut tout de même faire un peu varier les points de vue, suivant le but poursuivi, en insistant, par exemple, davantage sur telle ou telle partie des théories générales.

A l'École Polytechnique, notamment, l'enseignement des mathématiques pures (analyse et géométrie), celui de l'analyse surtout, a très sensiblement évolué depuis quelques années de façon à donner plus d'extension aux théories qui intéressent plus particulièrement les applications à la mécanique

et à la physique, sans toutefois rien sacrifier, comme M. Stäckel l'a très justement fait remarquer dans son rapport, des principes qui sont unanimement considérés comme fondamentaux.

Cette préoccupation ne doit pas prédominer dans les Universités proprement dites où elle risquerait d'entraver le développement de la science purement désintéressée.

Il est clair qu'on ne doit pas chercher à creuser un fossé entre les enseignements des deux ordres suffisamment mis en contact par les rapports scientifiques qu'ont nécessairement entre eux leurs maîtres respectifs ; mais il semble plus avantageux de maintenir à chacun son autonomie.

M. G. FANO (Turin). — M. d'Ocagne craint qu'en faisant suivre aux ingénieurs les cours de mathématiques dans les Facultés des Sciences on ne puisse suffisamment tenir compte des questions, qui pour eux, ont précisément le plus grand intérêt. Or, chez nous on a constaté, et à Rome, à Naples, il arrive encore, que, parmi nos étudiants, des cours de mathématiques des deux premières années, les neuf dixièmes et même plus sont des ingénieurs ; et beaucoup de professeurs font justement des cours arrangés en vue de la plus grande utilité de ces derniers. Moi-même, je faisais ainsi jusqu'en 1908, c'est-à-dire avant la constitution de notre Université technique.

J'admets toutefois que mes opinions ne peuvent avoir une valeur absolue ; il faut faire leur part aux conditions locales, même aux professeurs dont on dispose.

Je ne crois absolument pas que l'enseignement donné en commun à des groupes différents d'élèves, pendant un ou deux ans au plus, puisse entraver le développement de la science. C'est dans les cours supérieurs seulement que nos étudiants de mathématiques sont dirigés vers des recherches scientifiques ; et il serait même très bien que pour quelques-uns d'entre eux ces recherches puissent avoir pour objet des problèmes vraiment importants pour les applications.

M. LECHATLIER, membre de l'Institut, ne croit pas que les méthodes d'enseignement des Universités scientifiques doivent nécessairement être différentes de celles des Universités techniques. Le motif principal pour reporter aux Universités techniques l'enseignement des sciences pures est surtout qu'elles ont une *organisation*, une orientation vers un but précis, qui leur permet d'obtenir une formation scientifique des jeunes gens, plus complète dans un temps donné que l'enseignement dispersé, sans but homogène des universités purement scientifiques. Mais l'on peut concevoir l'organisation d'Universités scientifiques mieux organisées, et alors la préférence à donner à l'un ou l'autre système n'est plus évidente. C'est une question d'espèce.

M. E. CZUBER, professeur à l'École technique supérieure de Vienne (Autriche), estime que seule l'Université technique est en mesure de tenir compte d'une manière satisfaisante des besoins de la technique.

« Bei der Gründung des ersten polytechnischen Instituts (1806, Prag) in Oesterreich hat man das 2. System gewählt und die mathem. und physikalischen Fächer an die Universität verlegt ; man ist aber bald von dieser Fusion abgegangen und hat das polytechnische Institut zu einer selbständigen Schule ausgestaltet. Als man 1815 in Wien an die Gründung des polytechnischen Instituts schritt, wurde der Versuch einer Verbindung mit der Universität nicht mehr wiederholt. Im Laufe der späteren Zeit ist wiederholt der Gedanke einer Fusion neu aufgetaucht, aus Gründen der Oeko-

nomie, er ist aber immer mit genau denselben Gründen bekämpft worden, welche Herr d'Ocagne betreffs des Studiums der mathem.-naturwissenschaftlichen Fächer an den Universitäten einerseits und für die Bedürfnisse der Ingenieure andererseits angeführt hat. In neuester Zeit erst sind wieder Bestrebungen aufgetreten, an einzelne Universitäten technische Abteilungen anzugliedern (z. B. in Innsbruck), aber nicht aus innern Gründen, sondern um auf diese Weise einzelnen Ländern einen neuen Bildungsweg zu eröffnen auf eine leichtere Weise, als dies durch die kostspielige Schaffung einer selbständigen technischen Hochschule möglich wäre. Doch handelt es sich hier nur um spezielle Zweige der Technik, die man im Anschluss an die Universitäten zur Pflege bringen will. Die Ueberzeugung in Oesterreich geht dahin, dass nur selbständige technische Hochschulen in der Lage sind, für die Aufgaben der Technik entsprechend vorzubereiten und die technischen Wissenschaften zu kultivieren. »

M. Possé, professeur émérite de l'Université de St-Pétersbourg. En Russie, l'Institut des ingénieurs de voies de communication a été organisé d'après le type de l'Ecole des Ponts et Chaussées à Paris. En 1881, on a été forcé, par des raisons qu'il serait trop long d'énumérer, mais d'un caractère plutôt économique que pédagogique, de clore les deux premiers cours, où les mathématiques étaient enseignées, et de n'admettre que les jeunes gens ayant un diplôme universitaire d'une Faculté physico-mathématique. Après une expérience de cinq ans on est revenu à l'ancien système et a restitué l'enseignement mathématique à l'Institut même. On s'est persuadé que la préparation mathématique universitaire était : 1^o trop longue ; 2^o ne correspondait pas aux exigences d'une école technique.

M. Vogt, directeur de l'Institut Electrotechnique et de mécanique appliquée de Nancy, estime qu'il y a place pour les deux systèmes : Universités techniques et Universités proprement dites suivies d'enseignements techniques. En France, l'Ecole Polytechnique et les Ecoles d'application ont un recrutement par concours ; il peut y avoir des étudiants renonçant au concours ou ne pouvant le passer pour diverses raisons, et désireux de recevoir un enseignement technique ; certaines Universités leur offrent des ressources nouvelles. Depuis la réorganisation de l'Enseignement supérieur, les Universités ont créé des laboratoires où les applications techniques de la science pure sont développées et étudiées à côté des applications théoriques ; de très bons élèves entrent dans les Universités pour acquérir des certificats de Licence ou se préparer à la carrière de l'enseignement ; s'ils changent d'avis et se tournent du côté des applications techniques, ils peuvent maintenant trouver des enseignements faisant suite aux études théoriques qu'ils ont déjà faites.

Dans certaines Universités, en particulier dans celle de Nancy, il y a un enseignement général durant deux années, et conservant son caractère d'enseignement supérieur, couronné par des certificats de Licence ; à la suite de ces deux années vient un enseignement plutôt technique, qui repose dès lors sur des bases solides. Il y a tout avantage à procéder de cette manière, car d'une part on offre des carrières aux étudiants des Universités, d'autre part on oriente les études vers les problèmes intéressants de la technique. A côté du professeur de Mécanique rationnelle se trouve un professeur de Mécanique technique, et à côté du professeur de Physique générale un autre professeur de Physique technique ; tous ces professeurs se prêtent appui, et l'enseignement ne peut qu'y gagner.

L'exemple des Universités qui ont créé des enseignements techniques montre que l'on peut concilier tous les points de vue.

M. KÆNIGS, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, fait observer qu'un des rôles des laboratoires d'Université peut être d'entreprendre la recherche des problèmes que soulève la technique ; ils doivent pouvoir admettre des travailleurs, déjà familiarisés avec la technique, et qui, pour asseoir plus solidement leurs recherches, peuvent avoir besoin de certains enseignements de la Faculté.

M. Kœnigs saisit cette occasion pour inviter les membres du Congrès à venir visiter les appareils de mécanique exposés par M. l'ingénieur Léonardo Torrès dans son Laboratoire, 96, boulevard Raspail.

M. MARBEC, sous-directeur de l'École du Génie maritime, Paris. La place occupée dans l'enseignement mathématique par les diverses questions n'est pas proportionnelle à leur rôle dans les applications. Le cas banal, facile, est traité en peu de mots, tous les développements sont nécessairement consacrés aux cas difficiles et exceptionnels qui exigent une exposition plus minutieuse et plus longue. L'exception prend ainsi aux yeux de l'élève une importance excessive. Les élèves sont au contraire, en général, peu entraînés aux applications effectives dans des cas usuels. En général, ils ont plutôt retenu la « démonstration » que réfléchi sur les circonstances où le résultat peut être utilisé et sur la façon réelle de l'utiliser.

M. DE DEMECZKY, professeur à l'Université de Budapest, constate qu'il y a non seulement une grande variété d'Universités techniques, — il y en a même avec des Facultés de droit — mais on trouve aussi des Universités proprement dites avec des facultés techniques. Nous sommes trop conservateurs dans l'organisation de l'enseignement technique. A l'avenir on n'aura que des Universités avec des Facultés techniques.

I, b. — M. GROSSMANN, professeur à l'École polytechnique de Zurich. — M. Staeckel a signalé dans son rapport, le passage du rapport suisse, d'après lequel il vaut mieux ne pas introduire l'étude *systematique* du calcul différentiel et intégral dans les écoles secondaires. Cette opinion du rapporteur et de ses collègues de l'École polytechnique se base sur des expériences faites. Comme l'a dit M. Beke, hier, il y a en Suisse des Ecoles dont le programme contient les éléments du calcul différentiel et intégral depuis une cinquantaine d'années. Nous avons fait l'expérience, que les élèves venant de ces écoles n'étaient en général pas mieux préparés que leurs camarades. Beaucoup d'entre eux avaient de sérieuses lacunes dans leurs connaissances *élémentaires*; ils avaient oublié les mathématiques élémentaires sans avoir compris les mathématiques supérieures.

M. J. FRANEL, professeur à l'École polytechnique de Zurich. — Nous avons fait à l'École polytechnique de Zurich, les constatations suivantes : les élèves auxquels on enseigne les éléments du calcul infinitésimal se figurent, à tort, généralement, posséder la matière. Aussi considèrent-ils nos premières leçons comme une sorte de répétition superflue, ils n'y prêtent qu'une attention distraite, le sujet est comme défloré ; il n'a plus pour eux l'attrait de la nouveauté. Or ces premiers éléments sont rarement exposés avec la rigueur et la précision voulues. Vouloir bâtir avec des matériaux aussi chancelants serait faire œuvre chimérique. Nous sommes donc obligés de revenir sur ces premiers principes, d'insister sur ces notions fondamentales. Nous ne pensons pas qu'on puisse attendre un profit véritable en effleurant un sujet qu'on n'a pas le temps d'approfondir. L'intro-

duction du calcul des dérivées dans l'enseignement secondaire peut se justifier par d'excellents arguments. Nous demandons seulement qu'on le fasse avec prudence et modération.

M. FEHR, professeur à l'Université de Genève, tient à compléter ce que viennent de dire MM. Grossmann et Franel. Il est indispensable que l'enseignement secondaire supérieur fournisse, dans les différentes sections, une initiation aux notions de fonction et de dérivées. Ces notions doivent être étudiées d'une manière plus approfondie dans les sections qui conduisent à l'enseignement technique supérieur.

Quant à l'étendue à donner, c'est une question de mesure. Il est d'accord pour que l'enseignement secondaire n'empiète pas sur des cours qui appartiennent réellement à l'enseignement supérieur. Peut-être ferons-nous bien d'éviter dans les programmes de l'enseignement secondaire les termes de « calcul différentiel et intégral. » Il fait remarquer, à ce point de vue, que les programmes français se bornent à parler des dérivées et des fonctions primitives. En France, le terme de « calcul différentiel et intégral » n'apparaît que dans les classes dites de mathématiques spéciales, dont l'enseignement correspondant se donne ailleurs dans les Facultés.

M. de DEMECZKY (Budapest). — Dans l'enseignement secondaire supérieur, il serait désirable qu'à la fin des études secondaires des classes spéciales soient établies en vue des principales sciences et par conséquent aussi pour les mathématiques.

M. von DYCK, professeur à l'École technique supérieure de Munich. — L'Université doit donner des vues générales dans les différentes branches ; il faut réserver ce caractère à son enseignement. Les cours de sciences mathématiques et physiques de l'école moyenne ne peuvent remplacer un cours universitaire.

I, c. — M. TRIPIER, sous-directeur de l'École Centrale, Paris. — A l'École Centrale, le cours sur les éléments de l'Analyse mathématique principalement professé par M. Appell, depuis vingt ans, ne donne plus d'aussi bons résultats depuis que les intégrations simples et la résolution des équations différentielles élémentaires ont été introduites dans le programme du concours d'admission à l'École, qui puise dans les matières de la classe de Mathématiques spéciales. Nous pensons donc, et pour les raisons qu'a indiquées M. Franel, qu'il est préférable de ne pas trop rejeter l'enseignement du Calcul diff. et intégral avant l'entrée à l'Université technique.

M. HADAMARD, membre de l'Institut, estime que pour le professeur de l'enseignement supérieur, il est insupportable de se trouver en face d'un programme partiellement traité. Il y a intérêt à ce que, dans les Ecoles secondaires qui préparent à cet enseignement, les questions soient traitées ou ne le soient pas au lieu de l'être à demi.

M. TRIPIER a pu constater que les élèves de l'École Centrale ne sont pas suffisamment préparés pour l'application des mathématiques par les cours de mathématiques spéciales.

En réponse à M. le Professeur Hadamard, je préciserai en disant que les élèves qui ont subi avec succès les épreuves du concours d'admission à l'École, savent faire des calculs, mais en ne faisant trop souvent ainsi que du mécanisme, en restant pourtant insuffisants au point de vue de leur faculté de faire vraiment des applications, parce qu'ils sont arrêtés lorsque le problème posé n'a pas les aspects auxquels ils ont été accoutumés, ce qui montre qu'ils ne possèdent pas la signification pour ainsi dire concrète des

calculs qu'ils sont capables de réussir. On est ainsi conduit à penser que les futurs ingénieurs seront mieux préparés au cours supérieurs des Universités techniques par l'Université technique elle-même, où le souci de l'application et du sens concret est constant.

II. — *Nature de l'enseignement.* — Le résumé de M. STAECKEL relatif à la nature de l'enseignement ne donne guère lieu à de longues remarques. Tout le monde semble d'accord pour reconnaître que l'enseignement mathématique dans les Ecoles d'ingénieurs doit avoir pour but un développement général méthodique.

M. KÆNIGS fait remarquer qu'il y a un danger à donner une trop grande place aux développements analytiques au détriment de la géométrie proprement dite. La géométrie a un caractère éducatif qu'elle tient de sa nature et qu'il faut lui conserver.

Pour ce qui est des applications, M. HADAMARD estime que le professeur de mathématiques a tout à gagner en étant à l'affût des applications au point de vue mathématique. Il peut en tirer parti pour émailler son enseignement.

A ce propos il rappelle le passage du rapport de M. BEKE dans lequel l'auteur parle du rôle de l'intuition jointe à la rigueur.

III, *a, b, c).* — *Scolarité.* Les objets *a* et *b* du résumé de M. STAECKEL ne donnent lieu à aucune remarque. — *c)* Pour adapter l'enseignement aux exigences modernes il faut laisser une certaine liberté aux professeurs. En Russie, dit M. POSSÉ, les nouveaux programmes laissent une grande liberté.

Comme le fait remarquer M. d'OCAGNE, il faut éviter d'enserrer le programme dans un cadre trop rigide; il faut que le libellé soit assez élastique pour que des modifications soient possibles.

M. ENRIQUES, professeur à l'Université de Bologne, parle dans le même sens. Une certaine liberté doit être accordée aux professeurs. Celle-ci pourrait être limitée en prévoyant que les examens soient passés auprès d'un jury ne renfermant pas le professeur qui a donné l'enseignement.

d) Exercices de Mathématiques. — M. LEFÈVRE, professeur à l'Ecole militaire de Belgique, désire compléter les renseignements donnés par M. Staeckel, relatifs aux exercices pratiques qui doivent contribuer au développement de l'enseignement mathématique. Depuis une quinzaine d'années ces exercices jouent un rôle important dans le Cours d'Analyse ainsi que dans la plupart des autres cours de l'Ecole militaire de Belgique où ils sont organisés d'une façon complète et systématique.

Ils sont donnés chaque semaine et ils exigent la connaissance des matières exposées dans les trois, quatre et parfois cinq dernières leçons. Les élèves sont livrés à eux-mêmes, en ce sens qu'ils travaillent isolément sous la surveillance d'un répétiteur. A la fin de toute séance d'exercices pratiques, la solution de la question est affichée dans la Salle d'études; les élèves peuvent donc ainsi apprécier eux-mêmes leurs erreurs, avant la correction. Après la remise du travail corrigé, un échange de vues s'établit entre le correcteur et les élèves; ceux-ci acquièrent ainsi rapidement une grande confiance dans le personnel attaché à leur enseignement; c'est avec confiance aussi qu'ils font usage des règles qui synthétisent les théories exposées: ils s'habituent enfin à travailler avec ordre et méthode.

Une amélioration sera prochainement introduite dans le régime, car ils pourront, comme le fait généralement l'ingénieur, s'entourer de renseignements nécessaires à l'élaboration de tout travail. Ils auront à leur disposi-

tion un formulaire du Cours d'Analyse, formulaire qui leur permettra d'éviter des erreurs résultant de l'oubli de certaines formules mêmes élémentaires.

Nous avons pu constater que les exercices individuels donnent de très bons résultats ; mais il est utile d'ajouter que les promotions de l'Ecole militaire sont relativement faibles (60 à 70 élèves) ; il est donc toujours facile de trouver un nombre suffisant de répétiteurs chargés de la correction.

M. VON DYCK. — A l'Université technique de Munich, les exercices figurent pour 2 heures par semaine pour 4 heures de cours. Les étudiants sont appelés à résoudre les exercices par écrit. Ces travaux pratiques forment un complément indispensable du cours.

IV. — *Matière et méthode.* — a) Au sujet de l'étendue de l'enseignement des mathématiques pour les futurs ingénieurs, M. HADAMARD estime que l'Université technique doit fournir une culture élevée. Le choix des matières est une affaire de tact et de mesure. M. BUHL (Toulouse) est du même avis.

M. TRIPIER dit que l'enseignement doit être assez développé, non seulement afin d'élever les vues des futurs ingénieurs, mais aussi afin que l'ingénieur puisse conserver toujours assez de mathématiques pour suivre la marche de la science et résoudre les questions théoriques simples qui se poseront à lui, et ceci malgré la grande contraction qui se produira souvent dans ses connaissances mathématiques au cours d'une carrière où il aura très peu à les appliquer.

IV, c). — M. PADOA, professeur à l'Institut technique de Gênes, attire l'attention de ses collègues sur la confusion que l'on fait souvent entre la rigueur et la volonté d'analyser certaines questions. La rigueur n'exclut aucun appel à l'intuition ; elle veut seulement que ces appels ne soient pas faits subrepticement dans les définitions et dans les démonstrations, mais qu'ils soient énoncés à part (concepts fondamentaux, postulats). Sans rigueur il n'y aurait ni mathématiques, ni honnêteté scientifique.

Dans toute proposition mathématique il faut faire ressortir l'hypothèse et la thèse ; la démonstration est rigoureuse si elle prouve que l'hypothèse est suffisante. La recherche de ce qui arriverait en supprimant quelques-unes des conditions dont se compose l'hypothèse donne naissance à des nouvelles questions qui peuvent intéresser le mathématicien sans intéresser l'ingénieur.

M. HADAMARD a été conduit, par son expérience de l'enseignement à une idée qui peut paraître paradoxale : c'est qu'il faut développer l'intuition dans l'usage de la rigueur. Il importe à l'élève — l'expérience le montre — de savoir que, *pratiquement*, il y a des cas où la rigueur n'est qu'une formalité et d'autres où il est nécessaire d'y apporter la plus grande attention.

M. POSSÉ parle dans le même sens. Sans rigueur il n'y a pas de science ; son emploi n'est pas aussi difficile qu'on le croit parfois.

M. CASTELNUOVO remarque que lorsqu'on parle à des élèves dirigés vers les applications, il faut éviter de donner l'illusion que la rigueur théorique puisse suffire pour transporter les résultats dans la technique. Il faut, au contraire, toujours rappeler aux élèves qu'entre la théorie et la pratique il y a encore un abîme à franchir, et que les coefficients de réduction dont les praticiens font usage, n'ont pas une moindre importance que les résultats théoriques sur lesquels on s'appuie.

M. BIOCHE, ajoute qu'il importe de faire observer qu'une solution théo-

rique d'un problème n'est pas nécessairement une solution réalisable, et d'indiquer comment on doit adapter la solution aux différents cas qui peuvent se présenter. Par exemple, lorsqu'il s'agit de déterminer le rayon d'une sphère solide la méthode classique donnée dans les traités de géométrie n'est pas applicable pour une sphère lisse, comme celles qu'on a à considérer en optique ; on doit dans ce dernier cas employer le sphéromètre. Pour déterminer le rayon de la terre on ne peut employer le procédé, élégant et ingénieux, fondé sur la dépression de l'horizon, pour un observateur placé à une certaine altitude, ce procédé manquant de précision.

Quoi qu'il en soit, on ne doit pas négliger, même pour de futurs praticiens, d'exposer les principes théoriques qui donnent les raisons fondamentales des règles de calcul. Ainsi la considération des courbes unicursales et celle de diverses autres théories géométriques permettent de reconnaître dans quels cas des problèmes de calcul intégral peuvent être résolus complètement, et donnent des procédés réguliers pour obtenir la solution.

IV, *d*). — Quant à la réunion des cours de mathématiques destinés aux ingénieurs en un seul cours, M. Possé ne pense pas que ce soit bon.

M. ENRIQUES n'y serait pas opposé ; peut-être que les expériences faites dans ce sens ne sont pas encore assez longues. La fusion pourrait se faire en tenant compte du développement historique de l'analyse.

M. STAECKEL fait remarquer que l'unification a été faite à Munich. Elle a le grand avantage de ne pas traiter certaines questions dans les deux cours de géométrie analytique et de calcul différentiel intégral.

M. BUHL, professeur à l'Université de Toulouse, pense que l'enseignement des mathématiques générales doit faire appel à la fois à la Géométrie et à l'Analyse. Il faut montrer les relations réciproques entre les différentes branches mathématiques.

Dans les cours faits à de futurs techniciens, on ne peut avoir uniquement en vue les besoins, prêtés assez arbitrairement d'ailleurs, à ceux-ci. Les professeurs doivent voir les choses de manière élevée ; des applications diverses peuvent être réunies en examinant des sujets qui ne correspondent directement à aucune application.

Si le professeur appartient à l'enseignement supérieur (mathématiques générales), il a pour premier devoir d'être un savant, un homme susceptible de recherche originale et alors il lui répugnera naturellement d'avoir *uniquement*, dans ses préoccupations, ce qui est nécessaire pour la technique industrielle. Les méthodes qui lui semblent bonnes et fécondes pour ses découvertes ne lui sembleront pas propres à être rayées de son enseignement.

Quant au choix des méthodes il ne doit pas être étroit, il ne faut pas sous prétexte d'homogénéité, d'unicité, se tenir, par exemple, sur le terrain de la géométrie quand les calculs peuvent intervenir utilement dans une démonstration, et réciproquement.

Autres questions. — Sur la proposition de M. Castelnuovo, la Conférence consacre ensuite un court échange de vues sur les deux questions suivantes :

1° *De la place des mathématiques dans le plan d'études des Ecoles d'ingénieurs ;*

2° *Ingénieurs techniciens et ingénieurs théoriciens.*

1° Pour ce qui concerne le premier point, M. Castelnuovo demande s'il convient de séparer nettement, dans la préparation des ingénieurs, les

études théoriques de leurs applications, comme on fait maintenant dans la plupart des pays, ou bien s'il conviendrait d'alterner dans chaque année les cours théoriques et les pratiques. Cette dernière solution a été sciemment proposée par M. LORI, professeur à l'École Polytechnique de Padoue, avec le but de porter tout de suite l'attention des élèves sur les questions techniques, et d'éviter qu'on oublie l'instrument des mathématiques dans les cours supérieurs consacrés ordinairement aux questions techniques.

M. LORIA, professeur à l'Université de Gènes, fait remarquer que dans la répartition des cours on peut accompagner les branches théoriques de cours pratiques n'exigeant pas trop de mathématiques, tel que, par exemple, la topographie. On peut faire alterner les cours théoriques et les cours pratiques d'un caractère élémentaire.

M. STAECKEL observe qu'en Allemagne les étudiants ingénieurs ont dès la première année des cours techniques élémentaires.

2^o Les ingénieurs italiens, dit M. CASTELNUOVO, affirment parfois que certains cours destinés aux élèves ingénieurs sont trop élevés. Quelques professeurs ont tenu compte de ces remarques, mais il y a pourtant une limite inférieure dans l'ensemble des connaissances indispensables que doit fournir l'Université technique. Si l'on veut juger ces différents points de vue, il faut se rappeler qu'il y a *deux catégories d'ingénieurs* : ceux qui appliquent la science déjà formée, et ceux qui développent et qui construisent la science de l'ingénieur. Dans ces conditions l'Université technique peut donner aux ingénieurs techniciens une culture limitée mais elle doit ajouter des cours supérieurs en vue de la seconde catégorie.

M. POSSÉ appuie la distinction qui vient d'être signalée.

M. STAECKEL dit qu'en Allemagne les Universités techniques demandent à former les deux catégories : 1. Les ingénieurs techniciens ; 2. Ceux qui poussent les études jusqu'au doctorat.

En outre on trouve les écoles techniques moyennes (Maschinenbauschulen) qui forment une catégorie importante de techniciens.

M. FRANEL parle de l'organisation de l'École polytechnique de Zurich. On y prévoit des cours obligatoires pendant les deux premiers semestres (5 h. de cours, 2 h. d'exercices et 1 h. de répertoire), et comme complément, des cours facultatifs recommandés aux étudiants et dont le sujet est variable suivant le semestre.

M. CZUBER, qui présidait la dernière séance de discussion, résume les débats et remercie tous ceux qui ont pris une part active à la discussion.

* * *

Extrait d'une lettre de M. ANDRADE. — M. J. Andrade, professeur à la Faculté des sciences de Besançon, empêché pour raison de santé de prendre part à la Conférence, nous adresse une note dont voici un extrait :

« Un enseignement technique supérieur sera celui qui arme l'esprit et la volonté de ses élèves de ce sens critique réaliste ou de cette intuition rapide mais précise qui fait reconnaître la valeur exacte d'une invention. L'esprit d'invention souffle d'où il veut, il n'appartient certes à aucune école, il ne relève d'aucun esprit de corps.

L'organisation de l'enseignement technique doit aussi prévoir l'éducation d'ingénieurs.

L'opposition de ces deux vocables « Ingénieurs ou Techniciens » appartient à une classification surannée avec laquelle il nous faut compter ; ayons néanmoins la franchise de dire nettement que cette opposition ne correspond plus à aucune réalité.

A l'époque où fut fondée l'École Polytechnique, le nom même de cette école avait une signification réelle ; les sciences d'une part, les manifestations industrielles d'autre part étaient alors assez simples pour permettre à une même école de mêler ensemble la culture scientifique et la formation technique ; il n'en est plus de même aujourd'hui ; si l'ingénieur a, plus que jamais besoin d'une culture scientifique solide, il a aussi plus que jamais besoin d'être autre chose qu'un chef administratif de techniciens ; technicien lui-même il doit être ; il sera donc initié à fond aux travaux personnels du laboratoire ou de l'atelier ; de plus en plus la distinction entre manuels et intellectuels est devenue techniquement fautive ; et nulle part cette fausseté n'est plus choquante que dans les programmes administratifs et dans les façades de l'éducation des ingénieurs.

Sans aucun doute, quelques bons mathématiciens ont pu devenir des techniciens, comme quelques artisans adroits ont pu devenir de bons ingénieurs, mais l'esprit humain artificiellement coupé en plusieurs tronçons a pu reformer son unité de pensée et d'action à travers les cloisons étanches des classifications factices ; il serait toutefois prudent de ne pas exagérer la difficulté demandée à l'initiative individuelle et de revenir à des méthodes plus saines dans l'organisation des enseignements scientifiques et techniques combinés ».

3. — Suite de la discussion.

La discussion s'est poursuivie le vendredi soir à la Société des Ingénieurs civils de France sous la présidence de M. GALL. Elle a été résumée dans le *Procès-verbal de la séance du 3 avril 1914*, publié par la Société dans son bulletin intitulé *Résumé de la Quinzaine* (1914, n° 7, p. 68-81). M. le Secrétaire administratif A. de DAX, gérant, a bien voulu nous autoriser à reproduire le compte rendu de la discussion rédigé par l'un des secrétaires techniques M. A. GOSSE.

Séance de la Société des Ingénieurs civils de France.

M. LE PRÉSIDENT rappelle qu'il y a actuellement à Paris un Congrès international d'enseignement mathématique.

M. l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées d'Occitanie, Professeur à l'École Polytechnique, a bien voulu accepter de venir faire à notre Société le compte rendu des premières séances de ce Congrès.

Il lui souhaite la bienvenue ainsi qu'à M. Stäckel et aux nombreux congressistes qui ont bien voulu venir assister à la séance de ce soir. Il cite parmi eux M. Torres y Quevedo, l'inventeur de machines à calculer et à intégrer ; Sir George Greenhill, auteur de « The Tabulation of Bessel and other functions » ; et M. Fehr, le distingué Secrétaire Général de la Commission Internationale de l'Enseignement mathématique.

M. le Président rappelle ensuite que le Congrès a été inauguré par un rapport extrêmement remarquable de M. Stäckel, Professeur à l'Université