

SÉANCE GÉNÉRALE D'OUVERTURE

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

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

Heft 1: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **30.04.2024**

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.

SÉANCE GÉNÉRALE D'OUVERTURE

Jeudi 2 avril, à 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à l'amphithéâtre Richelieu.

Présidence de M. Gaston DARBOUX,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,
représentant le Ministre de l'Instruction publique.

ORDRE DU JOUR :

Allocution de bienvenue de M. le Prof. P. APPELL, membre de l'Institut, doyen de la Faculté des Sciences.

Discours de M. le Prof. G. CASTELNUOVO, membre du Comité central, au nom de M. le Prof. F. KLEIN (Göttingue), président de la Commission.

Présentation des publications de la Commission, par M. le Prof. H. FEHR, secrétaire-général.

Allocution du représentant du Ministre de l'Instruction publique.

Conférence de M. le Prof. Emile BOREL : *l'adaptation de l'enseignement secondaire aux progrès de la Science.*

Conférence de M. le Prof. D'OCAGNE : *le rôle des mathématiques dans les sciences de l'ingénieur.*

ALLOCUTION DE M. P. APPELL,

Doyen de la Faculté des Sciences,
Président de l'Académie des Sciences et de l'Institut,
Président d'honneur de la Délégation française.

Mesdames, Messieurs,

La Délégation française m'a chargé de l'agréable mission de souhaiter la bienvenue aux nombreuses personnes, professeurs, ingénieurs et savants, venues des pays les plus divers pour prendre part aux travaux de la Conférence. Nous avons le plaisir de réunir aujourd'hui plus de cent cinquante assistants qui sont régulièrement inscrits et qui représentent les pays suivants, que j'énumère par ordre alphabétique : Allemagne, Autriche, Belgique, Espagne, Etats-Unis, France, Hollande, Hongrie, Iles Britanniques, Italie, Roumanie, Russie, Serbie, Suède, Suisse.

Je souhaite tout particulièrement la bienvenue aux membres présents du Comité Central, à Messieurs CASTELNUOVO, GREENHILL, CZUBER, HADAMARD et à Monsieur FEHR, Secrétaire-général, dont la compétence et le dévouement sont connus de tous et qui a généreusement ouvert son journal *l'Enseignement Mathématique* aux publications de la Conférence. Nous regrettons vivement que deux membres du Comité central n'aient pu se rendre à Paris. Monsieur SMITH, des Etats-Unis, le promoteur de la Commission internationale de l'Enseignement mathématique, au Congrès de Rome, a été retenu au dernier moment dans son pays. Plus graves sont les raisons qui ont empêché de venir le Président de la Commission internationale, l'illustre professeur KLEIN, de Göttingue; l'état de santé de notre collègue lui interdit momentanément tout voyage; je répondrai à vos sentiments à tous, en lui adressant les vœux de la Conférence pour son prompt rétablissement.

Le Gouvernement de la République française qui, par ses encouragements et ses subventions, a montré tout l'intérêt qu'il porte aux travaux de la Conférence, s'est fait représenter à cette réunion par des délégués des divers Ministères que je suis heureux de saluer en votre nom; j'espère qu'ils pourront tirer quelque utilité de vos travaux.

Vous allez tout à l'heure entendre deux causeries : l'une, de M. Maurice d'OCAGNE, a pour sujet *le rôle des mathématiques dans les sciences de l'ingénieur*; l'autre, de M. Emile BOREL, est relative à *l'adaptation de l'Enseignement aux progrès de la science*. Elles se rapportent précisément aux deux questions principales qui sont à notre ordre du jour. Nous devons étudier, en effet, d'abord *les résultats obtenus par l'introduction du calcul différentiel et du calcul intégral dans les classes supérieures de l'enseignement moyen*; puis, *la place et le rôle des mathématiques dans l'enseignement technique supérieur*.

A la demande du Comité central, M. BEKE, professeur à l'Université de Budapest, a bien voulu se charger du rapport sur la première question, et M. STÆCKEL, professeur à l'Université d'Heidelberg, du rapport de la deuxième. Je remercie

ces deux éminents professeurs qui ont eu la lourde tâche de dépouiller les documents fournis par les principaux pays, en réponse aux deux questionnaires que le Comité central a établi dans sa réunion de juillet à Heidelberg.

L'ensemble de ces documents publiés par les soins de la Commission internationale, constitue une œuvre unique en son genre. En cinq ans de travail, la Commission a réuni trois cents rapports formant plus de cent soixante fascicules ou volumes qui sont relatifs, d'une part, à tous les degrés de l'enseignement mathématique dans les Ecoles de garçons, comme dans celles de jeunes filles, depuis les Ecoles primaires jusqu'aux Universités et aux grandes écoles ; d'autre part, à tous les degrés mathématiques de l'Enseignement technique, depuis les écoles du type Arts et Métiers jusqu'aux écoles supérieures d'Ingénieurs. Deux collections complètes de ces Rapports ont été données par le Comité central à des établissements français : l'une à la Bibliothèque de l'Ecole normale supérieure, l'autre à la Bibliothèque de l'Université de Paris. Je lui en exprime nos vifs remerciements.

Mesdames, Messieurs,

Notre réunion est attristée par le deuil cruel qui a atteint la Commission française. Carlo BOURLET, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, avait mis au service de notre œuvre ses rares qualités d'organisateur et de professeur, sa connaissance approfondie de l'enseignement scientifique et de l'enseignement technique. Sorti de l'Ecole normale, formé à la discipline des mathématiques pures, il avait été peu à peu entraîné par son tempérament d'action, vers les applications des mathématiques ; il avait notamment publié de nombreux travaux utiles et féconds sur la théorie de la bicyclette et de l'automobile, sur l'étude des frottements et de la résistance de l'air. En juillet 1913, Carlo BOURLET venait de prendre part à la réunion du Comité central à Heidelberg, quand un accident, en apparence peu grave au début, l'emporta en quelques jours. Je vous demande la permission de terminer sur ce triste souvenir et je vous propose d'adresser l'expression de nos douloureuses condoléances à la famille de notre regretté collègue.

DISCOURS DE M. G. CASTELNUOVO.

Professeur à l'Université de Rome, membre du Comité Central, parlant au nom de M. le Prof. F. KLEIN (Göttingue), président de la Commission.

Mesdames, Messieurs,

Le Président de notre Commission, M. KLEIN, devait aujourd'hui parler devant vous. Malheureusement sa santé l'a empêché de se rendre à Paris. Il m'a prié de vouloir bien le remplacer. J'ai accepté non sans hésitation. C'est qu'on ne parvient pas à remplacer M. Klein. Dans nos discussions nous ressentirons souvent l'absence de l'illustre savant qui est l'âme de notre Commission. Je suis donc sûr d'interpréter vos sentiments, en vous proposant d'adresser à M. Klein un télégramme qui lui exprime notre profond regret de ne pas le voir au milieu de nous et nos vœux d'apprendre de meilleures nouvelles de sa santé.

Au nom de la présidence de notre Commission, au nom de mes collègues, j'accomplis l'agréable devoir de présenter nos remerciements les plus vifs aux ministères qui ont bien voulu se faire représenter à cette séance, à M. Darboux, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, à M. Appell, doyen de la Faculté des sciences et président de l'Institut, à toutes les autorités qui ont voulu nous témoigner l'intérêt qu'elles portent à nos travaux.

Vous connaissez probablement l'origine de notre Commission. Vous savez qu'elle a été constituée par un vœu du Congrès international des mathématiciens tenu à Rome en 1908, et que son mandat a été prolongé en 1912, à Cambridge, jusqu'au prochain congrès de Stockholm. Le but qu'on nous avait assigné d'abord était de faire une étude comparée des méthodes employées dans l'enseignement mathématique secondaire par les différentes nations. Mais on a jugé utile d'élargir ce programme et d'étendre l'enquête aux écoles de tous les degrés. Nos travaux ont été conduits avec un tel entrain que déjà plus de cent soixante fascicules ou volumes

ont été publiés par les Sous-commissions nationales des Etats de l'Europe, de l'Amérique et du Japon. Et d'autres rapports sont annoncés par les pays qui n'ont pas encore terminé leur tâche. Le problème qui s'impose maintenant, c'est de faire la synthèse de tous les renseignements recueillis pour présenter à Stockholm une vue d'ensemble de notre enquête.

On a exprimé parfois des doutes sur nos intentions. On pensait, qu'en abusant de nos pouvoirs, nous tâcherions de faire triompher une tendance déterminée dans les méthodes d'enseignement des mathématiques. Je tiens à déclarer que rien n'est plus loin de nos propos. Nous n'avons ni les moyens, ni le désir de réformer radicalement l'instruction mathématique. Nous reconnaissons que chaque Etat doit régler, comme il croit mieux, ses écoles, en harmonisant le respect de la tradition avec les exigences de la vie moderne. Mais il faut bien constater que les relations plus fréquentes entre les peuples, et l'analogie des conditions économiques, ont créé chez les différentes nations des besoins pareils auxquels l'instruction doit pourvoir. Il devient donc toujours plus nécessaire de connaître, même en matière d'instruction, ce que font nos voisins et de profiter de leur expérience. La connaissance d'ailleurs n'impose pas l'action, mais l'action serait aveugle sans la connaissance.

Nos travaux ne se bornent pas à la publication de rapports ; ils consistent aussi dans les discussions que nous tenons, presque annuellement, dans nos réunions internationales sur des sujets didactiques fixés d'avance. C'est ainsi que dans nos réunions précédentes nous avons parlé *de la rigueur, du rôle de l'intuition et de l'expérience dans l'enseignement secondaire* et de *la préparation mathématique des physiciens*.

Maintenant le Comité central a proposé à notre attention deux sujets dont vous verrez bien l'intérêt. Il s'agit d'examiner les résultats obtenus par l'introduction des éléments du calcul infinitésimal dans les écoles moyennes, et d'étudier la place et le rôle des mathématiques dans la préparation des ingénieurs. C'est précisément en vue de ces

thèmes que le Comité Central a choisi Paris comme siège de notre réunion. On a jugé en effet que nulle part mieux qu'ici nous n'aurions trouvé des conditions favorables à nos travaux.

De la France est partie en 1902 l'initiative d'une réforme organique de l'enseignement traditionnel des écoles moyennes. Le plan d'études de cette époque a introduit d'une manière systématique, avant les autres pays, les notions de dérivées et de fonctions primitives dans les programmes des lycées. Il est donc naturel de constater ici ce que l'expérience de dix ans a pu enseigner à ce sujet.

La France d'ailleurs a consacré depuis plus d'un siècle ses soins les plus assidus à la préparation des ingénieurs, et a compris l'importance de ce problème en une époque où le développement colossal de l'industrie moderne ne pouvait encore être prévu. A la glorieuse Ecole polytechnique, d'autres Instituts ont été adjoints pour répondre aux nouveaux besoins qui se sont présentés. La multiplicité de ces grandes Ecoles et la diversité de leur organisation nous fourniront des sujets de comparaisons instructives. Nous devons examiner jusqu'à quel point il convient d'enseigner aux futurs ingénieurs les branches supérieures des mathématiques pures, ou s'il est préférable de donner une éducation plus pratique en resserrant les liens entre la science et ses applications.

C'est là un problème dont l'intérêt surpasse même les limites de notre enquête pour empiéter sur le domaine plus vaste de la philosophie scientifique.

Depuis la réunion de Cambridge notre Commission a éprouvé deux pertes douloureuses. M. VOGT, directeur de la deuxième Ecole réelle de St-Petersbourg et membre de la délégation russe, est mort le 1^{er} août de l'année dernière. Il n'avait jamais pris part à nos réunions ; mais nous apprécions la contribution qu'il a apporté à nos travaux par un diligent rapport sur les écoles réales de son pays.

L'autre collègue, dont nous pleurons la perte, ne manquait jamais à nos discussions où il portait sa parole enthousiaste et sa profonde connaissance des problèmes didactiques.

M. BOURLET avait pris dans notre Commission une place remarquable dès notre première réunion de Bruxelles; il avait su conquérir toute notre estime et notre sympathie par ses rares qualités de l'esprit et du cœur. Nous l'avions quitté à Cambridge avec l'espoir de le retrouver dans sa ville. Un tragique accident, en enlevant dans toute sa vigueur ce savant distingué, a cruellement frappé notre Commission, ainsi que la science et l'enseignement français. Au nom de mes collègues je prie la délégation française de vouloir bien accepter l'expression de notre profond regret pour la perte de ce cher collègue que nous n'oublierons jamais.

J'ai signalé la part que la délégation française a prise dans nos travaux. Mais le cercle des personnes qui s'intéressent chez vous aux problèmes de l'enseignement est bien plus large et comprend tous vos savants. On dirait que les découvertes admirables que notre science doit à leur génie n'ont pas suffi à satisfaire l'activité de leur esprit. En suivant une noble tradition qui remonte à Monge et à Lagrange, ils ont voulu porter l'influence de leur savoir au profit des écoles.

C'est là un grand exemple qu'ils nous donnent et même un encouragement précieux.

Car nous nous demandons parfois si le temps que nous consacrons aux questions d'enseignement n'aurait pas été mieux employé dans la recherche scientifique. Eh bien, nous répondons que c'est un devoir social qui nous force à traiter ces problèmes. Il ne suffit pas, en effet, de produire la richesse, il faut aussi faire en sorte que sa distribution ait lieu sans retard et sans gaspillage. N'est-ce donc pas une richesse, même la plus précieuse des richesses, que celle qui forme notre orgueil et qui est la source de nos jouissances les plus pures? Ne devons-nous pas faciliter à nos semblables l'acquisition du savoir, qui est à la fois une puissance et un bonheur?

C'est avec ces sentiments, Messieurs, que nous commençons aujourd'hui nos travaux, avec l'assurance de pouvoir compter sur la sympathie de cette noble nation qui, en toute époque, a professé la religion de la science.

PRÉSENTATION DES PUBLICATIONS

M. FEHR, Secrétaire-général de la Commission présente la série complète des publications du Comité central et des Sous-commission nationales. Il annonce que la Commission fait hommage à l'Université de Paris de deux séries complètes l'une étant destinée à la Bibliothèque de la Sorbonne, l'autre à l'Ecole normale supérieure. La collection comprend actuellement 164 fascicules et volumes renfermant un ensemble de près de 300 Rapports.

La Sous-commission allemande fait en outre hommage d'une série de ses cinq volumes au Musée pédagogique de la rue d'Ulm.

DISCOURS DE M. G. DARBOUX

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,
représentant le Ministre de l'Instruction publique.

Messieurs,

En choisissant, pour le représenter à cette réunion d'ouverture, un des deux vice-présidents de notre Conseil supérieur de l'Instruction publique, M. le Ministre a voulu montrer tout l'intérêt qu'il attache aux travaux que vous poursuivez en commun depuis six ans sous la haute direction de mon ami M. Félix KLEIN. Vos études se bornent exclusivement à l'Enseignement mathématique, considéré il est vrai dans toutes ses formes et tous ses états ; mais elles embrassent l'ensemble des nations civilisées. Sans pénétrer longuement ici dans un domaine qui m'est interdit, je puis remarquer que les nations deviennent de plus en plus solidaires les unes des autres. Partout les mêmes problèmes se posent, et presque dans les mêmes termes, partout aussi l'on envisage à peu près les mêmes solutions. S'il y a entre les solutions adoptées

ici et là des différences, qui tiennent évidemment au génie propre de chaque nation, il y a plus de ressemblances, plus de points communs entre elles qu'on ne serait tenté de le supposer au premier abord. Malgré les apparences, qui sont quelquefois contraires, les nations se rapprochent de plus en plus les unes des autres, elles tendent de plus en plus à former une humanité civilisée, un concert des peuples dans lequel chacun doit s'attacher à exécuter sa partie de manière à concourir à l'harmonie de l'ensemble et au bien de tous.

Parmi les questions qui préoccupent aujourd'hui les hommes de science et les hommes politiques, il n'en est pas de plus importante que celle de l'enseignement. Depuis que le latin a cessé progressivement d'être la langue universelle, la langue commune aux peuples civilisés, depuis que les merveilleuses découvertes de la science ont transformé les conditions matérielles de la vie des peuples, depuis que de grands génies ont apporté dans tous les pays des contributions originales au vieux fonds de la civilisation gréco-latine, on peut dire que partout on a senti le besoin de transformer radicalement les vieux cadres rigides qui avaient servi pendant tant de siècles à l'enseignement. Ces modifications toutefois ne se sont pas faites sans de grandes résistances, et c'est à grand'peine qu'on a réussi à faire aux sciences de tout ordre, à l'histoire, aux langues vivantes, à la géographie, la place qui devait leur revenir.

Si vous voulez me permettre de vous rappeler un souvenir de ma jeunesse, je vous dirai qu'il y a 50 ans, je siégeais dans une Commission à côté d'un professeur de lettres distingué qui répondait froidement à toutes mes avances. Je réussis enfin à le faire parler et à en extraire cette simple parole : « Les sciences sont quelque chose de bien envahissant. » Ce simple aphorisme résume admirablement l'état d'esprit des anciens professeurs de l'Enseignement secondaire. Quand l'illustre mathématicien HERMITE faisait vers 1840 sa seconde à notre Collège Henri IV, son professeur de lettres lui faisait un crime de s'intéresser au cours de physique, bien rudimentaire pourtant, que l'on faisait alors ; je n'ai pas besoin de vous rappeler qu'autrefois le professeur de mathématiques

était considéré comme de classe inférieure, assimilé au professeur de gymnastique ou de dessin. Dans la correspondance de Gauss et de Schumacher, nous voyons qu'un pédagogue de mérite voulait exclure les mathématiques de l'enseignement secondaire sous prétexte que les mathématiques ne contiennent aucun élément moral. Ce à quoi Schumacher répondait, aux applaudissements de Gauss, que la morale ne contient aucun élément mathématique. Malgré les répugnances des pédagogues, les sciences ont su se faire leur place, les langues vivantes et l'histoire aussi. Mais alors se sont présentées les difficultés contre lesquelles on se débat aujourd'hui.

Si la matière du savoir s'élargit sans cesse, il ne peut en être de même des cadres de l'enseignement, qui ne saurait rester encyclopédique. Il y a des nécessités inéluctables, l'enfant grandit et devient homme, il ne peut rester indéfiniment sur les bancs du Collège. Son intelligence est limitée et ne lui permet de s'assimiler qu'une certaine dose de savoir. Il a donc fallu de toute nécessité songer à créer différents types d'enseignement, il a fallu faire en sorte que chacun de ces types réponde à cette condition, qui contient toute la formule de l'enseignement secondaire : faire de l'enfant un homme en état d'aborder avec les moyens nécessaires toutes les difficultés et toutes les tâches de la vie à laquelle il est destiné, capable surtout, à l'aide des notions acquises, de continuer à recevoir des hommes et des choses qui l'entourent cet enseignement et ce développement qui ne doivent finir qu'avec son dernier jour. La solution d'un tel problème ne saurait être facile, même s'il s'agit d'un enfant riche, d'un fils de prince si l'on veut, auquel on peut donner les meilleurs précepteurs. Mais elle rencontre des difficultés infiniment plus graves lorsqu'on doit la rechercher pour tous les enfants d'une même classe ou d'une même communauté. Ces difficultés s'accroissent encore si l'on veut soumettre à des programmes uniformes tous les enfants d'une même nation. On est allé autrefois, surtout en France, jusqu'à vouloir leur imposer, dans le détail, des exercices uniformes, et l'on cite volontiers cette parole d'un de nos anciens ministres de

l'Instruction publique, regardant la pendule de son cabinet et disant : « A cette heure, dans toute la France, on compose en version grecque et sur le même texte. »

En France, la première tentative qui a été faite pour constituer des types différents dans l'enseignement secondaire remonte au commencement du second empire et est connue sous le nom de *bifurcation*. Pendant cinq ans les enfants suivaient les mêmes études, puis ; pendant les quatre dernières années, les uns faisaient du latin et des sciences, les autres approfondissaient l'étude du grec et du latin. Il y avait des classes communes aux deux sections de l'enseignement. Ce système n'a pas réussi, il est inutile et il serait trop long de rechercher ici pour quelles raisons ; mais, après un essai malheureux d'enseignement encyclopédique, on a dû reconnaître la nécessité de constituer des types distincts d'enseignement secondaire. En 1899, notre Chambre des Députés, qui a toujours compris l'importance des questions d'enseignement, nomma une grande commission, en lui donnant pour mission d'opérer la réforme de l'enseignement secondaire, qui était réclamée de tous côtés.

Cette commission, présidée par M. A. Ribot, ouvrit une enquête des plus sérieuses et des plus étendues. Ses travaux ont été publiés et forment cinq volumes qui constitueront à l'avenir un document essentiel pour l'étude de l'éducation dans tous les pays. Elle a entendu plus de 200 personnes, a consulté les Chambres de commerce, les Conseils généraux, et, à la suite de cette enquête, des modifications profondes ont été établies en 1902, dans le régime de nos établissements d'enseignement secondaire.

Voici l'état actuel :

Un *premier cycle*, d'une durée de quatre ans, comprend deux divisions : l'une A dans laquelle on fait du latin ; l'autre B dans laquelle on le laisse de côté en donnant plus de temps à l'étude des sciences et des langues vivantes.

Le *second cycle*, d'une durée de trois ans, comprend quatre divisions :

A. Grec, latin. — B. Latin, langues vivantes. — C. Latin, sciences. — D. Sciences, langues vivantes.

C'est dans les deux dernières sections que la place prépondérante a été accordée aux Sciences. On leur consacre 11 et 12 heures par semaine dans les deux premières années et 18 heures pendant la troisième.

Cette réforme de 1902 a été beaucoup attaquée. On l'a combattue surtout en lui reprochant d'affaiblir les études littéraires, et ce reproche était certainement de nature à toucher plusieurs de mes compatriotes qui se souviennent volontiers de leur origine latine et attachent avec raison un grand prix aux études classiques. Mais il ne semble pas que le principe de la réforme ait été sérieusement contesté. La majorité des contradicteurs est toute disposée à conserver différents types d'enseignement, sauf à reléguer certains de ces types dans une classe inférieure et à leur retirer, ce qui me paraît inadmissible, les sanctions qui leur sont accordées actuellement en vue de l'entrée dans les carrières libérales et dans l'enseignement supérieur.

Le mieux serait, à mon avis, de ne plus contester la légitimité d'une réforme qui s'imposait réellement et de s'attacher au contraire, par des études méthodiques et précises, à constituer sur des bases solides chacune des différentes sections de l'enseignement, en s'efforçant de donner une satisfaction aussi complète que possible aux besoins en vue desquels chacun de ces types a été établi. Un grand progrès serait aussi réalisé, il me semble, si, partout où cela sera possible, on se gardait de réunir et de mêler dans un même établissement les différentes sections entre lesquelles l'enseignement est partagé.

Cette étude approfondie des programmes de l'enseignement est une tâche bien vaste et bien digne de tenter tous ceux qui s'intéressent à la cause sacrée de l'enseignement : vous l'avez entreprise, en vous limitant à l'objet pour lequel vous êtes particulièrement compétents : je veux parler des mathématiques, qui sont aujourd'hui en grande faveur, plus peut-être que ne le voudraient les mathématiciens de profession. Les physiciens, les philosophes, les médecins, les lettrés eux-mêmes, font appel à notre concours. Nous nous demandons quelquefois avec inquiétude d'où viennent tous ces adhé-

rents « qu'en notre sein nous n'avons pas portés ». J'ajoute, pour employer une expression banale, que nous sommes à un tournant de notre histoire. Après deux mille ans, le vieil Euclide a perdu une partie de sa vertu, tous les cadres de notre enseignement sont brisés ou sont à la veille de l'être. Pourrions-nous les reconstituer, j'en doute fort. En tous cas, ils n'auront ni la solidité, ni la durée de ceux qu'ils sont appelés à remplacer. Dans cette période nouvelle, où tout sera en perpétuel devenir, il faudra les surveiller, les modifier au besoin, les adapter aussi aux fins diverses et si variées qu'on nous impose de tous côtés et à chaque instant.

Cette tâche si belle et si difficile, vous la poursuivez avec une persévérance et un esprit de suite que l'on doit admirer.

En vous souhaitant la bienvenue au nom du Ministre et en vous invitant à commencer sans retard vos travaux, j'ose soumettre à votre attention nos programmes de 1902 auxquels j'ai eu l'honneur de collaborer.

En discutant la question A qui fera l'objet de vos délibérations, vous pourrez reconnaître que ces programmes, déjà vieux de douze ans, ont réalisé quelques-unes des réformes dont vous allez vous occuper.

Sans entrer dans le détail, on peut indiquer les points qui sont acquis en mathématiques depuis notre réforme de 1902; ce sont :

1° l'introduction dans l'enseignement élémentaire du Calcul des dérivées et même de notions de Calcul intégral;

2° l'emploi systématique dans la géométrie des méthodes de transformation qui simplifient l'étude et apportent un principe de classification;

3° le développement donné aux applications qui sont posées par la pratique, à l'exclusion de ces problèmes qui n'ont aucune racine dans la réalité;

4° le développement aussi complet que possible de l'initiative personnelle chez tous les élèves qui prennent part à l'enseignement et une préoccupation incessante d'une bonne formation de l'esprit.

L'ADAPTATION DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE AUX PROGRÈS DE LA SCIENCE

CONFÉRENCE DE M. Émile BOREL.

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Sous-directeur de l'École normale supérieure.

Messieurs,

Le public s'intéresse généralement assez peu aux programmes et aux méthodes de l'enseignement primaire, de l'enseignement technique ou professionnel, de l'enseignement supérieur; il pense, avec raison, que c'est là surtout l'affaire des spécialistes, et il s'en remet à eux avec confiance; il ne se passionne que sur certains points, qui touchent à la religion ou à la politique, à l'influence plus ou moins directe de l'Etat ou de certaines associations confessionnelles sur l'organisation de l'enseignement.

Il n'en est pas de même dès qu'il s'agit de l'enseignement secondaire; les programmes en sont souvent discutés, non seulement dans les Revues, mais dans les journaux quotidiens; chacun s'y intéresse et formule volontiers son avis. Les professeurs eux-mêmes ne se désintéressent pas des parties de l'enseignement qui ne les concernent pas directement; tandis qu'un professeur de grec, dans une Université, serait fort étonné qu'on lui demandât son avis sur les cours de mathématiques, ou un professeur de mathématiques sur les cours de grec, chacun d'eux a une opinion motivée sur la place que les langues anciennes et les sciences doivent occuper dans l'enseignement secondaire. Il est naturel qu'il en soit ainsi, pour plusieurs raisons, dont la principale est peut-être l'unité du but de l'enseignement secondaire ¹,

¹ Pour prévenir tout malentendu, je précise qu'il s'agit ici de l'enseignement secondaire français, se terminant avec le baccalauréat. Dans plusieurs pays, la première année d'université, parfois même les deux ou trois premières années, correspondent assez exactement aux dernières années d'enseignement secondaire français. Pour des raisons aisées à deviner, l'enseignement secondaire est bien plus divers, dans les différents pays, que ne le sont l'enseignement supérieur proprement dit, l'enseignement primaire, les enseignements techniques et professionnels.

unité bien marquée par le beau nom d'*humanités* qu'on lui donne souvent et qu'il doit chercher à justifier. Il s'agit avant tout de former des hommes cultivés, possédant cette « culture générale » si difficile à définir dogmatiquement, mais dont l'idée est cependant fort claire. Les connaissances précises ne sont pas regardées comme une fin en soi, mais comme un moyen de contribuer à cette culture commune à tous les hommes qui aspirent à diriger en quelque mesure l'effort des autres hommes. Cette conception de l'enseignement secondaire a été très discutée et l'on est allé jusqu'à contester le droit même à l'existence d'un tel enseignement ; on prétend que dans la société moderne il n'y a plus de place pour cette culture générale, que la vie est décidément trop courte pour qu'on perde plusieurs années à acquérir des connaissances qui ne seront pas directement utiles. Nous n'avons pas à discuter ici cette conception strictement utilitaire ; nous n'avons pas non plus à rechercher dans quelle mesure l'évolution politique et sociale peut modifier l'organisation de l'enseignement secondaire et le recrutement de ses élèves ; nous constatons simplement l'existence de l'enseignement secondaire comme un fait social actuel.

Il semble bien d'ailleurs que la complexité croissante de la vie et des relations internationales rendra de plus en plus nécessaires les hommes dont le rôle est de coordonner les efforts dispersés de la masse des travailleurs manuels. Qu'une culture commune soit indispensable pour cette coordination, c'est ce qu'il paraît difficile de contester.

* * *

L'enseignement secondaire ne peut évoluer que très lentement.

La culture générale ne peut être définie que par l'opinion commune des hommes qui sont regardés comme cultivés ; ces hommes ont été formés par l'enseignement secondaire de leur époque ; bien rares sont ceux qui ne regardent pas comme excellente la culture qu'ont reçue les meilleurs d'entre eux ; seuls, de très rares esprits conservent la jeu-

nesse intellectuelle qui a permis à M. Lavissee, dans des souvenirs parus l'année de son jubilé, de critiquer la culture qui, cinquante ans auparavant, avait fait de lui un des plus brillants élèves de l'Ecole Normale.

Les tendances conservatrices de la génération précédente d'écoliers ne se manifestent pas seulement dans la presse et dans l'opinion ; à cette génération appartiennent deux catégories de personnes dont l'influence sur l'enseignement est considérable : la plupart des parents d'élèves et les professeurs même de l'enseignement secondaire ¹.

La lenteur de l'évolution de l'enseignement secondaire a des raisons plus profondes encore et plus sérieuses. On enseigne rarement très bien ce que l'on n'a pas appris soi-même comme élève ; la perfection d'un enseignement est le résultat d'expériences successives d'un grand nombre de maîtres. Un professeur improvisé, si intelligent et si dévoué qu'on le suppose, ne peut suppléer à cette tradition et construire à lui seul cette chose si complexe qu'est un enseignement secondaire cohérent ; de même que les plus habiles constructeurs, livrés aux seules ressources de la théorie, lanceraient des bateaux peu stables et naviguant mal, s'ils n'étaient pas constamment guidés par les types anciens.

Si l'on admet d'ailleurs, comme beaucoup d'excellents maîtres, que dans l'enseignement secondaire la matière importe moins que la forme, que l'essentiel est de former l'esprit à l'occasion de connaissances précises, bien plus que d'acquérir ces connaissances, on sera porté à voir plus

¹ C'est à Paris que cette double influence est la plus forte et la plus conservatrice ; d'une part, en moyenne, les parents des élèves des lycées de Paris renferment une plus forte proportion de personnes ayant fait dans leur jeunesse des études secondaires que les parents des élèves des lycées et collèges moins importants ; d'autre part, les professeurs des lycées de Paris sont en moyenne, plus âgés que les professeurs des lycées des départements, puisque la nomination à Paris ne se fait qu'après un stage plus ou moins long en province.

J'ai été témoin récemment d'un exemple typique d'une des nombreuses formes sous lesquelles s'exerce l'action conservatrice des parents d'élèves. Il s'agissait d'une modification dans la terminologie grammaticale dont le détail importe peu ; une mère d'élève expliquait qu'elle n'avait pu se résoudre à apprendre cette terminologie nouvelle, mais que son fils avait appris facilement la correspondance entre la terminologie nouvelle et la terminologie ancienne connue par sa mère et avait pris l'habitude de lui demander, dans les cas subtils qui font le désespoir des écoliers : « Dis-moi, maman, comment cela s'appelait-il de ton temps ? Je saurai bien ce qu'il faut mettre aujourd'hui ». Cette mère excellente annihilait donc l'effort fait par le professeur de son fils pour améliorer son enseignement. (J'ignore, bien entendu, si le professeur avait tort ou raison dans son « amélioration. »)

d'avantages que d'inconvénients à cette lenteur de l'évolution. Il s'agit de former des hommes ; pourquoi les « humanités » évolueraient-elles plus vite que l'homme lui-même ? Et sommes-nous si différents de nos grands-pères ? Ce qui était bon pour eux ne vaut-il pas vraisemblablement mieux que des innovations dont le succès est douteux ?

Ces arguments sont très forts et suffisent à justifier l'opposition que rencontre tout projet de changement dans les programmes de l'enseignement secondaire. Il ne faut pas hésiter à reconnaître que ces changements doivent être faits avec beaucoup de prudence ; toute modification trop brusque ou trop considérable risque d'être fâcheuse pendant un temps assez long ; on peut même affirmer d'une manière presque absolue que toute modification est tout d'abord nuisible et, pendant la période d'adaptation, entraîne plus d'inconvénients que d'avantages.

*
* * *

Personne cependant ne pense que l'enseignement secondaire doive être immuable. En France, les partisans les plus intransigeants de la tradition et de la culture gréco-latine désirèrent que les auteurs français du XVII^e siècle aient leur place à côté des auteurs grecs et des auteurs latins ; voilà donc une partie considérable des programmes littéraires qui a dû être modifiée en moins de deux siècles, car ce n'est pas avant la mort de Louis XIV que l'on pouvait songer à regarder son règne comme classique.

Les modifications sont plus rapides encore pour l'enseignement de l'histoire, de la géographie, des sciences expérimentales ; revenir aux programmes d'il y a seulement cent ans apparaîtrait comme une absurdité. Il arrive même, pour les sciences qui sont en relation avec les applications industrielles, que le public, au lieu de tendre à retarder l'évolution, trouverait volontiers qu'elle n'est pas assez rapide ; cela tient à ce que la vie quotidienne montre à chacun de nous les lacunes de la culture qu'il a acquise sur les bancs du lycée, les applications industrielles se mêlant chaque jour

davantage à notre existence. Il y aurait beaucoup à dire sur cette adaptation progressive des enseignements divers aux progrès des sciences et à l'évolution des sociétés humaines ; mais le phénomène le plus intéressant et le plus curieux, que je veux me borner à étudier aujourd'hui, c'est la stabilité extraordinaire de l'enseignement des mathématiques.

*
* *
*

Aux raisons générales signalées plus haut de la lenteur de l'évolution de tout enseignement secondaire, on peut en ajouter de spéciales à l'enseignement secondaire des mathématiques. Les mathématiques sont de beaucoup la plus ancienne des sciences ; les *Éléments* d'Euclide remontent à près de vingt-cinq siècles ; les parties élémentaires de la géométrie et de l'arithmétique ont acquis depuis longtemps un degré de perfection logique qui ne peut pas être dépassé ; si le but principal de l'enseignement de ces éléments est d'habituer les élèves à la rigueur des raisonnements, il est complètement inutile de rechercher des modèles meilleurs : c'est sans doute pour cela qu'on utilise encore parfois, notamment en Angleterre, les traductions même d'Euclide pour enseigner la géométrie. Cet exemple n'est pas le seul que l'on pourrait donner des tendances conservatrices de l'enseignement mathématique.

Il n'est pas douteux qu'en mathématiques, comme pour les autres disciplines, le rôle éducatif d'un enseignement dépend surtout de ses traditions ; tout bouleversement est donc tout d'abord nuisible. Dans l'ordonnance des matières, dans le choix des exercices, dans les réponses à faire par le professeur aux objections plus ou moins conscientes des élèves, l'expérience de plusieurs générations guide à chaque instant. Lorsqu'un enseignement est entièrement nouveau, lorsque même un enseignement s'adresse pour la première fois à des élèves relativement plus jeunes, toute cette tradition est à créer ; chaque professeur ne peut plus compter que sur sa propre expérience, et l'expérience d'un seul homme est bien peu de chose au regard de l'expérience de plusieurs siècles

de professeurs. En supposant même qu'il n'y ait chez les maîtres jeunes ou vieux aucun parti pris contre les innovations, qu'il ne se produise aucun découragement prématuré à la suite d'essais ayant médiocrement réussi pour des raisons peut-être fortuites, il n'est pas possible d'espérer que l'enseignement nouveau atteigne vite le même degré de perfection que les enseignements anciens dont il prend la place. Dans les circonstances les plus favorables, il faut compter au moins une génération pour que ce degré de perfection soit atteint, lorsqu'il s'agit d'innovations de quelque importance ; il faut en effet que la majorité du corps enseignant soit renouvelée, car il est généralement très difficile d'adapter à de jeunes élèves un enseignement que l'on n'a pas reçu soi-même à leur âge.

On est tenté, dès lors, de se demander s'il vaut la peine de s'occuper des programmes de mathématiques de l'enseignement secondaire. Si cet enseignement a pour but la formation de l'esprit et non l'acquisition de connaissances précises et si ce but est atteint d'une manière à peu près parfaite par les programmes traditionnels, pourquoi modifier ces programmes, puisque l'on est certain que tout changement produira une petite crise ? Je voudrais indiquer brièvement pourquoi cette attitude ne me paraît pas acceptable.

*
* * *

Tout d'abord, pour une raison de fait. Il n'est pas possible de conserver intangible une portion d'un organisme dont toutes les autres portions se transforment. Or les humanités littéraires et scientifiques forment un tout ; on ne doit pas envisager séparément les divers programmes spéciaux, puisque le but de l'enseignement est un, la formation de l'homme cultivé. Les mathématiques ne peuvent donc rester la seule partie immuable dans un enseignement où tout se transforme ; les nécessités même des enseignements voisins imposent des modifications dont il serait facile de donner des exemples.

De plus, et ceci est peut-être plus important encore, ce ne

serait pas sans danger qu'un enseignement se séparerait de plus en plus de la vie et de la réalité. Les applications des sciences pénètrent chaque jour davantage notre existence ; nous nous servons quotidiennement d'une bicyclette, nous voyons constamment dans les journaux des graphiques, nous construisons, chaque fois qu'un des nôtres est malade, des courbes de température. Si l'enseignement des mathématiques se rattache à de tels objets familiers, il risquera bien davantage d'intéresser, il échappera surtout à la mortelle scolastique. Quand un enseignement est trop scolastique, il dégoûte un grand nombre d'élèves et déforme plutôt qu'il ne forme l'esprit d'une partie des autres ; il n'est pas certain que l'enseignement des mathématiques ait toujours su éviter cet écueil.

Lorsque l'on parle de rapprocher l'enseignement des mathématiques de la réalité, certains croient ou feignent de croire qu'il s'agit simplement de bêtifier en disant rond au lieu de cercle, boule au lieu de sphère, pain de sucre au lieu de cône, etc. Ils oublient que l'enseignement des mathématiques ne peut avoir toute sa valeur éducative que s'il apprend à éviter ce sophisme trop fréquent qui consiste à croire que les difficultés réelles peuvent être résolues au moyen de simples définitions de mots, sans qu'il soit nécessaire de vérifier la cohérence de ces définitions avec le vocabulaire vulgaire. L'enfant a une idée concrète du cercle ou de la sphère ; d'autre part, le géomètre en donne une définition abstraite, sur laquelle il basera ses raisonnements ; le sophisme consiste à admettre sans examen, simplement parce que le mot employé est le même, que la sphère concrète du bon sens et la sphère abstraite du géomètre sont exactement la même chose. Il faut donc confronter à chaque instant les définitions avec les réalités, afin de constater l'accord — au moins approximatif — entre la langue artificielle créée par les mathématiciens et la langue vulgaire à laquelle l'élève est habitué.

* * *

Le développement scientifique admirable du XVIII^e siècle, qui a eu comme conséquence le développement industriel du

xix^e, peut être rattaché à quatre grands noms : Galilée, Descartes, Newton et Leibniz. Grâce à la géométrie analytique et au calcul différentiel, les problèmes mécaniques ont pu être traités jusqu'au bout, sur des principes bien établis. C'est peut-être là le fait le plus important de l'histoire de l'humanité ; c'est grâce à la prédominance industrielle ainsi acquise que l'homme a conquis et organisé le globe. Dans l'ordre matériel il n'est pas un objet et dans l'ordre moral il n'est pas une de nos pensées sur lesquels on ne puisse reconnaître l'influence de la révolution scientifique du xvii^e siècle. Sans les principes de la mécanique, la géométrie analytique et le calcul différentiel, rien n'existerait de ce qui constitue la civilisation moderne. Il n'est pas une branche de l'activité humaine sur laquelle l'influence du génie de Galilée, de Descartes, de Newton, de Leibniz, n'ait été considérable ; je me trompe, il y en a une qui a échappé à cette influence et qui est restée immuable : c'est l'organisation de l'enseignement secondaire des mathématiques. C'est seulement en 1902 qu'un essai modeste a été fait dans les programmes français, par des hommes qui jugeaient deux siècles un délai suffisant pour que les idées « neuves » aient fait leurs preuves et puissent être sans danger exposées à la jeunesse. Cette innovation a paru scandaleuse à beaucoup et aujourd'hui encore on discute sur elle. Ces discussions, auxquelles seront consacrées une partie des séances de ce Congrès, ne peuvent qu'être profitables, car tout nouvel enseignement est difficile à créer ; c'est seulement en mettant en commun l'expérience de beaucoup de maîtres que l'on peut espérer abréger un peu le délai pendant lequel l'innovation, faute d'une suffisante adaptation, présente des inconvénients réels. Je ne veux point anticiper ici sur ces discussions, dont on peut être assuré, par le nombre et la compétence des congressistes, qu'elles seront sérieuses et fécondes ; je voudrais seulement essayer de répondre à quelques objections *a priori* que j'ai souvent entendu formuler contre toute innovation dans les programmes mathématiques. Ces objections ont pour point de départ principal la représentation que l'on se fait souvent de la science mathématique comme une série linéaire, ou un petit

nombre de séries linéaires dans chacune desquelles l'ordre rigoureux des antécédents et des conséquents ne peut pas être modifié. Lorsqu'on accepte cette représentation, il est clair que l'on ne peut introduire une matière nouvelle qu'en conservant toutes celles qui précèdent dans le développement logique de la science ; à moins d'enfler démesurément les programmes, on ne pourra donc que très difficilement y introduire des idées neuves. En particulier, on s'est habitué à qualifier certaines portions de mathématiques de supérieures, par opposition aux élémentaires ; de ce nombre sont le calcul différentiel et le calcul intégral, dont le nom seul inspire quelque effroi aux profanes ; il est donc absurde, dit-on, de vouloir enseigner ces matières supérieures, dont fait partie aussi la géométrie analytique, à ceux qui ne connaissent pas parfaitement les mathématiques dites élémentaires. On étonnerait beaucoup de nos contemporains, qui ont été dans leurs classes mathématiques des élèves plus ou moins médiocres, en leur apprenant qu'en regardant des graphiques comme les journaux quotidiens en publient souvent, ils font de la géométrie analytique sans le savoir ; parfois même, en discutant sur la rapidité plus ou moins grande des oscillations de ces graphiques et sur les conséquences qu'on peut en tirer, ils font, sans le savoir, du calcul différentiel et du calcul intégral. Ces disciplines redoutées sont, au moins dans leurs éléments, bien plus près des simples notions de calcul qu'on acquiert à l'école primaire, que de nombreuses considérations sur les volumes des corps ronds, ou sur les équations du second degré, ou même que les calculs sur les fractions ordinaires ¹ et bien d'autres questions, qui sont le cauchemar des écoliers et que les quatre-vingt-dix-neuf centièmes d'entre eux s'empressent d'oublier sitôt les examens passés.

Les véritables éléments des mathématiques, dont on ne

¹ La place excessive occupée dans l'enseignement de l'arithmétique par la théorie des fractions ordinaires est une survivance de l'époque où le système métrique n'était pas devenu usuel, comme il l'est aujourd'hui dans les pays civilisés, à une exception près. La vulgarisation du système métrique doit avoir comme conséquence la substitution générale des fractions décimales aux fractions ordinaires et par suite une simplification de l'enseignement de l'arithmétique, les opérations sur les nombres décimaux devant être enseignées directement, comme une simple généralisation des opérations sur les nombres entiers. Les fractions ordinaires sont intéressantes pour le mathématicien, c'est vrai ; mais les fractions continues ne le sont pas moins, et on ne les met pas cependant dans les programmes élémentaires.

peut pas se passer pour aller plus loin, se réduisent à très peu de chose ; aux notions d'arithmétique et de géométrie nécessaires pour comprendre et appliquer le système métrique¹, il suffit de joindre les principes de la notation algébrique pour avoir une base solide à partir de laquelle on peut étudier les mathématiques dans des directions variées, sans qu'un ordre de matières particulier soit imposé autrement que par la tradition et les usages. Si les traditions n'existaient pas, on pourrait se proposer d'organiser de toutes pièces un enseignement mathématique adapté aux besoins actuels de la science et de l'industrie ; la mécanique y tiendrait une grande place, et les autres disciplines lui seraient subordonnées. Il serait très intéressant de tenter une telle organisation dans un pays en voie de développement rapide ; il est probable qu'après une courte période de tâtonnements, les avantages seraient considérables. Mais dans les pays où l'enseignement secondaire est fortement organisé depuis longtemps, il ne peut être question d'aussi grands bouleversements, aux dépens de toute une génération d'écoliers ; pour les raisons déjà dites, les changements doivent être lents ; mais peut-être n'est-il pas excessif de penser qu'il est aussi absurde pour le professeur de mathématiques de l'enseignement secondaire de paraître ignorer Galilée, Descartes, Newton et Leibniz qu'il le serait pour le professeur de chimie d'ignorer Lavoisier, ou pour le professeur d'histoire de négliger la Révolution française. L'enseignement des mathématiques se trouverait ainsi moins mal coordonné avec les autres enseignements scientifiques ; il serait surtout mieux coordonné avec les réalités et il intéresserait sans doute un bien plus grand nombre d'élèves. On verrait s'atténuer cette disproportion vraiment paradoxale entre la place que les mathématiques ont dans la vie des sociétés modernes et l'intérêt qu'y portent un très grand

¹ Certaines personnes « cultivées » ont sur ces notions une ignorance grossière conduisant parfois à des absurdités curieuses. Dernièrement, à la première page d'un grand journal du matin, un titre en gros caractères indiquait que le prix du pavage en caoutchouc était de *trois francs le centimètre carré* ; lorsqu'on lisait l'article, on s'apercevait que son auteur l'avait écrit d'après un article anglais où était donné le prix de cent francs (ou de 4 livres, je pense) le *pied carré*. Le journaliste français s'était informé ; un pied, c'est trente centimètres ; donc un pied carré, c'est trente centimètres carrés, d'où ce prix de 3 francs (au lieu de 10 centimes environ que l'on trouve quand on tient compte des $30 \times 30 = 900$ centimètres carrés que renferme un carré de 30 centimètres de côté).

nombre de ceux qui dirigent ces sociétés. C'est qu'au fond les mathématiques enseignées dans nos lycées ne sont guère qu'une relique scolastique; ce sont d'autres mathématiques qui régissent le monde; ces mathématiques-là, il n'est donné qu'à un très petit nombre d'en admirer pleinement toute la superbe complexité; mais tout homme cultivé devrait savoir du moins qu'elles existent et ne pas imaginer les mathématiciens comme des maniaques passant leurs nuits à extraire des racines cubiques ou même des racines cinquièmes, tels les trop célèbres chevaux d'Elberfeld.

*
* *
*

On peut se demander si l'adaptation de l'enseignement secondaire aux progrès des sciences n'est pas dangereuse en ce qu'elle ne saurait jamais être terminée; dès qu'on abandonne la sage immuabilité, on peut se trouver entraîné à des changements constants, dont les inconvénients sont manifestes. Il est nécessaire, en effet, que l'adaptation soit prudente et progressive; de même que les programmes littéraires n'admettent les auteurs modernes qu'un certain laps de temps après leur consécration par les contemporains, de même les programmes scientifiques doivent se garder des modes passagères, du défaut de perspective trop fréquent qui nous fait regarder comme particulièrement importante la dernière découverte faite sous nos yeux. Le but de l'enseignement secondaire scientifique n'est pas de préparer les élèves à comprendre et à perfectionner les aéroplanes, la télégraphie sans fil, ou la cinématographie en couleurs; mais les plus prudents devront se montrer satisfaits si, pour donner à l'enseignement mathématique, base de l'enseignement scientifique, une stabilité particulière, on évalue à un siècle le délai après lequel les travaux importants pour la science n'y seront pas regardés comme inexistants. Or, il y a plus de deux siècles que les principes de la mécanique, la géométrie analytique, le calcul différentiel subissent victorieusement l'épreuve du temps; ce ne sont pas là des fantaisies passagères, c'est la substance même de tout notre effort scientifique. C'est seu-

lement lorsque ces doctrines essentielles auront pris la place qu'elle doivent occuper, que notre enseignement scientifique secondaire sera véritablement éducatif et moderne.

*
* *
*

Reste une objection souvent faite *a priori*, et à laquelle on ne pourrait répondre par des faits qu'après une très longue expérience. N'est-il pas à craindre que les matières nouvelles, insuffisamment adaptées, soient moins propices que les anciennes à la culture générale ? C'est l'objection déjà signalée contre tous les changements ; nous avons dit pourquoi elle contient une part de vérité. Tout changement de programmes doit nécessairement échouer, ou du moins avoir les apparences d'échouer, par la simple raison que la masse des professeurs ne peut arriver du premier coup à une technique pédagogique aussi bonne pour les matières nouvelles que la technique traditionnelle l'était pour les anciennes. Mais la contre-partie de cette constatation pessimiste n'est pas moins exacte : s'il est vrai que l'essentiel dans l'enseignement secondaire est moins le programme que la méthode, tout changement de programmes doit en définitive donner de bons résultats, après que l'on aura su créer les méthodes appropriées aux matières nouvelles. Il serait trop paradoxal de soutenir que ces méthodes n'existent peut-être pas et qu'il est dans la nature de certaines disciplines d'être moins éducatives, précisément parce qu'elles sont plus parfaites. C'est ainsi cependant qu'on a souvent opposé l'arithmétique à l'algèbre et essayé de proscrire artificiellement l'emploi de la notation algébrique, même dans les cas où cet emploi simplifie notablement l'effort. On insiste parfois sur le fait que cette simplification de l'effort est précisément nuisible, l'effort étant bon et non le résultat. C'est à peu près comme si l'on prétendait qu'il vaut mieux ne pas apprendre la multiplication à un enfant afin que s'il désire savoir combien coûtent 125 objets à 3 fr. 75 chacun, il soit réduit à employer le procédé plus long qui consiste à additionner 125 nombres égaux chacun à 3 fr. 75 ; son effort sera plus considérable et lui

apprendra admirablement la technique de l'addition, qui est une fort belle opération arithmétique. Cela n'est pas douteux, mais lorsqu'il saura la multiplication, on pourra exiger de lui un effort aussi grand avec cet instrument plus parfait et cet effort pour être moins stérile ne lui sera pas moins profitable. Les problèmes de géométrie élémentaire sont l'occasion d'efforts très ingénieux et parfois pénétrants, dont ne perdent jamais le souvenir ceux qui en ont eu le goût dans leur jeunesse; mais la douceur de ces souvenirs ne doit tout de même pas faire perdre de vue que ces efforts sont souvent aussi vains que l'addition de 125 nombres égaux entre eux¹; des méthodes plus parfaites permettent d'obtenir sans peine les mêmes résultats et, si l'on dépense autant d'efforts avec les méthodes perfectionnées, on va bien plus loin. Il en sera de même avec le calcul différentiel et le calcul intégral; n'hésitons pas à initier le plus tôt possible les écoliers à ces admirables disciplines, à la fois plus utiles et plus éducatives que tout autre branche des mathématiques.

* * *

Ce n'est pas seulement en mathématiques que les tendances opposées, réformatrice et conservatrice, luttent à propos des programmes de l'enseignement secondaire. Si les réformateurs arrivaient à bien comprendre que tout changement est mauvais pendant qu'on le réalise et si les conservateurs admettaient qu'un changement, s'il n'est pas absurde, devient bon une fois qu'il est réalisé depuis un certain temps et que l'enseignement ne peut tout de même pas rester immuable à travers les siècles, peut-être pourrait-on concilier ces deux tendances opposées dans une évolution lente, sage et prudente.

¹ Il n'est peut être pas inutile de préciser ma pensée, car elle n'a pas été comprise par tous mes auditeurs. Je n'ai jamais mis en doute que l'étude directe des figures ne fût nécessaire pour développer chez les jeunes élèves le sens géométrique; j'avais voulu simplement m'élever contre l'abus de certains problèmes artificiellement et inutilement compliqués. (*Note ajoutée après la Conférence.*)

LE RÔLE DES MATHÉMATIQUES DANS LES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

CONFÉRENCE DE M. MAURICE D'OCAGNE

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,
Professeur à l'Ecole polytechnique et à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

Messieurs,

Sur le sujet que je suis appelé à traiter devant vous, tout a été dit, depuis si longtemps qu'il y a des ingénieurs et qui réfléchissent, et je viens trop tard pour garder quelque espoir de vous apporter du nouveau. Je ne saurais, d'autre part, en cette rapide causerie, tenter d'embrasser tout l'ensemble d'un tel sujet sans me condamner à ne point sortir des généralités qui risqueraient de vous paraître par trop banales. Le mieux me semble donc d'attirer votre attention sur quelques points que je crois particulièrement importants, en m'efforçant de les éclairer d'exemples caractéristiques, choisis parmi bien d'autres qui ne seraient pas d'une moindre valeur.

Et, tout d'abord, quand on parle du rôle des mathématiques, dans les sciences de l'ingénieur, il s'agit de s'entendre. Si l'on se borne aux simples besognes de la pratique journalière, on peut évidemment se tirer d'affaire avec du coup d'œil et du bon sens lorsqu'on dispose d'un bagage de connaissances générales suffisant pour être à même, en s'inspirant d'exemples antérieurs, d'approprier à l'objet que l'on a en vue, les schémas et les formules qui se rencontrent dans les recueils spéciaux. Encore convient-il, en pareil cas, de n'être pas absolument novice dans le maniement de l'outil mathématique, et notamment, pour ne l'indiquer que d'un mot, dans l'emploi des méthodes graphiques qui sont, pour les techniciens de toute spécialité, d'un si puissant secours et dont la pleine intelligence suppose une sérieuse initiation géométrique.

Autre chose est non plus de savoir se servir d'une formule, mais d'être en mesure, par une juste critique, d'en apprécier

la valeur et, si besoin est, d'en proposer une nouvelle; non plus seulement d'appliquer correctement certaines solutions connues de problèmes anciennement posés, mais, lorsqu'elles sont jugées insuffisantes, de les améliorer de façon à serrer les faits de plus près, et, plutôt encore, d'en découvrir d'originales en vue de problèmes nouveaux, tâches auxquelles tout véritable ingénieur doit avoir à cœur de mettre la main. Or, pour y réussir, il ne suffit pas toujours d'avoir — ce qui, d'ailleurs, est indispensable — un sens pénétrant de la réalité; il y faut encore souvent le concours intelligemment mis en œuvre de la théorie la plus avancée. Il peut même arriver qu'à ce point de vue, le rôle de la théorie soit prédominant. Parmi tant d'exemples que j'en pourrais citer, je me bornerai à vous rappeler celui qui nous est offert par le problème de la télégraphie sous-marine, résolu par lord Kelvin au moyen de la pure théorie. C'est, en effet, vous le savez, d'une étude mathématique que l'illustre physicien de Glasgow a déduit les conditions pratiques de fonctionnement d'une ligne télégraphique sous-marine. Il a montré, en particulier, que, pour éviter la confusion à l'arrivée des signaux expédiés, il était utile de faire suivre toute émission de courant d'une émission égale et contraire qui ramène la ligne à l'état primitif. D'ailleurs, l'étude du même système d'équations linéaires aux dérivées partielles, qui l'a conduit à cette belle conquête technique, permet encore de discuter les conditions de fonctionnement des lignes de transport de force à grande distance.

D'une manière générale, et quel que soit l'objet auquel s'applique son activité, l'ingénieur doit faire concourir des phénomènes d'ordre mécanique et physique à la réalisation de certains ensembles matériels répondant à des conditions données d'équilibre et de résistance, ou à la production de certains effets dynamiques. C'est assez dire que l'expérience se trouve nécessairement à la base de toutes ses spéculations, et la question qui se pose pour lui, relativement à l'utilité de l'emploi des mathématiques, est à peu près la même que pour le physicien, à cette différence près toutefois — elle est d'ailleurs capitale — qu'à l'encontre de celui-ci,

qui a le sentiment de ne jamais atteindre à une assez grande précision, il peut, lui, dans la plupart des cas, se contenter d'une approximation assez grossière. Mais cette différence ne se fait sentir que dans la limite jusqu'où il convient de pousser le développement des calculs ; elle n'intervient pas pour établir une sorte de départ entre les principes mathématiques utilisables dans un cas ou dans l'autre. Pour l'ingénieur comme pour le physicien, le rôle des mathématiques consiste à fournir une interprétation rationnelle de faits réductibles à la notion de mesure, et la question qui se pose est de savoir jusqu'à quel point la théorie de forme mathématique est susceptible de servir de guide dans ce que je vous demanderai la permission d'appeler le débrouillement des faits expérimentaux.

Remémorons-nous ici, Messieurs, le mot célèbre de BACON : « Si les expériences ne sont pas dirigées par la théorie, elles sont aveugles ; si la théorie n'est pas soutenue par l'expérience, elle devient incertaine et trompeuse ». Cette pensée a été renouvelée récemment sous une forme pittoresque et frappante, par M. l'Ingénieur en chef de la Marine MARBEC, au cours d'une remarquable conférence dans laquelle il a mis en lumière, aux yeux des élèves de l'Ecole polytechnique, la part qu'ont eue simultanément la théorie et la pratique dans l'invention de cet engin merveilleux qui a nom « le Sous-marin ». La pratique, dit M. MARBEC, donne la connaissance des faits, la théorie donne le moyen d'en tirer les conséquences lointaines. Un mécanicien complet doit posséder les deux.

« Elles sont entre elles comme le sens de la vue et celui du toucher. Le sens du toucher est bien borné, la vue nous donne du monde une notion bien plus claire et plus étendue, et pourtant, quand ces deux sens sont en désaccord, c'est au premier que va notre confiance. Ce que la vue annonce et le toucher dément, nous l'appelons illusion et mirage. C'est aussi ce qu'il faut faire pour la théorie et la pratique. Mais discuter comme on le fait trop souvent, en les opposant l'une à l'autre, comme si l'on devait être fatalement privé de l'une ou de l'autre, c'est en somme discuter sur les inconvénients

comparés de deux infirmités. Cette discussion est d'un intérêt médiocre pour les gens bien portants.

« On n'a le droit de déclarer une chose inutile ou superflue que si on la possède réellement et si on n'a jamais ressenti le besoin de s'en servir, sinon on n'est pas de bonne foi.

« Le praticien et le théoricien, dans le mauvais sens des mots, sont deux infirmes qui ne veulent pas convenir de leur infirmité. Ce sont, du reste, des infirmités fort répandues. Il faut vous proposer de n'être pas infirmes ».

Examinons maintenant d'un peu plus près, à la lumière de quelques exemples, quels genres de services les mathématiques sont susceptibles de rendre à la technique.

Tout d'abord — et bien que cela s'écarte peut-être un peu de ce qui fait en réalité le fond de mon sujet — il n'est pas indifférent de rappeler que la théorie mathématique a parfois suggéré la découverte de faits expérimentaux qui se sont montrés pour le technicien d'une utilisation immédiate. Il suffit, sur ce point, d'évoquer la genèse des ondes hertziennes nées du besoin de soumettre au contrôle de l'expérience les conséquences de la théorie toute mathématique des ondes électromagnétiques que l'on devait à l'étonnant génie de MAXWELL. Je rappellerai aussi, que, contrairement à ce qu'a pu croire, à une certaine époque, Joseph BERTRAND, la théorie mathématique a permis à GREEN de révéler diverses lois de l'électrostatique antérieurement à l'époque où FARADAY les a mises en lumière par la voie expérimentale.

Dans un ordre d'idées en corrélation peut-être plus étroite avec ce qu'on est dans l'habitude de considérer comme de la technique, niera-t-on la répercussion qu'a eue le développement de la thermodynamique sur les perfectionnements réalisés dans la construction et l'emploi industriel des machines thermiques ? Or, il semble bien difficile que l'on puisse atteindre à la pleine compréhension des principes si délicats de la thermodynamique sans une forte éducation mathématique.

Mais, là même où les constatations de l'expérience ont devancé les déductions de la théorie, ne rencontrons-nous pas bien des questions sur lesquelles pendant longtemps nos

connaissances restent, en quelque sorte, à l'état stagnant, jusqu'à ce qu'enfin l'emprise exercée sur elles par la théorie mathématique vienne brusquement en provoquer l'essor ? Les longues et patientes recherches de M. BOUSSINESQ, prolongeant si heureusement celles de BARRÉ DE ST-VENANT, fourniraient, dans le domaine de l'élasticité et dans celui de l'hydrodynamique, de nombreuses occasions d'illustrer cette manière de voir.

Le problème de la propagation des ondes liquides dans les tuyaux élastiques, auquel M. BOULANGER a consacré récemment une étude magistrale, est caractéristique à cet égard. Longtemps la solution de ce problème est restée indécise faute d'une base mathématique suffisante. Elle est pourtant d'un intérêt capital pour l'ingénieur hydraulicien à qui elle fournit la clef du phénomène bien connu sous le nom de coup de bélier ; et l'on n'ignore pas l'importance qu'offre ce phénomène au point de vue des grandes conduites d'alimentation des usines hydroélectriques par suite des complications qu'il entraîne pour la régulation des turbines. Or, on sait maintenant que ce problème se ramène à l'étude d'une intégrale discontinue d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, du type hyperbolique. Nul doute que la discussion de la question, poursuivie à la lumière de cette théorie, ne conduise sur le terrain expérimental et, par voie de conséquence, sur celui des applications, aux inductions les plus fécondes.

De même la théorie moderne des explosifs n'a pu se développer, entre les mains d'HUGONOT, de M. CHAPMAN, de M. JOUGUET, qu'en prenant son point de départ dans la notion purement analytique des ondes de choc due à RIEMANN.

D'ailleurs, et c'est encore là un avantage à l'actif des mathématiques, la traduction analytique des lois physiques est de nature, en certains cas, à faire apparaître des liens tout d'abord insoupçonnés entre des questions se référant à des objets distincts et de permettre, par suite, de les faire progresser parallèlement. A cet égard, il est curieux de constater l'analogie signalée par M. BOULANGER, dans l'étude à laquelle je viens de faire allusion, entre ce problème du

coup de bélier et celui du choc longitudinal des tiges prismatiques, traité en détail par ST-VENANT, MM. FLAMANT et BOUSSINESQ et où se rencontre une intégrale toute pareille.

Le domaine de l'électrotechnique est particulièrement fécond en exemples où l'on voit s'éclairer certaines questions techniques grâce à la lumière qu'y projettent les mathématiques supérieures. Je citerai notamment l'explication donnée en 1911 par M. BOUCHEROT, des surintensités très fortes constatées lors des courts-circuits d'alternateurs, d'où il a déduit les précautions à prendre pour limiter ces surintensités. Ici, la solution dépend d'équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions sinusoïdales du temps dans le cas d'alternateurs monophasés, équations dont l'intégration n'a d'ailleurs pu être obtenue que par la voie des approximations. Dans le cas de systèmes polyphasés, un changement de variables ramène les coefficients à être constants.

Je citerai encore l'étude de l'effet KELVIN (*skineffect*) dans les conducteurs massifs en courants alternatifs, qui conduit à intégrer des équations aux dérivées partielles; et il s'agit bien là d'une question offrant un intérêt pratique puisqu'elle intervient, en particulier, dans le calcul de la résistance apparente des rails pour la traction monophasée. Dans le cas de conducteurs cylindriques, la solution dépend des *fonctions de Bessel*, dont l'importance s'affirme chaque jour davantage dans maintes applications physiques et mécaniques comportant l'intégration d'équations aux dérivées partielles du second ordre, en même temps que celle des *fonctions sphériques* et de leurs congénères.

Je ne veux d'ailleurs pas quitter le terrain de l'électrotechnique sans ouvrir une parenthèse pour signaler les services qu'y rend le calcul des quantités imaginaires, alors, sans doute, que les premiers inventeurs de cette doctrine n'avaient pas dû en prévoir ce genre d'utilisation. C'est là un nouvel exemple (à joindre à celui si souvent invoqué de la théorie des sections coniques dans ses rapports avec celle des mouvements planétaires) de l'intérêt que peut prendre, à un moment donné, au point de vue des applications mécaniques

ou physiques, un sujet d'abord uniquement envisagé *in abstracto* par les purs mathématiciens.

Dans le même ordre d'idées, c'est du développement des théories mathématiques de l'élasticité et de l'hydrodynamique que l'on doit attendre la mise au point des sciences techniques connues sous les noms de *résistance des matériaux* et d'*hydraulique*, qui sont restées pour ainsi dire en enfance tant que, faute de mieux, elles n'ont été tributaires que des seules mathématiques élémentaires, et dont le progrès commence à s'accuser depuis qu'y ont pénétré les premiers rayons de théories mathématiques plus élevées.

Je ne puis à cet égard me dispenser de rappeler les belles recherches de MM. Eugène et François COSSERAT sur la théorie générale des corps déformables, non plus que les profondes leçons de M. HADAMARD sur la propagation des ondes et les équations de l'hydrodynamique. Certes, il reste encore à faire pour que ces difficiles théories atteignent la région des faits sur lesquels s'exerce directement l'activité de l'ingénieur; mais il n'est pas douteux qu'elles n'ouvrent, dès maintenant, des horizons nouveaux vers lesquels il est intéressant que se portent les regards du technicien.

N'avons-nous pas déjà vu les applications de la théorie de l'élasticité à des problèmes comportant des vérifications expérimentales conduire M. VOLTERRA à montrer le rôle de l'*analysis situs* et des *équations intégrales-différentielles* dans des problèmes bien voisins de ceux de la technique?

Si l'on en est encore à constater la lenteur avec laquelle se développe la théorie de l'aviation, c'est sans doute que la voie à suivre pour y réaliser de vrais progrès est toute hérissée d'obstacles tenant notamment à ce que nous sommes encore incapables de résoudre les problèmes généraux que pose le mouvement d'un solide dans un fluide. A la vérité, des cas simples ont été abordés par HELMHOLTZ et KIRCHHOFF, d'autres plus complexes par MM. GREENHILL, LEVI-CIVITA, VILLAT, et il convient de noter qu'ils offrent des applications très délicates et très difficiles de deux doctrines de haute analyse, celle de la *représentation conforme* et celle des *fonctions elliptiques*. Cela permet de présumer à quel niveau des

sciences mathématiques se rencontreront les notions à faire intervenir dans les cas généraux. Il faut espérer que, de ce côté-là aussi, les progrès de la théorie, étayés, bien entendu de résultats expérimentaux, finiront par déchirer les voiles qui nous dérobent encore le mystère de ces phénomènes extrêmement compliqués.

Je viens, à diverses occasions, de signaler les intuitions auxquelles nous peut conduire la théorie mathématique sans cependant nous permettre d'atteindre le but extrême visé par la technique. Même borné à cela, le rôle de cette théorie n'est pas négligeable en ce sens qu'elle nous met à même d'effectuer, grâce, s'il le faut, à quelques hypothèses simplificatives, ce que je serais tenté d'appeler une *analyse qualitative des phénomènes* qui intéressent le technicien, à défaut de l'*analyse quantitative* qui répondrait pleinement à ses besoins. L'ingénieur ne saurait toutefois se contenter de cela. Il lui faut, en fin de compte, pour arrêter les dispositions d'un projet, aboutir à une décision ferme, et si la théorie est impuissante à la lui dicter, c'est aux données de l'expérience, recueillies indépendamment de toute théorie *a priori*, qu'il ira les demander. Le rôle des mathématiques va-t-il s'arrêter ici ? Je ne le crois pas ; et, pour ne point vous cacher le fond de ma pensée, c'est, au contraire, à cette occasion que, pour la grande majorité des ingénieurs, il me semble devoir prendre le plus d'importance.

Il s'agit alors, en effet, de mettre en œuvre ce qui ressort de l'expérience pour édifier, à défaut d'une théorie purement rationnelle, au moins une sorte de synthèse, de forme encore mathématique (car il faut bien qu'elle se traduise par des formules) mais ne résultant plus, par voie de déduction logique, de principes empruntés aux seules sciences théoriques. C'est là une besogne bien plus délicate et qui exige un sens mathématique bien plus aiguë qu'on ne serait d'abord tenté de le croire.

Sans doute, quelques ingénieurs, uniquement soucieux de cette pratique tout à fait courante dont je parlais en commençant, estimeront-ils que, pour cette mise en œuvre des données de l'expérience, il suffit de quelques moyens de

fortune empruntés aux mathématiques les plus élémentaires. Je me permettrai de dire que je ne suis pas de cet avis. En se limitant de la sorte dans le mode d'expression des faits expérimentaux, on risque de n'avoir pas la possibilité, en bien des cas, de les serrer d'assez près. De là, ces formules purement et simplement empiriques, qui se rencontrent encore aujourd'hui en si grand nombre dans les aide-mémoires à l'usage des ingénieurs, sans aucune indication ni de leur origine, ni des limites entre lesquelles on peut les tenir pour valables, et que je ne serais pas loin de regarder comme un scandale dans le domaine des sciences techniques. Il ne faudrait, au reste, pas croire que le manque de toute véritable signification soit le moindre de leur défaut. Elles risquent bien souvent de devenir un réel danger. Je ne suis pas, tant s'en faut, le premier à en faire la remarque. Au Congrès international des mathématiciens tenu à Rome en avril 1908, un grand constructeur italien, M. l'Inspecteur Général du Génie civil LUIGI n'a pas craint de s'exprimer ainsi : « Divers graves mécomptes rencontrés au cours de « certaines constructions doivent peut-être, avant tout, être « imputés à l'insuffisance des formules employées ».

C'est que, il faut bien le dire, telles de ces formules empiriques, obtenues par de simples tâtonnements que n'est venue renforcer aucune considération théorique, peuvent être totalement dépourvues de valeur dans des cas qui s'écartent tant soit peu de ceux à l'occasion desquels elles ont vu le jour. Et l'on risque d'être ainsi conduit à faire inconsciemment, en quelque sorte, des extrapolations aboutissant à des conclusions entièrement erronées.

En vue de l'adaptation des résultats de l'expérience à la prévision de certains faits du domaine de la technique, les mathématiques peuvent intervenir utilement pour fixer le mode rationnel d'expression analytique auquel il convient de recourir ; la détermination des valeurs numériques à adopter pour les coefficients sera ensuite tout ce que l'on demandera à l'empirisme. C'est là un cas analogue à celui qui se présente pour la prévision des marées : le principe de la gravitation universelle, joint à la théorie du potentiel, permettant de

prévoir la forme du développement de la hauteur de la marée, les propriétés de la *série de Fourier* conduisent à la détermination, par l'analyse harmonique, des valeurs numériques des coefficients d'après le relevé expérimental de la courbe des hauteurs pendant un certain intervalle de temps. Il est inutile d'insister sur l'impossibilité où l'on se serait trouvé, par de simples tâtonnements et en l'absence de toute base théorique, de parvenir à une expression analytique satisfaisante des variations, d'allure compliquée, que révèle un tel enregistrement expérimental.

Des occasions de procéder de la même façon pourraient se rencontrer dans toutes les branches de la technique. Je me bornerai à rappeler ici la remarquable étude publiée par M. l'Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, Jean RÉSAL, sur le calcul des hourdis en béton armé, qui est un modèle à suivre pour l'emploi de la théorie mathématique en vue de l'établissement rationnel de formules à coefficients empiriques, là où la théorie seule ne peut être poussée jusqu'au point où ses résultats deviendraient immédiatement utilisables en pratique.

M. Jean RÉSAL, dont l'autorité comme constructeur ne saurait être contestée par personne, est de ceux qui font la guerre aux formules « dénuées de tout fondement et sans rapport aucun avec la vérité » ; c'est là sa propre expression. Il proteste notamment contre la tendance, qui s'accuse bien souvent chez les tenants du strict empirisme, de ramener de préférence toute représentation à la forme parabolique alors parfois que des nécessités logiques en imposent d'autres, comme il a eu l'occasion de le signaler à propos de la variation du poids des ponts métalliques avec leur portée, qui doit, ainsi qu'il l'a montré, revêtir nécessairement une forme hyperbolique.

A mon tour, je me permettrai de formuler cette interrogation : l'ingénieur, homme de progrès, peut-il vraiment se résigner à n'avancer, en quelque sorte, qu'à tâtons, sans chercher à pénétrer le sens des phénomènes ayant pour siège les systèmes matériels sur lesquels il opère ?

Si, comme M. MARBEC en a déjà fait la remarque, son lot

n'est pas de penser sans agir (ce à quoi, si tel est son goût, peut se borner le pur mathématicien enfermé dans sa tour d'ivoire), il ne peut être non plus d'agir sans comprendre.

Abdiquer entre les mains des seuls mathématiciens de profession le soin de faire avancer l'application des théories rationnelles aux divers objets techniques qui le sollicitent, serait de sa part une lourde erreur. Pour contribuer efficacement au progrès d'une doctrine embrassant un certain ensemble de faits positifs, il faut, dans l'ordre de ces faits, avoir, comme on dit, mis la main à la pâte. Le mathématicien qui n'est pas, comme le technicien, talonné par les exigences de la pratique, aura fatalement une tendance, séduit qu'il sera par l'intérêt propre des développements analytiques rencontrés en chemin, à se laisser aller à faire de l'art pour l'art. Tout au moins, ses habitudes d'esprit l'inciteront-elles, presque fatalement, à pousser les approximations bien au delà des limites dont l'expérience a appris au technicien qu'il y avait lieu de se contenter.

On ne peut exiger du pur mathématicien qu'il ait, au même degré que le technicien, la hantise du but concret à atteindre, et je n'hésiterai pas à ajouter que, s'il en était ainsi, ce serait grand dommage. Si, en effet, le mathématicien peut, et avec grand avantage, puiser de fécondes suggestions dans l'évolution des sciences physiques, il ne faudrait pas que l'essor de sa pensée se trouvât entravé du fait de préoccupations trop strictement utilitaires qui pourraient en alourdir le vol. Le culte désintéressé de la science, si noblement, si magnifiquement célébré par Henri POINCARÉ, doit rester la loi du pur mathématicien dont les découvertes ne tirent pas leur importance d'une utilisation pratique plus ou moins immédiate, ce qui lui permet de les poursuivre avec plus de hardiesse et plus de liberté.

Il serait infiniment regrettable qu'il se trouvât détourné par d'autres devoirs du rôle magnifique qui lui incombe, qui est de nous entraîner vers des régions de plus en plus élevées du domaine accessible à la raison pure.

En se livrant au labeur qui est le sien, il contribue d'ailleurs pour sa part au progrès général de la science appliquée

parce qu'il élargit le cercle de notre pensée et qu'il fournit à son expression des formules plus souples et plus compréhensives.

Mais il faut que l'ingénieur, qui aura, lui, à faire concourir les ressources empruntées au mathématicien au perfectionnement des théories qui dominent son art, reste en état de comprendre la langue que parle ce mathématicien. Et cela exige que le plus grand nombre possible d'ingénieurs (dont l'esprit, suivant le mot de PASCAL, n'y pourra d'ailleurs gagner qu'« une vigueur toute nouvelle »), reçoivent une éducation mathématique suffisante pour rester capables de suivre, fût-ce même d'un peu loin, le mouvement de la science, de saisir le sens de ses nouveautés, d'en apprécier la portée possible aux divers points de vue qui les intéressent et, le cas échéant, d'en réaliser eux-mêmes, sans maladresse, l'adaptation aux fins pratiques qu'ils se proposent d'atteindre.

SÉANCES DE TRAVAIL

Conformément au programme les quatre séances de travail furent consacrées à la lecture et à la discussion des Rapports sur les questions A et B. Le compte rendu étant encore en préparation nous nous bornerons pour le moment à reproduire ici les résumés des rapports très remarquables de MM. Beke et Staeckel. Nous publierons ces rapports dans le prochain numéro avec le compte rendu de la discussion.

(Note de la Réd.)

RÉSUMÉ DU RAPPORT DE M. E. BEKE

sur les résultats obtenus

dans l'introduction du Calcul différentiel et intégral
dans les classes supérieures de l'enseignement secondaire.

Introduction. — La source et la force de l'activité de la Commission internationale de l'Enseignement mathématique vient : 1) de la transformation des idées de culture qui tendent à faire entrer l'exactitude dans la vie et dans la science. 2) De l'esprit international qui place plus haut, le but que l'école se propose d'atteindre.

I. — Place du Calcul différentiel et intégral dans l'enseignement