pénétration réciproque des mathématiques pures et des mathématiques appliquées dans l'enseignement secondaire.

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

Band (Jahr): **12 (1910)**

Heft 1: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

La pénétration réciproque des mathématiques pures et des mathématiques appliquées dans l'enseignement secondaire.

CONFÉRENCE de M. Carlo BOURLET,
Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, à Paris.

Messieurs,

Permettez-moi, avant tout, d'adresser en votre nom nos plus vifs remerciements à notre Comité central;

et d'abord à notre éminent président, M. le professeur Félix KLEIN, qui, avec tant de bonne grâce et d'autorité, à la fois, a conduit ce matin nos importantes discussions, et dont le nom illustre suffit à lui seul pour garantir par avance l'ampleur et la portée de nos travaux;

ensuite, au professeur Sir George GREENHILL, notre vice-président, dont le grand talent brille au premier rang dans le monde savant et qui, par sa présence assidue, est venu nous apporter la preuve de l'intérêt qu'il porte à notre grande enquête;

enfin à notre dévoué Secrétaire-général, M. le professeur H. FEHR, la cheville ouvrière de notre vaste organisation, qui a si parfaitement préparé ces réunions et qui, depuis deux ans, travaille sans relâche à assurer le succès de notre entreprise. *(Applaudissements.)*

Vos applaudissements, Messieurs, me prouvent que je viens d'être l'interprète fidèle de nos sentiments à tous.

Messieurs,

Notre président et notre secrétaire vous ont, l'un et l'autre, rappelé tout à l'heure que le Congrès de Rome, en avril 1908, n'avait tout d'abord voulu instituer qu'une vaste enquête sur les mathématiques dans ce que nous appelons en France l'Enseignement secondaire et qui porte ici en Belgique le nom d'Enseignement moyen.

Ce n'est que devant l'impossibilité de limiter le champ des investigations, d'une part à cause de la multiplicité des formes que revêt cet enseignement dans nos divers pays, d'autre part à cause de ses ramifications aussi bien inférieures que supérieures, que l'on décida de ne mettre aucune borne à nos travaux.

Leur objet n'en est pas moins, en fait, assez nettement circonscrit, et c'est de cet objet que je voudrais vous entretenir aujourd'hui, en vous priant, toutefois, de vouloir bien m'excuser si je choisis de préférence mes exemples dans l'Enseignement secondaire français qui, bien évidemment, m'est mieux connu que tout autre.

*
* *

L'enseignement des mathématiques, dans nos lycées, collèges et gymnases de tous pays, passe actuellement par ce que d'aucuns nomment une crise et qui n'est, en somme, qu'une fièvre de croissance, un malaise né de la rapidité même de l'évolution du savoir humain.

Par un labeur formidable, le XIX[e] siècle, siècle qui sera sans égal dans l'Histoire du monde, nous a légué un trésor de matériaux scientifiques qui se sont accumulés avec une soudaineté et une abondance inimaginables. Brusquement, les professeurs se sont trouvés placés devant ce double problème à résoudre : non seulement acquérir eux-mêmes les connaissances nouvelles au fur et à mesure de leur éclosion, mais encore les faire pénétrer dans leur enseignement. Tandis que les limites de la science reculent de plus en plus loin, le nombre des heures dont nous disposons pour l'enseigner à la jeunesse de nos écoles reste, hélas, invariable. Il faut donc élaguer, simplifier l'enseignement ancien pour faire une place à l'enseignement nouveau. Telle matière qui, il y a vingt ans, n'était professée qu'à l'Université, doit aujourd'hui descendre à l'échelon secondaire. Pour que les fils puissent aller plus avant que leurs pères, il faut que nous aplanissions et que nous rectifions pour eux la route qui conduit aux frontières de nos connaissances actuelles.

Notre rôle, Messieurs, est terriblement lourd, il est capital, puisqu'il s'agit de rendre possible et d'accélérer les progrès de l'Humanité tout entière. Ainsi conçu, de ce point de vue général, notre devoir nous apparaît sous un nouvel aspect. Il ne s'agit plus de l'individu, mais de la société ; et, lorsque nous recherchons la solution d'un problème d'enseignement, nous devons choisir une méthode non pas suivant sa valeur éducative pour l'élève isolé, mais uniquement suivant sa puissance vulgarisatrice pour la masse.

Un enseignement moderne ne saurait se contenter de cultiver les facultés de l'esprit, il doit savoir le meubler de faits, nombreux et précis. Nous n'avons pas à former des philosophes qui vivront en savants ermites, mais des hommes d'action qui devront contribuer, pour leur part, au progrès humain. Et voici pourquoi il ne nous est plus permis maintenant de présenter à nos élèves la science mathématique sous un aspect purement spéculatif et qu'il nous faut, coûte que coûte, plus encore pour rendre service à la société dans son ensemble, qu'à chacun de nos étudiants en particulier, nous efforcer de faire plier les abstractions mathématiques aux nécessités de la réalité.

Ce n'est d'ailleurs là qu'un juste retour ; car, s'il est vrai que les mathématiques sont indispensables à la science appliquée, nous ne saurions méconnaître que c'est dans la Nature qu'elles ont trouvé leurs sources les plus fécondes. Que les mathématiques soient redevables à l'observation des éléments mêmes qui les constituent, que leurs plus beaux problèmes aient pris naissance dans l'étude des phénomènes du monde physique, cela ne fait de doute pour personne. Cependant, avouons-le, nous avons été souvent tentés de l'oublier.

La notion expérimentale de collections d'objets distincts, de leur association, de leur répétition, de leur partage, nous a fourni celle du nombre et de ses opérations élémentaires. Les formes de la nature, idéalisées, régularisées par notre imagination, nous ont conduit à concevoir ces figures irréelles qu'envisage le géomètre. Les mouvements que nous exécutons nous-mêmes ou ceux que nous voyons accomplis sous nos yeux nous ont fait comprendre la possibilité de rapprocher, de comparer, d'assembler ces figures. Ainsi, sur ces bases d'observation, le mathématicien, par la seule force de son raisonnement logique, a construit un édifice immense. Peu à peu, s'éloignant de plus en plus de cette origine expérimentale, il l'a perdue de vue, ou, ce qui est plus grave, il a souvent *voulu* la perdre de vue ; il a essayé de la masquer sous un appareil verbal, croyant ainsi avoir dégagé sa science de tous les liens matériels qui la faisaient réelle.

C'était là, Messieurs, j'ose le dire, une manifestation néfaste de l'orgueil humain. C'est pour avoir voulu tout tirer de lui-même, c'est pour s'être regardé en quelque sorte comme un dieu omniscient qui se suffit, c'est pour s'être isolé au milieu de l'univers en mouvement que l'homme, pendant des siècles, est resté dans une si grande ignorance des lois naturelles. Et, dans cette nuit obscure du passé, les seuls noms qui brillent sont ceux des Ptolémées, des Archimèdes, de ces génies précurseurs qui ont toujours puisé leur inspiration aux sources inépuisables de la Nature.

Les grands mathématiciens de nos jours ont heureusement renoué cette tradition, et, par la diversité des domaines qu'ils abordent, ils nous donnent l'exemple à suivre. Tandis que les uns assouplissent le calcul au service des sciences expérimentales, les autres reprennent patiemment l'étude philosophique des principes mêmes de notre science et nous font connaître la vanité des prétentions de ceux qui ont cru ou qui croient peut-être encore pouvoir la séparer de la matière.

En partant de la notion ordinale des nombres entiers, considérés comme des symboles déduits les uns des autres par des règles imposées à priori, il est possible de construire une Mathématique purement symbolique qui concorde formellement avec celle que nous avons tirée de l'observation. Cette concordance n'est pas fortuite, nous l'avons voulue; mais suffit-elle pour que nous puissions légitimement affirmer que nous avons ainsi libéré notre science de l'expérience ? De quel droit identifierions-nous ces symboles ordinaux, créés arbitrairement, avec ces entités cardinales naturelles qui sont les nombres entiers ? Dans quelle mesure les équations, auxquelles nous avons donné des noms de figures géométriques, représentent-elles réellement les objets matériels que l'expérience nous a permis de concevoir ? Autant de questions qui, lorsqu'on les a résolues, précisent et dénombrent les données expérimentales qui sont à la base des mathématiques.

Ainsi, Messieurs, deux courants, l'un partant de l'observation, l'autre du symbolisme pur, convergent tous deux au même point. L'un et l'autre nous ont donné une idée plus juste de ce qu'est notre science, de ce qu'elle peut être et de l'usage que l'on doit en faire. Ces deux tendances, la première tournée vers l'application, la seconde vers l'abstraction, ne sont contradictoires qu'en apparence ; et j'aimerais à vous convaincre de l'entente possible et désirable entre ces deux modes.

Analysons donc la question.

*
* *

Il y a un premier point, auquel je faisais allusion à l'instant, sur lequel l'accord est parfait : c'est la nécessité d'harmoniser notre enseignement avec les besoins de la vie.

L'industrie, fille de la science du XIX^{e} siècle, règne aujourd'hui en maîtresse dans le monde ; elle a transformé tous les procédés anciens, elle a absorbé en elle presque toute l'activité humaine. Le pauvre paysan qui se sert de machines agricoles et d'engrais chimiques n'échappe pas lui-même à son omnipotence. Notre devoir impérieux est donc de préparer les jeunes gens, dont on nous a confié l'éducation, à connaître, à pratiquer et à faire progresser les sciences expérimentales où cette industrie puise ses forces.

La conclusion qui en découle est inéluctable : Dans nos classes secondaires, le professeur de mathématiques, soucieux, non pas d'*orner* les esprits de ses élèves, mais de rendre service à sa race et à l'humanité, doit résolument écarter de son enseignement tout ce qui n'aura pas une utilité plus ou moins directe dans les applications.

Ceci définit un programme et limite ses matières.

Je sais bien que quelques esprits chagrins ou routiniers déplorent la disparition de certaines questions de luxe, sans utilité pratique, et auxquelles ils attribuent une valeur éducative exagérée. Dès qu'on fait un tableau complet des connaissances mathématiques strictement indispensables à un ingénieur ordinaire, on s'aperçoit aussitôt que le champ ainsi borné est encore immense.

L'obligation de ne pas charger nos élèves d'un bagage inutile et encombrant, de leur faciliter l'acquisition des connaissances pratiques qui leur permettront de faire leur chemin de la vie, nous trace le programme des matières que nous devons leur enseigner. C'est là le premier point à propos duquel nous avons, en général, su nous accorder.

Ces matières ainsi définies, comment les enseigner ? Quels procédés, quels moyens pédagogiques devons-nous préconiser ?

Ici, l'entente est moins complète, et il me faut signaler une confusion fâcheuse qui s'est malheureusement souvent produite, au moins chez nous en France, même dans l'esprit d'hommes de grand talent.

Dès qu'il fut établi que l'enseignement des mathématiques, tel qu'il avait évolué dans nos écoles secondaires, était peu apte à préparer les esprits aux sciences appliquées, quelques réformateurs pressés et irréfléchis accusèrent aussitôt les *méthodes* elles-mêmes. Ayant acquis dans leur jeunesse une certaine somme de connaissances mathématiques, leur esprit se refusa de prime abord à admettre que l'une quelconque de ces connaissances, acquises parfois au prix de grands efforts, puisse être reléguée au rang des objets sans emploi. Tandis qu'il fallait, avant tout, émonder les programmes, supprimer les parties inutiles en pratique, introduire des parties nouvelles indispensables, ils s'ingénièrent uniquement à accommoder les anciens plats à une sauce nouvelle !

Et quelle sauce, grands dieux !

Nous en avons vu qui, pour faciliter soi-disant l'acquisition de l'arithmétique, ont, avec une ingéniosité digne d'un meilleur sort, inventé les appareils les plus compliqués pour expliquer les choses les plus simples. Nous en avons vu qui, ayant posé en principe qu'en toutes choses l'exemple particulier doit toujours précéder la théorie générale, poussant à l'excès ce principe excellent en soi, exposent la théorie des déterminants par approximations successives en promenant les élèves à travers le dédale effrayant des formules générales de résolution des équations du premier degré à deux, trois et quatre inconnues, résolues par la méthode de substitution. Nous en avons vu qui, sous prétexte de renouveler l'enseignement de la géométrie, se sont contentés d'y supprimer au hasard quelques démonstrations pour les remplacer par une explication vague ou une expérience de menuisier.

Et c'était toujours au fond la même arithmétique, la même algèbre, la même géométrie que l'on enseignait, et dans le même esprit. Les élèves apprenaient toujours que « la suite des nombres premiers est illimitée », ils avaient simplement cessé d'en connaître la raison. L'unité dans la méthode, la rigueur dans la démonstration, ces qualités essentielles et fondamentales d'un enseignement mathématique, avaient sombré dans ce chaos.

Est-ce à dire cependant qu'après avoir revisé avec soin nos programmes, il n'y ait pas lieu de rénover les méthodes d'enseignement ? Certes, non ; mais cette rénovation, si elle est utile ou même nécessaire, doit présenter, à mon avis, un tout autre caractère que celui dont je viens de parler.

Avant tout, une modification pédagogique quelconque ne saurait être limitée à une partie seulement de notre enseignement, au risque d'en rompre l'unité et la continuité. Si, par exemple, nous transformions le mode d'exposition de la géométrie, il serait nuisible de ne faire ce changement que dans les basses classes, comme on l'a proposé, en laissant subsister dans les hautes classes les anciens procédés. Il ne faut pas que ce qui est un axiome aujourd'hui devienne demain une vérité démontrable, et inversement. Toute transformation dans nos méthodes doit donc porter à la fois sur l'ensemble des classes dont le programme comporte l'enseignement modifié.

Cette condition essentielle étant remplie, il nous sera facile de trouver un guide sûr pour faire notre choix entre les divers moyens dont nous disposons, car il nous suffira de nous rappeler sans cesse le but que nous poursuivons. Un même fait mathématique peut être démontré et présenté de diverses manières; mais, parmi ces procédés différents, les uns sont d'élégants artifices et les autres des moyens naturels, les uns sont dénués de toute représentation concrète et les autres, quoique aussi rigoureux, ont une image tangible, les uns sont susceptibles d'extensions et de généralisations et les autres sont bornés à leur propre sphère d'action, les uns ouvrent de larges horizons aux jeunes esprits et les préparent à des connaissances ultérieures et les autres ne suggèrent aucune idée nouvelle. Est-il besoin de dire quel est celui qui aura notre préférence? Ce sera celui qui suivra la voie la plus naturelle, qui sera le plus tangible, le plus général et le plus fécond.

C'est dans cet esprit, Messieurs, que depuis plusieurs années nous luttons patiemment pour le rajeunissement de notre enseignement secondaire en France; c'est aussi dans cet esprit que je vous propose d'en examiner aujourd'hui le détail.

*
* *

Les programmes de mathématiques dans nos lycées et gymnases comprennent d'une part l'arithmétique et l'algèbre, d'autre part la géométrie et la trigonométrie. On pourrait y ajouter parfois la mécanique, car dans certains pays cet enseignement est aux mains des professeurs de mathématiques, tandis que dans d'autres, et non sans raison, il est confié aux professeurs de physique.

Les anciennes barrières factices que l'on avait dressées entre l'arithmétique et l'algèbre ont heureusement disparu en même temps que celles qui séparaient l'algèbre de l'analyse. Il est passé le temps où l'on proscrivait l'emploi des lettres en arithmétique et où, sous prétexte de simplicité, on forçait les élèves à cette gymnastique intellectuelle terrible qui consiste à traduire en langage vulgaire tout ce qui est condensé dans une équation. Depuis vingt ans, l'enseignement de l'arithmétique et de l'algèbre a fait dans nos écoles françaises d'admirables progrès dus uniquement aux nécessités de son adaptation aux sciences appliquées.

Résumons-les et essayons de noter au passage les améliorations possibles et désirables.

Il n'est pas, dans tout le programme de nos classes secondaires, de partie plus délicate que les théories de l'arithmétique. Par un contraste étrange et déconcertant, ce sont précisément ces quatre opérations, rudiments indispensables qui constituent la base des connaissances mathématiques, ce sont les fractions ordinaires et décimales et tout leur cortège dont la théorie est ce que notre enseignement élémentaire présente de plus difficile. Pour bien en saisir les démonstrations synthétiques, il faut un esprit ayant une certaine maturité. Aussi, depuis quelque temps déjà, est-on entré résolument dans la voie rationnelle qui consiste à ne faire apprendre aux jeunes enfants que le mécanisme du calcul et à rejeter à la fin l'exposé de ces théories, après l'étude élémentaire de l'algèbre.

Nous n'avons même pas encore été assez hardis dans ce triage heureux. A quoi bon fatiguer les cerveaux d'enfants de dix à treize ans par des variations sans fin sur le plus grand commun diviseur et le plus petit commun multiple, par des propositions fort élégantes, mais parfaitement inutilisables en pratique, sur les nombres premiers et les fractions décimales périodiques ? Que nos élèves apprennent les opérations fondamentales du calcul des nombres entiers, décimaux et fractionnaires, qu'ils sachent manier imperturbablement le système métrique, et le maître trouvera dans des problèmes de pratique courante matière suffisante pour exercer leur raisonnement. A quoi cela servira-t-il à quatre-vingt-dix-neuf élèves sur cent de savoir que la décomposition d'un nombre entier en facteurs premiers n'est possible que d'une seule manière ? et même de savoir réduire une fraction à sa plus simple expression ? On pourrait compter sur les doigts les cas pratiques exceptionnels où cette connaissance pourra être utilisée, comme par exemple le problème du choix du train d'engrenages nécessaire pour exécuter sur un tour parallèle une vis de pas donné. Ne sera-t-il pas infiniment plus profitable au jeune étudiant de posséder, au lieu de ce bagage pédantesque, des notions pratiques d'algèbre et de géométrie qui auront, en outre, l'avantage appréciable de l'intéresser ? Je ne désespère pas, Messieurs, de voir bientôt toutes les théories sur les diviseurs et les nombres premiers définitivement reléguées dans la dernière des classes de la section scientifique de nos écoles secondaires.

Nous avons presque tous connu le temps où l'algèbre occupait cette place réduite et élevée que je voudrais voir réserver aujourd'hui au plus grand commun diviseur et au crible d'Eratosthène. Nous avons assisté à sa descente, par gradins successifs, dans toutes les classes supérieures de nos établissements. Ce fut d'abord l'emploi timide de lettres en arithmétique, l'introduction des équations du premier degré venant enfin détrôner les procédés baroques, les *trucs* arithmétiques dignes de la scholastique du moyen âge. En même temps les élèves de la classe de Mathématiques Elémentaires, la dernière classe scientifique dans nos lycées, recevaient quelques notions — combien réduites et imparfaites ! — sur la variation des fonctions simples.

Je me souviens qu'en 1895, il y a quinze ans, j'eus la hardiesse insigne — qui n'avait pour excuse que mon jeune âge — d'écrire pour les candidats au baccalauréat ès sciences des « Leçons d'Algèbre » qui étaient alors révolutionnaires. Non seulement j'avais débuté par l'exposé direct des nombres négatifs avec des exemples concrets choisis dans les applications usuelles, non seulement j'avais semé d'un bout à l'autre du volume la notion de fonction et de sa représentation graphique, mais j'avais eu l'audace inouïe d'y parler de limites, de continuité et de dérivées ! Si mon éminent maître, M. Gaston Darboux, alors doyen de la Faculté des Sciences de Paris, n'avait pas eu la bienveillance de patronner mon ouvrage et de le couvrir de sa haute autorité, j'eusse vraisemblablement été fort maltraité par bon nombre de critiques de ce temps-là.

Or, il y a un an, mon éditeur me priait avec insistance de remettre au point ce volume et, à l'appui de sa demande, il m'envoyait des lettres de jeunes professeurs qui lui écrivaient : « l'Algèbre de Bourlet est encore — *encore* — un bon ouvrage, mais elle a *vieilli !* » Et je suis certain que ces jeunes collègues, qui ne me connaissent pas, s'imaginent que l'auteur de ce livre préhistorique est un vieillard à cheveux blancs. Si je me permets de citer cet exemple personnel, ce n'est pas pour en tirer vanité, mais uniquement pour constater, avec joie, la rapidité avec laquelle, dans ce domaine au moins, notre enseignement a progressé en France. Ce ne sont d'ailleurs ni moi ni aucun des nombreux auteurs qui ont suivi le même chemin que moi, qui avons été les promoteurs de ce progrès : c'est la nécessité même, c'est l'influence dominante des sciences appliquées dont nous n'avons été que les premiers serviteurs.

La notion de fonction est à la base de toute étude des phénomènes naturels. Du jour où l'enseignement de la physique et de la mécanique quitta l'Université pour pénétrer dans nos écoles secondaires, il fut implicitement décrété que les rudiments de la théorie des fonctions devraient les accompagner. Lorsqu'il y a quinze ans, — après d'ailleurs en avoir fait l'essai sur mes élèves, — j'affirmais que les candidats au baccalauréat apprendraient sans peine le calcul des dérivées, lorsque je réclamais la suppression des spéculations inutiles et l'introduction de tout ce qui sert dans l'application, bien des « sages » d'alors levèrent les bras au ciel. Aujourd'hui, nos futurs bacheliers apprennent la notation différentielle et font déjà quelques quadratures; et nos élèves de Première et de Seconde scientifiques jonglent avec les dérivées.

*
* *

Un progrès est d'autant plus facile à réaliser qu'il ne heurte aucune habitude acquise. Si, en moins de vingt ans, nous avons pu donner une aussi large place à l'Algèbre et à l'Analyse dans nos lycées, c'est que le champ était libre. En arithmétique, nous avons été moins heureux, car il s'agissait de modifier un état de choses fort ancien et de décider le corps des professeurs, non pas à introduire des matières nouvelles, ce qui est assez facile, mais à faire d'amples coupures dans ce que, jusque là, ils avaient coutume de considérer comme l'A B C fondamental de leur enseignement.

En géométrie c'est pis encore.

Pendant des siècles, des générations successives de mathématiciens ont étudié, complété, perfectionné celle dont Euclide nous a donné le plan; et peu à peu l'œuvre du savant grec a pris cette forme définitive qui, semble-t-il, assure la pérennité. Cependant, lorsque, poussés par la nécessité, nous avons voulu initier à cette science des enfants de onze et douze ans, lorsque surtout nous avons voulu leur enseigner une géométrie pratique qui se plie à des applications immédiates au dessin, à la mécanique, aux arts industriels, il nous a fallu constater que la méthode rigide et dogmatique d'Euclide manquait de la souplesse désirable et répugnait à ces jeunes cerveaux.

Ce fut le désarroi. Les uns déclarèrent simplement que cet essai malheureux prouvait que la compréhension de la géométrie exigeait beaucoup de maturité d'esprit et proposèrent de revenir au « statu quo ante »; les autres, plus persévérants et plus confiants dans les capacités de nos étudiants, émirent l'avis que le coupable était non pas l'élève, mais le professeur, et qu'il était temps de rechercher le moyen de rendre la géométrie accessible aux enfants.

L'intention était louable, malheureusement les procédés employés pour la réaliser ne méritent peut-être pas toujours les mêmes éloges. En hâte, car le temps pressait, on a, trop souvent, inconsidérément taillé, coupé, rapiécé et recousu notre géométrie classique. Qu'un théorème paraisse trop difficile, on le supprime ou on le transforme en axiome; qu'une proposition utile en pratique soit trop lente à venir, on lui fait faire un bond en avant dans la suite logique. Ce fut là ce qu'on décora du nom de géométrie expérimentale qui prétendait modestement se contenter de faire connaître aux jeunes enfants des *faits géométriques,* dans un ordre arbitraire, jusqu'au jour où ils atteindraient les classes supérieures et où on redresserait tout cela d'un seul coup.

Il faut n'avoir jamais enseigné à des enfants pour ne pas savoir quelle trace profonde laisse en eux la première initiation et quel trouble on jetterait dans leurs esprits en superposant deux procédés aussi radicalement opposés. Comme je l'ai dit plus haut, et je le répète ici avec plus de force, une modification pédagogique ne saurait être limitée à une partie seulement de notre enseignement, au risque d'en rompre l'unité et la continuité. Il faut ou reviser l'ensemble ou se résoudre à ne rien changer.

Permettez-moi, Messieurs, une comparaison vulgaire qui précisera ma pensée.

Une formule d'art, l'art gothique, par exemple, étudiée, perfectionnée par des générations d'architectes de talent, nous a livré des chefs-d'œuvre incomparables. Voici un édifice admirable légué par nos pères, parfait dans ses proportions harmonieuses, exactement adapté au but pour lequel il a été élevé et dans lequel chaque partie concourt, pour sa part, à assurer un équilibre judicieux et élégant. Mais, hélas, ce bijou historique ne répond plus aux besoins de notre vie moderne : les vitraux coloriés laissent passer un jour insuffisant, les escaliers tortueux et étroits sont fatigants, les salles sont trop vastes et on y gèle en hiver. Allons-nous remplacer les verreries par des glaces de Saint-Gobain, installerons-nous un ascenseur dans la tour ciselée et diviserons-nous les grandes salles par des cloisons en briques pour y aménager un chauffage à vapeur ? Ce serait un scandale ; et l'architecte moderne, soucieux à la fois de respecter une œuvre d'art et de se rendre utile à ses contemporains, laissera intact le vieux monument, dont il fera un musée, et construira plus loin, suivant une formule nouvelle, un palais moderne luxueux et confortable.

Il en est de même pour la géométrie.

Classons l'antique édifice d'Euclide, admirable d'harmonie et de perfection, au rang des monuments historiques, et bâtissons, suivant un plan nouveau, une œuvre homogène conforme aux nécessités du jour.

Voici, Messieurs, une tâche importante à laquelle nous devons tous travailler. Je suis certain que nos efforts peuvent aboutir et permettez-moi, en terminant, d'esquisser la voie dans laquelle, à mon avis, nous pouvons nous engager résolument.

Deux notions expérimentales sont à la base de toute géométrie : celle des figures idéales que nous envisageons et celle de leur déplacement sans changement de forme. « S'il n'y avait pas de corps solide, a dit Henri Poincaré, il n'y aurait pas de géométrie ». Nous pouvons ajouter qu'il n'y en aurait pas non plus s'il n'y avait pas de mouvement qui permette de rapprocher et de comparer ces corps. La possibilité du déplacement étant la condition primordiale de l'existence même de la géométrie, n'est-il pas naturel de faire de ce déplacement le moyen principal de recherche et de démonstration dans notre nouvelle méthode ? Nous réaliserons, du coup, deux progrès notables ; car, d'une part, nous instituerons un mode d'exposition plus concret et plus accessible, quoique parfaitement rigoureux, et, d'autre part, nous préparerons les voies à l'enseignement de la cinématique qui se présentera ainsi comme le prolongement ou le complément naturel de la géométrie. Au lieu, suivant les errements d'Euclide, de placer en tête des cas d'égalité de triangles destinés à supprimer le plus tôt possible les déplacements de toutes les démonstrations, nous aurons soin, au contraire, de mettre ces déplacements en évidence et, alliant sans cesse l'exercice graphique à la démonstration théorique, nous les réaliserons sous les yeux des élèves avec les instruments du dessin. La théorie et l'application marcheront ainsi de front.

Mais il y a plus.

Puisque dorénavant le déplacement sera pour nous l'instrument fondamental de démonstration, c'est lui qu'il nous faudra étudier tout d'abord, de même qu'un bon ouvrier apprend avant tout à connaître l'outil dont il doit se servir. Or, — et ce n'est pas là l'un des résultats les moins surprenants de cette nouvelle méthode, — notre géométrie, ainsi conçue, prendra une envergure inattendue. Qu'est-ce, en somme, que dire qu'on peut déplacer une figure invariable et que deux figures égales à une troisième sont égales entre elles, si ce n'est affirmer que les déplacements forment *un groupe*, au sens que Gallois et Sophus Lie ont attaché à ce mot? Parmi eux nous étudierons d'abord les plus simples : les rotations et les translations, et nous constaterons l'existence de sous-groupes invariants. Placés sur ce terrain, nous nous apercevrons alors que ce qui caractérise la géométrie dite Euclidienne, c'est le fait que *les translations y forment un sous-groupe invariant*. C'est donc là le postulat qui pourra remplacer celui auquel on attache le nom d'Euclide.

Il est inutile, Messieurs, que j'insiste sur ce sujet devant un auditoire de mathématiciens; car vous concevez sans peine les conséquences multiples de cette nouvelle méthode d'exposition de la géométrie pure. Présentant les faits sous une forme plus naturelle, elle est plus intuitive et plus accessible aux débutants; mais, d'autre part, se rattachant à la plus vaste des théories modernes, elle ouvre des horizons nouveaux à l'élève curieux. Comme je l'ai dit ailleurs, « cette Géométrie descend plus bas, mais elle monte aussi plus haut ». Certes, les travaux faits dans cette nouvelle voie sont loin d'avoir un caractère définitif; mais les premiers essais sont si encourageants que j'ose affirmer que le doute n'est plus guère permis sur la réussite finale.

Unissons donc nos efforts en un labeur commun. De l'enquête que nous avons entreprise jailliront de nouvelles lumières qui illumineront la route que nous suivons. Sans rien sacrifier des qualités de rigueur, de logique et de précision qui sont l'apanage des mathématiques, nous saurons y discerner l'essentiel, y mettre en évidence les moyens les plus propres à préparer les élèves à la compréhension des sciences expérimentales.

La limite entre les mathématiques pures et les mathématiques appliquées n'existe pas, car ces deux sciences, loin d'être séparées, doivent sans cesse s'entr'aider et se compléter. Cette pénétration réciproque est le gage d'un progrès certain. Elle empêchera les mathématiciens de perdre leurs efforts dans des travaux de spéculation pure, de faire une œuvre stérile comme le fut jadis, pour une bonne part, celle des philosophes grecs; elle arrêtera les expérimentateurs sur la voie de l'empirisme et les obligera à se soumettre au contrôle sévère de l'Analyse.

Ainsi, Messieurs, appliquant à notre usage la belle devise de notre hôtesse, la nation belge, nous trouverons ensemble la Force dans l'Union.

DEUXIÈME PARTIE

Conférence sur l'enseignement scientifique en Allemagne.

Jeudi 11 août.

Aux séances de la Commission internationale de l'enseignement mathématique viennent faire suite les conférences organisées dans la section allemande d'enseignement par la Société pour le progrès de l'enseignement des sciences mathématiques et naturelles *(Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaflichen Unterrichts)* sous le patronage du Ministère prussien de l'Instruction publique.

La séance est ouverte par M. le Prof. Thaer, président, directeur de l'Ecole réale supérieure de Holstentor à Hambourg, devant une nombreuse assistance, dans la salle des Conférences du Pavillon allemand. Cette salle est pourvue des derniers perfectionnements techniques pour tout ce qui concerne les conférences scientifiques et les projections lumineuses.

M. le Dr. A. Matthias, wirkl. Geh. Oberregierungrat, prend la parole au nom du Ministère prussien de l'Instruction publique. Il a suivi avec intérêt les progrès des écoles en Prusse où l'enseignement scientifique a fait tant de progrès depuis que les élèves ont été appelés à prendre une part active aux leçons. Le véritable rôle des sciences dans l'enseignement moyen a été longtemps méconnu sous l'influence prépondérante des études classiques. Aujourd'hui on reconnaît leur valeur éducative. Les élèves et les maîtres y apportent un intérêt et un entrain tout particuliers depuis l'introduction des travaux pratiques dans les différentes branches scientifiques.

M. le Prof. Roumen (Anvers), salue l'Assemblée au nom de la Fédération de l'enseignement moyen officiel belge, et Sir Green-