V. RECHERCHE ET RÉFORME

Deux rapports.

La Commission ministérielle sur l'Enseignement des Mathématiques, *présidée par M. Lichnérowicz, et dont les travaux ont déjà été évoqués dans le* Bulletin *257 a publié un premier rapport augmenté d'annexes que nous sommes heureux de pouvoir publier.*

Rappelons la composition de cette Commission : M. Lichnérowicz, Président, Professeur au collège de France, M. Boullenger (lycée Janson-de-Sailly), M^me^ Brailly (lycée de Sèvres), M. G. Choquet (fac. des sciences, Paris), M. Clopeau (lycée Lakanal) M. L. Gauthier (fac. des sciences, Paris), M. Glaymann (fac. des sciences, Lyon), M. Gréco (fac. des lettres, Paris), M. Lelong (fac. des sciences, Paris), M. Magnier (Inspecteur général), M. Neel (professeur de physique, fac. des sciences, Grenoble), M^me^ Picard (I.P.N.), M. Pisot (fac. des sciences, Paris), M. Revuz (fac. des sciences, Poitiers), M. Samuel (fac. des sciences, Paris), M^lle^ Stouls (lycée Buffon), M. Thiberge (Inspecteur général), M. Vissio (lycée Lakanal).

La Rédaction du Bulletin *remercie le Président de la Commission de l'avoir autorisée à publier ce rapport. A notre tour, en donnant une large publicité à ces travaux, nous souhaitons contribuer à l'heureuse réalisation des projets ainsi élaborés au cours de nombreuses heures de délibération.*

Il nous semble intéressant de publier plusieurs des annexes du rapport. L'annexe II relative aux allègements de programmes pour le baccalauréat 1968 a donné lieu à publication officielle avant la rentrée de septembre 1967. L'annexe III relative au programme de l'année de licence a donné lieu à publication officielle ; nous la reproduisons pourtant, en raison de son intérêt. L'annexe IV précise les programmes de Sixième et de Cinquième qui seront expérimentés à partir de septembre 1967. Nous espérons publier ultérieurement les projets de programme pour les autres classes.

Le Comité de l'A.P.M.E.P. a également souhaité que la Commission ministérielle se préoccupe de l'enseignement des mathématiques au niveau de l'école maternelle et de l'école primaire. Pour préparer ce travail, une Sous-Commission de la Commission A.P.M. de « Recherche et Réforme » a rédigé le rapport que nous publions à la suite. C'est à partir de ce programme que des expériences sont réalisées, dans diverses régions, le plus souvent sous la direction de Professeurs des Ecoles Normales, des réunions périodiques d'échange et de discussion ayant lieu, à l'Institut Pédagogique National, dans le cadre du Service de la Recherche pédagogique. Signalons enfin que le Syndicat National des Instituteurs a mis à l'ordre du jour de son congrès de juillet 1967 cette question de la réforme de l'enseignement des mathématiques. Une intéressante exposition a été organisée à cette occasion, principalement à partir de travaux d'élèves.

G. W.

Rapport préliminaire de la commission ministérielle

Introduction.

Dans le monde où nous vivons, la meilleure mesure du développement d'une société est sans doute fournie par l'éducation moyenne de ses membres et la répartition harmonieuse de cette éducation à travers disciplines et techniques. Alors que, naguère, il suffisait à un homme de savoir s'exprimer dans sa langue, de savoir la lire et l'écrire, de savoir enfin effectuer sur les nombres décimaux quelques calculs élémentaires pour se sentir pleinement intégré à la société où il vivait, il n'en est plus de même aujourd'hui. Pour se sentir citoyen de plein droit de la société des humains, un homme de la seconde moitié du xx^{e} siècle doit savoir se localiser dans l'espace et le temps, doit pouvoir communiquer avec des communautés étrangères à la sienne, mais il doit surtout percevoir quelques-unes des méthodes de pensée et d'action qui constituent le *savoir-faire* qu'est notre science et notre technique.

La mathématique joue là *un rôle privilégié* pour l'intelligence de ce que nous nommons le réel, réel physique comme réel social. Notre mathématique sécrète, par nature, l'économie de pensée et, par-là, permet seule de classer, de dominer, de synthétiser parfois en quelques brèves formules un savoir qui, sans elle, finirait par ressembler à quelque fâcheux dictionnaire encyclopédique infiniment lourd. La mathématique a été, depuis toujours, discipline auxiliaire des sciences physiques et de l'art de l'ingénieur. Elle est devenue désormais, au même titre, discipline auxiliaire, aussi bien d'une grande partie des sciences biologiques et médicales que de l'économie et des sciences humaines. Elle a permis de fonder les éléments d'une analyse des conduites rationnelles. Il n'est presque plus de discipline qui n'ait recours à elle, soit comme outil, soit comme instrument véritable de pensée. Elle porte partout témoignage du fonctionnement même de notre esprit.

Au cours du dernier demi-siècle, le paysage scientifique tout entier, certes, mais tout particulièrement le paysage mathématique, se sont profondément modifiés. Les mathématiques ont réfléchi sur elles-mêmes et leur ambition, leur rigueur, leur puissance

manifestées à travers l'étendue et la diversité des applications sont devenues radicalement différentes. Il s'agit là d'une véritable *mutation intellectuelle* qui s'est produite à un rythme dépassant de fort loin le renouvellement des générations humaines et, *partout dans le monde,* nous nous trouvons affronté *à un problème fondamental mais difficile :* il nous faut désormais préparer nos enfants et nos étudiants à comprendre et à *utiliser* ce que sont devenues les mathématiques de notre temps. Cela n'est pas nécessaire, seulement, pour les futurs mathématiciens, ce l'est aussi pour les futurs citoyens quels qu'ils soient, si nous voulons qu'ils se meuvent avec naturel et sans méfiance dans le monde d'aujourd'hui, qu'ils se servent des instruments nouveaux et puissants mis à leur disposition, qu'ils recourent aux schèmes de pensée qui peuvent conduire utilement leurs démarches.

Le problème des mathématiques et leur enseignement est devenu ainsi *le premier, peut-être, des problèmes mondiaux de l'éducation* et ce n'est certes pas un hasard si, dans tous les pays modernes, une évolution plus ou moins brutale du contenu et des méthodes de l'enseignement s'est développée au cours des dernières années et continue à se poursuivre. Cette évolution se trouve en étroite interaction avec un autre phénomène mondial qui atteste l'importance du rôle joué par les mathématiques dans une société moderne : il s'agit de ce qu'on a appelé *la pénurie mondiale de mathématiciens,* qui se manifeste quel que soit le sens large ou étroit que l'on donne au terme de mathématicien. L'acuité avec laquelle les nations ont pris conscience de ce phénomène et l'énergie qu'elles déploient pour le vaincre dans leur propre cadre sont des indices sûrs de leur dynamisme. Elever le niveau mathématique moyen de ses membres et former suffisamment de mathématiciens qualifiés sont devenus des impératifs de toute nation soucieuse de son indépendance et des possibilités de développement.

Certains pourront dire : les mathématiques qui nous importent sont les mathématiques dites classiques qui suffisent bien aux applications. Il n'en est rien ; les mathématiques contemporaines sont *infiniment plus applicables,* plus riches d'applications, dans le domaine des sciences exactes comme dans celui des sciences sociales, que la démarche dite classique. Il n'y a pas de raison en soi pour que des disciplines entières ne fassent usage que de méthodes anachroniques ; si elles seules sont encore employées par des savants en activité, c'est simplement que, formés il y a trente ans, ils ignorent les autres. Il ne se fait pas aisément une évolution au sein d'une génération, mais il y a nécessairement mutation d'une génération à l'autre. C'est la nature même de la pensée mathématique qui se trouve en jeu, et par suite aussi l'outillage qu'elle fournit à l'action. Apprendre aux non mathématiciens à se servir avec efficacité des différentes techniques mathématiques est devenu un véritable service public. Il ne s'agit pas, pour les mathématiciens, de défendre une sorte « *d'impérialisme mathématique* ». S'il est certain qu'il y a peu de disciplines qui

n'utilisent absolument pas les mathématiques, il est non moins sûr que les mathématiques ne suppléent jamais, à elles seules, aux pensées nécessaires. Savoir se servir correctement des mathématiques, c'est aussi ne pas leur faire dire plus qu'elles ne peuvent, c'est mettre en lumière les présupposés de leur intervention et, au-delà, ceux de la théorie pour l'élaboration de laquelle on recherche leur aide.

On voit quelle est l'urgence et quelles sont les difficultés du problème. En France, des efforts intéressants ont été faits *par l'Inspection Générale, par l'Institut Pédagogique National, par des groupes de professeurs aussi. A ces efforts, la Commission tient à rendre l'hommage qu'ils méritent.* Mais, faute de moyens en hommes, de moyens matériels et de structures adaptées, la tâche n'est qu'à peine commencée aux échelons primaire et secondaire. A l'échelon du second degré, notre enseignement a gardé le style historique : chaque partie des mathématiques est exposée en évoquant la conception qui fut contemporaine de sa naissance, renouvelée des Grecs ici, bénéficiant là de l'état d'esprit des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles. Cette conception des mathématiques n'est pas unifiée dans l'esprit de nos élèves qui se voient contraints à des déconditionnements difficiles. Il leur faut, à plusieurs reprises, repenser l'ensemble de leur acquis à l'aide de concepts qui ne peuvent que leur sembler étranges, dans un langage autre, langage non seulement différent, mais portant une pensée neuve.

L'obstacle fondamental à un enseignement de type historique semble être cette caractéristique des mathématiques de se penser elles-mêmes tout entières, à chaque instant ; c'est là une condition essentielle de leur économie de pensée. *Il n'y a pas, il ne peut y avoir une conception confortable et définitive des mathématiques dites élémentaires,* fin en soi, perfection fermée sur elles-mêmes, une conception qu'il suffirait d'affiner uniquement à la lumière d'expériences pédagogiques. A travers l'unité même de la mathématique, le choix et l'éclairage des notions premières, l'approche et l'importance des grands théorèmes se modifient complètement. Certaines branches, naguère prestigieuses, qui ne débouchent, ni sur des concepts, ni sur des techniques des mathématiques contemporaines, sont condamnées à disparaître partiellement de notre enseignement ou à ne plus être matière à exercices.

Un point complémentaire sur lequel il conviendrait d'insister est la relativité de la notion de naturel, ou de concept clair et distinct. Celle-ci est fonction de *toute notre expérience mentale antérieure.* Il faut, bien souvent, craindre de ne trouver naturel, ou proche de l'évidence, que ce à quoi, nous professeurs, sommes habitués, ce à quoi nous avons nous-mêmes été partiellement conditionnés. Il y a un « naturel » du professeur qui ne coïncide, ni avec une évidence propre aux mathématiques, ni avec l'évidence de l'élève. Le simple, le clair ou le concret n'est trop souvent que familier, mais à travers les mutations d'un enseignement, à travers l'expérience quotidienne aussi, le familier évolue. Il y a là une constatation somme toute réconfortante : elle nous assure

que, dans notre enseignement, nous jouissons en fait d'une liberté plus grande qu'il n'apparaîtrait au premier abord. Et le caractère de naturel ou d'évident ne doit certes pas être décrété *a priori*, mais doit faire l'objet d'études expérimentales, patientes et détaillées.

La qualité d'un enseignement, la possibilité de mutations soigneusement élaborées repose en premier lieu sur *les maîtres* qui dispensent cet enseignement. La Commission irait volontiers jusqu'à affirmer que ces maîtres ont pris place parmi les hommes les plus importants de notre société, ceux qui conditionnent étroitement son avenir. C'est de leur nombre, de leur qualité intellectuelle et morale, de leur dévouement, du sens profond qu'ils ont de leur vocation que beaucoup de choses dépendent. *L'action de l'Etat doit donc porter en premier lieu d'une part sur la formation et le perfectionnement des maîtres, d'autre part sur l'exploration, à partir d'expériences, de nouvelles méthodes d'enseignement concernant les différents degrés. Le nombre de maîtres qualifiés* doit être tel que, dans chaque classe, un effectif raisonnable permette un travail efficace. Il convient de *poursuivre le perfectionnement* des méthodes actuelles d'enseignement des mathématiques, *de rechercher des méthodes nouvelles* mieux adaptées à la situation présente. Il faut aussi *expérimenter*, avant leur adoption, certains projets de programmes.

***

Nous avons essayé de donner quelques idées de la complexité des problèmes posés par l'enseignement des mathématiques. Il est clair qu'à ces problèmes, *il n'est point de solution miracle*. Seul un effort continu, s'étendant sur de nombreuses années, peut améliorer, étape par étape, la situation. A cet effort, doivent être amenés à participer tous ceux qui enseignent des mathématiques, *du premier degré à l'enseignement supérieur*. La situation numérique *difficile* concernant l'enseignement du second degré est décrite dans l'Annexe 1. Le *but du présent rapport préliminaire est de définir les principes généraux d'une telle action et de suggérer un certain nombre de mesures concernant les premières étapes*.

Les principes dégagés par la Commission sont les suivants :

1° Il convient que l'action systématique envisagée ne provoque aucun désordre, intellectuel ou matériel, et soit engagée sans retard, mais sans précipitation.

2° Cette action devrait être développée en étapes de quatre années, chaque étape étant soigneusement élaborée à l'avance. Il devrait s'agir là de véritables *plans quadriennaux* pour l'enseignement des mathématiques et le calendrier de chacun des plans successifs devrait être rendu public à l'avance.

3° Il convient de créer, *auprès des universités,* des organismes recevant, *pour tous les ordres d'enseignement,* vocation d'une part pour susciter, animer, analyser et faire connaître des expériences étendues, d'autre part, pour assurer le perfectionnement des maîtres et l'élaboration de la documentation et l'information nécessaires, sur tous les points nouveaux ou délicats. Dans l'exercice de cette double vocation, ces organismes ne doivent bénéficier d'aucun monopole.

4° Il convient que le personnel enseignant engagé soit dans des expériences organisées, soit dans une activité d'autoperfectionnement *soit rémunéré* pour le temps supplémentaire consacré à ces activités et que ses frais de déplacement éventuels soient pris en charge. La Commission est consciente du fait que la charge correspondante doit devenir assez vite non négligeable, mais elle estime que l'importance nationale de l'objectif poursuivi le justifie.

Les mesures suggérées par la Commission pour la première étape sont réparties sous les titres suivants :

I. *Suggestions concernant les allégements à apporter aux programmes du baccalauréat 1968.*

D'une manière générale, la Commission considère que la formation des élèves doit viser plutôt la pleine acquisition des notions et techniques fondamentales que la connaissance, nécessairement superficielle, de matières plus étendues.

Les sessions de 1968 du baccalauréat seront les premières correspondant au nouveau régime de l'enseignement du second degré. En particulier, la série Sciences Expérimentales disparaît et il apparaît une nouvelle série (série D) d'un niveau scientifique fort supérieur, ce qui pose quelques problèmes.

Il est apparu indispensable à la Commission, d'une part, de ménager la transition en ce qui concerne ancien et nouveau régime, d'autre part, d'alléger l'examen des rubriques qui ne sont peut-être pas strictement indispensables.

On trouvera en annexe (Annexe II) un projet d'allégement pour les sessions de 1968 concernant les différentes séries. Il apparaît comme nécessaire, pour éviter les errements du passé, que ces allégements soient décidés et diffusés *avant le 1er juillet 1967.*

La Commission exprime le souhait que des allégements semblables soient décidés en ce qui concerne d'autres disciplines que les mathématiques.

II. *Formation initiale et recrutement des maîtres.*

Nous sommes actuellement dans une période favorable à la mise sur pied d'un système cohérent de formation des maîtres. En effet, l'enseignement dans les universités vient d'être réformé et, si les

grandes lignes de ce nouveau cadre sont bien définies, beaucoup de modalités restent à préciser. Nous nous sommes placés dans ce cadre, et allons suggérer ci-dessous quelques aménagements qui nous paraissent nécessaires pour une formation efficace de bons professeurs de mathématiques.

Commençons par souligner qu'il faut un *recrutement large*. Un volant est nécessaire pour, à la fois, satisfaire aux besoins de l'Enseignement proprement dit, et disposer du personnel nécessaire aux mesures destinées à améliorer peu à peu cet enseignement (expériences pédagogiques, perfectionnement des collègues moins informés, formation de stagiaires, etc...). Ceci implique aussi qu'on dispose d'un personnel *très compétent*, et qu'on donne donc à chaque professeur en formation la possibilité d'atteindre son rendement maximum. *Aucune barrière artificielle ne devrait arrêter la progression des étudiants doués qui se destinent à l'enseignement ;* par exemple aucune autre restriction que celle de leurs dons ne doit empêcher les élèves des Ecoles Normales Primaires d'aller suivre le Premier Cycle des Universités, ni les élèves des I.P.E.S. de s'orienter vers la Maîtrise et l'Agrégation. En ce qui concerne les mathématiques, aucune saturation n'est à craindre pour de nombreuses années, et l'on doit tenir compte des demandes en personnel français faites par beaucoup de pays étrangers.

La Commission s'étonne douloureusement de voir que les Ecoles Normales Primaires ont recruté en 1966 *mille élèves de moins* qu'en 1965. Qu'en sera-t-il en 1967 ? Il y a là perte grave de vocations enseignantes. Dans le même ordre d'idées, il semblerait que de nouvelles Ecoles Normales Supérieures devraient être créées en province.

*
**

Le but de la formation initiale des maîtres est double. Il s'agit d'abord de leur faire acquérir des connaissances mathématiques qui permettent de bien dominer les questions qu'ils auront à enseigner, et de les exposer avec toute la clarté et la précision nécessaires. Mais il est bien connu qu'un cours clair et lucide peut ennuyer les élèves, ou passer au-dessus de leurs têtes. Les futurs maîtres devront donc aussi être mis au courant de la *pédagogie mathématique*, des méthodes actives, de celles de redécouverte, des difficultés de la communication avec les élèves, de leur niveau de compréhension à chaque âge. Il est indispensable aussi qu'ils aient des ouvertures sur les applications des mathématiques ; celles-ci ne se bornent plus aux Sciences Physiques ; beaucoup de Sciences Humaines et Economiques ont récemment commencé à se mathématiser. Cet aspect de la formation des maîtres devrait être renforcé dans l'avenir.

*
**

Les moyens de cette formation initiale sont nécessairement variés, car l'enseignement mathématique de Sixième ne ressemble pas à celui des Terminales, ni les sections « type lycée » des C.E.S. aux sections « type C.E.G. ».

Nous sommes heureux de voir que la formation des professeurs des sections « type C.E.G. » sera désormais meilleure : deux ans de Premier Cycle à l'Université et un an de formation pratique sont prévus. Mais nous devons rappeler que, même dans le Premier Cycle Secondaire, les mathématiques sont une science *déductive* et non une science expérimentale, *qu'elles constituent plus une langue qu'un ensemble de connaissances ;* si l'incompréhension mathématique est si répandue, c'est probablement parce que les maîtres ont souvent caché ces faits à leurs élèves, ou parce qu'ils n'en étaient pas assez conscients eux-mêmes. Ainsi le mathématicien et le naturaliste ne sont pas interchangeables à ce niveau ; bien plus, un grammairien ou un philosophe y enseigneraient souvent mieux les mathématiques qu'un naturaliste ou même un physicien. Nous demanderons donc que les futurs professeurs de mathématiques passent par le Premier Cycle M.P. des facultés, et non par P.C. comme on paraissait le prévoir.

Ceci implique aussi que *les mathématiciens forment un groupe spécial quant au recrutement, distinct de celui des scientifiques expérimentaux.*

Pour les sections « type lycée » du Premier Cycle, la formation via la (nouvelle) licence, le C.P.R. et le C.A.P.E.S. nous paraît adéquate, à condition que, tout en étant adapté aux mathématiques de l'Enseignement Secondaire, le programme de Licence ait un *net aspect culturel,* à condition aussi que, durant l'année de C.P.R., les stagiaires suivent un *enseignement universitaire de* trois heures par semaine (durant seulement sept mois à cause des examens de stage) consacré à l'insertion des notions mathématiques de base dans les classes secondaires. *Nous proposons en Annexe III des programmes conçus dans cet esprit.* En l'état actuel des textes, les professeurs stagiaires doivent habiter la ville universitaire, siège du C.P.R. En fait, la nécessité de former de nombreux étudiants de C.P.R. (cf. Annexe I), obligera certains à habiter la ville où ils sont appelés à faire leur stage (Le Havre, par exemple, la ville universitaire étant Rouen, etc...). Il conviendrait de *modifier les textes* de façon que les stagiaires n'habitant pas la ville universitaire *aient droit au remboursement de leurs frais de voyage et séjour* dans celle-ci. D'autre part, s'il nous paraît bon de greffer le concours d'entrée en C.P.R. sur la licence, les deux points suivants nous paraissent fort importants : d'abord la licence doit conserver son caractère de grade universitaire, et avoir une valeur sur le marché du travail (par exemple, pour se présenter à certains concours de recrutement du secteur public ou nationalisé) ; d'autre part, sous peine d'un dangereux alourdissement, le concours d'entrée au C.P.R. ne devra pas s'éloigner du plan académique, une

correction de « ventilation » intervenant si nécessaire sur le plan national.

Mais, cette formation en quatre ans (dont trois théoriques) après le baccalauréat a paru insuffisante pour le *Second Cycle des lycées.* Les programmes de ses classes sont adaptés à la finalité de chaque section, et ne sont pas des sous-ensembles de ceux de la section C ; dominer leur réunion représente donc une culture mathématique étendue, plus étendue que celle qu'on peut raisonnablement donner en trois ans d'Université ; bien plus, ces programmes sont appelés à évoluer. S'il nous a paru chimérique de réserver l'entier Second Cycle à des agrégés, nous souhaitons cependant que ses maîtres aient reçu une formation *intermédiaire* entre la formation courte des licenciés-certifiés et la formation longue des maîtres-agrégés. Ils formeraient un cadre analogue à celui des biadmissibles. Pourraient accéder à ce cadre : les certifiés ayant un ou deux certificats obligatoires de la maîtrise (sur tableau d'avancement), les maîtres non-agrégés, les assistants de Faculté non-agrégés (après, éventuellement, un stage partiel en C.P.R.).

Enfin la voie « *longue* », via la maîtrise et l'agrégation (un an de préparation au concours après la maîtrise), formera les professeurs des grandes classes, et ce qu'on peut appeler « l'épine dorsale » du corps enseignant (conseillers pédagogiques, directeurs de cercles mathématiques, formateurs de collègues, directeurs d'expériences pédagogiques, etc...). On peut prévoir qu'un bon nombre d'agrégés de mathématiques continueront à se diriger vers les classes préparatoires aux Grandes Ecoles et vers l'Enseignement Supérieur et la Recherche.

Nous désirons, qu'au moins à titre transitoire, des *dispenses de maîtrise* soient généreusement accordées aux détenteurs de titres suffisants qui désireraient se présenter à l'agrégation.

L'organisation de voies de promotion interne est un des moyens d'attirer vers l'enseignement des jeunes gens bien doués de condition modeste, et aussi de renforcer le tonus du corps enseignant. Qu'un professeur non-agrégé en exercice prépare l'agrégation est une tentative parfois louable, mais qui présente des inconvénients : souvent les élèves sont sacrifiés à la préparation, ou la préparation aux élèves. Mieux vaudrait que certains professeurs certifiés, après trois ans de services et sur proposition de l'Inspection Générale, puissent bénéficier *de congés avec traitement,* afin de préparer la maîtrise et éventuellement l'agrégation.

*
**

La description de ces voies de formation théorique serait incomplète si nous ne disions pas quelques mots *des élèves des I.P.E.S.* et des modalités qui nous semblent nécessaires pour leur permettre d'acquérir la compétence et la qualification maximales qui soient compatibles avec leurs dons. L'heureuse création, il y a dix ans environ, de ces Instituts a fourni à l'Université, puis à l'enseigne-

ment, des étudiants, puis des maîtres, *d'une valeur certaine ;* les « ipessiens » sont souvent parmi nos meilleurs étudiants. Il nous paraît indispensable de maintenir à trois ans la scolarité des I.P.E.S. (quatre ans pour le quart supérieur), et raisonnable de demander aux « ipessiens » de préparer la licence (qui peut servir de C4 pour la maîtrise), *il nous paraît mauvais d'exiger de ceux que le jury du D.U.E.S. a orientés vers la maîtrise, qu'ils préparent la licence dès la première année du Second Cycle* (c'est-à-dire la seconde année d'I.P.E.S.). Pour expliquer notre ferme opinion sur ce point, il est nécessaire de dire un mot des orientations respectives des programmes de licence et de maîtrise en mathématiques.

L'effort de réflexion et de classification des structures qui caractérise les mathématiques modernes amène, en première approximation, à subdiviser les mathématiques en deux branches principales, l'algèbre (qui comprend l'arithmétique et une grande partie de la géométrie) et la topologie (qui comprend l'analyse). L'enseignement secondaire est presque exclusivement algébro-géométrique dans son premier cycle, et le reste en bonne partie dans son second ; aussi les programmes de licence proposés en annexe contiennent-ils une forte part d'algèbre. Par contre, les applications des mathématiques aux sciences voisines font plutôt appel à l'analyse ; aussi, comme il avait été décidé que les certificats C1 et C2 de la maîtrise de mathématiques pures seraient communs à celles de mathématiques appliquées fondamentales (M.A.F.) et de mécanique, les programmes de ceux-ci sont nettement orientés vers l'analyse ; dans la maîtrise de mathématiques pures, l'algèbre et la géométrie ne viennent que dans le certificat C 3. Il n'était donc pas possible que le programme de la licence ait une importante intersection avec ceux de C 1 et C 2 ; par contre, son intersection avec le programme de C 3 est de bonne taille. D'autre part, l'horaire de licence (15 h) est nettement plus élevé que celui d'un quelconque certificat obligatoire de maîtrise (9 h).

Ainsi des études de maîtrise comportant C 1 et C 2 en première année, C 3 et la licence (à titre de C 4) dans la seconde, nous paraissent nettement mieux équilibrées qu'avec C 1 et licence en première année, C 2 et C 3 dans la seconde. *Nous demandons donc que les directeurs des I.P.E.S. puissent accorder aux « ipessiens » à qui le jury du D.U.E.S. conseille de tenter la maîtrise,* un sursis d'un an *relatif à l'obligation de préparer la licence.*

Nous souhaiterions aussi que ces directeurs puissent accorder à leurs meilleurs élèves, nettement orientés vers la maîtrise, des *dérogations à l'obligation de passer la licence,* afin qu'ils puissent préparer le C 4 de leur choix.

Il y aura enfin des « ipessiens » qui seront orientés vers la seule licence et dont les aptitudes se révéleront cette année-là, c'est-à-dire en seconde année d'I.P.E.S. Nous souhaitons que le jury du C.A.P.E.S. théorique (qui, rappelons-le, sert de concours d'entrée dans les C.P.R. à l'issue de la licence) puisse accorder un *sursis*

d'entrée au C.P.R. qui permettra d'utiliser leur troisième année d'I.P.E.S. pour préparer un ou deux certificats de maîtrise, et obtenir ainsi une meilleure formation.

⁂

Nous avons jusqu'ici parlé de la formation théorique de futurs professeurs. Il est temps de revenir à leur *formation pédagogique*, dont l'importance et la nécessité ont été déjà soulignées.

Les certifiés continueront à faire, pendant leur année au C.P.R., des stages de longue durée dans les classes de plusieurs professeurs expérimentés. Il est bon de redire ici tout le bénéfice pédagogique que les jeunes stagiaires retirent de ces enrichissantes expériences.

Mais, si importante que soit cette transmission directe, elle ne nous paraît pas suffisante. Il faut tenir compte des agrégés et des professeurs du cadre intermédiaire, dont le stage sera nettement plus court que celui des certifiés. Nous souhaitons donc que, durant leurs années de formation, les futurs professeurs fréquentent régulièrement les Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (I.R.E.M.) (1). Ils y entendraient des exposés sur les méthodes et les progrès de la pédagogie mathématique, y verraient comment s'organisent et s'analysent des expériences pédagogiques et apprendraient à s'y servir de la bibliothèque. Ainsi, l'I.R.E.M. deviendrait pour eux un lieu familier où ils sauront, toute leur vie, aller enrichir leur expérience pédagogique.

Problème particulier (disposition transitoire).

Les étudiants qui suivront l'enseignement de l'année de licence de mathématiques en 1967-68 seront exclusivement des étudiants ayant l'équivalence du D.U.E.S. puisque la seconde année du premier cycle M.P. ne sera mise en place précisément qu'en 1967-68.

Parmi les titulaires d'une équivalence du D.U.E.S., il existe par exemple d'anciens « ipessiens » titulaires d'un certain nombre de certificats de l'ancienne licence mais qui n'ont pas obtenu en fin de seconde année les certificats nécessaires ; il existe aussi beaucoup de maîtres auxiliaires.

Dans la situation présente, il est très important de pouvoir aider ces jeunes gens à bénéficier d'une formation convenable et il semble qu'un certain nombre d'entre eux ne pourront pas reprendre leurs études sans une aide financière de l'Etat, en particulier, les chargés de famille.

Il est demandé d'étudier d'une manière urgente *la création, sous un nom et une forme administrative convenables, d'une centaine de postes procurant à leurs bénéficiaires* un traitement d'un an *identique à celui des « ipessiens »*. Cette année serait consacrée à

(1) Voir « formation continue des maîtres et expérimentation ».

leur faire suivre l'enseignement de la *licence de mathématiques* et à leur permettre de présenter le C.A.P.E.S. théorique. Ils deviendraient ensuite, selon la norme, professeurs stagiaires.

La désignation des bénéficiaires d'une telle disposition pourrait être faite dans chaque Académie par le Recteur, sur proposition du professeur responsable de la licence après examen des titres des candidats et entretien (ou examen oral) par exemple.

Une telle mesure assurerait certainement à l'enseignement du second degré un contingent, précieux dans les circonstances actuelles, de professeurs bien formés.

III. *Formation continue des maîtres et expérimentation.*

Nous avons vu l'importance des problèmes posés par l'enseignement des mathématiques. Les mathématiques élaborées au cours du dernier siècle ont vu préciser leurs concepts fondamentaux et, par-là même, ont réussi à accroître considérablement leur efficacité. Il conviendrait qu'au stade non spécialisé, elles soient enseignées non comme une discipline coupée de ses applications et trouvant sa fin en elle-même, mais d'une manière qui mette en relief cette efficacité dans des domaines variés. « Le professeur de mathématiques, disait déjà Henri Lebesgue, est un *professeur d'action* ». *Les mathématiques doivent être présentées, dès l'initiation, comme le moyen de l'action rationnelle dans tous les domaines.*

Beaucoup de professeurs en exercice dans les enseignements primaire et secondaire connaissent imparfaitement d'une part les concepts et certaines techniques qu'il convient de diffuser, d'autre part l'importance de certaines applications relativement nouvelles. Il semble possible, à partir de certaines d'entre elles, d'intéresser — voire de passionner — beaucoup d'élèves qui auraient tendance à se désintéresser des enseignements traditionnels.

Une étude expérimentale de nouvelles méthodes d'enseignement est en cours partout dans le monde et certains psychologues, tournés vers l'élaboration des mécanismes mentaux correspondant à l'activité mathématique, peuvent à la fois enrichir une telle étude et en bénéficier.

Dans notre pays aussi, un énorme travail d'information, de perfectionnement des maîtres et de mise au point des méthodes d'enseignement doit être entrepris. Malgré des efforts intéressants de l'Institut Pédagogique National et de l'Inspection Générale, il ne semble pas que la France dispose actuellement d'organismes aptes à assurer cette tâche *qui doit s'étendre sur les trois ordres d'enseignement.*

*
**

C'est pourquoi il convient de créer progressivement auprès des différentes Universités des *Instituts de Recherche sur l'Enseigne-*

ment des Mathématiques (I.R.E.M.) ayant le statut *d'Instituts d'Université* et recevant la double mission d'assurer la formation continue des maîtres de tous les niveaux et d'organiser les expériences désirables sur l'enseignement des mathématiques, afin de pouvoir faire passer des conclusions éventuelles dans les faits, de manière plus ou moins progressive.

La Commission estime que, dans l'exercice de leur double vocation, les I.R.E.M. doivent faciliter ou provoquer *le travail en équipe* et tisser tout un réseau d'équipes à travers une Académie. Ils devraient viser à être des *lieux privilégiés* où se retrouveront tous ceux, quel que soit leur statut, qui directement ou indirectement ont à l'échelon régional des responsabilités concernant l'enseignement mathématique. Ils pourraient ainsi être des cellules d'accueil pour des personnalités étrangères intéressées.

***

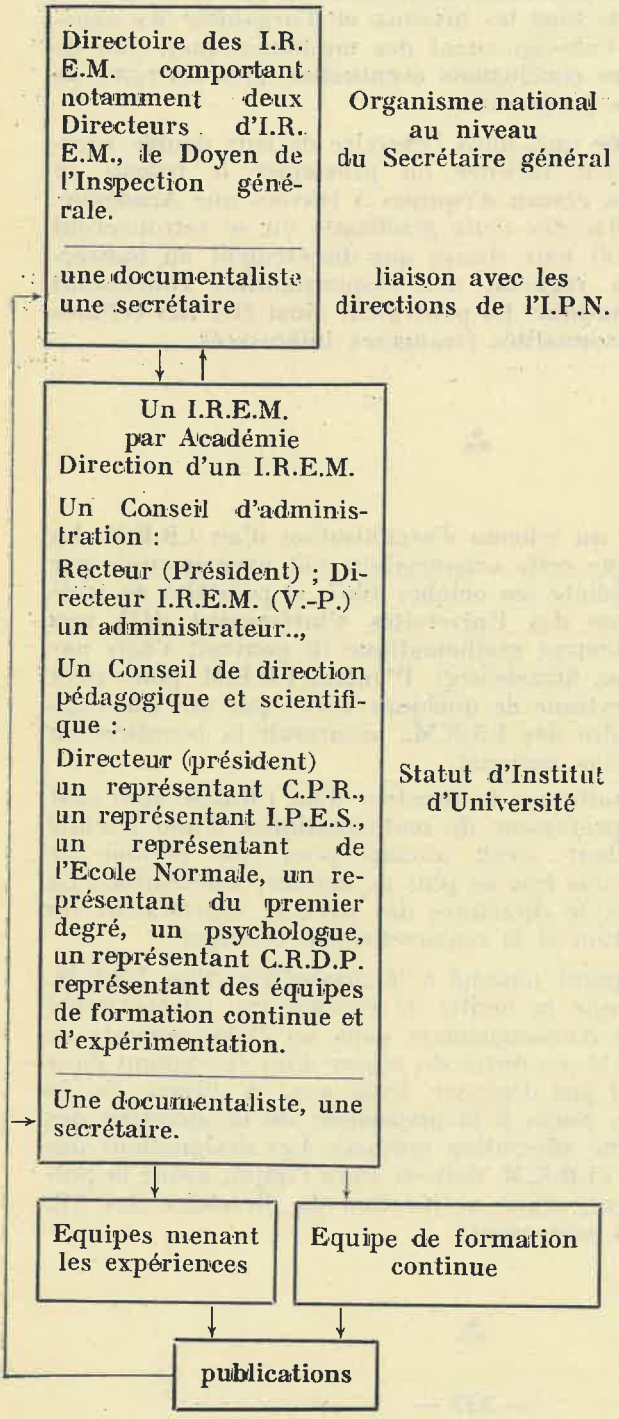
On trouvera ci-joint un schéma d'organisation d'un I.R.E.M. La Commission suggère que cette organisation soit expérimentée par la mise en place immédiate (en octobre 1967, si possible) de trois ou quatre I.R.E.M. dans des Universités s'intéressant déjà aux problèmes de l'enseignement mathématique (il pourrait s'agir par exemple de Paris, Lyon, Strasbourg). D'autres I.R.E.M. pourraient être ensuite créés au rythme de quelques unités par an. Un organisme léger, le directoire des I.R.E.M., assurerait la coordination et la direction à l'échelon national.

La Commission souhaite que le directeur d'un I.R.E.M. soit, sauf cas exceptionnel, un professeur de mathématiques d'une Faculté des Sciences. Ce directeur serait nommé pour une période de trois ans renouvelable une fois au plus de manière consécutive. La faculté des Sciences et le directoire des I.R.E.M. émettraient un avis sur cette nomination et le renouvellement éventuel.

Le personnel enseignant nommé à la disposition d'un I.R.E.M. ne devrait y assurer que la moitié de son service, l'autre moitié étant faite sous forme d'enseignement dans les établissements de la ville siège de l'I.R.E.M. La durée du séjour d'un enseignant dans un I.R.E.M. ne devrait pas dépasser trois ans. A l'issue de ce séjour, cet enseignant, remis à la disposition de la direction des personnels recevrait une affectation normale. Les désignations des enseignants affectés à l'I.R.E.M. doivent faire l'objet, avant la préparation du mouvement, d'une notification du directoire des I.R.E.M. à la direction des personnels.

***

SCHEMA D'ORGANISATION DES I.R.E.M.



Missions

a) Fixer les lignes générales d'action des I.R.E.M.
Coordoner le travail des divers I.R.E.M.

b) Choisir (avant le mouvement) le personnel à détacher à mi-temps dans les I.R.E.M.

Organiser et diriger la formation continue des maîtres de tous les niveaux dans l'Académie.

Organiser et diriger la recherche dans les classes expérimentales.

a) Organiser l'écoute collective des émissions télévisées.

b) Diriger des séminaires dans les divers centres de l'Académie.

Expériences dans les classes.

Publier les documents relatifs :

a) à la formation continue ;

b) à la préparation des expériences ;

c) au compte rendu des expériences.

En ce qui concerne *l'expérimentation,* la Commission considère qu'elle devrait être menée par groupes d'au moins trois classes d'un même niveau d'un même établissement, les professeurs travaillant en équipe étroitement liée. La durée d'une expérience doit être suffisante pour permettre d'apprécier les effets. Une méthode d'enseignement ne se juge pas seulement sur ses résultats immédiats, mais surtout sur ses effets ultérieurs. Il y a intérêt à établir une liaison entre les équipes d'expérimentation et certains psychologues qui peuvent aider à situer et à analyser les difficultés rencontrées.

*
**

Tous ceux qui enseignent des mathématiques — du premier degré au premier cycle de l'enseignement supérieur — doivent en principe pouvoir bénéficier des différents aspects de la formation continue et du perfectionnement. Il est apparu à la Commission qu'au cours de la première étape, le plus gros effort devrait être fait en faveur *des professeurs du premier cycle de l'enseignement du second degré et des inspecteurs primaires.*

Cette formation continue devrait utiliser simultanément deux moyens complémentaires l'un de l'autre :

a) *Des activités réparties tout au long de l'année scolaire* (écoute collective de séances télévisées, séminaires, travail d'équipes, etc...) qui doivent permettre une prise de conscience des problèmes, une diffusion progressive de l'information, la constitution d'équipes d'enseignants apprenant à mieux se connaître et à travailler ensemble.

b) *Des stages intensifs* s'adressant de préférence à ceux qui auraient pu bénéficier du *a*). Le personnel qui n'aurait pu participer aux activités *a*) devrait être réparti, en ce qui concerne les stages, en groupes relativement homogènes. Il semblerait extrêmement intéressant de s'adresser à la formule des écoles d'été.

Il demeure entendu que le personnel bénéficiaire de ces activités de formation continue devrait être rémunéré à cet effet. Il devrait en être ainsi même pour l'écoute collective des séances télévisées (écoute suivie d'une discussion d'une demi-heure au moins) et la fréquentation des séminaires (se tenant une ou deux fois par mois).

IV. *Elaboration de programmes et instructions. Horaires.*

La Commission estime que, par étapes quadriennales, des programmes nouveaux doivent être progressivement mis en place,

conformément aux principes généraux qu'elle a adoptés. C'est pourquoi elle émet les propositions suivantes :

1° *En ce qui concerne l'enseignement du premier degré,* et pour la première phase les *instructions* actuellement en vigueur devraient être profondément remaniées, sans modification immédiate des programmes. La Commission se propose d'étudier, avec l'aide de personnalités qualifiées, des suggestions concernant ces instructions. Des modifications de programmes devraient apparaître, par la suite, après avoir été expérimentées.

2° *En ce qui concerne l'enseignement du second degré* des programmes nouveaux, d'une ambition très limitée, devraient être mis en place, année par année, à partir d'octobre 1968. Il est suggéré que le calendrier adopté, soit le suivant :

Octobre 68	nouveaux	programmes	pour	les 2e
Octobre 69	«	pour les 6e	et	les 1re
Octobre 70	«	pour les 5e	et	les Te
Octobre 71	«	pour les 4e		
Octobre 72	«	pour les 3e		

A partir d'octobre 73, nouveaux programmes *ayant été expérimentés,* pour les 6e et les 2e, octobre 74 pour les 5e et les 1re, etc... (seconde étape quadriennale).

En ce qui concerne l'étape de démarrage, les programmes du 2e cycle devraient être fixés et diffusés en octobre 67, ceux du 1er cycle six mois plus tard au plus. Ce type de calendrier devrait servir de modèle à toute modification des programmes. On éviterait ainsi que tous les élèves se trouvent pris, à plusieurs reprises, dans une réforme de programmes au cours de leur scolarité. On permettrait aussi aux enseignants (et aux auteurs de manuels) de pouvoir travailler dans des conditions intellectuelles raisonnables.

La Commission se propose d'émettre des suggestions détaillées concernant ce que pourraient être les nouveaux programmes de la première étape et elle peut être en mesure d'avoir achevé ce travail avant le 15 mai. On trouvera en annexe certaines hypothèses de travail sur les programmes.

3° En ce qui concerne les *horaires d'enseignement,* la Commission émet les suggestions suivantes :

a) rétablissement de l'horaire légal de mathématiques dans les classes de 6e et de 5e (horaire diminué, à titre provisoire, par une circulaire du 15-10-62) ;

b) alignement de l'horaire de mathématiques des sections T sur celui des sections C (le programme des sections T ne devrait pas être plus étendu que celui des sections C) ;

c) augmentation d'une heure des horaires de mathématiques des *terminales C* (et corrélativement, alignement des horaires des *terminales T*).

4° La Commission souhaite que les débouchés normaux *des sections* B et D soient précisés et largement portés à la connaissance des enseignants et des parents d'élèves. C'est là la condition nécessaire pour qu'un effort général soit entrepris afin d'orienter au mieux de nombreux élèves vers ces sections. Il doit être entendu, d'autre part, que la section C ne doit pas être réservée seulement à une petite minorité d'élèves, futurs enseignants de mathématiques ou polytechniciens.

5° Des suggestions concernant l'étude des *méthodes actives* d'enseignement et le fonctionnement extrêmement désirable, de *cercles mathématiques* aux différents niveaux, seront donnés dans le prochain rapport de la commission.

Annexe I. Situation actuelle concernant les professeurs de mathématiques du second degré.

I. — *Rappels*

A) *Modes de recrutement des professeurs de mathématiques du second degré.*

(Lycées classiques, modernes et techniques ; collèges d'enseignement secondaire et collèges d'enseignement général ; écoles normales).

I) *Agrégation :* les promotions, de 25 à 40 jusqu'en 1952, ont vu leurs effectifs croître à partir de 1954 ; le nombre des candidats à ces concours n'a crû qu'à partir de 1960.

2) *Avant 1943,* les licenciés d'enseignement, devenus répétiteurs, étaient intégrés comme « professeur de collège », puis « professeur de lycée ».

Jusqu'en 1945, a existé un « Certificat d'aptitude à l'enseignement dans les Ecoles Normales et dans les Collèges modernes » (en deux parties).

Le Certificat d'aptitude à l'enseignement dans les Collèges (C.A.E.C.), créé en 1942, était alors bivalent (mathématiques-physique) ; il est devenu, par une mutation faite en deux temps (C.A.P.E.S. première forme 1950-1953), le « *Certificat d'aptitude à l'enseignement du second degré* (*C.A.P.E.S.*) » actuel (textes de 1952) comprenant une partie théorique, suivie d'une année de Centre pédagogique régional (C.P.R.) et d'épreuves pratiques, donnant lieu à une mention.

3) Le Certificat d'aptitude à l'enseignement dans les classes élémentaires des lycées a été supprimé en 1945 ; les titulaires de ce certificat, encore en fonction, sont près de leur retraite ; ils enseignent dans des classes de sixième et de cinquième, en général.

La plupart des licenciés d'enseignement(et même des licenciés libres) qui avaient un poste d'adjoint d'enseignement ont été titularisés entre 1948 et 1956, sur inspection (en particulier lors du « plan liquidateur »).

Des « mesures exceptionnelles de recrutement de professeurs certifiés », mesures de détresse, ont été prises en 1961, et renouvelées depuis. Elles ont permis de titulariser des licenciés âgés, des ingénieurs, quelques officiers. Elles permettent encore, par la voie des « délégations ministérielles », de recruter 10 à 15 professeurs par an.

B) *Crise actuelle.*

Les premiers symptômes de la crise grave actuelle sont apparus en 1952 (accroissement du taux de scolarisation, insuffisance numérique de candidats à l'agrégation). L'élévation brusque du niveau de la licence de mathématiques en 1956-1957 (un peu avant la réforme de 1958), conjugué avec l'arrivée de la vague démographique dans le second degré et la continuation de l'élévation du taux de scolarisation, a considérablement aggravé la situation. L'institution des I.P.E.S. en 1957 n'a commencé à produire ses effets qu'en 1961 ; mais, en même temps, les prélèvements massifs de l'enseignement supérieur se sont produits, ce à tous les niveaux (agrégés, certifiés, ipésiens à la fin de leur licence, licenciés sans engagement envers l'Etat). Les premières mesures prises ont consisté à intégrer tous les licenciés disponibles. Il s'est révélé, en outre, nécessaire de donner à de très jeunes professeurs, prématurément, des responsabilités importantes. Malgré cela, 35 à 40 % des postes budgétaires sont pourvus de manière précaire, sur nominations rectorales.

C) En ce qui concerne cette partie du second degré (premier cycle) que constituent les cours complémentaires, aujourd'hui collèges d'enseignement général, nous sommes beaucoup moins bien informés. (Les élèves du premier cycle se partagent en nombre à peu près égal entre les lycées et les C.E.G.). Le recrutement des maîtres s'y faisait, avant 1960 exclusivement, par promotion interne parmi les instituteurs, sur inspection (non spécialisée). Dans certaines académies ou certains gros départements, un examen local (polyvalent) permettait de contrôler partiellement les connaissances des instituteurs qui postulaient ces postes. En 1960, ont été créés les « Certificats d'aptitude au professorat dans les collèges d'enseignement général (C.A.P.C.E.G.) », comportant, comme les C.A.P.E.S., épreuves théoriques et pratiques, et des « Centres de formation de professeurs de C.E.G. ». Beaucoup d'instituteurs ont été, pour des raisons d'ancienneté, dispensés soit de la totalité du C.A.P.C.E.G., soit de sa partie théorique ; le niveau modeste des épreuves et leur caractère polyvalent diminuent leur signification. Après avoir dû recruter massivement beaucoup de maîtres, les C.E.G. n'ont plus besoin de nouveaux professeurs maintenant : en 1966, les élèves sortant des Centres n'ont pas pu être tous affectés en C.E.G. Ajoutons que l'enseignement des mathématiques est souvent confié, dans les C.E.G., à un jeune titulaire du C.A.P.C.E.G., section IV (physique, chimie, sciences naturelles) et non section III (mathématiques, physique, chimie).

Nous ne parlerons pas, faute de bien connaître le mécanisme de leur recrutement, des « Professeurs d'enseignement général (sciences) », des collèges techniques ; il est intermédiaire entre le mode actuel de recrutement des professeurs de C.E.G. et celui de l'avenir. Ces professeurs enseignent les mathématiques et la physique dans les collèges d'enseignement technique (deuxième cycle court et, à titre transitoire, partie du premier cycle).

II. — *Situation actuelle (1967) du personnel enseignant en mathématiques dans les lycées classiques, modernes et techniques et les écoles normales*

A) *Observations préalables.*

1) Tous les professeurs titulaires sont actuellement administrés par le même Service (Direction des personnels d'enseignement général, professionnel et technique), qu'ils aient été initialement affectés au second degré (C.A.P.E.S.) ou à l'enseignement technique (C.A.P.E.T.).

2) Une source d'erreur des chiffres donnés ci-dessous tient à ce que la distinction entre professeurs de mathématiques et de physique de l'enseignement technique, aujourd'hui nette, ne l'était pas autant, il y a peu d'années.

3) Deux autres causes d'erreur interviennent encore :

— la présence, parmi le personnel titulaire, de « chargés d'enseignement » non licenciés (5 % environ) ;

— les nombreux besoins extérieurs au second degré que celui-ci doit satisfaire (détachements auprès de la Direction des Enseignements supérieurs, du C.N.R.S., de la Direction de la Coopération, du Ministère des Affaires Etrangères, du Ministère des Armées, du Ministère de l'Agriculture, etc.).

4) A notre connaissance, la première étude d'ensemble qui ait été faite sur le personnel en mathématiques l'a été, en 1964, en vue du V[e] Plan ; elle concerne, à la fois la situation actuelle (et des recoupements nous permettent de croire exacts, dans leur ensemble, les chiffres donnés), et une évaluation des besoins jusqu'en 1972, évidemment plus hasardeuse.

B) *Répartition en 1964-65 du personnel enseignant les mathématiques dans les lycées et écoles normales.*

1) Postes occupés par des *agrégés* 992
se répartissant en, environ :
300 à plein temps, dans les classes préparatoires,
300 à temps partiel, dans les classes préparatoires,
(St-Cyr, H.E.C., Agro,...),
392 dans les autres classes.

2) Autres postes budgétaires 7 920
comprenant environ :
4 000 postes de second cycle
3 920 postes du premier cycle

Total 8 912

3) Lors de la rentrée 1964, ces 8 912 postes budgétaires étaient assurés par :

Agrégés	992
Certifiés	4 075
Divers (chargés d'enseignement, adjoints d'enseignement)	319
Total : titulaires	5 386
et maîtres auxiliaires	3 526
	8 912

C) *Modifications ultérieures.*

1) En 1965-1966, il y avait :

5 763 titulaires
3 399 maîtres auxiliaires

9 162 postes budgétaires.

2) En 1966-1967, il y aurait (chiffres provisoires) :

6 124 titulaires
3 473 maîtres auxiliaires

9 597 postes budgétaires.

D) *Composition du personnel titulaire.*

800 à 1 000 professeurs sont, soit chargés de mathématiques élémentaires (nomination ministérielle), soit conseillers pédagogiques (désignation ministérielle), soit l'un et l'autre ; environ 200 à 300 professeurs de grande qualité n'enseignent pas dans des villes académiques ; de ce fait ils ne peuvent être conseillers pédagogiques.

Les procédés latéraux de recrutement ont fourni, au début, des professeurs dont certains font honorablement, quelquefois même brillamment, leur tâche. Beaucoup, pourtant, n'ont ni la formation initiale, ni la formation professionnelle nécessaires ; au bout de peu de temps, leur enseignement s'en est ressenti.

E) *Composition du personnel rectoral.*

Il y a trois ans encore, une partie de ce personnel enseignait, çà et là, dans des classes de second cycle ; grâce à une application plus stricte des règles de « blocage » et à une action énergique auprès des chefs d'établissement, c'est aujourd'hui chose exceptionnelle. Les maîtres auxiliaires enseignent donc presque exclusivement dans le premier cycle (ou dans l'enseignement technique). Ils forment environ 80 % du personnel enseignant dans le premier cycle des lycées classiques et modernes.

L'origine de ce personnel est très variable avec les académies (Nord et Midi), et, à l'intérieur d'une même académie, avec les villes : on trouve facilement un étudiant pour être maître auxiliaire à Strasbourg ou Caen, beaucoup plus difficilement pour l'être à Thionville ou à La Flèche. A la rentrée de 1965, tous les maîtres auxiliaires avaient participé à deux journées de « recyclage », dirigées par un Inspecteur général.

Un relevé fait parmi 248 maîtres auxiliaires de lycées conduit à l'évaluation suivante :

Sur 100 maîtres auxiliaires, il y aurait environ :

— 10 contractuels (en général retraités venus d'autres carrières) ;
— 10 étudiants ou anciens étudiants de *mathématiques* (accidentés des I.P.E.S. en particulier) ;
— 40 instituteurs, dont environ 22 maîtres de C.E.G., et 18 non pérennisés ;

— 15 étudiants ou anciens étudiants de physique ou de chimie ;
— 10 naturalistes (souvent licenciés de sciences naturelles) ;
— 15 divers, de formation et d'âge extrêmement variés.

III. — *Evaluation des besoins d'après le V^e Plan*

Des hypothèses démographiques assez précises et sérieuses ont d'abord été faites, prévoyant une population scolarisable de 800 000 enfants par an en 1972 ; le taux de scolarisation, passé de 28 % en 1949-50 à 64 % en 1964-65, serait alors de 100 % ; il y aurait 670 000 enfants par an dans le premier cycle du second degré de l'enseignement public ; ils se répartiraient approximativement en :

320 000 dans l'enseignement long (lycées et C.E.S.),
350 000 dans l'enseignement court (C.E.G. et C.E.S.).

Compte tenu des redoublements et des orientations, il y aurait environ 246 000 élèves par an dans le second cycle long.

Le plan a dû faire d'autres hypothèses :

— les horaires des classes et les maxima de service des professeurs seraient inchangés ;
— il y aurait 30 élèves par classe ;
— les cycles courts et les C.E.G. seraient pourvus exclusivement en instituteurs ;
— certaines hypothèses de répartition entre les sections.

Dans ces conditions, les nombres de postes nécessaires seraient :

Pour les classes terminales	3 234
Pour les classes de 1re et 2e	4 264
soit, pour le second cycle	7 498
et pour le premier cycle	7 860
Donc, en tout	15 358

alors ne resteraient en fonction en 1972, parmi les professeurs actuels, que :

agrégés	761
certifiés	3 321
	4 082

Le V^e Plan contient une étude relative à l'enseignement supérieur, dans celle-ci, les disciplines ne sont pas distinguées, de sorte que les besoins de l'enseignement supérieur en *mathématiques* restent ignorés.

IV. — *Conditions actuelles de recrutement*

Agrégés.

Il y a eu, en 1966 (hommes et femmes), 141 agrégés. 50 sont allés dans le second degré.

Certifiés.

(Certains deviennent agrégés ; certains passent dans l'enseignement supérieur) : 1964, 347 ; 1965, 417 ; 1966, 528, et il y a, en 1966-67, environ 629 professeurs stagiaires faisant prévoir 560 certifiés.

I.P.E.S.

Les nombres d'admis, en section mathématiques, ont été : en 1958, de 679 ; en 1959, de 593 ; en 1960, de 536 ; en 1961, de 661 ; en 1962, de 802 ; en 1963, de 803 ; en 1964, de 807 ; en 1965, de 1 035 ; en 1966, de 1185.

Toutefois, le « rendement » direct des I.P.E.S. est resté faible pour l'enseignement du second degré, puisqu'ils ont fourni à cet enseignement : en 1964 : 344 professeurs stagiaires ; en 1965 : 464 professeurs stagiaires ; en 1966 : 445 professeurs stagiaires.

En fournissant des enseignants à l'Enseignement, ils ont cependant rendu indirectement service à l'Enseignement du second degré.

Annexe II. Projet d'allégements pour le baccalauréat 1968.

Les programmes auxquels il est fait référence sont ceux fixés par l'arrêté du 8 juin 1966 ; ils entrent en vigueur dans les classes terminales à la rentrée de septembre 1967. Les allégements proposés sont des allégements pour le baccalauréat de 1968, destinés à faciliter la transition entre ancien et nouveau régime. Ces allégements ne préfigurent pas les programmes ultérieurs.

Terminale A

Néant, les mathématiques y étant facultatives.

Terminale B

En statistique et en probabilités, dans le 4°, supprimer : « Enoncés commentés des théorèmes de Bernouilli et de Borel ».

Terminale C

Algèbre, arithmétique, et notions d'analyse.

I. — Dans le 1° et dans le 2° supprimer les mots « construction de ».

II. — Supprimer le second alinéa de 5° (de « Valeurs approchées... » à la fin).

III. — Dans le titre du 8° supprimer « et de volumes ». Supprimer le dernier alinéa du 8° [De « Application (à partir des formules...) » à la fin].

Géométrie et géométrie analytique.

III. — Dans le titre du 6° supprimer « et espace ». Dans le 6° supprimer « Cercles homothétiques dans l'espace. Centres d'homothétie de deux sphères, de trois sphères prises deux à deux.

IV. — Dans 2° supprimer « Sections planes d'un cône de révolution, d'un cylindre de révolution ».

V. — Supprimer le 4° (relatif au mouvement d'un point pesant).

Terminale D

N. B. — Les allégements sont ici importants, afin de permettre une transition graduelle du niveau « Sciences Expérimentales » à un niveau scientifique élevé.

Arithmétique, Algèbre et notions d'analyse.

II. — Dans 2° supprimer « limite d'une suite (u_n) lorsque l'entier naturel n tend vers l'infini ».

III. — Supprimer le 1° (relatif aux suites). Supprimer les deux premiers alinéas du 4° (depuis « Fonction logarithme... » jusqu'à « ...cas particulier des exposants rationnels ».

IV. — A la fin, supprimer « exemple de l'hélice circulaire ».

VI. — Supprimer le 1° et les deux premiers alinéas du 2° (jusqu'à « usage de la règle à calculs ») — l'alinéa « De nombreux exercices... ou d'une erreur » subsiste.

Géométrie et géométrie analytique.

I. — Dans 2° supprimer depuis « Transformation des sommes... jusqu'à la fin.

II. — Dans 2° supprimer « Produit de deux symétries ». Supprimer le 3° (relatif à l'affinité).

IV. — Dans 3° supprimer « et du mouvement hélicoïdal uniforme » (à la fin).
Supprimer le 4° (relatif au mouvement d'un point pesant).

Statistique et Probabilités.

Supprimer le 3° (relatif à la statistique appliquée).

Terminale T

Arithmétique, algèbre et notions d'analyse.

I. — Dans 1° et dans 2° supprimer les mots « construction de ».

III. — Dans 9° supprimer « et de volumes » dans le titre. Supprimer le dernier alinéa de 9°, relatif aux calculs de volumes [de « Application à partir des... » jusqu'à la fin].

Géométrie et géométrie analytique.

I. — Dans 2° supprimer « Ensemble des points d'un plan dont le rapport des distances à deux droites données de ce plan est donné ».

III. — Dans 6°, supprimer « et espace » dans le titre, ainsi que « cercles homothétiques dans l'espace. Centres d'homothétie de deux sphères, de trois sphères prises deux à deux ».

IV. — Supprimer le 4° (« Sections planes d'un cône et d'un cylindre de révolution »). Supprimer le 6° (« Milieu commun... Application »).

V. — Supprimer le 4° (relatif au mouvement d'un point pesant).

Annexe III. Projet de programme de licence.

Partie théorique (5 heures).

A) *Compléments de mathématiques* (4 heures). Dans le cours, le professeur aura le souci constant d'indiquer l'insertion des matières enseignées dans les classes du Second Degré.

a) Analyse du langage mathématique usuel ; étude des notions et opérations logiques et ensemblistes fondamentales (connecteurs propositionnels, quantificateurs, fonctions, relations, constructions par récurrence, nombres cardinaux, etc). Application à des problèmes variés pris dans les programmes du Second Degré et du premier cycle des Universités.

b) Groupes, groupes finis. Polygones et polyèdres réguliers.

Anneaux et algèbres. Anneaux principaux.

Corps commutatifs ; extensions algébriques : nombres algébriques ; existence (Cantor) et exemples simples (Liouville) de nombres transcendants. Corps finis, congruences.

c) Espaces métriques.

Corps valués : corps des rationnels, des réels, des complexes et des p-adiques.

Espaces vectoriels normés sur $\mathbb{R}$ ou $\mathbb{C}$.

d) Formes quadratiques. Espaces euclidiens. Groupe orthogonal ; rotations et similitudes. Angles ; mesure des angles ; lien avec l'exponentielle complexe.

e) Différentiation et intégration. Mesures dénombrablement additives ; exemples.

f) Espaces probabilisés. Variables aléatoires. Fonctions de répartition. Valeur moyenne, variance, écart-type. Inégalité de Bienaymé-Tchebychev. Théorème de Bernouilli. Indépendance et dépendance stochastiques. Corrélation. Loi de Gauss à une ou plusieurs dimensions ; raison de son rôle.

g) Statistique : tests d'hypothèses ; estimations de paramètres.

B) *Analyse numérique* (10 conférences dans l'année). Méthodes de calcul numérique. Principe du calcul par les machines.

C) *Histoire des mathématiques.* (10 conférences dans l'année). On étudiera une grande époque du développement des mathématiques et son apport propre, ou bien l'histoire d'une théorie importante telle que l'intégration, le calcul différentiel, l'algèbre linéaire, la géométrie, le calcul des probabilités, etc...

D) *Astronomie* (10 conférences dans l'année).
Repères. Mouvement de la Terre. Quelques procédés de mesures. Le système solaire, la structure de la Galaxie, l'Univers.

Enseignement dirigé et enseignement pratique. (10 heures).

Une grande importance sera donnée dans tous les exercices à la qualité de l'expression écrite ou orale.

a) (5 heures hebdomadaires). Problèmes et exercices sur les programmes de licence et du premier cycle.

b) (2 heures hebdomadaires). Utilisation critique de documents : manuels de divers niveaux, articles, revues. Exposés par les étudiants de sujets voisins de ceux du cours, ou de sujets du cours à partir de points de vue différents de celui qui a été utilisé dans l'exposé magistral.

c) (2 heures hebdomadaires). Préparation de leçons : recherche d'exemples et de situations propres à introduire une théorie. Etude de la progression et de l'articulation de l'enseignement aux divers niveaux de l'enseignement du second degré. Confection d'énoncés et de corrigés de problèmes.

d) (1 heure hebdomadaire). Travaux pratiques d'analyse numérique.

Enseignement universitaire pendant l'année de C.P.R.

Cet enseignement comportera un cours de deux heures hebdomadaires sur l'adaptation des notions mathématiques de base à l'enseignement secondaire. Il traitera, par exemple, sous cet angle, des sujets suivants (liste non exhaustive) :

a) la droite réelle ; les fractions ;
b) la géométrie, ses fondements, ses difficultés (orientation, angles, etc...) ;
c) l'intégrale ; l'exponentielle et le logarithme ;
d) le sinus et le cosinus d'un angle, d'un nombre réel ;
e) les notions d'aire plane et de volume.

Annexe IV. Projet de programme de Sixième.

Programme expérimental en 1967-68 et 68-69 ; généralisation après correction en septembre 1969 ; nouvelle réforme en 1973.

Note préliminaire :

L'ordre des rubriques du programme n'est pas impératif ; il est même recommandé d'étaler tout au long de l'année chacune des trois premières rubriques.

1) Expériences de mesure de grandeurs physiques familières ; encadrement des mesures : longueurs, aires, volumes, masses, temps, énergie (kilowatt-heure), masses volumiques, vitesses, etc.

Calcul mental. Ordre de grandeur d'un résultat.

Description du cercle et de la sphère en vue de la géographie : longueur du cercle ; division du cercle en degrés et minutes ; pôles, équateur, méridiens, parallèles, longitude et latitude.

2) Exercices sur des exemples concrets introduisant le vocabulaire des ensembles : appartenance, sous-ensembles, inclusion, intersection, ensemble vide, réunion. Notation : $\in$ $\subset$ $\cup$ $\varnothing$ $\cap$.

Exemples de relations entre éléments de deux ensembles ; représentation dans certains cas par des tableaux de correspondance ou par des flèches. Exemples de relations numériques et représentations graphiques (tirées entre autres de la géographie). Exemples de couples de fonctions numériques f et g proportionnelles.

3) Exercices de contrôle de l'acquisition des mécanismes et de la signification, sur les nombres naturels et décimaux, des deux opérations d'addition et de multiplication et de leurs opérations inverses.

Résolution de problème concrets dont les données sont numériques et dont l'inconnue est représentée par une lettre.

4) Exemples introduisant les nombres relatifs, entiers et décimaux ; somme de deux ou plusieurs nombres et différences de deux nombres. Exemples de problèmes concrets correspondants.

Projet de programme de Cinquième.

Programme expérimental en 68-69 et en 69-70 ; généralisation après correction en septembre 1970 ; nouvelle réforme en 1974.

1) Ensembles : révision du vocabulaire introduit en classe de Sixième. Exemples de relations entre éléments d'un même ensemble. (On essaiera, dans la mesure où le niveau des élèves le permettra, de dégager certaines propriétés de telles relations).

Toujours sur des exemples concrets : réunion de deux ou plusieurs sous-ensembles ; complémentaire d'un sous-ensemble (notations $C_E A$, $C A$, ${}^c A$ ou A^c). Exemples introduisant la notion de partition d'un ensemble.

En liaison avec l'étude du français : sens de l'article défini *le* ; différents sens de l'article indéfini *un ;* sens de la conjonction *et ;* les deux sens de la conjonction *ou*.

2) A. Nombres relatifs, nombres entiers et nombres décimaux. Somme et différence. Opposé d'un nombre relatif, opposé d'une somme, opposé d'une

différence, application à des calculs comportant des additions et des soustractions de sommes et de différences.

Produit d'un nombre relatif par un nombre naturel (somme répétée) ; produit d'une somme, d'une différence par un nombre naturel.

Nombres positifs, nombres négatifs. Ordre sur les nombres relatifs. Valeur absolue, notation $|x|$. Ordre et addition.

(L'étude de la multiplication des nombres relatifs ne sera entreprise que lorsque les notions concernant l'addition et l'ordre seront bien comprises).

2) B. Produit de deux nombres relatifs ; puissances. Produit d'une somme par un nombre relatif : mise en facteur. Ordre et multiplication.

L'entraînement au calcul numérique sera poursuivi ; on habituera progressivement les élèves à utiliser des lettres pour représenter des nombres et résoudre des problèmes.

3) Introduction à la géométrie affine du plan par l'utilisation de réseaux plans associés à des axes obliques orientés. Notion de coordonnées d'un point ; correspondance canonique entre deux tels réseaux plans ; jeux de transport de dessins d'un réseau plan à un autre. Réseaux rectilignes : ensemble des (x, y) tels que $x = at$, $y = bt$, $a, b \in \mathbb{Z}$ fixés et $t \in \mathbb{Z}$. Partage d'un segment en n parties égales ; usage de la règle et de l'équerre oblique, tracé de droites parallèles ; correspondance affine entre droites parallèles.

4) Première étude concrète de l'espace ; droite, demi-droite, segment, plan, demi-plan ; positions relatives de deux droites, d'une droite et d'un plan, de deux plans ; droites et plans perpendiculaires ; faces et arêtes d'un tétraèdre et d'un pavé oblique.

Ensemble convexe.

Notion de barycentre d'un nombre fini de points pondérés de masse entière supérieure ou égale à un.

5) Notion de déplacement en géométrie plane (on admettra l'existence de deux déplacements laissant fixe un plan donné et transformant une demi-droite de ce plan en une demi-droite du plan et le fait que tout déplacement transforme une droite en une droite).

Secteur angulaire ; secteur angulaire plat. (L'abus de langage de l'usage du mot angle est toléré).

Figures congruentes, segments congruents, secteurs angulaires congruents.

Droites perpendiculaires, secteur angulaire droit, bissectrice d'un secteur angulaire ; secteurs angulaires formés par deux droites, bissectrices de ceux-ci.

En attendant la création des I.R.E.M., quels sont les organismes qui se préoccupent de la formation continue des maîtres ? Reportez-vous p. 241 pour y trouver une non-réponse.