

# *mathématiques ici et ailleurs*

---

## *rôle d'une société mathématique dans le système éducatif d'un pays*

*Intervention de Robert AMALBERTI à Brazzaville*

### **I. Introduction**

Plus que tous les autres, les mathématiques constituent un domaine de formation et de recherche possédant le quadruple privilège, redoutable à certains égards, d'être à la fois :

- fondamental comme langage universel et base technique de développement,
- réputé d'accès difficile voire anxiogène,
- perçu comme un instrument de sélection sinon de distinction intellectuelle : la fameuse "bosse des maths", on l'a ou on ne l'a pas selon une conception populaire bien ancrée !,
- l'une des activités intellectuelles les moins intégrées dans les valeurs culturelles traditionnelles et les moins relayées par les médias.

C'est à travers ce quadruple aspect que je vais essayer de situer ce que pourrait être le rôle d'une société mathématique telle que celle dont nous avons l'honneur, aujourd'hui, de participer au congrès constitutif.

Pour commencer, je voudrais dire que cette intervention, et vous m'en excuserez, ne fera que peu de références au contexte socio-culturel de ce pays ; d'abord par ignorance mais aussi parce que je pense sincèrement que s'il y a dans le monde des systèmes politiques et des valeurs culturelles ou religieuses très différentes, il y a par contre aujourd'hui plus que jamais consensus international sur les objectifs terminaux de formation et développement scientifiques. Pour atteindre ces objectifs, certes, il y a des contingences culturelles et économiques et des problèmes spécifiques aux pays en développement : l'importation d'un programme scolaire, par exemple, conçu selon un mode de

pensée, dans une langue et relativement à un environnement de l'enfance qui ne sont pas ceux du pays destinataire est un problème important — il a donné lieu à de nombreux travaux de l'UNESCO — plus généralement le brésilien Ubitaran d'Ambrosio n'hésite pas à parler d'"ethno-mathématiques", Abidjan a été le lieu en 1978 d'un colloque inter-IREM intitulé "mathématiques et milieu en Afrique". Il est réconfortant d'ailleurs de voir qu'à partir du moment où l'on n'essaye pas de plaquer à toute force un modèle inadapté tout n'est pas négatif : Gay et Cole rapportaient par exemple en 1967, lors d'une étude sur les Kpelles au Nigéria que la syntaxe de leur langue faisait naturellement une différence entre le "ou" exclusif ou le "ou" non exclusif, ce qui amenait à supposer que les Kpelles réussiraient probablement mieux que les américains un test de logique, hypothèse qui a été démontrée et confirmée par la suite.

Je ne m'étendrai pas, donc, sur ces problèmes qui ne sont pas de ma compétence mais il va de soi que ce sera l'un des rôles fondamentaux de la présente société que de les prendre en compte.

Nul n'y sera mieux qualifié, d'ailleurs, qu'elle-même !

## II. Les mathématiques langage universel et base technique de développement

Le récent colloque "Mathématiques à venir" organisé en décembre 1987 à l'École Polytechnique à Paris a montré à quel point on assiste actuellement à une explosion du champ d'activité des mathématiques. Outre le développement vertical de la recherche mathématique vers de nouveaux concepts ou résultats, l'un des faits les plus marquants dans la science d'aujourd'hui est l'extension horizontale des domaines touchés, certains diront contaminés, par l'utilisation des techniques mathématiques. Emergence de besoins nouveaux en formation mathématique donc, sur le plan quantitatif mais aussi sur le plan qualitatif où la conception traditionnelle des contenus de formation mathématique a quelquefois de la peine à suivre : je pense notamment aux mathématiques discrètes projetées au premier plan par l'informatique, aux processus discrets et à leur rapidité de convergence, à la combinatoire, aux problèmes de codage et de transfert de l'information — bref à tout ce qui est relié à la numérisation galopante de nos activités.

De plus en plus de résultats, réputés autrefois spéculations intellectuelles de mathématiciens, trouvent des applications inattendues. Un exemple amusant est le fameux "Kissing Number" c'est-à-dire le nombre maximum de sphères de l'espace euclidien de dimension  $n$  pouvant être disposées de façon qu'elles touchent toutes l'une d'entre elles : évidente en dimension 1 — où les sphères sont des intervalles — et en dimension 2 — six pièces de monnaie autour d'une septième, la solution n'est connue au-delà que pour la dimension 3 — où elle a donné lieu à une controverse célèbre entre Newton (12) et Gregory (13) — et la dimension 24 ! Or, les empilements correspondants sont reliés au problème de la minimisation de l'énergie nécessaire à la transmission de signaux codés par un système de  $n$  impulsions.

De plus la solution du problème en dimension 24, appelée réseau de Leech et due, vous comprendrez pourquoi, aux laboratoires de recherche Bell, a été d'un grand secours pour la résolution définitive, sur le plan théorique cette fois, du problème de la détermination de tous les groupes simples finis.

Je viens de parler de recherche mais, plus prosaïquement et au niveau d'une frange plus importante de la population, celle des techniciens qui font tourner l'appareil industriel du pays, la maîtrise culturelle et scientifique de cette civilisation du nombre vers laquelle nous nous dirigeons me semble un objectif fondamental pour tout pays soucieux de son indépendance. Les compétences vont changer de nature et seront de plus en plus caractérisées par l'aptitude à mettre en œuvre un processus logique.

Quel rôle joue la formation mathématique dans ce domaine, en dehors bien sûr des outils à proprement parler mathématiques ? Il est très difficile de quantifier l'apport de la fréquentation des objets et concepts mathématiques dans la compréhension de phénomènes qui en semblent a priori assez éloignés — je ne connais pas d'études systématiques sur ce sujet — il n'en reste pas moins que l'on constate généralement une corrélation importante entre le niveau d'études scientifiques, mathématiques en particulier, et l'aptitude à utiliser de façon interactive un dispositif logique un peu sophistiqué. Ce n'est sans doute pas un hasard si nous, mathématiciens, sommes parmi ceux qui ont le plus de réussite dans la manipulation, ou simplement l'acceptation comme partenaire, de l'ordinateur. Autre exemple je crois significatif : en France c'est l'A.P.M.E.P., notre Association de spécialistes, qui a la première intégré l'outil télématique à la fois sur le plan technique — nous avons créé de toutes pièces le premier serveur mathématique mondial — et sur le plan vie de l'Association.

Je pense donc qu'il y a là un thème de réflexion important pour la nouvelle Société Mathématique au Congo : faire prendre conscience aux décideurs politiques des enjeux de formation et de recherche sera, à n'en pas douter, l'une de ses missions fondamentales.

### III. Les mathématiques : une discipline "anxiogène"

L'échec en mathématiques ne date pas d'aujourd'hui. L'américain Morris Kline le fait remonter — est-ce une boutade ? — à Euclide : les petits grecs d'alors, paraît-il, y perdaient déjà leur latin ! Les mathématiciens professionnels ont admis d'être en situation d'échec face à un problème — ils sont même friands de problèmes dits "ouverts" ceux sur lesquels d'autres ont séché et qu'ils espèrent avoir la gloire de résoudre.

Mais en mathématiques l'échec a quelque chose de différent qui la rend plus stressant et plus culpabilisant : il ne tient pas à une insuffisance de moyens matériels ! Ou tout du moins il ne peut lui être imputé ! De là à en déduire, pour celui qui n'accepte pas la situation d'échec intellectuel, qu'il n'est pas fait pour les mathématiques, il n'y a qu'un pas. D'où la nécessité d'une formation, parce que ce n'est pas naturel, à la spéculation intellectuelle et à ses défis.

Par ailleurs les mathématiques ont ceci de particulier parmi les autres sciences qu'elles sont rarement descriptives et que lorsque le papillon mathématicien se pose quelque part, il gratte, il gratte, sur place, jusqu'à ce qu'il ait compris, explicite tous les tenants et les aboutissements, etc... Théoriquement, c'est toujours possible du fait comme je le disais plus haut du côté immatériel des mathématiques mais c'est un peu un défaut professionnel du mathématicien. Ce défaut peut avoir des conséquences graves dans la formation mathématique : au nom de la rigueur, et joint à une boulimie des structures, il a conduit lors de l'épi-

sode dit des "mathématiques modernes" à magnifier une vision totalement linéaire de la formation mathématique : il était réputé impossible de faire de la géométrie avant d'avoir assimilé les espaces vectoriels, d'avoir une idée de l'utilité du concept de continuité avant d'avoir étudié la topologie etc... Le pays de Bourbaki, c'est-à-dire la France, où ces excès dépassèrent de loins les vœux des concepteurs de la réforme, a mis beaucoup de temps à s'en remettre. Cela semble chose faite aujourd'hui, au moins dans les instructions officielles de l'enseignement secondaire. Toutefois, ce même ordre d'enseignement, en France, a beaucoup de mal à se défaire du caractère inutilement "gratteur" lorsque ce n'est pas nécessaire à la compréhension globale des phénomènes : le doyen Legrand, de l'Inspection Générale de Mathématiques, disait ainsi lors de son intervention au colloque "Mathématiques à venir" que si les contenus de programmes de l'enseignement secondaire français étaient dans l'ensemble moins ambitieux que ceux de pays voisins, la pratique enseignante se signalait, elle, par une exigence de virtuosité technique dans les applications souvent nettement supérieure. Enfin, certains, comme Claude Pair, mathématicien et ancien Directeur des Lycées au Ministère, avancent aujourd'hui l'idée, laquelle aurait été considérée comme une hérésie il y a peu de temps, qu'il y a en mathématiques comme ailleurs des "boîtes noires" qu'il convient seulement de savoir faire fonctionner à bon escient en laissant au spécialiste ou à une formation ultérieure le soin de la compréhension fine des mécanismes. Ainsi pourrait-il en être, par exemple, des techniques d'analyses des données !

En quoi cela concerne-t-il la naissante Société Mathématique du Congo ? Je pense qu'il y a lieu, parce que les problèmes de développement et de formation de masse sont peut-être plus cruciaux ici qu'ailleurs, d'éviter les erreurs de stratégie didactique des autres. Une réflexion profonde me semble nécessaire pour tirer parti des expériences positives ou négatives d'ailleurs, et définir une stratégie didactique de formation mathématique de masse compatible avec les réalités économiques et culturelles de ce pays.

Cela suppose bien évidemment des liens permanents avec le reste de la communauté mathématique mondiale, des échanges, la participation à des congrès internationaux comme ICME et aussi... une bonne dose d'esprit critique !

#### **IV. Les mathématiques instrument de sélection**

Je vais être très peu patriote mais s'il y a un exemple à éviter en ce qui concerne le rôle dévolu aux mathématiques dans les procédures de sélection, je n'ose dire orientation, du système éducatif, c'est bien celui du système français actuel ! Le développement des formations scientifiques y est à l'heure actuelle complètement bloqué par le goulot d'étranglement que constitue l'accès aux classes scientifiques en fin de second cycle. Un consensus s'est établi, contre lequel lutte notre Association, les IREM et l'Inspection Générale comme quoi la terminale C, par exemple, est réservée à une élite. Il est devenu ainsi banal d'entendre dans un conseil de classe de fin de Première S un professeur de matière littéraire, je dis bien littéraire, dire d'un élève qu'il ne doit pas passer en terminale C parce qu'il est trop faible en maths ou en physique ; sous-entendu : comme l'élève n'est pas bon en mathématiques ou en physique et que le statut de classe d'élite permet des exigences supérieures à la moyenne dans les autres disciplines, cet élève n'a aucune chance ! On en vient ainsi à réserver l'accès des filières scientifiques soit à des élèves réellement doués soit

à des élèves qui ont les moyens, dus en général au milieu socio-culturel d'origine, de compenser leurs relatives insuffisances scientifiques dans les autres matières.

Certes, dira-t-on, lorsque les polytechniciens ou les ingénieurs français issus de très grandes écoles vont faire un troisième cycle au M.I.T. ou ailleurs, ils sont perçus comme brillants et ont d'excellents résultats. Il serait vraiment regrettable qu'il n'en soit pas ainsi après le parcours d'obstacles qu'ils ont subi ! Par ailleurs, à quoi cela sert-il si, étant donné leur petit nombre et leur légitime aspiration à rentabiliser les efforts passés, ils sont tout de suite aspirés par des tâches de gestion où leur compétence scientifique devient improductive ?

Le problème du déficit de formation de scientifiques est grave en France comme dans tous les pays avancés. Les procédures de prérecrutement précoce de scientifiques se multiplient en République Fédérale Allemande ; aux Etats-Unis l'opinion et les pouvoirs publics ont été alertés par le rapport David et s'amorce une revalorisation considérable de la recherche mathématique ; on dit, en France, que le Ministre du Budget est prêt à augmenter les salaires des professeurs de mathématiques et eux seuls...

Ceci, je crois, met en évidence à travers les phénomènes décrits les responsabilités qui seront celles de la SMC à la fois en ce qui concerne le poids des mathématiques dans les procédures d'orientation du système éducatif et le statut social du scientifique, du mathématicien en particulier, sur lequel elle se devra de veiller car c'est l'intérêt du pays.

## V. La mathématique parent pauvre culturel ?

Je vais parler encore une fois de la France car c'est ce que je connais le mieux et vous voudrez bien m'en excuser.

La France est un pays de grande tradition culturelle. L'ingénieur, le scientifique français se doit d'être un "honnête homme" au sens du XVII<sup>e</sup> siècle, c'est-à-dire de savoir tenir sa place dans une discussion de salon. Dans un certain sens, c'est une bonne chose. Mais c'est un phénomène relativement récent que la disparition dans cette culture de salon, ou disons de tous les jours, de valeurs scientifiques et en particulier mathématiques.

L'époque encyclopédiste adorait se défier d'une alcôve à une autre à l'aide de menus problèmes de dénombrement ou de probabilités ; Napoléon 1<sup>er</sup>, lui-même se piquait d'être un esprit universel et fréquentait assidûment les séances de travail des trois L : Lagrange, Legendre, Laplace à tel point que Coxeter raconte que l'un des trois, excédé, lui aurait dit un jour : "Sire, la dernière chose que nous ayons à recevoir de vous est une leçon de géométrie" (je doute un peut qu'il l'ait fait en ces termes !).

Connaissez-vous aujourd'hui un chef d'Etat mathématicien ? Sans aller jusque-là, entendez-vous souvent dans les médias ou dans un salon moderne parler de mathématiques ? Plus près de nous l'exposition "Horizons Mathématiques" a-t-elle le succès qu'elle mérite ?

Certains pays ont de ce côté là des réactions différentes : j'ai été étonné, par exemple, en Australie de voir à quel point ICME V pouvait donner lieu à une animation populaire — jeux, projections laser grandioses etc... — dans une

ville comme Adélaïde de plus d'un million d'habitants. Je ne vous apprendrai pas qu'il y a dans certains pays de l'Est une tradition de défis mathématiques entre établissements scolaires. Je me souviens aussi de l'émotion de ce professeur de la République Démocratique du Viêt-Nam me racontant comment il avait préparé ses élèves aux olympiades de mathématiques dans les abris de l'ex-Hanoi sous les bombes américaines, comment son équipe s'était retrouvée en demi-finale face à ces mêmes américains et quel triomphe leur avait réservé le pays à leur retour !

On admet depuis peu, car c'est une prise de conscience récente due en particulier au rapport David dont j'ai déjà parlé, que la recherche mathématique sera l'un des fers de lance du développement technologique du XXI<sup>e</sup> siècle. C'est pourquoi il convient de sortir la mathématique du ghetto culturel dans lequel l'a enfermée une certaine civilisation de la facilité ou de l'ignorance. Nous agissons dans ce sens, nous A.P.M.E.P., à travers notre serveur télématique, les jeux mathématiques que nous organisons, le périodique de vulgarisation "Tangente" que nous soutenons, etc...

Ce pourrait être là aussi, l'un des thèmes d'action de la SMC. Créer un climat culturel favorable aux sciences et aux mathématiques, en tenant compte bien sûr du contexte socio-culturel et économique, serait bien entendu un objectif louable, et surtout valable à terme pour le développement du pays.

Voilà ce que j'avais à vous dire en répondant à votre invitation. J'apporte aussi le salut fraternel de notre Association.

Longue vie et prospérité à la Société Mathématique du Congo !

## Bibliographie

1. *Etudes sur l'Enseignement des Mathématiques*, Vol. 3, UNESCO
2. *Etudes sur l'Enseignement des Mathématiques*, Vol. 4, UNESCO
3. Actes du colloque "Mathématiques à venir" à paraître
4. *Rapport du Collège de France*, La documentation française, 1985
5. *Les mathématiques aujourd'hui* (préface de Marcel Berger), Belin, 1986
6. *Mathematics as an Educational Task*, H. Freudenthal, 1973
7. *Proceeding of the fifth International Congress on Mathematical Education*, 1986

## Bibliographie de l'Editorial

1. *Etudes sur l'enseignement des mathématiques*, Vol. 3 - UNESCO.
2. *Etudes sur l'enseignement des mathématiques*, Vol. 4 - UNESCO
3. *La coopération par projets ou les affres du changement*, par Gérard RENO
4. *Les propositions chiffrées de la Banque Mondiale*, par Jean-Pierre LANGELLIER

Nota : les articles 3 et 4 sont parus dans le volume VII (février 88) de la revue de Géopolitique Africaine (Albin Michel) dans un numéro intitulé "L'implosion des systèmes d'enseignement".

5. *Banque Mondiale*, Service de l'Education, Mission des 3/6 février 1988 à Brazzaville [rapport].