
LES MATHÉMATIQUES D'AUJOURD'HUI EN AFRIQUE**Daouda SANGARE**

Professeur à l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire
Directeur du Laboratoire de Mathématiques et Informatique de l'UFR- SFA
Directeur de la Publication d'Afrika Matematika
22 BP 1709 Abidjan 22 Côte d'Ivoire
E-mail : dsangare@yahoo.fr

Résumé

Il existe une corrélation étroite entre l'Enseignement des Mathématiques et la Recherche Mathématique par rapport à leur impact sur le développement.

Je vais donc aborder à la fois l'Enseignement et la Recherche Mathématique d'aujourd'hui en Afrique. Mais ce sujet étant trop vaste, je me contenterai d'étudier des morceaux choisis.

Convaincu par ailleurs que le volet Enseignement sera largement débattu lors de ces rencontres, j'ai choisi de m'étendre plus sur le volet Recherche que le volet Enseignement.

Toute ma conférence tournera autour du constat suivant que tout le monde reconnaît : le déficit aigu d'étudiants s'engageant dans les filières mathématiques, d'enseignants et de chercheurs en mathématiques en Afrique.

Dans la première partie j'analyserai les causes essentiellement africaines en laissant de côté celles qui sont universelles, inhérentes à la nature des mathématiques et partagées par les pays développés.

Dans la deuxième partie j'examinerai les conséquences qui constituent un frein pour le développement.

Dans la troisième partie je proposerai des solutions.

Je parlerai notamment des thèmes de recherche d'aujourd'hui en mathématiques pures et appliquées, développés dans les Universités africaines et de leur impact éventuel sur le développement scientifique, économique et social.

Certains de ces thèmes seront dégagés à partir de l'étude des publications soumises au Journal Afrika Matematika dont je suis le Directeur de la Publication depuis 1991.

1.Introduction

Le thème choisi, les Mathématiques d'aujourd'hui en Afrique, est ambitieux et pratiquement impossible à traiter avec satisfaction en une conférence d'une heure. Nous avons donc été obligés de faire un choix.

Nous ne parlerons pas des pays du Maghreb qui ont un niveau de développement plus élevé par rapport à l'Afrique noire de par leur proximité géographique avec l'Europe.

Les mathématiques deviennent aujourd'hui un outil incontournable d'aide au développement.

Elles sont omniprésentes dans notre vie quotidienne : Industrie, Economie, Banques, Assurances, transports, téléphonie mobile, internet, télécommunication, électronique, génie civil, médecine, imagerie médicale etc.. Il n'y a pas de développement possible de nos jours sans la maîtrise de ces différents domaines.

L'une des missions de l'Enseignement des mathématiques d'aujourd'hui en Afrique est de proposer un programme d'enseignement qui puisse permettre aux élèves de s'adapter à cette évolution rapide de la Science et des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication.

Ce programme doit former une masse critique qualifiée d'élèves et étudiants pour combler rapidement les lacunes et assurer une bonne maîtrise de l'Afrique dans tous les domaines fondamentaux pour le développement.

Dans le contexte africain actuel, face à la désertion massive des élèves et étudiants des filières scientifiques en général et des mathématiques en particulier, cette mission est difficile, certains diront même « impossible » vu le grand retard de l'Afrique en matière de développement. Pourtant l'Afrique est le berceau de l'humanité. Elle a développé de très brillantes civilisations et détient encore le 1/4 des richesses naturelles mondiales.

Comment expliquer alors qu'elle soit aujourd'hui à la traîne du développement ?

En suivant cet adage bien connu « Pour savoir où l'on va, il faut d'abord savoir d'où l'on vient »,

nous allons faire d'abord un constat sur les particularités de l'Afrique à travers un bref rappel historique. On verra que la conjonction de ces particularités explique en grande partie le retard de l'Afrique en matière de développement et que certaines ne sont pas étrangères au déficit aigu d'étudiants s'engageant dans les filières mathématiques, d'enseignants et de chercheurs en mathématiques dans l'Afrique d'aujourd'hui.

2.Particularités de l'Afrique

Voici celles que nous retiendrons à ce sujet :

2.1 L'immensité du continent africain

L'une des particularités de l'Afrique est son immensité.

A titre de comparaison : Le Mali est à lui seul 3 fois plus vaste que la France.

L'Afrique est composée de 53 états. Le Mali n'est pas le plus grand d'entre eux.

Cette immensité a comme corollaire la multitude des états, la multitude des langues, des cultures, les difficultés de communication etc.

Cette immensité a été longtemps un frein au développement de l'Afrique.

2.2 Le sous peuplement du continent africain

Une autre particularité de l'Afrique, c'est le sous peuplement.

Ce sous peuplement est la conséquence principale de la traite négrière européenne et arabo-musulmane et des guerres.

En effet plusieurs millions d'africains noirs ont été exportés vers l'Amérique durant la traite européenne des esclaves.

En outre, entre 12 et 14 millions de noirs ont été exportés vers le Maghreb et les pays arabes dans le cadre de la traite négrière arabo-musulmane. Cette dernière traite des noirs était plus destructrice car les hommes et les garçons étaient castrés donc dans l'incapacité de se reproduire après. Cela explique en

particulier la faiblesse numérique actuelle des populations noires au Maghreb et dans les pays arabes malgré le nombre très élevé d'esclaves exportés vers ces pays

Le sous peuplement est une des causes majeures du sous développement de l'Afrique.

2.3 La colonisation

La troisième particularité de l'Afrique c'est que, presque tous ses pays ont connu une période plus ou moins longue de colonisation, dépassant un siècle pour certains.

La colonisation est un processus d'expansion et de domination politique, culturelle et économique d'un Etat sur d'autres Etats. Seules les matières premières, la main d'œuvre et les positions stratégiques intéressent le colonisateur. Donc le développement des pays colonisés n'est pas la première préoccupation du pays colonisateur.

Cela explique en particulier pourquoi la plupart des pays d'Afrique noire étaient, le jour de leur indépendance, dans le même état de sous développement qu'au début de leur colonisation.

2.4 Les guerres, les coups d'état récurrents

Après la traite négrière et la colonisation, un autre fléau a frappé l'Afrique noire : les guerres et les coups d'état récurrents, qui ont laissé comme séquelles la famine et la pauvreté, donc le sous-développement.

L'Afrique noire a donc été vidée de ses bras valides par la traite négrière, maintenue dans le sous-développement et exploitée économiquement et culturellement par les pays colonisateurs.

Elle a de surcroît été très longtemps le théâtre de guerres tribales, créant des déplacements récurrents de populations entières de régions en région, avec son cortège de famine, de maladies, de misères etc.

Objectivement que pouvait donc occuper l'Afrique comme rang dans la course au développement ?

3. Quelques conséquences

L'état de sous développement chronique de l'Afrique, quelles que soient ses raisons, a des conséquences multiformes négatives dans de nombreux secteurs socio-économiques.

Ici nous nous intéresserons essentiellement à ses répercussions sur les difficultés de l'enseignement et la recherche mathématique en Afrique et, en particulier, à la désertion massive des élèves et étudiants des filières scientifiques en général et des mathématiques en particulier.

3.1 L'enseignement des mathématiques en Afrique noire avant les indépendances

La colonisation des pays d'Afrique noire part grosso modo de la conférence de Berlin en 1885 jusqu'aux années 60 pour la plupart des pays d'Afrique noire francophone. La conférence de Berlin décida purement et simplement du partage de l'Afrique entre certains états colonisateurs en l'absence de tout représentant des pays à partager et en présence des 14 pays suivants : l'Allemagne,

l'Angleterre, la France, le Portugal, la Belgique, les Pays-Bas, l'Espagne, les États-Unis, l'Autriche-Hongrie, la Suède, le Danemark, l'Italie, la Russie et la Turquie.

Durant la colonisation, l'enseignement des mathématiques en Afrique noire francophone, à quelques exceptions près, allait seulement jusqu'au niveau du baccalauréat.

Cet enseignement était dispensé dans les Ecoles Normales et dans quelques rares lycées jusqu'au niveau du baccalauréat (Sénégal, Ecole Normale William Ponty, Soudan français : Lycée Terasson de Fougères)

Le programme d'enseignement et les manuels scolaires étaient ceux du pays colonisateur.

Les livres de mathématiques étaient tous rédigés et édités en France, en Allemagne, en Angleterre, en Belgique etc..

Ils n'étaient pas destinés aux africains. Ceux-ci devaient surmonter les obstacles inhérents à la nature des mathématiques et faire en même temps des efforts prodigieux pour imaginer et comprendre les concepts qui servaient de support aux problèmes, supports qui étaient totalement différents de ceux de leur milieu socio-culturel.

En réalité le but du colonisateur n'était pas de former des mathématiciens africains, mais plutôt des personnes juste capables d'enseigner des rudiments de mathématiques dans les classes car il avait besoin de commis dans l'administration qui sachent écrire et compter.

On comprend alors aisément pourquoi le nombre de mathématiciens africains formés pendant la colonisation se compte au bout des doigts. Cela explique en grande partie la désaffection, dès l'époque coloniale, des élèves d'Afrique noire pour les mathématiques face au manque de modèles et devant la nature particulièrement difficile de la matière et la façon dont elle était enseignée et évaluée. Ce point de départ me paraît essentiel dans l'explication du phénomène.

3.2 L'enseignement et la recherche mathématique en Afrique après les indépendances

3.2.1 L'Enseignement Secondaire

Après les indépendances, les états africains se sont contentés de reconduire dans les lycées et collèges les programmes de mathématiques de l'ancien pays colonisateur, sans se poser la question fondamentale des finalités de l'enseignement des mathématiques dans leur pays.

En réalité ils l'ont fait un peu sous la contrainte car ils n'avaient pas d'enseignants qualifiés de mathématiques sous la main, la quasi-totalité des professeurs de mathématiques dans les lycées sous la colonisation étant des européens. Il fallait faire revenir ceux-là comme coopérants.

Plusieurs années après, sur la période 1965-1973, survint en France la réforme des « mathématiques modernes » pilotée par la Commission Lichnérowicz.

Cette réforme était malheureusement caractérisée par la prédominance des approches formelles et abstraites dans les programmes de mathématiques en France. La grande majorité des élèves et des professeurs africains n'y était pas préparée, pas plus que les français d'ailleurs. Donc ils n'en tirèrent aucun profit.

Les pays africains se sont rendu compte de l'inadaptation de ces programmes de mathématiques à leur réalité et à leur option politique. Ensuite il fallait rendre

les mathématiques plus concrètes, plus attrayantes. Après de nombreux séminaires sous régionaux, les états africains entreprirent de nouvelles réformes visant à «africaniser» davantage les programmes de mathématiques, c'est-à-dire à les adapter au milieu socio-culturel africain sans sacrifier le caractère universel des mathématiques. Ainsi est né un Comité Inter Etats d'Harmonisation des Programmes de Mathématiques (HPM) coordonné par l'Institut de Recherche Mathématique d'Abidjan (IRMA), Côte d'Ivoire et financé par la coopération française et belge. De bons manuels scolaires appliquant le programme HPM ont été édités sous le nom de Collection Inter Africaine de Mathématiques (CIAM) et sont actuellement utilisés dans de nombreux états francophones d'Afrique de l'Ouest.

Mais les dégâts étaient déjà faits et seront difficiles à combler. En effet la situation des Mathématiques en Afrique obéit à un cercle vicieux :

Le faible taux de scolarisation dans la plupart des pays africains renforce le handicap de départ sur l'enseignement et la recherche mathématique par rapport aux pays développés. Il aggrave l'insuffisance du nombre d'étudiants s'engageant dans les filières mathématiques, qui à son tour implique un manque d'enseignants en Mathématique donc une pénurie d'enseignants -chercheurs en Mathématiques dans les universités africaines

3.2.2 L'Enseignement Supérieur en Afrique

Les Programmes d'Enseignement de Mathématiques

Il n'y avait aucune université en Afrique noire francophone à la fin de la colonisation vers les années 60.

Seule l'école de Médecine de Dakar existait depuis 1918 et abritait une première ébauche d'enseignement Supérieur.

La première université d'Afrique noire francophone fut créée à Dakar en 1957.

A partir des années 60 le nombre des universités se multiplia à travers tout le continent africain.

Toutes ces universités proposent actuellement un programme d'enseignement classique complet de mathématiques du premier cycle à la maîtrise.

Certaines ont déjà adopté le système LMD et la majorité s'apprête à l'intégrer.

Les Programmes de recherche en Mathématiques dans l'Enseignement Supérieur en Afrique francophone

On ne peut s'empêcher de poser la question suivante :

La recherche en mathématiques est-elle une nécessité ou un luxe pour l'Afrique ?

Quelle recherche ?

La réponse à cette question ne semble pas évidente pour tout le monde

Bien sûr, en ce qui me concerne, vu le rôle joué par les mathématiques dans le développement, la recherche en mathématiques est une nécessité pour le développement de l'Afrique.

Les mathématiques sont universelles. Elles constituent un patrimoine commun à l'humanité. Chaque pays doit pouvoir y apporter sa petite pierre.

Quelle recherche ?

Il n'y a pas de mathématiques spécialement destinées à l'Afrique. L'Afrique doit persévérer dans la recherche des thèmes mathématiques appropriés susceptibles de combler rapidement son retard. Cela passe par le recensement des domaines

qu'on peut considérer comme prioritaires actuellement. Il faut ensuite définir un programme adéquat de formation et de recherche dans ces domaines. Mais il ne faut imposer de carcan à personne. La recherche mathématique doit être libre, dépouillée de tout dirigisme qui risquerait de tuer la créativité.

La préparation des thèses

L'union Mathématique Africaine (UMA) avait déjà opté pour la recherche quand elle a créé le journal Afrika Matematika lors du Premier Congrès Pan Africain des Mathématiciens tenu à Rabat, Maroc, en 1976. L'objectif majeur de ce journal, c'était de promouvoir la recherche mathématique faite en Afrique.

La quasi-totalité des universités francophones africaines avait opté pour la recherche mathématique

Aucun pays africain n'a encore un centre véritable de recherche mathématique. Cependant,

des thèses de doctorat unique en Mathématiques sont soutenues actuellement dans la plupart des universités africaines et dans des domaines variés, même si le rythme de production de ces thèses est encore modeste car tributaire des conditions locales médiocres de recherche.

Certaines de ces thèses sont entièrement conçues, préparées et soutenues sur place. D'autres sont préparées en co-tutelle avec certaines universités françaises.

Des séminaires de recherche sont animés de façon hebdomadaire dans certaines grandes universités d'Afrique noire francophone dont Abidjan et Dakar.

Les thèmes de recherche couvrent tout le spectre classique qu'on rencontre dans les universités des pays développés.

Les résultats de ces recherches sont publiés indifféremment dans des revues européennes, américaines ou africaines.

Les revues mathématiques éditées en Afrique

Parmi les journaux de recherche en Mathématiques entièrement édités en Afrique et paraissant régulièrement, le plus important est de loin Afrika Matematika.

Afrika Matematika est le journal de l'Union Mathématique Africaine. Il publie des articles de recherche dans tous les domaines des mathématiques et de leurs applications. C'est une revue indexée avec de Referees internationaux.

Tous les articles publiés dans Afrika Matematika sont reviewés dans des revues internationales telles que Zentralblatt für Mathematik, Math Reviews etc..

Il paraît régulièrement, à raison d'un volume an moins par an, depuis 1991.

Les autres revues africaines de recherche mathématique, celles qui n'ont pas encore cessé d'exister, paraissent en général irrégulièrement. Citons -en deux : Afrika Statistika qui a été créé en 2005 et qui depuis sa création n'a édité que deux volumes.

Il y a aussi la revue ARIMA (revue africaine de la recherche en informatique et mathématiques appliquées) qui est née d'une collaboration scientifique Nord/Sud de longue date menée dans le cadre des activités CARI (Colloque Africain pour la Recherche en Informatique). Son domaine scientifique recouvre tous les sujets de recherche de l'informatique et des mathématiques appliquées.

Les problèmes fondamentaux de toutes ces revues, sont d'abord d'ordre financier.

Dans le cas du journal Afrika Matematika, seule l'UNESCO aide de temps en temps pour l'édition de certains volumes. Pour le reste, une fois que le manuscrit d'un auteur est accepté, nous lui demandons une contribution modique de 20 000 F CFA (l'équivalent de 30 euros).

Ce journal ne vit que grâce aux frais d'abonnement de certaines universités européennes ou américaines.

Les Département de mathématiques des différentes universités africaines ne souscrivent pas d'abonnement au journal Afrika Matematika, prétextant l'inexistence de budget.

Les tendances actuelles de la recherche mathématique en Afrique noire francophone

Publications faites dans Afrika Matematika

Suivant les 150 dernières publications faites dans le journal Afrika Matematika, trois domaines se détachent assez nettement en tête : La Géométrie Différentielle, l'Algèbre Commutative et l'Analyse Numérique.

Voici le classement dans Afrika Matematika :

Géométrie Différentielle 16,02 %, Algèbre Commutative 14.7%, Analyse Numérique 12.7%, Algèbres associatives et non associatives 10%, Théorie du Contrôle et Modélisation 9.61%, Mécanique 6.41%, Théorie des anneaux 5.12%, Analyse Harmonique 4.48%, Analyse complexe 3.84%, Groupes et Algèbres de Lie 3.20%, EDP 3.20%, Probabilités 2.56 %, Géométrie Algébrique 1.92 %, Algèbre de la génétique des populations 1.28%, Théorie du potentiel 1.28%, Analyse p-adique 1.28 %, Statistique 1.28%. Biomathématique 0.6 %.

Publications faites dans d'autres revues

Nous n'avons pas de statistique sur les publications faites dans d'autres revues africaines ou extérieures à l'Afrique par les auteurs africains résidant en Afrique.

Mais suivant les différents compte - rendus de colloques, conférences, séminaires, à côté de vieux domaines tels que la Géométrie Différentielles, l'Algèbre Commutative ou les Statistiques, les domaines suivants sont en plein essor : cryptographie, modélisation, Applications à la Biologie, etc..

4 Solutions

Dans l'Enseignement secondaire

Les états africains doivent faire l'effort d'augmenter le budget consacré à l'Enseignement

Il faut développer l'enseignement de la Didactique en mathématiques.

Il faut accroître l'utilisation des NTIC dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques en offrant des ordinateurs dans les lycées et collèges

Dans l'Enseignement supérieur

Dans l'Enseignement Supérieur, les mathématiciens africains doivent s'orienter également en plus grand nombre vers les mathématiques discrètes, la modélisation, la Biomathématique etc.. face aux problèmes de santé publique que constitue par exemple le sida, le paludisme etc.

Aucune université d'Afrique noire francophone ne possède actuellement la capacité humaine et financière de créer un véritable centre de recherche mathématique de niveau international :

équipement des laboratoires en livres d'enseignement et de recherche, ordinateurs en nombre suffisant, abonnement à Internet, facilités de téléchargement d'articles mathématiques, recrutement de chercheurs etc..

Il y a un besoin réel d'aide internationale en moyens humains et financiers.

L'une des solutions trouvées par la communauté mathématique africaine faisant appel aux échanges Sud-Sud ou Nord-Sud est la création de nombreux réseaux par spécialité.

Les réseaux africains de Mathématiques

De nombreux réseaux africains sont nés dans cet esprit, la plupart à partir des années 90. On peut citer :

Le RAIST, Réseau Africain des Institutions Scientifiques et Technologiques, le GIRAGA,

le CARMA, Conférence Africaine de Recherche en Mathématiques Appliquées, créée en 2005 à Saint Louis, Sénégal,

l'African Mathematics Millennium Science Initiative (AMMSI) (Initiative des Sciences du Millenium pour les Mathématiques en Afrique) qui a été créé en 1999 à Nairobi avec comme objectifs, entre autres, de développer des capacités en Sciences et Technologie à travers des programmes de recherche et de formations intégrés, planifiés et pilotés par des scientifiques locaux,

le RAMAD Réseau Africain de Mathématiques Appliquées au Développement, créé en 1999 à Ouagadougou (Burkina Faso),

le Réseau EDP, Modelisation et Contrôle, créé en 1999,

le RAGAAD Réseau Africain d'Algèbre et Géométrie Appliquée au Développement, créé en 2003 à Trieste,

le RAMA Réseau Africain d'Analyse Mathématique, créé en 2005 à Abidjan etc.

Les Commissions de l'Union Mathématique Africaine

La création des réseaux est venue en complément aux différentes commissions qui avaient été créées par l'Union Mathématique Africaine (UMA) lors du second congrès Pan Africain des mathématiciens tenu à Jos, Nigéria, en 1986, chacune ayant des tâches précises en rapport direct avec son intitulé : la commission Enseignement des Mathématiques, la commission Femmes et Mathématiques, la Commission sur l'Histoire des Mathématiques en Afrique et la Commission sur les Olympiades Pan Africaines de Mathématiques (OPAM).

La commission Enseignement des Mathématiques n'a pas été suffisamment active et la commission Femmes et Mathématiques a été inexistante malgré le sérieux problème de genre qui se pose avec acuité en Afrique. On sait que la plupart des filles et des femmes africaines fuient les mathématiques au profit des lettres et des autres sciences.

Par contre le journal Afrika Matematika et les deux dernières commissions ont pleinement joué le rôle qui leur avait été attribué par l'UMA.

Une mention spéciale doit être décernée au Professeur Nouzha El Yacoubi, la Présidente de la Commission des OPAM qui a réussi l'exploit de sensibiliser et de mobiliser de nombreux pays africains autour des Olympiades Pan Africaines de Mathématiques et qui su créer au sein de la jeunesse africaine beaucoup d'engouement pour les mathématiques. Elle a organisé, jusqu'à ce jour, 18

éditions des OPAM. Elle a également créé un symposium appelé PAMOSTAR, Pan African Mathematics Olympiads Symposium for Training and Research qui est destiné à la formation des encadreurs des élèves pour les OPAM. Le PAMOSTAR en est actuellement à sa 6^{ème} édition.

Comme retombées positives, plusieurs lauréats des OPAM ont reçu de l'Agence Marocaine de Coopération Internationale, des bourses d'études dans les meilleures Ecoles Préparatoires du Maroc. Certains d'eux, après leur diplôme d'ingénieur obtenu brillamment au Maroc, sont en train de préparer leur thèse de doctorat en Mathématiques actuellement en France.

Quant au journal Afrika Matematika, grâce au sérieux de son Comité de Rédaction dans l'instruction des articles qu'il publie, il a énormément contribué à la promotion des carrières de nombreux jeunes chercheurs africains exerçant dans les universités africaines francophones. En effet grâce à leurs publications faites dans le journal Afrika Matematika, un grand nombre d'entre eux a obtenu son inscription sur la Liste d'Aptitude aux Fonctions de Maître Assistant (resp. Maître de Conférences, Professeur titulaire) du Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur (CAMES)

La commission sur l'Histoire des Mathématiques en Afrique sous la direction du Professeur Gerdes a forcé le respect et l'admiration de la Communauté Mathématique Internationale. Elle a édité plusieurs fascicules sur les réalisations géométriques des femmes africaines dans la fabrication des paniers et d'autres formes d'arts. Elle a fait également beaucoup d'études qui font autorité sur l'histoire des Mathématiques en Afrique.

L'aide Internationale

L'extrême pauvreté du continent, l'état de sous développement inquiétant des états africains font que le budget réservé à l'Enseignement d'une manière générale dépasse rarement 20 % du budget global sauf le Sénégal où ce budget dépasse 40 %.

Les réseaux sont généralement financés par des institutions internationales telles que l'Union Mathématique Internationales (UMI), le Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA) financé par la France, le Centre International de Physique Théorique (ICTP) financé par l'Italie, l'International Science Programme (ISP) de l'Université d'Uppsala.

Mais ces aides sont de loin insuffisantes devant l'ampleur des besoins.

Selon l'adage qui dit que "l'orphelin n'a pas de totème", il est plus que jamais nécessaire que les mathématiciens africains se tournent résolument vers les bailleurs de fonds, les Institutions Internationales et aussi la communauté mathématique des pays développés.

La multiplication des accords bilatéraux entre les universités africaines et leurs homologues européennes peut être une des solutions du moment. Il en est de même de la création d'autres réseaux mathématiques.

C'était là quelques réflexions personnelles très sélectives sur les mathématiques d'aujourd'hui en Afrique que je voulais vous livrer

Je vous remercie