Afrique :
le choix de la science
l'exemple de l'initiative AIMS

sous la direction de

Vincent Rivasseau

avec la collaboration de

Mireille Chaleyat-Maurel

Daniel Iagolnitzer

Editions IRD

Afrique :

le choix de la science

l'exemple de l'initiative AIMS

sous la direction de

Vincent Rivasseau

avec la collaboration de

Mireille Chaleyat-Maurel

Daniel Iagolnitzer

Couverture :

Crédit photo : Eric Maulavé

Avant-Propos

Ce livre fait suite à la conférence internationale

Afrique : le choix de la science
l'exemple de l'initiative AIMS

qui s'est tenue à la maison de l'UNESCO à Paris les 14 et 15 Avril 2011.

La conférence, organisée par l'Association pour la promotion scientifique de l'Afrique avec le soutien du secteur des sciences naturelles et en partenariat avec la délégation du Sénégal auprès de l'UNESCO a rassemblé durant deux jours entiers dans la salle II de la maison de l'UNESCO à Paris une audience distinguée comprenant de nombreuses personnalités du monde scientifique et politique français en lien avec le développement scientifique de l'Afrique ainsi que de nombreux jeunes Africains, et notamment une forte délégation d'anciens élèves de AIMS-Afrique du Sud.

Mme Irina Bokova, directrice de l'Unesco a prononcé le discours de bienvenue. La séance inaugurale a été ouverte par le Pr. Vincent Rivasseau, président de la conférence. Elle s'est poursuivie par l'intervention de Mme le Pr. Gretchen Kalonji, sous-directrice du secteur des sciences. Le discours enregistré de Mme Valérie Pécresse, ministre de l'enseignement supérieur et de la Recherche de la France, a confirmé le très fort soutien de la France à l'initiative AIMS et le don par celle-ci d'un terrain en pleine propriété à la Fondation AIMS-Sénégal. Enfin les interventions de SE Jean-Marie Adoua, Rama Yade et Papa Momar Diop, ambassadeurs du Congo, de la France et du Sénégal auprès de l'UNESCO ont clôturé cette première séance.

Le premier jour a été consacré au grand thème de la science en Afrique et aux politiques institutionnelles en ce domaine, avec les exposés pléniers de Mme le Pr. Barré-Sinoussi, prix Nobel de médecine, centré sur les bienfaits de la science pour la santé, et du Pr. Neil Turok, fondateur de AIMS. Une très forte délégation officielle du Sénégal comprenait les Pr. Tidiane Ba, ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche du Sénégal, M. Ismaila Mbaye, conseiller pour l'éducation du Président Wade, le Pr. Saliou Ndiaye, recteur de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), et le Pr. Mamadou Sanghare, directeur de l'institut AIMS-Sénégal, qui tous à titres divers ont souligné l'engagement exceptionnel de leur pays en faveur de l'éducation, de la science et de l'initiative AIMS.

Le Canada était représenté par le Pr. Howard Alper, président du conseil pour la science et l'innovation, qui a expliqué pourquoi son pays avait décidé de financer à hauteur de 20 millions de dollars l'initiative AIMS. Le NEPAD était représenté par Philippe Mawoko, suite au regretté désistement de son président SE Ibrahim Mayaki requis d'urgence à Washington par l'actualité. Le Dr Michael Hörig a souligné l'engagement de la DAAD allemande qui propose des bourses d'études et la création d'une chaire internationale AIMS. Le Centre international de physique théorique de Trieste et le Centre international de mathématiques pures et appliquées se sont exprimés par la voix de son directeur le Pr. Fernando Quevedo et de sa présidente Mme le Pr. Tsou Sheung Tsun. Le Pr. Daniel Iagolnitzer a parlé au nom des fondations privées qui soutiennent AIMS-Sénégal.

Le lendemain les grands moments de la conférence ont été l'exposé plénier du Pr. Cédric Villani, médaille Fields 2010, qui revenait de Dakar et a expliqué de façon très complète et convaincante la nécessité de développer les mathématiques en Afrique, les exposés des Pr. Fritz Hahne, Barry Green et Mamadou Sanghare directeurs des instituts AIMS du Cap et du Sénégal, mais aussi les témoignages variés, émouvants et engagés, des anciens élèves et tuteurs de AIMS qui étaient nombreux à se succéder à la tribune.

Mentionnons aussi parmi les faits marquants de la journée l'exposé plénier du président de l'IRD Michel Laurent et la signature solennelle des trois accords de partenariat de AIMS-Sénégal avec les universités Pierre et Marie Curie, Paris Sud et UCAD, toutes représentées par leurs présidents ou leur recteur. Le doyen de la faculté des sciences d'Ottawa, André Lalonde a rappelé l'accord pionnier signé par son université en octobre dernier. Enfin une table ronde a effectué le riche bilan de ces deux journées et répondu aux questions de la salle.

Dans cette salle on pouvait croiser, aux côtés des membres de l'association APSA, le Pr. Kontsevich, médaille Fields et parrain d'AIMS-Sénégal, ou bien les Pr. Bernard Belloc, conseiller du Président Sarkozy pour les universités et Jean Sarrazin, conseiller pour l'éducation du premier ministre Fillon, ainsi que de nombreux autres scientifiques et membres des délégations de l'UNESCO. La conférence a comporté une animation sénégalaise festive et a été suivie dans sa totalité par la caméra d'*Africa24*. C'était de l'avis de tous les participants un temps très

fort d'espoir et d'engagement au service de la science en Afrique et de l'initiative AIMS.

Nous remercions chaleureusement tous les sponsors de la conférence, l'Association pour la Promotion Scientifique de l'Afrique, la Division des Sciences de l'UNESCO, la Fondation Daniel Iagolnitzer, le Centre National de la Recherche Scientifique, l'Institut Perimeter, Canada, l'Institut de Recherche pour le Développement, l'African Institute for Mathematical Sciences et le Centre International Abdus Salam pour la Physique théorique.

Vincent Rivasseau

Remerciements

Tant l'organisation de la conférence que la réalisation de ce livre ont bénéficié de l'aide et du concours d'un grand nombre de personnes.

Nous tenons en premier lieu à remercier tous les membres de l'Association pour la Promotion Scientifique de l'Afrique, et tout particulièrement les membres de son bureau, Mireille Chaleyat-Maurel, Daniel Iagolnitzer, Jean-François Joanny, Jacques Magnen, Stéphane Ouvry et Pierre Schapira, ainsi que Cédric Villani. Sans eux la conférence n'aurait pu voir le jour.

Un grand merci aussi à Mme Gretchen Kalonji et à Mme Pascale Murugaiyan de la Division des Sciences de l'Unesco, ainsi qu'à SE Papa Momar Diop et à Mme Paulette Correa de la Délégation permanente du Sénégal auprès de l'UNESCO. Ils ont aplani toutes les difficultés.

Enfin la conférence a été un succès grâce à l'engagement de tous les conférenciers, qui pour y participer ont pris sur leur agenda souvent très chargé, et des étudiants du programme AIMS, dont la présence et les interventions formèrent la vivante illustration de notre propos.

Vincent Rivasseau

Conférence
Afrique : le choix de la science
l'exemple de l'initaitive AIMS

organisée par l'Association
pour la Promotion Scientifique de l'Afrique
les 14 et 15 avril 2011
à la Maison de l'UNESCO

Président de la conférence

Vincent Rivasseau, physicien, président de l'APSA

Parrainages/Sponsors

Association pour la Promotion Scientifique de l'Afrique

Division des Sciences de l'UNESCO

Fondation Daniel Iagolnitzer

Centre National de la Recherche Scientifique

Institut Perimeter, Canada

Institut de Recherche pour le Développement

African Institute for Mathematical Sciences

The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics

Intervenants

Mme I. Bokova,
Directrice générale de l'UNESCO

Mme G. Kalonji,
Sous-Directrice générale pour les sciences exactes et naturelles de l'UNESCO

Mme Valérie Pécresse,
Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

S.E.M. Jean-Marie Adoua,
Ambassadeur, Délégué permanent du Congo auprès de l'UNESCO, Président du Groupe africain

S.E. Mme Rama Yade, Ambassadeur, Ambassadeur Délégué permanent du Sénégal auprès de l'UNESCO

S.E.M. Papa Momar Diop,
Ambassadeur Délégué permanent du Sénégal auprès de l'UNESCO

Mme F. Barré-Sinoussi,
Prix Nobel de médecine, Institut Pasteur

M N. Turok,
Directeur du Perimeter Institute (Canada) ; Fondateur de AIMS

M I. Mayaki,
Président du NEPAD, représenté par **M. P. Mawoko**

M H. Alper,
Président du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation du Canada

M Tidiane Ba,
Ministre de la Recherche et de l'enseignement supérieur du Sénégal ;

M M. Hörig,
Chef de la Section Afrique Occidentale et Centrale, DAAD, Allemagne

M F. Quevedo,
Directeur, ICTP Trieste

Mme Tsou Sheung Tsun,
Présidente du CIMPA

M V. Rivasseau,
Président de l'APSA

M D. Iagolnitzer,
Fondation Daniel Iagolnitzer

M C. Villani,
Directeur de l'Institut Henri Poincaré, Médaille Fields 2010

M F. Hahne,
Directeur émérite de AIMS (Afrique du Sud)

M B. Green,
Directeur de AIMS (Afrique du Sud)

M M. Sanghare,
Directeur de AIMSSénégal

M M. Laurent,
Président Directeur Général de l'IRD

M. A. Lalonde,
Doyen de la Faculté des Sciences de l'université d'Ottawa

M S. Ndiaye,
Recteur de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar

M J.-C. Pomerol,
Président de l'université Pierre et Marie Curie

M G. Couarraze, Président de l'université Paris-Sud

Etudiants et étudiantes de AIMS

Table des Matières

Allocations d'ouverture

Irina Bokova	*Allocation d'ouverture*	3
Vincent Rivasseau	*Allocation d'ouverture*	7
Gretchen Kalonji	*Allocation d'ouverture*	13

Partie I : L'importance de la science en Afrique

Cédric Villani	*Pourquoi les mathématiques en Afrique ?*	19
Françoise Barré-Sinoussi	*Pourquoi la science en Afrique ? le cas du VIH-Sida et autres maladies*	53
Michel Laurent	*L'apport des nouvelles technologies au développement de l'Afrique : L'exemple des données satellitaires*	79

Partie II : L'initiative AIMS

Vincent Rivasseau	*AIMS-Sénégal*	101
Daniel Iagolnitzer	*Pourquoi et dans quel esprit soutenir l'AIMS-Sénégal ? Le point de vue d'un mécène fondateur scientifique*	113
Etudiants de AIMS	*Témoignages*	121

Annexe

Tsou Sheung Tsun	*CIMPA and its activities in Africa*	137

Allocutions

d'ouverture

de la conférence

Allocution de Mme Irina Bokova
Directrice générale de l'UNESCO

S.E. Papa Momar Diop, Ambassadeur, Délégué permanent du Sénégal auprès de l'UNESCO,

S.E. Rama Yade, Ambassadeur, Délégué permanent de la France auprès de l'UNESCO,

S.E. Jean-Marie Adoua, Ambassadeur, Délégué permanent du Congo auprès de l'UNESCO,

Madame Françoise Barré-Sinoussi, lauréat du Prix Nobel de médecine 2008,

Monsieur Cédric Villani, lauréat de la médaille Fields 2010,

Excellences,

Mesdames et Messieurs,

Soyez les bienvenus à l'UNESCO.

J'aimerais exprimer ma plus vive reconnaissance aux autorités sénégalaises, ainsi qu'aux représentants de l'Association pour la promotion scientifique de l'Afrique et AIMS-Sénégal, qui ont permis l'organisation de cette conférence. J'aimerais également remercier très chaleureusement la Délégation permanente du Sénégal auprès de l'UNESCO et en particulier Monsieur l'Ambassadeur Papa Momar Diop, pour leur importante contribution à l'organisation de cette Conférence, ainsi que pour leur soutien continu à nos programmes.

Les Mathématiques sont à la base de la science, et sont essentielles au développement économique d'un pays. L'Afrique peut et doit participer davantage

au mouvement de la recherche, de la formation, de l'accès aux sciences mathématiques. Beaucoup d'initiatives (olympiades mathématiques, camps mathématiques...) dans plusieurs pays (Sénégal, Côte d'ivoire, Madagascar...) montrent que les jeunes sont intéressés et il est important de les accompagner. Les filles montrent un engouement particulier pour les mathématiques, qui peuvent par conséquent être un levier considérable pour faire avancer l'égalité entre les sexes. Nous avons le devoir d'exploiter cette opportunité au maximum.

Ladies and Gentlemen,

Mathematics provides both the foundation and the building materials for developing science as a whole and for crafting more resilient societies. The current decline in science teaching and education must be halted and reversed. Without mathematics, we cannot create the scientifically-literate societies that are necessary today to make the most of change. Mathematics is a natural platform for networks and connections.

UNESCO's Category 2 Centre, the International Centre for Pure and Applied Mathematics is an excellent example of this power. This International Centre develops mathematics at a research level through the organization of two-week long research programs in developing countries. There are 15 such research programs organized every year. In 2011, six programs will take place in Africa (4 of which in Sub-Saharan Africa). These have always been UNESCO's goal - to promote the teaching of mathematics in order to harness the power of science for stronger and more sustainable development.

In this endeavor, UNESCO works closely with the Academy of Sciences for the Developing World. The newly appointed Executive-Director, Mr Romain Murenzi is an eminent African mathematician and a member of the board of the African Institute of Mathematical Sciences (AIMS). This is a timely and excellent initiative. I wish to thank once again the Senegalese authorities, especially Ambassador Papa Momar Diop, for his leadership and vision. I thank also France and Germany for their important support to AIMS. I am convinced that we

can do more to tap into the potential of mathematics, with young and old people, girls and boys, as a force to bring people together, to strengthen societies and to drive healthy growth.

UNESCO will spare no effort in supporting the development of science and mathematics in Africa. This event today is but one example of this commitment. Thank you very much

Allocution de M. Vincent Rivasseau

Président de l'APSA

Excellences, Mesdames et Messieurs les Professeurs, Chers étudiants, Mesdames, Messieurs,

C'est un grand honneur pour moi de déclarer maintenant ouverte la conférence "Afrique : Le choix de la science, l'exemple de l'initiative AIMS", qui va réunir pendant deux jours de très éminents scientifiques et des personnalités engagées à divers titres dans le développement et la promotion scientifique de l'Afrique.

Ma première pensée est pour vous remercier d'être si nombreux, si jeunes et si Africains autour de nous. Le continent berceau de notre humanité, celui qui abrita, notamment en Egypte, les travaux de certains des plus grands savants de l'Antiquité et du Moyen Age, d'Eratosthène qui y mesura le premier la Terre à Ptolémée, premier créateur d'un modèle mathématique cohérent du système solaire, ou à Ibn al Haytham, fondateur de l'optique, ce continent n'est plus associé aujourd'hui suffisamment à l'idée de science.

Pourtant une véritable renaissance scientifique est indispensable en Afrique. Le continent africain devrait rassembler le quart des jeunes de l'humanité d'ici trente ans. Le choix d'y développer la science et ses applications technologiques les plus avancées est crucial. Ce choix n'est pas encore gagné, il doit être à la fois le choix de l'Afrique et celui du reste du monde. Les pays africains trouveront ainsi à stabiliser chez eux des cadres compétents formés à la rationalité scientifique

pour développer leur économie, leurs services publics et résoudre durablement les immenses défis de la nutrition, de l'éducation, de la santé, de l'urbanisation et de la préservation de l'environnement. Le reste du monde doit investir rapidement et massivement dans cette direction afin d'accompagner et d'accélérer cette évolution de l'Afrique, qui permettra d'éviter les très grands dangers liés aux déséquilibres actuels et d'atteindre au plus vite un équilibre plus juste et plus sûr pour l'ensemble de la planète.

Le but de cette conférence est de souligner l'urgence d'initiatives panafricaines coordonnées à l'échelle du continent et soutenues le plus largement possible par la communauté internationale pour enraciner et développer rapidement des activités scientifiques du meilleur niveau dans toute l'Afrique, et y enrayer la fuite des cerveaux. L'accent sera mis plus particulièrement sur la présentation détaillée de l'initiative AIMS, qui propose, à partir du modèle d'un premier institut au Cap de créer un réseau de quinze instituts scientifiques connectés entre eux et formant chaque année des centaines d'étudiants Africains.

L'initiative AIMS est unique par sa vision panafricaine associant enseignement et recherche fondamentale, avec un curriculum à spectre large et une pédagogie innovante mettant l'accent sur la réflexion et la pensée critique. Les étudiants et étudiantes bénéficient d'une prise en charge complète sous forme d'une bourse d'études, d'un accès permanent à l'informatique et à internet, d'une interaction étroite avec des tuteurs à temps plein et d'excellents professeurs venus du monde entier. Cette

initiative vous sera décrite en détail et la conférence inclura en particulier une présentation de l'institut AIMS-Sénégal, prochaine pierre angulaire de ce réseau, et de ses différents partenaires, dont l'Institut de Recherche pour le Développement qui en a fait un élément majeur du centre international de recherche et d'enseignement en préparation à Mbour. Nous souhaitons inciter de nombreux partenaires publics et privés à investir dans cet équipement scientifique de première importance pour le Sénégal et pour toute la région d'Afrique de l'Ouest.

Nous entendons souvent encore que l'Afrique ne serait pas culturellement prête pour la science moderne, ou bien qu'il faudrait s'y limiter à des recherches appliquées, voire rudimentaires. Je souhaite que notre conférence contribue à faire voler en éclats ces préjugés encore tenaces. En Europe ou aux Etats-Unis ce sont les scientifiques et les ingénieurs, les Newton, les Franklin, les Pasteur ou les Edison qui ont précédé, éclairé et guidé le progrès économique et social et qui ont décuplé le rythme de son développement. De l'Amérique du Sud à l'Inde ou à la Chine d'aujourd'hui, l'universalité de la rationalité scientifique se révèle capable de franchir toutes les frontières, de transcender toutes les barrières ethniques sociales, culturelles, linguistiques et religieuses. Il en sera de même en Afrique, et c'est de ces passeurs de frontières là qu'elle a besoin.

L'Afrique a besoin de la science, mais le monde a besoin aussi des scientifiques Africains. Je le dis nettement : il n'est plus tolérable que le talent des grands scientifiques potentiels qui naissent aujourd'hui en Afrique ne puisse

s'épanouir pleinement faute de structures ou de moyens suffisants. Un tel gâchis ne saurait être souffert plus longtemps par l'humanité. Afrique, science : du simple choc de ces deux mots jaillit déjà une étincelle créatrice. Et dans les choix qu'ils préfigurent, c'est toute l'aurore d'un avenir meilleur qui se dessine.

Excellences, Mesdames et Messieurs les Professeurs, chers étudiants, Mesdames, Messieurs,

Je voudrais remercier maintenant toutes les personnes et les institutions qui ont permis cet événement, et au premier rang, Mme le Professeur Gretchen Kalonji, Sous Directrice générale pour le secteur des sciences exactes et naturelles à l'UNESCO et M. l'ambassadeur Papa Momar Diop, délégué permanent du Sénégal auprès de l'UNESCO qui nous accueillent aujourd'hui.

Cette conférence est organisée par l'Association pour la Promotion Scientifique de l'Afrique en partenariat avec la délégation du Sénégal auprès de l'UNESCO. Chers amis du comité d'organisation de l'APSA, chères Mesdames Paulette Correa et Pascale Murugayian et vous tous personnels de la délégation du Sénégal et du secteur des sciences de l'UNESCO, soyez chaleureusement remerciés. C'est votre engagement enthousiaste, votre travail qui est allé jusqu'au dévouement qui ont permis à cette conférence de nous rassembler. Mme l'ambassadeur Rama Yade, M. l'ambassadeur Jean-Marie Adoua, président du groupe des ambassadeurs africains a l'Unesco, M. Tidiane Ba, le Ministre de la Recherche et des Universités du Sénégal, M. Ismaila Mbaye, Ministre-Conseiller pour l'Education de Maître Abdoulaye Wade, Président de la République du

Sénégal, M. Saliou Ndiaye, Recteur de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar et vous tous, hôtes distingués, merci de nous faire l'honneur de votre présence en cette séance d'ouverture.

Je voudrais aussi remercier maintenant les institutions qui par leur soutien financier ont permis la tenue de cette conference, l'Association pour la Promotion Scientifique de l'Afrique, le Secteur des Sciences de l'UNESCO, la Fondation Daniel Iagolnitzer, l'Institut Perimeter au Canada, le Centre National de la Recherche Scientifique et l'Institut de Recherche pour le Développement en France, la Fondation AIMS au Royaume-Uni, et le Centre International de physique théorique Abdus Salam à Trieste en Italie. Enfin mon dernier mot est pour vous, chers étudiants, et notamment chers étudiants de AIMS qui êtes ici nombreux. Cette conférence est la vôtre.

Allocution de Mme Gretchen Kalonji
Sous-Directrice générale
pour les sciences exactes et naturelles de l'UNESCO

Honorable Ministre, Excellence, Messieurs,

Permettez-moi tout d'abord de souhaiter la bienvenue au Ministre délégué et aux représentants nationaux ainsi qu'à l'ensemble des participants à cet évènement. J'aimerais exprimer ma reconnaissance aux autorités sénégalaises, ainsi qu'aux représentants de l'Association pour la Promotion Scientifique de l'Afrique et l'AIMS Sénégal qui ont permis l'organisation de cette initiative et jouent un rôle important en mettant sur le devant de la scène le rôle de la science, afin de répondre aux défis auxquels l'humanité fait face aujourd'hui.

Enfin, permettez-moi de remercier la délégation permanente du Sénégal auprès de l'UNESCO et en particulier l'ambassadeur Papa Momar Diop pour leur importante contribution à l'organisation de cette conférence ainsi que pour leur soutien continu à nos programmes.

En accord avec les besoins liés au développement durable de l'Afrique, qui constitue l'une des priorités pour l'UNESCO, cette conférence est d'autant plus d'actualité qu'elle présente un modèle concret d'outils pouvant contribuer au développement de la science, de la technologie et leur application en Afrique et ainsi répondre aux défis auxquels fait face le continent.

Mesdames et Messieurs, excuse me if I begin to make a few other remarks in English and share some personal thoughts with you.

First of all it is a great honor for UNESCO to be involved in and hosting this important event and I am also greatly honored by your presence and the good turn out to the session. For all of us here the importance of science and engineering for sustainable development is clear. We have no doubt about that. So like the rest of the world, of course, the African continent needs science, but, as Professor Rivasseau has pointed out, the world needs African science also, and we need high quality science.

I would like to touch also another important point, which is the balance between basic science and applied science. I believe it is absolutely fundamental and crucial that there should be a mix from the most basic to the most applied interdisciplinary science, and in fact, those kinds of mixtures applied to practical challenges are really the current direction of cutting edge interdisciplinary science. One of the things that excites me so much about the AIMS initiative is that through the choice of research, the integration of important research questions into the curriculum, the young mathematicians and scientists at AIMS are getting that kind of interdisciplinary creative approach to modern science. Of course, the pool of the talents that we are able to involve is just enormous, and I am so, so very happy today to see some of those students. So welcome to UNESCO, we hope you get a chance to learn about UNESCO, and we will do anything we can to give you more opportunities to think even about potential

careers at UNESCO, collaborate with the UNESCO in the future. So thank you so much for being here today.

AIMS is important for its pan African vision, for the creativity of its approach, and for the ambitious scale and quality in international science, because it is an exciting vision, it has been able to attract some of the best mathematicians from all around the world to work together with these outstanding young people. Again, it is a great honor for us to humbly have the opportunity to participate in this initiative, and I will be looking for time to finding new more powerful and lasting ways for UNESCO to collaborate to this initiative unfolds. Again, thank you for being here and have fun today and tomorrow, we are going to have a great set of presentations and session.

Merci, Monsieur le Président, pour votre invitation à présenter les raisons qui ont poussé mon institution à s'impliquer dès le départ dans la création de l'AIMS-Sénégal.

Partie I

L'importance

de la science en Afrique

Pourquoi les mathématiques en Afrique ?

Cédric Villani [1]

Bonjour et merci pour l'invitation, c'est un grand honneur de parler ici devant cette audience mélangée.

Pourquoi les mathématiques en Afrique ?

Bien sûr, la science est un enjeu majeur pour l'économie et pour la société, comme cela a été évoqué hier par Mme Barré-Sinoussi. Et toutes les sciences sont utiles, il en faut partout, en Afrique comme ailleurs. A la question "Pourquoi les mathématiques en Afrique ?" on pourrait donc répondre "bien sûr" et s'arrêter là, et gagner sur l'horaire de la conférence. Bien entendu, ce n'est pas ainsi qu'il faut comprendre la question.

Avec l'Institut AIMS-Sénégal, et plus généralement l'initiative AIMS, une opération de grande ampleur se prépare autour des mathématiques en Afrique. On va investir beaucoup, on peut se demander pourquoi investir dans les mathématiques plutôt qu'autre chose. Bien sûr on ne va pas investir que dans les mathématiques, mais pourquoi insister sur cet aspect maintenant, alors que l'Afrique a besoin de tant de choses ?

Posée ainsi, la question est plus facile à appréhender. Nombreuses sont les difficultés en Afrique, de toutes sortes. On le lit dans les journaux, on le constate aussi sur place. J'ai passé une semaine à Dakar dans le cadre d'une école de recherche du Centre International de Mathématiques

[1] Récipiendaire de la médaille Fields, Professeur, Université de Lyon & Institut Henri Poincaré

Pures et Appliquées, je peux vous dire que ce qui frappe tout de suite c'est la pollution de l'atmosphère - c'est un asthmatique qui vous parle. Et il y a la pollution de l'eau, qui vous empêche de profiter des magnifiques plages, et d'ailleurs ces plages sont menacées puisqu'elles s'érodent, certaines à la vitesse d'un mètre par an ! Et puis il y a les coupures de courant, je ne dirais pas qu'elles sont incessantes mais elles sont fréquentes, accueillies d'ailleurs par des rires et dans la bonne humeur.

Beaucoup de problèmes donc au Sénégal, et encore nous savons bien que le Sénégal est, au sein de l'Afrique, l'un des pays les mieux organisés, les plus dynamiques, les plus ouverts vers l'international, les plus à même de répondre à ces problèmes. Dans d'autres pays d'Afrique, on trouvera l'instabilité politique où la guerre, les épidémies, la sécheresse... Voici quelques-uns des sujets dont on discutait dans la presse avant-hier au Sénégal : la guerre en Côte d'Ivoire, le VIH dans l'Afrique subsaharienne, la violence, la protection de l'enfance, l'énergie...

Dans ces conditions, est-ce que les arts abstraits comme la mathématique, les nourritures spirituelles, sont si urgents ? Ne faut-il pas commencer par les nourritures matérielles et des actions concrètes ?

Je vais défendre la thèse dans cet exposé que, bien au contraire, les mathématiques doivent figurer parmi les priorités.

Comme plusieurs intervenants l'ont déjà rappelé hier, le progrès, de nos jours, passe par l'innovation et la recherche. Il n'y a plus guère de trésors cachés à découvrir, l'environnement a été exploité jusqu'à la mœlle partout

dans le monde, le progrès passe donc par une meilleure utilisation des ressources, par des découvertes scientifiques et technologiques. Innovation et recherche sont les maîtres mots.

Côte d'Ivoire

Peur et chaos à Abidjan au premier jour de l'après-Gbagbo

LE SOLEIL - MERCREDI 13 AVRIL 2011

VIH/SIDA

90 % des nourrissons infectés sont en Afrique subsaharienne

La consultation régionale sur l'élimination de la transmission mère-enfant du Vih/Sida en Afrique de l'Ouest et du Centre est ouverte hier. Selon les experts, 90% des 370.000 nourrissons infectés, chaque année, vivent en Afrique sub-saharienne.

Le Bénin, le Burkina Faso, le Cameroun, la Centrafrique, le Congo, la République démocratique du Congo, le Gabon, le Ghana, le Nigeria, le Tchad, le Togo et le Sénégal cherchent à booster leur taux de couverture de la Prévention de la transmission de la mère à l'enfant (Ptme). Car, l'Afrique de l'Ouest et

seront des stratégies d'amélioration de la couverture en Ptme. D'ores et déjà, la directrice régionale de l'Onusida, le Dr Meskerem Grunitzky-Bekele, affiche un brin d'optimise. « Nous avons maintenant de nouveaux régimes plus efficaces. Nous avons des moyens financiers beaucoup plus importants que par

Dr Meskerem Grunitzky-Bekele, directrice régionale de l'Onusida pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre

La Banque mondiale met en garde le Sénégal et d'autres pays

Le pays guetté par une semaine de pénurie en carburant et gaz

A. A. SECK

Un véritable détonateur de la bombe sociale. C'est ce qui risque de ressortir de la grève annoncée par le Syndicat des transporteurs routiers d'hydrocarbures (Synth). Et pour cause, la période portant sur

ON DE L'ENFANCE

pour l'élaboration d

L'Afrique est de tous les continents celui où l'innovation est la moins développée, c'est aussi celui ou la mathématique est la moins développée. Or l'innovation passe par la technologie, l'ingénierie, le savoir-faire, mais aussi les sciences théoriques, la réflexion abstraite. Des innovations théoriques d'un jour peuvent être à l'origine d'avancées spectaculaires qui se matérialiseront après des mois, des années ou des décennies.

De nos jours le chemin entre théorie et valorisation peut être bien plus rapide : un exemple bien connu est celui de Google, devenu en quelques années un des acteurs majeurs de l'Internet et de l'économie. Son succès est dû au départ à la découverte d'un algorithme mathématique plus performant que les autres.

Mais le rôle important de la théorie et des mathématiques dans les avancées technologiques est bien plus ancien, et souvent beaucoup plus lent. Il y a des exemples célèbres, et d'autres qui sont anonymes ; il y en a d'innombrables.

L'un de mes exemples favoris : Claude Shannon, l'un des plus grands scientifiques du siècle, a la fois mathématicien et ingénieur. Vers 1940, dans sa thèse, il découvre que l'on peut faire des réseaux électriques à partir de la logique booléenne, et renverse la logique pour faire de la logique booléenne a partir de réseaux électriques : ceci préfigure les ordinateurs. Dix ans plus tard, avec Weaver, il développe la théorie de la communication et de l'information, qui régit tous les transferts de données, et avec ses collègues John Von Neumann et Alan Turing nous fait entrer dans l'âge de l'informatique.

Ses travaux innovants etaient tournés vers le futur et ont vu des applications survenir après de longues années. Mais ils étaient aussi largement ancrés dans une tradition passée : la théorie de l'information reprend et prolonge la théorie de l'entropie déjà utilisée par le physicien autrichien Ludwig Boltzmann au dix-neuvième siècle. L'équation de Boltzmann,

$$\frac{\partial f}{\partial t} + v \cdot \nabla_x f = \int \int_{\mathbb{R}^3 \times S^2} \big(f(v') f(v'_\star) f(v) f(v_\star) \big) |v v_\star| dv_\star d\sigma$$

est un pilier de la physique statistique, elle décrit l'évolution des gaz, formés de milliards de milliards de particules qui se cognent les unes les autres. Il est bien sûr impossible de garder trace de toutes ces particules, on ne peut espérer une description du système que statistique. L'équation de Boltzmann nous donne l'évolution de cette statistique.

Claude Shannon (1916-2001)

Ludwig Boltzmann (1844-1906)

Si Boltzmann est au Panthéon de la physique statistique, c'est aussi pour sa découverte de l'entropie, notion statistique générale qui décrit la quantité d'incertitude qui reste dans le système une fois qu'on l'a observé sous un angle statistique. Boltzmann appelle W

l'incertitude restante, le nombre de possibilités, et définit l'entropie comme $S = k \log W$ (le logarithme, pour les non-experts, c'est à peu près le nombre de chiffres qu'il faut pour écrire W). Et puis Boltzmann a découvert une formule effective $S = -\int f \log f$, qui permet de calculer en pratique l'entropie d'un gaz. Boltzmann a ensuite obtenu des résultats spectaculaires, comme la croissance de l'entropie sous l'effet de collisions aléatoires, mais je ne vais pas entrer dans les détails pour ce large public, je veux juste faire sentir l'ordre des idées : d'abord une notion de physique statistique, l'entropie, qui devient un concept mathématique, repris et approfondi par Shannon dans un contexte d'ingénierie, et finalement envahit l'ensemble de notre monde.

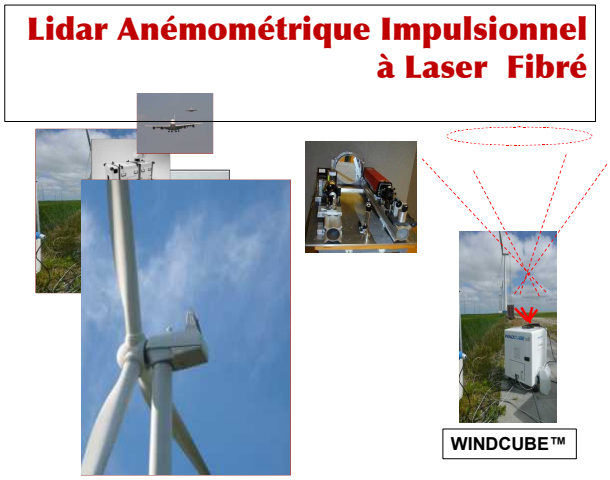
On retrouve ces notions dans de nombreux contextes, parfois là où on ne l'attend pas. Voici une anecdote : il y a quelques mois j'officiais lors de la remise du prix de l'ingénieur inventeur, prix Chéreau-Lavet, qui récompense une invention particulièrement innovante et utile pour le bien-être de l'humanité, et je parlais de tout cela. Le lauréat, Jean-Pierre Cariou présentait son invention remarquable : un lidar, c'est à dire un radar basé sur le laser, qui permet de mesurer les vents, les courants aériens, sur un aéroport, près d'une éolienne, etc.

Et dans son discours de présentation, M. Cariou a dit qu'il était très content que j'aie parlé de ces concepts, car dans son invention les questions de traitement de l'information, de statistique théorique, jouent un rôle important. Vous voyez, le lidar fonctionne avec plusieurs faisceaux, il faut recouper les informations apportées par

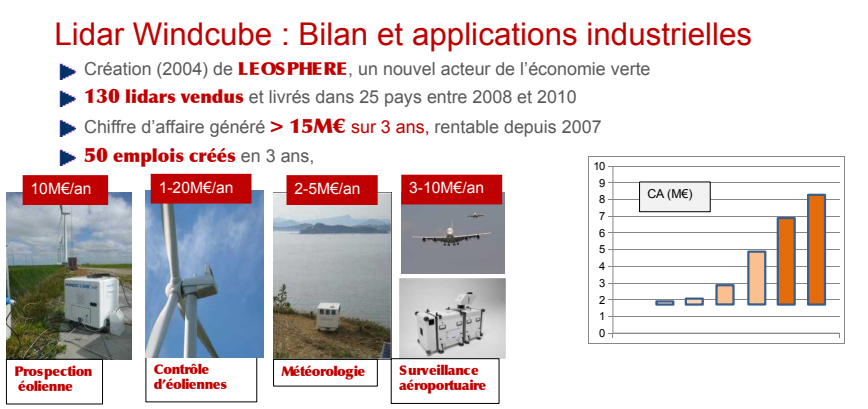
ces faisceaux, et c'est ici que des questions d'analyse du signal et de théorie de l'information deviennent importantes. Ainsi grâce à des innovations théoriques on obtient des avancées technologiques notables, avec des retombées importantes, voyez : le lidar est, sans jeu de mots, leader dans son domaine ; il représente une soixantaine d'employés, des millions d'euros de chiffre d'affaire ; et puis c'est une invention efficace et bien adaptée aux problématiques actuelles grâce à son étiquette "énergie verte".

A propos d'énergie verte, on peut voir en ce moment dans les aéroports cette publicité de HSBC qui nous rappelle que "0,3 % de l'énergie solaire du Sahara suffirait à couvrir les besoins énergetiques de l'Europe". Celui qui trouvera comment réaliser ces 0,3 % de manière fiable et industrialisable, pour la produire et la transporter, fera faire un bond de géant à l'humanité. Bien sûr beaucoup ont déjà essayé, en ce moment il y a par exemple un grand projet japonais, basé sur les sables du Sahara, qui doit affronter de nombreuses difficultés technologiques avec l'environnement difficile dû aux tempêtes de sable, etc. Il y en a qui attendent les résultats avec beaucoup d'espoir, d'autres qui sourient en disant sarcastiquement que cela ne marchera jamais, et d'autres encore qui essaient d'aider.

Est-ce qu'on résoudra ce probleme tout de suite, ou dans 10 ans, ou dans 30 ans ? Impossible de savoir, mais ce qui est sûr c'est que ce seront des progrès aussi bien technologiques que théoriques qui permettront de le faire.



Jean-Pierre Cariou



J'ai parlé pour l'instant du rôle des mathématiques dans les innovations, mais les mathématiques sont aussi parfois importantes pour agir sur des systèmes déjà

existants, pour résoudre des problèmes déjà identifiés. Sur le continent africain, nombreux sont les problèmes subtils qui se prêtent à une analyse mathématique. Prenons l'exemple de l'érosion des plages. A priori le système considéré est simple : du sable et de l'eau. L'eau transporte le sable, le sable se dépose, c'est de la physique que l'on connaissait deja au dix-neuvième siècle. Mais c'est difficile à modéliser, à prédire. C'est ici que l'analyse mathématique devient utile.

L'article "Singularly Perturbed Degenerated Parabolic Equations and Applications to Seabed Morphodynamics in Tided Environment" vient de paraître (mars 2011) dans la revue *Discrete and continuous Dynamical Systems*. Il est rédigé par Ibrahima Faye de l'Université de Bambeye, Emmanuel Frénod de l'Université de Bretagne, et Diaraf Seck que j'ai eu le plaisir de côtoyer la semaine dernière, de l'Université de Dakar, l'UCAD. Ces auteurs ont trouvé les équations décrivant le phénomène : en termes savants il s'agit d'une équation parabolique dégénérée singulièrement perturbée,

$$\frac{\partial z^\epsilon}{\partial t} - \frac{a}{\epsilon}\nabla\cdot\big((1-b\epsilon m)g_a(|u|)\nabla z^\epsilon\big) = \frac{c}{\epsilon}\nabla\cdot\big((1-b\epsilon m)g_c(|u|)\frac{u}{|u|}\big).$$

Si cela vous semble complexe et inaccessible à première vue, dites-vous que c'est pareil pour tout le monde. Même moi, médaille Fields ou pas, en face de cette équation, je suis incapable d'en prédire le comportement ; cela ne peut venir qu'avec une étude fouillée et patiente. C'est ce que font les auteurs ici, ils commencent l'analyse de ce système. Une fois l'analyse effectuée, on peut commencer à la

simuler sur des ordinateurs, à étudier la controlabilité, et, on peut espérer, comprendre comment enrayer l'érosion des plages. Peut-être que l'analyse mathématique rigoureuse n'ira pas jusqu'au bout de ce problème, mais elle fait progresser la compréhension.

Par exemple, le fait qu'il s'agisse d'un problème que l'on appelle problème d'homogénéisation est important - ce qui rend les choses compliquées, c'est que la variation des dunes sur une période caractéristique, disons une journée, est minime, et il faut donc attendre très longtemps, disons une ou plusieurs années, pour voir un effet important. Quand on a compris que l'on a affaire à un problème d'homogénéisation, cela ouvre la porte à un certain nombre de techniques mathématiques, certaines qui sont théoriquement fondées et d'autres qui sont des recettes de cuisine, mais c'est l'analyse mathématique qui permet de deviner quelles sont les recettes de cuisine à appliquer.

Et puis, l'analyse mathématique est l'occasion de discuter de ce problème avec d'autres scientifiques : des physiciens, des spécialistes d'écologie, etc. et les regards croisés vont souvent s'avérer féconds.

On pourrait développer de nombreux autres exemples où la modélisation mathématique est une clé : propagation du SIDA, de la bilharziose, pollution des eaux, etc. Je vais vous proposer un autre exemple, qui fait encore intervenir du sable et de l'eau, mais avec des phénomènes différents ; c'est le recteur de l'Université de Saint-Louis qui m'en a entretenu : la brèche de la langue de Barbarie.

A 6 km de Saint-Louis se trouve un banc sablonneux très allongé et très mince, ici à l'extrême gauche. Ce banc,

né de l'affrontement entre le fleuve et l'océan, crée un espace très calme, à l'abri de la fureur de l'océan, abritant un écosystème délicat. C'est tout en subtilité, il y a là un parc naturel.

En 2004 les autorités ont décidé, sans étude préalable sérieuse, de creuser une brêche de 4 mètres pour limiter les risques d'inondation. Un trop plein, pour évacuation, 4 mètres seulement, pourquoi pas ? Mais au bout d'une semaine, les 4 mètres étaient devenus 40 mètres de brêche... c'est maintenant bien plus d'un kilomètre ! La dynamique des eaux est très perturbée, l'embouchure va être remodelée, c'est tout le système qui sera bouleversé.

Ici c'est de l'humour noir, j'ai représenté les bébés pélicans inquiets pour leur avenir, mais à dire vrai ça n'est pas drôle du tout. Comment faire pour arrêter cette évolution, répondre à la crise ? Certainement pas en essayant au petit bonheur la chance, avec forte probabilité cela ne va faire qu'aggraver les choses. Il s'agit de bien comprendre et analyser le phénomène.

La physique mise en jeu est encore celle du dix-neuvième siècle, c'est bien plus simple que l'équation présentée hier par Neil Turok, mais comme il y a plusieurs acteurs (le fleuve, l'océan, les dunes) c'est très complexe. Ici encore, le savoir-faire du mathématicien est précieux. Voici les équations mathématiques correspondant à ce système, étudiées à l'Université de Saint-Louis :

$$\begin{cases} \dfrac{\partial h}{\partial t} + \dfrac{\partial q}{\partial x} = 0 \\ \dfrac{\partial q}{\partial t} + \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{q^2}{h}\right) + \dfrac{1}{2} g\, \dfrac{\partial h^2}{\partial x} + g\, h\, \dfrac{\partial b}{\partial x} = 0 \\ \dfrac{\partial b}{\partial t} + C\, \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{q^3}{h^3}\right) = 0; \end{cases}$$

Ici h est la hauteur de l'eau, q le débit, b la profondeur du fonds marin, et peu importe pour vous le sens de ces symboles, il s'agit d'une équation qui prédit l'évolution de ces différentes quantités les unes en fonctions des autres. Des chercheurs de Saint-Louis ont effectué l'étude, puis fait des calculs sur ordinateur, et maintenant ils en sont à l'étape où ils parviennent à effectuer un contrôle virtuel du système. Il a fallu des années pour en arriver là, il reste maintenant à expérimenter sur le terrain et cela prendra peut-être encore des années, vous voyez les échelles de temps mises en jeu. Ici encore, il s'agissait d'un vrai travail de mathématique, pour comprendre une situation complexe.

Mathématicien c'est donc un métier utile, c'est aussi d'ailleurs un métier agréable. J'aime bien raconter aux jeunes, dans mes conférences, l'histoire suivante. En 2009, le très sérieux Wall Street Journal a eu l'idée saugrenue de classer tous les métiers du monde. On classe tout de nos jours, les universités comme le reste, avec des résultats souvent aberrants, alors pourquoi pas les métiers. Et bien croyez-le ou pas, ce qui est arrivé en tête, ce n'est pas le métier de trader, ni celui de PDG, ni celui de princesse, c'est bien ... mathématicien.

Voyez le mathématicien serein ! Quelle définition de mathématicien ont-ils utilisée ? Ils parlent d'application des mathématiques dans les affaires, dans l'industrie, mais on aurait pu ajouter l'écologie, l'économie, et encore beaucoup d'autres domaines. Tous les domaines ont besoin des mathématiques ! D'ailleurs ils ont aussi oublié la

création de mathématiques, la recherche fondamentale, qui ne rend ce métier que plus intéressant !

JANUARY 6, 2009

THE WALL STREET JOURNAL.

Mathématicien: Applique des théories et formules mathématiques pour enseigner ou résoudre des problèmes dans le monde des affaires, de l'éducation ou de l'industrie.

1. Mathematician	200. Lumberjack
2. Actuary	199. Dairy Farmer
3. Statistician	198. Taxi Driver
4. Biologist	197. Seaman
5. Software Engineer	196. EMT
6. Computer Systems Analyst	195. Roofer
7. Historian	194. Garbage Collector
8. Sociologist	193. Welder
9. Industrial Designer	192. Roustabout
10. Accountant	191. Ironworker
11. Economist	190. Construction Worker
12. Philosopher	189. Mail Carrier
13. Physicist	188. Sheet Metal Worker
14. Parole Officer	187. Auto Mechanic
15. Meteorologist	186. Butcher
16. Medical Laboratory Technician	185. Nuclear Decont. Tech
17. Paralegal Assistant	184. Nurse (LN)
18. Computer Programmer	183. Painter
19. Motion Picture Editor	182. Child Care Worker
20. Astronomer	181. Firefighter

Jusqu'ici j'ai parlé de l'impact de la recherche mathématique dans l'innovation et la résolution de problemes, maintenant je vais parler de leur importance, directe ou indirecte, dans la formation de l'esprit ; pas forcément des mathématiques de recherche, mais les mathématiques de tout niveau, à l'école, au collège, au lycée...

Les mathématiques cultivent en effet des qualités précieuses : imagination, ténacité et rigueur. Quiconque a eu à résoudre des problèmes de mathématiques sait combien il faut déployer de trésors d'imagination pour avoir l'idée de la solution, de ténacité pour surmonter le problème, et aussi de rigueur pour construire un raisonnement solide. Ces qualités sont utiles dans toutes sortes de métiers et situations.

Il y a d'autres aspects de la formation mathématique, auxquels on pense moins, qui me sont chers. D'abord, l'humilité : la mathématique est difficile, et difficile pour tout le monde, même les professionnels. La frustration que l'on ressent face à un problème rebelle, ou quand on constate la grande différence entre la complexité du monde réel et la simplicité des modèles que l'on parvient à examiner mathématiquement, rend forcément modeste. En outre, les mathématiciens ont conscience qu'ils ont besoin des autres, par l'échange et la collaboration, et puis par la consultation des travaux des autres : tout seul, on ne peut aller bien loin.

Un autre aspect que j'aime beaucoup, particulièrement important dans le contexte actuel de morcellement, est le caractère international, universel des mathématiques. Les mathématiques sont les mêmes dans toutes les régions de la planète, du Groenland à la Terre de Feu ; les styles varient, mais la rigueur mathématique est la même partout. Ce côté universel et international, qui transcende les clivages, les nations et les conflits, est un point fort de la culture mathématique. D'ailleurs, quand on discute avec les universitaires sénégalais, on se rend compte

combien ils sont fiers que le recrutement dans leurs universités s'effectue indépendamment de toute question de nationalité ; malheureusement, il s'agit d'un exemple rare en Afrique, et il reste fort à faire pour promouvoir la culture de l'universalité qui est chère aux mathématiciens.

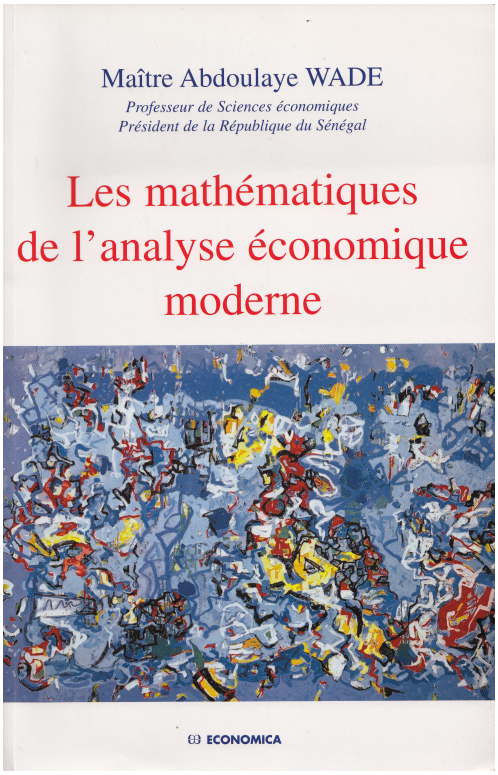
Enfin, une dernière qualité qui m'est chère, c'est que la mathématique mène à remettre ses idées en cause, à ne pas accepter les a priori. On se pose toujours la question "pourquoi ?" Pourquoi est-ce que j'ai supposé ceci, est-ce que j'ai bien fait de partir de cette hypothèse... C'est une école d'esprit insurpassable, qui mène aussi à remettre la société en question.

De fait, on trouve dans l'histoire un bon nombre de mathématiciens engagés, contestataires, prêts à remettre en cause les régimes trop autoritaires, parfois des personnages extraordinaires. En France on a connu par exemple Gaspard Monge, révolutionnaire enragé, fondateur de l'École Polytechnique, membre de l'expédition d'Égypte, qui a fait faire de grands progrès à la science et a l'ingénierie. Ou Évariste Galois, républicain acharné, mort tragiquement en duel à 20 ans. Ou Maurice Audin, militant anticolonialiste, tué pour ses idées au cours de la guerre d'Algérie.

Ces événements n'appartiennent malheureusement pas seulement au passé : plus récemment, on a connu le cas tragique de Ibni Oumar Saleh, tué il y a quelques années au Tchad. Lui aussi faisait partie d'une tradition tragique de mathématiciens politiquement engagés, courageux et déterminés, qui envisageaient la contestation comme un

processus pacifique, et malheureusement ce n'était pas le cas de leurs adversaires.

Comme exemple heureusement moins tragique, au Sénégal il y a le cas remarquable du président Wade, homme d'état mathématicien, representé ici aux côtés de son livre de mathématiques de l'économie.



Le président Wade recevait avant-hier une petite délégation de mathématiciens dans le cadre de cette école CIMPA, et il a tenu à nous expliquer que son métier de politique et sa carrière scientifique n'étaient pas distincts, mais qu'au contraire sa rigueur, sa formation mathématique et surtout son sens des probabilités l'aident à prendre des décisions. Quand on parcourt ses ouvrages

politiques, on est frappé par la rigueur et la clarté avec laquelle il expose les problèmes.

Son action forte en faveur de l'éducation est à saluer ainsi que son engagement pour l'unité africaine : les États-Unis d'Afrique ! On retrouve l'esprit d'universalité dont je parlais. On se prend à souhaiter que d'autres mathématiciens accèdent au pouvoir en Afrique ! Rappelons, au sujet de l'unité, qu'en France, le très grand mathématicien Henri Cartan menait campagne dans les années 70 et 80, sans aucun succès il faut l'avouer, pour une Europe fédérale : c'était les États-Unis d'Europe. Il etait bien sûr très en avance.

Dans un domaine très different, je prendrai un autre exemple de quelqu'un qui invoque les mathématiques comme source de son succès : Zouhair Fadoul, homme d'affaires basé au Bénin, répète à qui veut l'entendre que c'est grâce aux mathématiques qu'il a réussi son parcours impressionnant : professeur de mathématiques à 20 ans en 1965, aujourd'hui un homme d'affaires dont le groupe comporte plus d'une centaine d'entreprises et emploie 17 000 personnes dans l'Afrique centrale et occidentale. Fadoul ne jure que par les mathématiques et répète à sa famille que c'est la clé de son succès, que chacun de ses pas est un exercice de mathématiques... c'est son neveu qui m'a expliqué combien son oncle l'entretenait, des heures durant au téléphone, de la puissance des mathématiques.

En conclusion, la rigueur, l'imagination, la ténacité, l'humilité, l'universalité, la faculté de remettre les choses en cause, tout cela sont des qualités qui vous permettent

de résoudre bien des problèmes et de vous engager pour la société.

Le Sénégal, comme les autres pays d'Afrique, souffre du faible nombre de bacheliers scientifiques, tous ceux avec qui j'en ai discuté sur place sont unanimes. Il ne fait guère de doute qu'avec un plus grand nombre de scientifiques, le pays tournerait mieux, et ceci bien sûr demande d'avoir des enseignants bien formés. De fait, pour être efficace, le développement des mathématiques doit s'effectuer à tous les niveaux : éducation à l'école, au lycée, formation avancée, recherche. Ce ne sont pas des secteurs indépendants : on ne peut former de bons étudiants de master et de bons chercheurs qu'à partir de bacheliers solides. Les universitaires ont un rôle clé à jouer dans la formation des professeurs, et les chercheurs ont aussi un rôle important, ils peuvent contribuer par les vocations, en montrant par l'exemple combien les scientifiques sont des héros de la société moderne. Je suis très sensible à ce contact entre chercheurs et lycéens, et j'effectue régulièrement des exposés dans les lycées, comme sur cette image ; j'aurais aimé vous présenter des images de la conférence que j'ai donnée il y a quelques jours à l'UCAD, il y avait des centaines d'étudiants et de lycéens motivés, avides d'informations. "Comment devient-on chercheur en mathématique ?" ils étaient nombreux à me poser cette question.

Le projet AIMS-Sénégal pourra influer sur tous les niveaux, directement ou indirectement. Par la formation d'étudiants compétents, en provenance de toute la sous-région, il verra de futurs cadres et leaders étudier

ensemble, renforcant leur sentiment d'appartenir à une même communauté. Le projet sera forcément bilingue, à la fois français et anglais, il transcendera les nations.

Pour l'instant j'ai parlé de tous les bienfaits que l'on pourra tirer du développement des mathématiques, il reste une question importante : la faisabilité. Tout projet de création est coûteux, il faut un fort investissement. Mais ici aussi la mathématique marque un point : l'investissement initial est beaucoup moins coûteux que dans les autres sciences. De quoi a besoin un mathématicien ? De l'argent pour voyager, des ordinateurs bien sûr, un peu de force de frappe de calcul, mais par dessus tout un lieu où il se sente bien à l'aise pour échanger des idées avec ses collègues et avec d'autres scientifiques. Ce n'est donc pas bien cher, et Neil Turok rappelait que le projet AIMS est extrêmement peu coûteux quand on le compare au total, seulement une fraction infime de l'aide internationale au développement africain.

Somme toute, les instituts AIMS constituent un réseau de maisons pour jeunes mathématiciens. Ce n'est pas la première fois que l'on utilise de tels modèles. Tout près d'ici, à Paris, par exemple. La mathématique française n'a pas toujours été si bien portante, et dans les années 1920, après la guerre, elle était exsangue et sans ouverture vers l'extérieur. Le plan de relance de la mathématique en France passait par la construction d'une Maison des Mathématiques, un lieu où pourraient se retrouver toutes les mathématiques, et où elles seraient en interaction avec la physique, avec les autres sciences, et avec le public aussi : c'était l'Institut Henri Poincaré, que j'ai l'honneur

de diriger. La réponse à l'isolement était la construction d'une maison, c'était une solution bon marché, qui s'est révélée très efficace. Pendant plusieurs décennies l'IHP a été le centre de formation des jeunes mathématiciens parisiens.

Et de même pour AIMS-Sénégal, je vous dirai que lorsque le professeur Sangharé m'a fait visiter le magnifique site, près de Mbour, qui est destiné à accueillir les étudiants, lorsque j'ai vu le panorama, je me suis dit : voilà un bel endroit, dans lequel j'ai envie de venir, le projet va forcément marcher, toutes les conditions sont réunies.

Je souhaite insister sur un autre point qui est lié : la nécessité de mettre en place des instituts internationaux, instituts de formation avancée ou de recherche, de faire ces instituts sur place, en Afrique. Fonder une institution est cher et complexe, et on pourrait penser qu'il sera plus commode de former les jeunes chercheurs à l'étranger, attendant ensuite qu'ils reviennent en Afrique. Cette stratégie aurait toutes les chances d'échouer ! Un scientifique ne rentrera au pays que s'il a à disposition un environnement intellectuellement stimulant, accueillant des chercheurs avec qui il pourra discuter ; un environnement scientifique où il se sentira chez lui. Et puis, comme le rappelait Neil Turok, il est beaucoup moins coûteux de faire venir les enseignants aux étudiants, que le contraire.

Le regroupement des étudiants permet des interactions passionnantes, renforcées par l'adossement à un centre de recherche. Que l'on songe, en France, au succès de l'École

Normale Supérieure, qui a formé plus de médailles Fields que n'importe quelle autre institution dans le monde.

Jusqu'à présent j'ai discuté de l'importance des mathématiques pour l'Afrique ; maintenant je souhaiterais renverser le propos et parler de l'importance de l'Afrique pour les matématiques. C'est une autre façon de comprendre la question "pourquoi les mathématiques en Afrique ?".

Et j'ai parlé du rôle bénéfique des chercheurs étrangers qui vont s'impliquer dans le projet AIMS en Afrique, j'aimerais parler maintenant de ce que l'Afrique apportera à la communauté internationale.

Pour certains, le simple fait de poser cette question pourra paraître choquant : une question utilitaire qui dénature l'esprit désintéressé du don prévalant à l'aide au développement. C'est une conception que je respecte, la mienne est un peu différente : je préfère voir la coopération en termes mutuellement bénéfiques, avec un partenaire que l'on respecte pleinement et qui nous enrichit.

D'abord, il faut rester humble : celui que l'on aide un jour est celui qui nous aide plus tard ; et puis ce n'est pas forcément le chemin que l'on croit. Dans mon cas, les choses se sont déroulées de manière un peu inattendue puisque c'est un célèbre mathématicien béninois, Wilfrid Gangbo, à gauche sur la photographie, qui m'a soutenu à mes débuts. J'étais tout jeunot quand il m'a invité à venir faire un cours doctoral dans son université, à Atlanta, et ce cours a été une opportunité extraordinaire, il m'a permis de prendre un virage dans ma carrière sur un sujet que l'on appelle le transport optimal, et d'écrire un livre qui

a été un grand succès. Certains des articles qui sont nés de ces études sont maintenant étudiés par les chercheurs africains qui travaillent sur l'évolution des dunes de sable, ce qui referme la boucle.

Il ne s'agit donc pas seulement d'aider les autres, mais avant tout de tisser des réseaux qui nous aident mutuellement.

Une ressource fondamentale que nous pouvons gagner en Afrique, ce sont les cerveaux, les esprits. Contrairement aux ressources naturelles que l'on épuise quand on les exploite, les esprits s'enrichissent quand on y puise. L'écrivain et ethnologue malien Amadou Hampathe Ba déclarait "Le savoir est l'unique fortune qu'on peut donner entièrement sans en rien la diminuer", c'est une citation que j'ai apprise de mes collègues sénégalais et qui prend un tour particulier en Afrique, continent dans lequel tant de richesses ont été données au monde extérieur. Et quand je dis "données", il faut comprendre, bien sûr, "volées". Mais nous pouvons être sûrs que les chercheurs africains donneront généreusement leur savoir, comme les chercheurs du monde entier.

Cet apport peut sembler faible dans le contexte international actuel où l'Afrique ne représente qu'une si petite partie de la recherche, mais à plus long terme cela peut s'avérer considérable. Pour des raisons démographiques, l'Afrique est automatiquement appelée à devenir, d'ici quelques décennies, le continent à la population la plus dynamique, et ceci viendra avec une soif de savoir qui commence à faire cruellement défaut un peu partout dans le monde. Tout le monde actuellement

se bat pour attirer les étudiants chinois, mais je ne serais pas surpris que dans 20 ans ce soient les étudiants africains qui soient la coqueluche des universités de tous les pays.

Pour la France, cet enjeu a une importance particulière. Alors que la francophonie diminue beaucoup notre attractivité aux yeux des étudiants étrangers, dans un monde où la langue de communication internationale est l'anglais, au contraire, dans le contexte africain francophone la langue sera un avantage. A cela s'ajoute le fait que la culture française est vue avec sympathie dans une grande partie de l'Afrique. Il sera bénéficiable pour tout le monde que des structures permettent aux scientifiques français comme africains de profiter de ces affinités. Ce sera bénéficiable à la France et bénéficiable à l'Afrique : un vrai partenariat responsable.

Dès aujourd'hui, l'enthousiasme des étudiants africains fait plaisir à voir. Les cours de niveau recherche que j'ai dispensés à Cotonou et à Dakar étaient des événements si agréables... Les participants étaient avides de connaissance, demandaient sans cesse des références, dévoraient mes cours.

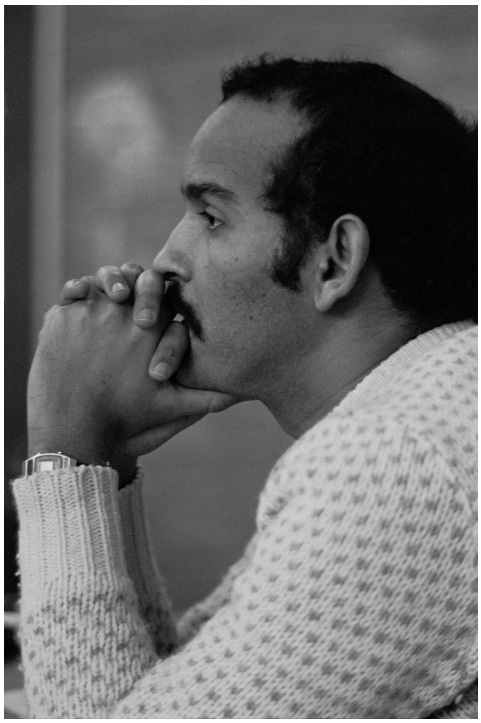
Il y a quelques jours, je marchais sur le campus de l'UCAD, quand un étudiant m'a arrêté et m'a dit qu'il avait vu l'exposé sur John Nash que j'ai donné il y a environ un an à la Bibliothèque Nationale de France. Ce n'était pas un mathématicien, c'était un physicien, il avait visionné sur Internet à Dakar l'intégralité de la conférence que j'avais donnée à Paris. D'autres étudiants m'ont parlé de cette conférence. Pour un scientifique, il n'y a pas de plus grand plaisir que de sentir que l'on est écouté, que l'on

transmet son savoir. C'est le genre de rencontres fortuites qui vous pousse à revenir, bien plus sûrement que des honoraires ou un hôtel de luxe.

Au reste, le respect lié à la fonction de professeur est palpable en Afrique. Lors de ma conférence publique à Dakar, il y a quelques jours, les chercheurs présents pourront vous dire comment les étudiants se sont jetés sur moi pour des séances d'autographes ou de photographies, leur faisant même craindre pour mon intégrité physique. Jamais je n'avais été autant assailli ! Peut-être est-ce dû à une nature exubérante, mais certainement aussi au respect témoigné au scientifique.

Yahya ould Hamidoune

(1947 - 2011)



Ce respect africain pour les scientifiques se mêle souvent d'orgueil, justifié, quand ces grands scientifiques sont eux-mêmes africains. Je vais profiter de ce sujet pour évoquer la mémoire de Yahya ould Hamidoune, fierté de la Mauritanie, l'un des très grands spécialistes de combinatoire de notre époque, en poste au CNRS et à l'Université Pierre et Marie Curie, récemment décédé.

Yahya était le fils de l'historien, grammairien et universaliste Mokhtar ould Hamidoune, auteur d'une monumentale encyclopédie de la Mauritanie en 42 volumes ; sa famille incarnait la combinaison harmonieuse des sciences, des arts et des lettres. Il était également mobilisé pour la société, engagement qui lui valut de faire de la prison. Il était engagé pour le développement scientifique de son pays, et plus généralement de l'Afrique, et venait souvent ici au Sénégal.

Hamidoune introduisit des méthodes révolutionnaires en combinatoire dite additive, théorie des nombres ; le très grand mathématicien Terence Tao, médaille Fields 2006, fut l'un des premiers à lui rendre publiquement hommage à sa mort. Peu avant, Hamidoune avait, à la surprise générale, résolu comme si de rien n'était un problème posé par Tao sur son blog. On m'a rapporté que le cercueil de Hamidoune fut accueilli en Mauritanie, en pleine nuit, par une foule de 5000 personnes, venue saluer le grand homme qui faisait honneur à son pays.

L'Afrique peut être fière d'avoir engendré de tels mathématiciens, mais aussi fière que ces mathématiciens soient considérés comme des héros dans leur pays.

Une dernière chose sur laquelle j'insisterai : enseigner en Afrique n'est pas un sacerdoce, au sens d'une tâche ingrate que l'on fait par devoir. Dans mon expérience, c'est un plaisir, et ceci corrobore les commentaires de Neil Turok hier. Outre le plaisir d'enseigner à des étudiants motivés, il y a le plaisir que l'on retire des contacts extra-universitaires. J'ai commencé cet exposé en rappelant quelques-unes des plaies qui frappent l'Afrique, mais je mentirais en disant qu'une seule fois, au Bénin ou au Sénégal, je me suis senti en danger, ou malheureux d'être sur place. Certes, il y a des faits divers inquiétants, mais les rues de Dakar sont plus sûres que bien des quartiers de New York ou d'autres grandes villes dans le monde, le poisson y est excellent, les habitants accueillants et au contact facile. L'opportunité de découvrir un nouveau cadre de vie et une nouvelle culture sont des éléments fondamentaux pour l'attractivité, ceci est tout particulièrement vrai pour des mathématiciens, dont le cœur de l'activité est fait d'échanges avec les autres.

A ce stade, j'ai essayé de faire le tour de la question "pourquoi les mathématiques en Afrique ?", j'ai rempli mon contrat. Je vais prendre quelques minutes pour évoquer le comment. Le modèle d'AIMS a déjà été largement évoqué ; au delà, il y a des principes généraux qui s'appliquent à toutes les entreprises de cette nature. D'abord il importe de travailler à tous les échelons : les écoles, les lycées, les cycles de master, la recherche. La pyramide a besoin de sa base, bien sûr ; d'un autre côté, la recherche est nécessaire pour tirer vers le haut, et c'est là que l'aide internationale est la plus efficace.

Ensuite, la mise en place d'une institution n'est jamais simple. En particulier pour un système de formation avancée et de recherche, système par définition ouvert et vivant, dont la survie dépend d'équilibres subtils. Dans un être vivant, si la concentration dans le sang de tel ou tel élément devient trop importante, c'est la maladie ; et si cette concentration devient trop basse, c'est la mort. Il en va de même d'un institut de formation et recherche, et les occasions de tomber malade sont si nombreuses ! Parmi les mots clés importants, il y a l'équilibre, le liant, et la prise en compte des spécificités locales, de la même façon qu'un médicament doit être adapté au patient. "Never underestimate local knowledge" disait une autre publicité fameuse de HSBC. Sans une base locale, qui s'implique et s'approprie pleinement le projet, celui-ci périclitera à coup sûr.

Dans le cas de AIMS-Sénégal, les choses sont bien engagées : l'institut a été lancé par la vision remarquable de Neil Turok et Vincent Rivasseau, mais maintenant le directeur de l'Institut, celui qui est aux manettes, c'est le professeur Sangharé, un homme qui connaît tous les rouages du système sénégalais et africain, et qui pourra mettre en place les solutions institutionnelles adaptées au contexte.

L'équilibre entre disciplines doit être maintenu : les problèmes de mathématiques viennent souvent de la physique ou de la biologie. Coupées de ces sources d'inspiration et d'application, les mathématiques courent un risque de byzantinisation ; mais si elles leur sont trop attachées, les mathématiques risquent de perdre leur âme, l'abstraction. Dans le contexte sénégalais, cette problématique est particulièrement sensible : les problèmes d'environnement y sont très sensibles, mais le goût mathématique y est abstrait, dans la tradition française. Cette diversité, qui pourrait être un écueil, doit être exploitée comme un facteur de richesse !

Un autre équilibre à respecter, c'est l'équilibre avec les institutions de recherche locales, les universités. Un projet comme AIMS impacte le Sénégal tout entier, pas seulement Dakar, et doit donc établir des liens scientifiques solides avec toutes les universités sénégalaises, prenant en compte leur histoire et leurs spécificités. Mais d'un autre côté, AIMS doit garder de l'autonomie et rester un point singulier attractif dans le paysage scientifique sénégalais.

L'équilibre entre nations est également à considérer : liens avec l'ensemble de la sous-région, et avec le reste du

monde, tout en conservant une identité sénégalaise. Les étudiants formés à AIMS auront vocation à essaimer dans tout le Sénégal, mais aussi dans toute l'Afrique.

A ce sujet, en discutant avec les universitaires africains, on se rend rapidement compte de l'incroyable disparité de niveaux et d'organisation d'un pays à l'autre. Dans certains pays d'Afrique, le système d'enseignement secondaire est excellent mais il n'y a rien pour l'enseignement supérieur ; dans d'autres il y a pléthore d'universités mais elles sont désorganisées ; ailleurs encore on trouve un petit nombre de centres d'excellence dynamiques. La bonne connaissance de ces particularités est essentielle pour effectuer le recrutement et faire de la publicité pour AIMS, ainsi que pour les débouchés.

Enfin, il y a un équilibre à trouver pour la gouvernance : trop de contraintes sur la gouvernance et l'institution risque la paralysie, pas assez de contraintes et elle risque de s'écrouler. Il n'y a pas de recette toute faite, il faut prendre là encore le temps de réfléchir en prenant en compte toutes les particularités locales.

Pour tous ces maux on connaît des exemples et contre-exemples : des institutions qui ont prospéré, d'autres qui se sont écroulées, bien sûr je ne vais pas les citer, ce serait peu correct. Je vais mentionner qu'en France nous sommes habitués à ces problèmes, d'abord nous avons connu une guerre sans merci entre mathématiques pures et appliquées, que nous avons heureusement dépassée, et puis en France nous avons l'habitude d'empiler les institutions et structures. Je suis moi-même un exemple vivant de cette tendance, puisque je suis affilié à la fois à l'Université de

Lyon, à l'Université Pierre et Marie Curie, à l'Institut Henri Poincaré, à l'Institut Universitaire de France, à l'Institut des Hautes études Scientifiques, au CNRS, à un Laboratoire d'Excellence, à deux Pôles de Recherche et d'Enseignement Supérieur... Une telle accumulation de casquettes est productrice si chaque chose est à sa place et que les équilibres sont bien respectés, dans le cas contraire elle peut mener à une confusion meurtrière.

Pour se prémunir contre l'échec, il importe de s'inspirer de l'exemple des autres, partout dans le monde, et mettre en place des structures de gouvernance et de pilotage scientifique bien adaptées au contexte. Pour AIMS-Sénégal, est-ce que ce sera un conseil scientifique, un comité de pilotage, ou d'autres instances encore, ce sera au professeur Sangharé de faire des propositions pour trouver la meilleure formule, et nous serons tous prêts à le conseiller.

Pour exemple d'une aventure mathématique qui a réussi dans un pays émergent, je citerai l'IMPA à Rio de Janeiro, parti d'une initiative locale. Une poignée de chercheurs brésiliens de talent ont réussi en 20 ans, avec le soutien de la communauté internationale, à faire de leur institut une référence dans le monde entier.

Vingt ans cela peut paraître long, mais c'est l'échelle de temps sur laquelle on jugera le succès. En fait on espère que cela durera bien plus longtemps, comme les écoles de l'An III en France qui ont maintenant plus de 200 ans. Mais pour de bons résultats, vingt ans ce n'est pas trop, surtout en mathématiques ! Les mathématiques sont en effet, plus que tout autre science, affaire de tradition, il leur faut du

temps pour prospérer, et c'est une raison de plus pour les développer en urgence.

Vingt ans, après tout, c'est aussi l'échelle de temps pour qu'une innovation technologique émerge. Je vous parlais tout à l'heure de ce lidar qui a été primé cette année ; eh bien, c'est vingt ans qui se sont écoulés entre la première idée conceptuelle et l'entreprise prospère d'aujourd'hui, avec son chiffre d'affaires de plusieurs millions d'euros. J'espère donc qu'en 2031 nous pourrons ensemble fêter les vingt ans de AIMS-Sénégal, une grande fête au Sénégal bien sûr, autour d'un projet prospère, stable et internationalement reconnu. Je fais confiance, nous faisons tous confiance au professeur Sangharé et à ses successeurs pour mettre en place les conditions de cette réussite. Merci à Neil Turok et Vincent Rivasseau pour nous donner l'occasion de faire ce rêve !

Je conclus en remerciant ceux qui m'ont aidé à préparer cet exposé, en particulier mes collègues du Bénin et du Sénégal : Moussa Baldé, Wilfrid Gangbo, Mary Teuw Niane, Diaraf Seck.

Pourquoi la science en Afrique : le cas du VIH-Sida et autres maladies

Françoise Barré-Sinoussi [1]

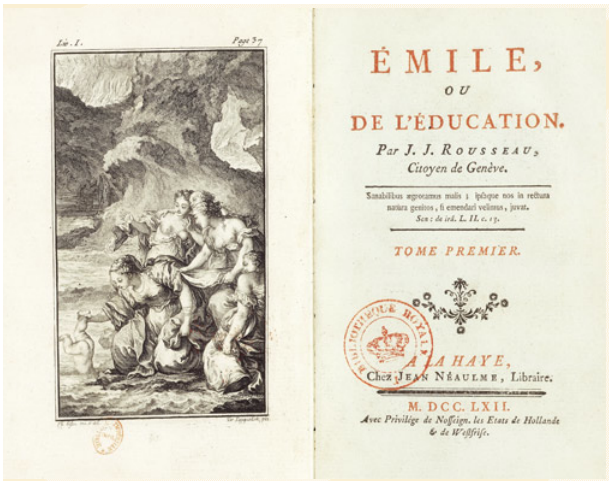
M. le Président, Excellence, Mesdames et Messieurs les professeurs, Mesdames et Messieurs les étudiants, Mesdames Messieurs.

C'est un plaisir pour moi de participer à cette conférence, "Afrique, Le choix de la science". J'aurais envie de dire l'Afrique et au-delà, le choix de la science partout dans le monde, et je voudrais remercier et féliciter M. Vincent Rivasseau de cette initiative AIMS. Il était dit

[1] Prix Novel de Médecine

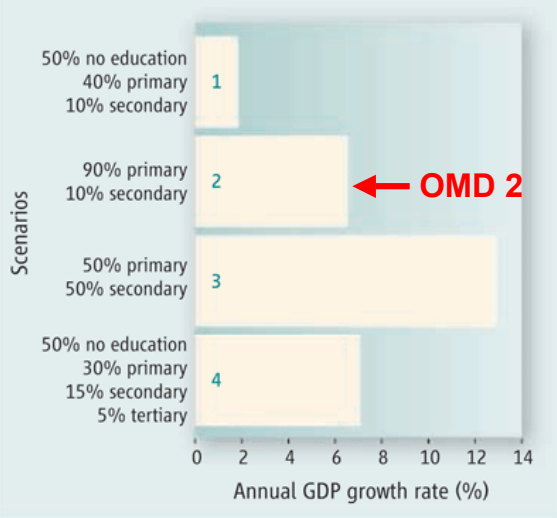
tout à l'heure que les mathématiques sont partout, dans toutes les disciplines et nous avons tous, les uns ou les autres à un moment donné de notre carrière été amenés à utiliser ces sciences mathématiques.

Alors pourquoi la science ? Bien sûr, la science fait partie de l'éducation. Et tout comme l'éducation, la science est pour moi le fondement même du développement durable : si l'on veut maintenir, si l'on veut accroître les ressources économiques, si l'on veut préserver notre planète et sa biodiversité, il faut responsabiliser tous et toutes sur cette terre, de la société civile jusqu'aux décideurs, jusqu'aux politiques, et que cette responsabilisation passe par l'éducation, par le renforcement des capacités. La science est un outil, un outil de transformation de notre société, c'est un outil pour améliorer le niveau et la qualité de vie des populations et des nations.



J'aime à rappeler le traité "Emile, ou De l'Education", ce traité de Jean-Jacques Rousseau qui date de 1762,

dans lequel on parle déjà d'apprendre, comme modèle d'éducation. Il a déjà été mentionné combien l'éducation est importante dans le développement économique, et cette diapositive vous rappelle - ce sont des études relativement récentes de 2008 combien l'éducation est importante pour la croissance annuelle du P.I.B. en fonction du niveau d'éducation dans les pays en développement. Et vous voyez sur cette diapositive que bien évidemment le niveau d'éducation à la fois primaire et secondaire est important si l'on veut avoir une croissance annuelle efficace.

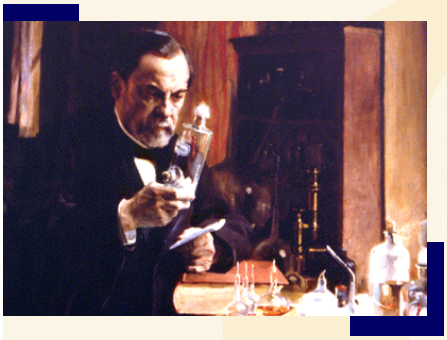


Education et développement économique :
• augmentation du revenu au niveau individuel
• condition nécessaire *(pas forcément suffisante)* à la croissance économique des nations à long terme

International Institute for Applied Systems Analysis - 2008

Je rappelle aussi que les objectifs du millénaire numéro deux ont finalement pour objectif une éducation primaire à 90 %, et 10 % secondaire. C'est vrai que l'on souhaiterait mieux encore pour avoir une croissance annuelle plus importante. Cette croissance annuelle du P.I.B. est cruciale pour l'économie du pays, pour l'augmentation du revenu au niveau individuel, c'est une condition certes nécessaire à la croissance des nations, de toutes les nations sur le long terme.

A l'ouverture de cette conférence, Vincent Rivasseau rappelait des noms de grands savants et il a mentionné le nom de Louis Pasteur. Louis Pasteur, c'est vrai que pour moi, éduquée à l'Institut Pasteur, c'était en quelque sorte un pionnier, un visionnaire. Un visionnaire...



Louis Pasteur (1822-1895)

- 1847-1862, un physicien, un chimiste *(Dissymétrie moléculaire et chimie de synthèse, Fermentation et pasteurisation…)*

-**1862-1877, un biologiste** *(théorie des germes contre la génération spontanée, maladies des vins et de la bière, du vers à soie…)*

- **1877-1887, un microbiologiste, un immunologiste** *(identification de germes et atténuation, prophylaxie et vaccination contre la rage….)*

Aujourd'hui on parle beaucoup de pluridisciplinarité dans la science, les mathématiques en faisant bien sûr partie. Et bien Louis Pasteur était lui-même, je vous le rappelle, au début de sa carrière, un physicien et un chimiste. Un physicien et un chimiste qui a beaucoup travaillé, vous le savez, sur la dissymétrie moléculaire et sur la chimie de synthèse, et puis ses travaux sur la fermentation : la fermentation lactique, la fermentation des vins, la fermentation de la bière... Ses travaux, qui l'ont amené ensuite à la pasteurisation, l'ont amené à transformer finalement son profil de physicien chimiste en un profil de biologiste, des années 1862 à 1877.

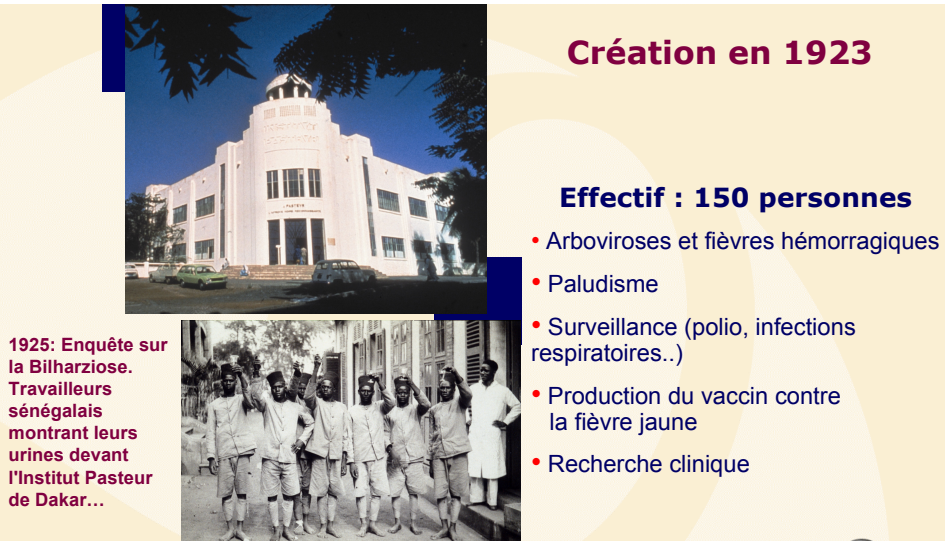
Vous le savez, il a été un grand défenseur de la théorie des germes contre la génération spontanée. Il a commencé à travailler sur la maladie des vins, de la bière, du ver à soie. Tout cela pour finir sa carrière en étant un microbiologiste, un immunologiste, avec ses travaux sur l'identification de germes, l'atténuation des microbes, la prophylaxie et la vaccination contre la rage. C'est une chose qui ne serait plus possible, je dois dire, aujourd'hui, d'avoir en une seule personne autant de compétences et de multidisciplinarité, car il y a de plus en plus de spécialisations dans le domaine de la science aujourd'hui, ce qui nécessite en soi de développer les partenariats multidisciplinaires.

Louis Pasteur avait souhaité lui aussi créer, après ses travaux sur la rage, un institut. Un institut qui a été inauguré en 1888 par le président Sadi Carnot, et lui-même avait dit à cette époque : notre Institut sera à la fois un dispensaire pour le traitement de la rage, un centre de recherche sur les maladies infectieuses et un centre d'enseignement. Une fois de plus cela montre comment la science, l'éducation, l'enseignement sont associés ensemble. La vision de Louis Pasteur était aussi une vision humaniste de la science, de science sans frontière. Il l'a dit lui-même : la science n'a pas de patrie elle-même, parce que c'est le savoir, lui-même le patrimoine de toute l'humanité.

On parle ici de la création du réseau AIMS d'instituts de mathématiques en Afrique. Eh bien très vite, Louis Pasteur a souhaité lui aussi, dès 1891, essaimer la science de par le monde avec ses disciples. Le second Institut Pasteur, l'Institut Pasteur de Saigon créé en 1891, a été le premier de ces instituts hors de France. L'objectif initial

était de vacciner les populations contre la rage et la variole. Vous voyez ici une campagne de vaccination, et puis cet Institut Pasteur d'Hô-Chi-Minh-Ville, qui est un institut à vrai dire splendide, et sur lequel aujourd'hui on travaille encore énormément sur les maladies infectieuses et on associe toutes les différentes disciplines des sciences et la formation.

Ces activités se sont étendues au Vietnam, à Hô-Chi-Minh-Ville, puis dans d'autres villes, avec les missions d'Alexandre Yersin qui s'est installé plusieurs années à Nha Trang, avec la création là aussi d'un Institut Pasteur. Il y a eu surtout cette mission à Hong Kong avec la découverte qu'il a faite, sur place, du bacille de la peste, une découverte importante au niveau mondial, et qui reste très marquée dans la culture vietnamienne, encore aujourd'hui. Et puis il y a eu le Cameroun, pour en venir à l'Afrique, avec les activités sur la maladie du sommeil, les trypanosomiases, avec des missions permanentes pour la prophylaxie de la maladie dès 1926 avec Paul Jamot.



Je ne peux pas ne pas mentionner ici le Sénégal, avec l'Institut Pasteur de Dakar créé en 1923. Et, dès 1925, vous le voyez sur le bas de la diapositive, des travailleurs sénégalais venaient à l'Institut Pasteur avec leurs urines, à l'époque pour des enquêtes sur la bilharziose.

Aujourd'hui, l'Institut Pasteur de Dakar, c'est 150 personnes environ, c'est essentiellement les travaux sur les arboviroses et les fièvres hémorragiques, le paludisme, les participations aux contributions aux surveillances dans le domaine de la poliomyélite, des infections respiratoires, et aussi la production de vaccins contre la fièvre jaune, finalement pour l'ensemble du continent africain, en y associant aussi des recherches cliniques et des activités au service de la santé publique.

Les missions de ces Instituts Pasteur dans le monde associent toujours santé publique, recherche, enseignement, formation et parfois la production de vaccins. L'objectif est de contribuer à la prévention de

maladies infectieuses et d'améliorer la santé publique dans tous les pays où ces Instituts sont implantés, et de contribuer à la formation, au renforcement des capacités dans les pays.

Aujourd'hui il y a un réseau d'Instituts au nombre de 32 de par le monde, donc vous voyez que depuis Louis Pasteur les choses se sont énormément développées. C'est la vocation internationale de ce réseau de développer cette science dans les différents pays dans le monde. Je citerais simplement de nouveaux Instituts depuis 2004-2010, comme les Instituts en Corée, en Chine, au Canada ou encore en Uruguay et au Laos. Si je les cite, c'est aussi parce que certains sont des Instituts "nouvelle formule", avec de hautes technologies performantes et associant d'ailleurs les mathématiques.

Je pense notamment à l'Institut de Corée du Sud, qui est là pour essayer de faire de la découverte

de nouvelles molécules, de nouveaux traitements avec des méthodes de modélisation moléculaire, et des plateformes technologiques hyper-performantes, qui sont à la disposition de l'ensemble des autres structures au niveau international.

C'est donc une nouvelle formule d'Institut qui s'associe aux autres membres du réseau, mais aussi à des coopérations internationales pour faire avancer la science et surtout, je dirais, pour fournir des évidences scientifiques, ce qui est important pour différentes raisons bien sûr, sur lesquelles je vais venir maintenant. Je ne peux pas ne pas parler de cette expérience du VIH-Sida qui compte parmi les grandes thématiques sur lesquelles l'évidence scientifique a été importante pour l'éducation, pour aussi commencer une lutte contre la pauvreté dans un certain nombre de pays.

Alors, laissez-moi vous en parler quelques instants du VIH-SIDA. La première évidence était l'émergence d'une épidémie, en 1981, juste trente ans dans quelques jours, la description des premiers cas de cette maladie dans certaines populations, qui a demandé une réactivité, une mobilisation, assez remarquable à mon sens, des chercheurs, cliniciens, et patients eux-mêmes. Cette mobilisation a abouti très vite, grâce à l'interaction entre des chercheurs venant d'horizons différents, grâce aussi à cette interface avec le personnel de la santé et avec aussi les patients eux-mêmes et la société civile. Elle a abouti à la découverte du virus dès 1983. Mais l'objectif était en parallèle d'aller vite pour traduire toutes les découvertes en application.

Tout à l'heure, lors de l'ouverture, on parlait de recherche fondamentale versus recherche appliquée. J'ai personnellement toujours du mal à faire cette distinction. Louis Pasteur d'ailleurs lui-même disait : il y a LA recherche, en un seul mot, et les applications des découvertes de la recherche. Je pense qu'il n'est pas bon de faire cette distinction entre différents types de recherches, car toute recherche doit aboutir à des applications.

Dans notre cas c'était la mise en place de tests de dépistage très rapidement, le plus vite possible, en collaboration avec le secteur privé. Soulignons ici l'importance de ces interactions entre le secteur public et le secteur privé. Il fallait pouvoir prévenir la transmission par le sang et par les dérivés sanguins, et commencer à prévenir la transmission du virus de la maman à l'enfant. Il fallait aussi à travers des campagnes d'information, d'éducation, pouvoir aussi prévenir la transmission par voie sexuelle. Les tests de dépistage, dès 1985, étaient commercialisés. La découverte du virus a bien sûr été suivie de bon nombre d'efforts en matière de recherche, pour mieux le connaître, mieux connaitre ses interactions avec l'hôte et les cellules de l'hôte, mais ce sont les premières données sur le tropisme de ce virus pour les lymphocytes CD4 de notre système immunitaire, qui ont finalement donné la confirmation que le suivi de ces lymphocytes CD4 chez les patients était parmi les outils à prendre en considération pour suivre l'évolution de la maladie.

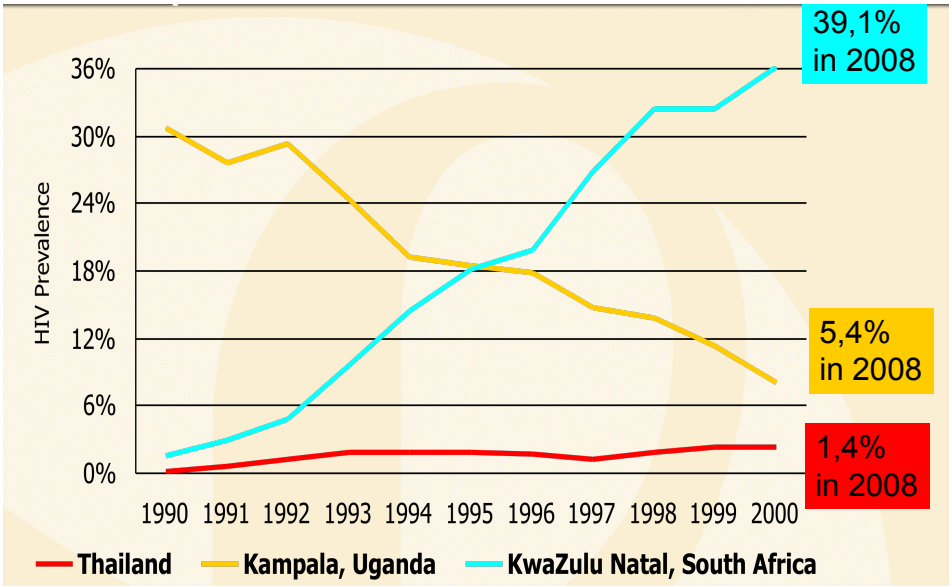
La caractérisation du virus, de son matériel génétique, de son mode de réplication a abouti au développement de médicaments. Ce sont ces antirétroviraux qui sous forme

de combinaisons telles qu'on les connaît actuellement, sous forme de "HAART" comme nous le disons dans notre langage. Ces combinaisons d'au moins trois médicaments étaient disponibles dès 1996 et même auparavant pour prévenir la transmission de la maman à l'enfant. Ils le sont depuis 1996 pour traiter les patients. Avec ces traitements, on peut aujourd'hui réduire la mortalité des patients de plus de 85 %. Certes c'est un traitement à vie, compliqué, coûteux, mais c'est un traitement qui permet aux patients de vivre avec leur virus.

La caractérisation du matériel génétique du virus a été aussi le développement de nouveaux outils pour suivre les patients sous traitement, suivre le virus dans le sang, suivre les résistances au traitement chez les patients, donc une recherche parallèle. Recherche, science, développement, application. Dès le début des années 1980, nous avons mesuré toute l'ampleur de l'épidémie au niveau mondial. Certes la maladie a été reconnue aux Etats-Unis, le virus en France. Mais dès 1984-1985, nous savions que ce virus était présent sur le continent africain et qu'il fallait travailler tous ensemble pour essayer de réduire cette épidémie qui prenait une ampleur catastrophique sur ce continent et s'est depuis étendue à l'ensemble de la planète.

Alors à plusieurs nous avons remonté nos manches pour aller faire de la formation : en Afrique tout d'abord puis en Asie. Je me souviens de ma première visite sur le continent africain avec un cours donné en République Centrafricaine et une réunion de l'O.M.S. dès 1985, qui a fait suite à de nombreuses collaborations avec ce continent et aussi avec l'Asie. Depuis il y a eu des succès, il y a eu des échecs.

Donnons en quelques exemples.

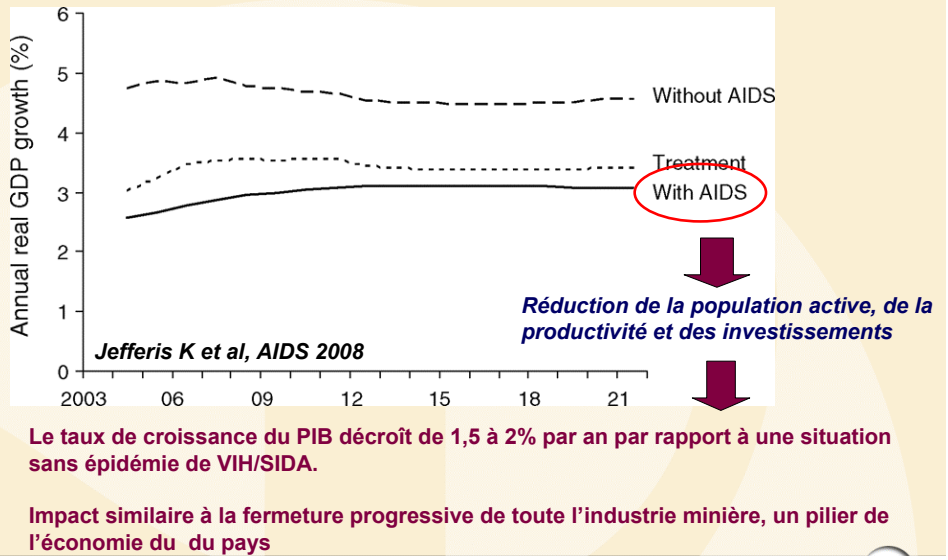


Taux de prévalence du VIH en Thaïlande
Ouganda et Afrique du Sud

J'aurais pu mettre le Sénégal, d'ailleurs, dans les succès puisque le Sénégal, je le rappelle pour ceux qui ne le sauraient pas, a une prévalence pour le virus du Sida inférieure à celle de Washington D.C. On parle souvent des pathologies infectieuses qui affectent le continent africain ; mais on voit que dans des pays ou le niveau d'éducation est élevé, dans les pays aussi où il y a une volonté politique, on peut pallier des épidémies aussi graves que celles du VIH-Sida.

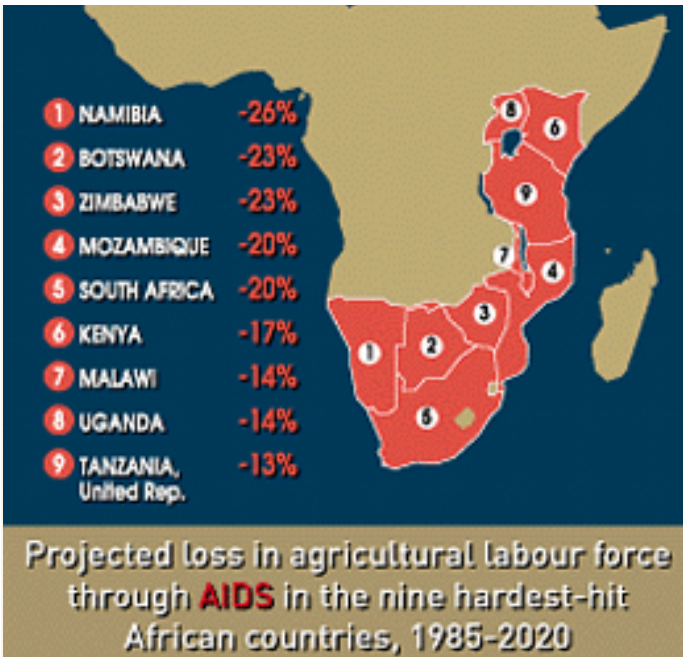
Vous voyez que des pays ont réussi à réduire la prévalence de leur infection, c'est le cas en jaune de l'Ouganda, ou encore de la Thaïlande, en rouge ; mais vous voyez par contre la situation dramatique de l'Afrique du Sud, qui est montrée en bleu : en 2008, on estimait que

pas moins de 40 % de la population portait l'infection dans la population de l'Etat de KwaZulu-Natal. Pourquoi ? Pourquoi dans un pays comme l'Afrique du Sud, où il y a des formations universitaires, où il y a un certain niveau d'éducation, des chiffres aussi catastrophiques ? Je dirais que l'éducation, la science, c'est bien, mais il faut aussi une volonté politique. Et, vous le savez, pour l'Afrique du Sud, pendant des années il n'y a eu aucune volonté politique de mettre en place les évidences obtenues de la science. Voilà la situation dans laquelle ce pays se trouve aujourd'hui, avec des prévalences d'infection immenses, avec bien sûr les conséquences que l'on peut imaginer au plan humain et même économique.



Je vous montre ici simplement un pays très voisin, le Botswana, et vous voyez l'impact de l'épidémie du VIH-Sida sur sa croissance économique. La croissance en pourcentage du P.I.B. est fortement affectée par le VIH, avec une réduction de la population active, de la

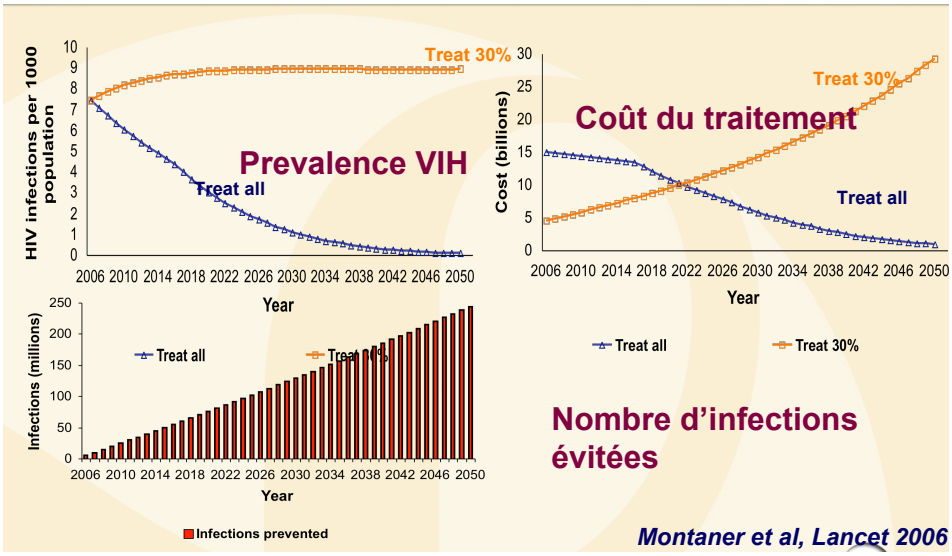
productivité et des investissements dans ce pays africain pourtant relativement riche, puisqu'on l'appelle la petite Suisse de l'Afrique. Le VIH-Sida a diminué la croissance du P.I.B. de 1.5 à 2.5 % par an par rapport à la situation s'il n'y avait pas eu cette épidémie du VIH-Sida. Il y a eu un impact aussi sur la fermeture progressive de toute l'industrie minière qui était un pilier de l'économie du pays.



Ici nous voyons l'impact du VIH sur l'agriculture en Afrique du Sud et de l'Est.

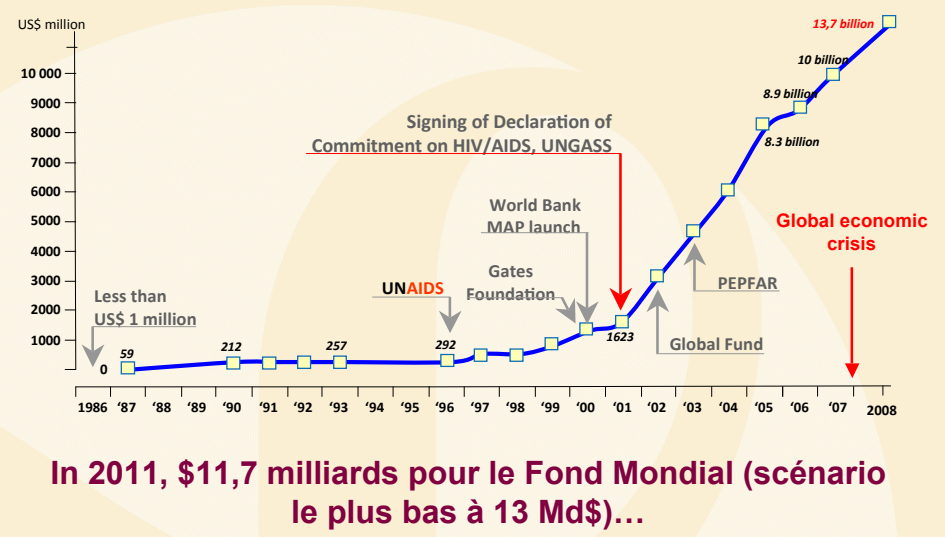
Cela vous montre l'importance de l'évolution de l'évidence scientifique et de sa transformation en application. Les conséquences peuvent être dramatiques sur l'économie des pays. En effet, la cible majeure de cette infection, vous le savez, c'est une population jeune, en âge de travailler, entre 15 et 50 ans. 40 % des sages femmes

sont infectées dans un pays comme la Zambie. Il y a eu au Botswana, une perte de 17 % des professionnels de la santé entre 1999 et 2005. 21 % des enseignants entre 25 et 34 ans en Afrique du Sud sont porteurs du VIH. En conséquence de l'émergence de pathologies ou d'infections comme celle-là, il y a bien sûr dans les pays une diminution des revenus pour les personnes qui sont touchées, mais aussi de toute leur famille, et en conséquence une aggravation de la pauvreté.



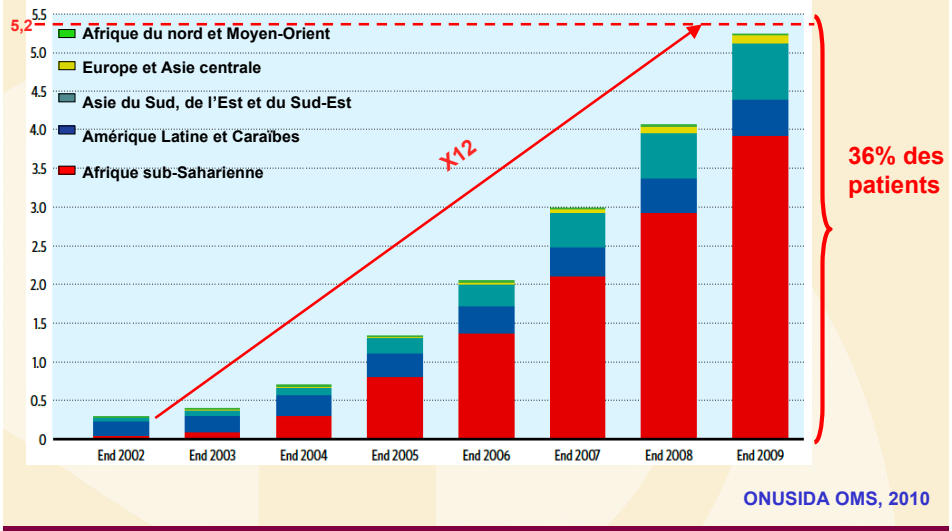
Pourtant, les évidences scientifiques sont là, nous avons les traitements qui sont à la fois des outils pour traiter mais aussi pour prévenir. Comme on le voit ici, si nous arrivions à traiter tous les patients porteurs du virus, l'épidémie serait terminée dans les années 2050. Si l'on en traite seulement 30 %, nous allons rester avec une prévalence et une incidence d'infection significatives. Les données scientifiques montrent qu'il y a un rapport coût-efficacité en faveur de l'efficacité. Vous le voyez : si l'on traite tous les

patients, le coût va diminuer, alors que si l'on ne traite que 30 % des patients, le coût va augmenter. Et enfin, on sait que les traitements d'aujourd'hui sont capables d'apporter non seulement un bénéfice à titre individuel, mais aussi un bénéfice à titre épidémique, puisque les personnes qui sont traitées infectent beaucoup moins leurs partenaires et en conséquence le traitement est aussi de la prévention.



Vous le voyez aussi, en fait, si l'on arrivait à traiter tout le monde, on pourrait prévenir le nombre d'infections et éviter un nombre significatif d'infections. Ces données scientifiques, elles ont suffisamment convaincu, convaincu les décideurs, convaincu les Nations Unies, pour qu'il y ait une réponse internationale, pour traduire cette évidence scientifique en une application à large échelle. Cette diapositive vous montre les efforts internationaux qui ont été faits par rapport à lépidémie de VIH et par rapport aux grandes maladies de la pauvreté : vous voyez que la décision, certes par la fondation Bill et Melinda Gates,

mais aussi par l'Assemblée Générale des Nations Unies en 1991, de créer le fonds mondial pour l'accès aux soins et aux traitements pour les pays le plus pauvres, cet effort international a été remarquable.



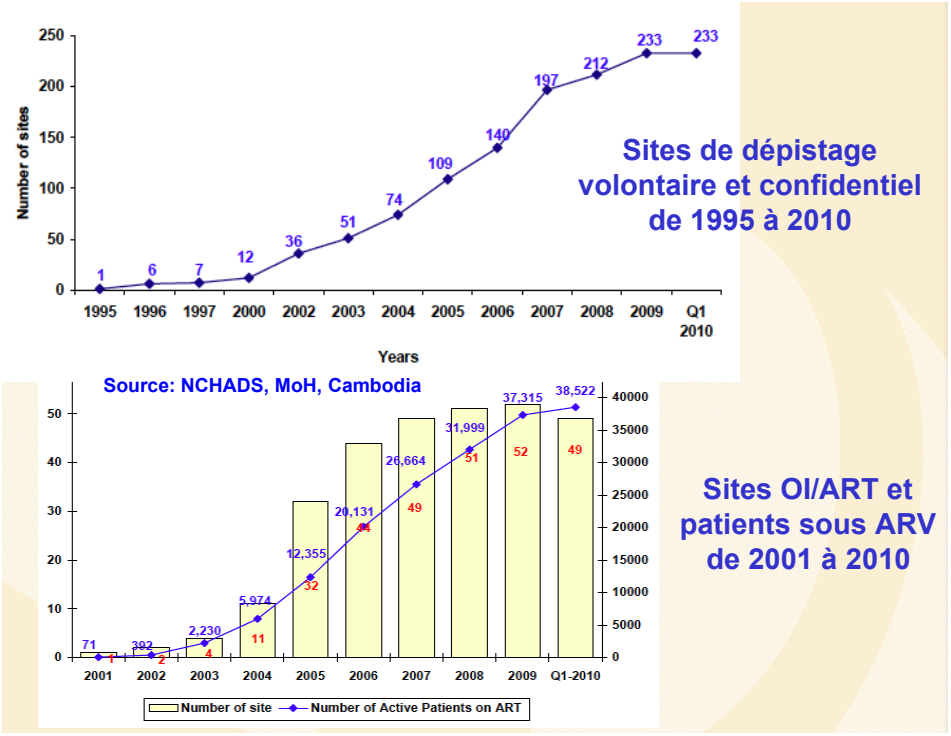
Néanmoins en 2011, j'avoue que nous avons quelques inquiétudes, puisque le scénario qui a été estimé par les pays donateurs est le scénario le plus bas en termes de besoins financiers pour continuer les progrès qui ont été faits dans l'accès au traitement. Ces inquiétudes sont liées à la crise économique mondiale. Pourtant, en seulement quelques années, en seulement 6 ans, on a multiplié par douze le nombre de personnes sous traitement. C'est certes insuffisant : moins de 40 % des patients qui ont besoin d'être traités sont traités. C'est insuffisant car tous les jours, si on traite deux patients, pendant ce même temps, chaque jour, il y a cinq nouveaux cas d'infection. Cela n'est donc pas suffisant, il faut poursuivre nos efforts,

il faut poursuivre aussi les efforts financiers et trouver certainement de nouveaux mécanismes de financement internationaux.

Les évidences scientifiques permettent d'effectuer des interventions sur le terrain en Afrique, et je dirais partout sur la planète. Pour moi la science dans chaque pays est cruciale parce que cette science apporte localement des outils et des preuves scientifiques grâce à cette recherche multidisciplinaire réalisée dans les pays. Bien sûr cette recherche, elle ne peut être qu'accompagnée de formation, et de renforcement des capacités et des structures. Grâce à cette science, les outils et les preuves scientifiques sont là pour convaincre les leaders politiques et les autorités de santé des pays concernés de prendre les mesures nécessaires, de définir des politiques pour intervenir, pour organiser le système de santé afin d'accéder aux soins, à la prévention et aux traitements.

Une composante importante que nous avons vue dans le domaine du VIH-Sida et qu'il faut prendre en considération pour l'avenir, est la participation de la société civile à toutes les étapes de ce processus, y compris à la production des évidences scientifiques. La société civile, certains membres de nos milieux activistes internationaux participent eux aussi aujourd'hui à la science et à la recherche. C'est à prendre en considération pour les modèles du futur dans tous les pays du monde. Je vous donnerai quelques exemples de succès : le Cambodge qui est un pays avec lequel je travaille depuis maintenant plus de 10 ans, 15 ans même. Grâce à des données scientifiques, nous avons, au niveau international, réussi à

convaincre les autorités locales de l'importance de mettre en place des sites de dépistage volontaires et confidentiels. Vous voyez qu'entre 1995 et 2000, on est passé d'un seul centre de dépistage en 1995 à aujourd'hui plus de 250 centres anonymes et gratuits au Cambodge.



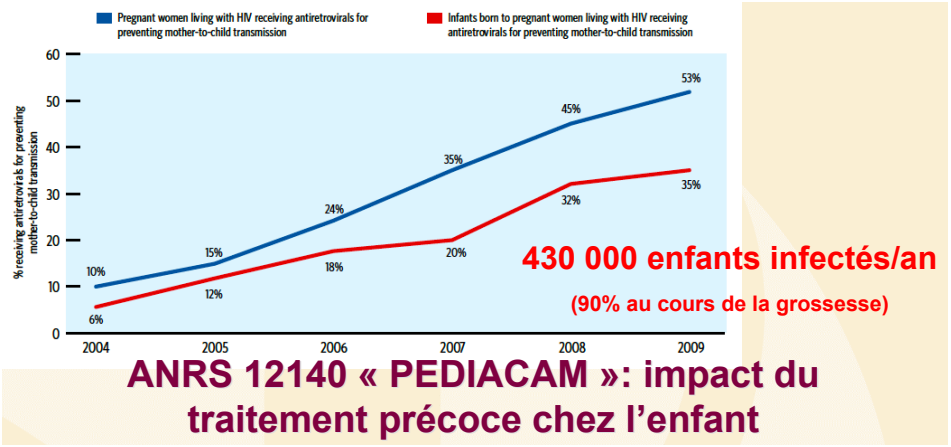
Et à ces centres de dépistage sont associés de l'éducation, de la formation des personnes qui viennent consulter et donc à la population. Vous le voyez aussi encore mieux sur le bas de la diapositive : grâce aux premiers travaux de M.S.F. notamment, qui a commencé dès 2002 à mettre des patients sous traitement et à apporter des données scientifiques aux autorités du pays et à montrer que même dans un pays comme le Cambodge ça pouvait marcher. Et bien oui, ça marche. Le Cambodge

compte aujourd'hui parmi les pays d'Asie dont le nombre de patients sous traitement correspond aux patients qui ont besoin d'être traités. Plus de 40 000 patients sont traités aujourd'hui.

Il reste beaucoup à faire, parce que malheureusement, les patients dans ces pays arrivent souvent beaucoup trop tard et ils sont déjà atteints d'infection VIH mais aussi de tuberculose. Donc il faut aussi travailler sur d'autres maladies tous ensemble, et apporter là aussi par la recherche des informations scientifiques, des évidences scientifiques qui permettent aux décideurs de prendre des décisions justement en matière de recommandation. Recommandations pour les programmes nationaux, pour les VIH-Sida, mais aussi la tuberculose. Une étude a été faite au Cambodge et a pu montrer qu'en améliorant le protocole thérapeutique chez les patients, on pouvait réduire de 34 % le taux de mortalité des patients malheureusement infectés à la fois par la tuberculose et le VIH. Ces études sont toujours associées à de la rénovation des structures locales, à de la rénovation de l'équipement, du transfert du savoir au sein de laboratoires, d'équipes, à la formation des professionnels de santé, et au bout du compte, aux décisions des autorités de santé locales.

Pour les partenariats avec l'Afrique je donnerai l'exemple du Cameroun. Nous avions commencé, nous et d'autres, à travailler avec ce pays africain dès le début des années 1990 en essayant à travers la recherche, la science de commencer à faire de l'information et aussi de l'éducation et de l'amélioration des compétences locales sur un projet de recherche qui posait certaines questions sur

la transmission du virus de la maman à l'enfant. C'était avant l'ère des antirétroviraux. Des les premiers résultats sur les antirétroviraux, le Centre Pasteur du Cameroun a mis en place lui-même, sans avoir besoin d'autres pays, une étude pilote de prévention de la transmission de la maman à l'enfant par des antirétroviraux et les résultats ont été si convaincants que le programme national camerounais a décidé lui-même de mettre en place un programme de prévention de la transmission de la maman à l'enfant de l'infection VIH.



Aujourd'hui, des évidences scientifiques s'accumulent afin que les enfants puissent bénéficier d'un diagnostic et d'un traitement plus précoce. On commence à avoir des notions qui ont un impact sur la vaccination des enfants et donc sur la mortalité de l'enfant. Ces progrès dans le diagnostic et le traitement des enfants sont encore insuffisants, comme le montre cette diapositive puisqu'en bleu, vous voyez qu'un peu plus de 50 % seulement des mamans sur le continent africain ont accès à l'intervention thérapeutique pour prévenir la transmission

à leurs enfants, et que les enfants eux-mêmes ne bénéficient que dans 35 % des cas à cette intervention thérapeutique. Donc il existe encore de gros besoins pour améliorer la prise en charge des mamans et des enfants par la formation, l'éducation des professionnels de santé et le transfert du savoir localement.

Mais globalement, quand on regarde ce qu'a été l'impact de tous ces efforts internationaux depuis bientôt 30 ans dans le domaine du VIH-Sida, ce qui frappe c'est une amélioration en matière de santé globale. J'ai énumeré quelques exemples : au Botswana, la mortalité chez les adultes a chuté de 15 500 en 2003 à 7400 en 2008, donc moitié moins en seulement 5 ans. Cela signifie un déclin de la mortalité infantile et une augmentation de l'espérance de vie. Une réduction de cette mortalité infantile est aussi importante dans des pays comme l'Ouganda : 83 % de la mortalité infantile non liée au VIH, je précise, grâce justement à la mise en place des efforts et à l'organisation des systèmes de soin : 57 % dans l'état de KwaZulu-Natal en Afrique du Sud ; je crois que ce sont des chiffres importants si l'on repense à ce que je vous disais au départ sur l'impact du déclin de la population sur l'économie de ces pays.

L'incidence du paludisme a également diminué au cours de ces dernières années grâce à l'amélioration de la prise en charge des populations de ces pays. Et puis la tuberculose : on constate un impact important de la prise en charge de l'infection par le VIH sur la prévalence, la mortalité et la morbidité par la tuberculose. Et au-delà, tous ces programmes et ces évidences scientifiques ont été

des moteurs pour améliorer la santé des populations et des nations au niveau global : pour prévenir les risques à travers les risques d'infection par d'autres maladies sexuellement transmissibles, grâce aux préservatifs. Les programmes qui ont visé à mettre en place des seringues propres ont diminué les infections par le virus de l'hépatite C.

La mise en place, dans huit pays au moins, de centres d'injection supervisés a montré que l'on pouvait réduire les overdoses chez les drogués, que l'on pouvait aussi diminuer les infections par les hépatites et un certain nombre d'autres pathologies, la prévention de la transmission mère-enfant, je l'indiquais à l'instant, contribue elle directement finalement à plusieurs objectifs du millénaire pour lesquels le VIH jusqu'à présent freinait un certain nombre de progrès : l'égalité des sexes, la réduction de la mortalité infantile (vous avez vu qu'il y avait des progrès en ce domaine) et l'amélioration de la santé maternelle, ce sont là des objectifs du millénaire et les efforts qui ont été faits contribuent à cela.

L'accès universel au traitement a clairement amélioré les services de santé et les réseaux de services de santé, avec une décentralisation de ces services. Il a fallu organiser des chaînes pour l'approvisionnement des médicaments, apprendre à déléguer les tâches, promouvoir des solutions innovantes pour le financement de la santé. Et puis je voudrais mentionner quelque chose qui m'est cher : des améliorations restent encore à faire dans le domaine du respect des droits de l'homme, sous des formes différentes dans les différents pays, pour combattre les

inégalités et avoir un accès équitable aux soins pour toutes les populations, quelles qu'elles soient, même les plus vulnérables ou marginalisées, comme elles peuvent l'être encore dans bon nombre de pays, y compris sur le continent africain.

Travailler sur des pathologies comme celle du VIH, multidisciplinaires bien évidemment, impliquant la virologie certes mais pas seulement - immunologie, épidémiologie, génétique et mathématiques en font partie à chaque fois -, c'est aussi travailler sur les pathologies de demain qui commencent à affecter les populations. Le VIH aujourd'hui, c'est une infection chronique, une maladie chronique. On ne parle plus d'ailleurs, dans nos pays, de Sida, on parle de personnes qui vivent avec le VIH. C'est une infection chronique comme d'autres pathologies chroniques, comme le cancer, les lymphomes, les maladies du vieillissement et les maladies cardio-vasculaires, qui sont les maladies d'aujourd'hui, de nos sociétés, et que l'on commence à voir apparaître sur différents continents, y compris sur le continent africain.

Donc travailler sur le VIH-Sida c'est apprendre bien au-delà. Ce que nous apprend cette recherche multidisciplinaire, c'est que si l'on travaille tous ensemble, on peut tous contribuer au développement durable des nations. Les sciences, quelles qu'elles soient, de la recherche dite fondamentale à la plus appliquée, toutes les disciplines toutes ensemble contribuent. Cela va jusqu'aux sciences sociales, socio-économiques et humaines qu'il ne faut pas oublier. Nous pouvons tous contribuer à améliorer la vie, la vie partout sur la planète, avec la contribution majeure de

la société civile qui est cruciale, comme l'exemple du VIH-Sida l'illustre si clairement. Les évidences scientifiques sont là et elles sont essentielles pour convaincre les politiques et les décideurs d'agir dans le bon sens. Monter des programmes scientifiques, monter des instituts, monter des réseaux interdisciplinaires, comme nous le faisons avec les instituts Pasteur, comme vous le faites en montant le réseau AIMS, ce ne sera un succès que si ces initiatives sont soutenues par une volonté politique des pays concernés.

L'apport des nouvelles technologies au développement de l'Afrique : l'exemple des données satellitaires

Michel Laurent [1]

En 2000, la Déclaration du Millénaire pour le Développement, adoptée par près de deux cents Etats membres de l'ONU, inscrivait comme prioritaire l'accès de tous aux nouvelles technologies, en particulier celles de l'information et de la communication. Dix ans plus tard, ce principe est réaffirmé par l'Assemblée Générale de l'ONU, à l'occasion du Sommet de révision des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). Ainsi, la huitième résolution qui vise à la mise en place d'un partenariat mondial pour le développement souligne le rôle stratégique de la science et de la technologie, notamment des innovations technologiques, pour contribuer à la réalisation des objectifs du Millénaire :

"Il importe de renforcer considérablement la capacité d'innovation technologique des pays en développement, et la communauté internationale devrait agir d'urgence pour faciliter l'accès aux technologies respectueuses de l'environnement et aux procédés qui en relèvent, en encourageant la mise au point et la diffusion de technologies appropriées, d'un coût raisonnable et écologiquement viables, ainsi que leur transfert à des conditions fixées conventionnellement, afin de renforcer la capacité d'innovation et de recherche-développement des pays concernés."

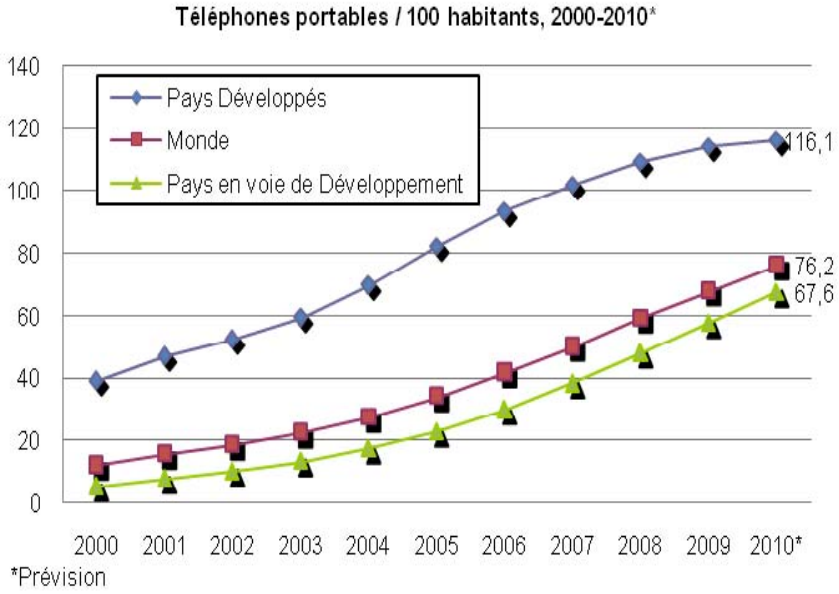
[1] Président Directeur Général de l'Institut de recherche pour le développement

1 Les NTIC en Afrique - Etat des lieux et dynamiques en cours

Ainsi que le mettent en exergue les Objectifs du Millénaire pour le Développement, les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) occupent, et vont occuper à terme, une place première dans le développement des pays du Sud, en particulier du continent africain. A commencer par le téléphone mobile et Internet. L'Afrique se positionne ainsi comme l'une des régions du monde les plus dynamiques pour l'essor de ces technologies, même si d'immenses progrès restent à accomplir.

Au cours de ces prochaines années, la téléphonie mobile va connaître une croissance extrêmement importante. Ce secteur devrait passer, dans les cinq ans, de 2.8 à 4.2 milliards de souscriptions. Si l'on prévoit un tassement dans les pays développés, le marché mondial sera soutenu par les pays émergents : 90 % de ce potentiel proviendraient de cette partie du monde, dont 20 % du Moyen Orient et de l'Afrique.

Il n'en reste pas moins vrai que, sur le continent africain, le taux de pénétration de la téléphonie mobile reste encore assez bas avec de fortes disparités entre les pays : il s'élève ainsi de 87 % en Afrique du Sud contre 33 % au Sénégal et 1,5 % en Ethiopie ! D'importants contrastes se dessinent par ailleurs entre la téléphonie mobile et la téléphonie fixe, la première se développant au détriment de la seconde.

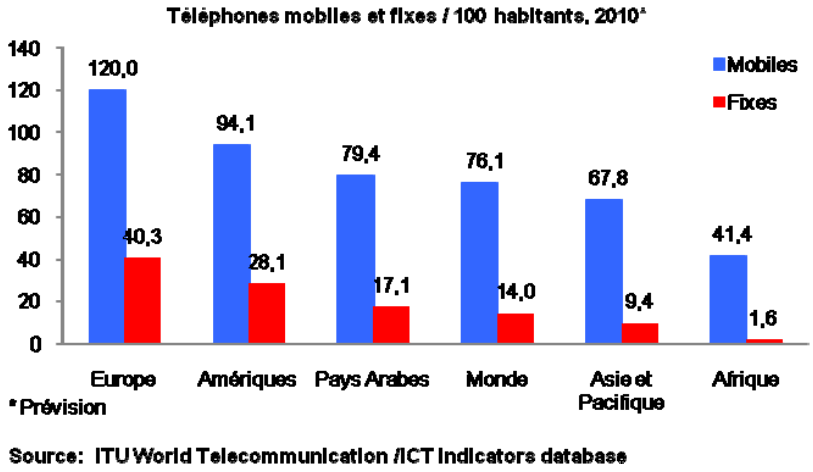


Source: ITU World Telecommunication /ICT Indicators database

Ces mêmes tendances s'observent pour Internet, avec des taux de croissance d'utilisation dans les pays en développement similaires à ceux enregistrés dans le reste de la planète. Ici, l'Afrique accuse un solide retard : le taux de pénétration s'y élève à 10 % en moyenne contre 65 % en Europe par exemple. C'est dans le domaine du haut débit que les décalages demeurent les plus importants. Ainsi, le taux de pénétration de la bande large fixe en Afrique, aujourd'hui encore très faible (0,1 %), reste bien inférieur à celui des pays en développement (2,9 %) et du monde (6 %).

D'un pays africain à l'autre, les écarts dans l'utilisation du réseau sont en outre très marqués avec, par exemple,

un taux de 15 % au Sénégal ou de 29 % au Nigeria, contre 0,5 % environ en Ethiopie, en République Centrafricaine et en République démocratique du Congo.



2 L'apport des technologies spatiales au développement de l'Afrique

Le Plan d'Action consolidé pour l'Afrique (2010-2015), porté par l'Union Africaine et le NEPAD (New Partnership for Africa's Development), confère très clairement un rôle majeur aux sciences et aux technologies pour le développement de ce continent. Il fixe ainsi deux objectifs essentiels :

- permettre à l'Afrique de mettre en service et d'appliquer la science, la technologie et les innovations liées pour éradiquer la pauvreté et réaliser un développement durable ;

- assurer que l'Afrique contribue au pool mondial de connaissances scientifiques et aux innovations technologiques.

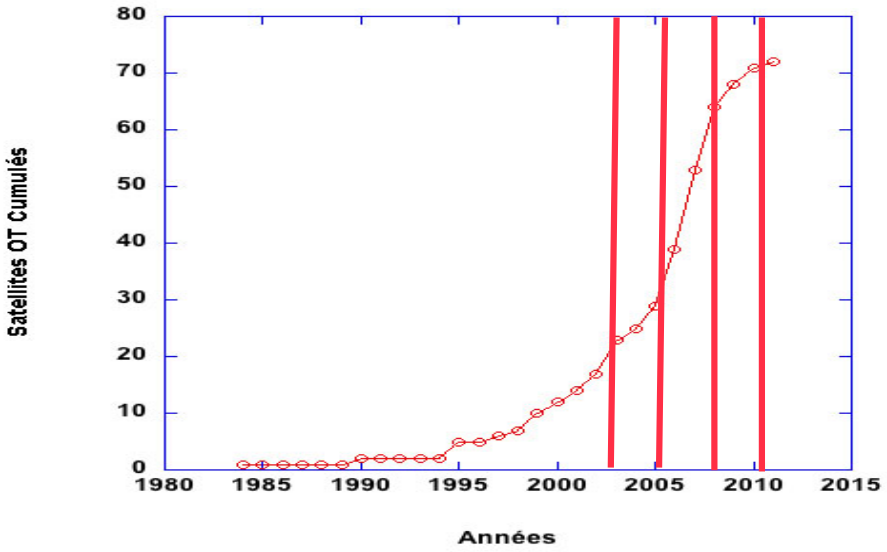
Dans ce cadre, les applications du spatial seront conduites à occuper une place de tout premier plan. Il s'agira notamment de "renforcer la prise de conscience du public et des décideurs politiques sur les bénéfices des sciences spatiales dans la transformation économique et le développement durable en Afrique".

A l'évidence, les grands défis du développement durable dans les pays du Sud peuvent bénéficier des technologies spatiales. Celles-ci fournissent une masse considérable d'informations dans de multiples domaines : le changement climatique, le cycle de l'eau, les usages et la dégradation des terres, le cycle du carbone, pour n'en citer que quelques-uns. Le monde en développement doit pouvoir utiliser ces connaissances de manière approfondie, en maîtrisant ces outils technologiques. Dès 1986, l'Assemblée générale de l'ONU soulignait d'ailleurs les apports majeurs de la télédétection dont l'usage commençait alors à se généraliser : "Les activités de télédétection sont menées pour le bien et dans l'intérêt de tous les pays, quel que soit leur niveau de développement économique, social ou scientifique et compte dûment tenu des besoins des pays en développement."

3 Les satellites d'observation de la Terre

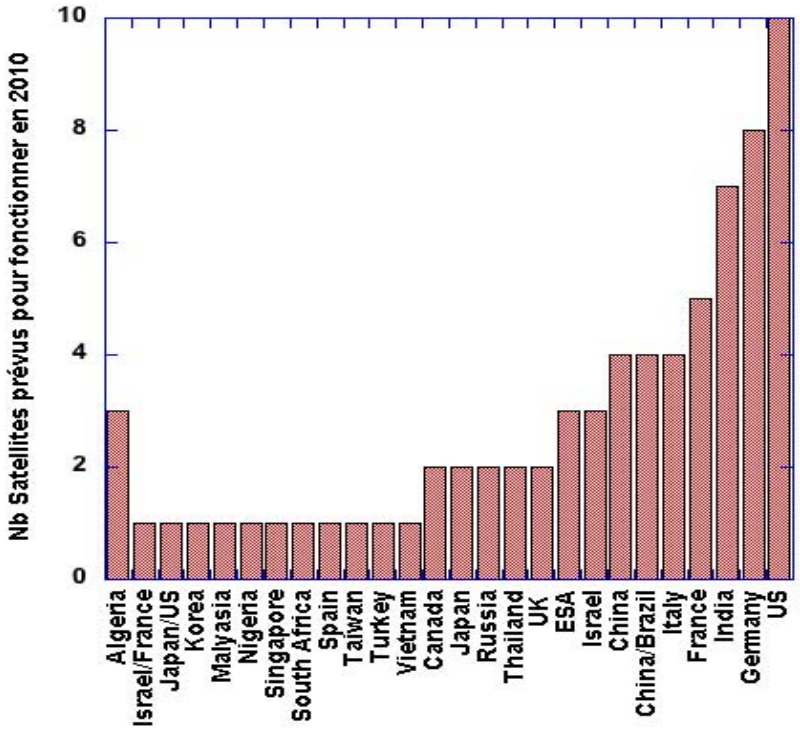
Envisat, Spot 4 et 5, Landsat, ERBS, Radarsat, Jason de très nombreux satellites qui tournent au-dessus de nos

têtes sont dédiés à l'observation de la Terre. Ils constituent une véritable "tour de Babel", selon l'expression des spécialistes. Il est, sur ce point, intéressant de souligner la très nette augmentation de leur mise en fonctionnement à l'orée du XXIe siècle, entre 2000 et 2005.



Source : IRD – UMR ESPACE-DEV

Cependant, force est de constater un déséquilibre extrêmement important entre le Nord et le Sud. La plupart des satellites sont conçus et produits par les pays développés (les Etats-Unis, l'Europe et le Japon, notamment), même si la Chine et l'Inde disposent d'un nombre important de satellites en fonctionnement. Le continent africain s'inscrit, lui, à la marge avec des satellites produits à l'unité dans quelques rares pays : l'Afrique du Sud, le Nigeria et l'Algérie, par exemple.



Source : IRD – UMR ESPACE-DEV

Il faut, dans ce domaine, retenir un modèle de coopération Sud-Sud particulièrement intéressant : CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite) promu par la Chine et le Brésil. Lancé en 1998, ce programme associe l'INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) au Brésil et la CAST en Chine (China Academy of Space and Technology). Entièrement dédié à l'observation des ressources terrestres et à la maîtrise de l'environnement, il touche aux grandes questions liées à la déforestation, aux ressources en eau, à l'occupation des sols ainsi

qu'au contrôle, en termes de politiques publiques, de l'urbanisation. Il a rencontré un énorme succès, avec 15 000 utilisateurs - dont 1 500 organisations enregistrées en tant qu'utilisateurs de données CBERS à l'accès libre et gratuit. Il représente également 300 000 images utilisées, soit 250 images par jour environ.

4 Les initiatives et les programmes

Il existe plusieurs grandes initiatives internationales en matière d'observation de la Terre, à commencer par GEO (Global Earth Observation) qui associe 87 pays, et 64 organisations internationales (l'Unesco, le PNUE Programme des Nations Unies pour l'Environnement, la Banque Mondiale, l'ICSU, l'International Council for Science, etc.). Ce cadre institutionnel vise à coordonner un partenariat international en matière d'observation de la Terre, appelé Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) dans le cadre d'un plan d'action sur dix ans (2005-2015).

Certains de ces programmes sont dédiés à l'Afrique. C'est le cas de l'AMESD (African Monitoring of the Environment for Sustainable Development), projet panafricain soutenu par l'Union Africaine, par 5 organisations régionales sur ce continent, et financé par l'Union Européenne. Ce projet a notamment permis le renforcement des capacités à utiliser et mettre en œuvre des programmes de gestion durable des ressources naturelles en s'appuyant sur un réseau de plus de 50 stations météorologiques permettant la réception

directe de données large champ météorologiques et environnementales. On retiendra également l'initiative GMES (Global Monitoring for Environment and Security) & Africa. Elle s'inscrit dans le cadre de la 8ème Priorité du partenariat Afrique-Union Européenne pour la composante Espace et vise à renforcer les capacités africaines d'observation de la Terre.

5 Les infrastructures

En matière de réception d'images satellitaires, il faut distinguer deux "mondes" : celui de la basse résolution et celui - beaucoup plus récent - de la haute et très haute résolution. L'Afrique possède une bonne couverture d'infrastructures de réception d'images basse résolution avec des centres de compétences aujourd'hui bien identifiés. Elles concernent, d'une part, l'environnement terrestre offrant des données d'importance, tels les indices de végétation, de précipitation, de feux actifs et de surfaces brûlées. Elles permettent, d'autre part, le suivi des dynamiques océaniques, avec, par exemple, les données relatives à la température de surface de la mer et à la couleur de l'eau, essentielles à la navigation, mais surtout à l'évaluation des ressources marines sur les côtes. On peut, cependant, regretter le manque de liens entre la masse de données produites et leur utilisation opérationnelle. Ces antennes de réception ont été installées et développées par le "Nord" dans le cadre de grands programmes internationaux, mais les pays africains n'en tirent pas aujourd'hui tous les bénéfices qu'ils devraient.

Il n'en reste pas moins que l'utilisation de ces images basse résolution a un impact très positif dans des domaines essentiels aux pays du Sud. Celui de l'agriculture par exemple : il est aujourd'hui possible de réaliser des bilans climatiques en fonction desquels des systèmes d'alerte sont déclenchés. Ces données permettent de prévoir deux, trois ou six mois à l'avance que la production des cultures va être beaucoup plus faible que celle des années antérieures, et donc, de lancer des plans pour tenter de minimiser ces déficits. Les images satellitaires offrent également l'opportunité de réaliser des prévisions de sécheresse, de suivre la progression de la désertification, d'établir des systèmes d'alerte aux feux ou encore d'évaluer l'évolution des précipitations et des ressources en eau [1].

Les images "basse résolution" favorisent également une coopération entre spécialistes de la santé et de l'environnement. Le cycle de transmission de la bactérie Vibrio cholerae en offre un excellent exemple. Alors que les foyers de résurgence de choléra se multiplient actuellement, il est crucial de savoir pourquoi cette bactérie fait son apparition à un moment donné. En croisant les données sur l'environnement côtier fournies en continu par les images spatiales (température, rayonnement solaire, pluviométrie, pH, oxygène dissous, salinité, etc.), autant de facteurs déterminants pour le cycle de vie de la bactérie, il est possible d'établir que toutes les conditions environnementales sont réunies pour que cet agent pathogène se développe de manière rapide et brutale. On peut dès lors prévoir, et donc anticiper, le déclenchement d'épidémies de choléra dans les populations humaines. La coopération entre les sciences de la santé et

celles de l'environnement à la faveur de l'utilisation des images satellitaires est également illustrée par les liens entre la déforestation et le développement des maladies infectieuses. Il y a par exemple corrélation entre la destruction des massifs forestiers et l'incidence de cas de paludisme. La surveillance de la déforestation grâce aux satellites peut ainsi donner des éléments extrêmement précis sur les risques d'émergence d'épidémies [2].

L'Afrique présente en revanche une faible densité d'infrastructures de réception d'images haute résolution, du fait des coûts élevés de ces équipements et de la fragilité des institutions. Trois antennes seulement couvrent en partie ce continent : l'une en Afrique du Sud (Johannesburg), la seconde au Kenya (Malindi) et la troisième sur les Iles Canaries (Maspalomas). Elles servent essentiellement à la réception d'images. Une fois réceptionnées, les données sont stockées, pour partie, à Johannesburg, mais nombre d'entre elles sont traitées par les serveurs des pays du Nord. Dans le domaine de la haute résolution également, peu de programmes en cours concernent les pays africains.

Les images satellitaires de basse résolution offrent une définition suffisante pour étudier les surfaces océaniques ou désertiques (un pixel pour cent mètres à un kilomètre). Mais travailler sur des sites plus restreints et à une échelle locale (une vallée ou une parcelle agricole par exemple) nécessite la haute résolution. Cette fenêtre ouverte sur un monde extrêmement précis et détaillé constitue un outil de surveillance de l'environnement. En Guyane, elle contribue à la mise en œuvre de politiques d'aménagement

du territoire, en permettant par exemple de calculer les ratios espaces cultivés/espaces défrichés. Elle permet aussi de réaliser un suivi opérationnel de l'orpaillage. Il est dès lors possible de contrôler les exploitations minières illégales et de mesurer les conséquences dramatiques de la pollution sur l'environnement [3].

6 Des plates-formes technologiques avancées

Les stations de réception d'images satellitaires haute résolution constituent des plates-formes technologiques avancées qui requièrent un fort partenariat. C'est le cas de "SEAS-Guyane" (Surveillance de l'Environnement Assistée par Satellite) exploitant les données issues des satellites Spot 2, 4, 5 et Envisat (radar ASAR). Il associe l'IRD (Institut de recherche pour le développement), le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), la Région Guyane, l'ESA (Agence Spatiale Européenne), l'Europe, l'Etat français ainsi que la société privée Spot Image-Astrium.

SEAS-Guyane n'est pas seulement une antenne avec un puissant ordinateur en bout de chaîne. C'est une véritable plate-forme technologique qui dispose des capacités de programmation des satellites Spot et Envisat, de stockage et de traitement d'une quantité considérable de données en fonction des besoins de communautés d'utilisateurs (scientifiques, enseignants, gestionnaires, sociétés innovantes) en Amazonie et dans les Caraïbes. Elle requiert donc de l'ingénierie qui nécessite la formation d'étudiants en master et de doctorants, dispensée par nos partenaires académiques, notamment l'Université

d'Antilles-Guyane. Grâce à un partenariat entre les laboratoires de recherche et les services de l'Etat, SEAS-Guyane permet aussi de répondre aux commandes publiques en matière de gestion des forêts et de surveillance de l'environnement au sens large. Le secteur privé n'est pas en reste puisque la plate-forme accueille des start-up utilisant cette station de réception d'images satellitaires.

SEAS-Guyane a pour mission de stimuler la production de connaissances scientifiques et de services innovants pour une gestion durable des écosystèmes, le suivi de l'environnement et l'aménagement des territoires. Sa mise en place en 2006, alors que seule une antenne située au centre du Brésil (Cuiaba) couvrait une partie de l'Amazonie, a offert très rapidement une couverture exceptionnelle de la région amazonienne. Ce dispositif a permis d'acquérir plusieurs centaines de milliers d'images dont plusieurs milliers sont utilisées chaque année dans le cadre de plus d'une centaine de programmes scientifiques et opérationnels. Cette antenne a eu une importance déterminante au regard des négociations du protocole de Kyoto.

La France a pu ainsi valoriser 30 % de sa forêt - part occupée par la forêt guyanaise dans l'ensemble des massifs forestiers français -, en réalisant les premières cartographies des changements d'occupation des terres et des bilans de gaz à effets de serre ; ce qui n'avait jamais pu être fait auparavant. Pour toutes ces raisons, cette plate-forme technologique avancée représente un renforcement de l'attractivité de la région Guyane dans les domaines de la recherche, de la création d'entreprises innovantes, de la

mise en place de services opérationnels en prise directe avec le développement régional et la coopération internationale [4].

Sur le plan international, l'opération SEAS-Gabon constitue un partenariat très original entre le Gabon, le Brésil et la France qui s'est mobilisée, notamment, au travers de l'IRD et de l'AFD (Agence Française de Développement). Sa mise en place est le fruit d'un accord tripartite entre ces pays. Il vise à contribuer à l'observation spatiale de l'environnement et des forêts en Afrique centrale, et à renforcer les capacités gabonaises et sous-régionales d'utilisation de ces données satellitaires. Cette antenne, au rayon de 2 800 kilomètres, couvrira les pays du bassin du Congo et, en grande partie, ceux de l'Afrique de l'Ouest. Un protocole d'accord a été signé en juillet 2010 entre l'INPE pour le Brésil, AGEOS (Agence gabonaise d'études et d'Observation spatiale) pour le Gabon et l'IRD pour la France. L'agence gabonaise AGEOS en a confié la maîtrise d'ouvrage déléguée à l'IRD. Ce projet qui promeut une nouvelle forme de coopération Sud-Sud fonctionnera sur le principe d'un libre accès aux données d'observation de la Terre. Il vient, de manière tout à fait opportune, de combler le déficit considérable d'informations sur cette région du continent africain, où les forêts représentent un immense potentiel à maints égards. Les pays membres de la COMIFAC (Commission de forêts de l'Afrique centrale) sont d'évidence impliqués dans ce projet.

Parmi les projets de coopération internationale où les technologies spatiales sont appelées à jouer un

rôle de premier plan, il faut aussi citer celui de la Grande Muraille Verte. Ce projet associe onze Etats de la zone sahélo-saharienne. En mars 2011, l'AAGMV (Agence Panafricaine de la Grande Muraille Verte) a signé un accord avec l'AIRD (Agence inter-établissements de la recherche pour le développement) qui apportera son expertise et accompagnera par la recherche cette formidable initiative à l'échelle de l'Afrique.

Mise en œuvre dans une vaste zone s'étendant de Dakar à Djibouti, la Grande Muraille Verte est un programme de lutte contre la désertification par le reboisement, la création de parcs naturels ou le développement d'activités humaines (élevage notamment). Dans cette région où la désertification est extrêmement aigüe, l'imagerie satellitaire, instrument indispensable pour la production de données de qualité, peut occuper une place majeure dans l'observation et le suivi à court, moyen et long terme de l'environnement.

L'Afrique a besoin de construire un réseau plus dense d'observatoires spatiaux de nouvelle génération. Ceci suppose des plates-formes au très fort potentiel en termes de formation et de recherche, d'innovation et d'expertise auprès des décideurs publics sur les grands enjeux actuels du développement et, bien sûr, de mise en valeur du patrimoine naturel. Pour un pays, avoir une gestion durable de ses ressources nécessite de s'en donner les moyens et, dans ce domaine, en particulier la biodiversité et l'eau, les observatoires spatiaux constituent une instrumentation extrêmement pertinente.

7 Vers un réseau d'observatoires spatiaux de l'environnement pour le développement durable des pays du Sud

Les réseaux d'observatoires spatiaux représentent plusieurs enjeux majeurs pour les pays du Sud. Ils répondent à la nécessité de mettre en œuvre et de consolider des politiques de développement durable aux niveaux national, régional et international. Ils offrent à ces pays une utilisation optimale des nouvelles capacités d'observation de la Terre par satellite pour mettre l'espace au service de la société. Ils contribuent à créer les conditions de développement de capacités propres et durables de suivi de l'environnement. Grâce à une meilleure maîtrise de l'information et de la connaissance, trop souvent aujourd'hui encore aux mains des seuls pays du Nord, de tels réseaux peuvent faciliter la participation active du Sud, notamment de l'Afrique, aux négociations internationales sur le changement climatique.

Il existe d'ores et déjà, dans les régions tropicales et subtropicales, un réseau de stations de réception d'images satellitaires dévolues à la recherche et à la surveillance de l'environnement. Fruit de quinze ans d'investissements, il est doté de cinq antennes "basse résolution" (Polynésie française, Guyane, Canaries, Nouvelle-Calédonie, Ile de la Réunion) et de deux antennes "haute résolution" (SEAS-Guyane et SEAS-OI sur l'île de La Réunion dans l'océan Indien).

Ces antennes sont parties prenantes d'un plus vaste projet de mise en réseau d'observatoires spatiaux de l'environnement dédiés au pays du Sud. Reposant sur

des stations existantes (SEAS-Guyane et SEAS-OI) ou en cours de mise en place (SEAS-Gabon, GEOSUD), ce réseau vise à plusieurs objectifs :

- l'accès durable à des flux de données satellitaires pour construire une politique de données, qui réponde aux besoins des politiques publiques ;
- le développement de recherches comparatives (modélisation et surveillance environnementale) ;
- le développement d'une offre de formation internationale ciblée sur les nouvelles technologies et leurs usages ;
- le développement des services d'observation et de surveillance de l'environnement ;
- le renforcement sur le long terme des capacités locales et régionales au Sud ;
- l'apport d'une aide à la décision.

Les données satellitaires fournies concerneront plusieurs domaines qui sont clés pour l'environnement et dans lesquels les communautés du Sud ont besoin de données fiables, homogènes, cohérentes et validées sur le long terme :

- le suivi des forêts, notamment dans le cadre du protocole REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) ;
- la dégradation des ressources, dans le domaine de la biodiversité et de la sécurité alimentaire, thématique au cœur de la Présidence française du G20 ;
- la lutte contre la désertification, en particulier dans le cadre du projet de la "Grande Muraille Verte" ;
- le suivi des ressources en eau ;

- l'aide à la gestion intégrée des zones côtières ;
- la santé, notamment la capacité d'opérer une surveillance et de bénéficier de mécanismes d'alerte d'épidémies potentielles.

Mettre en place ce réseau d'observatoires spatiaux de l'environnement dédiés au pays du Sud nécessite aujourd'hui d'œuvrer en quatre directions parallèles :

- consolider les projets existants de plates-formes de télédétection, en partenariat avec ces pays ; labelliser les dispositifs dans le cadre de programmes internationaux, comme GEO et GMES ;
- pérenniser les modèles d'exploitation à long terme : il y a un fort potentiel dans les services publiques, mais aussi dans le secteur privé du fait de multiples possibilités d'innovation et de création de services ;
- fédérer, coordonner et piloter les initiatives en matière d'observation spatiale pour l'environnement au Sud ;
- intégrer les dispositifs d'acquisition, de traitement et de diffusion des données.

Ce projet implique un partenariat entre de nombreux laboratoires français associant des organismes de recherche (le Cirad, le CNRS, l'INRA, l'IRD, etc.) et plusieurs universités, l'Université Pierre et Marie Curie, Joseph Fourier à Grenoble, les universités et 2 de Montpellier pour n'en citer que quelques-unes. Il s'agira de favoriser l'émergence d'un réseau mondial d'observatoires de l'environnement pour le développement des pays du Sud, qui couple formation, recherche, innovation et appui au développement.

Aborder la question de l'apport des sciences de l'espace à la société conduit à être confronté à un modèle qui part du satellite pour aller jusqu'aux décideurs, aux acteurs sociaux et aux citoyens. C'est là toute sa complexité. Pouvoir exploiter toutes les données fournies par les technologies spatiales sur le court, le moyen et le très long terme nécessite un travail immense. En effet, au cours des années à venir, ce développement technologique, au Nord comme au Sud, suscitera une explosion de données et d'images de plus en plus sophistiquées. Il va falloir les stocker et savoir comment les conserver pendant plusieurs décennies, avec une méthodologie impliquant, notamment, l'informatique, le traitement d'image et les mathématiques appliquées.

C'est un véritable défi car la stratégie, à l'échelle mondiale, pour traiter toutes les données recueillies depuis une dizaine d'années n'est absolument pas calée ! Sur certaines plates-formes, par exemple, elles sont stockées selon des formats complètement différents et, de ce fait, elles ne sont pas interopérables. Il faudra, d'ici dix à trente ans, pouvoir toutes les exploiter, les mettre en forme et les modéliser. Aussi les spécialistes des sciences dures - notamment des mathématiques fondamentales et appliquées - devront-ils apporter leur expertise.

Mais, en s'impliquant dans ce domaine, ils ne serviront pas seulement les sciences dites "de l'espace", ils répondront aussi aux besoins de la société et du citoyen. Tout simplement parce qu'il s'agit de concevoir un environnement dans une perspective de développement

durable, avec une éthique et dans le respect d'un meilleur équilibre entre les grandes régions du monde.

Remerciements à Frédéric Huynh, directeur de l'UMR ESPACE-DEV, Frédérique Seyler, directrice de recherche à l'IRD et Alessandro Rizzo, conseiller auprès du Président de l'IRD.

Références

[1] G. Begni et al. "La télédétection, outil pour le suivi et l'évaluation de la désertification, Dossier thématique du CSFD, N2, 2005.

[2] V. Machaut, F. Pages et C. Rogier "Apport de la télédétection à la lutte contre le paludisme", Médecine Tropicale 2009, 69, 151-159.

[3] D. Moullet, P. Saffache et A.-L. Transler "L'orpaillage en Guyane Française : synthèse des connaissances", Etudes Caribéennes 4, 2006.

[4] www.seas-guyane.org

Partie II

L'initiative AIMS

et AIMS-Sénégal

L'institut AIMS-Sénégal[1]

Vincent Rivasseau [2]

1 Qu'est-ce que AIMS ?

L'institut africain des sciences mathématiques est un réseau panafricain qui vise à identifier et former d'excellents scientifiques africains. Le premier centre AIMS a été ouvert en 2003 à Muizenberg, près du Cap en Afrique du Sud. AIMS-Sénégal, le deuxième centre de ce réseau, vient d'ouvrir le 6 septembre 2011.

Les étudiants des centres AIMS, choisis sur l'ensemble du continent africain, bénéficient d'une prise en charge complète sous forme d'une bourse d'études, d'une interaction étroite avec des tuteurs à temps plein et des professeurs venus du monde entier, et d'un accès permanent à internet.

Le prochain centre du réseau AIMS qui devrait ouvrir ses portes dans un futur proche est AIMS-Ghana. D'autres centres pourraient suivre. En effet le réseau AIMS a établi des partenariats ou des correspondants dans de nombreux pays à travers l'Afrique, notamment le Bénin, Madagascar, le Soudan, l'Ouganda, le Gabon, le Cameroun, le Maroc, l'Algérie, le Congo, la République démocratique du Congo, le Mozambique, le Rwanda, la Tanzanie, la Côte-d'Ivoire, le Botswana, la Zambie, l'Egypte et le Malawi.

L'objectif de l'initiative AIMS est d'identifier et de former d'excellents étudiants du continent africain afin

[1] Contribution redigée au lendemain de l'ouverture d'AIMS-Sénégal le 6 septembre 2011

[2] Professeur, Université Paris-Sud, président de l'APSA

de les préparer à accélérer le développement de l'Afrique au plan scientifique et académique, mais aussi au plan économique, voire de la bonne gouvernance politique au service de la population. Les étudiants auront la possibilité de devenir des scientifiques compétitifs en se basant sur un modèle africain, sans quitter l'Afrique. AIMS espère contribuer à ce que dans le futur des scientifiques formés et travaillant en Afrique gagnent des prix Nobel en sciences ou des médaille Fields (sorte de prix Nobel en mathématiques), et qu'ils puissent contribuer à révolutionner notre vision du monde aussi profondément que l'ont fait Einstein ou d'autres grands scientifiques en leur temps. C'est le sens de notre vœu que "le prochain Einstein soit Africain".

Inauguration par M. le Ministre Tidiane Ba
en présence de SE l'ambassadeur du Canada
et du Pr Michel Laurent (IRD, France)

2 AIMS-Sénégal

AIMS-Sénégal est un rêve panhumaniste qui a été préparé activement depuis 2008 par la coopération de deux universitaires, Mamadou Sanghare et Vincent Rivasseau, l'un Sénégalais et l'autre Français. S'appuyant sur l'initiative AIMS-NEI de Neil Turok, créateur de l'institut AIMS d'Afrique du Sud, ils ont présenté avec celui-ci et d'autres grands scientifiques leur projet au président et au gouvernement du Sénégal en mai 2009. Ils ont reçu le soutien de l'Etat, et l'institut a été inscrit dans le budget public de construction du Sénégal dès 2011. Un site a été identifié, une équipe et de très nombreux soutiens locaux et internationaux ont été réunis. Remercions ici en particulier M. Joseph Ben Geloun, avec qui ont été visités les premiers sites potentiels en 2008, Mme Marie-Pierre Barre, chef de projet pour AIMS-Sénégal en 2009 et 2010, et M. Kouassi Jean-Pierre N'Guessan, premier administrateur de AIMS-Sénégal en 2010 et 2011 pour le rôle de pionniers qu'ils ont joué. Au total sans doute des centaines de personnes dans le monde ont contribué, de près ou de loin, à différents niveaux, à l'ouverture d'AIMS-Sénégal.

L'institut AIMS-Sénégal est situé sur le campus de l'institut de Recherche pour le Développement (IRD) situé route de Joal à Mbour. Ce beau site naturel abrite déjà une tradition scientifique et de nombreux instruments de mesure. Le soutien de l'IRD, de son président Michel Laurent et de son représentant au Sénégal, le Dr Georges Denoni, a permis d'ouvrir AIMS-Sénégal dès 2011 selon le

vœu des fondateurs, dans des bâtiments rénovés à cette occasion.

Le conseil académique d'AIMS-Sénégal réunit toutes les universités sénégalaises et notamment la première d'entre elles, l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, ainsi que des représentants des universités d'Ottawa (Canada), Pierre et Marie Curie et Paris-Sud en France, et de l'université d'Hefei en Chine. Selon le vœu de ses fondateurs, AIMS-Sénégal est ainsi dès son ouverture un projet scientifique très international.

Des étudiants d'AIMS-Sénégal

Les frais de fonctionnement de AIMS-Sénégal sont assurés pour cinq ans par une forte donation du Canada au programme AIMS. Au Sénégal celle-ci est gérée par le Centre de Recherche pour le Développement International.

Les 34 étudiants sélectionnés en 2011-2012 représentent 14 pays différents appartenant à des régions d'Afrique très diverses. Environ un tiers d'entre eux sont anglophones, deux tiers francophones ; un tiers sont des étudiantes. Les nationalités représentées sont le Burundi, le Cameroun (4), la Gambie (1), l'Ethiopie (4) Madagascar (3), le Mali (1), le Nigéria (2), la République démocratique du Congo (2), le Rwanda (3), la Somalie (1), le Soudan (2), le Togo (2), la Zambie (2), et bien sûr le Sénégal (8).

L'institut AIMS-Sénégal sera bilingue (français et anglais) et la plupart des professeurs qui viendront y enseigner maîtriseront les deux langues. En fait la science ne connait pas de frontière linguistique.

Les premiers panneaux de la ferme solaire

L'institut met l'accent sur le développement durable, une perspective qui inspire également le projet de futur campus CIREM à MBour. Ainsi il devrait dans le futur

être alimenté en électricité par une ferme solaire de 90 panneaux photovoltaïques, don de la compagnie allemande Q-cells.

3 Qu'enseigne-t-on à AIMS-Sénégal ?

Les cours à AIMS-Sénégal couvrent un programme scientifique nettement plus large que celui d'un master universitaire plus classique. Le programme en 2011-2012 comporte trois phases. Durant la première phase qui va de début septembre à fin novembre, des notions de base sont mises en place : les étudiants doivent tous apprendre à parler à la fois l'anglais et le français, à maîtriser les outils modernes de communication et l'informatique, par exemple le langage LaTeX qui permet d'écrire avec précision les documents scientifiques comprenant des formules mathématiques compliquées.

Inauguration d'AIMS-Sénégal, l'assistance

Durant cette période des cours de base rappellent les fondements de la physique de l'algèbre linéaire et de la géométrie, en préparant les étudiants à résoudre des problèmes par eux-mêmes. D'autres cours vont apporter des langages de programmation et des outils pour la simulation et la modélisation numérique, et des cours de langue intensifs doivent amener chaque étudiant à comprendre les deux langues, française et anglaise.

Le Pr. Cédric Villani, médaille Fields en mathématiques le Ministre Tidiane Ba et des étudiants

Dans la deuxième phase de l'année, une dizaine de cours magistraux de trois semaines chacun vont permettre aux étudiants à la fois de maitriser le contenu d'une première année de master classique de mathématiques mais aussi de comprendre les fondements

de la physique moderne (électrodynamique et relativité restreinte, mécanique statistique, mécanique quantique). C'est une grande originalité car il existe très peu de formations de niveaux master, même dans les meilleures universités au monde, qui comprennent à la fois des cours de mathématiques et de physique à ce niveau.

Certains des professeurs sont Africains, d'autres viennent du reste du monde. Certains sont de grands scientifiques, tels par exemple les professeurs Kontsevich, Villani et Yoccoz, tous trois titulaires de la médaille Fields, l'équivalent du prix Nobel en mathématiques, qui enseigneront pour la première fois au Sénégal durant cette deuxième phase. Les cours de langue continueront ainsi que des cours complémentaires introduisant les fondements de la bonne gouvernance, de l'éthique et du service public.

Le Pr Maxim Kontsevich, médaille Fields
entouré d'étudiants de AIMS-Sénégal

Enfin dans la dernière partie de l'année les étudiants choisiront des cours un peu plus spécialisés ; bio-mathématiques, bio-physique, énergie solaire, modélisation plus avancée, ou statistiques par exemple. Puis ils auront à

écrire un mémoire sur un sujet personnel qu'ils étudieront près de trois mois sous la direction d'un professeur et d'un tuteur. A l'issue de cette année les étudiants devraient dans leur quasi-totalité continuer dans une deuxième année de master scientifique, au Sénégal ou ailleurs en Afrique ou dans le monde, et beaucoup seront bien armés pour entreprendre ensuite une thèse, c'est à dire un travail de recherche original.

4 Pourquoi AIMS-Sénégal ?

L'institut AIMS-Sénégal recrute des étudiants et étudiantes venus de toute l'Afrique, sélectionnés au mérite, et leur offre des bonnes conditions d'étude afin de les encourager à développer leur talent. Pris en charge, logés et nourris, dans un beau cadre naturel, entourés d'excellents professeurs et de tuteurs, ils peuvent se consacrer entièrement à la science, travailler plus intensément et acquérir rapidement une culture scientifique large et beaucoup de connaissances. Cela peut faire rêver, et certainement il serait souhaitable de pouvoir généraliser de telles conditions de travail à davantage d'étudiants. Ce n'est pas encore possible immédiatement mais AIMS-Sénégal veut avoir un effet d'entraînement pour motiver les vocations scientifiques de jeunes Africains et pour les encourager à servir l'ensemble de la communauté scientifique africaine. Même les étudiants des universités africaines qui ne pourraient, faute de place, être admis directement à AIMS ne sont pas oubliés et ils devraient bénéficier de l'existence de AIMS.

Par exemple les étudiants ayant reçu grâce à AIMS une

très bonne éducation scientifique directement en Afrique devraient plus nombreux à rester au service du continent que ceux qui ont effectué leur master en Europe ou en Amérique du Nord ; les professeurs de passage à AIMS auront l'occasion de visiter aussi les universités locales en complément et d'y organiser avec leurs partenaires africains des cours ou des séminaires et ainsi de suite. C'est ce qui s'est passé en Afrique du Sud. Les trois quarts des anciens étudiants de l'institut AIMS du Cap sont encore en Afrique aujourd'hui et servent sous différentes formes la science en Afrique. Beaucoup sont eux-mêmes devenus des enseignants.

Dans les années à venir le développement d'AIMS-Sénégal devrait, nous l'espérons, lui permettre de doubler le nombre des étudiants, d'ouvrir une deuxième année de master à spécialité tournante ainsi qu'un petit centre de recherche. Cette étape nécessitera la construction de bâtiments nouveaux. Bien situé près du futur aéroport Ndiass et sur la Petite Côte, AIMS-Sénégal, par l'environnement scientifique attractif et de haut niveau qu'il attire, peut devenir un puissant stimulant pour le développement scientifique et économique du Sénégal et de sa région. Il devrait permettre en particulier le développement d'un campus international à Mbour axé sur la recherche et le développement durable, et comportant à terme plusieurs autres instituts plus appliqués. Deux instituts de l'université Cheikh Anta Diop se sont déjà déclarés intéressés par une implantation sur ce site dans le futur. Ils ont noué pour cela un partenariat associatif avec AIMS-Sénégal, l'Académie Nationale des Sciences et Techniques du Sénégal, l'IRD et l'Union

Internationale pour la Conservation de la Nature. La science fondamentale et notamment l'étude en profondeur des mathématiques est en effet la clé des autres sciences et du développement durable.

En conclusion AIMS-Sénégal offre l'occasion de bâtir un centre scientifique d'excellence internationale au Sénégal et de contribuer de façon significative au développement de la science en Afrique.

Plant d'un arbre à AIMS-Sénégal
par le Pr. Klaus von Klitzing, prix Nobel de physique

Pour en savoir plus :

www.aims-senegal.sn, www.nexteinstein.org

Pourquoi et dans quel esprit soutenir l'AIMS-Sénégal ? Le point de vue d'un mécène fondateur scientifique

Daniel Iagolnitzer[1]

Tout d'abord je voudrais dire que je suis très heureux de me trouver ici à l'UNESCO, qui est une maison que je connais bien puisque j'y ai organisé et présidé, pendant ma carrière scientifique, plusieurs grandes conférences internationales, comme les Congrès internationaux de physique mathématique, de physique statistique et de physique théorique en 1994, 1998 et 2002 et que j'ai été membre du comité d'organisation de la conférence inaugurale de l'année mondiale de la physique en 2005 qui a aussi eu lieu ici, à l'UNESCO. Je participe à cette

[1] Physicien

conférence à un double titre. Je suis membre du bureau de l'APSA et du comité d'organisation de cette conférence, mais j'interviens plutôt maintenant en tant que l'un des mécènes fondateurs d'AIMS-Sénégal.

Je vais d'abord dire quelques mots de ma fondation et puis je dirai pourquoi et dans quel esprit elle a soutenu la création d'AIMS-Sénégal. Il est vrai, et nous leur en sommes tous très reconnaissants, qu'un certain nombre de grandes institutions ont déjà accordé ou promis des subventions très importantes dont ont besoin AIMS-Sénégal et les autres AIMS, bien au-delà de ce que peut faire ma fondation qui, elle, est une fondation personnelle, privée, que j'ai créée il y a une quinzaine d'années et qui essaie, en partenariat avec différentes institutions, de promouvoir des projets originaux dans différents domaines et tout particulièrement dans le domaine scientifique.

Certains d'entre vous connaissent peut-être à ce propos le prix Henri Poincaré, parrainé par ma fondation, qui est attribué par l'IAMP, Association Internationale de Physique Mathématique. C'est un prix qui maintenant a pris sa place parmi les grands prix scientifiques et j'ai eu le plaisir de voir que participent à cette conférence deux scientifiques éminents, deux jeunes scientifiques, qui ont d'abord reçu ce prix Henri Poincaré et qui l'année suivante, ont reçu la médaille Fields, équivalent du prix Nobel en mathématiques, Maxime Kontsevich, que j'ai eu l'occasion de rencontrer ici aujourd'hui, et Cédric Villani, qui va vous parler lui-même demain, et qui est l'un des scientifiques éminents qui ont enseigné ou qui vont enseigner dans les différents AIMS, dont AIMS-Sénégal.

Le budget annuel total de ma fondation est limité, entre 50 000 et 100 000 euros, mais le projet AIMS-Sénégal nous a semblé suffisamment important pour que nous fassions un effort exceptionnel pour nous, avec une subvention de 100 000 euros, même si c'est peu par rapport à d'autres subventions qui ont été heureusement accordées ou promises par la suite. Cela dit, contrairement à d'autres mécènes qui interviennent une fois qu'un projet est lancé et a toutes chances de succès, ma fondation est intervenue au départ, en 2008-2009. Il n'y avait alors rien, ce qui existait d'AIMS-Sénégal était dans la tête de Vincent Rivasseau. Ma fondation a répondu aux différentes demandes de Vincent pour pouvoir assurer la création de cet institut.

Alors, pourquoi cette aide pour la création et la promotion d'AIMS-Sénégal ? Le rôle d'une petite fondation comme la mienne me semble être précisément celui d'intervenir au moment où les autres n'interviennent pas encore parce que le projet n'a pas encore pris forme. Et c'est ce que j'ai fait ici avec Vincent. Son projet m'a enthousiasmé et j'y ai cru totalement dès le départ. Pour qu'un projet réussisse, il faut à la fois que l'idée soit excellente, et je pense que c'était le cas, cela a suffisamment été développé par ailleurs et je ne vais pas y revenir.

En même temps, plusieurs autres conditions sont aussi nécessaires. Il faut d'abord au moins une personne qui ait à la fois la vision, les compétences, les capacités et la volonté totale de le mener à bien. Ensuite que cette personne puisse disposer des moyens financiers nécessaires pour lancer le projet au départ. Ces conditions étaient réunies avec Vincent qui a été, et est toujours véritablement l'âme de

ce projet, et avait les compétences et la volonté nécessaires, avec un comité de scientifiques qui l'a assisté tout au long de cette aventure, et avec l'engagement financier qu'a apporté ma fondation.

Le développement d'AIMS-Sénégal s'est effectué parallèlement au développement du projet AIMS-NEI de Neil Turok de création d'un réseau plus vaste d'instituts AIMS. Je crois que les deux se sont aidés l'un l'autre et que la création d'AIMS-Sénégal, s'ajoutant à celui d'Afrique du Sud a pu contribuer au projet de Neil Turok et en a aussi bénéficié. Je vais ajouter quelques mots sur ce qui m'a aussi enthousiasmé dans l'esprit du projet tel qu'il est apparu initialement, dans les discussions que j'ai eues avec Vincent, esprit qui, je crois, était aussi à l'origine du premier AIMS en Afrique du Sud, et qui, j'espère, restera l'esprit d'AIMS-Sénégal et sera éventuellement celui d'autres AIMS : esprit de solidarité et d'entraide entre scientifiques et esprit d'indépendance à l'égard des pouvoirs politiques et financiers.

D'abord, ce projet est basé sur une idée d'entraide et de solidarité entre scientifiques, en l'occurrence français et africains, en particulier sénégalais en l'occurrence. Des scientifiques français éminents sont allés enseigner à AIMS en Afrique du Sud et vont aller le faire à AIMS-Sénégal. Ils n'y vont pas pour des raisons financières, contrairement à ce qui peut en partie se passer quand des scientifiques vont enseigner dans d'autres universités occidentales et ils ne reçoivent pas un double salaire. Seuls leurs frais sont couverts et ils ont une petite indemnité pour que leur séjour se passe bien. Leur vraie récompense est

l'enrichissement qu'ils reçoivent par leurs contacts avec les Africains, avec les scientifiques africains et les étudiants africains et plus généralement la population africaine. J'espère que cet esprit pourra être préservé, même si bien entendu AIMS-Sénégal ou les autres AIMS doivent être gérées, d'un point de vue pratique, avec une grande rigueur et un grand professionnalisme.

Un deuxième aspect qui m'est aussi apparu important, c'est que ce projet ne souhaite pas s'opposer à ce qui se fait par ailleurs en Afrique, il n'est pas en contradiction avec l'enseignement supérieur tel qu'il existe déjà ou avec différents autres projets, mais me semble ajouter un plus. Je dirais à cet égard que d'un côté, il est bien que les AIMS et en particulier AIMS Sénégal soient autonomes, ce qui donne plus de liberté et plus de souplesse, et en même temps il est bien qu'ils conservent les liens avec les universités africaines qui y participent.

Un troisième point me parait très important : c'est le principe d'indépendance par rapport aux pouvoirs politiques et financiers. Les AIMS, en particulier AIMS-Sénégal, ont besoin de financements de différentes sources et les principaux viendront de certaines grandes entreprises d'un côté, de grandes institutions publiques à vocation scientifique et technique de différents pays, en particulier occidentaux de l'autre. Mais je crois qu'il faut faire très attention à ce que l'esprit d'indépendance soit préservé : nous sommes très heureux, par exemple, quand des pays occidentaux comme la France, les Etats-Unis, le Canada, etc. participent à des actions utiles pour l'Afrique, en particulier à des actions scientifiques, mais

il faut faire attention à ne pas être “prisonnier” des politiques des gouvernements. On a vu récemment en Afrique des interventions militaires occidentales dans plusieurs pays, de la part des Etats-Unis, de la France, etc. Chacun peut avoir son avis sur le fait de savoir si ces interventions étaient justifiées ou non, mais je pense que nous, scientifiques, devons préserver une indépendance totale vis-à-vis des politiques des différents pays... (applaudissements)

Merci. Je vous remercie beaucoup, et je pense que vos applaudissements sur cette question sont importants.

Je vais terminer sur un dernier aspect, qui à mon sens doit continuer à prévaloir dans l’esprit des AIMS, en particulier d’AIMS-Sénégal, c’est de faire attention, même si la question, je crois, ne se pose pas actuellement, à ne pas créer de caste privilégiée à quelque niveau que ce soit. On voit malheureusement parfois des organisations humanitaires qui travaillent en Afrique contribuer à la création de castes privilégiées et c’est un problème qui est beaucoup discuté actuellement dans ce milieu. Par exemple des expatriés français vont travailler en Afrique avec de très hauts salaires, qui n’ont rien à voir avec les salaires locaux, et vivent dans d’excellentes conditions, dans de belles villas, etc. Dans ce cas, comment traiter le personnel local, sur la base des salaires locaux ou des “super salaires” occidentaux ?

Au niveau des étudiants, on peut admettre qu’ils aient certains privilèges dus à leur mérite personnel, leurs études, leur travail, en particulier dans les AIMS, et qu’ils en bénéficient par la suite dans leurs carrières. Mais il

me semble important, et c'est un des buts recherchés, qu'ils restent en Afrique, même s'ils font des séjours éventuellement longs dans d'autres pays (d'abord pour mener à bien une thèse ou un travail postdoctoral, puis pour différents échanges) et qu'ils ne deviennent pas une caste privilégiée, mais qu'ils conservent un esprit de service pour le développement de l'Afrique, en particulier scientifique. aux cotés de tous les Africains, au service de l'Afrique.

Ce sont ces différents aspects qui m'ont séduit aussi, dans le projet AIMS-Sénégal et j'espère qu'ils seront préservés, ce qui n'est pas nécessairement facile dès le moment où entreprises et gouvernements se sont rendus ou se rendront compte qu'ils peuvent dans ce domaine se montrer des contributeurs "généreux", avec des frais relativement faibles, pour le développement de l'Afrique.

Je vous remercie de votre attention.

Témoignages

Etudiants Africains

1 Carolina Ödman-Goventer

Ladies and Gentlemen, distinguished guests, it is my great honor to introduce to you some of our alumni and a former tutor who have kindly agreed to share their AIMS experience with us today.

These are the exceptionally talented people in Africa that AIMS is seeking to find to give mathematical training and opportunities too, and that we are humble to see take off and become the extraordinary people that you will hear speaking in a minute. The alumni you will meet today have an unbelievable journey behind them. They are

all in Europe at present, pursuing masters, PhDs or even working as postdocs already. The reason we invited alumni currently in Europe is practical, because of proximity to this conference place. In fact, there are more than 300 AIMS alumni, of which 78 % are in Africa today.

As their role on the African continent as thinkers and problem solvers is so important to us, we are delighted to announce that we have a modest amount of money for our alumni in the form of travel grants, to attend scientific meetings, to help their network, to create connections and opportunities within the fabric of the African scientific community. So first, let me welcome Sahed from Nigeria.

2 Sahed

My name is Sahed, as introduced earlier. I come from Nigeria. I graduated from AIMS in 2007 and after my studies at AIMS, I pursued a master degree with the famous Erasmus Mundus scholarship in Europe. In 2007, I obtained my master's degrees at the technical university of Kaiserslautern, in Germany, and at Johannes Kepler University in Austria. At the moment I am doing my PhD at Johann Radon Institute for Computational and applied mathematics in Linz, Austria, which is a kind of Austrian academy of science.

My reflections about life at AIMS ? well, for me it was a life changing experience. Actually it redefined my career because in the country where I come from, I could have ended up, you know, pushing careers where even one tenth of my talent is not required. So, on this occasion I really

would like to thank the founders of AIMS for giving me the opportunity to study at AIMS and I would like to also insure you that such a nice gesture should be extended to other talented Africans.

So yesterday, professor Turok and professor Vincent (Rivasseau) mentioned about how close the lecturers and the students are at AIMS. Actually, it was really a fascinating thing. You do have to know how it is. They are always here for you, 24/7. Professor Fritz Hahne, the director of AIMS, meets you in the middle of the night, 1 o'clock, 2 o'clock at night, he was always there with us. So this is really motivating. And essentially AIMS actually provides an optimal learning environment for us. It actually succeeds, it actually brings out the best from the students. Like professor Turok said yesterday, AIMS does not teach to actually read and pass exams. They teach us to be critical thinkers and problem solvers in all facets of life, particularly in Africa. So I am talking about problem solving.

I have one experience. In 2007, Pr. Alameddine actually came to AIMS to teach, with an injured arm. He was really injured, and he could have given excuses that ok, he was injured, he couldn't come to AIMS. Actually he made it down to AIMS with his hand, and funny enough... he's right handed. And his right hand was also hook up tied. He ended up teaching with left hand. This was in December 2006, if I am right. This is really motivating for us to study.

Why did he do that ? Because he believed in AIMS and he believed in the students of Africa. So I really would like

to thank the founders and the supporters of AIMS. We are very grateful. Thank you very much.

3 Habib

Good morning, I am Habib, I am from Ethiopia and I am really honored to stand in front of you to make this speech. I am 2009 bachelor in the seventh group of AIMS, and I heard about AIMS from my friend, who was at AIMS in 2008. And she was telling me a lot of things about AIMS, and finally I just asked some of my professors who happened to have a chance to go to AIMS and to see the thing. So they told me about AIMS so I just applied, and I got the position, I went there and AIMS was really surprising for me. I say, as everybody says, that the first

professor I met was Alan Beardon and he is an amazing professor because I studied math when I was in Ethiopia, but most of them are pure, and I don't know how to relate it with real problems. The course that Pr. Alan Beardon was teaching was 'Problem solving" and it really gives the insight like how to apply the math you know... You know a lot of mathematics or whatever. But after that, when you learn the problem solving things, you know how to apply the math that you learn, and starting from that moment, another professor starts coming and again, it was just amazing. Everyday, like every three weeks, you are always learning ! Wow... Oh my god, this is good ! I had really wonderful time there !

And the other thing I learned at AIMS is, as everybody says, that the live relation between the students, the teachers and the professors is astonishing because you learn in the morning, in the class. In the afternoon you go to the laboratory, to the competitions, and if you get lost, or if you made mistakes somewhere, there is a professor with you, he is staying in the same building with us... We can even just call him and he will come in the middle of the night to work with us. The tutors are so humble and they are really good to help us to solve our problems. Sometimes, it is difficult to check somebody's problem but they will sit with us, and they will go through every line and just try to show us : ok, this is wrong, this is right...

And the students are really... all working hard. You cannot stay idle, you cannot say : "Oh, I don't want to do" because you see your friend who is doing something great and he is so happy : "oh, yes, I did this", and you

want to do something great, and it really teaches you how to learn math, and it is not just math among something. It is just relife, and you love being there. So I really learn and love the situation at AIMS. It was so astonishing and it was something nice for me.

And the other thing that I want is to thank the founder of AIMS Neil Turok for giving me this opportunity : there are so may Ethiopians who are also coming and who have really a good chance to continue, to pursue their education further. So it really gives us a chance to apply math and to work hard in the future. Currently I am studying in Johannes Kepler University in Austria, I am studying industrial mathematics and I will be finishing my master in the end of August. For sure I will return home and I will try to make good relations between industries and education centers because it is not common in Africa : education centers teach their students and then they let them go, and the industry solve their own problem but if they work hard it is really wonderful. That is what I saw in Europe : industry present their problems to education centers and the professors and the students together try to find a solution for the problem. It is such a wonderful thing so I hope I will go home... For sure I will return and I hope I will get a chance to work with my colleagues and do something for my country and for Africa. Thank you very much.

4 Lydia

Good morning everybody, I am Lydia from Cameroun. I graduated from AIMS in 2009 and after my post-graduate

at AIMS, I had the great opportunity to stay there for one more year for my master degree in financial mathematics. I left AIMS last year in June for Germany where I am actually doing my PhD in financial mathematics.

My stay at AIMS was amazing, it was an amazing period of my life. To mention just a few, I will say academically it was so wonderful to have world leading scientists as lecturers and as friends. Living, eating and chatting together. They were always available for us, at any time for any discussion, and I can say this had an important impact in my way of thinking even till now. I really want to take this opportunity to thank all the lecturers who volunteered to find the time and come to AIMS to share their knowledge with us in Africa.

Another great thing about AIMS is the scholarship. Those who are familiar with life in Africa know how difficult it is for most African students to finance their studies. The opportunity to have a full scholarship in Africa, that is something amazing for me. In this regard I would like to thank all the supporters and partners of AIMS in Africa and everywhere in the world. AIMS is not only as my friend mentioned before. AIMS is not only amazing in an academic point of view, but also with a social point of view. It is like having Africa under one roof. Learning how to live and to share together and also how to help each other, I think that is something important.

For me that was so wonderful, and I learned so much during my stay at AIMS, that surely I will be back. First, next year I will be back as a researcher at AIMS, and maybe after my PhD I will be back in Africa to help others as I have been helped till now. I take this opportunity to thank AIMS founder, Professor Neil Turok, and my AIMS director, Professor Fritz Hahne, the current AIMS director, Professor Barry Green and the whole AIMS family in Africa and everywhere in the world. Thank you very much.

5 Viater

Hi everybody ! My name is Viater, I am from Rwanda. My experience at AIMS... I don't like to go too much in details because there will be another opportunity to have a discussion. I just give you an introduction. AIMS ? It is difficult to define AIMS in a sense that AIMS is unique. It is not like other institutions of high learning like we have bureaucracy, if you need to contact a professor or a

supervisor you need an appointment... it doesn't work like that at AIMS. If we have a question there, immediately you go and you contact your professor or your tutor. Not like in Europe.... Actually, I have been at AIMS in 2009-2010, last year. After my graduation, I joined the University of Nice at Sofia Antipolis where I am doing engineering. But comparing experiences at AIMS and where I am studying now, it is extremely different. You can't compare. AIMS is unique. There is no routine learning, there is no chasing for max, everything there is unique, you learn how to share. If the professor explains something you don't understand, there is the tutor who is there, he has the responsibility to make sure that you understand 100 % of what the professor has taught. This is a really amazing place to be.

Actually, Africa needs AIMS for further economic transformations. At AIMS, it is not only an institution just to learn, it is a family. Being there you learn how to share with others. Being there you learn how to help your colleague. It is not like in Europe. You guys in Europe, you have an apartment, you just meet the professor in the class. After that, nobody cares. You go in your apartment ; even if your friend lives next to you, he doesn't know whether you are sick or whaever...

Actually, I appreciate with my heart the idea of AIMS. So it has been said by my colleagues, maybe, everybody has its own experience. I will have a long discussion with anybody who needs to know more about AIMS. I would be glad to share my experience with you. After finishing my engineering, I would be glad to go back home, to help my country. Thank you very much.

6 Jean-Marie Mirebeau

Bonjour. Je n'étais pas étudiant à l'AIMS. J'étais tuteur là-bas, c'est-à-dire que j'avais la responsabilité de suivre une douzaine d'élèves et que j'assistais aux travaux dirigés et aux séances d'exercices et de programmation. En terme d'enseignement, travailler à l'AIMS a été une expérience inoubliable. Je n'ai jamais vu des étudiants aussi motivés, ayant un tel désir de progresser et d'apprendre de nouvelles mathématiques. L'AIMS est une petite structure : il n'y a qu'une cinquantaine d'élèves, ce qui donne une atmosphère assez familiale au lieu, où chacun peut parler librement. J'ai pu voir les élèves dont j'avais la charge tous les jours et nouer de véritables liens d'amitié avec eux.

D'un point de vue plus personnel, l'AIMS m'a permis de rencontrer de nombreux professeurs et d'élargir mon point de vue, de prendre du recul sur mon cursus, et j'ai aussi beaucoup appris au contact d'autres cultures. Cela a été très utile pour moi personnellement car j'étais à un point charnière dans mes études, je venais d'enchaîner une série d'années très différentes.

J'avais appris beaucoup de belles mathématiques mais je venais aussi d'enchaîner de nombreux concours et examens et j'en 'étais arrivé au point où je devais choisir un sujet de thèse et je savais que l'on attendrait de moi des choix et des prises d'initiatives scientifiques. Rencontrer des professeurs, des élèves ; m'immerger dans ce milieu et parler librement avec tous ces gens a été très utile pour moi, et cela m'a permis de prendre un nouveau souffle pour ma thèse. Donc cela a été une expérience que je retiendrai

toujours et j'ai bien sûr recommandé à d'autres étudiants français de devenir tuteur à l'AIMS et je continue de le faire.

7 Elisa

Good morning ! I am Elisa and I am from Madagascar. I graduated from AIMS in 2009, and currently I am doing my PhD in Italy in geophysics. First I have heard about AIMS from a friend who was there before me in 2008, and he explained to me how good life is at AIMS, and he encouraged me to apply. I did apply and my application was successful. And after my experience there, I can say that : AIMS is a place where you can build a new family, which teaches you how to live and soar with other people from different countries. AIMS is a place where different talented young scientists can meet. AIMS is a place where you can improve your mathematic and physical skills. And AIMS can prepare you to achieve your dreams like to be a real and good scientist.

The life at AIMS was so amazing for me, because there is no difference between lecturers, teachers, students. We were living in the same building and we always get help from them, anytime : if you need his light at night, you always find teachers to help you, to solve your problems, and that was so amazing for me.

And if I am thinking now, I can say that life at AIMS had an important impact on me. AIMS has changed my life. I am sure that if I had not studied at AIMS, I would not have the opportunity to do my PhD in Italy now. So

in conclusion I would like to say that AIMS is a great way for young people who may otherwise not have a chance to reach international level in mathematics and physics. So it would be better to have AIMS in different countries in Africa, as much as possible. Thank you very much.

8 Doriano-Boris Pougaza

Hi, my name is Doriano, I am from Central African Republic. I was the first to be selected from this country

and in 2006 I graduated at AIMS. Now I am doing my PhD at the Paris-Sud university. I am completing my PhD now, I am writing my PhD.

AIMS est un bon tremplin pour des étudiants africains, surtout ceux qui sont issus des pays où les moyens de recherche n'existent pas du tout. J'ai très content d'être contacté pour participer à la création de AIMS-Sénégal qui est le premier institut de langue francophone. Je pense que si je n'avais pas été sélectionné à AIMS, je ne serai jamais parvenu à travailler pour ma passion qui est celle de la recherche au service du développement de l'Afrique et aussi du monde.

Mon souhait est que le système AIMS puisse se développer partout en Afrique car c'est un continent où il y a beaucoup de jeunes talentueux et qui ont soif d'apprendre. Je demande à tous de soutenir le projet AIMS car il est exceptionnel de par le système d'éducation fourni, unique au monde. Et c'est le seul moyen pour aider l'Afrique à faire un grand pas vers le développement dans tous les domaines (scientifiques, politiques, économique et culturel).

Now I will read you a very personal letter sent by my friend Franck from Congo who couldn't come here because he couldn't get his a visa. He is doing his PhD at a University in UK. So I will read it for you, in French.

Le vrai développement en Afrique, c'est d'abord une éducation intégrée et intégrale en grand nombre de l'élite de demain dans tous les secteurs de la science et de la technologie. AIMS Afrique du Sud est une initiative

révolutionnaire de grande envergure comme il n'y a jamais eu, depuis les indépendances des pays dans les années 1960.

La racine d'AIMS est au sud, mais bientôt AIMS-Sénégal et les ramifications se répandront partout en Afrique pour donner un nouvel élan au développement de cette Afrique basé sur l'enseignement de haut niveau des branches les plus récentes et les plus modernes de la science, incluant les mathématiques, la physique, la chimie, la biologie, la nanotechnologie et l'utilisation des logiciels modernes. Cela inclut aussi la facilitation des échanges et des mouvements nord-sud, tout en permettant l'intégration dans tous les secteurs du développement en Afrique et le mouvement qui s'ensuit.

Cela permettra l'intégration, dans tous les secteurs du développement en Afrique, de la nouvelle élite. AIMS, pour moi, a été un tremplin qui m'a propulsé dans l'espace. Nous vous appelons donc à vous impliquer dans l'idée de AIMS, par des soutiens matériels et humains à ce nouveau départ. Envoyez-nous *des professeurs, des ingénieurs, des docteurs plutôt que des soldats* (applaudissements nourris) pour former les cadres meilleurs de demain et amorcer une vraie démocratie intellectuelle !

Annexe

CIMPA

and its activities in Africa

CIMPA and its activities in Africa

Tsou Sheung Tsun [1]

It is a great pleasure for me to speak here today and I thank the organizers of this conference for making it possible for me to do so. I shall start with a short introduction to CIMPA and then tell you a little of its activities in Africa.

1 CIMPA

CIMPA stands for Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées, and its mission is to promote international cooperation for the benefit of developing countries, in higher education research in mathematics and its applications, as well as in related subjects. To this end, CIMPA organizes research schools, supports seminars and sustains networks of researchers. Its actions are concentrated in places where there is the will to further develop mathematics, and where a research project is feasible. We endeavor to maintain three important balances : gender, geography and subject.

CIMPA is a non-profit organization created in 1978 with an office in Nice, France. It is mainly funded by the Ministere de l'enseignement superieur et de la recherche (France), the University of Nice-Sophia Antipolis (France), the Ministerio de Ciencia e Innovacion (Spain), and the Centre National de la recherche scientifique (France), with

[1] Professeur, Oxford university, president of the Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA)

a budget of 312K euros for this year (2011), half of which is devoted to activities in Africa. It is a UNESCO category 2 since the 1990's. It has permanent institutional members (UNESCO, the French ministries, MICINN, University of Nice-Sophia Antipolis), and six individual members on its Governing Board.

The General Assembly elects the Officers for 4-year terms, and the present holders are : President : Tsou Sheung Tsun (Oxford ; mathematical physics) VicePresident : Alain Damlamian (Paris 12 ; non-linear analysis, nonlinear partial differential equations), Secretary : Jean-Marc Bardet (Paris 1 ; probability and statistics) Treasurer : Bernard Rousselet (Nice ; non-linear vibrations, optimization)

It has a Steering Council consisting of representatives from various mathematical learned societies. It has an international and independent Scientific Council, chaired by Enrique Zuazua (Spain ; applied mathematics), and consisting of well-known mathematicians from all over the world. These two councils guide it and advise it on its scientific activities and strategies.

For the actual activities, there is a management team comprising :

- Director : Claude Cibils (Montpellier and Nice)
- Regional Scientific Officers :
  - Subsaharan Africa : Marie-Francoise Roy (Rennes II)
  - Mediterranean : Ahamd El Soufi (Tours)
  - Southeast Asia : Michel Jambu (Nice) and Christian Mauduit (Aix Marseille II)

  - India and West Asia : Michel Waldschmidt (Paris 6) and Jorge Jimenez Urroz (Politecnica de Catalunya)
- Transversal : Mercedes Siles Molina (Malaga)
- Communications Officer : Rosane Ushirobira (Bourgogne and Lille)

CIMPA has many scientific partners, too numerous to list here. We are very grateful for their collaboration in various ways. The full list can be found at our website. In particular, Spain joined us as a Member State in 2010. Two more countries are in the process of joining us under similar conditions : Norway and Switzerland. We are tremendously proud of their participation and their trust in our work. Furthermore, we have signed memoranda of understanding with the ministry of higher education in Argentina and AIMS in South Africa for support of the Research Schools. We envisage signing more such agreements with other countries.

2 CIMPA Research Schools

These are our main activities : we have organized so far 203 Schools, in various countries in the developing world : 18 in Africa, 12 in South America and Caribbean, 8 in the Middle East, 5 in Central and Eastern Europe. And we had 11637 young participants, taught by 2241 lecturers of which 1050 are from developing countries. Each year we have open calls for proposals for these Schools, each lasting 2 weeks. These proposals come from a wide geographical range, some encouraged by our members. The proposals are analyzed by our Scientific Council, who,

based on their careful evaluation, make recommendations to the Steering Committee who selects about 15 to 20 proposals for support. These Schools are organized locally, with scientific and administrative help from CIMPA, in a North-South-South format.

In 2011, we have two Schools in the Mediterranean region : *Control and stabilization of partial differential equations* in Monastir, Tunisia, and *Analytic and algebraic tools of modern multivariate analysis and graphical models*, in Hammamet, Tunisia.

In Subsaharan Africa we have four Schools : *Modelling, nonlinear systems and applications*, in Dakar, Senegal, *Modelling and simulation in population biology* in Belleville (moved to Muizenberg), South Africa, *Dynamical systems in manifolds and applications*, in Kinshasa, Congo, and *Real and complex analysis with applications to other sciences*, in Buea, Cameroon.

3 SARIMA

We have several other complementary activities in Africa, in networking and in support of Ph.D. students, etc. The most important of this is SARIMA (Support for Research Activities in Computer Science and Mathematics in Africa) : it is a South/North network of research teams with goals as follows :

- to set the context of a balanced international cooperation between North and South
- definition of common research topics with specifics on the skills of teams

- reinforcement of each partner
- concern on brain drain

It was supported 2005-2008 by the French Ministry of Foreign Affairs and has 25 members of which CIMPA is one. In these three years it has trained about 70 PhDs and initiated a large number of collaborations and research projects. As a consequence, there are now joint Franco-African research laboratories (e.g. LIRIMA with INRIA). It is still continuing its work and hope to launch a Foundation with support from private sources.

4 Ibni Prize

Ibni Oumar Mahamat Saleh, professor of mathematics at the N'Djamena University (Chad), leader of the democratic opposition, was abducted by the Chadian Army on 3 February 2008. He was very likely killed, officially "disappeared".

A scientific prize to train young mathematicians from Subsaharan Africa was established by SfdS, SMSI and SMF. The selection committee is headed by the President of the Scientific Council of CIMPA. In 2009 the prize was awarded to Oumarou Arbi (Niger), PhD in bioinformatics, and in 2010 it was awarded to Amadou Tall (Senegal), PhD in cryptography.

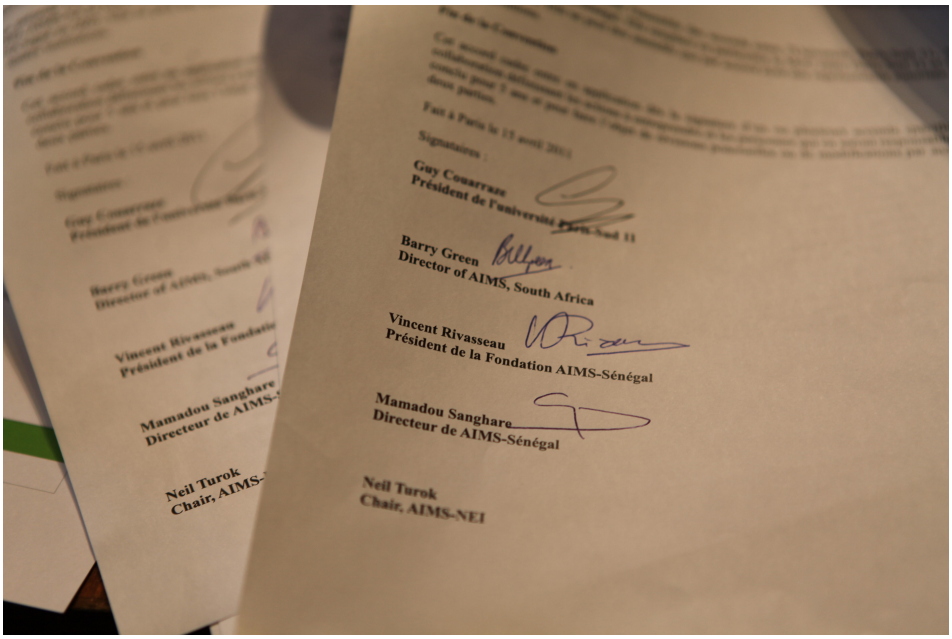
5 Some New Initiatives

Gender Imbalance : CIMPA, in collaboration with EMSCDC, Marie-Françoise Ouedraogo, chair of committee

on women mathematicians of the AMU, to take part in the EWM conference in Barcelona, to make known and further discuss of the problem of gender imbalance in subsaharan Africa.

Electronic Access Workshops : in collaboration with the International Mathematical Union (IMU) and the European Mathematical Society (EMS), a workshop took place in a CIMPA school in Bamako.

Thank you for your attention.



Signature des accords de partenariat entre AIMS-Sénégal et l'université Paris-Sud