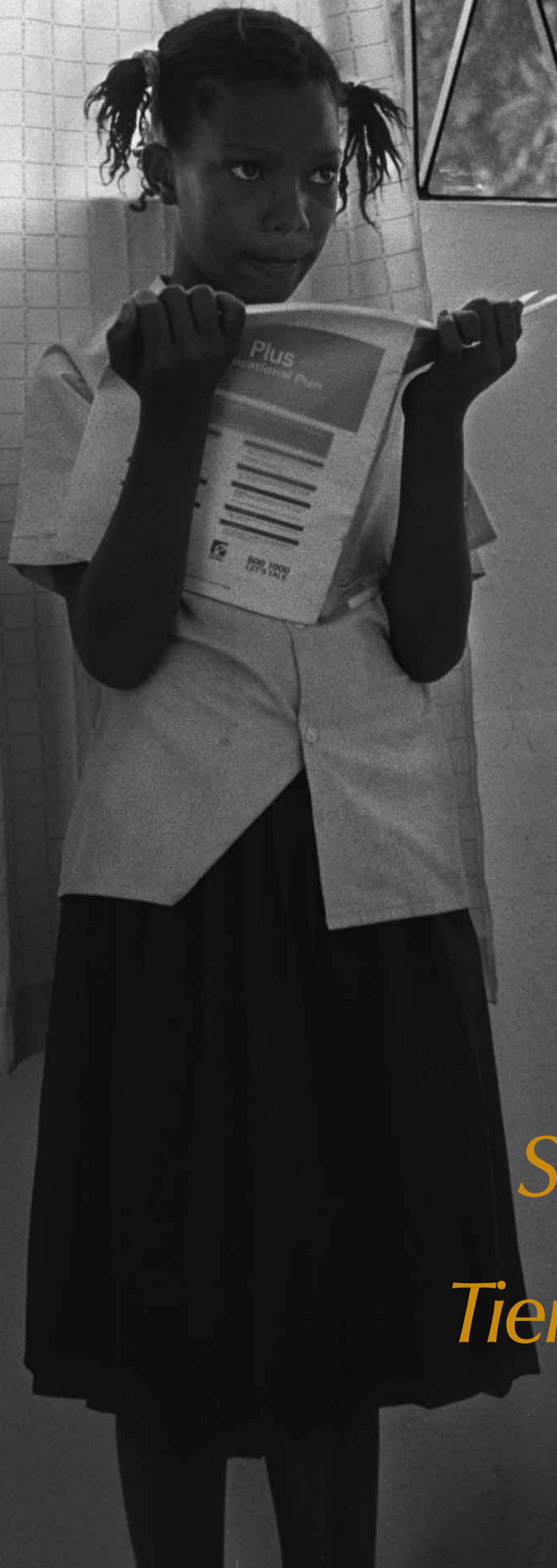


la lettre n° 18 / hiver 2005
de l'Académie des sciences



Sciences
&
Tiers-Monde

Sommaire

Éditorial

Les revues scientifiques
à la croisée des chemins

Jean Dercourt

page 2

Dossier

Sciences et Tiers-Monde

François Gros

page 3

CIMPA et les mathématiques
dans les pays en voie
de développement

Michel Jambu

page 8

Vietnam : enseignement supérieur
et recherche scientifique

Pierre Darriulat

page 10

ICTP de Trieste

Entretien avec Katepalli Sreenivasan

par Paul Caro

page 12

UNFM. Une expérience
pour un enseignement de qualité
dans un environnement de pénurie

Olivier Archambeau

page 14

Science et développement

André Capron

page 16

Question d'actualité

Le mécanisme de Chauvin

Jean-Marie Basset

page 17

Carnet

page 19

La vie de l'académie

Séminaire inter-académique
franco-brésilien

page 19

Élections de Membres

page 20

Editorial

La communication électronique affecte toute l'activité humaine. La presse cherche une nouvelle voie entre les journaux papier, "gratuits" ou payants, et la diffusion électronique. Les entreprises se portent mal.

Il en est ainsi pour la presse scientifique. L'Académie publie *Les Comptes Rendus*, seule revue française pluridisciplinaire où les acteurs de la recherche rédigent eux-mêmes leurs articles. Toutes les disciplines sont concernées, des mathé-

matiques à la biologie. Elle compte, dans le monde, 3352 abonnés. Elle publie, en 7 séries, 8800 pages par an et vit un paradoxe : le nombre de ses abonnés décroît, celui de ses lecteurs croît très vite, comme en attestent les téléchargements de ses articles en version électronique (57 657 articles téléchargés en 2001 toutes disciplines confondues, 102 131 en 2002, 188 270 en 2003, 311 277 en 2004 et 392 208 en 2005). Ainsi, l'objectif principal, la diffusion des découvertes scientifiques, est de mieux en mieux atteint, mais ceci appelle des décisions : en effet, la production papier est un affichage pérenne mais physiquement limité, alors que l'informatique assure une diffusion facile et large.

L'existence de versions électroniques a permis le développement de bases de données géantes archivant un grand nombre de revues. Pour Elsevier, partenaire de l'Académie actuellement, il s'agit de la base *ScienceDirect* : les lecteurs de la version électronique d'un article des *Comptes Rendus* ont accès en ligne au texte complet des références citées. Tout individu peut s'abonner à *ScienceDirect*, mais, dans la pratique, ce système est adapté aux centres de recherche publics ou privés, et aux universités regroupées.



par Jean Dercourt ¹

¹ Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, professeur émérite à l'université Pierre et Marie Curie

Par ailleurs, des revues exclusivement diffusées électroniquement offrent les services classiques de soumission à des experts, les unes sur abonnement, les autres libres d'accès, les auteurs contribuant alors aux frais de publication. L'électronique permet aussi à un auteur d'adresser un article, pas seulement à une revue, mais éventuellement à un centre spécialisé qui l'insère sur son site, y donne libre accès et l'archive. Aucun contrôle n'est exercé par les scientifiques avant insertion mais les lecteurs peuvent suggérer compléments et rectifications. Ces centres se sont beaucoup développés : en France, citons le Centre pour la communication scientifique directe du CNRS, auquel l'Académie est très favorable.

En revanche, la pérennité des systèmes de diffusion exclusivement électronique inquiète de nombreux scientifiques, conscients des difficultés de transfert d'un système d'enregistrement ou de lecture à un autre, et l'archivage papier retrouve là une solide raison d'être.

Les publications ont une double fonction :

- diffusion des connaissances. C'est leur fonction traditionnelle, qui reste de loin la principale.

- évaluation quantifiée de la recherche scientifique. La recherche en bibliométrie est devenue une discipline en elle-même, peu pratiquée en France mais beaucoup ailleurs. Cette technique séduit ceux qui ne pratiquent pas eux-mêmes les disciplines scientifiques. Elle est utilisée pour évaluer les acteurs de la recherche, les centres et universités, les programmes et même les pays. Toutes les disciplines n'utilisent pas ces systèmes d'évaluation avec la même ardeur : ainsi, les mathématiques en font peu de cas, pour d'autres ils jouent un rôle majeur.

La bibliométrie est fondée sur le recensement des citations d'un article relevées dans d'autres articles, année par année. Une société nord-américaine, ISI (groupe Thomson), sélectionne les revues et publie les résultats par individu, par établissement, par thème, par pays. Ces données fournissent des classements et leur diffusion est largement utilisée auprès des décideurs et de l'opinion.

En ce qui concerne les journaux scientifiques, ISI définit un facteur d'impact : le rapport entre le nombre de citations recueilli dans une année donnée par les

articles des deux années précédentes et le nombre total d'articles publiés dans ces deux années. Une classification des revues apparaît ainsi, à laquelle les auteurs et évaluateurs sont très attentifs. Dans les disciplines utilisant la bibliométrie, les revues font des efforts pour améliorer leur facteur d'impact, opération de longue haleine. Ainsi, les différentes séries des *Comptes Rendus* ont un impact en croissance : les séries de physique et de chimie sont, désormais dans la première moitié des revues de leur groupe, la biologie, les géosciences, dans le troisième quartile. Cette attractivité ne vaut, répétons-le, que pour les disciplines attentives à cette technique, ce qui ne concerne pas du tout les mathématiques, par exemple.

Là où la mesure est reconnue, elle traduit l'attractivité de la revue, mais cela freine les thématiques nouvelles où le nombre de chercheurs est restreint et où, par conséquent, le taux de citation est faible.

La loi de programmation et d'orientation de la recherche, en cours d'examen, prévoit la création d'une agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur. Elle aurait, entre autre, la responsabilité de veiller aux bonnes pratiques des commissions d'évaluation. Une réflexion sur la bibliométrie appliquée aux acteurs de la recherche devra intervenir afin de privilégier le fond du travail de recherche de chacun, plutôt que sa traduction bibliométrique où les biais sont forts, bien connus et difficiles à éviter (rapport du Comité national d'évaluation de la recherche, chapitre "Les indicateurs bibliométriques", 2003, Documentation française).

Le développement des publications électroniques accroît l'accessibilité à la connaissance. En cela, il est un élément majeur de la répartition harmonieuse du progrès scientifique dans le monde. Il crée des moyens d'évaluer l'utilisation des crédits publics et est progressivement devenu la jauge du marché de l'édition scientifique et des thématiques rentables ; mais cette situation ne favorise pas l'émergence de nouveautés. L'Académie, qui participe à la diffusion des connaissances scientifiques et à leur évaluation, considère donc cette question comme cruciale. Elle organisera prochainement un colloque sur ce thème, dont les résultats seront publiés ■

Sciences & Tiers-Monde



par **François Gros**¹

L'expression « Tiers-Monde » figure pour la première fois dans un article du grand démographe, Alfred Sauvy, en 1952. On peut lire sous sa plume « ce Tiers-Monde, ignoré, exploité, méprisé comme Tiers-État veut, lui aussi, être quelque chose »... Être quelque chose ! Ne pas être laissé en bord de route mais aussi compter, tenir un rang au sein de la communauté mondiale, devenir un vrai partenaire dans les échanges et la création humaine. La plupart des personnes ont du Tiers-Monde une représentation essentiellement fataliste, voire misérabiliste. Elles associent son image à celles que projettent les situations, hélas tragiques, qui y prévalent : images de pauvreté extrême, d'analphabétisme, de faim, d'instabilités institutionnelles ou de conflits ethniques (oubliant par parenthèses que ces situations ne sont pas totalement absentes dans les pays dits développés). Lorsqu'il n'est pas perçu avec indifférence, voire avec appréhension, le Tiers-Monde suscite dans le meilleur des cas un réflexe humanitaire, inspiré du principe d'assistance, selon lequel il convient avant tout de parer aux urgences. Il n'y a d'ailleurs là rien de naturel et il faut certes applaudir à cette attitude, l'encourager, même si elle s'accompagne quelquefois de condescendance et si le tribut payé à notre bonne conscience n'en est pas pleinement étranger.

Chacun est cependant conscient aujourd'hui que le statut d'assisté ne répond plus à l'aspiration légitime des pays dits « Tiers », ni même à la vision mondialiste de notre temps, quelque sentiment que l'on puisse nourrir à son égard. N'est-ce pas, en effet, l'équilibre planétaire lui-même qui est en jeu ?

Mais que peuvent donc les sciences face à tout cela ? Que la médecine, la recherche agronomique ou, sur un autre plan, les sciences humaines et sociales se préoccupent du Tiers-Monde passe encore, penseront certains ! Mais que dire du rôle des sciences fondamentales de la recherche moderne et des techno-



¹ Secrétaire perpétuel honoraire de l'Académie des sciences, professeur honoraire au Collège de France



logies avancées ? Est-ce bien là leur place ? Les sciences et les technologies modernes ne traduisent-elles pas la démarche d'une modernité imposée ? Ne contribuent-elles pas à élargir le fossé entre pays pauvres et pays riches ? Ne font-elles pas fi des cultures traditionnelles, le progrès technique des pays les plus puissants pouvant déstabiliser l'économie de marché des pays moins avancés ?

Ces interrogations, voire ces critiques à l'encontre des sciences, ne sont pas aussi rares qu'on le pense. Aussi convient-il que nous nous arrêtons un instant à ce problème.

Quel rôle les sciences fondamentales peuvent-elles être amenées à jouer pour les pays en développement ?

Le premier argument est, si l'on peut dire, d'ordre heuristique. On ne répètera jamais assez que, même à travers leurs démarches et sous leurs aspects les plus fondamentaux, les sciences jouent un rôle tout aussi déterminant pour l'essor individuel que pour l'économie nationale, considérée dans son ensemble. L'éducation – ou pour être plus précis – la formation des citoyens d'un monde libre, débarrassé des tabous et des idéologies totalitaires ou de l'intégrisme, trouve dans la Science le point d'appui nécessaire au développement de l'esprit critique. Ainsi se forge une prise en compte raisonnée

(sinon toujours certes, une compréhension totale) des phénomènes de la nature ce qui nous rend davantage conscients de notre interaction avec l'environnement. Ce niveau formateur est essentiel. Il implique un postulat majeur : les générations montantes des pays du Tiers-Monde doivent pouvoir accéder à un degré de formation scientifique suffisant pour que s'établisse un partenariat équilibré avec les pays développés. Cela devrait commencer à l'école avec l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. L'ouverture à la curiosité scientifique lors de la formation primaire puis secondaire est, avant même la promotion de la recherche, un facteur-clé de ce nouveau paradigme que les anglo-saxons dénomment « capacity building », l'accès aux informations et aux outils de la connaissance gage d'un développement efficace (voir infra : le mouvement pédagogique intitulé « la main à la pâte »).

L'autre justification du rôle des sciences relève d'une conception qui, pour être plus classique et plus communément admise, n'en est pas moins judicieuse. Elle réside en effet dans la possibilité pour les pays en développement d'acquiescer un degré satisfaisant d'indépendance technologique, de pouvoir conduire leurs propres expertises et d'avoir accès, à terme, aux échanges économiques internationaux. Privés d'universités, d'ingénieurs et d'industries, les pays du Tiers-Monde, en sont souvent condamnés à vivre en autarcie de type agricole

et l'on sait que, même ainsi, ils sont souvent loin de parvenir à l'équilibre.

A ces considérations d'ordre heuristique, technologique ou socio-économique s'ajoute, depuis un passé plus récent, un argument nouveau, sorte de référence un peu incantatoire mais qui n'en est pas moins désormais reconnue comme un véritable impératif c'est celui du développement durable. Comme l'écrit à ce propos Michel Griffon, membre du CIRAD : « la recherche à destination des pays du Sud est devenue partie prenante de la plupart des recherches concernant les biens publics mondiaux, comme la sécurité alimentaire et la sûreté des aliments, la réduction de l'effet de serre, la conservation de la biodiversité, la gestion des eaux, la lutte contre la désertification, le contrôle des maladies émergentes et ré-émergentes, la maîtrise de l'urbanisation et de ses effets, l'orientation de la mondialisation économique ». Et de conclure : « la recherche à destination des pays du Sud qui relevait surtout d'une obligation de solidarité, d'aide au développement et de transfert scientifique et technologique est donc devenue maintenant, à la fois un constituant-clé de la recherche pour le développement durable et un domaine essentiel du processus de mondialisation de la recherche ». Certes clairement finalisé, ce type de recherche n'en est pas moins fortement articulé à la recherche fondamentale. En outre, et du fait même des problématiques évoquées, elle ne peut être effectuée « qu'en coopération avec de nombreux

partenaires multilatéraux et bilatéraux et en particulier les partenaires des pays du Sud ».

Dès lors, est-ce parce que le monde d'aujourd'hui prend davantage la mesure des impératifs du développement durable, ou assiste-t-on, au sein de la communauté scientifique internationale, à une véritable prise de conscience du rôle qu'elle est appelée à jouer pour relever certains des grands défis planétaires ? Toujours est-il qu'on voit se dessiner, depuis le début des années 90 au sein des Académies des sciences, une préoccupation renforcée pour les graves problèmes du Tiers-Monde.

Les Académies des sciences face aux problèmes des pays en développement

De nombreux scientifiques ont commencé à se pencher sur les situations souvent les plus brûlantes du Tiers-Monde, particulièrement en ce qui concerne la lutte contre les maladies, ou le développement agricole, depuis la fin du 19^{ème} siècle (le Pasteurisme en a offert l'une des meilleures illustrations), et le 20^{ème} siècle a vu se créer toute une série d'organismes publics à vocation finalisée dans la recherche pour le développement. Toutefois, il est intéressant de noter que l'intérêt des scientifiques pour coopérer avec les pays du Sud a commencé à s'intensifier dans le début des années 90. Cet intérêt a souvent

conduit à des rapprochements interacadémiques, voire à un véritable mouvement fédératif. Ainsi, en 1992, un premier « sommet » réunissait à New Delhi une cinquantaine d'Académies des sciences – dont la nôtre – autour du thème « Croissance démographique et développement ». Une seconde réunion se tint l'année suivante et aboutit à la création de l'Interacademy panel for international issues (IAP) ne regroupant pas moins de 90 académies. Si l'IAP (que co-président notre confrère Yves Quéré et le Président de l'Académie brésilienne des sciences) n'a certes pas pour seul objectif de réfléchir au rôle des sciences dans la révolution des problèmes du Tiers-Monde, nombre de ses programmes n'en concernent pas moins la Santé, l'Agriculture ou plus récemment les problèmes énergétiques des PED. Un accent particulier a été placé sur le très grave problème initialement signalé par l'ONU de la mortalité maternelle et infantile dans les pays en développement (cf. le programme intitulé « Santé de la mère et de l'enfant » dans lequel le COPED a joué un rôle majeur).

Il est juste de rappeler que l'ICSU (Conseil international pour la Science) avait déjà ouvert la voie de la recherche en faveur des pays en développement en s'attaquant à de nombreuses questions liées aux difficultés scientifiques et techniques des pays du Sud, et que l'Unesco a réservé, dans ses grands programmes, une place privilégiée à l'éducation dans les pays du Tiers-Monde. Il faut souligner aussi que, même si leur nombre demeure insuffisant, plusieurs pays en développement possèdent des Académies des sciences et qu'il existe une Académie du Tiers-Monde, la TWAS (Third World Academy of Sciences) dont la qualité n'est plus à souligner.

En 1995, donc, peu après la création de IAP, l'Académie des sciences de notre Institut, forma un groupe de travail pour réfléchir aux actions à mener sur le plan scientifique avec les pays en développement. Ce groupe devint, l'année suivante, un comité permanent, le COPED. Depuis environ une décennie, grâce à la tenue de divers forums d'études, ce comité s'efforce de mettre en relief le rôle de la formation supérieure et de la recherche pour tenter de relever certains défis majeurs du Tiers-Monde. Des liens étroits se sont bien entendu tissés avec la Délégation aux Relations internationales (DRI) laquelle anime,

² Cf. « Vietnam : enseignement supérieur et recherche scientifique », ce même numéro.

³ Cf. la revue « Planète – Science » éditée par l'Unesco, 3, n° 3, p. 2 (2005)

⁴ Il s'agit du rapport RST intitulé « Sciences et Pays en développement (Afrique subsaharienne francophone) » à paraître au printemps 2006, EDP Sciences. Nous tenons à remercier ici les membres du groupe de travail et les nombreux contributeurs extérieurs au groupe.

pour sa part, de nombreuses missions et programmes de coopération avec divers pays du Sud : en Afrique, au Vietnam², en Amérique latine... La DRI a impulsé, récemment, le très remarquable programme WHEP (World Health Education Program) en faveur de l'éducation à la santé des femmes et des filles des pays du Tiers-Monde.

Une autre initiative qui connaît aujourd'hui un succès considérable est à mettre à l'actif, du moins partiellement, de l'Académie des sciences. Il s'agit du programme d'enseignement intitulé « la main à la pâte » dû à l'engagement de nos confrères Georges Charpak, Pierre Léna et Yves Quéré, tous trois physiciens et membres de notre Compagnie. Ce mouvement d'enseignement des sciences à l'école primaire qu'avait conçu il y a environ deux décennies le physicien Prix Nobel, Léon Lederman (1988) et qu'ont réactualisé et amplifié nos confrères, s'est en effet propagé dans de nombreux pays du Tiers-Monde ou émergents. Il a été adopté par exemple dans des écoles d'Afghanistan, d'Argentine, du Brésil, du Cambodge, du Chili, de Chine, de Colombie, d'Égypte, de Malaisie, du Maroc, du Mexique, du Sénégal, de Slovaquie, du Togo... et d'ailleurs³!

Dans ses efforts en faveur des pays du Tiers-Monde, notre Académie est certes consciente de la nécessité d'inscrire son action, autant que faire se peut, dans le cadre des projets européens et dans celui des grands programmes internationaux. Outre sa participation très active et parfois même déterminante, aux programmes de l'IAP, de l'ICSU et, quoiqu'à un degré un peu moindre, de l'OCDE, de l'Unesco (à travers le « comité recherche » de la commission nationale française), de la FAO, (grâce à l'existence de l'AFFAO, association française pour la FAO), de la TWAS déjà nommée, ou encore de l'AUF (Agence universitaire francophone), plusieurs projets de l'Académie sont menés en liaison assez étroite avec les Institutions internationales de recherche scientifique. On peut citer, à titre d'exemple, le CIMPA (Centre international de mathématiques pures et appliquées) dont le siège central est d'ailleurs situé en France et qu'appuie spécialement l'Unesco, ou le CITP (Centre international Abdus Salam de physique théorique) situé à Trieste et qui, grâce à la générosité du gouvernement italien et à l'appui de l'Unesco, octroie plusieurs bourses à des doctorants des pays du Sud leur permettant de parachever leurs travaux.

Ainsi est-on en droit de dire que, depuis une quinzaine d'années, d'une part les plus hautes autorités politiques mondiales, souvent réunies en « sommets »,

mais également la plupart des Académies existantes, ou encore les grandes organisations internationales, etc., toutes reconnaissent l'importance que les sciences sont appelées à revêtir, à côté des mesures économiques, ou de gouvernance, pour rompre le sous-développement. Les sciences sont d'ailleurs en filigrane de la plupart des « grands objectifs du millénaire » (voir ci-après). L'étude qu'a récemment conduite l'Académie des sciences sur l'Afrique en fournit pleinement, pensons-nous, l'illustration⁴.

Regard porté par l'Académie des sciences sur l'Afrique subsaharienne

Dans ses réflexions sur la Science et les pays en développement, notre Académie a souvent privilégié le continent africain, même si elle n'en a pas pour autant négligé, comme nous l'avons dit, l'Amérique latine, l'Asie du Sud-Est, ou les pays émergents.

Plusieurs raisons ont légitimé ce choix. La première relève d'un principe de solidarité fondé sur un long passé historico-culturel qui, bien qu'ayant inclus la période du colonialisme, a peu à peu forgé en nous, une vocation et une fascination pour ce continent exceptionnel qu'est l'Afrique. Le Ministre des Affaires étrangères, lors de la 10^e conférence des ambassadeurs, a bien décrit cet état d'esprit « Sanctuaire de biens mondiaux essentiels, l'eau, l'espace, l'air, l'Afrique porte en elle des trésors de sagesse et de mémoire, qu'il s'agisse du respect dû aux aînés, de l'importance de l'enracinement et des solidarités, d'une autre perception du temps ou de la parole. Elle a beaucoup à enseigner à notre civilisation étourdie de modernité. C'est donc dans une logique de respect, de partage et d'échange que nous devons nous tourner vers elle... Cet héritage partagé exige de notre part une solidarité sans faille dans les épreuves que l'Afrique traverse. Elle compte sur nous au moment où elle est en train de définir sa propre organisation régionale avec l'Union africaine et ses règles du jeu économique avec le NEPAD. Notre rôle est de l'épauler dans ses projets et d'en être l'avocat auprès de la communauté internationale ».

● Situation socio-économique globale de l'Afrique subsaharienne⁵

Les épreuves, l'Afrique, et singulièrement l'Afrique subsaharienne, n'en manque pas ! Elle affiche sur son territoire immense, et au sein des nombreux pays qui la constituent, bien des traits parmi les plus accusés et les plus douloureux du Tiers-Monde. Alors que dans de nombreux pays, autrefois frappés de sous-développement, on a assisté depuis la fin

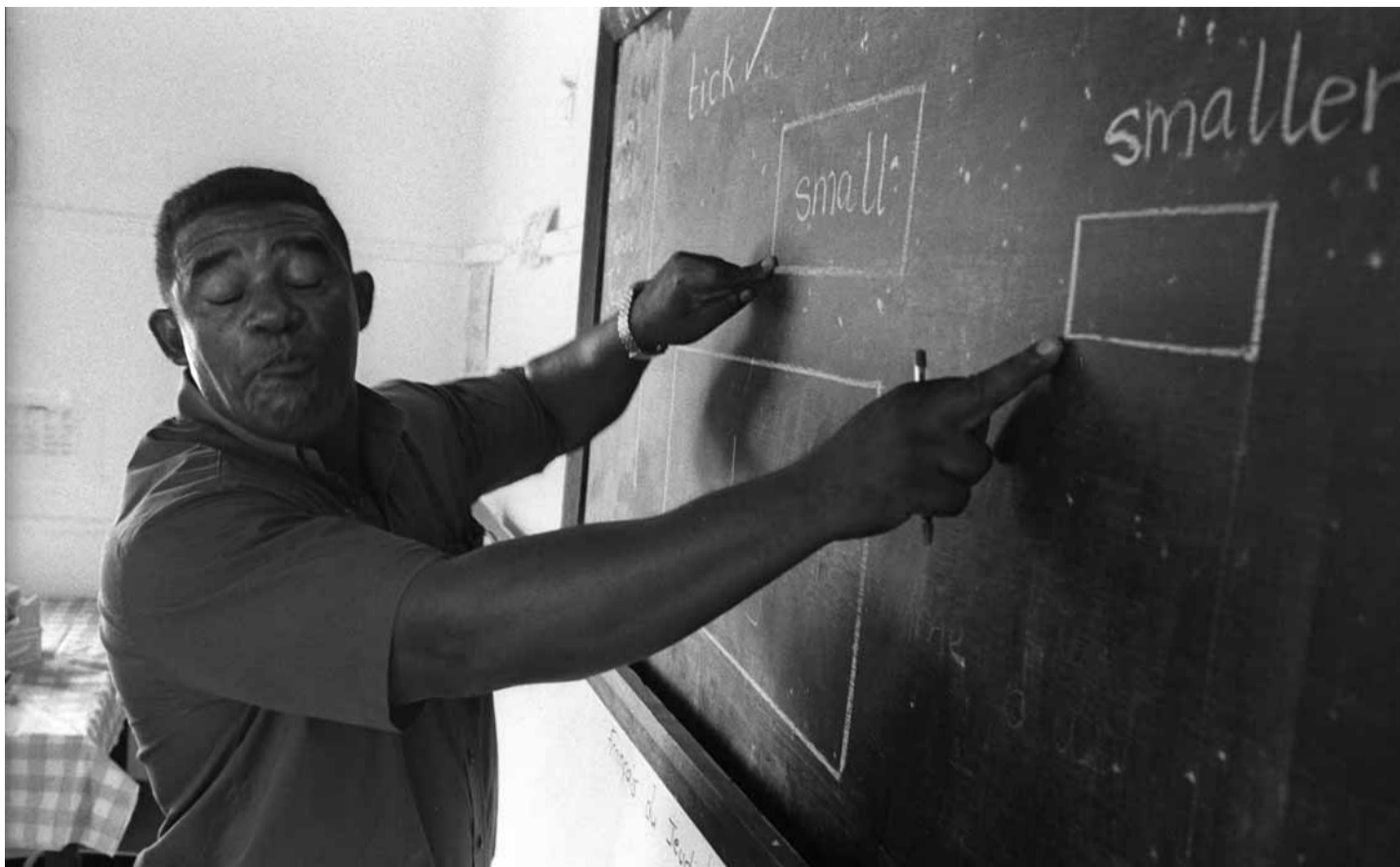
de la seconde guerre mondiale à une « remontée » souvent spectaculaire, à une véritable émergence socio-économique, dans d'autres pays, régions ou continents du Sud en revanche, la situation de sous-développement ne s'est estompée que très lentement au cours des dernières décennies, ou a même empiré, sous les effets conjugués des grandes endémies (SIDA et maladies de la pauvreté comme le paludisme et la tuberculose), de la malnutrition ou des guerres ethniques et de l'instabilité politique. A cet égard, le continent africain, si l'on excepte le Maghreb et l'Afrique du Sud, continue d'abriter des pays à économie très précaire, voire de grande pauvreté.

Les chiffres ici sont d'autant plus accablants qu'ils semblent indiquer une stagnation dans l'état de malheur. Il faut rappeler qu'en Afrique, plus de 340 millions de personnes vivent avec moins de 1 dollar par jour, que l'Afrique est également le continent où le taux de mortalité des enfants de moins de 5 ans (140 pour 1 000) est le plus élevé⁶ et l'espérance de vie à la naissance (54 ans), la plus faible ; que seulement 58 % de la population a accès à l'eau potable, 18 % au téléphone, que seuls 41 % des Africains sont alphabétisés, la non fréquentation des écoles touchant les filles de façon prédominante. Selon les données de la FAO, à partir du bilan de disponibilité alimentaire (DA), 1 Africain sur 3 est en situation de sous-alimentation chronique (soit 204 millions de personnes sur les 815 millions de sous-alimentés dans le monde en développement (chiffres 2004). Les conflits, toujours selon la FAO, (notamment en Afrique centrale et de l'Est) sont, avec la pauvreté et avant l'insuffisance de production, une des causes principales de la persistance de la faim à un niveau élevé. La pandémie de SIDA, quant à elle, touche les secteurs productifs compromettant la sécurité alimentaire en Afrique australe et de l'Est.

Ces tableaux alarmants appellent toutefois deux remarques et suscitent une question cardinale : la première remarque est que, même en Afrique subsaharienne, on observe des variations souvent considérables d'un pays à l'autre avec de fortes disparités régionales. Ainsi, en Afrique de l'Ouest (données FAO), 16 % de la population est sous-alimentée

⁵ Pour une étude beaucoup plus complète du sujet, cf. l'excellent article de Stephen Smith : *Afrique paradoxale*, dans la revue « Ramsès 2005, les faces cachées de la mondialisation » (directeurs : Thierry de Montbrial et Philippe Moreau Defarges) Dunod édit., p. 111 (2005)

⁶ Au cours d'un très récent forum organisé à l'initiative du COPED, au Muséum national d'histoire naturelle, avec l'appui de l'INED (Institut national démographique), du CEPED (Centre d'études pour le développement), il a été fait état de ce qu'après une baisse régulière de ce taux de mortalité depuis 1980, on constatait soit un arrêt de cette décroissance, soit même une « remontée » depuis le début de la décennie 90.



contre 40 % en Afrique australe et de l'Est, et 55 % en Afrique centrale, la région de l'Afrique où se trouve située la République démocratique du Congo⁷.

Seconde remarque : devant cette situation, l'Afrique ne reste pas passive. Elle tente très sérieusement, et quoique puissent en penser certains, de s'organiser au niveau fédéral. Ainsi, en 2001, a été créé, dans le cadre de l'Unité africaine (UA), le NEPAD (nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique) sur l'initiative des présidents de cinq pays africains (Afrique du Sud, Algérie, Égypte, Nigéria, Sénégal). Confirmé au sommet de la Terre de Johannesburg en 2002, ce réseau stratégique a inscrit son rôle dans celui des « objectifs de développement du Millénaire des Nations unies » qui vise à diminuer de moitié le taux de pauvreté d'ici à 2015 et à s'attaquer à six secteurs prioritaires, comprenant des volets tels que « Éducation, Santé, Agriculture, Environnement, etc. ». Il existe diverses organisations pan-africaines qui, même si

elles ne parviennent pas à suppléer complètement aux carences et déficits de toute nature, que connaît le continent, commencent à jouer un rôle important⁸. Quant aux engagements internationaux, en dehors de ceux déjà anciens de la Banque mondiale qui s'emploie à consolider de multiples infrastructures ou à lutter contre la pauvreté, on ne compte plus le nombre des Sommets de Chefs d'États des pays industrialisés, le dernier en date, sous l'égide du Royaume-Uni, eut lieu à Gleneagles, en juillet 2005.

Se pose, dès lors, une question tout à fait centrale au propos de cet article. Quels rôles les Sciences et les Techniques peuvent-elles jouer pour l'Afrique subsaharienne ?

● État de la Science en Afrique

Cette question est d'autant plus brûlante que, comme le perçoivent les autorités africaines elles-mêmes, le tissu universitaire s'est beaucoup détérioré depuis ces 30 dernières années, alors que dans les tout débuts de la phase post-coloniale, il s'était nettement affermi. On assiste à un exode massif des étudiants : en 2004, selon une analyse d'Edufrance, la moitié des étudiants étrangers travaillant en France étaient africains, constituant d'importantes diasporas, avec un faible taux dans les pays d'origine. Nombre d'universités africaines, autrefois fort actives, sont confrontées à de sérieux problèmes de maintenance, de logistique, et de... surpeuplement lié à la vague démographique. Bien que conscients de l'importance des techniques modernes d'information et de communication, l'Afrique subsaharienne demeure encore victime de « la facture numérique », ce qui rend difficile le développement de l'enseignement à distance. L'Agence universitaire francophone (AUF), le gouvernement

français et diverses fondations déploient des efforts importants pour redresser cette situation en créant des universités numériques⁹ mais la tâche demeure considérable. À tout cela, s'ajoute une détérioration du niveau social et salarial des enseignants. Quant à l'état de la recherche il est, comme le soulignent de nombreux experts, sérieusement menacé de fragilisation, par suite d'une véritable « désinstitutionnalisation » (selon les termes de Roland Waast)¹⁰, les appareils nationaux de recherche s'étant en grande partie dissous. Cela se traduit par la mise à disposition (au profit des bailleurs de fonds internationaux) d'un « libre marché du travail scientifique ». L'Afrique anglophone ne semble pas davantage épargnée (Nigeria, Tanzanie, Zimbabwe, etc.), même si le Nigeria et le Kenya demeurent les deux principaux producteurs africains de la région subsaharienne (hors Afrique du Sud) en termes de publications scientifiques. L'Afrique a ainsi perdu, en 10 ans, 20 % des « parts de marchés » dans l'arène des publications mondiales indexées, et contribue pour moins de 3 % aux publications internationales. Devant cette situation, une fois encore, on assiste à une prise de conscience, tant des grandes puissances internationales (le développement scientifique et technique figurant parmi les objectifs du millénaire) que de l'Union africaine, à travers le NEPAD et l'Unesco. L'Union africaine a fait de la création d'un « réseau régional de centres d'excellence », le cœur de son plan d'action consolidé dans le domaine de la science et de la technologie. Ce plan a été adopté à Dakar, le 30 septembre 2005, par la 2^e conférence ministérielle africaine sur la Science et la Technologie.

Un rapport avait d'ailleurs été établi

sur ce même sujet par la Commission pour l'Afrique auprès de l'Unesco et du NEPAD. Ses conclusions ont été entérinées au Sommet du G8 (juillet 2005) à Gleneagles ; trois milliards de dollars sont affectés à la mise en place d'un réseau régional de centres d'excellence et cinq milliards pour un programme de relance des établissements d'enseignement supérieur pour le continent africain.

Le rôle des centres régionaux d'excellence est conçu comme devant non seulement servir le développement endogène, mais aussi combattre l'hémorragie des cerveaux du continent (on a évalué à quatre milliards de dollars par an le prix que paie l'Afrique pour recruter 100 000 spécialistes expatriés afin de remplacer ceux qui en partent chaque année (cf. « Planète-Science, Bulletin trimestriel d'information sur les sciences exactes et naturelles – Vol. 3, N° 4 (oct.-déc. 2005) – Unesco).

● L'offre française en matière scientifique

La France entretient avec l'Afrique et, généralement parlant, avec les pays en développement, une coopération importante et suivie, en dépit toutefois, ainsi que nous le verrons ci-après, de certaines difficultés.

Au niveau financier, l'aide publique au développement (APD) atteignait, en 2004, 0,44 % du produit intérieur brut. Le Président Chirac et le Gouvernement (déclaration du Comité interministériel pour la coopération internationale et le développement), comme les différents ministères concernés, se sont engagés à accroître ces efforts de façon très substantielle pour atteindre 0,70 % en 2012¹¹. Au plan universitaire, la France accueille 34 % des étudiants africains travaillant hors de leur continent. Plusieurs universités, en Ile de France ou en régions (Montpellier, Bordeaux, Marseille, Dijon), proposent des cursus de formation spécialisée permettant de conduire à des masters ou des doctorats liés à des problématiques d'intérêt pour les pays en développement.

En ce qui concerne la Recherche, la France est un des rares pays à disposer d'établissements de recherches scientifiques et techniques dévolus, soit de façon spécifique (IRD, CIRAD), soit pour une part importante de leurs activités (Instituts Pasteur, ANRS, BRGM), aux grandes problématiques intéressant les pays en développement. Ces établissements interviennent à la fois en France mais aussi, et le plus souvent, sur le terrain. Quant aux grands établissements à caractère scientifique et technique, qu'ils soient généralistes (CNRS) ou spécialisés mais à vocation nationale (INSERM, INRA), ils accueillent un

⁷ Maire B., Delpeuch F. (2000). Nutrition et alimentation en Afrique du Sud du Sahara. Les défis du 21^{ème} siècle – Afrique contemporaine (la documentation française) ; 195, 156-71.

⁸ Ex. : CAMES (Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur), FARA (Forum for Agricultural Research in Africa), CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research), CARI (Colloque Africain sur la Recherche en Informatique).

⁹ Voir par exemple le récent projet pour une université numérique francophone mondiale lancé par la Pathfinder Foundation for Education and Development (Mali) et par la Fondation pour l'innovation politique, en partenariat avec le CNES, Alcatel, l'amicale des Praticiens de l'Hôpital Georges Pompidou et l'Institut fédératif français de médecine tropicale et santé internationale. Il concernera en premier lieu : le Burkina Faso, le Mali, le Niger et le Burundi.

¹⁰ Rapport remis au Ministère des Affaires étrangères et à la Communauté européenne.

¹¹ Toutefois, selon certains experts, l'APD n'apporte pas que des ressources directes aux PED, car son montant intègre, pour une part importante, des annulations de dettes dont certaines sont de très anciennes créances non remboursables...

nombre important d'étudiants africains en liaison contractuelle avec l'université.

Le rapport « Sciences et pays en développement », consacré à l'Afrique subsaharienne, fournit une analyse détaillée des actions de coopération scientifique ainsi engagées à travers les grandes thématiques qui, telles la lutte contre les maladies infectieuses, l'épidémiologie, la recherche en nutrition, la productivité des sols, l'hydrologie, les ressources géologiques et minières, les énergies renouvelables, etc., sont en rapport direct avec les problèmes traditionnels auxquels l'Afrique doit faire face. Mais, comme l'indique ce même rapport, sont également prises en compte des disciplines et des thèmes plus généraux. Ainsi, en est-il de la formation et de la recherche en mathématique, et sciences physiques, en informatique ou, sur un autre plan, en anthropologie, démographie et même bioéthique.

Notre pays offre donc un éventail très large de possibilités pour une coopération d'excellent niveau à travers ces multiples secteurs, tant en recherche fondamentale que dans les domaines techniques, grâce à ses nombreuses écoles d'ingénieur. Encore convient-il de se pencher davantage sur les conditions dans lesquelles les étudiants, jeunes chercheurs doctorants, jeunes médecins, agronomes ou ingénieurs africains peuvent y avoir accès, et tout autant, comment une fois formés, nantis de leurs diplômes, ils peuvent utiliser les connaissances acquises au service de leurs pays, une fois de retour, (si retour il y a...).

Ce tableau pourrait, à première vue, sembler pleinement satisfaisant. Pourtant, à la faveur de sa longue étude, l'Académie appelle à plus de vigilance quant à l'avenir de la recherche pour le développement. La politique qui la sous-tend mériterait d'être à la fois mieux affirmée dans la nouvelle mouvance d'orientation de la recherche, plus clairement identifiée, et surtout mieux coordonnée.

On peut notamment exprimer le souhait que soient rapidement mis en œuvre de vrais programmes de recherche intégrée au service du développement comme l'a d'ailleurs recommandé le Haut-Conseil de la coopération internationale¹². Cela implique des efforts mieux coordonnés entre diverses institutions scientifiques. Si les possibilités offertes sont multiples, d'une part leur diversité même les rend souvent peu « lisibles » au niveau des demandeurs confrontés par ailleurs à des procédures « d'éligibilité » au niveau des universités et établissements de recherche, sur lesquelles ils semblent insuffisamment informés. Comme l'ont récemment admis certains ministres lors des « Journées de la coopération internationale et du développement », organisées en juillet 2005 par le MAE, il est important d'améliorer la capacité d'accueil des étudiants étrangers. Enfin, c'est là le plus difficile, il faut aider à la consolidation des équipes de recherche africaines, sur place, en veillant à l'aide au retour ou en encourageant la cristallisation d'équipes et de réseaux à partir des chercheurs restés au pays, (à l'instar de ce que pratique, depuis plusieurs années, le GIS « Aire Développement » animé par l'IRD). En outre, dans cette grande entre-

prise, comme dans d'autres, la France ne peut faire cavalier seul, tant les objectifs à atteindre sont urgents et souvent lourds. Beaucoup prônent une action plus énergique de la France quant à la politique de coopération que s'efforce de mettre en place l'Union européenne, avec les pays en développement.

Sans doute conviendrait-il, compte-tenu de l'énorme importance des enjeux qui engagent l'avenir de la planète, mais aussi face à la diversité des Institutions scientifiques françaises, diversité salutaire mais complexe, que leur coordination soit facilitée par l'existence d'une véritable « Agence nationale » ou d'un « comité de coordination de la recherche pour le développement ».

Conclusion

Au terme de ce long (mais, pensons-nous, nécessaire) détour par l'Afrique, où il y aurait encore tant à dire (par exemple sur le rôle des pays du Maghreb en tant que plate-formes d'aide au développement ; sur la nécessité de favoriser le multilatéralisme africain francophone-anglophone, tout en préservant l'usage du français comme lien culturel, mais aussi comme facteur de solidarité économique et politique...), il nous faut conclure. Quelques traits me semblent pouvoir être tirés :

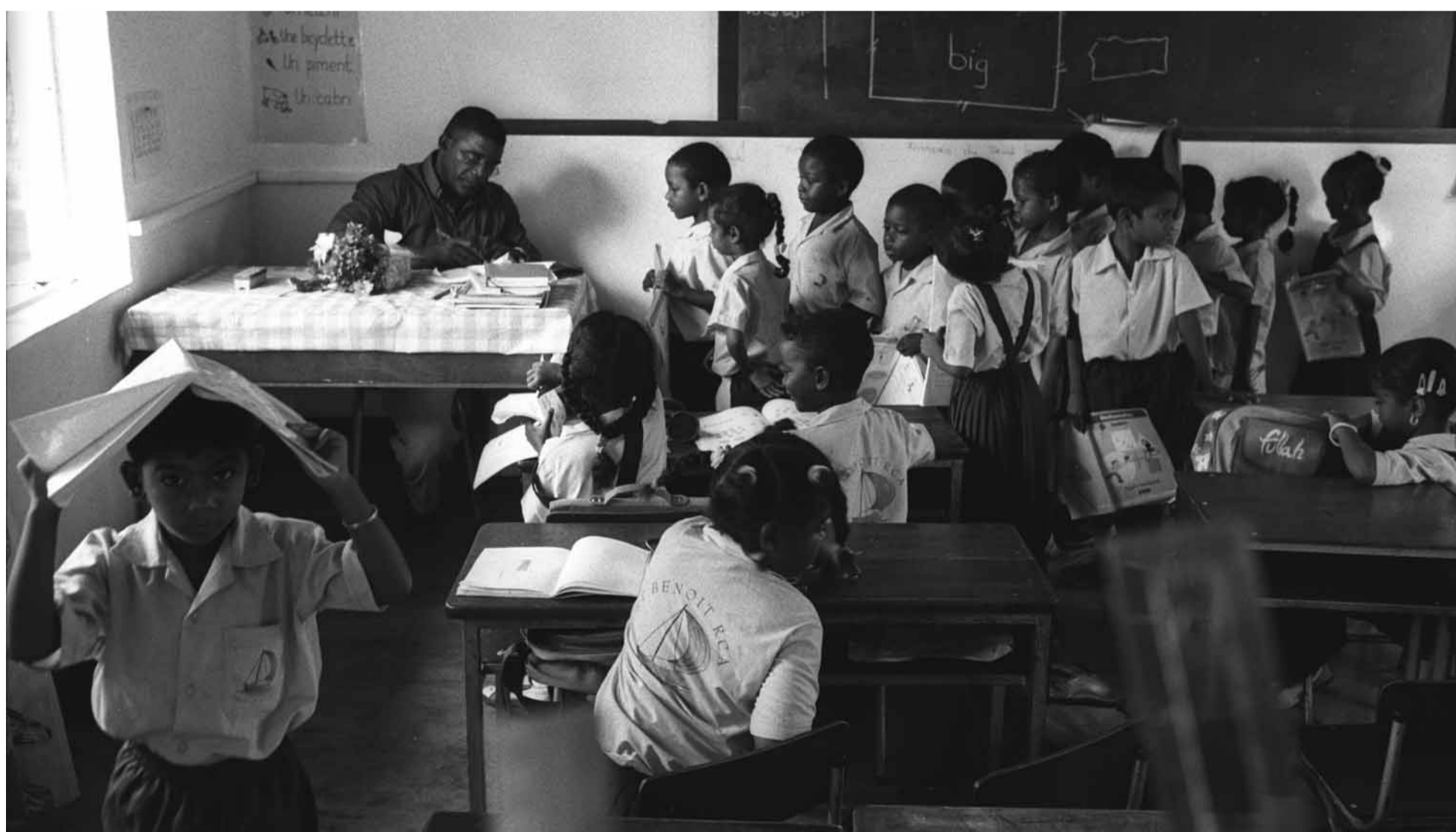
la recherche scientifique et technique avec et pour les pays en développement, et l'éducation qui fait corps avec elle, sont désormais inscrites de façon explicite dans les objectifs du nouveau millénaire. Les pays industrialisés sont aujourd'hui pleinement conscients de leur rôle. Outre

que la mondialisation des biens et des services ne peut laisser sur le bord de la route un Tiers-Monde qui, selon la formule d'Alfred Sauvy, « veut être quelque chose » et commence à peser d'un poids géopolitique très important (cf. la forte poussée altermondialiste) les impératifs humanitaires sont devenus trop criants pour laisser faire et ceux que nous impose désormais le respect de l'environnement et du développement durable ne sont pas moins urgents.

Sans une véritable consolidation du potentiel scientifique humain impliquant les universités, les infrastructures de recherche et les autorités mêmes des pays en développement dans le cadre d'un partenariat équilibré avec les pays développés, le Tiers-Monde sera voué pour des décennies à dépendre des seuls mécanismes d'une assistance économique plus ou moins « conditionnée » (Stephen Smith) provenant des bailleurs de fonds nationaux ou internationaux. C'est d'ailleurs la planète tout entière qui en souffrira !

Le rôle renforcé de la France, dans les domaines de l'Éducation et des Sciences pour les pays du Tiers-Monde, ne nous est pas seulement dicté par un principe de solidarité et de respect culturel auquel nulle nation civilisée ne saurait se soustraire, c'est aussi à ce prix que notre pays s'inscrira pleinement dans la grande mouvance future des projets internationaux, singulièrement européens, d'ambition planétaire ■

¹² Le HCCJ est une instance placée auprès du Ministère délégué à la Coopération et au Développement.



Le CIMPA¹

et les mathématiques dans les pays en développement



par Michel Jambu²

À la fin des années 1990, le mathématicien Jean Dieudonné a repris cette expression en intitulant son livre « Pour l'honneur de l'esprit humain, les mathématiques aujourd'hui ».

Même si les mathématiciens ont souvent trouvé leur inspiration dans des problèmes de la physique et inversement les découvertes des mathématiciens ont beaucoup contribué à mieux comprendre les phénomènes du monde physique, les mathématiques se sont longtemps développées essentiellement sans avoir pour préoccupation essentielle les applications. Jusqu'à une époque assez récente, les mathématiques ont été considérées, plus ou moins, comme un luxe que seuls les pays riches pouvaient s'offrir. Mais la situation a profondément changé au cours des dernières décennies. L'évolution extrêmement rapide des technologies requiert des outils mathématiques de plus en plus fins et les mathématiciens ont dû sortir de leur « tour d'ivoire » pour collaborer avec des équipes pluridisciplinaires. Ces collaborations bénéficient autant aux mathématiques qu'aux autres disciplines. Des efforts ont aussi été entrepris pour expliquer au grand public l'utilité des mathématiques ; on peut citer la publication récente de la Société mathématique de France, intitulée « L'explosion des mathématiques », où les auteurs s'adressent à des non spécialistes et expliquent le rôle très important des mathématiques dans le développement de nombreux secteurs

Dans une lettre du 2 juillet 1830 adressée à Legendre, C.G.J. Jacobi écrit : «... M. Fourier avait l'opinion que le but principal des mathématiques était l'utilité publique et l'explication des phénomènes naturels ; mais un philosophe comme lui aurait dû savoir que le but unique de la science, c'est l'honneur de l'esprit humain, et que sous ce titre, une question de nombres vaut autant qu'une question du système du monde ».

des activités de notre vie quotidienne. L'accès au savoir scientifique est une nécessité pour maintenir un développement économique et technologique et, en conséquence, le fossé entre les pays riches et les pays du Tiers-Monde ne cesse de se creuser. Les jeunes les plus brillants sont attirés par les meilleures conditions de vie qu'offrent nos pays et la fuite des élites aggrave encore la situation réduisant autant les chances de développement des pays du sud qui deviennent ainsi des vivriers dans lesquels nous pouvons puiser. Pourtant des efforts sont faits par certains organismes pour essayer de développer les sciences dans les pays les moins favorisés et lutter contre cette tendance. Les pouvoirs publics français ont tendance à privilégier le rôle des organismes de recherche tels que le CIRAD ou l'IRD, dont les activités sont dédiées à des recherches directement en relation avec le développement économique des pays concernés. Sans méconnaître l'importance de ces organismes, il y a place pour une collaboration forte basée sur les structures universitaires et portant sur les sciences de base, mathématiques et physique en particulier, ceci d'autant plus que de nombreux contacts existent déjà au travers des scientifiques de ces pays formés en France. En mathématiques

et dans certains domaines de la physique, les investissements financiers pour soutenir ces projets ne sont pas très élevés et il y a possibilité de créer un tissu d'universitaires de bon niveau qui puissent par exemple jouer le rôle d'interlocuteurs pour les acteurs de la vie économique qui s'installent dans leur pays et aider par là-même au développement économique.

La plupart des acteurs de cette coopération agissent de manière individuelle avec ou sans soutien spécifique. Même si les actions de coopération internationale font partie des missions des enseignants-chercheurs et donc de l'université, leur statut reste ambigu et elles se font très souvent de façon bénévole. Parallèlement à ces actions individuelles quelques organismes sont tournés vers le soutien aux sciences fondamentales dans les pays en développement. Le plus célèbre est certainement le Centre Abdus Salam de Trieste, l'International Centre for Theoretical Physics, (ICTP). Il a été fondé en 1964 et ses objectifs sont de promouvoir la recherche en physique et mathématiques dans les pays en développement, de permettre à des scientifiques d'organiser et de suivre des séminaires, de servir de forum à tous les scientifiques du monde entier et de fournir les meilleures conditions de

travail aux chercheurs. Le programme des associés est certainement la plus grande originalité de ce centre. L'essentiel des activités de l'ICTP est à Trieste. Par exemple, pour l'année 2000, environ 4 000 chercheurs ont séjourné à l'ICTP, dont 2 500 venant des pays en développement. Le budget de l'ICTP est de l'ordre de 17 millions d'Euros dont environ 85 % provenant du gouvernement italien.

Le gouvernement suédois a créé en 1961 l'International Science Program (ISP), à l'université d'Uppsala. Cet organisme qui soutient la recherche dans les pays en développement en physique et chimie, s'est ouvert aux mathématiques récemment. L'ISP aide principalement des équipes de recherche, la constitution de réseaux Nord-Sud et Sud-Sud et le séjour dans les pays du Nord de chercheurs du Sud, principalement de l'Afrique. Son budget est de l'ordre de 3,8 millions d'Euros. Fait remarquable, le soutien de la Suède pour les sciences de base est constant depuis plus de 40 ans, ce qui permet d'avoir une politique scientifique à long terme avec tous les avantages et l'efficacité que cela procure. Le Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA) est une association du type « loi de 1901 » qui a été fondée en 1978 à l'initiative de la communauté mathématique française pour répondre à la recommandation 2124 de la 18^e session de la conférence générale de l'Unesco en 1974.

« On étudiera la possibilité de créer un centre international de mathématiques, en coopération avec l'Union Internationale de Mathématiques (UMI) et les états membres intéressés »

Plusieurs universités françaises ont souhaité accueillir un tel centre et c'est en 1978 que le choix de Nice s'est imposé. Sa vocation est d'organiser des écoles, des séminaires et d'animer des réseaux de chercheurs au profit des pays en développement, conformément aux vœux exprimés par l'Unesco :

« la formation de mathématiciens venant en priorité des pays en voie de développement (stages au cours de l'année universitaire et écoles d'été), la documentation (recueil, création et diffusion). Le CIMPA a une vocation interdiscipli-

¹ Centre international de mathématiques pures et appliquées (CIMPA)
URL : <http://www.cimpa-icpam.org>

² Directeur du CIMPA

³ URL :

<http://smf.eath.fr/Publications/ExplosionDesMathematiques>

⁴ Centre de Coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

⁵ Institut de recherche pour le développement

naire : étude des mathématiques et de leurs applications à des problèmes concrets, notamment ceux qui sont liés au développement »

Pour mettre en œuvre sa politique scientifique, le CIMPA est soutenu par le Ministère de la Recherche, la Direction des Relations Internationales et de Coopération (DRIC) du Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, pour une part de plus en plus faible par l'Unesco et aussi par l'université de Nice (UNSA). Le total des subventions en 2005 s'élevait à 240000 euros et son budget consolidé était de l'ordre de 650000 euros. Le premier comité d'évaluation du CIMPA qui s'est réuni en novembre 2001 sous la présidence du professeur P.L. Lions, mentionne dans ses conclusions :

«... Le comité tient à souligner le fait que, malgré des moyens et des ressources modestes, l'impact des activités du CIMPA est beaucoup plus important que ces nombres pourraient le laisser croire. En effet, les communautés de mathématiciens que le CIMPA a créées ou développées dans le monde induisent un remarquable effet de levier... L'évaluation globale est excellente : malgré des fragilités structurelles et financières, le CIMPA est réellement arrivé à maturité et son influence ne cesse de croître. L'impact mondial est considéré par le comité comme remarquable (voire miraculeux !). Le CIMPA est idéalement placé pour être le leader mondial de ce type d'activités... Le CIMPA est fragile : tout repose sur l'enthousiasme et le dévouement d'une ou deux personnes... Nous estimons que (cet) objectif est réalisable à condition de pourvoir le CIMPA d'un budget annuel consolidé de 1,5 à 2 millions d'Euros. »

Pour remplir sa mission, le CIMPA organise des écoles et soutient des réseaux de chercheurs, des formations préparatoires à la recherche, des séminaires toujours au profit des pays en développement. Les activités scientifiques organisées par le CIMPA portent sur tous les thèmes des mathématiques, des aspects fondamentaux aux plus appliqués, allant de la physique théorique à la biologie en passant par l'économie, l'informatique théorique jusqu'aux sciences de l'ingénieur.

Une école s'adresse à des chercheurs débutants ou confirmés venant des pays du Sud désirant mettre à jour leurs connaissances ou s'initier à un nouveau domaine. Le CIMPA a ainsi permis l'émergence de certains groupes de recherche structurés et son action sur le terrain lui a permis

d'acquérir une véritable expertise des situations auxquelles les communautés scientifiques du sud sont confrontées et lui a permis d'établir des liens indispensables entre les mathématiciens du Nord et du Sud. Rompre l'isolement des mathématiciens des pays les plus défavorisés, leur permettre de s'insérer dans la communauté scientifique internationale, d'avoir accès à la documentation, leur donner la possibilité de définir la meilleure politique scientifique pour leur pays, sont les priorités du CIMPA. Par exemple, le CIMPA est très actif en Afrique, essentiellement auprès de la communauté des mathématiciens francophones mais étend ses activités aux autres pays africains. En Asie du Sud-Est, un projet d'aide à la formation des mathématiciens vient d'être initié par le CIMPA au Cambodge et au Laos avec l'aide de l'Agence Universitaire pour la Francophonie (AUF) et de l'Union Mathématique Internationale (UMI).

Depuis sa création, le CIMPA a organisé 134 écoles et plus de 50 séminaires, stages et formations doctorales au profit des mathématiciens des pays en déve-

loppement, avec une montée en puissance depuis plusieurs années. Ces activités ont eu lieu pendant les 15 premières années essentiellement en France, ensuite exclusivement dans 41 pays du Sud dont 15 en Afrique, 7 en Asie du Sud-Est et Inde, 10 en Amérique latine et Caraïbes, 6 au Moyen orient et 3 en Europe Centrale et de l'Est (hors UE). Plus de 6 900 stagiaires originaires d'Afrique, d'Amérique latine, d'Asie du Sud-Est, du Moyen-Orient et d'Europe ont bénéficié de ces formations et ont été encadrés par plus de 700 conférenciers. Les actes de plus de 35 écoles ont été publiés et la plupart des cours sont disponibles en ligne sur le site du CIMPA.

Un conseil scientifique international examine les différents projets et est le garant de la qualité scientifique et de l'intérêt des thèmes en fonction de la région dans laquelle l'école ou la formation aura lieu.

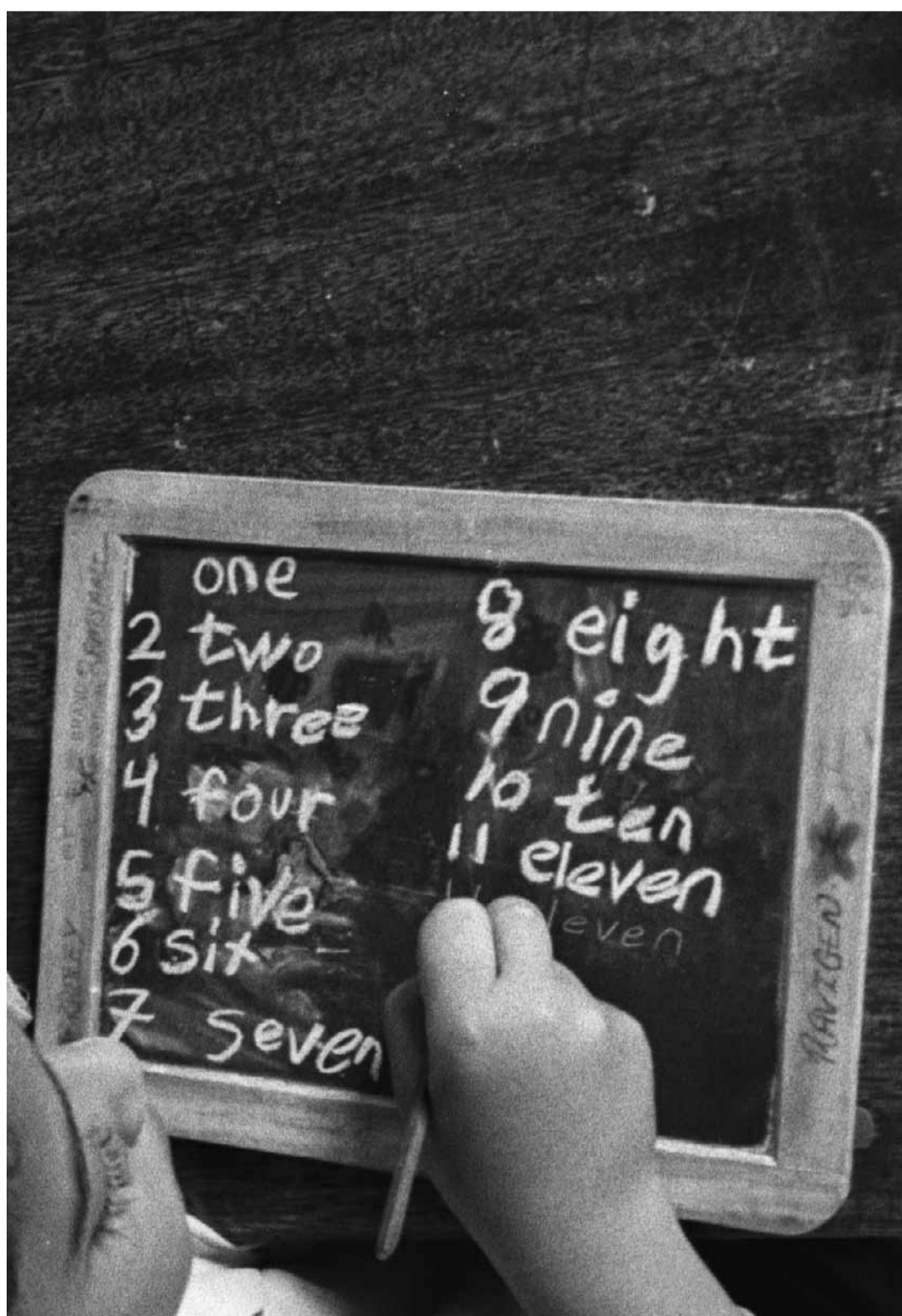
De leurs côtés, les pays du sud se sont organisés pour venir en aide aux mathématiciens et ils ont créé leurs institutions telles l'UMALCA (Unión Matemà-

tica de America Latina y el Caribe), la SEAMS (Southeast Asian Mathematical Society), l'UMA (Union Mathématique Africaine) et des initiatives de scientifiques prestigieuses comme l'AMMSI (African Mathematical Millennium Science Initiative) se mettent en place. Des centres de recherche de très haut niveau et internationalement reconnus tels l'Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, (IMPA), de Rio de Janeiro, le Centro de Modelamiento Matemático, (CMM), de Santiago du Chili, le Tata Institute de Mumbai, pour n'en citer que trois, témoignent de la qualité des mathématiques dans les pays du sud. Le CIMPA s'efforce de coordonner ses activités avec ces différentes institutions. Mais malgré tous ces efforts, de nombreux pays ne sont pas en mesure de développer seuls des activités scientifiques de niveau international.

Rien ne pourrait se faire sans le concours des mathématiciens, français pour l'essentiel, qui acceptent de consacrer de leur temps pour préparer des projets, les encadrer et ensuite maintenir les relations avec les mathématiciens du

Sud. Il ne faut surtout pas que les écoles du CIMPA restent des activités sans lendemain. Les résultats s'obtiennent dans la durée et on peut se féliciter d'être à l'origine de nombreuses thèses et collaborations. Récemment, les mathématiciens espagnols ont proposé de participer à un projet de formation initié par le CIMPA au Paraguay. C'est une étape supplémentaire dans l'internationalisation du CIMPA.

Des efforts sont faits pour rapprocher les différents organismes que nous avons évoqués ici et pour en renforcer leur efficacité. L'ICTP accorde très souvent une aide financière à nos écoles. Les services culturels et scientifiques des ambassades de France sont sensibles à la qualité de nos activités et à leur retentissement dans les pays du Sud et nous apportent leur aide en prenant en charge les frais de déplacement d'un ou plusieurs conférenciers français. Les différentes sociétés savantes, la Société Mathématique de France (SMF), la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI), la Société Mathématique Européenne (SME) et l'UMI sont aussi sensibilisées aux problèmes des pays en développement. La SMF et la SMAI apportent un soutien scientifique par leur participation au conseil d'administration du CIMPA. Mais la tâche est immense devant le fossé qui se creuse entre les pays riches et les pays en développement ■



par Pierre Darriulat ¹

Le contexte vietnamien

L'histoire récente a si fortement marqué l'identité vietnamienne qu'il est difficile de comprendre les développements actuels du pays sans s'y référer.

En moins d'un siècle le Vietnam s'est profondément transformé : sous le régime colonial de l'Indochine française, la société vietnamienne était essentiellement féodale, paysanne et en majorité illettrée. Aujourd'hui l'illettrisme a pratiquement disparu, et, quand même la paysannerie continue d'y tenir un rôle de premier plan, la république est devenue une nation moderne qui se développe rapidement et qui tient au sein de l'Asie du Sud-Est une place tout à fait honorable. Une mutation si radicale ne s'est pas faite sans laisser de traces : nombreuses sont les cicatrices qui ne sont pas encore fermées. Et, bien souvent, il suffit de gratter un peu pour trouver, sous le masque de la modernité, le visage de traditions héritées d'une culture millénaire. Qu'il suffise ici de rappeler quelques faits qui permettent de planter le décor.

- Il ne s'agit pas de reconstruire l'enseignement supérieur et la recherche scientifiques – comme l'Europe a dû le faire à la sortie de la guerre – mais bien de les construire à partir du néant. Certes, le Vietnam, pays de grande culture, a une longue tradition universitaire puisque la première université y fut fondée plus d'un siècle avant la Sorbonne. L'accès au mandarinate se faisait par concours et la société confucéenne tenait la culture et les lettrés qui pouvaient en jouir en grand respect. Respect qui d'ailleurs demeure profondément enraciné dans la société actuelle qui considère l'éducation de ses enfants comme une toute première priorité au succès de laquelle les familles sont prêtes à beaucoup sacrifier. Mais cette culture était principalement axée sur les humanités. La physique au sens large, telle qu'elle s'est développée en Europe du XVII^{ème} au XX^{ème} siècle, était pratiquement absente de la scène.

- La résistance à l'occupation française, puis aux agressions américaines, suivie par la lutte pour l'unification du pays, ont mobilisé pendant trente ans (1945-1975) l'essentiel des talents de la jeunesse vietnamienne. Simultanément, une fraction de l'intelligentsia a quitté le pays. La paix revenue, la reconstruction de l'unité nationale s'est faite dans des conditions

Vietnam : enseignement supérieur et recherche scientifique

Ce n'est qu'à la lumière de ma propre expérience que je peux parler de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique au Vietnam : les lignes qui suivent n'engagent que moi et ne prétendent pas épuiser le sujet. C'est surtout de la physique que je suis familier, je le suis moins des autres sciences. Je sais qu'elles sont confrontées aux mêmes problèmes mais leur façon de les affronter peut parfois être différente. De ma propre expérience, je dirai peu : le lecteur désireux d'en être informé peut consulter notre site et y lire nos "Newsletters". Il y a cinq ans, grâce à du matériel légué par des collègues d'Europe et des États-Unis, j'ai pu créer à Hanoi, dans les locaux de l'INST, un petit laboratoire d'étude des rayons cosmiques baptisé VATLY. Le but est d'y animer une équipe de physiciens qui puisse à la fois faire de la recherche et former des étudiants. L'Observatoire Pierre Auger nous offre un cadre et l'aide précieuse de physiciens du monde entier (nous avons des contacts particulièrement étroits avec les équipes françaises). D'autre part, je donne aux étudiants de quatrième année de l'université nationale de Hanoi (UNH), où je suis professeur invité, un cours d'introduction à la cosmologie et à l'astrophysique, le seul en son genre au Vietnam. Tout cela n'est possible que grâce à l'aide – matérielle et morale – de nombreux amis physiciens que je tiens à remercier.

particulièrement difficiles et ce sont en fait deux générations qui ont été perdues pour la science, que ce soit enseignement supérieur ou recherche.

- L'extrême pauvreté dans laquelle se trouvait le pays au sortir des années de guerre a conduit le gouvernement à fixer les salaires de la fonction publique à un niveau très bas, commensurable avec celui du reste de la population. Bien que la pauvreté n'affecte aujourd'hui qu'une bien moindre partie de la nation, ces salaires n'ont pas été augmentés en conséquence. Ils ne couvrent en moyenne qu'un quart des besoins des chercheurs et enseignants qui doivent consacrer une part importante de leur temps et de leurs intérêts à une occupation parallèle qui couvre les trois quarts restants. Cette situation est peu propice à encourager un enseignement et une recherche de qualité mais tend au contraire à établir des pratiques répréhensibles pouvant aller jusqu'à la corruption. La modifier sera d'autant plus difficile qu'on attendra plus longtemps pour agir.

- Dès la fin de 1986, le Vietnam s'est engagé dans une politique de transition vers une économie de marché qu'il a poursuivie avec dynamisme depuis le début des années 1990. Les Vietnamiens, plus pragmatiques que doctrinaires et peu attirés par les idéologies – de quelque bord qu'elles soient – semblent bien s'en accommoder et ne se soucient guère des incohérences qu'entraîne la coexistence de la politique de renouveau et de la doctrine du Parti.

C'est ainsi qu'on parle aujourd'hui, sans le moindre état d'âme, de créer des universités privées à but lucratif. Ces discours contrastent violemment avec la réalité actuelle qui ne concède aux universités aucune autonomie : les décisions sont prises à l'échelon ministériel, décourageant toute initiative visant à améliorer la situation présente. Aussi a-t-on souvent l'impression de manquer de repères pour conduire sa barque et de ne pas bien savoir à quel saint se vouer. Les modèles étrangers sont trop souvent offerts en exemple sans qu'on ait sérieusement analysé s'ils pouvaient être appliqués au contexte vietnamien et, dans l'affirmative, comment ils devaient y être adaptés.

- La génération des étudiants d'aujourd'hui a bénéficié d'un enseignement secondaire de qualité et a vu s'ouvrir pour elle les portes de l'enseignement supérieur. Elles étaient restées fermées pour la grande majorité de leurs parents qui sont prêts, quand ils en ont la possibilité, à offrir à leur progéniture – avec l'aide de bourses assez largement disponibles sur le marché – des études à l'étranger pour parfaire leur formation. Plus de 40 000 étudiants vietnamiens – enseignements secondaire et supérieur confondus – étudient à l'étranger aujourd'hui. Malheureusement, les meilleurs d'entre eux s'y voient offrir des positions tellement plus attrayantes par le salaire et les conditions de travail que celles que leur pays peut leur offrir qu'ils n'y reviennent pas. La fuite des cerveaux qui en résulte est proprement catastrophique

pour le Vietnam qui serait pourtant le seul à pouvoir la combattre en offrant aux meilleurs talents de sa jeunesse une dignité et une motivation suffisantes pour les retenir.

Tel est en quelques mots le contexte dans lequel le Vietnam doit développer l'enseignement supérieur et la recherche. On voit combien c'est difficile. D'autant plus que le gouvernement, absorbé par les besoins en infrastructures et en énergie qu'engendre un développement particulièrement rapide, a peu le temps et le loisir de s'offrir la vision à long terme qu'exigerait le succès. Les urgences imposent leurs priorités et la recherche, surtout lorsqu'il s'agit de recherche fondamentale, est facilement reléguée au second plan. Comment s'étonner quand on sait combien les scientifiques occidentaux doivent lutter contre cette même tendance chez leurs propres gouvernants dont la tâche semblerait pourtant bien plus facile ?

L'enseignement de la physique à l'université

L'enseignement supérieur tient une place importante au Vietnam, les établissements qui y contribuent couvrant un large spectre allant d'écoles professionnelles aux universités. Hanoi, la capitale, et Hô Chi Minh Ville, la grande cité du Sud, sont les mieux nanties. Trois grandes universités – UNH, université pédagogique et université de technologie (UT) – enseignent les sciences à Hanoi. L'enseignement s'étend sur quatre ans et l'accès en première année se fait par concours. Le manque de coordination entre les différents établissements d'enseignement supérieur oblige souvent les étudiants à ne se présenter qu'à un seul de ces concours, ce qui requiert de leur part un excellent jugement de leurs capacités. Comme ils en sont généralement dépourvus, ils ne réussissent souvent qu'au second essai, après un an passé à réviser le programme.

Les étudiants doivent choisir leur branche dès la première année et ne peuvent pas composer "à la carte" le menu des cours qu'ils veulent suivre. Au contraire, ils sont mis dans des classes dont ils doivent suivre tous les cours – leur présence est contrôlée – ce qui fait ressembler les universités vietnamiennes aux classes préparatoires aux grandes écoles des lycées français plus qu'aux universités occidentales. À l'UNH, les classes des trois premières années comptent chacune quatre-vingt étudiants tandis que les classes de

¹ Correspondant de l'Académie des sciences, professeur au laboratoire de physique des rayons cosmiques, VATLY

² www.vaec.gov.vn/inst/english/about/vatly/vatly.htm

³ VATLY, qui veut dire physique en vietnamien, est un acronyme pour Vietnam Auger Training Laboratory.

quatrième année n'en comptent qu'une vingtaine et sont affectées à neuf spécialités différentes : physique théorique, générale, de la matière condensée, nucléaire, des basses températures, informatique, géophysique, optique quantique, et électronique. Une classe supplémentaire, dite d'excellence, rassemble la quinzaine d'étudiants qui ont obtenu les meilleures notes au concours d'entrée. Chaque promotion de physiciens compte environ deux cents étudiants dont la quasi totalité, 95 %, obtient son diplôme. Chaque année les étudiants passent des examens en juin, les deux tiers avec succès. Le tiers restant les repasse en août. En cas d'échec, ce qui est rare, il faut redoubler. En fin de quatrième année l'étudiant présente un travail de diplôme dont le niveau et la qualité sont très variables. L'occasion m'est ainsi donnée de choisir les étudiants que je garde ensuite pour un master parmi ceux qui viennent faire leur diplôme chez nous. Ni les ravages causés par les années de guerre, ni les salaires excessivement bas des enseignants, ni enfin la rigidité de la tutelle ministérielle ne sont propices au progrès : le niveau des universités vietnamiennes n'est pas à la hauteur des ambitions et des capacités de ce pays. Malgré la bonne qualité de l'enseignement secondaire, aucune université vietnamienne ne figure sur la liste des soixante meilleures universités de l'Asie du Sud-Est. Tout le monde en est conscient, à commencer par le gouvernement, et une réelle volonté de changement s'exprime⁴. Mais les vues divergent quand il s'agit de définir la marche à suivre.

À part quelques notables exceptions, les universités vietnamiennes ne font pas de recherche. Les exceptions couvrent surtout la physique de la matière condensée – essentiellement physique des matériaux mais aussi physique des basses températures et magnétisme. Grâce au soutien de plusieurs universités européennes, en particulier hollandaises, l'UNH et l'UT sont dotées de bons laboratoires : ITIMS (International Training Institute for Material Sciences) possède plusieurs installations de qualité. Le département de physique de l'UNH donne des cours – sanctionnés par des examens – à une centaine d'étudiants en master et une vingtaine de doctorants dispersés dans divers laboratoires et instituts de la région.

Les universités entretiennent des relations avec celles d'autres pays dont elles reçoivent souvent des aides. La participation des universités européennes est particulièrement importante. L'université de Da Nang jouit d'installations modernes grâce à des subventions des États-Unis. L'UNH a des contacts étroits avec Osaka : en septembre un forum organisé en



commun a conduit à Hanoi cent vingt enseignants et chercheurs d'Osaka qui y ont présenté un ensemble impressionnant de résultats scientifiques de grande qualité. D'une manière générale, la présence japonaise sur la scène de l'enseignement supérieur et de la recherche est très visible et s'accompagne d'un soutien important. La France est présente à l'UNH grâce à une filière francophone qui fonctionne bien. Plusieurs systèmes de bourses permettent aux étudiants les plus démunis de payer leurs frais d'études⁵. La France y tient une place de choix grâce aux bourses Odon Vallet qui aident les étudiants les plus méritants.

La recherche

Dans l'ensemble des activités de recherche du pays, les collaborations avec l'étranger jouent un rôle prépondérant. Collaborer avec un groupe étranger est en fait le seul moyen de survivre : il existe suffisamment de programmes d'échange, que ce soit aux niveaux nationaux ou continentaux (Europe, Asie du Sud-est, Asie-Pacifique), pour permettre au chercheur vietnamien de s'associer à une équipe d'un pays développé, association qui lui procure à la fois les ressources matérielles et les contacts indispensables à son travail.

C'est dans les domaines de la physique de la matière condensée et de l'optique que la recherche physique est la plus dynamique. Mis à part ITIMS, elle est concentrée au sein d'un organisme, l'Académie Vietnamienne des Sciences et des Technologies (AVST), qui dépend du Ministère de la Recherche et de la Technologie. Dix-sept instituts le compo-

sent dont treize à Hanoi (mathématiques, technologie de l'information, mécanique, physique, chimie, chimie des produits naturels, écologie et ressources biologiques, biotechnologies, sciences des matériaux, technologie tropicale, géologie, géophysique et géographie), trois à Hô Chi Minh Ville (biologie tropicale, technologie chimique, mécanique appliquée) et un à Nha Trang (océanographie). L'institut des sciences des matériaux abrite une division d'optique et de spectroscopie particulièrement active qui collabore avec plusieurs laboratoires français. L'institut de physique, récemment rebaptisé institut de physique et d'électronique, se consacre principalement à la physique théorique. L'ajout du mot "électronique" se réfère surtout à des calculs de transport quantique mais peu à des activités expérimentales. Depuis quelques temps les nanotechnologies ont le vent en poupe et plusieurs chercheurs s'y consacrent.

La physique nucléaire bénéficiait jadis de la présence à Hanoi d'un microtron de 15 MeV, cadeau de Dubna. La fin de la présence soviétique au Vietnam a laissé l'accélérateur à l'abandon faute de soutien technique et de pièces de rechange. Un microscope électronique a connu le même sort pour la même raison. Le Vietnam a l'intention de s'équiper en réacteurs nucléaires d'ici une vingtaine d'années pour pallier à la croissance rapide de ses besoins en

énergie. Mais cette volonté affichée n'est pas encore accompagnée d'un effort sérieux de formation de physiciens nucléaires. Il existe cependant à Dalat un petit réacteur de recherche de 500 kW, laissé là par les Américains et modernisé par les Russes dans les années 80, qui est maintenu en bonnes conditions de fonctionnement par le CEA vietnamien dont l'institut de recherches nucléaires accueille chaque année quelques étudiants.

L'AVST publie en anglais un journal, *Communications in Physics*. L'Institut de Mathématiques, le plus beau fleuron de l'AVST, publie quant à lui une revue d'audience internationale, *Acta Mathematica Vietnamica*, et accueille chaque année des mathématiciens de renom venus de tous les coins du monde.

L'AVST entretient de nombreuses relations internationales et représente la science vietnamienne à l'étranger. Il est en particulier l'interlocuteur privilégié du CNRS qui a une longue tradition de collaboration et d'échanges avec le Vietnam. Il convient ici de citer le rôle de pionnier qu'a joué dans ces relations le professeur Henri van Regemorter et l'action du Comité pour la Coopération Scientifique et Technique avec le Vietnam (CCSTVN).

Nombreux sont les Français qui apportent leur aide aux enseignants et chercheurs du Vietnam. Ce sont bien sûr les équipes qui sont directement associées à un chercheur vietnamien qui sont le mieux placées pour apprécier la situation et faire en sorte que leur soutien soit le plus efficace possible. Ce n'est que sur le terrain qu'on peut juger des besoins réels. Mais de nombreuses autres initiatives sont tout aussi utiles. Je pense par exemple aux Rencontres du Vietnam qu'anime Jean Tran Thanh Van, aux conférences internationales qu'il organise régulièrement dans le pays et qui permettent aux scientifiques vietnamiens d'établir des contacts avec des chercheurs étrangers et de mettre à jour leurs connaissances et, particulièrement, à la Vietnam School of Physics qui en est à sa douzième édition.

J'espère que ces quelques lignes auront montré, une fois de plus, à ces nombreux Français combien leur aide est appréciée et utile. La jeunesse vietnamienne est pleine de vie et de ressources. Souhaitons pour ces jeunes un sort plus heureux que celui qu'ont connu leurs parents et grands parents, espérons que leur pays saura leur offrir l'avenir, la dignité et les responsabilités qu'ils méritent et qui les motiveront à construire chez eux un enseignement supérieur et une recherche de qualité. La communauté scientifique internationale peut utilement les y aider ; la science, sa rigueur intellectuelle et son éthique ignorent les frontières ; son histoire et ses traditions en portent témoignage ■

⁴ Le gouvernement vient de présenter à l'Assemblée nationale un rapport qui insiste sur le renforcement de l'éducation, de la formation, de la science et de la technologie. En 2006, d'après ce rapport, l'État accorderait 2 % de son budget aux sciences et technologies. Mais il y a souvent loin entre la clairvoyance des rapports faits à l'AN et la suite qui leur est donnée par l'exécutif.

⁵ Les frais d'études s'élèvent à 180 kdong par mois, soit environ le quart d'un salaire de fonctionnaire.





Parc à Trieste.

L'ICTP de Trieste

Entretien avec Katepalli Sreenivasan¹



par Paul Caro²

Question :

L'International Centre for Theoretical Physics (ICTP) a été créé en 1964 par un futur prix Nobel, le savant pakistanais Abdus Salam. Dans quel but à l'époque ?

L'objectif est plus aisément compris à partir de l'expérience personnelle de Salam. Après avoir obtenu son doctorat à Cambridge, il est revenu au Pakistan et a enseigné là-bas durant un an ou deux. Mais il s'est rendu compte qu'il ne pouvait pas faire beaucoup de science parce qu'il n'y avait pas de bonnes bibliothèques, pas de collègues avec qui parler de recherche, ce qui étouffait sa produc-

tivité scientifique. S'il avait pu trouver le moyen de rester en contact avec la communauté scientifique les choses auraient pu être différentes. Salam était dévoué à son pays mais il a réalisé que s'il y restait, ce serait un suicide scientifique. Donc, il est revenu à Cambridge et plus tard s'est installé à l'Imperial College. A cause de cette expérience il a cherché à créer un centre international qui pourrait rassembler des chercheurs de toutes disciplines venant des différentes parties du monde pour travailler sur des sujets de pointe et échanger des idées scientifiques. De cette façon un bon chercheur d'un pays en voie de développement ne serait pas coupé de l'action scientifique. Le centre aurait pu être installé n'importe où, mais il s'est trouvé que les physiciens de Trieste, comme Paolo Budinich, se sont joints à Salam et ont obtenu que l'Italie prenne l'idée à son compte. Le centre aujourd'hui est différent de ce qu'il était dans son enfance mais le principe de base n'a pas changé.

D'où viennent les chercheurs qui fréquentent l'ICTP ?

Il y a plusieurs catégories de chercheurs de niveaux différents qui viennent à l'ICTP. Certains pour de brèves visites,

pour donner un séminaire et parler de leur travail. Une seconde catégorie est formée par les Associés, ils sont liés à l'ICTP pour une période d'environ dix ans. Ils viennent chaque année ou tous les deux ans, et travaillent avec nous pour un mois ou deux en fonction des ressources financières et du temps dont ils disposent. Pour certains d'entre eux le poids des tâches d'enseignement et les faibles ressources ne leur laissent pas le temps de faire de la recherche ou d'écrire un article, ils peuvent le faire quand ils sont à l'ICTP, seuls ou en collaboration avec d'autres. Une troisième catégorie est celle des post-docs dont les fonctions sont semblables à celles qu'ils occupent dans n'importe quel centre de recherche. La quatrième catégorie est formée de participants à l'un ou l'autre de nos programmes. Nous organisons entre cinquante et soixante programmes par an. Certains sont des ateliers à la pointe du savoir dans un domaine, d'autres sont pédagogiques. Par exemple nous avons chaque année un cours sur la théorie des cordes où viennent des étudiants du monde entier. Ensuite, nous recevons des étudiants qui postulent pour un « diplôme ». Ils sont choisis en fonction de la liste des pays les moins développés établie par les

Nations unies. Ils étudient durant un an et perfectionnent leurs connaissances en physique et en mathématiques. Nous avons actuellement trois programmes de diplôme, en physique de la matière condensée, en physique des hautes énergies et en mathématiques. Nous avons l'intention d'en créer d'autres bientôt dans d'autres domaines. Quand ces étudiants achèvent leur travail ici, la plupart sont prêts pour entreprendre un doctorat dans une bonne université. Un autre groupe de visiteurs consiste en étudiants qui préparent un doctorat dans leur propre pays mais viennent à l'ICTP pour environ six mois chaque année. Ils travaillent avec un conseiller ici et ont accès aux chercheurs du centre, à ses visiteurs, aux chercheurs de Trieste, à notre bibliothèque, etc ... Environ 50 % de nos visiteurs viennent d'Europe et des États-Unis et environ 50 % des autres parties du monde mais, en temps passé au Centre, les chercheurs des pays en développement représentent 75 %.

Une importante caractéristique du centre est le mélange de gens qui ont vécu des expériences différentes, qui ont des niveaux de compétence, de savoirs, et de réussite différents. Ils apprennent les uns des autres autant qu'ils appren-

¹ Directeur de l'ICTP

² Correspondant de l'Académie des sciences, directeur de recherche honoraire au CNRS

nent des chercheurs du centre. Des chercheurs novices comme des chercheurs confirmés, des chercheurs des pays pauvres comme ceux des pays riches, viennent à l'ICTP et se rencontrent. Quelques uns des enseignants de nos programmes viennent des pays industrialisés mais nous faisons de grands efforts pour trouver des enseignants compétents dans d'autres parties du monde. Tous nos participants sont choisis exclusivement sur la base de leurs mérites. Cet engagement à la fois pour la diversité et l'excellence est ce qui fait l'ICTP unique. Nous cultivons ensemble ces deux facettes.

En tout, le nombre total de visiteurs du centre est supérieur à 100 000 depuis 1964. L'année dernière nous avons eu 6 500 visiteurs. En plus des capacités propres du centre il y a aussi la possibilité d'attirer des chercheurs de pays en développement pour travailler pour un an dans un laboratoire italien. Le nombre total de ce type de visiteurs est de l'ordre de 1 000 depuis le début de ce programme que nous envisageons d'étendre.

Quels avantages peuvent espérer les étudiants des pays en développement, ou sous-développés, de leurs études à Trieste ?

On peut dire en général que les visiteurs de l'ICTP enrichissent leur expérience scientifique et se préparent mieux pour construire leurs propres activités dans leurs pays. Les avantages pour les étudiants du diplôme sont évidents. Ce sont par nature de bons étudiants mais ils ont été mal préparés pour un certain nombre de raisons et les études rigoureuses qu'ils entreprennent ici les préparent pour un travail de troisième cycle. Bien que notre mission ne soit pas de fournir des étudiants pour les études de doctorat à d'autres pays, environ la moitié d'entre eux obtiennent un PhD en Europe et aux États-Unis dans de bonnes universités. Mais, même ces gens-là restent liés à leurs pays. L'autre moitié retourne dans les pays d'origine où ils restent liés à nos centres affiliés et continuent à faire de la science. Ceux qui travaillent pour leur PhD dans leur propre pays y reçoivent leur diplôme et deviennent chercheurs et enseignants. Beaucoup des post docs trouvent des positions universitaires dans leurs pays. Quelques uns rejoignent le monde occidental, mais ce n'est pas vraiment un problème. Finalement les étudiants qui participent à l'un de nos programmes peuvent en profiter pour aborder un nouveau domaine. Il y a des choses nouvelles qui arrivent tout le temps.

La plupart de ceux qui sont venus dans notre centre travaillent dans leur propre pays ou y sont étudiants. L'un de nos soucis est de former des chercheurs

actifs engagés dans leur propre pays. Le centre ne contribue pas directement beaucoup à la « fuite des cerveaux » qui est un grand fléau des pays en développement. Il y a des exceptions, bien sûr, mais il y a ici un sens de la mission qui accroche les gens aux idéaux qui sont ceux que le centre a développés depuis son origine.

Qu'est-ce que le « système de Trieste » ?

L'ICTP s'est installé à Trieste orienté vers les pays en développement. En 1983, une autre institution nommée ICGEB, le Centre international pour le génie génétique et la biotechnologie, a été constituée. Ce centre est lui aussi orienté vers les pays en développement. En 1988 le Centre international pour la science et la technologie avancée (ICS) a été créé ainsi que SISSA (École internationale pour les études avancées) qui est une institution italienne installée à coté de l'ICTP. L'Académie des sciences du Monde en développement dont le sigle TWAS correspond à son nom originel, Third World Academy of Sciences, a été créée il y a 25 ans. Il y a quelque intérêt à donner à toutes ces institutions internationales une façade commune, en partie pour des raisons de visibilité mais aussi pour augmenter leur efficacité combinée et leur influence politique. C'est cela le « système de Trieste », la réunion d'institutions internationales dont l'activité est orientée vers les pays en développement mais qui n'ont pas de gouvernance commune. En fait les mandats spécifiques de nos Institutions sont quelque peu différents parce que nous dépendons d'organismes internationaux différents. Par exemple l'ICTP est administré par l'Unesco et il est lié aussi à l'Agence Internationale pour l'Énergie Atomique (IAEA) de Vienne.

Quelles sont vos relations avec l'Académie des Sciences du monde en développement (TWAS) ?

Abdus Salam a aussi fondé la TWAS et a été son Président jusqu'à ce que sa santé déclinante l'en empêche. Durant ce temps, la séparation entre les deux institutions, ICTP et TWAS était indéfinie et Salam a fait ce qu'il lui semblait nécessaire pour atteindre ses buts. Je les perçois moi-même comme les deux faces d'une pièce de monnaie. Elles seront toujours liées parce qu'elles sont toutes deux intéressées à construire la capacité scientifique dans le monde en développement et partout où elle est nécessaire. Le secrétariat de la TWAS est logé dans les bâtiments de l'ICTP, son personnel fait formellement partie de l'ICTP donc, nous sommes directement entrelacés de plusieurs façons. Cependant la TWAS est une académie et l'ICTP un centre scientifique : il y a des différences en culture et fonctions. La

TWAS élit des membres et accorde des bourses, son objectif affiché est de travailler pour le développement durable. Elle n'organise pas de réunions scientifiques comme le fait l'ICTP et elle n'a pas de chercheurs en résidence. La TWAS organise une réunion annuelle. La dernière a eu lieu à Alexandrie dans la Bibliothèque et ce fut un succès, la prochaine aura lieu au Brésil car les réunions annuelles migrent d'un pays à un autre. La TWAS accueille l'Inter Academy Panel (IAP) et l'Inter Academy Medical Panel (IAMP) et d'autres organisations affiliées.

Comment est financé l'ICTP ?

Nous recevons environ 80 % de notre budget du gouvernement italien et je suis reconnaissant et ravi de la constance de ce support. Nous recevons aussi des fonds de l'IAEA et de l'Unesco et, pour des programmes spéciaux, de fondations. L'un de mes buts est d'obtenir de l'argent d'autres pays. L'ICTP fait beaucoup de choses qui devraient intéresser beaucoup de gens. Par exemple nous souhaitons établir une liaison formelle avec l'Académie des sciences française.

L'importance de la science dans les pays en développement a été soulignée récemment par une conférence sur « la physique et le développement durable » qui a eu lieu à Durban en Afrique du Sud. Que peut-on attendre des thèmes examinés par la conférence ?

L'ICTP était l'un des co-organisateurs de cette conférence (31 octobre — 2 novembre 2005). Il y avait quatre thèmes principaux : l'éducation à la physique, l'énergie et le développement, la physique et la santé, la physique et le développement économique. Les propositions de la conférence sont disponibles à l'état de projet, mais pas encore entièrement finalisées.

Une proposition importante est que le matériel pédagogique disponible dans le monde dans le domaine de la physique soit déposé dans un lieu unique et accessible en ligne. Il a été suggéré que l'ICTP serait un bon endroit pour cela. L'ICTP cependant ne sera pas engagé dans la philosophie de l'éducation ou dans la création de méthodologies. Dans le domaine du développement économique, dans lequel la physique joue un grand rôle, il a été décidé que soutenir l'esprit d'entreprise était essentiel. Beaucoup de gens dans la science ne savent pas comment transformer leur savoir en création de richesses, ceci est en partie le problème dans les pays en développement. Si un pays ne sait pas comment transformer sa connaissance scientifique en richesses il peut arriver à penser que la science n'a pas beaucoup de valeur et que c'est juste l'activité de gens étranges intéressés par des

choses étranges ! La science est mieux soutenue dans les pays où la liaison entre la science et la création de richesse est bonne. Cette liaison est faible dans beaucoup de parties du monde, mais c'est mieux en France, par exemple, qu'en Italie. Alors, nous allons fonder à l'ICTP un cours en collaboration avec l'Institut de physique britannique sur des choses comme la propriété intellectuelle et les brevets. Nous allons accueillir cette activité commune cette année. Dans le domaine de la physique de la santé l'importance de créer un réseau de centres de formation dans la physique de la thérapie par les radiations a été soulignée. Il y a eu aussi quelques propositions concrètes dans le domaine de l'énergie.

Comment la physique de base peut-elle aider à équilibrer développement et durabilité ?

Beaucoup de gens pensent que la « physique de base » a peu de choses à voir avec le développement. Pourtant, qui aurait pu penser que l'Internet émergerait d'un Centre de recherche sur les hautes énergies ou les codes barres de recherches en optique, ou les réseaux de fibres optiques intercontinentales de recherches sur les solitons ? Il y a beaucoup de domaines dans lesquels la physique a aidé. On pense à la science des matériaux mais aussi à la physique médicale. Plus directement pour le développement durable, la modélisation du climat est importante et nous avons plusieurs cours sur ce sujet à l'ICTP. Beaucoup de gens sont tués en Iran chaque année à cause des tremblements de terre. La physique des tremblements de terre, le contrôle de l'activité sismique et éventuellement l'invention de systèmes de prédiction, sont des objets d'études et de recherche très valables. C'est pareil pour les moussons en Asie du Sud. Les nanotechnologies pourraient apporter des solutions pour la purification de l'eau qui reste un grand besoin pour les trois quarts de la planète. La physique est une partie d'un ensemble de recherches interdisciplinaires. Je pense que si quelqu'un apprend bien une branche de la physique il sera capable de transférer la rigueur de pensée ainsi apprise à d'autres domaines et pourra résoudre des problèmes qui l'intéressent, lui et son pays.

A l'ICTP conduisez-vous des expériences, ou des études, liées à l'environnement ou aux problèmes du climat ?

Nous ne conduisons pas beaucoup de programmes expérimentaux bien que mon propre groupe de recherche fasse des expériences sur l'hydrodynamique et qu'il y ait plusieurs petits programmes orientés vers les aspects matériels en

optique, communication et instrumentation. Nous avons un groupe de gens qui travaillent sur les problèmes de l'environnement au sens large, mais ce sont des modélisateurs. Ils s'intéressent à des problèmes comme la modélisation régionale du climat, le couplage océan - continent, etc... Cela fait 10 ou 15 ans que l'ICTP s'intéresse à ces problèmes mais la question de l'énergie a été présente au Centre dès le premier jour. La première conférence organisée à l'ICTP était sur la fusion plasma comme source d'énergie. C'était il y a 40 ans ! Nous sommes toujours intéressés par la fusion, particulièrement dans le contexte du nouveau programme ITER qui doit être installé en France. Nous pouvons jouer un rôle en particulier en formant et en créant des liens avec des chercheurs des pays en développement.

Dans quelle mesure l'ICTP participe-t-il à des actions avec des institutions internationales ou des gouvernements nationaux ? Sur quels types de programmes ?

Nous sommes étroitement reliés à plusieurs organisations internationales en particulier nos institutions tutelles l'Unesco et l'IAEA. Avec l'IAEA nous avons organisé ensemble plusieurs cours sur le management des données nucléaires, la préservation du savoir nucléaire et le rôle des isotopes. Les chercheurs spécialisés dans le nucléaire disparaissent dans plusieurs parties du monde industrialisé et certains pays, un de ces jours, vont devoir emprunter à la France des gens et du savoir ! Que ce type de connaissances disparaisse inquiète beaucoup l'IAEA. Un synchrotron va être installé en Jordanie sous l'égide de l'Unesco. Nous formons des gens en utilisant le synchrotron ELETTRA de Trieste. Nous avons aussi créé un cours sur l'économie du carbone en collaboration avec l'Unesco et nous collaborons avec l'ICSU (International Council for Science) qui a un programme spécial pour le développement. Nous aurons en 2006 un nouveau cours organisé avec l'IASA (International Institute for Applied Systems Analysis) de Laxenburg en Autriche sur le thème des remontées d'eaux profondes (upwellings) le long des côtes.

Sur la question de notre travail avec les gouvernements et aux niveaux nationaux, nous avons récemment établi une collaboration entre les Sud-Africains et le reste des chercheurs africains sur les nanotechnologies. L'ICTP et l'Afrique du Sud partagent les coûts. Nous aidons le Pakistan à créer un centre national pour la physique théorique qui, nous l'espérons, deviendra une institution de premier plan. Je travaille avec le gouvernement du Sri Lanka et des chercheurs expatriés de ce pays pour améliorer l'in-

frastructure scientifique là-bas. Nous avons un accord particulier avec l'Iran sur les études concernant les tremblements de terre et avec les Roumains et les Biélorusses sur la physique théorique. Nous travaillons avec le gouvernement coréen pour démarrer un nouvel Institut. Nous avons maintenant des accords en coûts partagés avec le Brésil, la Chine et l'Inde pour des programmes de collaboration régionaux. Nous profitons de chaque occasion pour élever le niveau scientifique dans un pays, souvent en étant un catalyseur. Les problèmes auxquels nous devons faire face sont si immenses que nous ne pouvons nous permettre de perdre une occasion. Par exemple lors de ma récente visite en Égypte, nous avons discuté d'un nouveau centre pour les mathématiques à établir au Caire. Des efforts sont faits pour développer les mathématiques et l'optique dans les pays du Maghreb, un projet pour lequel nous serions ravi d'avoir une collaboration française.

Quelles sont vos attentes pour le futur ?

Je suis optimiste pour l'ICTP mais inquiet sur plusieurs fronts. L'un, naturellement, concerne le niveau des ressources pour le centre de façon à assurer la continuité de son efficacité. Mais ce qui m'inquiète le plus est la situation suivante : l'ICTP a soutenu beaucoup d'excellents chercheurs depuis le début aussi bien à Trieste que chez eux, certains d'entre eux ont remarquablement bien réussi malgré un environnement difficile, mais très peu ont réussi à construire des institutions autour d'eux de façon à démultiplier l'effet ICTP. Si nous formons 50 000, voire 100 000 personnes, en 40 ans c'est bien, mais ce n'est pas suffisant. Certains d'entre eux devraient avoir créé des institutions stables. Nous continuerons à identifier et à soutenir des chercheurs individuels parce que rien n'arrive dans la science sans capacités personnelles et que la science est d'abord une activité individuelle. Mais ces chercheurs doivent aussi s'engager dans la très importante tâche de construire des institutions. L'ICTP doit dans ce but fonctionner d'une façon légèrement différente. Beaucoup de gens ne savent pas comment constituer un groupe de recherche parce qu'ils n'ont pas d'expérience dans la manière d'articuler et de réaliser une vision ou même d'écrire un programme de recherche pour répondre à un appel d'offres ou trouver de l'argent. C'est le genre de choses qui doit s'améliorer pour aboutir à un impact à long terme.

Durant 40 ans le Centre s'est battu pour diminuer la négativité vis à vis de la science dans les pays en développement, maintenant nous devons faire en sorte que des choses positives apparaissent ■



par **Olivier Archambeau**²

La demande en matière d'enseignement sur le continent africain, particulièrement dans les pays les plus déshérités est immense. Moins peut-être dans l'enseignement supérieur, qui tend à devenir un véritable marché à l'échelle mondiale, notamment pour les élites de ces États, qu'au niveau des formations courtes de santé publique, de la formation des maîtres d'école, de l'apprentissage des savoirs techniques de base ou encore des formations professionnelles continues. Nul n'ignore aujourd'hui la véritable urgence à former une population jeune dans des pays qui manquent cruellement d'infirmiers, de sages femmes, de techniciens de laboratoires mais aussi d'instituteurs ou encore de praticiens de l'informatique.

Face à ce constat et sur proposition de Cheik Modibo Diarra, navigateur interplanétaire à la NASA, ambassadeur de bonne volonté de l'Unesco et ancien dirigeant de l'université virtuelle africaine, la Fondation Pathfinder basée au Mali et la Fondation pour l'innovation politique ont pris l'initiative du projet UNFM, en janvier 2005.

Il s'agissait de créer une toute nouvelle université qui mettrait à profit les meilleures technologies de l'information et de la communication pour donner au plus grand nombre, un accès plus direct à une éducation de qualité, à une éducation continue et à moindre coût, dans les pays francophones les plus défavorisés d'Afrique d'abord, puis d'Asie ensuite. Aider à relever le défi de la formation dans ces pays imposait de proposer de nouvelles formes d'organisation qui allaient naturellement créer de nouveaux liens nord-sud, puis très rapidement sud-sud.

Structures d'enseignement public souvent en retard, enseignement privé balbutiant se révélant cher et souvent peu fiable, nombre d'élèves et d'étudiants en forte croissance, ressources humaines absentes et besoins cruciaux de formations étaient les principaux

problèmes communs rencontrés dans les ministères de l'Éducation nationale et les universités sur l'ensemble des pays de l'Afrique sub-saharienne. L'UNFM dès sa création a donc été construite et pensée en complète collaboration avec les États africains concernés, tant dans les structures que dans les contenus. Restait à construire le projet autour du concept de l'enseignement à distance.

L'idée en elle-même n'est pas récente et sous une forme ou sous une autre (radio, télévision) l'enseignement à distance a une cinquantaine d'années d'expérience. L'Australie l'utilise dès 1940, le Bangladesh et l'Indonésie en 1957, le « système universitaire de radio et de télévision » apparaît en Chine en 1960 et l'Inde inaugure ses propres systèmes la même année. Aujourd'hui se sont plusieurs centaines de milliers d'étudiants dans le monde qui profitent des cours à distance, l'Inde ayant certainement le record d'inscrits avec plus de 34 universités qui proposent ce type d'enseignement.

Aujourd'hui, pour mettre en place un système cohérent d'enseignement à distance, il faut réaliser l'assemblage des meilleures technologies du moment et des meilleures compétences. Si les vecteurs qui permettent la transmission des données audio et visuelles sont aujourd'hui les réseaux internet sol, les réseaux hertziens et satellitaires, il reste encore à choisir le type de restitution finale des cours. Un problème qui se résume à une simple question : e-learning (travail de l'étudiant sur l'ordinateur) ou « présence » de l'enseignant sur un écran (télévision ou écran géant), ce qui permet de reconstituer une salle de cours en autant de lieux où il est possible de recevoir le signal enseignant émis en direct.

Le réseau internet sol africain n'est pas encore, loin s'en faut, suffisant pour accueillir en tous lieux le passage d'un flux capable de transmettre son et vidéo, nous avons donc logiquement choisi la transmission satellite. Pour ce qui est de la restitution des enseignements aux étudiants, c'est la reconstitution de la salle de classe qui a été retenue. L'étudiant suit son cours devant un écran géant (à Bamako ou Ouagadougou) comme si le professeur était réellement devant lui. Un choix évident dans la mesure où nos étudiants ne sont pas tous capables de se servir seul d'un ordinateur, même si un technicien en informatique est présent sur les sites et les machines sont disponibles.

¹ UNFM : université numérique francophone mondiale

² Chargé de mission à la Fondation pour l'innovation politique. Site de la Fondation : www.fondapoli.org

UNFM¹

Une expérience pour un enseignement de qualité dans un environnement de pénurie

L'architecture de l'ensemble du système qui comprend les technologies de transmissions et la mise en place des sites d'émission et de réception (voir figure 1) est le fruit d'une collaboration entre les deux Fondations et les partenaires très actifs qui nous ont rejoints dans ce projet: l'HEGP (hôpital Georges Pompidou), le CNES (Centre national d'études spatiales), Alcatel, les universités de Ouagadougou et de Bordeaux, l'École nationale des ingénieurs de Bamako et le Fonds mondial de solidarité numérique (FSN). La mise au point de ce « kit technique » destinée à équiper rapidement chaque nouveau site de notre université a été pensée dès l'origine pour être « répliquable » à volonté. Sur le terrain, chaque centre est dirigé par un administrateur qui est aidé d'un technicien. Des tuteurs travaillent également avec les étudiants pour un suivi pédagogique. Ils seront bien sûr différents en fonction des formations.

L'expérience a débuté effectivement en juin 2005 à l'université de Ouagadougou et à l'École nationale des ingénieurs de Bamako. Les premières « formations santé » dispensées, conformément aux demandes des pays concernés, ont été élaborées par l'équipe du Professeur Michel Lebras. Cette première équipe est composée de professeurs français, burkinabés et canadiens. Les formations comprennent trois modules de 120 heures: décision de soins et d'alerte, vaccino-logie pratique, VIH / Sida, prévention de la transmission de la mère à l'enfant, répartis en 90 heures de cours interactif et 30 heures de travaux dirigés. Les 50 étudiants de chaque site ont été sélectionnés selon des critères mis en place par les services des ministères locaux. La plupart d'entre eux travaillaient déjà sur le terrain et venaient avec le désir d'acquérir une formation théorique de base. 90 % d'entre eux ne savaient pas se servir d'un ordinateur. Les cours dispensés à partir de Paris à raison de trois heures par jour sont donc émis vers l'Afrique. Les cours s'arrêtent toutes les vingt minutes pour permettre

un dialogue en direct entre les étudiants et le professeur. Dans la salle de cours, les questions souvent communes entre les deux sites, sont rassemblées et envoyées par les tuteurs.

A la suite des enseignements, les tuteurs peuvent fournir aux étudiants les explications nécessaires et les aider dans la réalisation de leurs travaux pratiques. Hors des horaires de cours, les ordinateurs restent à la disposition des étudiants de l'UNFM. Ils peuvent se former et surtout, s'ils le désirent, visionner l'ensemble des enseignements qui sont systématiquement enregistrés sur DVD et réunis en vidéothèque. Fin janvier, les premiers contrôles des connaissances et des enseignements ont été effectués. La première promotion des étudiants de l'UNFM recevra bientôt une « capacité en décision de santé ».

L'UNFM associe au projet un nombre croissant d'universités francophones du Sud et du Nord. Dans les semaines qui viennent les sites de Niamey au Niger et Brazzaville au Congo seront à leur tour

équipés et avant la fin de l'année deux autres pays de l'Afrique de l'Ouest seront concernés.

Si les enseignements sur la santé restent prioritaires, la formation des maîtres, l'apprentissage de l'informatique et de la gestion compléteront très bientôt l'offre UNFM, créant ainsi une sorte de « hub » francophone pour l'éducation de base. La participation et les efforts des pays partenaires qui ont accueilli ce projet avec enthousiasme, le financement des différents programmes et l'accroissement du nombre d'étudiants va rapidement et sensiblement réduire le coût des formations par étudiant, l'objectif étant de descendre en deçà des 100 dollars en moins de trois ans.

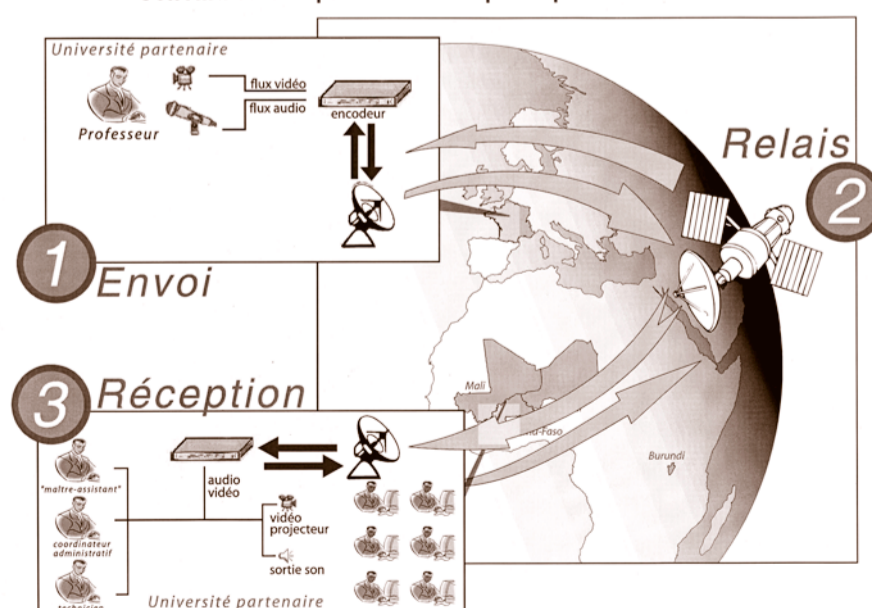
En adoptant les objectifs du millénaire pour le développement (ODM) lors du sommet de New York, en août 2000, qui visent entre autres choses d'ici 2015, à assurer l'éducation primaire pour tous, à promouvoir l'autonomisation des femmes, à réduire la mortalité infan-

tile de 2/3, à améliorer la santé maternelle (réduire la mortalité de 3/4), à combattre le VIH/SIDA, le paludisme et la tuberculose, ou encore à réduire l'extrême pauvreté et la faim, la communauté internationale a lancé un appel aux États et aux bonnes volontés du monde entier.

L'arrivée des technologies de communication performantes peut permettre un véritable saut qualitatif et quantitatif pour l'aide au développement des pays les plus pauvres. Bien utilisées, ces technologies permettront même aux jeunes générations d'opérer un véritable rattrapage du savoir commun mondial. La grande majorité des chefs de gouvernements africains ne s'y est pas trompée. Leurs présences massives au sommet mondial de la société de l'information (SMSI) à Tunis, en novembre dernier, a montré tout l'intérêt qu'ils portaient à ces nouvelles voies possibles pour le développement, à ces innovations qui deviennent politiques. De nouvelles pratiques liées à ces technologies prennent maintenant leur place dans les plans de développements nationaux.

En parallèle à cette évolution, l'apparition et la mise en place de nouveaux modes de contributions supranationales destinées à résoudre les problèmes globaux, taxe sur les billets d'avion, proposée par Jacques Chirac, ou « pourcentage numérique » voulu par le Fonds mondial de solidarité numérique (FSN), vont dans le bon sens. Ces nouveaux financements vont aider à financer de nouvelles formes d'innovations pragmatiques qui mêlent sphère étatique et société civile. C'est en prenant en compte ce nouvel environnement, avec la plus grande modestie mais aussi le fort désir de réussir, que l'université numérique francophone mondiale, sous la direction de Cheik Modibo Diarra et du professeur Jean-Didier Vincent, s'est fixée pour objectif de contribuer à la réduction des inégalités, par la mise à disposition, pour le plus grand nombre, d'une éducation de qualité ■

Schéma technique standard : principe de fonctionnement



Science & développement



par André Capron ¹

Le savoir est le facteur essentiel du développement durable. Il n'est aucun domaine de développement (santé, nutrition, agriculture, eau, énergie, environnement) qui ne soit fortement guidé par la Science. Bien qu'évidente pour beaucoup, cette affirmation est loin de guider l'inspiration et les actions des responsables politiques dans les pays en développement. Le terme nécessaire à l'évaluation d'une démarche durable n'est guère compatible avec les visions à court terme qui animent souvent les ambitions politiques.

Pourtant, dans un contexte où "l'afro pessimisme" reste malheureusement dominant, l'exemple fourni par l'Afrique du Sud et certains pays du Maghreb tels le Maroc et la Tunisie témoignent avec force combien la diffusion du savoir et le développement de la science peuvent rapidement peser sur l'émergence d'une nation. Issue d'une histoire dominée par les conflits raciaux et la misère des plus nombreux, la jeune république d'Afrique du Sud a vu en quelques années se transformer son avenir. Certes, tous les problèmes sont loin d'être résolus. La pauvreté et la maladie restent endémiques dans la périphérie des grandes villes. Mais d'ores et déjà, l'effort décidé d'investis-



sement dans la maîtrise des technologies modernes (biotechnologies, TIC) et dans la formation universitaire, a non seulement placé l'Afrique du Sud au premier rang du développement scientifique de l'Afrique subsaharienne, largement contribué à la remarquable croissance économique du pays mais conduit aussi à sa restructuration sociale. A cet égard, rappelons que, au-delà de l'émergence des élites scientifiques, celle des

cadres scientifiques et techniques de tous niveaux est, de nos jours, un facteur essentiel de progrès véritables. Le développement structurant d'une nouvelle classe de cadres techniques contribue largement au dynamisme social de l'Afrique du Sud.

Cette vision est confrontée par l'évolution récente de deux pays du Maghreb : le Maroc et la Tunisie où la priorité don-

née à la formation et son développement scientifique a puissamment contribué à l'émergence d'une nouvelle identité nationale.

La science et la diffusion des savoirs n'est pas seulement un outil essentiel du développement, elle en est à la fois le cœur par les progrès qu'elle génère et qu'elle irrigue, et l'âme par le partage social qu'elle implique. Il est indispensable qu'au-delà des constructions administratives internationales dont le nombre et la lourdeur submergent souvent les jeunes états africains, une stratégie clairement définie permettent à ces pays, d'associer à leurs objectifs de développement durable le développement de la science, au sens le plus large du terme. L'émergence, à terme, d'une identité scientifique africaine, comme il existe désormais une identité scientifique européenne et un espace européen de la recherche, est un objectif certes ambitieux mais réalisable.

Certaines initiatives récentes, telle la création du NEPAD, s'inscrivent dans cette ambition mais on ne peut que regretter, que pour le présent au moins, la place de la Science et de son émergence dans les pays africains reste modeste.

Il reste, dans ce contexte, essentiel que les Académies des sciences poursuivent sous l'égide de l'IAP et de la TWAS leur mission d'appui aux jeunes académies des pays en développement, aident à la création de nouvelles structures d'animation scientifique et favorisent par leurs actions, la diffusion et le partage des savoirs.

C'est en tout cas dans cet esprit que la Délégation aux relations internationales de l'Académie des sciences, a orienté sous l'autorité du Bureau l'ensemble de ses actions et de ses projets ■

¹ Membre de l'Académie des sciences, directeur honoraire de l'Institut Pasteur, délégué aux relations internationales de l'Académie

Le mécanisme de Chauvin



par Jean-Marie Basset¹

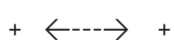
Un prix Nobel français en chimie, on n'avait pas vu un tel coup de tonnerre dans la communauté des chimistes mais aussi des scientifiques français depuis que Jean-Marie Lehn, l'universitaire strasbourgeois avait été le digne successeur des Henri Moissan, Marie Curie, Victor Grignard, Paul Sabatier, Frédéric Joliot, Irène Joliot Curie,

Et voilà que Yves Chauvin, un industriel de l'Institut français du pétrole, sorti d'une respectable école de chimie de province, l'École supérieure de chimie Industrielle de Lyon, vient à son tour relever le flambeau de la chimie. Mais Victor Grignard ne sortait-il pas lui aussi de cette même école très ouverte sur l'industrie ? Quelle lignée ! Mais pour quelle découverte ?

La métathèse des oléfines et son mécanisme. Mais quelle est donc cette réaction qui concerne une des fonctions chimiques les plus simples qui soit, que chacun garde en mémoire depuis sa classe de terminale :

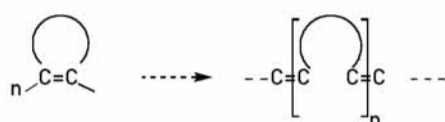


La métathèse est une réaction peu banale, spectaculaire, puisqu'elle consiste à couper, catalytiquement, et très sélectivement, cette double liaison C=C en son milieu et à redistribuer les deux fragments alkylidènes « >C= » obtenus avec ceux d'une autre oléfine à qui il arrive le même sort. Si l'on a affaire à une seule oléfine dite « acyclique », c'est-à-dire pour laquelle les deux extrémités ne se rejoignent pas, on obtiendra l'oléfine supérieure et l'oléfine inférieure.



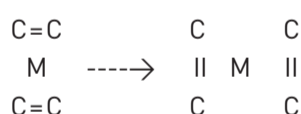
Si l'on a affaire à une oléfine « cyclique », pour laquelle les deux extrémités de la double liaison se rejoignent on va obtenir

un polymère par ouverture de cycle :

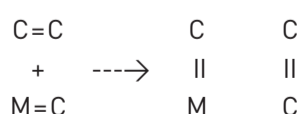


Beaucoup d'autres combinaisons deviennent alors possibles en mélangeant les oléfines cycliques et acycliques !

On voit combien cette coupure catalytique d'une double liaison en son milieu a pu fasciner les chimistes quand elle fut découverte tant elle pouvait avoir des applications dans des domaines aussi variés que la pétrochimie, les matériaux, la chimie de synthèse conduisant aux médicaments, la chimie du végétal qui conduit in fine à ce qu'il est convenu d'appeler maintenant « le développement durable » ? Mais sa découverte ne fut pas le fait d'un seul homme, ni d'une seule discipline, ce qui a probablement donné au comité Nobel du fil à retordre pour attribuer son prix : ce furent plusieurs chercheurs différents, en milieu industriel qui découvrirent cette réaction. Mais en ce qui concerne la découverte du mécanisme d'une telle réaction seul un esprit extrêmement curieux ne pouvait au moment de la découverte faire le lien entre toutes ces disciplines et cet homme fut Yves Chauvin. Alors que les universitaires donnaient au métal de transition le rôle magique de transfert électronique concerté de deux oléfines « coordonnées » à un métal de transition grâce à la magie des orbitales d,



Yves Chauvin étudiait simplement, pragmatiquement, et de façon raisonnée, parce que s'intéressant à plusieurs disciplines de la chimie, la métathèse « croisée » entre une oléfine cyclique et une oléfine acyclique et concluait simplement que ce « manège » ne rendait pas compte des produits obtenus. Il fallait inventer une nouvelle classe d'intermédiaires réactionnels les métallocarbènes qui serviront à la fois d'« amorces » en polymérisation et d'intermédiaires en métathèse.



Ces intermédiaires métallocarbéniques seront synthétisés par Dick Schrock quelques années plus tard et cette découverte sera elle aussi reconnue par le

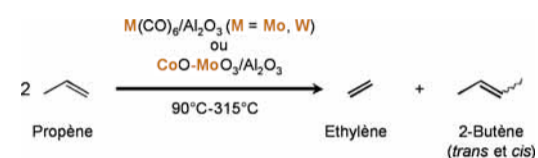
comité Nobel. Quant à la réaction même elle va prendre son envol synthétique dans les années 95 par la découverte d'un catalyseur stable à l'air et donc utilisable par les chimistes organiciens le catalyseur dit de Grubbs. L'outil deviendra si utile aux chimistes organiciens que la métathèse devait être couronnée par un prix Nobel. Le trio « Chauvin, Schrock, et Grubbs » s'imposait de fait. Mais tout le mérite de la découverte d'un mécanisme extrêmement original qui allait devenir le « mécanisme de Chauvin » revenait bien évidemment à ce chercheur passionné qui poursuit ses recherches dans le « laboratoire de chimie organométallique de surface » du CNRS et de CPE son ancienne école et qui l'accueille depuis 10 ans.

Mais essayons de situer Yves Chauvin, cet homme d'une immense modestie, dans son contexte et de voir comment il a été amené à faire cette découverte qui allait à l'encontre de tous les schémas de pensée des années 70.

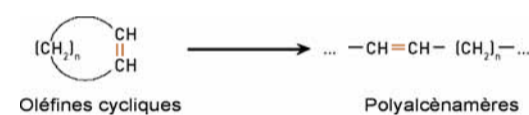
Yves Chauvin fraîchement diplômé de l'École supérieure de chimie industrielle de Lyon devenu depuis CPE-Lyon en 1954 rentre à l'IFP en 1960 comme chercheur en catalyse homogène. Karl Ziegler (devenu prix Nobel de chimie en 1963) avait découvert la polymérisation de l'éthylène en 1953 et Giulio Natta (lui aussi prix Nobel la même année) celle du propylène en 1954. Il vit alors la merveilleuse période de l'explosion de la catalyse de polymérisation des oléfines qui, à cette époque, était souvent le résultat de l'association d'un halogénure métallique, souvent des métaux des groupes 4 et 5, avec un alkyle aluminium, ce que certains gourmets ont appelé par la suite « Soup Chemistry » mais enfin ! C'est une « recette » qui fonctionne encore de nos jours dans la plupart des unités industrielles de polymérisation, d'oligomérisation, de dimérisation, voire d'hydrogénation des oléfines ou des composés aromatiques. Il réalise d'ailleurs dans ces domaines deux percées industrielles majeures l'une en dimérisation du propylène en essence (procédé Dimersol[®]) et l'autre de l'éthylène en butène-1 (procédé alpha-butol[®]), probablement les deux procédés industriels les plus importants en volume de la catalyse homogène pétrolière.

Toutefois, deux découvertes apparemment fort éloignées attirent son attention : - celle de Banks et Bayley à la Philips Petroleum qui observent en 1964 une

réaction nouvelle qu'ils appellent « disproportionation des oléfines » en adsorbant Mo(CO)₆ ou W(CO)₆ sur alumine : par cette réaction le propylène se dismute en éthylène et en butène-2 à des températures assez élevées.



- celle de Giulio Natta qui découvre en 1964 la polymérisation du cyclo-pentène par ouverture de cycle avec des mélanges WCl₆ et AlEt₃. Pour être tout à fait exact, Giulio Natta propose par erreur que l'ouverture de cycle ne se fasse pas sur la double liaison elle-même mais en alpha de la double liaison ce qui ne facilite pas à l'époque une vision claire du mécanisme !



Yves Chauvin a alors l'intuition que ces 2 réactions, contre l'avis général de l'époque, l'une utilisant une oléfine cyclique et l'autre une oléfine acyclique, l'une en catalyse homogène et l'autre en catalyse hétérogène, l'une en chimie « moléculaire », l'autre en chimie « macromoléculaire », obéissaient au même mécanisme d'activation de la double liaison : alors que les mondes de la catalyse homogène et hétérogène s'ignoraient, il jette des passerelles d'une créativité assez exceptionnelle à l'époque. Exceptionnelle, parce qu'on peut le dire aujourd'hui, le monde de la chimie macromoléculaire était assez éloigné de celui de la chimie moléculaire et celui de la catalyse hétérogène de la catalyse homogène.

Il vérifie d'abord expérimentalement le concept qu'il avait intuitivement formulé dans un compte-rendu de l'Académie des sciences de 1969 dans lequel il démontre que le tungstène métallique, les oxydes de tungstène, les complexes homogènes du tungstène, associés ou non à des acides de Lewis catalysent la métathèse de différentes oléfines.

Ayant démontré que l'élément W, qu'il soit utilisé en catalyse homogène ou hétérogène était l'élément crucial, il aborde le mécanisme de cette réaction par des études *a priori* fort simples, mais encore fallait-il les concevoir et les réaliser avec son élève Hérisson, de métathèse croisée entre le cyclo-pentène et le pentène-2.

¹ Membre de l'Académie des sciences, directeur de recherche au CNRS

Question d'actualité

Mais avant de décrire ces expériences au moment où elles ont été réalisées et conçues il faut revoir, à nouveau le contexte scientifique de l'époque : tout le monde était convaincu que les deux oléfines jouaient le même rôle dans un ballet concerté où le métal de transition favorisait un transfert électronique concerté tel que celui représenté ci-dessous : **figure 1** ▼

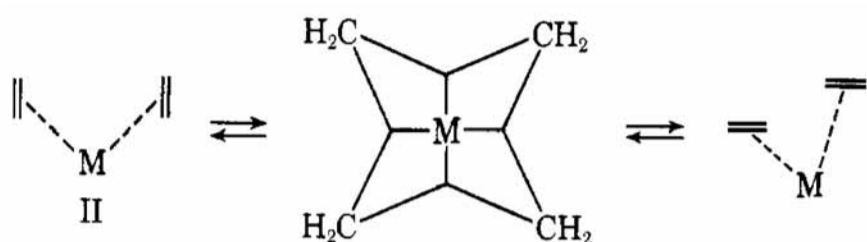
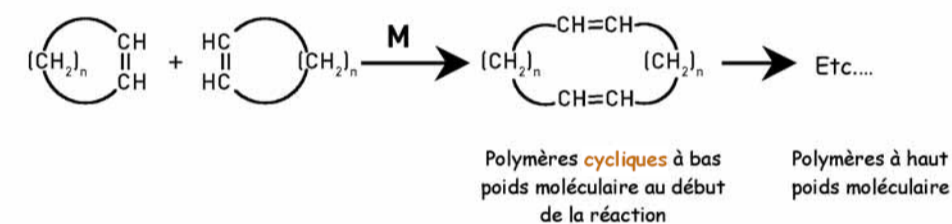


fig. 1

Mais ce type de mécanisme « symétrique » ou « pairwise » n'expliquait pas les fortes masses moléculaires observées au cours des premiers instants de la polymérisation du cyclopentène. En effet, si le mécanisme avait été de type « pairwise » alors on aurait dû avoir, au tout début de la réaction, des oligomères cycliques qui progressivement auraient donné des chaînes plus longues. Or, ce n'est pas le cas. **figure 2** ▼

Mécanisme "pairwise"



Mécanisme "carbénique"

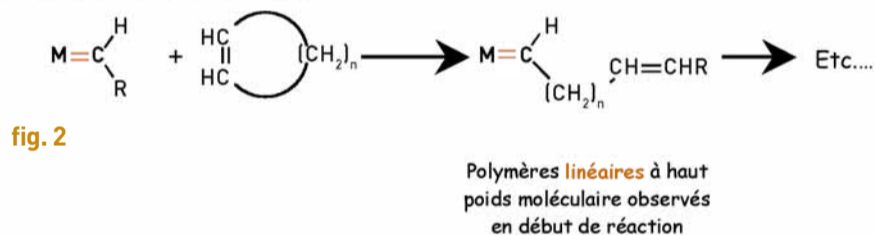


fig. 2

Seuls les polyméristes qui croient en 1970 à une identité de mécanisme entre polymérisation par ouverture de cycle, métathèse en catalyse homogène et disproportionation des oléfines en catalyse hétérogène et qui observent ce qui se passe au tout début de la polymérisation peuvent mettre en cause le fameux mécanisme « pairwise ». Yves Chauvin fait parti des deux mondes !

Les expériences conçues avec Hérisson consistent à réaliser la métathèse dite « croisée » entre une oléfine cyclique, le cyclopentène, et une oléfine acyclique, le pentène-2-cis, et à observer les produits obtenus dans des conditions cinétiques c'est-à-dire à conversion variable : **figure 3** ▼

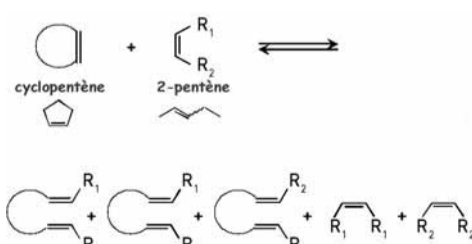


fig. 3

Les produits obtenus ne peuvent manifestement pas s'expliquer par un échange symétrique des 4 fragments alkylidènes autour du métal. Il imagine alors qu'il faut créer une double liaison entre le métal et l'un des deux fragments oléfiniques pour expliquer à la fois la distribution dissymétrique des produits et surtout les grandes masses moléculaires observées lors de l'étape initiale

de la métathèse du cyclopentène. C'est dans une publication rédigée en français, dans une revue de polymérisation européenne « Die Makromolekular Chemie » qu'il rédige ses observations et son mécanisme devenu depuis le « mécanisme de Chauvin » : **figure 4** ▲

Ce qui frappe dans ce mécanisme c'est sa modernité puisqu'on y retrouve déjà le mécanisme, ou les prémices de méca-

nismes, d'un nombre impressionnant de réactions dérivées de la métathèse et qui sont enseignées dans les ouvrages universitaires comme des classiques. **figure 5** ▼

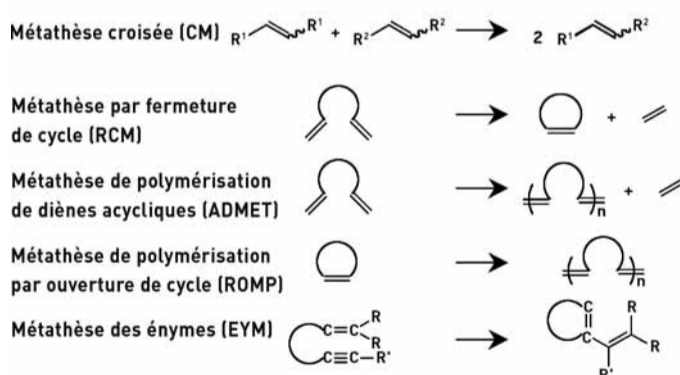


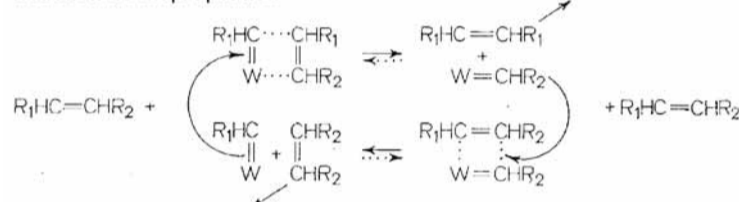
fig. 5

D'une simplicité remarquable, ce mécanisme reposait sur des complexes métal-carbéniques de type W=CH2 inconnus à l'époque. Certes, E.O Fisher lui aussi prix Nobel de chimie en 1973, avait isolé des complexes carbéniques du tungstène stabilisés par des hétéro-atomes mais ces carbènes nucléophiles se sont révélés quasiment inactifs en métathèse des oléfines.

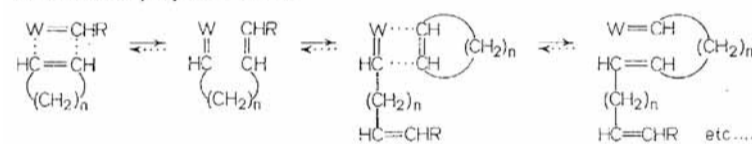
Le débat sur le mécanisme de la métathèse n'a pas été clos par cette publication dans makromolekular chemie de 1971. Il est longtemps resté ignoré car publié en français dans une revue de polyméristes. Grubbs, Katz et Mac Ginis ont repris des expériences identiques à celles de Chauvin mais avec la métathèse croisée cyclooctène, 2-hexène et ont conclu de façon identique en 1975 en faveur d'un mécanisme métallocarbénique en observant une distribution en

accord avec un mécanisme « non pairwise ». Ce fut Charles Casey qui rendit à Chauvin ce qui revenait à Chauvin dans un article publié en 1975 dans le prestigieux Journal of the American Chemical

Réaction de disproportion



Réaction de polymérisation



Réaction de télomérisation

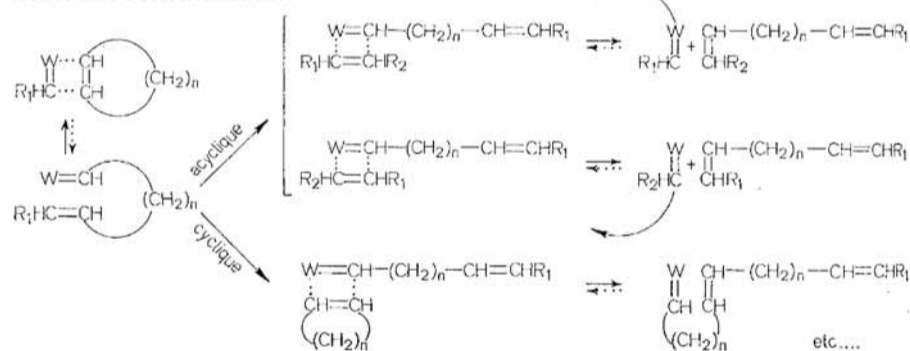


fig. 4 Hérisson et Chauvin *Die Makromolekular Chemie* 1971, 141, 161-176.

moléculaire, macromoléculaire, supra-moléculaire, dendrimère, il est obligé de s'en référer au « mécanisme de Chauvin » qui n'impose aucune restriction à l'imagination. Nombre de médicaments en cours de validation en phase II et même III, sont issus de synthèses organiques ayant au moins une étape de métathèse. Cela dit, on ne peut s'empêcher de s'émerveiller de toutes ces structures qui voient le jour à partir de ces métallocarbènes : **figure 6** ▼

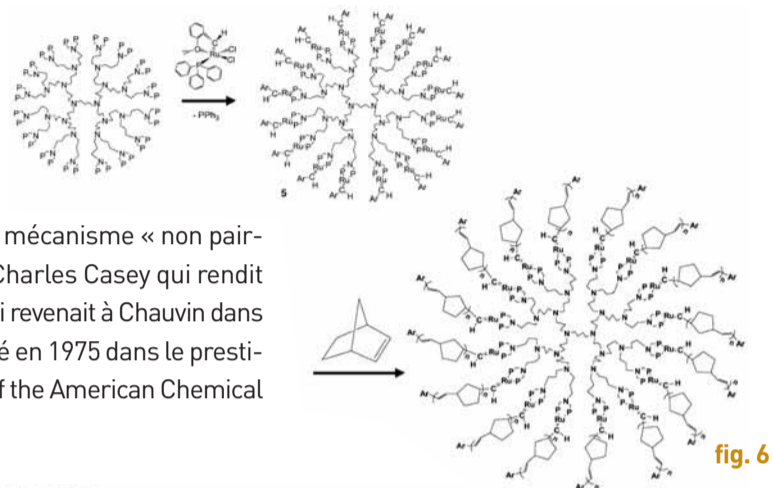


fig. 6

Dans un autre registre, la redistribution des coupes pétrolières fait de plus en plus appel à cette réaction de métathèse : des unités de production de propylène de un million de tonnes/an sont en cours de construction en Arabie Saoudite alors qu'au Texas les unités récentes développées par BASF et Total se contentent de capacité de 400 000 tonnes/an.

Et l'on peut imaginer le nombre impressionnant de molécules de propylène qui vont passer sur les métallocarbènes dans ces procédés industriels ; un million de tonnes de propylène seront produits chaque année sur seulement quelques kilogrammes de molybdène, le tout fonctionnant de façon répétitive, en obéissant aveuglément et sans erreur au « mécanisme de Chauvin » ■

Disparition de Pierre Potier

Notre confrère Pierre Potier nous a quittés brutalement le 3 février 2006. C'était l'un des chimistes français les plus remarquables de sa génération. Il était membre de notre compagnie depuis 1988, membre de l'Académie de pharmacie, de l'Académie des technologies et de l'Academia Europea. Grâce à sa formation de pharmacien, sa profonde connaissance de la médecine et de la chimie en particulier celle des produits naturels, il avait un regard particulièrement aigu et original sur de très vastes domaines de la Science.

La majeure partie de sa carrière s'est déroulée au sein de l'Institut de chimie des substances naturelles de Gif-sur-Yvette qu'il a dirigé de nombreuses années et dont il avait fait un magnifique outil de travail. Maintes fois honoré de prix français et internationaux, il a reçu en 1998 la médaille d'or du CNRS. Il avait été élevé au rang d'Officier de la Légion d'honneur par le Président de la République et était Commandeur dans l'Ordre national du Mérite.

Sa première réussite a été la découverte d'une réaction de préparation d'alkaloïdes indoliques complexes ouvrant ainsi la voie à la préparation à grande échelle de la vinblastine, une importante molécule naturelle anticancéreuse présente dans la pervenche de Madagascar. Cette réaction lui permit ensuite de découvrir par la suite un dérivé non-naturel qui conduisit à la Navelbine, maintenant largement utilisée dans le traitement du cancer du sein et de certains types de cancers du poumon.

Au milieu des années 80, il fut le premier à proposer une hémisynthèse d'un autre anticancéreux, le taxol. Il découvrit que l'on pouvait extraire des feuilles de l'If européen, *Taxus baccata*, une molécule apparentée, la désacétylbaccatine, et la transformer en peu d'étapes et en grandes quantités en taxol; des dizaines de laboratoires mon-

diaux se sont acharnés, sans succès, à trouver une meilleure solution. Tour de force supplémentaire, il mit en évidence parmi les composés intermédiaires de cette hémisynthèse, un composé non naturel (et donc plus facilement brevetable) plus actif que le taxol lui-même et présentant un spectre d'activité plus large: cette découverte conduisit au Taxotère, qui constitue actuellement le principal traitement de nombreux types de cancers. Avec un chiffre d'affaires mondial de plus de 1,5 milliard d'euros, ces deux découvertes

majeures font sans doute de Pierre Potier l'un des inventeurs les plus renommés du monde académique.

Les réalisations de Pierre Potier ne se restreignent pas à ces deux découvertes. Scientifique infatigable, il est auteur de près de 460 publications, de livres et de nombreux brevets. Dans « Le Magasin du Bon Dieu », il parle de sa vie, décrit son parcours scientifique et sa motivation principale: lutter contre les maladies et la souffrance de l'Homme en utilisant les ressources que la Nature

nous offre. Il s'y est consacré jusqu'aux derniers instants de sa vie. Son dernier message à une de ses collaboratrices était: « Elles sont belles nos molécules, n'est-ce pas Joanna? ».

Il a aussi construit un puissant réseau de relations entre la chimie française et celle de grands pays comme les USA, la Chine et le Japon. Il a également toujours aidé de nombreux pays moins développés à valoriser les ressources de leur biodiversité. Il y est très respecté et compte beaucoup d'amis dans le monde entier.

À l'Académie comme ailleurs, ceux qui ont rencontré Pierre Potier n'oublieront jamais l'homme: chaleureux, profondément humain et attentif aux difficultés de chacun, doté d'un grand sens de l'humour et de la formule ainsi que d'une énergie

exceptionnelle. C'était un « leader », truculent, pugnace et un redoutable homme d'affaires. Pionnier du développement des coopérations entre chercheurs académiques et industriels, c'est lui qui, en tant que Directeur général de la Recherche et de la Technologie au Ministère de la Recherche de 1994 à 1996 a défini les règles actuellement en vigueur pour le partage des bénéfices issus de brevets. Ce chercheur découvreur de molécules restera un modèle de la réussite dans le monde de la recherche ■



Séminaire inter- académique franco-brésilien

Le 10 Octobre dernier une journée franco-brésilienne s'est tenue à l'Académie des sciences pour marquer l'année du Brésil en France. Nos relations scientifiques avec le Brésil sont particulièrement intenses et de nombreux Membres de notre Compagnie se rendent régulièrement au Brésil et accueillent dans leurs laboratoires fréquemment des collègues brésiliens. La matinée du 10 octobre a été consacrée à quatre mini-colloques très animés, en parallèle deux à deux, consacrés:

- aux mathématiques (organiseurs Jacob Palis, vice-président de l'Académie des sciences du Brésil et Associé étranger de la nôtre, et Jean-Christophe Yoccoz),
- à la physique (organiseurs Moyes Nussenzweig et Guy Laval),
- à la chimie (organiseurs Fernando Gallenbeck et Michel Pouchard)
- et à la biologie (organiseurs Wilson Savino et André Capron).

L'après-midi, dans la grande salle des séances, a été consacrée à la signature d'un accord de coopération renforcée entre nos deux Académies, prévoyant en particulier la répétition annuelle de rencontres thématiques (avec le soutien des Affaires étrangères), après les discours du ministre brésilien Luis Fernandez, du président de l'Académie du Brésil Eduardo Krieger (qui copréside avec notre Confrère Yves Quéré l'InterAcademic Panel), du directeur général de la Coopération internationale et du Développement Philippe Etienne et du président de l'Académie des sciences Édouard Brézin. L'atmosphère de cette journée a été exceptionnellement animée et chaleureuse ■

Élections de Membres

L'Académie des sciences lors du comité secret du 29 novembre 2005 a procédé à l'élection de 25 nouveaux Membres

Discipline "Mathématique"

Gilles Lebeau
professeur à l'université
de Nice-Sophia-Antipolis



Jean-Pierre Ramis
professeur à l'université
Paul-Sabatier à Toulouse



Discipline "Physique"

Catherine Bréchnac
Présidente du Centre national
de la recherche scientifique



Daniel Estève
directeur de recherche au
Commissariat à l'énergie atomique



Denis Jérôme
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique



Discipline "Sciences mécaniques"

Roland Glowinski
professeur à l'université
de Houston



Jean-Baptiste Leblond
professeur à l'université
Pierre et Marie Curie



Discipline "Sciences de l'univers"

Hervé Le Treut
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique,
professeur à l'École polytechnique,
directeur du laboratoire de météoro-
logie dynamique



Daniel Rouan
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique



Paul Tapponnier
physicien à l'Institut de physique
du globe de Paris



Discipline "Chimie"

Pierre Braunstein
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique



Bruno Chaudret
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique



Yves Chauvin
directeur de recherche honoraire
à l'Institut français du pétrole



Marc Fontecave
professeur à l'université
Joseph Fournier à Grenoble



Discipline "Biologie cellulaire et moléculaire"

Jean-Marc Egly
directeur de recherche
INSERM à l'IGBMC



Marcel Mechali
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique



Discipline "Biologie intégrative"

Denis Duboule
professeur à l'université de Genève



Margaret Buckingham
professeur et directeur
du Département de biologie
du développement de l'Institut
Pasteur



Jean-Dominique Lebreton
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique



Discipline "Biologie humaine et sciences médi- cales"

Diego Sebastian Amigorena
directeur de recherche au Centre
national de la recherche scientifique



Stanislas Dehaene
professeur au Collège de France,
Chaire de psychologie cognitive
expérimentale



Michel Le Moal
professeur émérite à l'université
Victor Ségalen de Bordeaux



Charles Pilet
professeur émérite et directeur
honoraire de l'École nationale
vétérinaire d'Alfort,
président honoraire de l'Académie
nationale de médecine



Discipline "Inter-section des applications des sciences"

François Baccelli
(section de rattachement :
Sciences mécaniques
et informatique)
directeur de recherche à l'INRIA



René Blanchet
(section de rattachement :
Sciences de l'univers)
professeur des universités



la lettre n° 18 / hiver 2005
de l'Académie des sciences

Publication de l'Académie
des sciences

23, quai de Conti 75006 PARIS
Tel: 01 44 41 43 68
Fax: 01 44 41 43 84
http: www.academie-sciences.fr

Directeur de publication :
Nicole Le Douarin

Directoire :
Nicole Le Douarin
Jean Dercourt

Rédacteur en chef :
Jean-Didier Vincent

Secrétariat général de rédaction :
Marie-Christine Brissot

Conception graphique
Nicolas Guilbert

Photographies :
p.p. 1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 16, 20
photos N. Guilbert

pp. 2, 3, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20,
photos (DR)

La rédaction remercie l'ensemble
du personnel et les enfants de l'école
primaire de Tamarin, l'île Maurice,
ainsi que Tam.

Comité de rédaction :
Jean-François Bach,
Roger Balian, Édouard Brézin,
Pierre Buser, Paul Caro,
Brigitte d'Artemare,
Jules Hoffmann, Alain Pompidou,
Pierre Potier, Érich Spitz,
Jean-Christophe Yoccoz

Photogravure & impression :
Edipro Groupe
01 41 40 49 00

n° de C.P. : 0108 B 06337