

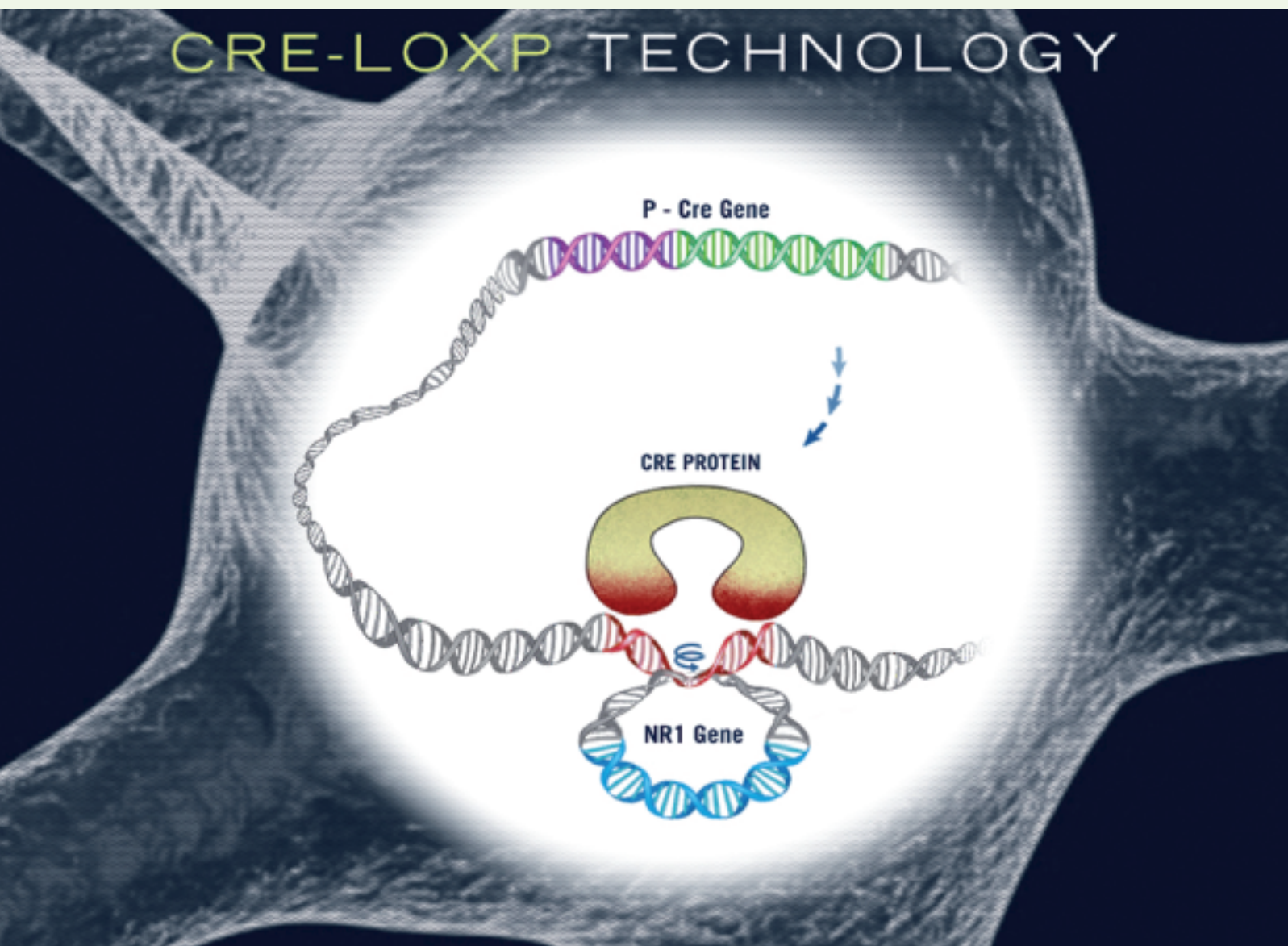
Bulletin d'Information de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

n°2

Décembre 2007

Périodique semestriel d'information et de communication de l'Académie ISSN :

CRE-LOXP TECHNOLOGY



Sommaire

• Editorial	7	• Activités de l'Académie	29
• Mécanismes cérébraux de la mémoire et rôle des circuits hippocampaux. Pr. Susumu Tonegawa, Prix Nobel	9	• Agenda	37
• Modélisation mathématique et finance	14	• Projets de recherche soutenus	38
• Problématique des eaux souterraines dans le monde Jean Margat	25	• Sciences et développement	46
		• Les Jeunes et la science	51
		• Echanges et coopération	52
		• Nouvelles des académiciens	53
		• Publications	54

Couverture : courtoisie du Pr. Susumu Tonegawa

Bulletin d'Information de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

n°2

Décembre 2007

Périodique semestriel d'information et de communication de l'Académie ISSN :

Publié par :

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

225, Avenue Belhassan El Ouazzani, Quartier Ambassador - Rabat.
Tél : 037 75 01 79 Fax : 037 75 81 71 E-mail : acascitech@menara.ma

Directeur de la publication : Omar FASSI-FEHRI
Rédacteur en Chef : Mohamed AIT-KADI

Dépôt légal : 2007 / 0067

Réalisation : AGRI-BYS S.A.R.L (A.U)

Impression: Imprimerie LAWNE
11,rue Dakar, Rabat 10 000



*Sa Majesté le Roi Mohammed VI
Protecteur de l'Académie Hassan II
des Sciences et Techniques*

Editorial

Accompagner la communauté scientifique nationale vers l'excellence et lui assurer une communication de haut niveau avec l'élite scientifique mondiale sont deux ambitions au cœur des missions de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

Ces ambitions sont d'abord reflétées dans la composition de l'Académie. Comme l'a voulu son Protecteur, ses membres nationaux sont en nombre égal à ceux de leurs pairs qui dans différentes parties du monde et dans les diverses disciplines sont reconnus pour leur mérite scientifique. Aujourd'hui, l'Académie compte 22 membres associés et correspondants étrangers rattachés à 23 institutions scientifiques de 14 pays dans les différentes régions du monde. Cette composition se distingue, aussi, par la mobilisation de la diaspora scientifique marocaine représentée par 9 membres exerçant dans des institutions universitaires et de recherche prestigieuses du Canada, des Etats-Unis, de la France et de la Belgique. Des échanges et des mises en réseau sont initiés avec des équipes locales en matière d'enseignement et de recherche et dont certains figurent parmi les projets soutenus par l'Académie.

La crédibilité de ces ambitions est, aussi, confortée par la visite effectuée par le Professeur Susumu Tonegawa, Prix Nobel de Physiologie et Médecine (1987), Directeur du Centre Picower de l'apprentissage et de la Mémoire et professeur au Massachusetts Institut of Technology (MIT, USA). L'Académie est fière de le compter parmi ses membres associés. La conférence qu'il a animée sur «les mécanismes cérébraux de la mémoire: rôle des circuits hippocampaux» a suscité un grand intérêt chez les chercheurs nationaux notamment ceux qui sont engagés dans des recherches en neurophysiologie. Certains parmi eux y ont trouvé des réponses immensément utiles à l'avancée de leurs travaux de recherche.

Le Maroc peut, selon le Pr. S. Tonegawa, prendre la place qui lui sied dans l'industrie de la connaissance devenue le moteur des économies des pays développés. Pour cela, il a besoin de s'intégrer dans des consortiums scientifiques régionaux et/ou internationaux autour de projets scientifiques prioritaires lui permettant de faire face aux investissements importants que requiert la recherche scientifique et technologique. Il a aussi besoin d'accroître son attractivité des firmes internationales en disposant d'un corps de scientifiques bien formés. Il est donc essentiel pour le pays de mettre en place des capacités scientifiques et technologiques durables pour prendre une part active à la recherche au niveau international. Cela passe nécessairement par l'investissement dans un système éducatif qui vise l'excellence et qui produit des élites scientifiques. Les jeunes ont besoin non seulement de maîtriser les outils scientifiques mais aussi de libérer leur créativité et d'acquérir le goût du risque indispensable à l'innovation.

Consciente de cette exigence, l'Académie a mis en tête de ses priorités la promotion de la science et de la technologie auprès des jeunes. Elle a ainsi institué des journées annuelles intitulées «Jeunes et Sciences». La deuxième édition de ces journées, organisée en novembre 2007, avec l'appui de la NASA, a été consacrée au thème «exploration spatiale - portée éducative». Le choix de ce thème s'inscrit dans le cadre de la commémoration du cinquantenaire de la conquête de l'espace par l'homme.

Mohamed AIT KADI

Conférence du Pr. Susumu Tonegawa

Prix Nobel de Physiologie et de Médecine (1987)

Sur invitation du Pr. Omar Fassi-fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, le Pr. Susumu Tonegawa, professeur de biologie et de neurosciences et Directeur du Centre Picower de recherche sur l'apprentissage et la mémoire au sein du Massachusetts Institute of Technology (USA), membre associé de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a effectué une visite au Maroc en septembre 2007. Durant son séjour, il s'est réuni avec ses collègues de l'Académie, notamment les membres du Collège des Sciences et Techniques du Vivant, et avec de nombreux spécialistes marocains en neurosciences. Par ailleurs, il été reçu au Cabinet Royal par Monsieur Abdelaziz Méziane Belfkih, Conseiller de Sa Majesté Le Roi Mohamed VI.

Le Pr. Tonegawa a donné au siège de l'Université Mohamed V-Souissi à Rabat une conférence intitulée:

Mécanismes cérébraux de la mémoire et rôle des circuits hippocampaux



Mot d'ouverture par le Pr. Taib Chkili

Président de l'Université Mohamed V-Souissi, Rabat
Membre résident de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

Chers hôtes,
Monsieur le Professeur Tonegawa,
Monsieur le Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques,
Mes chers collègues,
Mesdames et Messieurs,
Je voudrais vous remercier d'avoir répondu à l'invitation de l'Académie et de la Présidence de l'Université Mohamed V-Souissi et d'avoir honoré de votre présence cette conférence, que nous aurons le plaisir de suivre, donnée par le Pr. Tonegawa. Auparavant, je vais donner la parole à Monsieur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

Allocution du Pr. Omar Fassi-Fehri Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

Merci Monsieur le Président,
Monsieur le Professeur Tonegawa,
Monsieur le Président de l'Université,
Mesdames et Messieurs,
Chers collègues,

Je voudrais tout d'abord dire tout le plaisir et la joie que nous avons de recevoir, aujourd'hui, le Pr. Susumu Tonegawa, Prix Nobel de Physiologie et Médecine. Je voudrais également dire combien nous sommes heureux de souhaiter la bienvenue dans notre pays à sa

femme et à lui-même et nous leur souhaitons un agréable séjour parmi nous. Tout à l'heure, le Pr. Albert Sasson, Directeur du Collège des Sciences et Techniques du Vivant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, donnera des détails concernant le parcours et la carrière scientifiques du Pr. Tonegawa.

Pour ma part, je voudrais dire également combien nous sommes reconnaissants au Pr. Tonegawa d'avoir répondu à notre invitation, et surtout nous voudrions le remercier pour l'appui scientifique qu'il apporte à l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques; et à cette occasion, je voudrais lui renouveler mes félicitations pour sa nomination par Sa Majesté Mohamed VI -que Dieu Le garde- comme membre associé de notre Académie.

Avant de terminer, je voudrais rappeler l'importance accordée par le Dahir créant l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques à la présence de collègues étrangers au sein de notre Compagnie. Aussi bien Feu Sa Majesté Hassan II que son illustre héritier Sa Majesté Mohamed VI ont tenu à ce que le texte stipule qu'il y ait autant de membres étrangers que de membres résidents marocains au sein de notre Académie.

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques essaie autant que possible, et toujours en s'inspirant des recommandations et des conseils donnés par Sa Majesté Mohamed VI, dans son discours qu'il a fait devant l'Académie au moment de son installation le 18 mai 2006, sur deux aspects: l'excellence et l'ouverture, d'ailleurs deux caractéristiques essentielles de toute activité de recherche scientifique. Nous pensons que ces deux conditions sont largement remplies par la présence parmi nous du Pr. Tonegawa.

Au nom de vous tous, je voudrais le remercier. Merci.

Présentation du Pr. Susumu Tonegawa par le Pr. Albert Sasson

Monsieur le Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques,
Monsieur le Président de l'Université Mohamed V-Souissi et chers amis,
Mes chers collègues et compagnons de l'Académie,
Mesdames et Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter, brièvement bien sûr, le Pr. Susumu Tonegawa, professeur de biologie et de neurosciences et en même temps Directeur du Centre Picower de recherche sur l'apprentissage et la mémoire, et cela depuis janvier 2002. Monsieur Picower est un personnage important, un grand financier de la recherche biotechnologique, qui réinvestit une partie de ses biens dans la recherche sur le cerveau sous forme d'une fondation au sein du Massachusetts Institute of Technology (MIT), l'un des grands centres mondiaux de la recherche et de l'ingénierie.

Le Pr. Tonegawa est, depuis 1981, membre du centre de recherche sur le cancer et du Département de biologie du MIT et également chercheur au Howard Hughes Institute depuis 1988.

Le Pr. Tonegawa est né à Nagoya au Japon. Il a fait ses études secondaires dans un des meilleurs lycées de Tokyo et ses études supérieures à l'Université de Kyoto. Il est allé ensuite aux USA à l'Université de San Diego en Californie, et à cette époque là, faire de la biologie avancée n'était pas facile, et lui voulait faire de la biologie moléculaire. Là bas, il a travaillé dans un institut célèbre pour tous les médecins du monde (l'Institut Solk) avec le professeur Renato Dulbecco, un grand virologue qui l'a introduit aux techniques de biologie moléculaire. De ce laboratoire sont sortis, en plus du Pr. Tonegawa, cinq lauréats de Prix Nobel. En 1971, après l'obtention d'un doctorat en biologie, il est allé à Bâle, en Suisse, à l'Institut d'immunologie où il est resté dix ans (1971-1981). Là, il a entrepris ses travaux remarquables, qui allaient lui valoir quelques années plus tard le Prix Nobel, à savoir la structure des anticorps, des immunoglobulines. En récompense à ses travaux là, plus ceux qu'il a poursuivis de nouveau aux USA, au MIT où il s'installe quasi définitivement, et la même année, ce qui est tout à fait rare, il obtient le Prix Albert et Marie Lasker de New York et le Prix Nobel.

Ensuite s'ouvre une nouvelle carrière pour lui. Grand biologiste moléculaire et Prix Nobel, il a changé et le voilà qui passe aux neurosciences et dirige maintenant le Centre Picower de recherche sur l'apprentissage et la mémoire qui complète les travaux de deux autres instituts: McGovern Institute au MIT et Paul Allen Institute à Seattle dans l'Etat de Washington. Il s'intéresse à comment le circuit nerveux fonctionne et comment il est relié aux gènes qui font activer ces zones du cerveau et ces sites. Je conclus en citant un chercheur français du 19^{ème} siècle, Paul Broca, qui a été le premier à faire la liaison entre une fonction cérébrale et une lésion. Aujourd'hui les investigations ont atteint le niveau nano, c'est de voir ce qu'un gène ou son déficit déclenche comme activité cérébrale.



Vue de l'audience qui a suivi la conférence du Pr. S. Tonegawa

Conférence du Pr. Tonegawa : Brain mechanisms for memory and the role of hippocampus circuits

First of all, I want to thank His Majesty King Mohamed VI for appointing me as a member of the Hassan II Academy of Sciences and Technology. I also want to thank the Perpetual Secretary of the Academy for bringing my wife and me here to visit this very interesting part of the world, and also giving me the opportunity not only to discuss the tasks of the Academy but also to tell you something about what my laboratory has been doing during the past several years. So, I assume the expertise of this audience is quite diverse and it is possible that some parts of my presentation may be difficult for some of you to follow but for other people, who are specialists, they may find some parts too basic. Therefore, I have to ask for your understanding because it is very difficult to please everybody.

I assume everybody knows about hippocampus but before talking about hippocampus I will recapitulate what memory is. Memory is very close to us. For many people, who are not studying memory, memory could be something like mystic experience you had when you were a child. As an example a grandfather taught a boy for the first time how to ride a bicycle, and memory could be something close to day to day life such as misplacing a bunch of keys and desperately try to find it. In fact, memory is much more than any of these things. Memory is a mental grew that will connect you to the rest of the world including the rest of the people. Memory is also a grew for you to connect your past life, your current life and also the life into the future, because on the basis of memory you already have, you can predict, to some extent, what could happen in the future. It is an adhesive material that allows you to connect your past, your present and your future. Memory is even more than that, some patients with neurodegenerative disease do loose their self identity; they don't know what they are because they lost all their memories and their past experiences. Sometimes, some of these patients will ask: could you please remind me who I am. It is difficult to imagine how their mental state would be under those circumstances. So memory is very central to intelligent animals including human beings and it is also, often, essential to animals for survival.

Memory comes into different forms and can be classified into two major forms (Squire & Zola-Morgan, 1991. Science 253:1280-1386):

- Non declarative or implicit memory mostly concerned with non associative learning;
- Declarative or explicit memory is a memory of facts (semantic) and events (episodic). It is related to declaration of content and related to language in case of human beings. Some research studies showed that animals also have their human declarative memory equivalent.

There are several kinds of memory that you usually don't think of (skills and habits, classical conditions, Pavlov's talk and playing sports). If you didn't declare how you are moving your joints and muscles to react to a ball that means you are not a good player. Everybody has habits, some people are very conservative and some are very liberal, others are very cautious in their behaviour, but much is due to experience or education.

I want to talk a little bit about declarative memory (facts and events) particularly memory of events (memory of experience) that is sometimes called episodic memory or memory of episodes. The medial temporal lobe of the brain including hippocampus is crucial for memory.

There are several questions you can ask about learning and memory:

- What is the cellular basis of memory (**memory traces**)?
- Where in the brain is memory stored (**memory location**)?
- How are memory traces formed (**memory acquisition**)?
- How is memory transformed from a fragile, short-term one to a solid, long-term one (**memory consolidation**)?
- How is memory retrieved (**memory recall**)?
- How do various factors such as reward, attention, emotion, aging, disease conditions, etc., affect learning and memory (**memory modulation**)?

We don't have answers to all these questions but the big thing is that, ten years ago, this area of research had advanced greatly partly due to the fact that appropriate investigative technology became available (molecular biology, Magnetic Resonance Imaging, genetic technology, recording technology, etc.). Unlike other higher level community function, the fundamentals of memory exist in animals so we can use animal models to study memory and use the information obtained. That's how I started working on this subject about 12 years ago.

Donald Hebb, a pioneering psychologist, unfortunately has deceased, had almost prophetic idea about how information is stored in the brain. The Hebb's idea, published in 1940, is best known as Neuronal Ensemble Representation Hypothesis of Memory where synapses play a major role. Hence, memory is



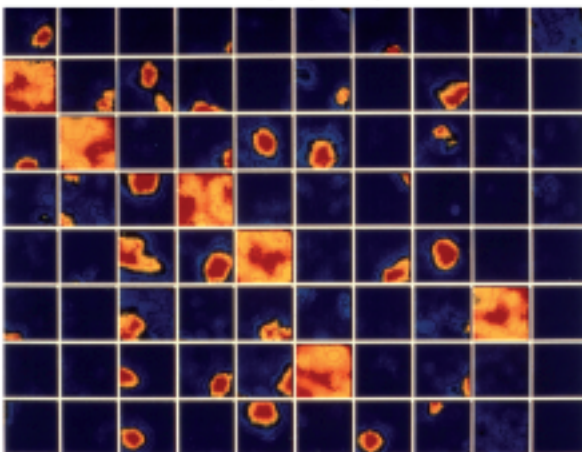
Donald Hebb

stored in a population of neurons which are connected. Scientists have tested partly this idea, and that is how Bliss and Lomo discovered the theory of Long Term Potentiation (LTP). They kind of mimic, using electric stimulations in vivo, the strong signals coming outside of the animal which potentially generate memory and then look at the

response of the downstream cells to that stimulation to see whether the synapse strength is altered or not. Some studies, monitoring activities of a neuronal ensemble as animals acquire or recall spatial memory, have shown that LTP in vivo can last more than a year.

Synaptic changes is really important for long term memory as this has been shown in rats by monitoring activities of a neuronal ensemble as animals acquire or recall spatial memory via the stimulation of different neurons by visual clues or space features. M. Wilson at the University of Arizona used a model of Place Cells (80 boxes)

PLACE CELLS

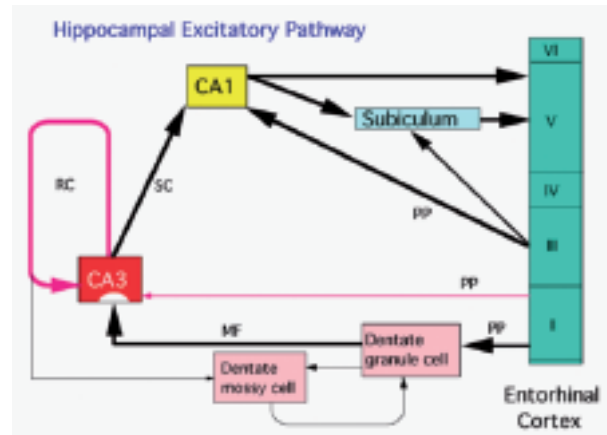


O'Keefe & Dostrovsky, 1971; Wilson and McNaughton, 1994

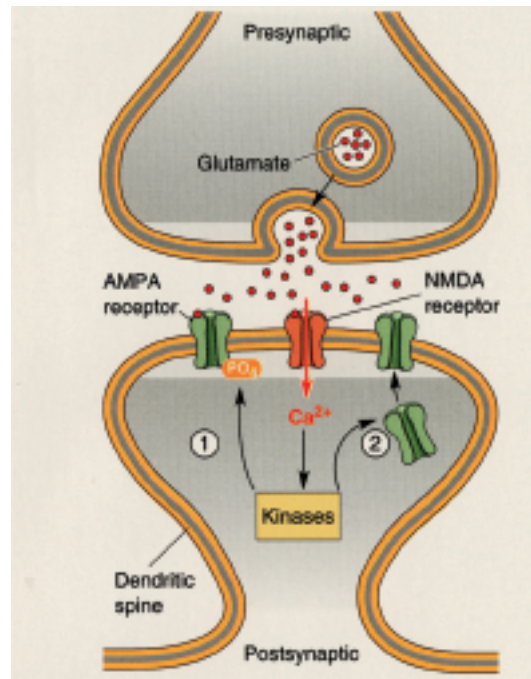
corresponding to neurons of the hippocampus that will fire according to the location of the rat within the experimental space. The neurons firing pattern is unique to the particular space after a 15 min recording session. If you bring the animal back to the same space later on, then the firing pattern reappears. This pattern corresponds to memory of that particular space. The hippocampus forms a map of the space at the cellular population level (memory trace).

Long term synaptic changes in the transmission efficacy are really important in general not only for specific memory. I had to look if you destroy one phenomenon, the other phenomena disappear or not? That is close relationship between behavioural level and electrical activity at the synapse level and mouse genetic engineering revealed to be helpful in this way. Mouse has 25.000 genes just like we have. Some of these genes are essential for LTP to be formed (LTP induction). The support region: which gene is important for LTP? If you damage that gene or get rid of it from a specific part of the brain, in this case the hippocampus, will those animals survive? If they survive, do they have a particular deficit in their behaviour in terms of acquiring spatial memory? This is better demonstrated by CRE-LOXP system also known as CRE-LOXP technology.

The hippocampal excitatory pathway involves the entorhinal cortex, the subiculum and CA1 and CA3



areas. Experimentally the NMDA receptor gene, which is a neurotransmitter (glutamate) receptor, has been deleted. The glutamate is released through the synaptic cleft and chased by glutamate receptors. If it binds to an NMDA receptor, it will open the channel and the Ca^{2+} will go in and activate a series of bio-enzymes (kinases) and as a result there are biophysical and biochemical changes at the synaptic level. If you removed any NMDA receptor gene from the 25.000 genes specifically from the particular small area of the hippocampus (CA1 area), you could expect the animal will have behaviour problem. This can be checked by electro-stimulation of a control and genetically manipulated animals. Analysis of targeted gene knockout mice can potentially allow the identification of causal relationships among events occurring at different levels of complexity.



From Bear, M., Connors, B.W., and Paradiso, M.A. Neuroscience (2001): Exploring the Brain. Lippincott Williams and Wilkins: Baltimore.

- 1- The Cre-lox P system permits targeting of gene knockout to a very limited brain area or cell types.
- 2- NMDA receptor function at CA1 synapses is essential for: **a.** the induction of LTP, **b.** the formation of the cognitive map (place cells), and **c.** spatial learning.
- 3- NMDA receptor function of CA1 synapses is also needed for the formation of temporal memory.
- 4- Items 2 and 3 suggest that, as in primates, the hippocampus is needed in rodents for episodic memory that extends into both spatial and temporal domains.

Episodic Memory:

- Fast, one trial or one experience acquisition
- Temporal and spatial associations of a diverse set of information
- Pattern completion - Retrieval of an entire memory with partial information as recall cues
- Pattern separation - Encoding of similar episodes into separate memories
- Novelty detection

Pattern completion based recall is ageing affected because here also hippocampus is involved and hippocampus circuits are impaired with age.

Conclusions:

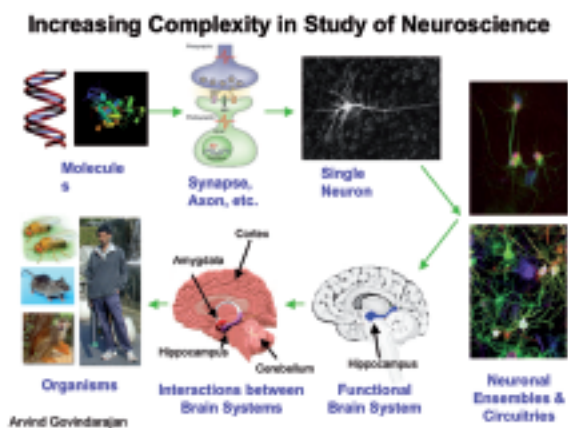
- NMDA receptors in the CA1 region of the hippocampus are essential for spatial learning and formation of spatial representations in the hippocampus.
- NMDA receptors in the CA3 region of the hippocampus are not required for slow and incremental spatial learning but play an important role in fast, one-trial spatial learning.
- NMDA receptors in the CA3 region play an important role in pattern completion-based memory recall. Cell type-restricted gene knockout and multifaceted analyses of the mutant mice are beginning to uncover molecular and circuit mechanisms underlying cognition.

There is evidence that NMDA receptors density is low in all animals. Therefore, we can think of exploring some compounds which may affect activity or abundance of NMDA receptors and try to see if that will help for ageing dependant decline of some specific aspects of memory.

We have many other works going on in our laboratory. These studies deal with diseases of genetic components and for which we have genetically modified animals. We don't do drug development research in our laboratory at MIT. But once something is found, it can be moved to a biological company. Rather than making random or accidental drug discovery, we undertake scientifically based drug development. On top of this, basic science is important not just to cure diseases, real purpose of basic science is to understand the world where we live including organisms: how organisms are made, how human beings are made.

Most people think we knew what we have, but actually we knew anything about what we are.

That is why basic science is important.



Témoignage

La conférence du Pr Tonegawa a traité les aspects moléculaires de la mémoire en s'appuyant sur des protocoles expérimentaux très pointus des mécanismes de la mémoire avec les perspectives et les applications chez l'Homme. Elle s'est intéressée également à la schizophrénie qui est une pathologie affectant les fonctions mnésiques.

Cette conférence de très haut niveau est sans nul doute d'une très grande valeur scientifique pour mes confrères cliniciens et biologistes. Cette opportunité nous incite à envisager de créer un groupe de spécialistes en neurophysiologie et en neurobiologie moléculaire adossé au Groupe International de Recherche en Neurosciences. Je formule le vœu qu'à travers l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques ce groupe de recherche puisse tisser des relations d'échanges et de collaboration avec le Centre Picower dirigé par le Pr Tonegawa.

Professeur Ali Ben Omar
Hopital des Spécialités, CHU, Rabat

Modélisation mathématique et finance

**Présentation de
Mme El Karoui-Schwartz
par M. Rachid Benmokhtar Benabdallah
(Directeur de Séances)**

Madame Nicole El Karoui Schwartz est professeur des universités à l'Université Paris-VI et détachée à l'Ecole Polytechnique. Elle a obtenu son doctorat d'Etat es-Sciences Mathématiques en 1971. Auparavant, elle fût lauréate de l'Ecole Normale Supérieure en 1964. Elle a été successivement professeur de mathématiques à l'Université du Maine, à l'Ecole Normale Supérieure de Fontenay, à l'Université Paris-VI et puis à l'Ecole Polytechnique. Ses recherches, qui se sont déroulées pour une grande part au Laboratoire de Probabilités de l'Université Paris-VI, ont porté d'abord sur les processus stochastiques puis sur les outils théoriques du contrôle stochastique. En 1989, et à la suite d'un semestre qui était passé à la banque, elle s'intéresse aux mathématiques financières tant du point de vue pratique que théorique et depuis c'est devenu son domaine de recherche principal. Elle a toujours gardé un lien avec le milieu professionnel, depuis ce temps là, comme consultante dans les grandes banques françaises. Elle a créée à l'Université Paris-VI, en collaboration avec l'Ecole Polytechnique, le parcours Finances du Master Probabilités et Applications. Elle a aussi contribué à créer un autre Master à Shanghai qui ouvrira ses portes l'année prochaine.



Ses thèmes de recherche sont: l'optimisation stochastique, la finance mathématique avec les modèles de taux d'intérêts, la surcouverture, les changements de numéraires et les mesures de risques, les équations stochastiques rétrogrades et les applications à la finance et à l'optimisation. Elle a de nombreuses publications dans les meilleures revues de probabilités et de mathématiques financières.

Elle a été plus active dans le développement très récent lié au financement privé de la recherche en finances, notamment la création de la Fondation du Risque dans la Chaire Risques Financiers, dont elle est responsable, en liaison avec la Société Générale. Par ailleurs, elle est membre du Conseil de l'Agence d'Evaluation de la recherche et de l'Enseignement Supérieur.



Je voulais dire combien j'étais impressionnée par le parterre qui est ici et je voudrais saluer le Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, les nombreux académiciens et toutes les personnalités qui sont là ainsi que mes collègues et les étudiants ici présents. El Karoui est un nom tunisien, mon mari est tunisien, et je dois dire que je connais la Tunisie mieux que le Maroc; mais je me sens toujours chez moi de ce côté-là de la méditerranée et je suis particulièrement contente d'être ici sous cette coupole qui est absolument magnifique.

Je vais éviter de vous parler des équations stochastiques rétrogrades, de contrôle stochastique et autres belles choses qui m'occupent assez souvent et je vais essayer de vous parler un petit peu donc de mon expérience, même si je la rendrais un peu plus abstraite, dans le monde de la finance et d'un certain nombre d'éléments de réflexion que j'ai pu avoir dans ce domaine.

Le titre de la conférence qui est «Promenade aléatoire dans les marchés financiers» est un peu trop vaste et on va s'intéresser aux marchés financiers du risque. D'une certaine manière, une grande partie de ce que je vais évoquer aura des rapports avec la gestion des risques financiers. Je voulais souligner le fait que je suis professeur de mathématiques appliquées et, du point de vue culture, plutôt spécialiste des probabilités. Tout ça pour dire, en fait, que je ne suis pas une experte de la finance; j'ai abordé la finance par un bout extrêmement technique, puis il se trouve qu'il y a un secteur très limité de la finance qui fait beaucoup de mathématiques appliquées. Je ne suis pas une spécialiste tous azimuts des marchés financiers. La finance est un monde extrêmement vaste et on ne va pas couvrir tous les aspects de la finance; on va en choisir un et on va expliquer un certain nombre de choses autour de ça.

La question qui nous préoccupe, au moins dans l'expérience que j'ai pu avoir depuis une vingtaine d'années, est en fait l'évolution de la perception des risques financiers, de leur gestion depuis une trentaine d'années. Cette évolution est liée à la transformation du contexte international qui a démarré dans les années 70'. D'une certaine manière, on peut dire que l'on vit dans un monde

qui est plus libéral globalement que juste après la guerre et face à ce système plus libéral, et donc plus compétitif où les choses bougent plus, les gens ont rencontré des difficultés face aux fluctuations et il y a eu une réponse des marchés financiers en proposant notamment de nouveaux produits financiers et une nouvelle manière d'aborder les choses et c'est un peu ce dont je veux parler aujourd'hui.

Pourquoi ces choses nous ont interpellés, et pourquoi ça fait sens d'en parler à l'intérieur de ces locaux prestigieux d'une académie des sciences? Parce que c'est un endroit où dans un domaine très spécifique il y a eu une rencontre entre des problèmes pratiques financiers et des outils théoriques extrêmement sophistiqués, et mon impression est que si ces outils n'avaient pas existé un certain nombre de transformations qui ont eu lieu depuis 1973 n'auraient pas pu avoir lieu. Et donc c'est souvent cet aspect là qui m'intéresse beaucoup spécialement. Ces quelques remarques constituent à peu près le plan de mon exposé.

Pour préciser les choses dont je vais parler, il faut rappeler l'évolution des marchés financiers à partir des années 70' parce qu'il y a un certain nombre de dates qui seront particulièrement importantes dans ce cas là. Dans les années 70', il y a eu l'abandon de la parité du dollar avec l'or.

Typologie des risques

- 5 Le risque de marché, évolution défavorable des taux, change, cours des matières premières,...
- 5 Risque de crédit:
 - 5 Risque de défaillance
 - 5 Risque de dégradation de la valeur de la créance
- 5 Risque de liquidité, surtout en cas de crise
- 5 Risque opérationnel (comme dans toute industrie)
 - 5 Risque de désastre, risque de fraude,
 - 5 Risque technologique
 - 5 Risque juridique

C'est la période aux Etats-Unis (52'-60') où on s'intéresse beaucoup à la gestion de fonds, les portefeuilles sont très connus de tout le monde, les gens placent pas mal leur argent et donc ça motivera les travaux de Black & Scholes et Merton en 1973 dans le monde des options. En fait, Black & Scholes ont écrit un papier ensemble, Merton a écrit un autre, mais les deux papiers arrivaient à des conclusions assez similaires. Dans le monde des options, ils vont introduire l'idée de portefeuille d'autant plus que le système devenait de plus en plus libéral. Cette idée là, qui a reçu un accueil académique mitigé puisque leur papier a été refusé trois fois dans des revues, va recevoir un accueil très important de la part de l'industrie.

En 1973, il y a eu la création du marché de Chicago et là les gens perdaient plein d'argent parce qu'ils ne savaient pas gérer les risques. Black & Scholes



proposent une manière de réduire les risques quand on vend ses options, le vendeur d'options supporte le risque, c'est la philosophie du portefeuille de couverture géré dynamiquement. C'est une sorte de poursuite du marché. Le prix de l'option est la valeur à investir dans le portefeuille, donc il faut trouver la stratégie de portefeuille. Il faut voir qu'il y a une différence entre un prix et une stratégie de couverture; si vous voulez vendre une option, vous donnez un prix et s'il y a preneur la transaction se fera à ce prix là en fonction de l'offre et la demande. Combien il faut acheter de dollars pour couvrir une option d'achat ? Cela n'est écrit nulle part, et ce que vont proposer Black & Scholes c'est une formule qui permet de calculer combien on achète de dollars. Ce qui est intéressant dans ce genre de transformation c'est que là on est en train de passer d'une activité de petite industrie, c'est ce qui se passait sur les options dans le marché de gré à gré, à la création du marché de Chicago qui transforme les choses, il y a beaucoup plus de liquidités, les prix sont beaucoup plus serrés et on n'arrive pas à élaborer en interne des stratégies pour résoudre le problème. Ce sont des idées complètement nouvelles qui vont permettre de répondre à la question et qui vont en fait assurer la création de ce marché des risques.

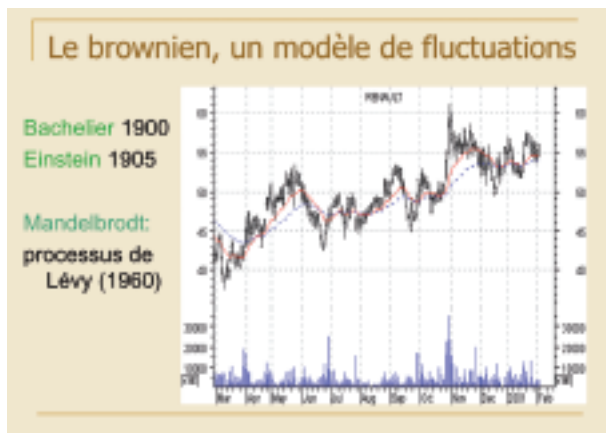
La visualisation du mouvement brownien illustre combien toute l'activité de la finance est complètement indissociable de l'évolution de l'informatique. La première question qui pouvait y avoir c'est qu'il faut faire un calcul et pour cela il faut être capable de développer un modèle qui reproduit ce genre de choses. C'est là que le mouvement brownien apparaît: on est capable, en fait, de générer un processus dont les fluctuations sont importantes. Un mouvement brownien bouge entre un moment t et S_t comme une petite gaussienne de moyenne zéro, c'est du bruit, et la variance est proportionnelle au temps. Avec le brownien, on arrive à capter une partie des fluctuations.

Après la guerre, on est dans la philosophie de Black & Scholes, on modélise les rendements des actifs comme un mouvement brownien avec une tendance, donc c'est la notion de portefeuille qui est importante. Vous avez une certaine quantité de dollars à une date t , puis vous regardez de combien la valeur de votre portefeuille a changé entre t et $(t + dt)$:

$$X_{t+dt} - X_t = dt (S_{t+dt} - S_t)$$

Comme la trajectoire de S n'est pas dérivable, il est difficile à donner un sens à cette expression. C'est le calcul stochastique. C'est ce qu'a fait Paul Levy, Itô et autres entre les années 30' et les année 50'.

Un portefeuille varie au cours du temps de manière infinitésimale, proportionnellement à la quantité (de dollars ou d'actions) multipliée par la variation des choses sur lesquelles vous investissez. Mathématiquement, cela ressemble à une équation différentielle. En fait, juste avant la guerre et juste après la guerre, Itô va montrer qu'on peut faire un calcul différentiel avec ces objets plus compliqués que sur le mouvement brownien, que tout va fonctionner pareil, en tant



compte que les termes d'ordre 2 dans la formule de Taylor sont du même ordre que les termes en dt puisque le calcul différentiel fonctionne mais il a une forme un peu différente, il a un terme de plus et donc il est un peu plus subtile. C'est ce qu'on appelle le calcul d'Itô. En utilisant ces arguments, Black & Scholes montrent que quand on a une option, un flux défini à une date donnée, il est toujours possible de répliquer ce flux par un portefeuille. Cette réplication est possible par l'intermédiaire de fonctions qu'on sait calculer et ces fonctions satisfont ce qu'on appelle une équation aux dérivées partielles (EDP), donc il y a une règle et ça marche. Mais ça relève d'outils plus sophistiqués, si ces outils n'avaient pas été là, on n'aurait pas pu résoudre le problème en question. On retrouve que c'est lié à l'équation de la chaleur, $1/\sigma^2 x^2 u''_{xx}(t,x) + U'_t = 0$, $u(T,x)=h(x)$, ne faisant pas apparaître v qui est le paramètre de l'actif.

Quel est le prix du portefeuille ?

Trois sources de prix :

- > Les marchés organisés pour les produits listés (actions, certaines options sur actions,...).
- > Les brokers pour des produits standards traités de gré-à-gré.
- > Les modèles pour les produits exotiques et plus généralement en absence de prix de marché.

Il est alors possible d'évaluer le portefeuille.

En essayant d'ajuster une stratégie dynamique, on a pu annuler la tendance liée au marché en quelque sorte et réduire l'impact dans une option d'achat du fait que le marché soit haussier ou baissier et ne garder que le risque dû aux fluctuations. Grâce à cette stratégie, on résout le premier problème que rencontraient les marchés, réduire considérablement les risques qu'on supporte quand on vend des produits dérivés. Dans les exemples que je vais vous montrer par la suite:

$$Y_t = \text{valeur portefeuille} \text{ et } Z_t = \text{montant en action} = S_t \delta_t$$

Exemple: on a vendu un call, la valeur de départ est 50 et le prix d'exercice 70, c'est énorme en fait et on essaie de voir qu'est ce qui se passe. Dans le graphique qui est en haut, la ligne bleue représente la valeur de S_t , ça fluctue et ça va bouger, elle part de 50 et à certains moments va bouger beaucoup et redescend près de ce qu'on a garanti à la fin. La ligne rouge qui est au dessus représente la valeur du portefeuille de couverture, et pour savoir si on s'est bien couvert on doit repérer si la valeur terminale du portefeuille de couverture correspond avec le point d'arrivée de la ligne bleue, ce qui prouve que la ligne rouge permet de couvrir exactement ce qu'on a à payer.



Pour bien appliquer la théorie, il faut connaître les paramètres du modèle et pouvoir les ajuster aux paramètres du marché. C'est là que la finance se sépare des statistiques. D'habitude, on fait un modèle et on a des paramètres, et on essaie d'utiliser l'historique des coûts pour calibrer les valeurs des paramètres.

En finances, aujourd'hui, on va chercher la valeur du paramètre de volatilité δ , Black & Scholes. Cela a un gros avantage vous regardez un prix dans le marché, vous inversez la formule et vous obtenez le paramètre δ , et vous recommencez. Du fait que vous procédiez ainsi du moment que vous avez le prix de l'option, c'est-à-dire que vous avez une information supplémentaire, même si votre modèle n'est pas parfait, le fait de réajuster tous les jours, vous faites de l'apprentissage; et du coup, de manière extrêmement économique, vous avez un prix, un paramètre et une couverture, vous arrivez à vous en tirer. C'est ce qui avait fait la force de la formule de Black & Scholes et du prix calculé de cette manière. Là, c'était le début de l'histoire, mais dans les

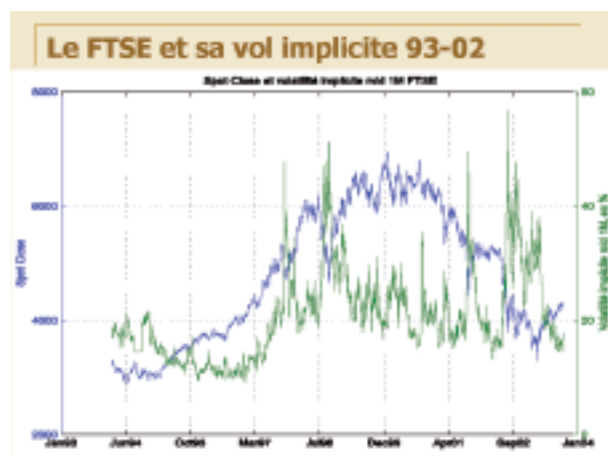
marchés, les choses sont nettement plus compliquées; ils essaient de se couvrir avec les options puisqu'ils savent bien les gérer et l'histoire recommence mais à des niveaux de complexité largement supérieurs.

Exemples de volatilité implicite :

- \$US-Yen (2000-2001) : la courbe jaune représente en fait la volatilité historique correspondant aux moyennes des variations au carré sur 10 jours et la courbe verte sur 50 jours et pour cela elle est beaucoup plus lisse. Donc là on prend les cours, on fait des stades et on regarde comment ça bouge.



- FTSE, indice anglais (1993-2002): la courbe en vert représente la variation de la volatilité implicite.



Ce sont donc là des choses qui bougent pas mal et qui ne sont pas liées à des comportements.

Qu'est ce que le premier bilan de ce qui s'est passé, là on a analysé le comportement d'une personne qui vend un produit, comment il fait pour se couvrir. On est passé d'un risque de marché à un risque de modèle parce que la plupart du temps il y a plusieurs modèles qui pourraient marcher aussi bien et dans les produits compliqués ça a de l'importance. Il y a beaucoup de problèmes en ce moment sur lesquels les gens travaillent : comment on analyse les corrélations, les actifs, en bref tous les problèmes standards et les stades mais abordés

selon un mode nouveau. La philosophie reste la même, d'une certaine manière on arrive à réduire le risque principal, mais il y a beaucoup de risques sur lesquels on ne sait pas faire. La recherche continue et il y a toute une organisation dans ce domaine.

Dans les salles de marchés, le régulateur s'est intéressé à ce nouveau type d'activité et aux nouveaux risques qui sont générés par celle-ci. Dans ces options, on couvre le risque principal, mais par exemple on est très sensible au risque de fluctuation, peut-on faire beaucoup d'argent sur le risque de fluctuation ou pas et comment est-ce qu'on peut provisionner ça? Depuis 1998, il y a des normes réglementaires qui imposent que sur le portefeuille agrégé (l'ensemble des produits vendus), on essaie de faire une mesure de risque de la perte potentielle pour une période à un jour ou à dix jours. Cela a été initialisé par le Comité de Bâle II, et en France où le contrôle est plus important qu'aux Etats-Unis, les banques ont été contraintes en 1998 de proposer un modèle pour calculer la perte potentielle qu'elles pouvaient subir sur leur portefeuille de marché. L'idée c'est que, dans ce contexte là, les risques vont s'annuler les uns les autres suivant les produits et en regard de ces nouveaux risques on va mettre des fonds propres et les adapter le mieux à cette nouvelle activité. Cela a impliqué une grande réflexion sur les risques et sur leur atténuation. Le régulateur a laissé les établissements libres de proposer leurs modèles, moyennant un contrôle régulier de ce qu'ils font. Le contrôle du modèle est surtout à priori, c'est-à-dire qu'on va regarder dans l'année passée quel a été le comportement des indicateurs proposés par la banque face au comportement de son vrai portefeuille. Chaque fois que le portefeuille de la banque dépasse plus de 3 fois les indicateurs qui ont été donnés, la banque est pénalisée et les fonds propres qu'elle devait mettre en regard augmentent de 1-2% voire de manière très significative. Cette technique est validée à posteriori par les résultats qu'elle donne.

Avoir beaucoup de facteurs et arriver à les gérer, ça crée autant de problèmes. Les résultats, même assez approximatifs, sont assez robustes dans la représentativité.

Je voudrais revenir sur les questions de simulation et d'implémentation. Je pense que même si on n'intervient pas dans le monde des actions de manière aussi dynamique la question de l'évaluation pour la gestion des risques pour des structures autres que les structures associées aux salles de marchés, l'un des enjeux que l'on rencontre et qui est extrêmement important c'est à la fois d'être capable de faire de bonnes simulations et de faire de bonnes implémentations dans la représentation des risques. Pour cela, si on s'y prend mal et si on n'est pas assez vigilant, les chiffres que l'on obtient peuvent être très mauvais. Il y a des techniques pas assez compliquées, mais qu'il faut connaître, et qui permettent de rendre les choses infiniment plus équitables.

De manière générale, on est souvent mieux armé pour simuler, représenter et gérer les risques. L'outil informatique est complètement déterminant dans ce cas là, mais ça doit se faire avec des gens qui comprennent ce qu'il faut faire et qui disposent des bons outils pour le faire. Ça concerne des jeunes ingénieurs qui continuent à être recrutés dans les salles de marchés dans beaucoup d'endroits. En fait, il y a un vrai besoin de gens qui soient bien formés pour ces techniques. Dans le monde de la banque, de manière générale, toute l'activité qui va dans la gestion de nouveaux produits doit être indissociable de régulateurs, de suivi des risques, d'une meilleure analyse et d'une meilleure compréhension, etc. Pour cela, on a besoin de gens qui soient de bons mathématiciens qui comprennent ce qu'ils font, qui sont capables de simuler, de proposer des solutions et de vérifier que les solutions qu'on a tiennent la route de manière robuste.

Comme j'ai eu le plaisir, à l'Ecole Polytechnique, d'avoir régulièrement beaucoup d'élèves marocains qui ont bien assimilé la finance, j'en ai conclu, pas seulement parce qu'ils étaient passés par l'Ecole Polytechnique, mais de manière générale, je pense qu'au Maroc on a des atouts; il y a un certain nombre de gens bien formés et sur lesquels on peut se baser pour développer les activités de ce genre. Je pense que c'est un peu l'avenir de l'évolution, dans un monde qui bouge très vite. On s'intéresse en ce moment aux risques financiers, mais il n'y a pas que le risque financier, il y a d'autres risques. Le monde actuel est conscient de ces risques, il doit les gérer. La gestion des risques procède souvent par leur représentation et par leur quantification, et la simulation numérique permet de faire ça à condition de le faire bien.

Je vous remercie de votre attention.



Méthodes mathématiques pour le marché financier Marocain

Ali ALAMI IDRISSE
OPTIMA FINANCE
Consulting,
264, Route d'El Jadida,
Casablanca – Maroc



Le système financier se compose de cinq principaux acteurs: marchés financiers, institutions financières, ménages, entreprises et administrations, assure le rôle moteur entre l'épargne et l'investissement. Les différents acteurs interagissent entre eux. Les ménages, à titre d'exemple, disposent d'une épargne qu'ils placent auprès des banques sous forme de dépôts à vue ou de dépôts à terme, et auprès des compagnies d'assurance sous forme d'épargne retraite. Ils placent également une partie de leur épargne sur les marchés financiers en achetant des actifs cotés et assurent également à travers le paiement des taxes et impôts des ressources aux administrations. Les institutions financières -établissements de crédit, compagnies d'assurance et organismes de prévoyance-, quant à elles, mobilisent l'épargne publique et financent l'Etat (en achetant des bons du Trésor), financent directement les entreprises pour leurs projets d'investissement et de développement et interviennent également sur les marchés financiers -financement indirect des entreprises-. Ainsi, le système financier assure le rôle de transfert de l'épargne vers l'investissement et assure également un autre rôle aussi fondamental qui est celui de transfert et de mutualisation des risques entre les acteurs économiques.

1. Evolution de la théorie financière

La théorie de la finance a connu une profonde mutation durant les trois dernières décennies. Trois principaux facteurs y ont largement contribué :

- **l'environnement economico-financier** a connu pendant les années 70 et 80 un véritable bouleversement lié à des chocs macro-économiques et à des changements dans les politiques économiques : le passage d'un système de taux de change fixe à un système de taux de change flottant en 1971, les deux crises pétrolières de 1973 et

1979, la libéralisation des économies et la mondialisation des échanges, l'augmentation de la concurrence, les vagues de déréglementation, la très forte instabilité et variabilité des taux d'intérêt.... Ces différents facteurs ont engendré une recrudescence des risques qui a poussé les agents économiques à chercher des produits et des instruments de couverture.

Les institutions financières ont alors commencé à commercialiser de nouveaux produits financiers (produits dérivés) répondant ainsi à la demande croissante en matière de couverture des risques. Seulement, ces nouveaux produits -qui n'étaient pas encore totalement maîtrisés- ont eux-mêmes généré de nouvelles sources de risques inconnues jusqu'à cette date. Cette augmentation « incontrôlée » des risques a généré de nombreuses catastrophes et faillites financières. à titre d'exemples: la faillite de près de 500 caisses d'épargne américaines (les savings&loans) pendant les années 80, la perte de \$1,7 milliard de l'Organe County (Comté californien) en 1994, la faillite de la Barings en 1995, la faillite de sept des dix principales compagnies d'assurances japonaises à la fin des années 90... et la liste est malheureusement très longue. Cette série de catastrophes financières a eu pour principale conséquence une prise de conscience générale sur la complexité des risques, de leur interdépendance et sur la nécessité de mettre en place des dispositifs et des mécanismes pour les gérer. Cette prise de conscience a concerné aussi bien les acteurs économiques que les autorités de tutelle.

En effet, les établissements de crédit, les compagnies d'assurance et les organismes de prévoyance ont mesuré l'impact d'une mauvaise gestion des risques et l'émergence de nouveaux types de risques induits par certains contrats (de crédit, d'assurance-vie...) et liés à la présence d'options cachées (remboursement anticipé, possibilité de passer d'un taux fixe à un taux variable, clauses de rachat,...). Ces établissements ont rapidement mis en place des structures de risques, chargées d'identifier, de mesurer et de gérer les différents types de risques.

Les autorités de tutelle ont elles aussi mesuré l'impact de ces risques sur la stabilité du système financier et de l'économie de manière générale. Elles ont instauré un cadre réglementaire strict et des règles prudentielles pour le secteur bancaire et celui des assurances et de la prévoyance sociale. Des comités et des organismes internationaux et supranationaux -CE- ont vu le jour. Ils ont été chargés d'établir des recommandations pour une meilleure efficacité et sécurité du système financier: Bâle II, Solvency II, CAD 3 -Directive européenne-...

La mise en place de dispositifs de gestion et de couverture des risques a été favorisée par le développement et la diversité des nouveaux produits financiers (dérivés), à partir de la fin des années 80 notamment, qui offraient une solution efficace et flexible de transfert et de mutualisation des risques.

• **Les avancées conceptuelles en théorie de la finance.** Jusqu'en 1960, et si l'on excepte les travaux de Bachelier¹ (1900), le recours aux mathématiques en finance était très limité et les méthodes utilisées étaient élémentaires. Ce n'est qu'à partir des années 60 avec les travaux de Markowitz² (1959) sur l'optimisation de portefeuille, de Sharpe³ (1964) et Linter⁴ (1965) sur la détermination de modèles d'évaluation des actifs financiers, de Black & Scholes⁵ (1973) et de Merton⁶ (1973) sur le pricing d'options, que l'on a commencé à avoir recours à des méthodes mathématiques plus sophistiquées dans la modélisation des problèmes financiers. Ces auteurs pionniers ont mis en place des concepts et des principes d'analyse qui ont servi de référence pour le développement de la théorie financière. Nous pouvons citer le critère (rentabilité, risque) ou paradigme (moyenne, variance) ou encore le -très important- concept de l'absence d'opportunité d'arbitrage (AOA) sur lequel se base une partie importante de la finance moderne. Selon ce principe, dans un marché efficient, il n'est pas possible de réaliser des gains sans prendre de risque, ce que les anglo-saxons qualifient de principe de «No free lunch».

• **Les progrès en matière de technologies de l'information** qui ont largement facilité l'accès et la manipulation de larges bases de données. Ils ont également permis de réduire de manière très significative les coûts des transactions favorisant ainsi l'augmentation des échanges.

Ces trois facteurs ont été déterminants dans le développement de la théorie de la finance moderne.

Il y a lieu d'insister encore une fois sur cette forte demande des établissements financiers, à partir de la fin des années 70 aux US et des années 80 en Europe, pour les nouveaux produits financiers

(produits dérivés ou "Derivatives") afin de couvrir leurs expositions aux risques. Quelles sont donc les particularités de ces produits?

Les produits dérivés sont des instruments financiers dont la valeur dépend de celles d'autres variables aléatoires sous-jacentes. Ces variables aléatoires peuvent être des prix des actions, des taux d'intérêt, des taux de change, des indices, des prix de matières premières...

Il est possible de classer les produits dérivés en quatre familles: i) les contrats à terme (forwards / futures), ii) les swaps, iii) les produits optionnels (options) et iv) les produits dérivés structurés. Malheureusement, nous n'avons pas le temps de détailler les caractéristiques et les propriétés de ces différentes classes d'actifs et je donnerai juste un exemple illustratif d'une option d'achat, qui est l'un des produits optionnels les plus utilisés.

Une option d'achat (appelée «call») est un actif financier conditionnel qui donne à son détenteur le droit, mais non l'obligation, d'acheter un actif (financier ou physique) déterminé, appelé l'actif support (ou sous-jacent) à un prix convenu à l'avance (prix d'exercice) à une date déterminée⁷ (appelée maturité). Pour acquérir ce droit, l'acheteur doit payer au vendeur une prime qui dédommagera ce dernier de son obligation éventuelle de livrer le titre si l'acheteur l'exige.

Prenons l'exemple d'un gestionnaire d'actifs qui voudrait acquérir l'action ONA dans 3 mois. Il craint cependant une hausse du prix de l'action ONA et voudrait se couvrir contre ce risque de hausse du prix. A l'instant t_0 , le prix de l'action ONA est de 1600Dhs. Le gestionnaire, pour se couvrir, va acheter -moyennant une prime- une option d'achat sur l'action ONA à 1750Dhs (par exemple) de maturité 3 mois; i.e. qu'il achète le droit d'acheter l'action ONA à 1750 Dhs dans 3 mois. à la date de maturité ($T = 3$ mois), le gestionnaire va observer le prix du titre sur le marché:

- si le prix de l'action ONA est supérieur à 1750Dhs, le gestionnaire va exercer son option, i.e. exiger du vendeur de lui céder le titre ONA à 1750Dhs

- si le prix de l'action ONA est inférieur à 1750Dhs, le gestionnaire abandonnera l'option, et achètera l'action directement sur le marché.

1 L. Bachelier, "Théorie de la spéculation", Ann. scientifiques de l'ENS, (1900)

2 H. Markowitz, "Portfolio selection", Journal of Finance, Marsh 1959, 77-91

3 W. Sharpe, "Capital asset prices : a theory of market equilibrium under conditions of risk", Journal of Finance, september 1964, 725-742

4 J. Linter, "The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolio and capital budgets", The Review of Economics and Statistics, February 1965, 13-37

5 F. Black & M. Scholes, "The pricing of options and corporate liabilities", Journal of Political Economy, S1, 637-654 (1973)

6 R.C. Merton "Theory of rational option pricing", Bell Journal of Economics and Management Science, 4, 141-183 (1973)

7 C'est la définition d'une option européenne. Si l'acheteur peut acheter l'actif à n'importe quelle date jusqu'à la maturité, l'option est dite américaine.

Il est possible de faire le raisonnement symétrique pour un gestionnaire d'actifs (d'une caisse de retraite par exemple) qui aurait dans son portefeuille des actions et craindrait une baisse éventuelle de leur prix et donc de la valeur de son portefeuille. Pour se couvrir le gestionnaire achèterait une option de vente (appelée "put"⁸). Cet exemple très simple illustre une façon de couvrir le risque "action". Il est possible de couvrir d'autres types de risques: taux d'intérêt, change, crédit, prix de matières premières,... ou encore une combinaison quelconque de ces risques⁹. Il est bien évident que dans ce dernier cas le type de produits dérivés à mettre en place pour la couverture ne serait pas aussi simple que dans l'exemple précédent.

Nous voyons donc l'importance et l'intérêt indéniable de ce type d'instruments pour la couverture des risques. Ce qui justifie l'engouement toujours croissant des banques, compagnies d'assurances mais aussi d'entreprises industrielles et commerciales pour ce type de produits.

Les produits dérivés occupent aujourd'hui une place importante dans le paysage financier international, et connaissent depuis une décennie une croissance moyenne annuelle qui avoisine les 30%, comme le montrent les tableaux 1 et 2.

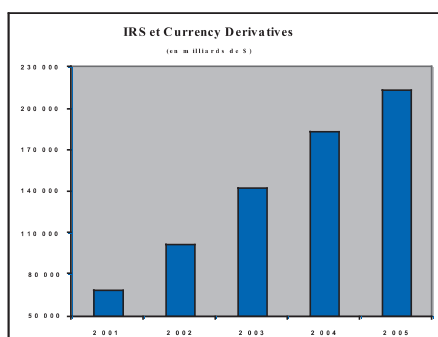


Tableau 1

Source ISDA

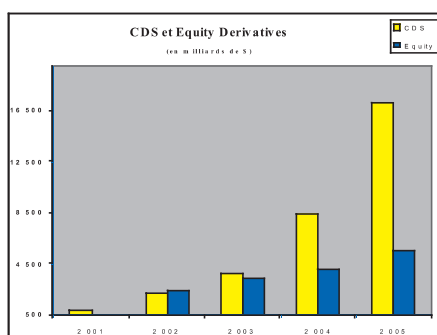


Tableau 2

Source ISDA

Les montants des nominaux sur lesquels portent ces instruments sont donnés dans le tableau 3. Ils traduisent l'importance des volumes de transactions:

Tableau 3. Montants des nominaux

Produits dérivés	en milliards de \$ US
Dérivés de taux (swaps et options)	250 800
Dérivés de crédits	26 000
Dérivés des actions	6 400

Source: ISDA 2006 S1

En acquérant une option, l'acheteur a tout simplement transféré une partie (ou la totalité) de son exposition au risque au vendeur. Pour ce faire, l'acheteur a payé d'une prime. Se pose alors deux problématiques pour le vendeur :

- comment déterminer le montant de cette prime? c'est le problème de valorisation (pricing)
- comment gérer (ou couvrir) la vente de cette option? c'est le problème de couverture (hedging)

2. Modélisation mathématique en finance

Afin de répondre aux deux problématiques précédentes (pricing et hedging) il est nécessaire de procéder à une modélisation. De manière générale, la modélisation mathématique en finance a pour principaux objectifs de:

- comprendre les processus d'évolution des prix et des taux d'intérêt, et essayer de prévoir leur évolution dans les cadres univarié et multivarié - portefeuilles – avec intégration des interactions¹⁰
- comprendre la dynamique des processus de volatilité, de sorte à prévoir la flambée des cours, les crises
- valoriser les actifs financiers et tarifier les contrats
- quantifier les expositions aux risques individuelles et globales
- développer des stratégies de couverture
- mettre en place de nouveaux produits

Dès 1900, L. Bachelier s'était intéressé à la dynamique des prix des actions cotées à la Bourse de Paris:

"Il est possible d'étudier mathématiquement l'état statistique du marché à un instant donné, i.e. d'établir la loi de probabilité des variations des cours qu'admet à cet instant le marché... "Bachelier (1900), "Théorie de la spéculation".

8 Une option de vente est un actif financier conditionnel qui donne à son détenteur le droit, mais non l'obligation, de vendre un actif (financier ou physique) déterminé, appelé l'actif support (ou sous-jacent) à un prix convenu à l'avance (prix d'exercice) à une date déterminée (appelée maturité).

9 Les produits dérivés sont également utilisés par les opérateurs pour des fins de spéculation et d'arbitrage.

10 Un des objectifs fondamentaux en modélisation est de connaître la dynamique des prix des actifs pris individuellement et celle de ces mêmes actifs pris conjointement (portefeuille). De nombreuses modélisations relient les deux premiers moments conditionnels (l'espérance de rentabilité et la variance) pour traduire l'idée qu'une augmentation des risques sera compensée par une augmentation de l'espérance de rentabilité.

En cela, Bachelier est considéré comme un précurseur et par certains comme le fondateur des mathématiques financières. Seulement, ses travaux ont été ignorés jusqu'en 1973, où furent publiés deux articles de recherche, celui de Black and Scholes "The pricing of options and corporate liabilities" et celui de Merton "Theory of rational option pricing". Ces articles ont donné naissance à la théorie de la finance moderne et ont été également un catalyseur pour la dynamisation des marchés financiers.

L'objectif n'étant pas ici d'aborder les aspects techniques, je me contenterai donc, à titre d'illustration, de trois exemples de modélisations communément utilisées en finance:

- Dans leur cadre d'analyse de l'évaluation des options, Black & Scholes (1973) ont retenu pour représenter la dynamique du prix de l'actif sous-jacent une équation différentielle stochastique:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad \text{Eq. [1]}$$

où S_t est le cours du sous-jacent en t , μ terme de tendance, σ volatilité du sous-jacent supposée constante et W_t est un mouvement brownien standard

En divisant l'équation [1] par S_t , ils décomposent le rendement de l'actif (sur un intervalle de temps dt) en un terme déterministe qui représente le rendement instantané espéré et un terme stochastique.

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t \quad \text{Eq. [2]}$$

En notant $V_t = V(S, t)$ le prix de l'actif dérivé et en appliquant le lemme d'Itô ils arrivent à l'équation différentielle de "Black&Scholes" qui doit être vérifiée par le prix V_t de tout actif dérivé :

$$\frac{\partial V_t}{\partial t} + rS_t \frac{\partial V_t}{\partial S_t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V_t}{\partial S_t^2} \sigma^2 S_t^2 = rV_t \quad \text{Eq. [3]}$$

Cette équation admet plusieurs solutions (selon les conditions aux bornes), tout dépend du type d'options à valoriser. Les différentes options se différencient alors par leur valeur terminale (payoff). Dans les cas simples, il est possible d'avoir des formules explicites mais pour des options plus complexes, le recours au calcul numérique ou aux simulations de Monte Carlo s'impose.

- L'évaluation de tout actif financier basé sur les taux d'intérêt (obligations, obligations convertibles, produits optionnels de taux, swaps de taux d'intérêt...) dépend de la structure par terme des taux d'intérêt retenue dans l'évaluation. La détermination de cette dernière est d'une importance capitale dans la bonne évaluation des produits. Plusieurs approches existent dans la littérature. Par exemple, Vasicek¹¹ (1977) utilise un processus d'Ornstein-Uhlenbeck dans la modélisation de la dynamique du processus de taux d'intérêt :

$$dr(t) = a(b - r(t))dt - \sigma dW_t \quad \text{Eq. [4]}$$

où a , b et σ sont constants.

Le modèle inclut une force de rappel vers un taux moyen d'équilibre (de long terme)

- Les deux exemples précédents se sont intéressés à la dynamique des prix en supposant le paramètre de volatilité constant. Or la variabilité de la volatilité joue un rôle central en finance. Et bien que la variabilité de la volatilité des changements de prix d'actifs financiers ait été perçue depuis bien longtemps (Mandelbrot¹² (1963), Fama¹³ (1965)), ce n'est qu'en 1982 qu'Engle¹⁴ a introduit les processus ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) pour modéliser la dynamique des moments conditionnels d'ordre 2. Ces processus ARCH pour la dynamique de la volatilité, permettent d'exprimer la variance conditionnelle, à un instant donné, comme une fonction de l'information disponible à cet instant. Dans sa forme la plus simple, la modélisation ARCH suppose que la variance conditionnelle s'exprime comme une combinaison linéaire des carrés des innovations passées. Ces processus ARCH ont été généralisés par Bollerslev¹⁵ (1986), sous l'appellation GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity), et ont été par la suite largement étudiés (et appliqués) dans la littérature statistique et financière.

Un processus GARCH(p,q) s'écrit :

$$y_t = f(y_{t-1}, x_t) + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} u_t \quad \text{Eq. [5]}$$

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}$$

Pour conclure, la finance moderne se base sur des méthodes mathématiques, statistiques et économétriques avancées. Ainsi, l'optimisation non linéaire, la programmation dynamique, le contrôle optimal -les

11 O. Vasicek, «An equilibrium characterization of the term structure», Journal of Financial Economics, 5, 177-188, (1977)

12 Mandelbrot B. (1963), «The Variation of Certain Speculative Prices», Journal of Business, 36, pp 394-419.

13 Fama (1965), «The Behavior of Stock Market Prices», Journal of Business 38, pp 34-105.

14 Engle, R. F. (1982), «Autoregressive Conditional Heteroskedasticity With Estimates of the Variance of U.K. Inflation», Econometrica, 50, 987-1008.

15 Bollerslev, T. (1986), «Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity», Journal of Econometrics, 31, 307-327.

équations de Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB)-, l'analyse numérique, le calcul différentiel stochastique (Itô), les équations aux dérivées partielles -Feynman-Kac-,... sont autant de domaines mathématiques que l'on retrouve au centre des développements en finance. De même, les modèles et techniques statistiques et économétriques récents: classes de modèles GARCH, modèles de volatilité stochastique, modèles non linéaires, modèles factoriels, régressions multivariées, filtre de Kalman, simulations de Monte Carlo, ... trouvent un large champ d'applications en finance.

De nombreux mathématiciens et statisticiens se sont convertis à la finance. Leur apport théorique dans le domaine a trouvé la reconnaissance de la communauté scientifique internationale, en témoigne le nombre de prix Nobel en économie attribués durant les deux dernières décennies (Haavelmo (1989), Markowitz, Miller et Sharpe (1990), Scholes et Merton (1997), Mc Fadden et Heckman (2000), Engle et Granger (2003)). Cependant,

une question importante mérite d'être posée: cet intérêt pour la modélisation mathématique en finance est-il seulement théorique?

La réponse est "non". L'intérêt pour la modélisation mathématique a trouvé également un grand écho auprès des établissements financiers, compagnies d'assurances, caisses de retraite et fonds de pensions qui s'attachent de plus en plus les services des mathématiciens et statisticiens (et même des physiciens). En effet, la concurrence acharnée entre les établissements financiers et la complexité toujours croissante des produits proposés aux clients -de plus en plus avertis et exigeants – font que ces établissements doivent recourir à des modélisations mathématiques complexes et ne peuvent se permettre des erreurs de pricing et de couverture de leurs positions au risque d'essuyer des pertes très conséquentes.

C'est ainsi que l'on trouve dans les salles de marchés étrangères et les départements d'ingénierie des établissements financiers une forte concentration d'ingénieurs et de chercheurs. Et de nombreux établissements ont opté pour des collaborations avec des laboratoires de recherche universitaires.

3. Applicabilité au marché financier marocain

Quid du marché marocain? Sommes-nous concernés par cette évolution de la théorie financière et avons-nous besoin de ces produits dérivés et de ces modélisations mathématiques complexes?

Le système financier marocain a connu de nombreuses évolutions durant les quinze dernières années: loi bancaire de 1993, instauration d'un marché des changes en 1996, démarrage effectif des OPCVM en 1996, mesures de dynamisation du marché financier, loi bancaire 2006... Ces évolutions ont permis aux intervenants et acteurs d'acquérir une certaine maturité. Les entreprises industrielles et commerciales, au même titre que les établissements financiers et les organismes d'assurance et de prévoyance sont conscients des risques encourus dans le cadre de l'exercice de leurs activités et ont une forte demande pour des produits (dérivés) de couverture.

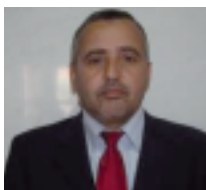
Des produits dérivés (simples) existent déjà sur le marché marocain¹⁶: les contrats à terme sur le marché des changes existent depuis 1996, les swaps de devises (2002), les contrats à terme pour la couverture contre le risque de fluctuations de certains produits de base (2004), les options de change (2004) et un marché à terme (produits de taux) organisé est prévu pour fin 2007.

Cependant, il est vrai que le marché des produits dérivés au Maroc est encore dans une phase embryonnaire, et ne pourra que se développer très rapidement. Les établissements financiers spécialisés seront amenés à proposer à leurs clients des produits structurés de couverture de plus en plus complexes (certains établissements ont déjà commencé) et basés sur des produits dérivés. La tarification de ces produits passe inévitablement par des modélisations mathématiques plus ou moins complexes. Les départements d'ingénierie et les salles de marchés marocaines n'auront d'autre choix que de faire appel à des ingénieurs maîtrisant parfaitement les méthodes mathématiques et statistiques. Il en va de la rentabilité et de la survie financière de ces établissements.

16 l'achat et la vente de ces produits sont soumis à la réglementation de Bank Al Maghrib

Mathématiques financières au Maroc : Un défi à relever et des opportunités à saisir

Pr. Youssef OUKNINE
Académie Hassan II des
Sciences et Techniques



Depuis plusieurs années, les équipes de probabilités et de statistiques de l'Université Cadi Ayyad travaillent essentiellement sur les probabilités, l'analyse stochastique et leurs applications. Les premières activités scientifiques organisées par ces équipes ont eu lieu respectivement en avril 1997 et avril 1998. En avril 2000, une école CIMPA (Centre International des mathématiques Pures et Appliquées) a été organisée par l'équipe de probabilités. Elle fut dédiée aux "Méthodes probabilistes appliquées aux équations aux dérivées partielles". Depuis l'an 2000, les équipes en question ont établi différents projets de coopération internationale.

Les équipes de probabilités et statistiques de l'Université Cadi Ayyad font partie du Laboratoire Ibn Al-banna de Mathématiques et Applications (LIBMA) composé d'environ 30 enseignants chercheurs et couvrant les spécialités suivantes: analyse stochastique, mathématique financière, statistiques, analyse numérique et optimisation. Au sein de ce laboratoire sont inscrits 20 doctorants qui travaillent sur différents sujets dont 70% en probabilités et statistiques.

Le laboratoire LIBMA accueille des visiteurs, issus de différents pays, qui contribuent au développement de la recherche mathématique. Il accueille également des doctorants et des chercheurs en post-doctoral qui proviennent de l'Afrique subsaharienne (Sénégal, Mauritanie, Côte d'Ivoire).

Les membres du laboratoire assurent également des cours de niveau Master ainsi que des co-encadrements de thèses dans plusieurs universités africaines, notamment dans le domaine des probabilités et statistiques. Le réseau de probabilités en Afrique (Probaf) regroupant les Universités Cadi Ayyad de Marrakech, Gaston Berger du Sénégal et l'université de Cocody de la Côte d'Ivoire, verra le jour dans les mois à venir.

Dans le cadre de l'action intégrée MA/01/02, une école intitulée «Analyse Stochastique et Applications» a été organisée à Marrakech du 15 au 20 décembre 2003.

La troisième conférence qui a eu lieu également à Marrakech du 13 au 17 décembre 2005 portait sur le développement de l'analyse stochastique et probabilités et leurs applications dans des domaines d'intérêt pratique notamment en finance. D'éminents chercheurs en mathématiques comme Paul Malliavin de l'Académie des sciences de France et Shinzo Watanabe du Japon ont participé à l'animation de cette rencontre.

-Le développement remarquable de l'industrie financière et des places boursières en Europe et en Amérique du nord génère un besoin croissant de cadres bien formés en mathématiques. Les probabilités, les

statistiques et les méthodes de simulation numériques sont utilisées très couramment dans cette industrie financière: activité bancaire, fonds d'investissement, bourse, actuariat, assurance, etc..., où des problèmes concrets, attendent des solutions.

Il va sans dire que ce besoin de méthodes quantitatives en finance commence déjà à se manifester au Maroc avec le développement de l'activité financière. En effet, l'évolution récente du secteur et notamment de la réglementation en matière de placements financiers et de couverture des risques, autorisant les établissements financiers agréés, les caisses de retraite, les compagnies d'assurance et OPCVM à placer ou à couvrir, pour leur compte propre ou celui de leurs clients, une partie de leurs devises à l'étranger. Cette évolution du secteur a enclenché un processus de développement et commercialisation de nouveaux produits financiers structurés. Ces produits, de plus en plus sophistiqués, nécessitent pour leur tarification des modélisations mathématiques complexes.

Certaines institutions financières marocaines ont déjà fait appel, et sous-traitent, dans certains cas, à des compétences et organismes étrangers, la valorisation des produits qu'elles commercialisent et la mise en place de stratégies de couverture. Il s'en suit naturellement que la communauté mathématique doit relever le défi et répondre à ces besoins.

C'est dans cette perspective qu'une école CIMPA intitulée (Modèles aléatoires en finance mathématique) a été organisée, conjointement entre l'Académie Hassan II des sciences et Techniques et l'université Cadi Ayyad de Marrakech, du 09 au 20 Avril 2007. Plusieurs cours ont été dispensés par des spécialistes venus de plusieurs pays: M. Rutkowski (Sidney), T. Bjork (Stockholm), N. El Karoui, M. Jeanblanc, E. Jouini (Paris), D. Talay (Nice), A. Lazrak (Vancouver), A. Alami Idrissi (Casablanca). Cette école a réuni une centaine de participants originaires de plusieurs pays. En cette occasion, le Pr. El Karoui a accepté l'invitation du Secrétaire perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques pour donner une conférence le 18 Mai 2007 à Rabat.

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques soutient nos initiatives à travers le projet "Mathématiques et applications" dédié à la finance et à la cryptographie et qui regroupe plusieurs chercheurs appartenant à différentes universités du Royaume.

Par ailleurs, l'équipe de probabilités est membre du réseau européen "Marie Curie Initial Training Networks" retenue par le 7^{ème} PCRD (2007) (Roumanie, France, Allemagne, Italie, Grande Bretagne et Maroc.) avec les partenaires d'organisations financières (Optima finance consulting (Casablanca), *Credit Mutuel de Bretagne (Brest)*, *Hamburg-Mannheimer (Jena)*, *BELTIOS*, *The Euro-Institute of Actuarial Mathematics (EURIA)*, Brest).

La finance stochastique sera appelée à jouer un rôle de première importance tant pour la recherche théorique que pour la tarification et la gestion des produits dérivés. Le Maroc dispose d'un potentiel humain important pour contribuer au développement de la recherche dans ces domaines et former des cadres de haut niveau.

PROBLÉMATIQUE DES EAUX SOUTERRAINES DANS LE MONDE

Jean Margat
Vice-président du Plan Bleu
Conseiller du Bureau de
Recherches Géologiques et
Minières,
France



Communication présentée lors de l'audition organisée par le Collège des Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer le 26 novembre 2007

Un regard panoramique sur les eaux souterraines à l'échelle planétaire risque, à l'évidence, d'être beaucoup trop global et simplificateur.

Néanmoins, pour fixer des ordres de grandeur inégalement connus, quelques chiffres globaux sur la place des eaux souterraines dans le cycle de l'eau et dans l'économie de l'eau mondiale sont rassemblés en encadré 1. Ces références comparatives permettent surtout d'apprécier les potentialités et les situations nationales et locales. Car ces quantifications globales masquent une extrême diversité géographique en fonction à la fois des variétés climatiques, physiographiques et géologiques, y compris à l'intérieur de la plupart des pays. Aussi les situations et les problèmes de connaissance, d'évaluation d'exploitation et de gestion des eaux souterraines sont diversifiés à l'extrême dans le monde. Pour chiffrer cette variété:

Les recharges locales qui alimentent les aquifères varient, en moyenne annuelle, de quelques mm à 1 m, soit de quelques milliers à un million de m³/an par km².

Suivant les pays, les écoulements d'eau souterraine constituent de 2 à 98% de l'écoulement total interne. Ce pourcentage est maximal en zone aride, minimal en domaine dépourvu d'aquifère ou à permafrost généralisé.

Les prélèvements d'eau souterraine par pays varient de quelques millions de m³ à 190 milliards de m³ par an (record mondial: Inde). Et ils varient par habitant de moins de 2 m³ annuels (minimums: Gabon, Madagascar) à plus de 1000 m³ annuels (maximum: Arabie Saoudite).

La contribution des eaux souterraines exploitées aux approvisionnements en eau varient, suivant les pays, de moins de 5% (Canada) à 93% (Arabie Saoudite) et 95% (Libye).

Chiffres-clés sur les eaux souterraines dans le monde

Stock global d'eau souterraine douce: 8 à 10 millions de km³ = 98 à 99% du stock global d'eau douce liquide.

Flux mondial de renouvellement :

12.000 à 13.000 km³/an = environ 30% de l'écoulement moyen global des eaux continentales.

Globalement :

- 1/4 à 1/3 de l'écoulement total des eaux continentales est d'abord souterrain (ou peut le devenir en zone aride et semi-aride) soit 10.000 km³/an.
- Les 9/10 des écoulements souterrains aboutissent aux cours d'eau de surface et forment leur débit de base régulier; 1/10 s'écoule directement à la mer ou s'évapore dans les bassins fermés (chotts, sebkhas...).

Prélèvements mondiaux actuels d'eau souterraine:

800 à 1000 km³/an soit 20% des prélèvements d'eau mondiaux.

Grande majorité exploitée par pompage. Minorité exploitée par gravité: kanats, 15 km³/an (Iran surtout) ou puits artésiens (en récession).

Part non durable: 100 à 150 km³/an: surexploitation de ressources renouvelables, 32 km³/an : exploitation minière d'eau fossile (dont 85% en Arabie, Libye, Algérie).

Utilisations : Irrigation 62% environ 67 millions d'hectares sont irrigués par eau souterraine dont les? en Asie : Inde, Chine, Pakistan, Iran.

Collectivités (eau potable) 25%.

Industries 13%.

Contributions des eaux souterraines aux approvisionnements en eau :

- Globalement: 20% du total

- Suivant les secteurs d'utilisation: Agriculture (irrigation) 20%

- Collectivités (alimentation en eau potable) 50%

- Industries (non desservies) 15%

Tendances de l'évolution des exploitations: les prélèvements mondiaux ont été multipliés au moins par 5 au cours du XX^e siècle. Les croissances les plus fortes se situent en Inde, Chine, Pakistan.

Entre 1970 et 2000, les prélèvements ont été multipliés par 2 au Mexique, par 3 en Iran et Chine, par 4 en Inde et au Pakistan, par 10 en Arabie Saoudite et Libye.

Une stabilité est instaurée depuis les années 80 aux USA et en Europe et une décroissance au Japon.

Référence : «Les eaux souterraines: une richesse mondiale»
J. Margat, sous-presses UNESCO-BRGM 2008

Plutôt qu'un parcours à travers ces variétés, il paraît préférable de traiter d'abord une question de fond, à savoir «**Quelles ressources offrent les eaux souterraines?**», en soulignant deux idées maîtresses:

- Les eaux souterraines et les eaux de surface sont très interdépendantes et ne constituent pas deux ressources séparées.

- La spécificité des eaux souterraines est de conjuguer flux et stock.

Parce que les démarches de connaissance et les modalités de mobilisation des eaux souterraines et des eaux de surface relèvent de spécialités et de techniques distinctes, l'interdépendance des ressources offertes par les unes et les autres fut longtemps méconnue ou sous-estimée.

Leur étude, leur aménagement et leur gestion furent généralement et sont encore souvent de la compétence de services publics et de corps de techniciens différents. (Au Maroc, c'est seulement après l'indépendance que ces services ont été unifiés...).

Ce défaut, baptisé «hydroschizophrénie» par l'américain R.L. Nace (1973) puis par R. Lamas en Espagne (1974), s'atténue depuis peu mais est encore vivace et répandu... Il a pour conséquences:

Des doubles comptes fréquents dans l'évaluation des ressources en eau.

Une méconnaissance des impacts croisés des aménagements et exploitations respectifs d'eau superficielle et d'eau souterraine:

la régularisation des cours d'eau par des barrages de retenue peut restreindre l'alimentation des eaux souterraines par les crues en zone semi-aride particulièrement;

l'exploitation intensive d'eau souterraine peut faire tarir des écoulements de surface pérennes, en toute zone climatique.

Il est bien compris aujourd'hui que l'essentiel du débit de base des cours d'eau - leur part régulière - provient de l'émergence d'eau souterraine en zones climatiques humides, tandis qu'en zones arides et semi-arides - ainsi que dans certaines conditions particulières: karst... - les échanges entre aquifères et cours d'eau sont réalisés dans les deux sens.

Aussi la **ressource en eau souterraine** à évaluer ne doit nullement être identifiée à la recharge des aquifères: c'est seulement la part des écoulements souterrains qu'il est techniquement possible et économiquement avantageux de capter directement, en respectant des contraintes environnementales. Cette évaluation est à faire cas par cas pour chaque système aquifère.

Les eaux souterraines sont à la fois des flux et des stocks, ce qui traduit le fait majeur que les aquifères sont à la fois des conducteurs et des réservoirs.

Les ressources renouvelables en eau souterraine se définissent essentiellement en termes de flux, par des écoulements souterrains plus ou moins variables - mais beaucoup plus réguliers que les écoulements de surface -.

Pourtant trop souvent, encore aujourd'hui, les ressources en eau souterraine sont estimées et chiffrées en termes de stock, avec l'ambiguïté d'emploi du concept de «réserve»...

Les stocks d'eau souterraine, déterminés par les conditions géologiques, jouent néanmoins par leur variation un rôle essentiel régulateur des émergences et des eaux de surface subordonnées. Et ce rôle peut être amplifié, comme on le verra.

En outre, ces stocks peuvent constituer dans certains cas particuliers des ressources en eaux non renouvelables («eaux fossiles»), extractibles sous contraintes d'impacts négligeables, mais non durables, à l'instar de gisements miniers.

Du fait de leur extension, de leur permanence et de leur accessibilité dans beaucoup de régions, les eaux souterraines constituent une ressource de proximité, à la portée de nombreux exploitants individuels, une «democratic resource», comme il se dit en Inde où les exploitants se chiffrent en dizaines de millions.

Exploitable individuellement, les eaux souterraines ne constituent pas moins des ressources en eau collectives, communes à tous les exploitants de chaque système aquifère comme aux usagers des eaux superficielles subordonnées, ce qui entraîne des problèmes de gestion très particuliers.

Problèmes contemporains

Deux problèmes majeurs sont assez universels : les surexploitations et les pollutions des eaux souterraines.

Les **surexploitations** sont à prendre au sens large de prélèvements d'eau souterraine à impacts indésirables (pour des tiers comme pour les exploitants eux-mêmes) plus ou moins différés, plutôt qu'au seul déséquilibre prolongé entre prélèvements et recharge des aquifères. Elles résultent de la possibilité pratique de «tirer sur les réserves» (déstockage) de nombreux aquifères plus ou moins longtemps, mais non durablement.

Les surexploitations traduisent les contradictions entre les objectifs et intérêts individuels des exploitants, à court ou moyen terme et les objectifs collectifs de conservation de ressource... Elles

révèlent bien la difficulté de gouverner une multiplicité de préleveurs individuels, contrepartie de l'avantage de l'accessibilité directe de la ressource au grand nombre déjà soulignée...

Dans l'idéal, il conviendrait de responsabiliser collectivement la communauté des exploitants de chaque système aquifère dans sa gestion, la puissance publique conservant le contrôle de gestion accordé à la «police des eaux».

Actuellement, au plan mondial, on estime que les surexpositions d'eau souterraine renouvelable sont de l'ordre de 100 à 150 km³/an (hors le cas des «eaux fossiles» mentionné plus loin...) et sont significatives dans au moins 15 pays où elles s'élèvent de 10 à 70% des prélèvements totaux d'eau souterraine; les plus notables se situent en Inde, aux USA, en Chine, au Mexique, en Libye, en Iran...

Les **pollutions** des eaux souterraines sont beaucoup plus diversifiées car leurs origines, les processus et les polluants sont très variés. La vulnérabilité des eaux souterraines est aggravée par leur faible résilience.

Les faits polluants majeurs sont les défauts d'assainissement urbain, les accidents de transport ou industriels, les excès de fertilisants ou de pesticides de l'agriculture intensive (source de pollution la plus diffuse), la gestion défectueuse des déchets, les exploitations d'eau souterraine qui induisent des apports d'eau salée, notamment dans les aquifères littoraux.

Les pollueurs sont multiples souvent inconscients et subissent généralement peu, eux-mêmes les impacts sur les ressources qui ne sont pas pour eux des «coûts externes» encore trop peu internalisés et même insuffisamment évalués - assimilés le plus souvent aux coûts de réparation-.

Les pertes ou déclassements de ressources en eau imputables aux dégradations de qualité du fait des pollutions d'eau souterraines, sont difficilement chiffrables aux plans nationaux et encore moins globalement...

Ils sont certainement en croissance et significatifs dans beaucoup de pays.

•Autre problème plus localisé: l'exploitation minière des «**eaux fossiles**», ressources en eau souterraine non renouvelables (à bien différencier des surexploitations de ressources renouvelables), qui est par définition non durable, comme toute exploitation minière.

Cette exploitation est à présent très concentrée dans le monde : sur une extension totale estimée à 32

km³/an, 85% sont concentrés dans trois pays : Arabie Saoudite, Libye, Algérie.

L'indice de production d'eau non durable dans ces pays est ainsi particulièrement élevé: 86% en Arabie Saoudite et Libye, 29% en Algérie; il dépasse 50% dans les Emirats (EAU), en Jordanie et en Oman.

Le problème est ici de choisir une stratégie à long terme: choix entre intensité et durée de l'exploitation (comme pour toute exploitation minière), choix de relais à long terme: ressource de substitution ou réforme d'activité utilisatrice de l'eau (agriculture irriguée essentiellement).

• Enfin une question commence à être à l'ordre du jour au plan international; la gestion des **aquifères transfrontaliers**, à l'instar des fleuves frontaliers ou transfrontaliers, qui posent des problèmes plus complexes de partage des flux et d'équilibre des transferts d'influence entre pays limitrophes.

L'inventaire de ces aquifères en cours à l'initiative de l'UNESCO (Projet «ISARM»: Internationally Shared Aquifer Resources Management), ainsi que l'élaboration de règles internationales par un groupe de travail UNESCO/FAO/IAH (TARM: Transboundary Aquifer Resource Management) et par la commission des nations Unies sur les Ressources naturelles partagées, qui élabore depuis 2006 un projet d'articles sur le droit des aquifères transfrontaliers.

Pour conclure

Les eaux souterraines forment la part la plus précieuse des ressources en eau renouvelables.

Leur gestion doit être valorisante et en même temps conservatrice et protectrice, en conciliant leur utilisation pour la société et leurs fonctions environnementales (entretien des écosystèmes), mais pas seulement: elle devrait aussi devenir plus active, mettant davantage en jeu les capacités -les réserves- des aquifères.

Un regard sur l'aménagement des eaux en général perçoit en effet un paradoxe:

D'un côté on s'ingénie depuis longtemps à créer des réservoirs dont la nature offre seulement les sites, pour maîtriser et régulariser les eaux de surface: politique universelle des barrages...

De l'autre on n'utilise pas ou peu les réservoirs que la nature offre, les aquifères, dont on se contente de récolter les flux moyens.

Certes, les réservoirs aquifères ont des capacités variées, inégalement évaluables et «manoeuvrables».

Néanmoins des régimes d'exploitation plus régulatrice sont concevables et praticables. Quelques exemples démontrent cette possibilité, notamment en région méditerranéenne: en France, l'exploitation de l'aquifère du Léz pour l'alimentation en eau de Montpellier, éprouvée depuis plus de 20 ans; en Algérie, en Tunisie, en Israël...

Elle est moins sujette aux pertes par évaporation et pourrait compenser en partie les pertes de capacité des retenues à long terme.

La gestion des eaux souterraines doit, de toute façon, s'inscrire dans une gestion intégrée et unifiée des ressources en eau.

Cette gestion plus active peut être jumelée avec des opérations de recharge artificielle.

Le CSTETM visite l'unité pilote de compostage des boues des eaux usées à Zemamra

Les membres du Collège des Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques ont visité, le mardi 19 juin 2007, l'unité pilote de compostage des boues des stations d'épuration des eaux usées à Zemamra. Cette unité innovante est construite dans le cadre du projet MOROCOMP "Conception et construction d'une unité innovante de compostage pour le traitement efficace des boues et tout autre déchet organique biodégradable au Maroc" financé en partenariat par l'Union Européenne, dans le cadre du programme Life - Pays Tiers 2005 (LIFE05 TCY/MA/141) et par l'Université Chouaib Doukkali et ses deux partenaires la «National Technical University d'Athènes (Grèce)» et l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole des Doukkala.

MOROCOMP engage une grande équipe de recherche pilotée par le Professeur Omar Assobhei, membre correspondant de l'Académie. Outre la mise au point d'un système novateur de compostage aérobie des boues et autres DOB adapté aux conditions du Maroc, le projet se préoccupe, également, de la valorisation du compost produit. Cela intéresse particulièrement le périmètre irrigué des Doukkalas dont les sols souffrent d'un appauvrissement en matières organiques.



Activités de l'Académie

Session ordinaire du 18 mai 2007

Commémoration du Premier Anniversaire de l'installation de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques par Sa Majesté le Roi Mohammed VI

Le vendredi 18 mai 2007, au siège de l'Académie du Royaume du Maroc à Rabat, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a commémoré le premier anniversaire de son installation à Agadir par Sa Majesté le Roi Mohammed VI.

La cérémonie commémorative a été marquée le matin par la tenue d'une session spéciale de l'Académie et l'après midi par une Conférence publique donnée par Mme Nicole El Karoui-Schvartz, Professeur à l'Ecole polytechnique (Paris) sur le thème «Promenade aléatoire dans les marchés du risque financier».

La session spéciale a été consacrée à l'examen du programme d'action de l'Académie pour les années 2007-2009. Au cours de cette séance, le Secrétaire perpétuel de l'Académie a fait une intervention dans laquelle ont été rappelées les principales actions scientifiques proposées pour un soutien de l'Académie. Ensuite, chaque collègue scientifique a fait un exposé succinct sur les activités réalisées et les projets sélectionnés pour un appui par l'Académie pour la période 2007-2009.

Ces différents exposés ont donné lieu à un large débat entre les membres de l'Académie sur les priorités, le choix et le planning des actions proposées. La question de la transversalité entre les différentes actions proposées et l'importance de la multidisciplinarité ont été de nouveau soulevées. La coordination entre les différents collèges et notamment la cohérence dans les modalités de propositions des projets ont été mises en avant. La diffusion du savoir et la culture scientifique, notamment la question de la désaffection des jeunes pour la science ont été également débattues par les académiciens. Dans ce cadre, l'organisation de la deuxième édition «Les jeunes et la science» a été vivement recommandée, et un parrainage de collèges et lycées par l'Académie a été proposé.

L'idée de créer une cellule, chargée d'assurer le suivi de l'évolution des indicateurs scientifiques et techniques du Maroc (évolution de la DIRD, production scientifique...), a été présentée par le Secrétaire perpétuel et validée. Le principe que l'Académie procède à une réflexion sur l'impact des programmes mis en place au niveau national (par

exemple le programme de former 10000 ingénieurs par an, plan informatique, plan émergence...) a été également retenu. Enfin, au cours de différents débats, les membres ont insisté sur l'importance de développer la culture de l'évaluation en ce qui concerne les différentes activités de recherche et de formation.

La session spéciale commémorative a clos ses travaux par la lecture et l'adoption d'un message de déférence et de gratitude adressé à Sa Majesté le Roi Mohammed VI, Protecteur de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

Allocution du Secrétaire Perpétuel

**Excellences,
Mesdames et Messieurs les académiciens,
Mesdames et Messieurs,**

Nous nous rencontrons aujourd'hui au sein de cette enceinte et dans cette splendide salle, pour célébrer le premier anniversaire de l'installation solennelle de l'Académie Hassan II des sciences et techniques par Sa Majesté le Roi Mohammed VI -que Dieu le Garde.



Le 18 mai de l'année dernière, nous avons eu l'insigne honneur d'être reçu par Sa Majesté le Roi au Palais Royal d'Agadir, à l'occasion de l'installation solennelle de l'Académie et de la nomination de ses premiers membres par Sa Majesté. Nous avons vécu là un moment fort, un moment historique, marqué également par le Discours Royal dans lequel Sa Majesté le Roi a insisté sur l'importance du rôle que devront jouer nos scientifiques en général, et les membres de l'Académie Hassan II des sciences et techniques en

particulier, afin de contribuer à relever les défis et à contribuer au développement de notre pays.

Ce premier anniversaire dans la vie de notre jeune Académie, coïncide avec le deuxième anniversaire de l'Initiative nationale pour le développement humain, lancée par Sa Majesté le Roi Mohammed VI -que Dieu le Gade-. Qu'il me soit permis de nouveau de présenter en mon nom personnel, et au nom de l'ensemble des académiciens, à Sa Majesté le Roi l'expression de notre profonde reconnaissance et de notre déférente gratitude, en priant le Tout puissant de nous aider à être dignes de la confiance Royale et de Sa bienveillance.

Excellences, Mesdames, Messieurs,

Immédiatement après son installation, l'Académie a tenu sa session inaugurale, les 18 et 19 mai 2006 à Rabat, et mis en place ses différents organes directeurs prévus par la loi; cette session fut aussi l'occasion d'écouter des conférences sur des sujets scientifiques importants, comme les instabilités de la surface du globe, les biotechnologies, la nanoscience, les espoirs humanistes en sciences, les problèmes de l'eau, la biomédecine qui intéressent notre institution.

La deuxième session plénière solennelle, tenue les 21, 22 et 23 février 2007, a permis à des académiciens mais aussi à d'éminentes personnalités scientifiques venues de l'extérieur et de l'intérieur du Royaume, de présenter des conférences ou des communications scientifiques se rapportant à des thèmes d'actualité ayant des impacts certains sur le développement humain dans notre pays. Les quatre thèmes retenus ont été «modélisation et mathématiques appliquée», les «biotechnologies», «la question de l'énergie aujourd'hui et défis scientifiques et techniques» et les «changements climatiques et problèmes de l'environnement».

Excellences, Mesdames et Messieurs,

En célébrant son premier anniversaire, et en soufflant sa première bougie, l'Académie Hassan II des sciences et techniques est interpellée par les conseils et les orientations Royales traduisant la forte volonté de Sa Majesté de voir notre institution s'acquitter de sa mission et de contribuer à faire de la société marocaine une société productive, ouverte sur les sciences et les technologies de l'heure et convaincue des valeurs de dialogue entre les cultures.

Au cours de la première année de son existence, l'Académie a procédé en symbiose avec ses orientations à la mise en place d'un programme d'action en faveur de la promotion et du développement de la recherche scientifique et

technique dans notre pays, afin que la science, la recherche scientifique et le développement technologique atteignent une place majeure dans l'échelle des valeurs nationales tout en encourageant l'excellence et la qualité dans le domaine de la recherche. C'est dans ce cadre que l'Académie a défini une stratégie scientifique nationale autour des programmes prioritaires porteurs de développement humain, en relation avec les potentialités humaines disponibles et les atouts naturels susceptibles de permettre à notre pays d'accéder à des rangs avancés sur le plan international dans le domaine de la science et de ses applications.

Sur un autre plan, dans le cadre des recommandations retenues par la Charte d'éducation et de formation, l'Académie Hassan II des sciences et techniques, œuvrera au développement de la culture scientifique par l'appui aux manifestations et rencontres scientifiques et par l'édition de manuscrits spécialisés. Enfin, l'Académie va mettre en place une cellule chargée de faire le suivi de l'évolution des indicateurs principaux dans le domaine du développement scientifique et technologique dans notre pays.

Excellences, Mesdames et Messieurs,

Je remercie vivement les personnalités qui ont bien voulu répondre à notre invitation pour assister avec nous à la commémoration du premier anniversaire de l'installation de notre Académie. Dans quelques instants nous aurons le plaisir d'écouter Mme Nicole El Karoui-Schvartz, Professeur à l'Ecole polytechnique de Paris, qui va nous présenter une conférence avec pour titre «Promenade aléatoire dans les marchés financiers du risque». Je saisis cette occasion pour lui présenter mes remerciements profonds pour avoir accepté notre invitation, et contribuer à la commémoration de ce premier anniversaire.

Puisse Dieu couronner de succès nos actions afin que l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques soit une institution phare au service de la science et du savoir, et de nous aider à être dignes de la confiance de Sa Majesté le Roi Mohammed VI et de Sa bienveillance.

Mesdames et Messieurs,

Toujours dans le cadre de la célébration du premier anniversaire de l'installation de l'Académie, une session spéciale s'est tenue ce matin, consacrée à l'examen du programme d'action de l'Académie pour la période 2007-2009. Cette réunion a été couronnée par l'adoption d'un message de déférence et de gratitude adressé à Sa Majesté le Roi Mohammed VI par les membres de l'Académie.



Plan d'action 2007-2009

1- Promotion et développement de la recherche scientifique et technique

Missions	Actions
<ul style="list-style-type: none"> Proposer aux autorités concernées les voies et les moyens capables de développer l'esprit scientifique au sein de la société marocaine 	<ul style="list-style-type: none"> Semaine «les jeunes et la science» Projet de Musée d'histoire naturelle (CSTETM) Parrainage d'une école secondaire (collège) afin de développer l'esprit scientifique chez les jeunes (Académie de Kénitra) (CITIT) Organisation de journées de sensibilisation sur «le rôle des sciences Mathématiques dans le développement» (CSMI) Proposer au Ministère de l'Education Nationale un projet pilote sur :“la main à la pâte” (Lycée El Ayoubi, Salé) (CSPC)
<ul style="list-style-type: none"> Offrir aux chercheurs et scientifiques nationaux une tribune particulière d'expression et de communication 	<ul style="list-style-type: none"> Session plénière de l'Académie (2006) Session plénière de l'Académie (2007) Inviter un chercheur par mois pour présenter les travaux de recherche de son équipe (SPC)
<ul style="list-style-type: none"> Assurer une communication de haut niveau entre la communauté scientifique nationale et l'élite scientifique mondiale 	<ul style="list-style-type: none"> Rencontre avec Yves Chauvin, prix Nobel de Chimie Conférence du Pr. Nicole Al Karoui-Shvartz sur «Promenade aléatoire dans les marchés du risque financier» Rencontre avec le Vice Directeur du Centre International de Physique Théorique, ICTP, Italie (SPC) Soutenir 50 jeunes chercheurs/an pour participer aux conférences internationales (SPC)
<ul style="list-style-type: none"> Entreprendre des actions de diffusion de la science par des colloques, des manifestations scientifiques, des publications et par la création de bibliothèques scientifiques 	<ul style="list-style-type: none"> Actes des sessions de l'Académie Journal scientifique de l'Académie Bulletin d'information de l'Académie Annuaire de l'Académie Ecole CIMPA (CSMI) Symposium sur la théorie des systèmes (CSMI) Biennale internationale de l'océanographie du Maroc (CSTETM) Ouvrage scientifique pour promouvoir les sciences marines (CSTETM) Ouvrage scientifique collectif sur l'apport des statistiques d'ordre supérieur pour le traitement de l'information multimédia (CSMI) Appui à l'organisation de la Conférence Africaine de Recherche en Informatique (CARI2008) à Rabat en octobre 2008 (CSMI) The First Moroccan Days on Nanoscience and Nanotechnology (CSPC) Congrès international sur les matériaux et nanomatériaux (2009) (CSPC) Conférence internationale sur la mise en oeuvre des polymères avec la Polymer Processing Society (2011) (CSPC) Conférence internationale Africacrypt en 2008 (CSMI) Ecole d'été en Cryptographie en 2009 (CSMI) Rencontre sur les systèmes dynamiques et les systèmes complexes (CSPC)
<ul style="list-style-type: none"> Evaluer et apprécier les découvertes qui lui seraient soumises 	<ul style="list-style-type: none"> Prix des Sciences physiques et chimiques (CSPC) Prix pour les meilleures réalisations dans les Technologies de l'Information et des Télécommunications (CSMI)
<ul style="list-style-type: none"> Veiller au respect de la morale et de l'éthique dans l'application de la recherche scientifique et technique 	<ul style="list-style-type: none"> Créer une cellule au niveau des collèges concernés
<ul style="list-style-type: none"> Développer la culture et la communication scientifiques 	<ul style="list-style-type: none"> Créer une bibliothèque générale au sein de l'Académie Créer des archives de l'Académie Contribuer à la création de bibliothèques scientifiques

2 - Politique nationale de la recherche scientifique et technique

Missions	Actions
<ul style="list-style-type: none"> • Contribuer à la définition des orientations générales fondamentales du développement scientifique et technique 	<ul style="list-style-type: none"> - Contribution à la vision et à la stratégie de la recherche à l'horizon 2025
<ul style="list-style-type: none"> • Émettre des recommandations sur les priorités et sur les moyens susceptibles d'assurer la réalisation des objectifs nationaux en matière de recherche 	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination des priorités et projets de recherche proposés pour un soutien durant la période 2007-2009 - Premiers axes prioritaires : (i) Matériaux, (ii) Energies (CSPC)
<ul style="list-style-type: none"> • Contribuer à l'élaboration d'une politique des ressources humaines scientifiques de nature à attirer des éléments de valeur et, en particulier, à offrir les structures d'accueil et l'environnement intellectuel et matériel suffisants pour fixer efficacement dans le pays, les jeunes chercheurs marocains de valeur, sollicités ou employés par les laboratoires et centres de recherche étrangers 	<ul style="list-style-type: none"> - Participation au programme FINCOME - Recensement des compétences nationales par expertise et lieu géographique (CSPC), - Participation à MaScIR, (CSPC), - Participation au développement de CPM (CSPC)
<ul style="list-style-type: none"> • Suivre en permanence, au profit de la communauté nationale, les progrès de la technologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Créer une cellule de suivi des progrès de la science et la technologie - Suivi des innovations en physique et chimie

3- Financement et évaluation des programmes de recherche scientifique et technique

Missions	Actions
<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser des études, des analyses et des enquêtes sur le secteur de la recherche 	<ul style="list-style-type: none"> - Créer une cellule chargée de faire le suivi de l'évolution des indicateurs scientifiques et techniques du Maroc (évolution de la DIRD, production scientifique) - Etude sur l'état de la ressource en eau et son évolution sur les plans quantitatifs et qualitatifs (CSTETM) - Etat des lieux de la recherche en physique et en chimie au Maroc (CSPC) - Produire un rapport sur l'impact de la recherche en Physique-Chimie sur le développement du Maroc: (CSPC) - Produire un rapport sur le nucléaire (CSPC) - Evaluation du potentiel national en R&D en matière d'énergie (CITIT) - Rapport sur «comment favoriser le développement technologique du Maroc» - Etude sur l'état des lieux de la recherche sur les systèmes embarqués en général et les réseaux de capteurs sans fil en particulier (CSMI)
<ul style="list-style-type: none"> • Assurer le suivi et l'évaluation des actions des programmes de recherche soutenus par l'Académie et entreprendre toute action en vue de renforcer les laboratoires et toute autre structure de recherche existants ou à créer 	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'une Ecole marocaine de sciences économiques (CESDE) - Création d'un réseau dans le domaine de la cryptologie (CSMI) - Création d'un réseau dans le domaine de la théorie des systèmes (CSMI) - Créer à terme des réseaux d'excellence dans trois domaines (matériaux nouveaux - Films minces - énergie) (CSPC) - Contribuer à la création d'INANOTECH (CSPC) - Contribuer à créer des plates-formes technologiques (CSPC) - Constitution d'un réseau d'experts relatif à l'axe énergie (CITIT) - Projet PACT pour le Maroc (création d'un pôle d'excellence dans le domaine énergétique) (CITIT)



Missions	Actions
<ul style="list-style-type: none"> • Encourager la réalisation des programmes de recherche définis en fonction des priorités nationales, en apprécier la pertinence et la qualité scientifique et leur affecter, le cas échéant, les ressources financières appropriées 	<p>Études stratégiques et développement économique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modélisation et prospective économique - Croissance économique et développement humain - Politique sectorielle, innovation, R&D - Développement territorial - Ressources naturelles, ressources humaines - Institutions et gouvernance économique - Enjeux de la mondialisation <p>Sciences de la modélisation et de l'information :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mathématiques financières; - Cryptographie; - Théorie des systèmes; - Systèmes embarqués et enfouis
<ul style="list-style-type: none"> • Encourager la réalisation des programmes de recherche définis en fonction des priorités nationales, en apprécier la pertinence et la qualité scientifique et leur affecter, le cas échéant, les ressources financières appropriées 	<p>Sciences et techniques de l'environnement, de la terre et de la mer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'eau - L'océan et les ressources aquatiques - La géologie et les risques naturels <ul style="list-style-type: none"> • Impact des changements climatiques sur les ressources en eau et les phénomènes extrêmes • Technologie innovante pour le traitement des eaux usées pour les petites collectivités et sites touristiques ou industriels en zones côtières • Etude des lagunes marocaines (cas de la lagune de Oualidia - Sidi Moussa) • Identification, valorisation et préservation du patrimoine géologique. <p>Sciences physiques et chimiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matériaux (projet Inanotech) - Mécanique des milieux multiphasiques - Chimie - Optique-photonique - Physique théorique, physique des hautes énergies et physique nucléaire
<ul style="list-style-type: none"> • Encourager la réalisation des programmes de recherche définis en fonction des priorités nationales, en apprécier la pertinence et la qualité scientifique et leur affecter, le cas échéant, les ressources financières appropriées (suite 1) 	<p>Ingénierie, transfert et innovation technologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche sur l'énergie - Appel à projets sur les technologies de l'eau et sur la valorisation des ressources naturelles <p>Sciences et techniques du vivant: (Biotechnologies et santé-Recherche agricole):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche sur la tuberculose • Recherche sur les maladies cardiovasculaires • Recherche sur les polyarthrites (Cohorte Espoir Maroc) • Recherche sur l'Arganier • Préservation du chêne liège

4- Intégration de la recherche scientifique et technique dans l'environnement socio-économique national et international

Missions	Actions
<ul style="list-style-type: none"> • Proposer aux autorités compétentes les modalités de coopération dans le domaine de la recherche scientifique et technique pour participer à des programmes de recherche régionaux ou internationaux et donner son avis sur le suivi des activités des structures nationales de recherche qui sont associées à ces programmes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Développer la présence de l'Académie au sein de certains organismes internationaux comme l'IAP (Inter Academy Panel), l'ICSU (International Council for Sciences) - Projet de coopération avec le Muséum d'Histoire Naturelle de Paris (CSTETM) - Intégration de l'espace de recherche européen à travers le soutien au programme de coopération 3+3 lancé par l'INRIA pour la préparation de réseaux pour le montage de projets européens ou euro méditerranéens de recherche (CSMI) - Projet de coopération avec l'ICTP (CSPC) - Développer un partenariat avec l'OST (France) - Coopération avec le CSIC espagnol
<ul style="list-style-type: none"> • Contribuer à l'instauration d'une concertation permanente entre le monde de la recherche et de l'innovation technologique et celui des activités économiques et sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cours pour les praticiens des finances (CSMI) - Développement des relations avec le monde industriel (CSMI, CSPC) - Incitation à la mise en place de laboratoires de recherche coopératifs communs avec les industriels (CSMI) - Promotion d'une technologie innovante pour le traitement des eaux usées pour les petites collectivités et sites touristiques ou industriels en zone côtière (CSTETM) - Ecole d'automne sur les réseaux de capteurs sans fil (CSMI)

Collèges (abréviations):

- CSPC : Collège Sciences Physique et Chimiques
- CSTV : Collège Sciences et Techniques du Vivant
- CSMI : Collège Sciences de la Modélisation et de l'Information
- CESDE : Collège Etudes Stratégique et Développement Economique
- CITIT : Collège Ingénierie Transfert et Innovation Technologique
- CSTETM : Collège Sciences et Techniques de l'Environnement de la Terre et de la Mer



L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, membre de l'IAP

L'Inter Academy Panel a porté à la connaissance de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques que son comité exécutif, réuni récemment à Canberra, avait entériné son adhésion à partir de 2007. A ce titre l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques représentera le Maroc au sein de cette institution.

Cette décision fait suite à la démarche effectuée par l'Académie, lors de la réunion de l'assemblée générale de l'IAP, tenue à Alexandrie (Egypte), les 4 et 5 décembre 2006.

Créé en 1993, l'IAP compte 98 académies, principalement des académies des sciences et techniques. L'IAP est un forum de réflexion sur les problèmes scientifiques d'actualité, et une force de proposition auprès des institutions internationales.

Nomination du Chancelier de l'Académie

Lors du Conseil d'Académie tenu le 11 septembre 2007, Monsieur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, a informé les membres de ce Conseil de la nomination du Professeur Mostapha BOUSMINA, par Sa Majesté Le Roi Mohammed VI, Protecteur de l'Académie, au poste de Chancelier.



A cette occasion, il a adressé ses plus sincères félicitations à Monsieur Bousmina et a rappelé l'aide qu'il a apportée à l'Académie depuis sa nomination par Sa Majesté Le Roi, membre de la Commission de Fondation de l'Académie, le 18 novembre 2004; enfin il a formé des vœux pour le succès de Monsieur Bousmina dans ses nouvelles fonctions.

De son côté, Monsieur Bousmina a réaffirmé l'expression de sa profonde gratitude à Sa Majesté Le Roi, et ses vifs remerciements pour cet honneur. Il a également remercié le Secrétaire Perpétuel et a assuré le conseil qu'il mettrait toute son énergie pour contribuer à atteindre les objectifs assignés à l'Académie par Sa Majesté Le Roi.

Mostapha Bousmina a fait ses études d'ingénieur et puis de docteur et de stagiaire post-doctorant en France, aux- États-Unis et aussi au Canada, où il a commencé sa carrière comme enseignant à l'École Polytechnique de Montréal. Il a par la suite rejoint l'Université Laval au Québec où il est actuellement professeur en génie chimique et détient la Chaire Sénior de Recherche du Canada sur la Physique des Polymères et les Nanomatériaux. Éminent chercheur avec une production scientifique prolifique, le Pr. Bousmina a reçu de nombreux prix et distinctions : Prix d'Innovation en Recherche délivré en 1998, Prix International Morand-Lambla Award en 2003, Canada-top-20 explorer Award en 2002, Prix Louis Pasteur en 1993 et la prestigieuse bourse Steacie obtenue en 2004 et qui est considérée comme l'une des plus hautes distinctions en science et génie au Canada.

Le Professeur Bousmina est actuellement Editeur du Journal of Polymer Engineering pour les Amériques, Vice président de la Société Canadienne de Rhéologie, Conseiller officiel du Gouvernement canadien en matière de recherche industrielle, membre de Canada Team for Aerospace, Conseiller auprès de la NASA, Conseiller auprès de Total International, BASF et IPL, Inc, Directeur de la Société des Ingénieurs de la Plasturgie, membre de l'exécutif international du Polymer Processing Society, Examineur officiel de l'Ordre des Ingénieurs du Québec. Il était aussi Président de la Société Québécoise des Polymères (SQP), Président du comité d'évaluation en génie chimique et mines et métallurgie du Conseil National de Recherche du Canada.

Au sein de l'Académie le Pr. Bousmina est Directeur du Collège Sciences Physiques et Chimiques et membre du Conseil. Il est membre d'honneur de la Fondation Mohammed V pour la Solidarité.

Fonctions du Chancelier

Le Dahir portant loi n° 1-93-364 du 19 rebia II 1414 (6 octobre 1993) instituant une Académie Hassan II des sciences et techniques dispose dans son article 8 que:

- Le chancelier est nommé par Sa Majesté le Roi.
- Le chancelier assiste le secrétaire perpétuel dans ses tâches notamment dans les relations avec les membres associés et les membres correspondants, et le supplée en cas d'absence ou d'empêchement.

Ont rejoint l'Académie . . .

M hamed El Morabit

Titulaire d'un doctorat d'Etat de l'INSA de Lyon en génie des matériaux (1995), M. EL MORABIT a préparé, auparavant, une thèse de doctorat de spécialité en chimie appliquée à l'Université Lyon-I (1983).



Après un passage dans l'industrie, il a intégré l'Université comme enseignant-chercheur de chimie à la Faculté des Sciences de Meknès (1984).

Sur le plan de la recherche, M. El Morabit a traité, au cours des formations doctorales, les problèmes du déliantage dans des matrices céramiques monolithiques et les matériaux composites à matrice métallique, appliqué à la fabrication de batteries d'accumulateurs au plomb. A l'Université, M. El Morabit a continué ses travaux de recherche dans les domaines des matériaux et s'est intéressé aux problèmes de dépollution des eaux usées, au traitement des déchets solides et au développement du secteur de l'artisanat (céramique traditionnelle). Ses travaux ont fait l'objet de plusieurs thèses, de publications et de brevets d'invention déposés au Maroc ou en Europe.

Sur le plan associatif, M. El Morabit a participé à la fondation de plusieurs associations dont Errahma (1980, Lyon-France), Al Biia Wattania (1996, Al Hoceima), Amicale (des Enseignants de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines (Meknès, 1988), Aride (1984, Rabat), Forum 21 pour l'Environnement et le Développement Durable (Rabat, 2005), Fondation pour la culture, les arts et métiers populaires (Rabat, 2008).

M. El Morabit a eu le privilège de participer au Gouvernement de Sa Majesté Le Roi (2002-2004) comme Secrétaire d'Etat Chargé de l'Environnement.

Salah M. Aouad

Depuis son installation au Canada en 1993, Mr Aouad a œuvré dans le domaine de la recherche scientifique; d'abord dans le milieu académique où il a acquis une expérience multidisciplinaire en sciences de la vie (biochimie, biologie moléculaire & cellulaire et immunologie sanctionnée par un Doctorat (Ph.D.); puis dans l'industrie pharmaceutique où il a servi en tant que chercheur scientifique dans une firme biotechnologique canadienne qui s'intéresse aux médicaments contre le cancer. Lors de ce parcours Mr Aouad a réussi à publier ses travaux



dans des journaux scientifiques renommés, à mobiliser des financements de projets scientifiques et assister à des conférences internationales. Durant les quatre dernières années il a aussi contribué activement à la découverte d'un nouveau candidat thérapeutique contre le cancer et la soumission de deux autres à la Food and Drug Administration (FDA, l'administration américaine de certification des aliments et des médicaments).

Abdelkader Yachou

Abdelkader Yachou a plus d'une quinzaine d'années d'expérience à l'international, dans l'industrie des sciences de la vie, incluant la recherche scientifique et la gestion de projets de recherche et développement multidisciplinaires et multicentriques, en partenariat public-privé. Détenteur d'un doctorat en biologie moléculaire de l'Université Paris 7 (France), d'un doctorat d'état en immunologie moléculaire de l'Université Hassan II - Mohammedia, Casablanca, et d'une maîtrise en administration des affaires (MBA) de l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales (HEC) de Montréal, Canada.



Il a travaillé en recherche et en enseignement, à la faculté de Médecine Xavier-Bichat, Paris (France), à l'Institut de Recherches Cliniques de Montréal (Québec, Canada) et à l'Institut de Recherche en Biotechnologie, Montréal. Il a à son actif de nombreuses publications dans des journaux scientifiques internationaux avec comité de lecture. Il était responsable de la gestion du portefeuille de l'ensemble des brevets du CR-CHUM. Plus récemment, à titre de directeur adjoint à l'Université de Montréal, il a été responsable de la gestion d'un projet à grande échelle qui implique un réseau d'équipes de chercheurs multidisciplinaires et complémentaires appartenant à de multiples organisations incluant des partenaires académiques (universités, hôpitaux et centres de recherche) et industriels (sociétés multinationales de biotechnologie) qui sont répartis entre diverses provinces du Canada et des États-Unis. Il est aussi co fondateur de la compagnie française de biotechnologie NOKAD, résultat de la valorisation d'une nouvelle technologie permettant l'obtention plus rapide d'animaux KO ("Knock Out").

En 1997, Dr. Yachou a co fondé BioAlliance Canada-Maroc dont il est devenu président entre 2004 et 2007. Cette association œuvre pour la facilitation de l'établissement de partenariats entre le Maroc et le Canada dans le secteur des sciences de la vie et de la biotechnologie.

Dr. Yachou a rejoint l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques en septembre 2007 et s'occupe notamment de la gestion des projets de recherche supportés par l'Académie.

Agenda

Session plénière (Rabat 20-22 février 2008)

Mercredi 20 Février 2008

- Allocution d'ouverture du Secrétaire Perpétuel
- Célébration de l'Année Internationale de la Planète Terre
- Conférence inaugurale du Professeur Hubert Reeves «L'Avenir de la Vie sur Terre»
- La cartographie géologique au Maroc
 - La cartographie géologique au Maroc et développement durable
Pr. A. El Hassani
 - Les dinosaures et la crise environnementale de la fin du Crétacé
Pr. Ph. Taquet
 - Les météorites au Maroc, une richesse scientifique et un patrimoine à préserver
Pr. Hasnaa Chennaoui,
- Les eaux souterraines
 - The role of science and technology in the water sector illustrated by Danish approach
Dr. Torkil JONCH-CLAUSEN
 - The groundwater development silent revolution: pros and cons.
Pr. R. Llamas
 - Examples of advances in Hydrologic Modeling of Flow, Transport & Ground-water/surface-water interactions
Dr R.T. Hanson
- Océanographie
 - Océan et zones côtières: le défi d'une politique intégrée
Pr. M.D.S. Vasconcelos
 - Devenir du patrimoine halieutique national
Pr. A. Berraho

Jeudi 21 Février 2008

- Année Internationale de la Planète Terre (suite)
 - Présentation de l'Année Internationale de la Planète Terre
Pr. J. Dercourt
 - Gestion du patrimoine géologique
Pr. P. De Wever
 - Biotechnology, biodiversity, biosecurity safety and biodiplomatie
Pr. E.H. Zakri
- Réflexions sur la recherche scientifique
 - Evaluation of Moroccan research using a bibliometric based approach
M. Hamid Bouabid
 - Présentation des résultats de l'étude «ESTIME»
MM. Luigi Rossi et R. Waast

- Expérience du Comité National d'évaluation de la recherche scientifique en France
Pr. J. Dercourt
- Technology, Foresight, Evaluation of Research and the choice of Development strategy : Report from a French-Swedish meeting
Pr. Erik Sandewall
- Conquering tropical agriculture knowledge in Brazil
Dr. Silvio Crestana
- Communications scientifiques
 - Get set for the knowledge economy
Pr. John O'Reilly
 - Les risques attachés aux actions dans la tourmente boursière pour une approche conditionnelle du risque bêta
Pr. Nicolas Mounni
 - Le rôle des croyances dans le processus du développement économique
Pr. Nouredine El Aoufi
 - Champs locaux et plasticité cristalline
Pr. André Zaoui
 - Conversion catalytique du méthane sur des matériaux phosphatés et développement durable
Pr. Mahfoud Ziyad
 - Conservation in situ de la biodiversité agricole à travers le soutien de sa gestion à la ferme dans les agroécosystèmes marocains
Pr. Mohammed Sadiki
 - Classification, analyse discriminante et réseaux de neurones artificiels: application en reconnaissance de forme
Pr. Nadia Ghazzali
 - Optimisation de la disponibilité des systèmes: aspects fondamentaux et considérations pratiques
Pr. Daoud Ait Kadi,
 - Estimation de mouvement robuste et de faible complexité dans les séquences vidéo
Melle Fadwa Essannouni,
 - Valorisation du phosphogypse dans l'élaboration d'un ciment sulfoaluminat; aspects physio-chimique et environnemental
Mr. Abdeljebbar Diouri

Vendredi 22 février 2008

- Rapport d'activité présenté par le Secrétaire Perpétuel
- Appels d'offres 2008
- Réunion des collègues
- Clôture de la session

Symposium International sur les Biotechnologies

Avec le concours de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, l'Université Mohammed V Souissi organisera, en collaboration avec le collègue «Sciences et Techniques du Vivant», en mars 2008, un symposium international «Medical Biotechnology: Potential and Prospects for Morocco».

9^{ème} Conférence Africaine de Recherche en Informatique CARI 2008

Soutenue par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, cette conférence sera organisée à Rabat du 27 au 30 octobre, 2008.

Site web : <http://www.cari-info.org/>

Projets de recherche soutenus par l'Académie

Conception et construction d'une station pilote innovante pour le traitement des eaux usées des petites agglomérations et complexes touristiques en zones côtières (RALBI)

Responsable: Omar Assobhei

Domiciliation: Université Chouaib Doukkali, El Jadida

Collège: Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer

Durée: 3 années

Le manque d'infrastructures d'épuration des eaux usées au Maroc est indéniable. Sur les 600 Mm³ d'eaux usées produites à l'échelle nationale en 2005, seulement 7,5% sont traitées par 72 unités de traitement, le reste est rejeté à l'état brut dont près de 60% en mer. Afin de palier aux impacts négatifs de ces rejets sur son développement socio-économique, le Maroc est appelé à accélérer le rythme d'installation d'ouvrages de dépollution. Cependant, le coût élevé des expertises et des équipements pour la construction de ces ouvrages dépassent de loin les capacités financières des collectivités locales et du secteur industriel.

Le bilan des expériences pilotes en matière de traitement des eaux usées au Maroc a montré l'échec de plus de 50% des projets de traitement suite à l'inadaptation des procédés utilisés au contexte climatique et socio-économique marocain et au manque d'expertise nationale dans ce domaine.

Dans ce contexte, le projet RALBI a pour objectif de contribuer à surmonter une partie de ces contraintes par la mise en œuvre d'une approche biotechnologique originale. Il vise, entre autres, à :

- conforter et soutenir les efforts de dépollution au Maroc et promouvoir la recherche scientifique dans le domaine des biotechnologies de l'environnement;
- réduire les nuisances générées à l'environnement par les rejets des eaux usées brutes, en particulier sur les ressources en eau et les écosystèmes marins côtiers et assurer ainsi un développement industriel et urbain qui répond aux standards du développement durable en matière de protection de l'environnement;
- construire une station pilote de démonstration pour le traitement des eaux usées en utilisant un procédé biotechnologique et l'éprouver à l'échelle semi industrielle.

La technologie RALBI consiste à mettre en place en série, un réacteur anaérobie pour le prétraitement des eaux usées et un autre réacteur anaérobie comprenant un lit bactérien fixé et immergé. Les deux réacteurs sont alimentés par un flux ascendant.

Le consortium bactérien dénitrifiant mis en œuvre dans le procédé RALBI est sélectionné pour son haut pouvoir catabolique des matières organiques biodégradables. La technologie RALBI a montré -à l'échelle du laboratoire- une grande efficacité de traitement des eaux usées, de réduction des boues, d'élimination des mauvaises odeurs et des temps de séjour conduisant ainsi à une faible occupation de sol et une baisse de coût de l'ouvrage. Les activités programmées dans le cadre de ce projet incluent:

- Evaluation de la situation existante relative au traitement des eaux usées au Maroc et préparation des aspects administratifs et législatifs nécessaires à la construction de la STEP.
- Expérimentation du réacteur RALBI en opération unitaire en mode continue.
- Optimisation des étapes de prétraitement et du traitement tertiaire; dimensionnement et conception de l'unité pilote.
- Installation, équipement, mise en route et optimisation du fonctionnement de l'unité pilote.

Démonstration; formation et information.

La mise en place de l'unité pilote RALBI au sein de l'Université Chouaib Doukkali d'El Jadida permettra de traiter, entre autres, les rejets du campus universitaire. Les eaux traitées serviront pour arroser les jardins et pelouses de l'Université. Le projet RALBI, servira également de plateforme de démonstration, de formation par la recherche et d'expérimentation de nouveaux procédés de traitement des eaux usées.

La technologie RALBI présente un potentiel élevé de reproduction et de transférabilité. Ses résultats seront très utiles pour le développement d'unités de traitement au niveau local et national en fournissant tous le savoir-faire et la technologie nécessaires. Il contribuera à la protection et la diversification des ressources en eau ainsi qu'à la protection de la santé publique. L'exécution de ce projet pourra être adoptée comme modèle pour le traitement des eaux usées au Maroc et ailleurs.

Réseaux de Capteurs Sans Fil: Optimisation des performances et maîtrise de la technologie

Responsable: Driss Aboutajdine

Domiciliation: Université Mohammed V - Agdal, Rabat

Collège: Sciences de la Modélisation et de l'Information

Durée: 3 années

Le développement des réseaux de capteurs sans fils constitue une prochaine étape dans l'évolution des technologies de l'information. Il s'agit d'un réseau de capteurs intelligents dotés des fonctionnalités de calcul, de traitement et de communications mais

fonctionnant de façon ad-hoc sans infrastructure particulière. Ils peuvent être amenés à fonctionner dans des milieux hostiles ou difficiles d'accès. Ils doivent disposer d'une grande autonomie d'énergie, s'autogérer, et rester opérationnels même après des défaillances ponctuelles de nœuds.

Ils trouvent des applications dans différents domaines comme la sécurité, la santé, l'environnement, la sécurité alimentaire, la fabrication, les télécommunications, la robotique, la domotique, l'aide aux handicapés, la gestion des ressources rares comme l'eau, ...

L'objectif de ce projet et de développer une solution innovante, à forte efficacité énergétique et à faible coût de revient. Il s'agit de:

- Contribuer à apporter des solutions à des problématiques de recherche que nous avons identifiées et qui concernent les aspects routage efficace des réseaux de capteurs, introduction de la technique de réception MIMO coopérative, amélioration des techniques de modulation, introduction de la technologie ultralarge bande et élargissement à l'utilisation des capteurs multimédia;
- Maîtriser cette nouvelle technologie et assurer son déploiement sur des applications particulières intéressant l'économie de notre pays.

Plusieurs retombées sont attendues à travers des développements nouveaux en termes de résultats de recherche mais aussi le déploiement d'applications potentielles.

Caractérisation génétique et régénération assistée de l'arganier pour le reboisement et la domestication

Responsable: Fouzia Bani-Aameur

Domiciliation: Université Ibn Zohr, Agadir

Collège: Sciences et Techniques du Vivant

Durée: 4 années

La Faculté des Sciences de l'Université Ibn Zohr à Agadir a postulé pour un appui financier pour une période de quatre années (Sep. 2007-Aug. 2009) dans le but de contribuer à l'amélioration de la régénération et la connaissance génétique de l'arganier, en vue de préserver et étendre la forêt et améliorer les usages multiples de cette espèce.

L'arganier est un arbre forestier endémique naturel de la région sud-ouest du Maroc. Sa longévité et sa résistance à l'aridité sont remarquables, faisant de lui une barrière naturelle contre la désertification. En plus d'être classé Réserve de Biosphère (UNESCO, 1998), la valeur économique de cet arbre est en augmentation en raison des usages multiples de son huile (diététique, cosmétique et médicinal). De plus, cet arbre joue un rôle significatif dans le

développement des femmes rurales et l'amélioration de leurs standards de vie.

En dépit de ce potentiel socioéconomique, l'arganier demeure une espèce menacée d'extinction en raison de la dégradation de son biotope résultant de l'urbanisation croissante, la croissance démographique et l'expansion agro-pastorale. La récolte irrationnelle et abusive ainsi que les intérêts économiques augmentent la pression sur cet arbre et accélèrent le déclin de l'écosystème.

Les récentes recherches ont enrichi la connaissance de l'arganier et attisé l'intérêt des consommateurs; ce qui a induit des efforts pour sa protection et sa régénération. Toutefois, ces efforts n'ont pas pu stabiliser les écosystèmes existants et reboiser des zones perdues au profit de l'activité humaine.

Il est alors impératif d'intensifier ces efforts pour réaliser la régénération de cette espèce et améliorer sa capacité de production. Ceci nous permettra de bénéficier aussi bien de sa résistance à la sécheresse que de ses effets environnementaux et socio-économiques.

Les chercheurs impliqués dans ce projet conduiront une étude sur quatre années, en collaboration avec des institutions marocaines de recherche (Université Mohammed V, INRA et CRRF), dans le but d'établir un programme d'amélioration génétique pour la sélection d'arbres d'élite qui serviront pour la régénération des forêts d'arganier et améliorer l'usage multiple de cet arbre.

Systèmes territoriaux et articulation du local et du régional

Responsable: Mohammed Berriane

Domiciliation: Université Mohammed V - Agdal, Rabat

Collège: Etudes Stratégiques et Développement Economique

Durée: 2 années

S'insérant dans le thème des dynamiques territoriales retenu par le collège, le projet de recherche présenté ici a identifié une problématique qui tourne autour de la compréhension des logiques de fonctionnement des espaces régionaux. L'équipe souhaite contribuer à son niveau à l'effort de compréhension de l'organisation spatiale et de ses implications dans les domaines du développement, de l'aménagement et de la gestion aux niveaux local et régional. Le projet s'articule autour de trois thématiques (les difficultés de mise en adéquation des différents cadres territoriaux aussi bien les unités environnementales que les unités socio-spatiales; l'étude des stratégies des acteurs et l'identification de leurs logiques, ou stratégies d'action; la gestion et la gouvernance de certains espaces particuliers pris comme exemples) qui constituent sa problématique générale.

Il se compose de 4 axes de recherche pris en charge de façon complémentaire par des sous-équipes domiciliées dans différentes universités et que coordonne l'équipe de Rabat. Mais bien que gérés par 4 équipes différentes, les 4 sous axes participent d'une même réflexion collective.

Ainsi on s'interrogera tout d'abord sur le bilan économique et territorial de la Région institutionnelle qui fonctionne depuis un certain nombre d'années avec à la fois un soucis de description des différences territoriales dans l'action économique de la région mais aussi un soucis d'explication pour ouvrir des pistes permettant de mieux appréhender atouts et contraintes dans le sens d'une plus forte implication du conseil régional dans le développement. (*Equipe INAU - Rabat*)

On tentera ensuite un essai de spatialisation des modes de conservation des eaux et des sols au Maroc dans les régions de conditions difficiles, avec comme but principal de présenter aux aménageurs, souvent réticents à recommander l'utilisation de ces modes de gestion dit traditionnels, une palette de procédés adaptés aux conditions naturelles locales. (*Equipe Chaire UNESCO Environnement et développement durable-Université Mohammed V - Agdal*)

On définira également une approche territoriale pour la mise en tourisme des espaces ruraux, tout en la testant à travers différents territoires. (*Equipe d'Etude et de Recherche sur la Région et la Régionalisation - Université Mohammed V - Agdal*)

On s'intéressera, enfin, aux problèmes environnementaux posés dans les périphéries urbaines à travers le cas de la périphérie nord de Fès. (*Equipe du LAGEA – Université de Fès*)

Nano matériaux composites à base d'argile et Synthèse de nano- structures

Responsable: Mostapha Bousmina

Domiciliation: Université Mohammed V- Souissi, Rabat

Collège: Sciences Physiques et Chimiques

Durée: 4 années

Le premier volet du projet vise à valoriser l'argile du Maroc qui est pour l'instant exploitée par des compagnies étrangères qui la modifie chimiquement pour la revendre à des prix élevés comme charge pour les nanocomposites polymères (NCP). L'argile se présente sous forme d'agglomérats millimétriques-micrométriques de lamelles structurées en sandwich (structure de type "milles feuilles". La désagrégation de ces particules en entités nanométriques est obtenue en deux étapes: **i**) intercalation et **ii**) exfoliation. La première étape consiste à augmenter l'espace interfoliaire à des distances de l'ordre de 3 à 6 nm. L'exfoliation consiste à disperser les lamelles unitaires au sein de la matrice polymère et elle est généralement obtenue soit par polymérisation *in situ* soit par

cisaillement dans le polymère à l'état fondu par des procédés de mise en œuvre, telle que l'extrusion. Grâce à leur facteur de forme très élevé (>100), des fractions volumiques de nanoparticules d'argile aussi basses que 2-6% suffisent pour engendrer un réseau de lamelles percolant conférant au NCP des propriétés finales élevées (propriétés barrières, résistance à la chaleur, stabilité dimensionnelle, résistance aux UV et propriétés mécaniques améliorées), sans altérer grandement la densité et la transparence de la matrice polymère.

L'objectif est de modifier l'argile par de nouvelles molécules à faible coût permettant une meilleure dispersion dans des polymères aussi bien hydrophiles qu'hydrophobes. L'argile ainsi modifiée sera utilisée pour fabriquer des NCP fonctionnels. Ces NCP seront par la suite caractérisées en termes de morphologie, de conductivité protonique, de propriétés barrières, thermiques et mécaniques. Le projet inclut également une grande partie de modélisation aussi bien de la structure que des propriétés en relation avec la morphologie.

Le deuxième volet du projet consiste à synthétiser des nanoparticules fonctionnelles comme les oxydes métalliques et les nanotubes de carbone, de silice et d'autres métaux par une méthode inédite de croissance sur tamis moléculaires pour des applications comme les cellules photovoltaïques et piles à combustibles, prothèses, dents, et pour la séquestration du CO₂ et sa modification en carburant et pour le piégeage de l'hydrogène.

Retombées Scientifiques du projet: **i**) formation de 12 Docteurs boursiers, 50 MSc, 4 Post-doc pris en charge, ingénieurs et techniciens. **ii**) rédaction de plusieurs articles à publier dans les meilleurs journaux internationaux, **iii**) dépôt de brevets internationaux, **iv**) organisation de deux congrès internationaux.

Retombées industrielles du projet: Deux compagnies peuvent être rapidement créées: **i**) Compagnie de commercialisation de l'argile marocaine modifiée et PNC et **ii**) compagnie spécialisée dans la fabrication des nanoparticules: oxydes métalliques, nanotubes de carbone et nanotubes de métaux ainsi que les boîtes quantiques.

Economie de la propriété intellectuelle au Maroc et comparaison aux autres pays émergents

Responsable: Ahmed Driouchi

Domiciliation: Université Al Akhawayn, Ifrane

Collège: Etudes Stratégiques et Développement Economique

Durée: 3 années

Ceci est une contribution étalée sur trois années, et est destinée à l'analyse économique des déterminants, des effets et des manques à gagner

liés à la protection de la propriété intellectuelle au Maroc. Il constitue une contribution à la réponse aux nouveaux défis entourant les débats théoriques et pratiques sur les systèmes de protection intellectuelle. En effet, les questions de la propriété intellectuelle sont de plus en plus importantes et nécessitent des efforts continus d'investigation et de recherches notamment en sciences économiques et ses applications. Une telle préoccupation de recherche est de plus nécessaire compte tenu des engagements du Maroc et des dynamiques sectorielles, globales et locales déjà entreprises.

La promotion de nouveaux secteurs prometteurs ainsi que les différentes réformes du commerce extérieur et des engagements bilatéraux et multilatéraux du Maroc ne cessent de montrer l'importance des effets de la propriété intellectuelle. Les transformations en cours dans les secteurs agro-alimentaires, les changements technologiques aux niveaux des biotechnologies, de la pharmacie et des technologies de l'information et des médias, montrent au quotidien, les exigences en termes de propriété intellectuelle. Les domaines de la production intellectuelle dont les dimensions culturelles, imposent aussi à ce que des investigations plus fines soient entreprises au niveau des différentes dimensions de la propriété intellectuelle.

Les mécanismes de protection de la propriété intellectuelle imposent finalement des effets en amont sur la recherche et développement mais aussi en aval sur la valorisation des résultats de recherche. La création d'entreprises devient aussi tributaire de tels mécanismes.

Ainsi la détermination des coûts et des avantages ainsi que des périodes optima de protection en plus des analyses économiques des différents systèmes de protection compte tenu des avancées technologiques en cours devient incontournable. Les comparaisons avec le reste du monde, surtout avec les économies émergentes, sont de nature à relativiser les résultats obtenus pour le Maroc.

Epidémiologie prospective de l'accident vasculaire cérébral ischémique: rôle des affections cardiaques, des facteurs nutritionnels, biologiques et génétiques

Responsable: El Alaoui Faris My El Mostafa

Domiciliation: Université Mohammed V - Souissi, Rabat

Collège: Sciences et Techniques du Vivant

Durée: 4 années

Les accidents vasculaires cérébraux ischémiques (AVCI), sont actuellement un véritable problème de santé publique dans le monde. Selon l'organisation mondiale de la santé (2000), l'AVCI est la troisième cause de mortalité, la deuxième cause de démence après la maladie d'Alzheimer et la première cause

de handicap de l'adulte, ceci, non seulement dans les pays industrialisés mais aussi dans les pays en voie de développement.

Les études épidémiologiques menées récemment dans les pays émergents ou en voie de développement: en Inde (Das et al., 2007), au Chili (Lavados et al., 2005), en Afrique du Sud (The SASPI Project Team, 2004), ont montré la haute prévalence des AVCI dans ces pays qui est au moins égale à celle retrouvée dans les pays développés, cependant la mortalité par AVCI est largement supérieure.

Pour des experts de l'OMS en matière de maladies cérébro-vasculaires - Sudlow et Warlow (1996), Feigin (2007), Connor et al, (2007) - il faudrait s'attendre dans les prochaines années à une véritable épidémie d'AVCI dans les pays émergents ou en voie de développement.

Notre travail d'épidémiologie prospective, qui concernera un échantillon de 50000 personnes, permettra une connaissance précise de la prévalence et de l'incidence des AVCI dans notre pays, du taux de mortalité par AVCI et de la sévérité du handicap moteur (hémiplégie) et intellectuel (aphasie et démence) engendrés par cette maladie.

Les études clinique et paraclinique (scanner cérébral, échodoppler des vaisseaux du cou et échographie cardiaque) permettront de connaître la fréquence des différents types physiopathologiques d'AVCI (lacunaires, athéroscléreux, emboliques,...), la nature des cardiopathies responsables d'AVCI.

L'analyse du rôle des facteurs de risque vasculaire (HTA, diabète, tabac ...), du régime alimentaire et nutritionnel, des anomalies lipidiques et génétiques permettra d'évaluer l'implication de ces différents facteurs dans la genèse des maladies cérébro-vasculaires.

Etude de l'efficacité de la consommation de l'huile d'argan sur le profil lipidique et les statuts anti-oxydant et hormonal et détermination de l'effet hydratant de la peau chez les femmes ménopausées

Responsable: Zoubida Charrouf

Domiciliation: Université Mohammed V - Agdal, Rabat

Collège: Sciences et Techniques du Vivant

Durée: 2 années

Le projet ARFEM s'inscrit dans le Projet / Arganier : Valeur nutritive, médicale et cosmétique. L'objectif d' ARFEM est d'apporter la démonstration d'un réel bénéfice pour la santé et le bien être de la consommation régulière de l'huile d'argan chez les femmes ménopausées. Les actions envisagées par les porteurs du projet visent la mise en valeur de l'huile d'argan en tant qu'alicament et produit cosmétique. Le projet ARFEM consiste en la

réalisation d'une étude d'efficacité de la consommation de l'huile d'argan sur les statuts lipidique, antioxydant et hormonal et de déterminer l'effet hydratant de la peau chez une population de femmes ménopausées. L'ensemble de ces travaux de recherches sera conduit par une équipe pluridisciplinaire ayant préalablement travaillé sur la valorisation de l'huile d'argan et ses dérivés.

Etude génomique et immunologique de la tuberculose dans la population marocaine (2007-2011)

Responsable: Rajae El Aouad
Domiciliation: Institut National d'Hygiène, Rabat
Collège: Sciences et Techniques du Vivant
Durée: 4 années

La tuberculose est un problème de santé mondiale et le Maroc ne fait pas exception. La tuberculose est une maladie multifactorielle résultant d'une interaction complexe hôte / pathogène impliquant des paramètres génétiques et immunologiques. La base génétique de la susceptibilité à la tuberculose se traduit phénotypiquement par l'incapacité de l'hôte à développer une réaction immunitaire assez forte pour le protéger contre l'infection. Aussi, les études génomiques ont montré la capacité de *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb) à élaborer un ensemble de mécanismes moléculaires pour échapper à la surveillance immunitaire. Du point de vue immunologique, le rôle des lymphocytes T dans le mécanisme de contrôle de l'infection par la tuberculose est maintenant bien établi à la fois dans les modèles animaux et chez l'homme. Néanmoins, le système immunitaire peut, paradoxalement, contribuer à l'infection par le biais de la modulation de la réponse bactéricide Th1 à travers certaines sous populations T suppressives.

Dans le cadre de l'appui à la recherche, l'Académie Hassan II des sciences et des techniques, le Collège Sciences et Techniques du Vivant, a accordé à l'Institut National d'Hygiène une subvention sur quatre ans pour soutenir les travaux d'un projet relatif à un problème majeur de santé publique au Maroc, la tuberculose (TB). Son objectif est d'améliorer le diagnostic de la tuberculose et d'aider à l'identification de cibles thérapeutiques contre *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb) spécifiques d'antibiotiques, ou de vaccins à travers un ensemble d'études génétiques et immunologiques.

Au cours des quatre prochaines années, cinq études parallèles incluant de grandes cohortes de patients atteints de tuberculose et de personnes en bonne santé seront menées :

- Étude de la modulation des profils d'expression génique de cellules mononucléées du sang

périphérique (PBMCs) de patients atteints de tuberculose en utilisant des méthodes de profils d'expression génique (puces à ADN/DNA chip technology).

- Étude du polymorphisme de la région chromosomique 8q12.1 des patients atteints de tuberculose en utilisant le «single nucléotide polymorphism» (SNPs).

- Analyse de la modulation du génome Mtb dans le contexte de l'infection par la tuberculose.

- Suivi de l'expression différentielle des gènes de Mtb lors de l'infection en utilisant les macrophages isolés de sites d'infection chez le patient.

- Caractérisation de la réponse immunitaire des patients atteints de tuberculose à travers l'étude des marqueurs de surface et l'analyse du profil de sécrétion de cytokines.

Réseau Théorie des Systèmes: réseau de recherche fondamentale sur les systèmes, leur modélisation, analyse et contrôle

Responsable: Abdelhaq El Jai
 Partenaire au Maroc : Larbi Affi
Domiciliation: Université Hassan II - Ain Chock, Casablanca
Collège: Collège des Sciences de la Modélisation et de l'Information
Durée: 3 années

Approuvé en juin 2007, ce projet de réseau de recherche fondamentale sur la modélisation, l'analyse et le contrôle des systèmes, s'appuie sur dix laboratoires de recherche, de neuf universités marocaines et de l'université de Perpignan, France. Il s'agit essentiellement de partager, de mettre en valeur et de promouvoir une recherche de niveau international. Mobilité des chercheurs, rayonnement scientifique international, interdisciplinarité et applications sont quelques uns des objectifs visés. Les axes de recherche majeurs portent, d'une part sur l'introduction et l'exploration de nouveaux concepts (analyse régionale, étalabilité et remédiabilité, vulnérabilité, etc.) propres aux systèmes distribués. D'autre part, on développe une approche de modélisation de ces systèmes par automates cellulaires, mieux adaptés pour les applications dans divers secteurs, allant des sciences de l'ingénieur aux sciences du vivant.

L'activité sur les systèmes devrait également amener le collège SMI à interagir avec les autres collèges de l'Académie.

Dès l'accord, le comité de pilotage s'est réuni à Meknès en juillet 2007. Plusieurs actions sont programmées pour les trois années à venir, parmi lesquelles: une conférence internationale en théorie et contrôle des systèmes (Fès, mai 2009), la création

d'un site web, la rédaction d'ouvrages communs, un projet de master en théorie des systèmes s'appuyant sur les nœuds et les compétences du réseau.

Pour plus d'information:

<http://www.theoriedessystemes.net/>

Cohorte ESPOIR Maroc: Etude et Suivi des Polyarthrites Indifférenciées Récentes

Responsable: Najia Hajjaj-Hassouni

Domiciliation: Université Mohammed V - Souissi, Rabat

Collège: Sciences et Techniques du Vivant

Durée: 3 années

Objectif de l'étude: La Polyarthrite Rhumatoïde (PR) est diagnostiquée au Maroc en moyenne après 3.5 ans d'évolution, ce qui contribue à l'importance du handicap lié à ce rhumatisme inflammatoire chronique, qui atteint le plus souvent les femmes. Les facteurs prédictifs de sévérité propres à notre contexte ne sont pas connus. Il est ainsi difficile d'adapter le traitement au degré du risque potentiel de destruction ostéo-articulaire. Ceci souligne l'intérêt d'études nationales portant sur les aspects cliniques, biologiques (immunologiques) de la maladie ainsi que sur les facteurs prédictifs de sévérité.

Matériel et méthode: ESPOIR Maroc met en place une cohorte multicentrique qui s'étendra sur une durée de 3 ans. Le suivi des malades présentant une PR définie sera assuré pendant 10 ans.

Résultats attendus:

- meilleure connaissance de la maladie au Maroc. Diminution du coût de la maladie et ses conséquences socio-économiques, notamment amélioration de la vie des femmes (patientes, petites filles contraintes à l'abandon scolaire pour s'occuper de leurs mères malades...)
- mise en place d'un réseau épidémiologique national.
- développement de partenariats de recherche (collaboration Cnrst-Inserm, et parallèle avec la cohorte ESPOIR France de la Société Française de Rhumatologie).

Synthèse par voie catalytique homogène et hétérogène du biodiesel à partir d'huiles végétales usagées

Responsable: Mohammed Kacimi

Domiciliation: Université Mohammed V - Agdal, Rabat

Collège: l'Ingénierie, Transfert et Innovation Technologique

Durée: 3 années

Le biodiesel est un carburant produit à partir des ressources renouvelables telles que les huiles végétales et les graisses animales. Il est obtenu par transesterification des triglycérides par des alcools

de courte chaîne carbonée (méthanol et éthanol), en présence de bases solubles comme catalyseurs. L'objectif principal de notre projet est la production du biodiesel à partir des huiles et graisses animales usées.

La première partie de ce projet sera consacrée à la caractérisation des huiles usées en tenant compte de leur origine et l'établissement d'un protocole de recyclage le plus simple possible. Ensuite, nous essayerons d'optimiser les paramètres de la réaction en tenant compte des caractéristiques des huiles recyclées.

La deuxième partie sera consacrée à l'étude de l'utilisation du carburant obtenu dans des applications domestiques et agricoles et ceci en vue d'améliorer les conditions de vie en milieu rural.

Elle comprendra aussi la conception de petite unité de production du biodiesel. L'étude sera complétée par l'utilisation de catalyseurs solides pour pallier aux inconvénients du procédé utilisant les bases solubles.

Enfin, une étude complémentaire sera consacrée à la recherche et l'emploi de graines oléagineuses locales pour la production du carburant.

Valorisation des ressources végétales marocaines : Exploitation des fibres végétales dans le domaine des composites fonctionnels

Responsable: Hamid KADDAMI

Domiciliation: Université Cadi Ayyad, Marrakech

Collège: Etudes Stratégiques et Développement Economique

Durée: 3 années

Ce projet a pour but la valorisation des ressources végétales marocaines dans le domaine des polymères et composites. Les ressources végétales ciblées sont des plantes abondantes au Maroc (le palmier, le palmier nain et l'halfa). D'autre part, ce projet permettra de contribuer à la thématique internationale visant le développement de nouveaux polymères et composites respectueux de l'environnement. Cette valorisation comprendra les parties suivantes:

- La caractérisation des fibres lignocellulosiques des plantes étudiées (halfa, palmier dattier et palmier nain), qui seront utilisés comme renfort pour des matériaux composites;
- La mise au point de nouvelles techniques de préparation de microfibrilles et de whiskers de cellulose pour leur utilisation comme renfort pour matériaux micro et nanocomposites.
- Maîtrise des techniques d'élaboration de nouveaux matériaux composites et nanocomposites à base de ces fibres végétales.
- Elaboration et caractérisation de nouveaux matériaux

composites et nanocomposites respectueux de l'environnement.

Le volet concernant les procédés d'élaboration des matériaux composites à base de ces fibres est également une finalité de ce projet. L'accent sera mis sur les techniques de mise en forme RTM et rotomoulage qui sont des techniques très peu cisailante donc peu dégradantes pour les fibres végétales qui présentent une faible stabilité thermique.

Préservation et valorisation du chêne liège (*Quercus suber* L.): Etude de la variabilité génomique et amplification clonale à partir de l'embryogenèse somatique

Responsable: Ahmed Lamarti

Domiciliation: Université Abdelmalek Essaadi, Tetouan

Collège: Sciences et Techniques du Vivant

Durée: 4 années

A l'échelle nationale, nous vivons une déforestation accélérée des écosystèmes forestiers. Plus grave encore, cette déforestation est à l'origine de la perte définitive du patrimoine génétique de nombreuses populations et écotypes du pays comme celui de l'espèce *Quercus suber* L. dont la variabilité intra spécifique se rétrécit car de nombreux facteurs vont à l'encontre de la pérennité des subéraies comme l'absence de régénération naturelle.

Pour remédier à cette situation, la biotechnologie appliquée à la foresterie ouvre de bonnes perspectives pour la conservation de Chêne liège. L'outil moléculaire et la multiplication végétative à grande échelle contribuent à la régénération des subéraies marocaines et à leur mise en valeur. Nos objectifs spécifiques sont:

- Identification des arbres au sein des peuplements choisis de Chêne liège;
- Description phénotypique de chaque arbre et caractérisation moléculaire;
- Collecte des boutures et bouturage (constitution d'un parc à pieds mères);
- Multiplication à grande échelle du Chêne-liège par embryogenèse somatique (primaire et secondaire);
- Plantation des clones et étude de la variation somaclonale par des marqueurs d'ADN.

Mathématiques financières

Responsable: Youssef Ouknine et Abdelmalek Azizi

Domiciliation: Université Cadi Ayyad, Marrakech

Collège: Sciences de la Modélisation et de l'Information

Durée: 3 années

Le projet Mathématiques et leurs applications est composé de deux volets qui sont: Mathématiques financières et Cryptographie. Nous allons donner un aperçu sur ces deux disciplines.

I. Mathématiques financières: Finance stochastique, couverture des options et gestion du risque

Les produits dérivés deviennent de plus en plus complexes et posent des problèmes intéressants en mathématiques. Cela nécessite de nouveaux instruments mathématiques, et plus particulièrement en probabilités, calcul stochastique et simulation Monte Carlo.

Le marché financier au Maroc est encore à l'état embryonnaire. Il est tout à fait normal que cela dépende du tissu économique du pays. Avec la mondialisation, notre pays aura certainement besoin de cadres hautement qualifiés dans le domaine de la finance moderne, des cadres qui seront capables de suivre cette évolution financière rapide et de plus en plus complexe. C'est dans la perspective de relever ce défi que nous proposons aujourd'hui ce projet. Il présente un spectre cohérent et varié de compétences, allant des aspects théoriques aux aspects appliqués.

II. Cryptographie : Algèbre, Géométrie, Théorie des nombres et leurs applications

La cryptographie est un domaine de recherche très diversifié et possède des applications industrielles très importantes (cartes bancaires, cd-rom, cartes téléphoniques, ...). C'est un domaine, parmi d'autres domaines, d'applications de la théorie des nombres, la géométrie et l'algèbre.

Ce projet s'adresse aux différents Laboratoires du Royaume qui s'intéressent à ce domaine d'applications ou à d'autres domaines du même type (comme les codes correcteurs d'erreurs par exemple) pour s'unir, se structurer et tisser des liens de coopération et de complémentarité avec le secteur socio-économique.

La tâche consiste à améliorer certains algorithmes, existant sur des corps quadratiques, en développant une théorie similaire sur des corps biquadratiques pour le thème de la cryptographie issue de la théorie des nombres.

Contribution au développement à l'échelle internationale de la production de l'énergie par la voie de la fusion contrôlée (Programme ITER) et Applications des Technologies plasmas

Responsable: Dennoun Saïfaoui

Domiciliation: Université Hassan II - Ain Chock, Casablanca

Collège: Sciences Physiques et Chimiques

Durée: 3 années

Les technologies plasma prennent une part de plus en plus importante dans les industries dites de haute technologie, soit en raison des avantages qu'elles procurent dans le cadre d'une production industrielle exigeante, soit pour leur réputation de technologie propre vis-à-vis de l'environnement.

Elles interviennent ainsi dans des secteurs stratégiques de l'industrie et de la recherche où les enjeux industriels et les retombées socio-économiques sont considérables. En recherche fondamentale et appliquée, les plasmas se révèlent indispensables à la mise en oeuvre de projets innovants.

Dans notre projet financé par l'académie Hassan II des Sciences et techniques, notre groupe formé de compétences marocaines et étrangères contribue au développement à l'échelle internationale de la production de l'énergie par la voie de la fusion contrôlée, au traitement des déchets médicaux à l'aide de la conception d'un four à torche plasma (détermination des paramètres physiques de transport des ions dans un mélange à gaz par Monte-carlo, déposition des couches minces par la technique magnétron et traitement de surface, développement de diagnostic des matériaux par ICP-MS, ICP-ES et SPL, modélisation et simulation des collisions dans la gaine de la torche à plasma et l'érosion de la cathode).

Pour encourager l'ouverture du socio-économique sur les technologies plasmas, nous participons à la formation continue sur ces technologies plasmas comme le Coupage, soudage, traitement des surfaces, déposition des matériaux

Patrimoine géologique et Géodiversité du Maroc: L'exemple de la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaer

Responsable: Abdel Fettah Tahiri

Domiciliation: Université Mohammed V - Agdal, Rabat

Collège: Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer

Durée: 4 années

Le projet a pour objectifs la connaissance et l'inventaire du patrimoine géologique de la région Rabat-Salé-Zemmour-Zaer par la mise en valeur des sites géologiques (les stratotypes stratigraphiques internationaux, les sites à paléoenvironnements et paléobiodiversités particuliers, les curiosités géologiques éducatives et culturelles), l'élaboration de la documentation scientifique, de vulgarisation, des panneaux explicatifs, la médiatisation et le marketing géotouristiques.

Aussi, le projet contribuera à la création, l'enrichissement et la valorisation de musées géologiques régionaux. Les productions, dont les principaux résultats feront l'objet de publications dans des revues internationales et nationales et de thèmes d'encadrement de thèses, serviront de base de banques de données (SIG) et de site web et constitueront les thèmes de colloques, de conférences et de rencontres avec les élus et les populations locales.

Par ailleurs, les investigations de terrain et de laboratoire du projet contribueront aux expertises de gestion des géomatériaux et des substances utiles, l'aménagement du territoire et la gestion des ressources hydriques de la région. Dans le volet environnemental, un support sera apporté au géo- et écotourisme par la participation à l'édition des brochures d'illustration de la géologie des sites pour des activités sportives touristiques (randonnées, alpinisme, rivières, etc...), des excursions guidées (livrets guides) au profit des opérateurs touristiques ou privés.

Dynamisme industriel et créations d'emplois au Maroc: Une analyse quantitative

Responsable: Khalid Sekkat

Domiciliation: Université Mohammed V - Agdal, Rabat

Collège: Etudes Stratégiques et Développement Economique

Durée: 2 années

Le projet (coordonné par le Professeur Kh. Sekkat; Université de Bruxelles) examine comment la dynamique industrielle contribuerait à résoudre un problème majeure de l'économie marocaine: le chômage. Il considère les trois principales dimensions de la dynamique industrielle: mise à niveau des firmes existantes, sortie des moins productives et entrée des plus productives amenant, en général, avec elles de nouveaux produits ou processus de production. Afin de remplir son objectif, la recherche traite quatre questions importantes: i) le processus d'entrée de firmes performantes et de sortie de firmes moins performantes est-il assez soutenu en comparaison à d'autres pays émergents? ii) quels sont les déterminants de ce processus au Maroc? iii) la mise à niveau des firmes existantes se traduit-elle par des créations d'emplois? iv) si oui, quels sont les instruments de cette mise à niveau qui maximisent l'effet sur l'emploi. La recherche est une contribution originale à l'analyse économique. En effet, quelques études ont examiné une question similaire pour les pays développés mais presque aucune n'a encore traité des pays en développement. En terme de politique économique, ce travail cherche à offrir des recommandations pour le choix des instruments ayant le plus grand impact positif sur l'emploi.

Sciences et développement

Research and development in the Arab States: the impact of globalization, facts and perspectives

Pr. Albert Sasson,
Member, Hassan II Academy of
Science and Technology, Rabat,
Morocco



I. Research and development in the Arab States: an overview

In 2007, the Arab World accounted for twenty-two countries with a total population of approximately 300 million people. Striking contrasts exist among these countries in terms of revenue, socio-economic development and per capita income. Arab countries with significant oil and natural gas resources benefit from high income, thus contrasting with the financial revenue of countries with limited or no such resources. Human resources, despite the endeavours made to date, are insufficient or even lacking in several areas, especially in the scientific and technological ones. The Arab States have a low ranking in research development and technological innovation. The overall spending in R&D is about 0.15 per cent of the gross domestic product (GDP), compared with an average of 1.4 per cent in the world, and 2.5 per cent in Europe. This spending is provided by the public sector to a very large extent (97 per cent).

Covering the period 1990-2000, there were about 500 scientists and engineers involved in R&D per million people in the Arab States, compared with more than 4,000 per million people in North America, 2,500 in Europe and about 700 in South and East Asia. The world average was around 1,000 per million.

By the end of the twentieth century, the number of publications – original writings and translations – per million people was around 0.05 in the Arab World, compared with an average of 0.15 worldwide and 0.6 in the industrialized countries. In Africa in 2006 and in terms of scientific publications, Egypt ranked first, followed by Morocco and Tunisia. In addition to universities, there were about 280 scientific research institutes or centres in the Arab States, while the number of patents registered in the United States by Arab countries over the twenty-year period 1980-1999/2000 amounted to 171 for Saudi Arabia, 77 for Egypt, 52 for Kuwait, 32 for the United Arab Emirates, 15 for Jordan, 10 for Syria and 6 for Bahrain, compared with 16,328 for South Korea, 7,652 for Israel and 147 for Chile.

II. Case Studies

1. Biotechnology

Among the key factors that determine the successful development of biotechnologies in emerging countries, the following are worth mentioning:

- Strong political should be expressed over the long term (for at least 20 years).
- Selection of biotechnology as a major priority sector among a few priority areas.
- Design of a consistent strategy for short-, medium- and long-term policies, involving all the actors and entities such as financial, educational and R&D institutions, as well as providing for the formulation and enforcement of laws, regulations and procedures.
- Setting up a strategy that enables focused R&D to lead to specific products that meet a demand in the local market or in the regional and international ones.
- Coordination of the whole R&D and production system at the highest level of the government (e.g. in the Prime Minister's Office) so as to ensure an effective coordination among all the institutions involved, to avoid duplication of efforts and to develop synergies.
- Mobilization of the private sector, which should find good reasons for association and be convinced that it is crucial in its own interests.
- Collection of sufficient resources for investing in R&D and production.

Among the Arab States, Egypt, Tunisia and, to some extent, Jordan and the United Arab Emirates (UAE), have tried to fulfil some of the above-mentioned criteria and be present in the field of medical biotechnology. However, far less than other developing countries such as Cuba (which invested more than US\$1 billion over 20 years in the development and production of biotechnology derived diagnostics, vaccines and drugs, and continues to work hard on new processes of drug development), or India, Brazil or the Republic of Korea.

Agricultural biotechnology, in its simplest techniques such as in vitro micropropagation of crop species and their commercial clonal multiplication, is carried out in several Arab States, e.g. Morocco, Saudi Arabia, Tunisia, and the Gulf Arab States (particularly for the date palm). But, except for Egypt, no genomics work is being carried out, nor is there any development of transgenic crops which are more resistant to pests and tolerant to abiotic stress. However, the impact of globalization can be perceived through some multilateral or bilateral assistance programmes and cooperation, which include the advanced training of scientists so as to initiate more sophisticated R&D projects.

An illustrative example is that of the Pasteur Institute of Tunis, founded in 1893 by Dr Charles Nicolle, who discovered the vector (lice) of exanthematic typhus (*Rickettsia prowazekii*). Nowadays, this institute employs 370 persons, including 60 scientists. In addition to its contribution to the implementation of public health policy, it is an R&D institution as well as a training ground for about 100 graduate students (Master and Ph.D. degrees) per year. Up until the end of 2005, the Pasteur Institute was also in charge of producing vaccines, controlling their quality and distribution. The number of publications in international journals by the Institute's researchers had reached 322 in 2003 but, thereafter, decreased to 27 in 2004 and 12 in 2005. The main R&D areas are tuberculosis, leishmaniasis, rabies, venoms and toxins. Patents have been awarded for the identification of a tripeptide in viper's venom having an anti-aggregation platelet effect; for the identification of molecules in scorpion's venom with a pharmacological effect; and for the identification in *Leishmania* of virulence factors that could be a target for medicines. Other patents have been filed for *Leishmania* proteins that could be used in the development of a vaccine against this disease; such as a DNA anti-rabies vaccine with a high immunogenicity in a single shot. Research is being carried out on the production in the yeast *Pichia pastoris* of recombinant alpha-interferon and of a molecule of *Mycobacterium tuberculosis* that could help to better diagnose the disease. Production capacity of the Institute is about 75,000 10ml-vials of anti-scorpion serum, 70,000 10ml-vials of anti-rabies serum, 40,000 10ml-vials of anti-venom (viper), as well as 10 million doses of BCG per annum.

The research and development of the Pasteur Institute of Tunis are closely associated with cooperation involving overseas research groups or teams, particularly in France, where there is an important diaspora of Tunisian scientists, physicians and engineers. This is another important impact of globalization on the current and future evolution of R&D in Tunisia, and also in Algeria and Morocco, but much less for the Gulf Arab States and Egypt. These scientists who have made the decision to live and work in Europe have often kept close ties with their Maghreb countries of origin; and not only they can assist in various teaching and training tasks locally on a part-time basis, but also help in designing and implementing cooperation agreements.

Another example is that of the Faculty of Medicine and Health Sciences (FMHS) of the United Arab Emirates (UAE) University. Although "biomedical research publications in the Arab World mostly focus on the relatively cheap curative/comparative clinical services rather than the more expensive research

and development aspects" (Tadmouri et al., 2003), a small number of people at FMHS/UAE University produced significant contributions over the period 2000-06 in the areas of clinical research, basic research and translational or applied research. For instance, in clinical and molecular immunology, this was carried out in cooperation with Italian teams in Milan, Italy. Cooperation has been established with the Terry Fox Cancer Research Fund on cancer immunotherapies, for the early diagnosis of Parkinson's disease; with the Wellcome Trust and the University of Cambridge, UK, and with the Michael J. Fox Foundation for Parkinson's Research in the US. There is also a significant increase in funding for biomedical research. Despite the lack of a national strategy for funding scientific research, there is a nascent post-graduate education programme and opportunities for mutually beneficial scientific exchanges, both amongst the Arab States and internationally. There are fellowships available to support exchange visits by European students and postdoctoral fellows to laboratories in the UAE and vice versa. The UAE is considered an attractive geographic location with modern facilities. Well-trained young scientists are increasingly being recruited. Hiring on soft-money has become possible and the UAE University Office of Research is very active in engaging industrial and private support for research funding. Globalization has an obvious impact, due to the pro-business approach of the government and its forward-looking mindset and to the favourable labour market conditions. This is quite striking in the area of information and communication technologies (ICTs), and the setting up of Dubai Biotechnology Park (Dubiotech) and of the Arab Science and Technology Foundation (ASTF) could be considered good steps in the right direction.

2. Pharmaceutical industry

This is an area which is closely associated with R&D in the biomedical sciences and biotechnology and on which globalization has a profound impact.

By 2005, the market value of pharmaceutical products in the Arab States was estimated at US\$6.2 billion, i.e. 1.5 per cent of the world market, for 6 per cent of the world population. Jordan was the first exporter of pharmaceutical products for about US\$280 million in 2003.

There were about 230 producers, private or public companies, working in association with foreign partners. While some 90 per cent of raw materials are imported, R&D is at an embryonic stage and corresponds to less than 2 per cent of revenues. Products are mainly generics manufactured under

license and the formulation and reformulation of these products is an important activity. A major challenge relates to the respect of intellectual property rights (IPRs) and to the duration (up to two years) of registering a new drug with the Ministry of Health (MOH).

In Jordan, the pharmaceutical industry occupies second rank in the country's economy. About sixteen factories, including eight private and six public, have a turnover ranging between US\$4 million and US\$40 million, which is far below the minimum efficient scale in Europe or the US (around US\$500 million). Invested capital is about US\$400 million and the number of workers totals 5,000.

In 2005, total production reached a value of US\$275 million, 77 per cent of which was exported. A total of five companies dominated the local market (90 per cent), and the sector grew by an average 15 per cent annually over the decade 1995-2005. Ventures of Jordanian companies outside the country exist in Algeria, Bosnia, Egypt, Italy, Libya, Morocco, Portugal, Saudi Arabia, Sudan, Syria, Tunisia and Yemen. The pharmaceutical products are: 60 per cent antibacterials, antirheumatics and pain killers; 30 per cent hormones, ophthalmic preparations, anticancer and cardio-vascular drugs; and 10 per cent over-the-counter (OTC) products.

The pharmaceutical sector has become the second largest export earner (US\$193 million) behind textiles (US\$673.5 million). Among the Arab States, Jordan is the first exporter of pharmaceuticals. The main importers are Arab countries (90 per cent), especially Algeria, Saudi Arabia, Sudan, Iraq and the United Arab Emirates. Jordan's pharmaceuticals are registered in more than 60 markets worldwide, including Europe and the US. It is expected that Europe will be Jordan's main export destination and North America the second, thus shifting the balance away from the traditional Arab markets. Henceforth, the establishment of alliances to better meet the challenge of globalization which include licenses with Takeda Pharmaceutical Co. Ltd. (Japan), Fujisawa (Japan), Pfizer (UK), Roche and Bayer (US), packaging with Novartis, co-marketing with Eli Lilly (US) and established Watson in Jordan. Also, all companies have the local and regional good manufacturing practices (GMP) accreditation, and six of them have the European Union (EU), US Food and Drug Administration and GMP accreditation. In addition, Jordan has four clinical research organizations (CROs) meeting international requirements. Eight pharmaceutical colleges graduate about 800 pharmacists a year (55 per cent of them are Jordanians) and there is a Centre of

Excellence in Healthcare (CEH). Jordan has gained good experience in drugs registration in the region, in Europe and in the US.

However, despite the registration of forty patents by the Jordanian pharmaceutical industry in Europe, the US and Japan, R&D corresponds to only 2 per cent of total sales, compared with over 17 per cent in industrialized countries. The limiting factors are the financial resources and the infrastructure for clinical testing. The owners of Jordan's pharmaceutical industry try above all to satisfy the shareholders by giving dividends of more than 50 per cent of the annual net profit, although they do not spend more than 2 per cent on R&D itself. This is generally the case for all Arab countries.

Dar Al Dawa (DAD, Home of Medicine), Jordan, established in 1975 as a public shareholding company, has been considered number one for six consecutive years in the Jordanian market and number sixteen in Saudi Arabia and number fourteen in the UAE. With a total registered capital of around US\$28 million, DAD employs 800 workers, produces 200 pharmaceuticals (with annual sales of US\$66 million in 2005), and exports to twenty-five markets.

DAD has partnerships in several companies: DADVet (Veterinary and Agricultural Industrial Co., Ltd., 33 per cent ownership), SAIPH (Société Arabe des industries pharmaceutiques), Tunisia; SAIDAL Pharmaceutical Production, Algeria; JORAS Pharmaceutical Spa, Algeria (with 70 per cent ownership). Strategic alliances include licensing with Pfizer Inc.-US, Novartis-Switzerland, Taisho-Japan, Octavis Island-Turkey; contract manufacturing and supply with Australian, Dutch, French, Irish, Swedish and Turkish companies. DAD has developed a new anti-bacterial molecule, the patent for which has been filed in Europe, Japan and the US, with the preclinical studies looking promising. One product, registered in Sweden, is expected to be marketed in 2007, while 12 other products were submitted in 2006 in Europe and Australia.

Jordan's pharmaceutical industry owners are currently convinced that they should invest more funds in R&D areas, because of the harsh competition and penetration of the regulated markets. On the other hand, the cost of developing a generic product in Jordan is far less compared to that of Europe and the US and consequently more European companies have started cooperating with the Jordanian ones to develop products for the European market. Co-developing technology in Jordan, then outsourcing to Europe or the US, will lower the cost of the operation. Managers need more training in order to penetrate the industrialized countries' markets. Companies, mostly owned by

families, must open up to face competition and be present in the new regulated markets. Mergers will help to achieve a capital size that can attract multinationals and thus increase the competitiveness of these companies.

Morocco's pharmaceutical industry is another good example of a sector that is striving to develop locally and, at the same time, to adapt itself to globalization. In addition, it is an example of an incipient collaboration between the private sector and the academic one in R&D.

The Moroccan pharmaceutical sector is considered as one of the most mature in Africa, the Arab World and the Maghreb. In 2006, it included twenty-seven industrial sites where national laboratories and multinationals are manufacturing their products under certification by French regulatory bodies and by Canadian and British bodies in several cases. The sector plays an important socio-economic role: 35,000 persons employed directly or indirectly, including 20 per cent managers and executives; 10 per cent of the whole production is exported, mainly to French-speaking African countries; drugs represent 37 per cent of health care expenses by households.

About 80 per cent of national needs are met by the pharmaceutical sector. The antibiotics share of the market value is 16.5 per cent, followed by anti-inflammatory and anti-hypertension drugs. About 40 million euros are invested annually by the sector, mainly for improving production and quality. R&D is incipient and illustrates the pioneering activity of some national laboratories. Current challenges are the following:

- How does one cope with the small size of the national market? Drug expenses amount to MAD200 (about US\$20) per capita per annum; the number of drug units sold has been stagnating since 1998; the whole annual turnover is around 500 million euros, with annual growth not above 2-3 per cent over the last five years (2001-05). One solution is to expand the business internationally and in so doing be in tune with globalization.
- How to anticipate the impact of the compulsory illness insurance set up in Morocco in October 2005?
- How to support the growth of generics locally? Generics made up 23 per cent of Morocco's pharmaceutical market in 2004, compared with 18 per cent in 2000.
- How to benefit from globalization through playing a more active role in the international market? For example, drawing on the free-trade agreement (FTA) concluded in 2004 with the US, the European Union (EU, to be in place in 2010), or with Turkey which is an important and promising market.

Even if it is true that the size of the Moroccan pharmaceutical market and the profits generated, both locally and internationally, cannot support the costs of developing new drugs, some R&D work can still be carried out nevertheless. For instance, clinical research can be done in collaboration with multinationals, or efforts can be made to produce 'botanical drugs' from medicinal plants or plant extracts. Since 2006, an agreement has been concluded between the Faculty of Pharmacy of the University Mohammed V, Sousissi, Rabat, and the private laboratory of the pharmaceutical firm Cooper Maroc, to carry out research on the argane tree (*Argania spinosa*), which is an endemic tree species growing in the southwest of the country (Souss Region, Morocco) exploited for its edible oil. This R&D work is supported by the Foundation Mohammed V for national solidarity. As the argane oil has been used in cosmetics and skin ointments, the objectives of the collaboration between Cooper Maroc and the Faculty of Pharmacy are to: (i) develop physicochemical studies; (ii) examine galenic preparations; (iii) identify market needs and translate them into upstream research on the most appropriate galenic preparation (cream or gel, for instance, and concentration of saponines); and (iv) file the relevant patents.

3. Renewable energy

Abu Dhabi, the capital of the United Arab Emirates (UAE), the fourth largest OPEC oil producer with about 10 per cent of known reserves, is seeking to become a centre for the development and implementation of clean energy technology. In 2006, the Emirate of Dubai launched the Masdar Initiative (masdar is the Arabic word for source), which has signed up major oil and technology companies and universities around the world, as well as UAE ministries, so as to help develop and commercialize renewable energy technologies backed by heavy funding from Abu Dhabi.

The UAE has been singled out as one of the world's highest per capita emitters of carbon dioxide and other greenhouse effect gases. The UAE has an especially high energy demand to maintain a luxurious life of air conditioning, cool swimming pools and even an indoor ski slope in Dubai. But the UAE is the most serious among Persian Gulf oil-producing countries whose consumption for electrical power has spawned efforts to find other sources of energy to save high value fossil fuels for export. Masdar has drawn up a US\$ 250 million Clean Technology Fund and begun construction of a special economic zone for the advanced energy industry. In February 2007, Abu Dhabi announced plans to build a 500-megawatt solar power plant in the area - one of the most ambitious of its kind in the world. It should be operational in 2009, either as a stand-alone plant or as part of a desalination project.

Furthermore, Masdar announced an even more ambitious project to develop a graduate-level research centre in association with the Massachusetts Institute of Technology (MIT) and to focus on renewable energy technologies. Scientists who join the programme will be able to attend MIT courses in Boston and will be assisted in developing research and courses at Abu Dhabi.

The MIT administrators likened the endeavour to one that the university spearheaded in Bangalore during the 1960s that helped create the high-technology corridor in India. "This is the first oil-producing state that has accepted and agreed with the concept that oil may not be the only source of energy in the future", stated Professor F. Moavenzadeh, Director, Technology Development Programme at MIT. In a decade, Masdar's executives and MIT's administrators predict that Abu Dhabi is likely to have expertise in solar energy, photovoltaic, energy storage, carbon sequestration and hydrogen fuel. Consequently, Abu Dhabi's expertise will be in energy, not just in oil. Sultan A. Al-Jaber, Chief Executive of the Abu Dhabi Future Energy Company (ADFC), the government arm that manages the Masdar Initiative, stated: "We realize that the world energy markets are diversifying, so we need to diversify too. We see the growth of renewable energy as an opportunity, not as a problem".

Abu Dhabi is undoubtedly a forerunner, but other Arab countries (oil rich and exporters of oil and natural gas) have also dabbled with renewable energy. The Bahrain World Trade Centre (BWTC) Project includes wind turbines that, developers say, will meet up to 35 per cent of the Project's power needs. Solar heating in houses is encouraged, while desalination of sea or brackish waters is benefiting from technology advances aimed at saving energy. Last but not least, Saudi Arabia and other Gulf Arab States have begun research programmes to look into nuclear energy.

III. Conclusions

National and regional studies, carried out by Arab experts, expatriates, or foreign specialists (including from the United Nations specialized agencies and the United Nations Development Programme (UNDP) have concluded that scientific research, development and technological innovation in the Arab States needed a major whiplash to become closer to the world average indices, such as the: (i) expenditure as a percentage of GDP; (ii) number of scientists, engineers and technicians per million inhabitants; (iii) number of scientific publications in peer reviews; and (iv) number of patents filed and of technological innovations that improve the quality of manufactured products.

However, despite the wide range of social and economic situations, there is an increasing awareness of the need to invest in R&D, in higher reduction, and in the training and retraining of highly-qualified personnel and skilled labour, in addition to building the effective infrastructures necessary. Certainly, foresight and political business acumen will play a key role in this endeavour. This is witnessed, for instance in the case of launching the Masdar Initiative in Abu Dhabi; in the case of the Education City in Doha, Qatar, which owes a lot to Her Highness Sheikha Mouza Bint Nasser Al Misnad, Chair of the Qatar Foundation, and her successful efforts to attract some of the best universities in the world; witnessed also in Jordan, in the area of information and communication technologies (ICTs), as well as in the pharmaceutical sector; and in Morocco and Tunisia, which are striving to undertake good and relevant research aimed at supporting social and economic development - with practically no support from oil revenues - in health care, medicine and pharmacy, as well as in agriculture, forestry and fisheries.

Globalization plays a key role in this awareness and policy-making because it can offer opportunities and benefits to those:

- Who would like to penetrate markets, using their competitive advantages (skills, labour, geographical position, free-trade agreements, etc.).
- Who seek to build alliances and make joint ventures; and those
- Who are willing to adapt their technology and production to international standards and regulations.

To these ends, research, development and innovation are key factors. This trend is obvious in the case of pharmaceuticals: the prospects for the development of the pharmaceutical sector in both Jordan and Morocco are not only to meet local needs, but also to move towards the international arena. Likewise, nowadays certain multinational pharmaceutical groups (mainly European and North American) are trying to conclude cooperative agreements and joint ventures with Indian firms -world champions in generics development, manufacture and sales- often considered as foes (because they sell their generics at cheap prices, and may infringe on the patents of drugs produced by the big pharmaceutical companies and thereafter sell generic equivalents). However, enemies may become allies in the globalized pharmaceutical market. Thus, Indian firms can develop new drugs (and even blockbuster drugs) from the multitude of molecules screened by the multinationals at a lower cost and even more rapidly, in addition to keeping their supremacy in the development and manufacture of generics.

Les Jeunes et la Science

“Jeunes et Sciences” du 19 au 30 novembre 2007 sous le thème: Exploration spatiale-portée éducative avec la participation de scientifiques de la NASA (USA)

Dans le cadre des activités qu'elle mène, pour le développement de la culture scientifique parmi les jeunes, et en commémoration du cinquantenaire de la conquête de l'espace par l'homme, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, avec l'aide et l'appui de Monsieur Kamal Oudrhiri, expert auprès de la NASA américaine, a pris l'initiative d'organiser un atelier sur «l'exploration spatiale : portée éducative».

La fondation Grove of Hope/USA, qui a déjà organisé en 2006, à Casablanca, un atelier similaire a animé en novembre 2007 des ateliers dans plusieurs villes du Royaume.

Les ateliers s'adressent en premier, aux enseignants du secondaire, aux professeurs universitaires en sciences de l'éducation, aux spécialistes de la valorisation des sciences auprès du grand public, et aux journalistes scientifiques. Ces ateliers ont comme objectifs de :

- Susciter chez les enfants un plus grand intérêt pour des carrières en sciences.
- Permettre aux éducateurs américains et marocains d'avoir des échanges sur les méthodologies d'enseignement des sciences en classe pour les enfants de 8-12 ans.
- Identifier le matériel éducatif et les ressources disponibles sur Internet pour les enseignants.
- Présenter des programmes éducatifs réussis actuellement aux Etats-Unis.
- Préparer la base pour de futures collaborations dans ce domaine, entre éducateurs américains et éducateurs marocains.

Pour animer ces ateliers, la fondation Grove of Hope a fait appel à des scientifiques, spécialistes de l'étude de la Terre et des Planètes, travaillant à la NASA, et reconnus pour la qualité de leurs activités de valorisation et pour leurs résultats auprès des enfants, en particulier, et du grand public, en général.

Il s'agit en l'occurrence de :

- Dr. Art Hammon, Director of Explorer School program, NASA/JPL.
- Dr. Rosaly Lopes - 2005 Carl Sagan Medal recipient, NASA/JPL.
- Ralph White, cinéaste, éditeur et cameraman (National Geographic Society).

Programme

19 novembre 2007 :

Fès : Atelier et conférence à la Faculté de Médecine et de Pharmacie

20 novembre 2007 :

Ifrane : Université AlAkhawayn

- Réunion avec les responsables, les enseignants et les membres du club d'astronomie de l'Université.
- Visite de l'Université.
- Rencontre avec les étudiants (exposés et débats).

Rabat :

- Rencontre avec des élèves au lycée Alaymoune.
- Rencontre avec des enseignants du secondaire au lycée Alaymoune.
- Conférence publique à la Faculté des Sciences.
- Visite de l'observatoire astronomique Ribat Al Fath par des élèves des établissements scolaires de Rabat.

21 novembre 2007 :

Casablanca :

- Atelier à la Faculté de Médecine et de Pharmacie
- Conférence à Georges Washington Academy (Oasis)

22 novembre 2007 :

Mohammedia :

- Conférence «Initiation à l'observation du ciel» par le Pr. Ahmed Fahli.
- Observation des planètes par télescope.

26 novembre 2007 :

Marrakech :

- Rencontres au Lycée Ben Youssef des élèves et enseignants avec le Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.
- Conférence publique «l'homme et le ciel» par le Pr. Omar Fassi-Fehri à la Faculté des Sciences Semlalia.

28 novembre 2007 :

El Jadida :

- Rencontres au siège de l'Académie Régionale de l'Education et de la Formation (AREF) avec le Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.
- Conférence publique «l'homme et le ciel» donnée par le Pr. Omar Fassi-Fehri à la Faculté des Sciences.

Salé :

- Conférence «la radioactivité et ses applications» donnée par le Pr. Rajaâ Cherkaoui El Moursli.
- Conférence «Nanotechnologie : fiction ou réalité» donnée par le Pr. Zouheir Sekkat.
- Rencontre avec les élèves et les professeurs de physique au lycée Al Ayoubi.

Echanges et coopération

Monsieur Christian Bréchet
Directeur Général de l'INSERM (France)



Dans le cadre du déplacement effectué auprès des autorités marocaines en charge de la recherche scientifique, pour la signature de l'accord créant un Laboratoire International Associé avec l'Institut National d'Hygiène, Monsieur Christian Bréchet, directeur général de l'INSERM (France), a été reçu au siège de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, le mercredi 18 juillet 2007, par Monsieur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel.

M. Christian Bréchet était accompagné du Professeur Stanislas Lyonnet, Directeur du Laboratoire «des malformations congénitales», INSERM, du Pr. Claude Griscelli, ancien Directeur Général de l'INSERM, et membre associé de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, de Mme Christine Chirol, Directrice des Relations Internationales de l'INSERM, et de Mme Catherine Schatz, responsable du service des programmes de coopération au Département des relations internationales de l'INSERM.

Au cours de cette rencontre qui s'est déroulée en présence de membres du collège des sciences et techniques du vivant, ont été présentés à Monsieur Bréchet les missions, l'organisation, et les programmes d'action de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

Rencontre avec des responsables de l'Observatoire des Sciences et Techniques (France)



En relation avec le projet de créer au sein de l'Académie une cellule chargée du suivi des indicateurs scientifiques et technologiques du Maroc, et suite à la visite effectuée par le Professeur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, en mars dernier, à l'Observatoire des Sciences et Techniques (France), Madame Sylvie Inizan responsable du pôle fonctions d'appui et communication à l'OST, et Monsieur Patrick Sechet, chargé de mission à l'OST, ont eu des rencontres, à Rabat, avec des cadres, du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique, de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, et du Centre National de la Recherche Scientifique et Technique.

Au cours de ces rencontres qui se sont déroulées les 12 et 13 décembre 2007, au siège de l'Académie, ont été présentés, d'une part, les missions de l'OST, en particulier la manière de structurer les bases de données, et les outils et moyens nécessaires à la production des indicateurs de sciences et de technologies et d'autre part, les objectifs marocains dans ce domaine, notamment le projet envisagé par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, dans le cadre de sa mission

telle que dispose la loi la créant : "réaliser des études, des analyses et des enquêtes sur le secteur de la recherche". Ce projet consiste à concevoir et produire des indicateurs relatifs aux activités scientifiques, technologiques et d'innovation, afin de pouvoir apprécier, dans ces domaines, le positionnement du Maroc en Afrique et dans le monde. Les résultats des observations et analyses seront mis à la disposition des académiciens, des décideurs et des acteurs de la recherche et du développement. Ces indicateurs s'appuieront sur les bases de données existantes, notamment celles qui portent sur les ressources humaines (personnels, étudiants, diplômés), les moyens financiers affectés à la RDI, les publications scientifiques, les brevets, les participations aux programmes internationaux, la mobilité internationale, etc..

Au cours de ces rencontres, ont également été définies, pour ce projet, les actions de coopération envisagées à l'avenir, avec l'OST.

Participation du Secrétaire Perpétuel à la Table Ronde ministérielle tenue sur «La science et la technologie au service du développement durable et le rôle de l'UNESCO»



Le Pr. Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, a participé, les 26 et 27 octobre 2007, à la Table Ronde ministérielle tenue sur «La science et la technologie au service du développement durable et le rôle de l'UNESCO». Organisée dans le cadre de la 34ème Session de la Conférence Générale de l'UNESCO (Paris, 16 Octobre - 3 Novembre 2007), en prolongement de la première table ronde (octobre 2007), et en réponse aux recommandations formulées par les ministres de la science et de la technologie des pays du G-77 et de la Chine (2-5 septembre 2006), et par les ministres de la science et de la technologie des pays de l'Europe du Sud-Est (28-29 septembre 2006), cette table ronde avait pour objet la discussion approfondie des futurs services assurés par l'UNESCO aux Etats membres, dans ce domaine.

Les quatre sessions tenues dans le cadre de cette Table Ronde ont porté sur:

- science et technologie au service du développement: nouveaux défis et séquelles du passé;
- mobilisation de la coopération internationale au service des politiques novatrices de gestion de la science et de la technologie;
- principaux éléments et principes directeurs de l'action de l'UNESCO en matière de science et de technologie pour 2008-2013;
- conclusions et adoption de la déclaration sur la mobilisation de la science et de la technologie au service du développement durable grâce à des partenariats interdisciplinaires au sein des programmes de l'UNESCO et à des discussions sur les moyens d'aller de l'avant.

Nouvelles des académiciens

Comités Scientifiques du CNRST

• Dans le cadre de la mise en place des trois Comités Scientifiques du CNRST et suite à l'appel à candidatures, lancé le 2 novembre 2006, auprès des Universités, Etablissements de Formation des Cadres et Organismes Publics de Recherche, 300 candidatures ont été déposées auprès du CNRST. Sont nommés en qualité d'experts membres des Comités Scientifiques du CNRST par le Ministre de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique, pour une période de trois ans, renouvelable une fois, les Professeurs de l'Enseignement Supérieur et membres de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques :

- Conseil Scientifique : Driss OUAZAR
- Comité 1 : Sciences Mathématiques, Physiques et de l'Ingénieur.

Driss ABOUTAJDINE

Tijani BOUNAHMIDI

Driss OUAZAR

Youssef OUKNINE

- Comité 3 : Lettres, Sciences Humaines, Sociales, Juridiques, Economiques et de Gestion.

Mohamed BERRIANE

Le Pr. A. Azizi a représenté l'Académie aux Journées «la Cryptographie et la sécurité de l'information» organisées du 26 au 27 avril 2007 à Oujda par la fondation Moulay Slimane et l'AMC (Association Marocaine de Cryptographie). Il a également animé une conférence intitulée «L'Académie Hassan II et la recherche scientifique au Maroc» le 29 Juin 2007 à Nador sur invitation de l'association "Ouverture pour la Science et le Savoir".

Election du Pr. Driss ABOUTAJDINE Fellow de la Third World Academy of Sciences TWAS

(lors de sa 18^{ème} assemblée générale à Trieste
le 13 novembre 2007)

Cette élection, d'après la lettre du président de la TWAS, est une reconnaissance de la contribution exceptionnelle du Pr. Aboutajdine à la science et à son développement dans les pays en voie de développement.

«Champion Award» décerné au Pr. Mohamed Besri

A l'occasion du 20^{ème} Anniversaire du Protocole de Montréal, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a décerné au Professeur Mohamed Besri, membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, et professeur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, le «Champion Award», prix qui consacre ses travaux et contributions au processus de l'ozone.



Le Professeur Besri (à droite) recevant le prix

La cérémonie de remise de ce prix a eu lieu à Montréal le mardi 20 septembre 2007.

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques félicite le Professeur Mohamed Besri, à l'occasion de cette distinction.

Publications

L'Académie publie

Les actes de la session plénière 2007 (Sommaire):

- Avant-propos
- Séance d'ouverture
- Mot du Directeur des Séances
- Allocution du Secrétaire Perpétuel
- Rapport d'activités
- Discussion générale
- Compte rendu de la session plénière 2007 (en français)
- Compte rendu de la session plénière 2007 (en anglais)

• Session 1. Modélisation et Mathématiques Appliquées

- Méthodes d'agrégation de variables avec application en halieutique : cas de la sardine marocaine
Pierre AUGER, Najib CHAROUKI & Nadia RAÏSSI
- Finance stochastique et gestion du risque
Youssef OUKNINE
- Design for sustainability / life cycle engineering
Daoud AIT-KADI
- Méthodes mathématiques pour le marché financier Marocain
Ali ALAMI- IDRISSE
- Modélisation des procédés non conventionnels - application aux procédés de fabrication du sucre et de transformation des phosphates
Tijani BOUNAHMIDI
- Structural econometric modeling in agricultural and food industrial organization. The case of oligopsonistic concentration, food price-spreads, and farmer welfare
Azzeddine M. AZZAM

• DISCUSSION (Session 1)

• SESSION 2. La Question de l'Energie Aujourd'hui : Défis Scientifiques et Techniques

- Énergies fossiles et énergies renouvelables état des lieux et options pour le Maroc
Philippe A. TANGUY
- L'énergie au Maroc
Amina BENKHADRA
- Au cœur du développement durable: les questions d'énergie
François GUINOT
- Réflexions sur le système énergétique futur
Reflexiones sobre el sistema energético del futuro
Valeriano Ruiz HERNÁNDEZ
- Recherche et énergie
Robert GUILLAUMONT
- Des énergies renouvelables dans le mix énergétique des pays industrialisés, émergents et en développement
Yves MAIGNE
- Cellules photovoltaïques: évolutions et perspectives
Mimoun ZAZOUI, Ali AHAITOUF & Mohammed FLYOU

• SESSION 3. Biotechnologies

- Establishing biomaterials research activities
Gerald G. FULLER
- Panorama du marché de la biotechnologie au Maroc et piste de développement
Ayman CHEIKH LAHLOU

- New trends in medical biotechnology. Current situation in Developed and developing countries:
Abdelali HAOUDI

- Immunogénétique de la tuberculose - Conception de peptides immunogéniques multi-épitopiques spécifiques de Mycobacterium tuberculosis
Rajae ELAOUAD

- La prédisposition génétique aux cancers: expérience marocaine
Abdelaziz SEFIANI

- Apport de la biologie moléculaire en médecine
Taïeb CHKILI

• DISCUSSION (Sessions 2 et 3)

• SESSION 4. Changements Climatiques et Problèmes d'Environnement

- Le changement climatique impact, prévention, adaptation: quelques réflexions pour un débat
Jean-François MINS TER

- Changement climatique - les leçons de la modélisation
Hervé LE TREUT

- Environment of north african deserts as seen from space
Farouk EL-BAZ

- Global warming and water availability
Chris D. MILLY

- Les changements climatiques: vulnérabilité et adaptation du littoral marocain
Omar ASSOBBHEI

- Les changements climatiques au Maroc - observations et projections
Abdallah MOKSSIT & F. DRIOUECH

- Changement climatique, déficit hydrique et désertification, Interactions et importance de la dimension humaine
Abdellah LAOUINA

• DISCUSSION (Session 4)

• Débat à l'issue des réunions des collèges scientifiques

• Séance de clôture

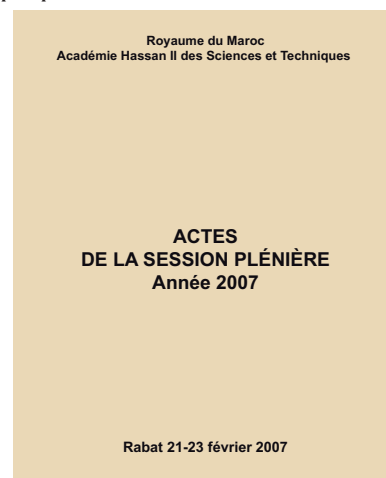
• Liste des participants

• Allocution du Secrétaire Perpétuel (en arabe)

• Message adressé à Sa Majesté le Roi Mohammed VI (en arabe)

• Compte rendu de la session plénière (en arabe)

• Avant-propos (en arabe)



Conférences données dans le cadre des journées les jeunes et la science - 2006 (Sommaire):

- Avant propos
- Les dinosaures, grandeur et décadence
Pr Philippe Taquet
- Nanomatériaux et nanotechnologies: au-delà de la science fiction
Pr Mostapha M. Bousmina
- La Recherche face au défi de l'avenir des écosystèmes marins, de la Pêche et de l'aquaculture
Pr Patrice Cayré
- La science arabe au cours de l'histoire
Pr Ahmed Djebbar
- Les risques naturels au Maroc : connaissances et perspectives
Pr Bouchta El Fellah
- La physique aujourd'hui : objet, énigmes et défis
Pr Omar Fassi-Fehri
- Une machine peut-elle être intelligente?
Pr Malik Ghallab
- Pourquoi sommes-nous inégaux face aux maladies infectieuses?
Pr Claude Griscelli
- Origine et Destin de l'Univers
Pr Jean-Pierre Luminet
- Les sciences du vivant: D'un siècle à l'autre
Pr Albert Sasson
- Énergie: L'horizon 2025
Pr Philippe A. Tanguy



Vient de paraître

L'économie marocaine en questions: 1956-2006, l'Harmattan, 2007 (Khalid Sekkat & L. Achy, préface de L. Squire).



Économie des organisations. Tendances actuelles, l'Harmattan, Paris / Economie critique, Rabat (El Aoufi N., M. Bensaid & M. Hollard).



Vertical Relationships and the Firm in the Global Economy, Edward-Elgar, 2007 (Khalid Sekkat).



