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

n°8

«Servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale»

Sa Majesté Le Roi Mohammed VI.

(Extrait du discours d'installation de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, 18 mai 2006)

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

L'ingénierie marocaine : enjeux et stratégie de développement

Sommaire

• Editorial7
• Programme de la session ordinaire (24/11/2010)9
· Allocution de Monsieur le Ministre du Commerce,
de l'Industrie et des Nouvelles Technologies11
· Allocution de Monsieur le Ministre de l'Education
Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation
des Cadres et de la Recherche Scientifique13
· Discours de Monsieur le Secrétaire Perpétuel de
l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques15
· Etat des lieux de l'ingénierie marocaine et benchmark
international. Rapport de session 1
Pr. Tijani Bounahmidi17

• Enjeux de l'Ingénierie Industrielle. Rapport de session 2	
Pr. Mahfoud Ziyad25	,
· Formation de l'ingénieur : les défis pour le Maroc et	
les besoins e l'Ingénierie. Rapport de session 3	
Pr. Ali Boukhari30)
· Recommandations de la journée sur l'Ingénierie	
Nationale36)
· Activités de l'Académie37	,
· Recherche &développement sur l'énergie solaire	
Pr. Tijani Bounahmidi41	
Nouvelles des académiciens49)

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

n°8

«Servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale» Sa Majesté Le Roi Mohammed VI.

(Extrait du discours d'installation de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, 18 mai 2006)

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

Publié par :

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

Siège: Km 4, Avenue Mohammed VI (ex Route des Zaers) - Rabat. Tél: 0537 75 01 79 Fax: 0537 75 81 71 E-mail: acadscitec@menara.ma

Site web: www.academie.hassan2.sciences.ma

Directeur de la publication : Omar FASSI-FEHRI

Rédacteur en Chef: Mohamed AIT KADI

Comité de rédaction:

Mohamed BESRI (Collège des Sciences et Techniques du Vivant)

Omar ASSOBHEI (Collège des Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer)

Mohamed BELAICHE & EI Mokhtar ESSASSI (Collège des Sciences Physiques et Chimiques)

Daoud AIT KADI (Collège de la Modélisation et de l'Information)

Ali BOUKHARI (Collège d'Ingénierie, Transfert et Innovation Technologique)

Mohamed BERRIANE (Collège des Etudes Stratégiques et Développement Economique)

Dépôt légal : 2007 / 0067

Réalisation: AGRI-BYS S.A.R.L (A.U)

Impression: Imprimerie LAWNE 11, rue Dakar, 10040 - Rabat



Sa Majesté le Roi Mohammed VI - que Dieu Le garde -Protecteur de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques



Ce numéro du bulletin d'Information de l'Académie est consacré à «l'ingénierie marocaine : enjeux et stratégie de développement». Il concerne les travaux de la session ordinaire de l'Académie Hassan II des Sciences et Technique tenue le 24 Novembre 2010.

L'importance de cette session a été rehaussée par la présence de responsables gouvernementaux, M. Ahmed Akhchichine, Ministre de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique, et M. Ahmed Reda Chami, Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Nouvelles Technologies, que nous remercions vivement pour leur présence aux travaux de cet atelier et dont les interventions ont éclairé l'assistance sur les politiques gouvernementales en matière d'ingénierie et ont enrichi le débat sur la question.

La participation des représentants de la Fédération Marocaine du Conseil et de l'Ingénierie a permis de prendre connaissance de la réalité du secteur sur le terrain et dans la pratique.

Cette session a permis de discuter du rôle et de la contribution de l'ingénieur dans la réalisation des grands projets engagés par le Maroc. En effet, sous la conduite éclairée de Sa Majesté le Roi, que Dieu Le garde, le Maroc connaît des mutations profondes touchant tous les secteurs socioéconomiques. Plusieurs chantiers traduisant la volonté d'accélérer le développement du pays sont ainsi engagés; qu'il s'agisse des activités industrielles, agricoles, énergétiques ou hydrauliques, ou de celles liées aux infrastructures et au transport ou encore à la réforme de l'éducation nationale.

Cependant, le succès de ces plans sectoriels reste conditionné par la mise en place de mesures d'accompagnement, notamment en matière de formation de ressources humaines appropriées en qualité et en quantité.

La formation des ressources humaines et la promotion de la recherche scientifique restent la clé de voute de toute stratégie de développement, et le facteur déterminant pour que le système productif du pays soit compétitif et performant.

Par ailleurs, l'ouverture du pays sur l'extérieur impose de nouveaux défis à nos ingénieurs, celui de s'attaquer aux marchés extérieurs ou de faire face à la concurrence étrangère. La question est de savoir si l'ingénierie marocaine est suffisamment outillée pour faire face à tous ces nouveaux défis qui demandent de nouvelles qualifications.

Les travaux de la session ordinaire, présentés sous forme de rapports de sessions dans ce document, ont permis de présenter le secteur de l'ingénierie marocaine en comparaison avec celui des pays dont le savoir-faire est reconnu mondialement tels que les Etats Unis, l'Inde, la France ou l'Espagne. Par ailleurs, la problématique de l'ingénierie industrielle a été discutée à travers deux études de cas marocains : celui de MANAGEM et celui de JACOBS.

Enfin, les discussions et débats ainsi que les différentes interventions ont permis de dégager des recommandations susceptibles d'aider à l'élaboration d'une stratégie pour la promotion du secteur de l'ingénierie au Maroc et où l'Académie Hassan II des Science et Techniques pourrait contribuer en tant qu'institution phare qui œuvre pour que la recherche scientifique et l'innovation technologique soutiennent le développement du pays.

Session ordinaire de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

- Rabat, le 24 novembre 2010 -

«L'ingénierie marocaine : enjeux & stratégie de développement»

Programme

Matin

9H00-9H30: Inscription des participants

9H30-10H00: Allocutions d'ouverture

M. Ahmed Akhchichine, Ministre de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique.

M. Ahmed Reda Chami, Ministre de l'Industrie, du Commerce, et des Nouvelles Technologies

Pr. Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences & Techniques.

10H30-12H30: Session 1

Etat des lieux de l'ingénierie marocaine et benchmark international

<u>Président de séance</u> : M. Ismaïl Akalay (Directeur du Collègo ITII)

Rapporteur: M. Tijani Bounahmidi (Collège ITIT)

10H30-11H00 : «Etat des lieux de l'ingénierie au Maroc».

M. Moncef Ziani, Président de la fédération marocaine du conseil et de l'ingénierie (FMCI)

11H00-11H30 : «L'ingénierie espagnole dans le Monde»

M. José Luis Gonzalez Vallvé, TECHNIBERIA (Espagne)

11H30-12H00 : «L'ingénierie dans l'industrie en France. De l'externalisation de l'ingénierie à sa professionnalisation»,

M. Felix Jean, SYNTEC (France)

12H00-12H30: Discussion

Après-midi

14H00-15H00: Session 2

Enjeux de l'ingénierie industrielle marocaine

<u>Président de séance</u> : M. Moncef Ziani (FMCI) <u>Rapporteur</u> : M. Mahfoud Ziyad (Collège ITIT)

14H00-14H20 : «Expérience de l'Ingénierie Reminex dans le développement minier du groupe Managem», M. Amine Afsahi, Directeur général, Reminex

14H20-14H40 : «Jacobs Engineering SA (JESA), un nouveau partenariat»

M. Michael P. Oakley, General Manager, Jacobs Engineering SA (USA)

14H40-15H00: Discussion

15H00-16H20: Session 3

Formation de l'ingénieur : les défis pour le Maroc et les besoins de l'ingénierie

<u>Président de séance</u> : M. Hamid Benbrahim El Andaloussi (GIMAS)

Rapporteur: M. Ali Boukhari (Collège ITIT)

15H00-15H20: «Formation des ingénieurs marocains et besoins des stratégies sectoriels»,

M. Tijani Bounahmidi, Université Mohamed V-Agdal

15H20-15H40: «Engineering education and its support to indian industries»

Dr Radhanath Prasad Das, Independent Director, Rubamin Limited (Inde)

15H40-16H00 : «Quels ingénieurs demain pour une industrie mouvante et mondialisée?»

M. Gilbert Frade, ancien directeur des études, Ecoles des Mines - Paris

16H00-16H20: Discussion

16H40-17H10: Discussion générale & recommandations

Clôture



Séance d'ouverture de la Session ordinaire de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques - Rabat, le 24 novembre 2010 -

De gauche à droite :

- M. Ahmed Reda Chami, Ministre de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies
- Pr. Omar FASSI-FEHRI, Secrétaire perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques
- Pr. Driss ABOUTAJEDDINE, Directeur des Séances de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques
- Pr. Mostapha BOUSMINA, Chancelier de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques
 M. Ahmed AKHCHICHEN, Ministre de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique

Allocution de M. Ahmed Reda Chami (retranscription)

Ministre de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies



Monsieur le Ministre, Monsieur le Secrétaire Perpétuel de l'Académie, Mesdames et messieurs,

C'est pour moi un grand plaisir que d'être là aujourd'hui devant un parterre aussi prestigieux. Ce matin, avant de venir ici, un membre de ma famille m'a fait la réflexion suivante : celui qui a inventé le chauffage et la climatisation est franchement un homme extraordinaire. En fait, le chauffage et la climatisation, c'est de l'ingénierie. Vous êtes des gens extraordinaires : en fait, on ne va pas réinventer le chauffage ou la climatisation et clairement, il y a tellement de choses à inventer dans le futur; l'ingénierie est au centre de ces inventions. L'ingénierie se trouve à la base de la création des richesses.

Dernier point, c'est que je suis moi-même également ingénieur de formation. Souvent -je suis sûr que chacun de vous ressent la même chose-, on se dit : «est-ce que j'aurais pu être utile ailleurs?» Finalement, tous ces ingénieurs qui font des choses merveilleuses, moi aussi je voudrais me lever le matin et au lieu de réfléchir à toutes ces formalités administratives que je voudrais faire avancer, j'aurais bien voulu penser à ce nouveau réacteur et aller construire quelque chose de mes propres mains et avec mon cerveau. Pour me rassurer un petit peu, pour donner un sens à ma vie et histoire d'utilité, je me dis : finalement, moi j'essaie de créer l'environnement pour que des ingénieurs de talent, beaucoup plus talentueux que moi, puissent inventer des choses. Voilà un peu ce qu'on essaie de faire au Maroc.

Vraiment, cette ingénierie marocaine est au cœur de toutes les stratégies sectorielles que nous développons dans notre pays. Alors, c'est au cœur de la **stratégie Emergence** bien sûr, qui est la stratégie industrielle qui a pour ambition de faire en sorte que le Maroc devienne une plate-forme industrielle incontournable. Je dis souvent, je voudrais que le Maroc joue pour l'Europe le même rôle que le Mexique joue pour les Etats-Unis, et on peut se satisfaire de création d'emplois industriels

en sous-traitance, mais on peut aussi avoir cette ambition de créer nous-mêmes nos propres technologies et aussi apporter notre contribution à cette ingénierie mondiale, c'est ce que nous ferons et c'est ce que nous sommes en train de faire. C'est aussi ce que nous allons retrouver au sein de la stratégie numérique Maroc 2013, où l'on parle vraiment des technologies de l'information, qui a un rôle transversal. Juste pour donner un chiffre on parle d'un besoin de plus de 2.000 ingénieurs à l'horizon 2015. Cette ressource est absolument fondamentale dans ce qu'on fait. Et puis, il y a aussi les autres stratégies sectorielles (le plan Maroc vert, la clé de beaucoup de biotechnologies qu'il va falloir utiliser pour améliorer les cultures qui connaissent un stress hydrique, il y a aussi le plan solaire, etc.) qui ont un côté ingénierie qui est très fondamental. C'est pour cela que voir l'intérêt porté par l'Académie Hassan II à l'ingénierie nationale est absolument rassurant, parce que c'est aux industriels et à l'académie, c'est aux associations, c'est aux ingénieurs eux-mêmes, c'est tous ensemble que nous allons relever le défi.

Une fois qu'on a parlé, je dirais de ce besoin, qu'en est-il du point de vue formation? Mon ami et collègue Ahmed Akhchichen en a parlé. En 2005 on avait à peu près 4.200 ingénieurs, en 2010 ils sont 10.300 ingénieurs et assimilés. Vraiment, on a fait un saut quantitatif extraordinaire résultat d'une approche volontariste. On voit qu'en l'espace de 5 ans, on a plus que doublé (2,5), donc on peut quand on veut faire des choses.

Maintenant, à mon avis, il y a beaucoup de choses à faire et si je peux oser donner quelques idées :

- Continuer à augmenter nos capacités et bien sûr la qualité, aller vers de nouvelles disciplines qui n'étaient pas demandées dans le passé (solaire, aéronautique).
- On voit aujourd'hui qu'il y a un regroupement d'écoles, c'est vraiment dans ces regroupements qu'on va former plus d'ingénieurs, mutualiser les efforts et faire de la recherche.
- Avoir plus de capacités, c'est attirer nos compatriotes à l'étranger qui sont reconnus pour leur savoir-faire. Il faut qu'ils viennent physiquement, c'est mieux, sinon pourquoi pas virtuellement.
- Club marocain de l'ingénierie.
- Modèle open source, moi je viens d'un monde où ce modèle a montré toute sa capacité à faire (linux ou autre) et là je pense que c'est plutôt

l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques qui pourrait jouer le rôle de point focal.

- Avoir plus de visibilité locale, je pense que l'ingénierie marocaine n'a pas assez de visibilité localement, malheureusement, alors qu'il y a des cabinets d'ingénierie de très haut vol et très bonne facture qui peuvent avoir plus de visibilité encore.
- Dernier point, -certaines sociétés le font-, c'est vraiment avoir aussi une attitude beaucoup plus volontariste à l'export. Le CID est un très bon exemple, présent en Afrique de l'Ouest, en Afrique centrale, au Moyen Orient, à Djibouti, en Albanie. La société NOVEC, filiale de CDG-Développement, est aussi présente à l'extérieur. Donc, l'ingénierie marocaine peut s'exporter d'une manière forte vers les pays africains d'abord, mais aussi vers les pays du nord de la Méditerranée.

Voilà, c'est un peu cette réflexion que je voulais partager avec vous. J'ai vu le programme de votre journée, je trouve assez intéressant de comprendre ce qui se passe dans d'autres pays (l'Inde, les Etats-Unis, la France ou l'Espagne).

Je vous souhaite une bonne journée de travail.

Merci pour votre attention.

* * * * *



Allocution de Monsieur Ahmed AKHCHICHEN

Ministre de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique



Monsieur le Ministre du Commerce et de l'Industrie Monsieur le Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Mesdames et Messieurs les membres de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Messieurs les Présidents d'universités, Mesdames et Messieurs,

C'est avec un réel plaisir que je prends part à vos côtés à l'ouverture de cette session ordinaire de l'Académie Hassan II des sciences et techniques, organisée autour du thème de «l'ingénierie marocaine».

Permettez-moi à cette occasion de remercier et de féliciter, le Professeur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie et l'ensemble des membres de la famille de cette institution pour le choix de cette thématique d'actualité.

Mesdames et Messieurs,

Le programme scientifique de cette journée révèle, s'il en était besoin, la place centrale et stratégique qu'occupe la formation d'excellence, pour le Maroc d'aujourd'hui et de demain.

Poser la question des enjeux de développement et de stratégie de l'ingénierie marocaine, dans un Maroc en mouvement, qui a ouvert de grands chantiers, et mis en œuvre des stratégies sectorielles ambitieuses et innovantes, s'inscrit en droite ligne du processus de dynamisation du développement de notre pays.

Cette thématique interpelle bien sûr, l'université et les établissements de formation de cadres, en tant qu'espaces d'enseignement et de recherche et de développement des ressources humaines, qui comme vous le savez, connaissent actuellement des mutations profondes avec la mise en œuvre du programme d'urgence. Le choix de cette thématique est également d'actualité, dans la mesure où il vient prolonger l'étude menée récemment par le conseil supérieur de l'enseignement, sous l'impulsion de son regretté président délégué, si Abdelaziz Meziane Belfkih, sur les classes préparatoires aux grandes écoles et les filières d'agrégation.

Mesdames et Messieurs,

Il serait fastidieux de récapituler tout ce qui a été engagé ces dix dernières années en matière de réforme du système éducatif au Maroc. Toutefois, il me parait important de rappeler quelques inflexions du système qui contribuent à l'émergence de cette nouvelle génération de l'ingénierie marocaine à laquelle nous aspirons tous.

La réforme de l'enseignement des sciences, des mathématiques et de la technologie commence à donner des résultats tangibles. Un retour progressif des élèves vers les filières scientifiques, vivier de l'ingénierie, s'opère progressivement.

Les résultats du baccalauréat de l'année 2010 reflètent bien cette tendance, avec plus de bacheliers mathématiques, scientifiques et techniques. Le bassin de recrutement de nos écoles d'ingénieurs est en train de s'élargir.

En matière de formation d'ingénieurs au Maroc, nos écoles ont su formuler des réponses adaptées aux nouveaux besoins inhérents aux grands chantiers structurants de l'économie nationale. L'exemple de l'initiative pour la formation de 10.000 ingénieurs en est l'illustration. Lancée en 2006, cette initiative, avait fixé des objectifs à atteindre sur une base contractuelle entre l'Etat et les établissements de l'enseignement supérieur public et privé.

Nonobstant l'effectif des ingénieurs formés à l'étranger et à travers des formations-reconversion, le dernier bilan en date fait état d'une réalisation, en 2009-2010, de plus de 97% de l'objectif escompté de 10 000 ingénieurs et assimilés par an. Au titre de 2010-2011, l'objectif sera dépassé de 14%.

Mesdames et Messieurs,

Le Maroc dispose aujourd'hui de 33 établissements publics de formation d'ingénieurs dont 15 écoles d'ingénieurs relevant des universités, 11 écoles et instituts ne relevant pas des universités et 7 Facultés des Sciences et Techniques qui forment également des ingénieurs.

Le nombre des nouveaux inscrits dans les écoles d'ingénieurs relevant des universités a été pratiquement triplé durant la période 2007-2010 et les filières d'ingénieurs accréditées ont plus que doublé sur cette même période.

Cependant, nos écoles d'ingénieurs seront confrontées à deux difficultés majeures :

 en premier, celle de l'harmonisation entre une formation technologique théorique pouvant conduire par la suite à des études doctorales et à la recherche et une formation professionnelle pratique synonyme d'une insertion rapide des lauréats;

- ensuite, celle d'organiser, d'encadrer et d'évaluer des stages en milieu professionnel.

Le programme d'urgence apporte quelques réponses à ces questions à travers une meilleure gestion de l'ouverture de l'université sur son environnement socio économique.

Mesdames et Messieurs,

L'évolution des systèmes d'information a une incidence directe sur les modes de diffusion du savoir, qui provoquent à leur tour des modifications profondes au sein de la société avec l'apparition de nouveaux métiers et, bien sûr, la disparition d'activités devenues obsolètes.

L'accélération de l'évolution technologique condamne la réussite professionnelle basée sur le diplôme au profit d'un développement permanent de compétences au service d'un projet professionnel. L'école devra passer d'une culture de l'emploi salarié à une culture de l'activité, voire à une culture de l'entreprendre ; d'une culture du travail individuel à une culture du travail par projets en équipe, et en

réseau ; et enfin d'une culture de l'offre à une culture de la demande.

La mondialisation ne fera qu'augmenter les risques d'échec de tout système d'éducation et de formation qui n'aura pas compris ce que la société attend de lui et qui n'aura pas su intégrer les enjeux économiques en maîtrisant les risques et en maximisant les opportunités.

Maîtrise des flux, flexibilité, adaptabilité, qualité des formations et interactivité avec le monde socio-économique, tels sont les défis majeurs que notre système d'éducation et de formation se doit aujourd'hui de relever.

Mesdames et Messieurs,

Je suis persuadé que les travaux de cette session consacrée à l'ingénierie marocaine déboucheront, comme l'ensemble des activités organisées par l'Académie Hassan II, jusqu'ici, sur des recommandations qui contribueront à n'en pas douter à l'amélioration des perspectives de développement de la formation dans notre pays.

Je vous remercie pour votre attention.



DISCOURS D'OUVERTURE

Pr. Omar FASSI-FEHRI

Secrétaire perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques



Messieurs les Ministres, Mesdames et Messieurs les Académiciens, Chers Invités, Mesdames et Messieurs,

Le thème de notre session d'aujourd'hui «l'ingénierie marocaine : enjeux et stratégie de développement», est particulièrement crucial pour le développement de notre pays; cette session permettra, nous l'espérons, de mieux définir le rôle et la contribution de l'ingénieur dans l'économie du pays, et dans la réalisation des grands travaux engagés par le Maroc. C'est aussi l'occasion d'appréhender les attentes des professionnels du secteur, de poser les bonnes questions, et trouver si possible les bonnes réponses aux nouveaux défis résultant de la demande accrue en ingénierie, avec l'apparition sur le marché de nouveaux besoins et de nouvelles opportunités. Nous reviendrons sur toutes ces questions au cours de la journée. Auparavant, je voudrais surtout rendre un vibrant hommage à des femmes et des hommes qui ont contribué à l'édification du pays depuis plusieurs décennies avec résolution, dévouement et compétence permettant à notre pays d'être doté aujourd'hui d'une ingénierie nationale. Un grand hommage doit également être rendu à l'ensemble des écoles et institutions marocaines, qui depuis l'indépendance, se sont particulièrement investies dans la formation de la plupart de nos ingénieurs.

Mesdames et Messieurs,

Notre pays connaît ces dernières années, sous la conduite éclairée de Sa Majesté le Roi -que Dieu le Garde-, des mutations profondes touchant tous les secteurs socioéconomiques. Plusieurs chantiers, traduisant la volonté de mettre le pays sur les rails du développement, sont engagés. Ils témoignent de la volonté de doter le pays de plateformes logistiques et industrielles, compétitives, à même d'induire un développement qui se veut global, durable, harmonieux, équitable et non exclusif. Ces chantiers sont en passe de changer radicalement la structure de l'économiemarocaine et d'accroître considérablement son potentiel de croissance, son attractivité et sa

capacité à contribuer au développement humain du pays et à sa compétitivité. L'approche marocaine en la matière consiste à trouver un équilibre entre les exigences de la compétitivité internationale et celles de l'intégration sociale et territoriale au niveau national, l'objectif étant d'assurer, d'une part, l'intégration du pays aux flux économiques et humains régionaux et mondiaux et d'arrimer ses infrastructures aux meilleurs standards de qualité et de performance. Il s'agit également de garantir l'accès des populations aux équipements et services de base, tels que l'eau, l'électricité, les communications et les services scolaires et sanitaires.

Mesdames, Messieurs,

La mondialisation, la prise en compte du développement durable, les besoins en matières premières, en énergie sont autant de problèmes complexes à résoudre. Les ingénieurs ont un rôle fondamental à jouer dans leur solution.

Les formations d'ingénieur se définissent en réponse à plusieurs exigences liées aux progrès scientifiques et techniques, à l'évolution des besoins des entreprises, à la diversification du marché de l'emploi et à la demande sociétale. La définition du métier d'ingénieur doit s'inscrire dans ce contexte, elle est forcément évolutive.

Le métier de base de l'ingénieur consiste à poser et à résoudre de manière toujours plus performante des problèmes aux dimensions multiples, ayant trait à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre, au sein d'une organisation compétitive, de produits, de systèmes ou de services, en se préoccupant parfois aussi de questions d'une autre nature comme leur financement ou leur commercialisation. À ce titre, l'ingénieur possède un ensemble de savoirs et de savoir-faire techniques, économiques, sociaux et humains, reposant sur une solide culture scientifique. Il est un organisateur, un coordonnateur et un manager de projets toujours plus complexes. Son activité s'exerce partout dans l'industrie, le bâtiment et les travaux publics, l'agriculture, les services.....

Nos débats porteront certainement sur la question de savoir si, en l'état actuel des choses, l'ingénierie marocaine est suffisamment outillée pour faire face à tous ces nouveaux défis et demandes qui exigent de nouvelles qualifications. L'ouverture du pays sur l'extérieur impose par ailleurs à nos ingénieurs de nouveaux défis celui de s'attaquer aux marchés extérieurs ou de faire face à la concurrence des cabinets étrangers. De tels défis nécessitent des structures multidisciplinaires, dotées d'un personnel efficient et expérimenté, et capable de relever les

...1

challenges liés à la concurrence étrangère et à la conception de solutions innovantes.

Le succès des plans sectoriels reste conditionné par la mise en place de mesures d'accompagnement, notamment en matière de compétitivité, de gouvernance et surtout de formation de ressources humaines appropriées en qualité et en quantité.

Le dernier Discours de Sa Majesté le Roi Mohammed VI, le 30 juillet 2010, à l'occasion de la fête du Trône, met l'accent sur cette question et souligne que «l'efficacité des plans sectoriels restera limitée tant que ne seront pas levées les entraves majeures, liées à la faiblesse de la compétitivité, à la gouvernance de ces plans et à la mise à niveau des ressources humaines». Concernant l'entrave de la faible compétitivité, le Souverain a insisté «avec force sur la nécessité d'une mise en œuvre optimale de la stratégie logistique nationale». S'agissant des entraves liées à la gouvernance des plans, SM le Roi a précisé qu'elles «doivent être impérativement éliminées en mettant en place les mécanismes nécessaires pour assurer une meilleure synergie entre ces plans, dans le cadre d'une vision stratégique intégrée, excluant toute approche sectorielle étriquée». Concernant le troisième obstacle et qui représente, selon SM le Roi, le plus grand défi, le Souverain a mis l'accent sur la nécessité pour tous de «prendre des décisions courageuses pour assurer l'adéquation de la formation scientifique, professionnelle et technique, avec les exigences de l'économie moderne et de la promotion de la recherche scientifique et de l'innovation, ainsi qu'avec les impératifs de l'insertion dans l'économie de la société du savoir et de la communication».

C'est dire combien la formation des ressources humaines et la recherche scientifique et technique, constituent la véritable clé de voûte dans toute stratégie de développement et le facteur déterminant pour que le système productif du pays soit compétitif et performant. Voilà qui explique le rôle majeur qui incombe, en la matière, au système de formation et de qualification qui constitue la clé de la réussite et le maillon central pour prendre en charge toutes les contraintes subies par le pays. Sa renaissance scientifique et technique passe certes d'abord par la maîtrise de la technologie, que j'appellerai la technologie de base, et qui a pour objectif d'améliorer les conditions de vie des citoyens et de leur assurer un certain nombre de services comme l'accès à l'électricité, à l'eau potable, au réseau de communications (toutes sortes de communications), au confort domestique sur tout les plans. Elle passe aussi, à notre sens, par une technologie innovante permettant au pays non seulement de consolider ses atouts (surtout dans les domaines où il possède des

richesses en ressources naturelles), de pouvoir faire face à la bataille de la compétitivité, et d'être présent, au moins dans quelques secteurs, sur le marché mondial, mais encore de faire face à ses besoins dans des secteurs stratégiques que sont l'énergie, l'eau, la nutrition, la santé et l'environnement; il s'agit donc de développer l'innovation technologique qui naît d'une invention, d'une idée nouvelle, d'un principe nouveau de fonctionnement, et aboutit à une réalisation industrielle.

L'innovation technologique traduit en fait la fonction recherche en étape novatrice, puis pratiquement en avantage commercial.

Pour toutes ces raisons, il importe de gagner le pari vital de la réforme de notre système éducatif, et d'assurer en premier lieu le succès du plan d'urgence mis en place par le Ministère de l'Éducation.

Cette journée de réflexion, apportera j'espère plus d'éclairages sur la problématique de l'ingénierie nationale. L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques sera particulièrement attentive aux résultats de vos discussions et recommandations.

Mesdames, Messieurs,

Je tiens enfin à renouveler mes vifs remerciements à toutes les personnalités qui ont répondu à notre invitation, à tous ceux qui ont accepté de participer aux travaux de cette journée et tout particulièrement à la Fédération Marocaine du Conseil et de l'Ingénierie. Mes remerciements s'adressent aussi aux éminents scientifiques et experts venus de l'étranger, d'Espagne, de France et d'Inde, je leur souhaite la bienvenue et un agréable séjour dans notre pays.

Puisse Dieu couronner de succès nos actions afin que l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques soit une institution phare capable d'œuvrer pour que la recherche scientifique et l'innovation contribuent activement à la solution des problèmes de développement et au bien être social des citoyens, et nous aider à être à la hauteur des nobles ambitions que nourrit Sa Majesté le Roi Mohammed VI – que Dieu Le protège - pour l'édification d'une société marocaine moderne, prospère et heureuse.

Je vous remercie pour votre attention.

Etat des lieux de l'ingénierie marocaine et benchmark international. Rapport de la séance 1

Pr. Tijani Bounahmidi

Membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques



Le programme de cette séance a comporté 3 présentations d'une vingtaine de minutes chacune, suivies d'un débat d'une trentaine de minutes :

- la présentation de M. Moncef Ziani, Président de la Fédération Marocaine du Conseil et de l'Ingénierie (FMCI), sur l'état des lieux de l'ingénierie au Maroc;
- la présentation de M. José Luis Gonzalez Vallvé, président de Techniberia (Fédération Espagnole des bureaux d'ingénierie), intitulée «Ingénierie espagnole dans le monde»;
- la présentation de M. Felix Jean, Administrateur de SYNTEC INGENIERIE (Fédération professionnelle de l'ingénierie française), intitulée «L'ingénierie dans l'industrie en France. De l'externalisation de l'ingénierie à sa professionnalisation»

1. Présentation de M. Moncef Ziani

Après avoir rappelé l'objet de l'ingénierie (l'optimisation des investissements quels que soient leur nature et leur stade de développement: conception, réalisation et exploitation pour lesquels il a défini les



prestations- faisant appel à différents corps de métiers et pas seulement aux ingénieurs- et les formes d'intervention), et la typologie de ce métier (Ingénierie publique intégrée; Ingénierie privée intégrée; Ingénierie professionnelle), M. Ziani a présenté au préalable l'organisation de la profession au Maroc avant de décliner son état des lieux.

1.1. Organisation de la profession

La FMCI compte actuellement 220 cabinets d'ingénierie. Elle est organisée en 6 associations sectorielles et 7 associations territoriales dans les principales régions du Maroc. L'ensemble de ses membres réalise un chiffre d'affaires de 2MM DH environ et compte 3500 employés dont 2000 ingénieurs. La FMCI fait partie de plusieurs associations régionales et internationales d'ingénierie: FCIC (fédération islamique), FCAA (fédération arabe), MEG (association méditerranéenne), GAMA (groupe africain), FIDIC (fédération internationale).

1.2. Etat des lieux

Monsieur Ziani a décliné l'état des lieux de la profession de l'ingénierie marocaine en cinq éléments : le cadre réglementaire, la demande, l'offre marocaine et étrangère, les contraintes, et l'ingénierie industrielle.

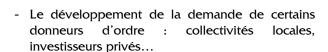
1.2.1. Le cadre réglementaire

Par rapport à la réglementation régissant la profession de l'ingénierie au Maroc, Monsieur Ziani a souligné, d'une part, le fait que le marché national d'ingénierie est ouvert à toutes société exerçant cette profession n'importe où dans le monde sans protection aucune et d'autre part, la liberté d'exercer ce métier sans se soumettre à des conditions particulières qui ne sont exigées, sous forme d'agrément et qualification, que des cabinets d'ingénierie domiciliés au Maroc lorsque ceux-ci souhaitent bénéficier de commandes publiques et figurer dans la base de données de certains donneurs d'ordre comme l'OCP ou l'ONE. Monsieur Ziani a mentionné ensuite les différents textes réglementaires régissant le marché de l'ingénierie : le décret n° 2-98-482 relatif à la passation des marchés publics, le décret 2-01-2332 du 04/06/02 concernant le CCAG -Ingénierie, la Loi sur l'urbanisme (12-90 du 17/06/92), tout en précisant qu'au Maroc, contrairement à d'autres pays, les appels d'offres lancés par des organismes publics sont tous internationaux.

1.2.2. La demande

La demande en ingénierie s'est développée de façon importante durant les dernières années grâce à un certain nombre de facteurs dont les principaux sont les suivants :

- Les plans de développement sectoriels et soussectoriels qui génèrent des demandes importantes en ingénierie (le Pacte National pour l'Emergence Industriel, le Plan Maroc vert, le Plan Azur, le Plan Najah 2009-2012, le Plan Halieutis, le Plan Solaire et la Stratégie nationale de l'énergie, le Plan de développement des autoroutes, le Plan national de développement des ports...), en améliorant la visibilité des cabinets d'études pour une meilleure planification de leurs ressources humaines.
- Le développement de l'assistance à la maîtrise d'ouvrage permettant une meilleure planification et un suivi rigoureux des projets grâce aux prestations des cabinets d'études et d'ingénierie.
 Cette demande s'est accentuée surtout à cause des opérations de départs volontaires à la retraite.
- L'apparition de nouveaux créneaux comme le développement durable qui génèrent des demandes en études d'impact et d'analyses environnementales des projets d'investissements, la qualité (management de la qualité, certification)...



Au Maroc, contrairement à un grand nombre de pays en développement, les activités d'ingénierie liées à la demande publique sont financées dans leur grande majorité de manière prépondérante sur le budget de l'Etat. Dans le cas de financements internationaux, la demande est souvent orientée vers des sociétés d'ingénierie originaires des pays financeurs.

1.2.3. L'offre

Au Maroc il y a actuellement 600 cabinets d'ingénierie, au moins, qui disposent d'un agrément pour bénéficier de la demande publique. Deux dates importantes méritent d'être soulignées par rapport à l'augmentation du nombre de cabinets d'ingénierie au Maroc.

- Le milieu des années 70 caractérisé par une intensification des programmes d'investissements (programme de construction des barrages...) grâce notamment à l'augmentation des ressources dues aux ventes de phosphates. Cette période marque le vrai décollage de la profession d'ingénierie au Maroc par la création d'un nombre important de bureaux d'études par des marocains mais aussi sous forme de filiales de sociétés d'ingénierie étrangères.
- L'entrée en vigueur du système d'agrément à la fin du siècle dernier, qui a encouragé la création d'un grand nombre de cabinets d'ingénierie grâce peut être à la transparence introduite par ce système mais aussi à cause du lancement de la politique des grands chantiers structurants et des stratégies sectorielles citées plus haut.

Environ 54% des cabinets d'ingénierie marocains réalisent un CA de moins de 2 MDH chacun, 25% réalisent un CA supérieur à 10 MDH chacun dont 2,6% supérieur à 60 MDH et seuls 0,3% dépassent 100 MDH de CA chacun.

Les domaines d'agrément sont, par ordre d'importance décroissante, le bâtiment ; les études générales; VRD; l'hydraulique urbaine; les routes et autoroutes; la géologie, la géotechnique et l'hydrologie ; les ouvrages d'art; les «études agricoles; l'industrie et l'énergie; les études maritimes et en fin la défense. Plus de 2/3 des cabinets d'ingénierie sont situés dans deux régions du Royaume : Rabat-Salé-Zemmour-Zaer et le Grand Casablanca. Les deux régions Marrakech-Tensift-Al Haouz et Souss Massa-Daraa sont dotées chacune d'une trentaine de cabinets d'études alors que les trois régions de l'Oriental, Fès-Boulmane et Meknes-Tafilelt disposent d'une vingtaine chacune.

Généralement, l'ingénierie étrangère intervient au Maroc à partir du siège à l'étranger. Cependant, vu le développement du marché marocain de l'ingénierie, certaines sociétés d'ingénierie étrangères ont mis en place des succursales au Maroc après les avoir fermées durant les années 90; mais des difficultés liées aux ressources humaines découragent l'accentuation de cette tendance.

L'ingénierie marocaine est autosuffisante dans une bonne partie des domaines d'agrément : Bâtiment, Grande Hydraulique (Barrages, Grandes adductions, GRE,...), Irrigation, Routes et Ouvrages d'Art. Dans les autres domaines, sauf celui de l'industrie, elle détient une part de marché très honorable : Hydraulique Urbaine (80%), Infrastructures portuaires / Autoroutes / Ferroviaire (70%), Conseil (50%).

1.2.4. Contraintes

La principale contrainte au développement de l'ingénierie marocaine est la disponibilité des ressources humaines qualifiées pour cette profession. Les budgets relativement réduits consacrés à l'ingénierie et les taux de l'IGR qui restent élevés exercent une pression sur les salaires qui constituent 70% des charges des cabinets d'ingénierie, handicapant de façon importante l'attrait de cette profession.

Les délais consacrés à la partie ingénierie ne sont pas toujours suffisants pour mener les activités requises dans les meilleures conditions. Ceci se fait malheureusement au dépend de la qualité de la réalisation des projets.

Une autre contrainte de la profession d'ingénierie au Maroc est le manque d'encouragements à l'exportation des prestations d'ingénierie malgré le succès enregistré dans ce domaine par certaines sociétés d'ingénierie marocaines.

1.2.5. L'ingénierie industrielle

L'ingénierie industrielle professionnelle exercée par des cabinets d'ingénierie libres est presque inexistante au Maroc et ce pour deux raisons principales :

- Le recours à la formule clé-en-main utilisée par les industriels pour la réalisation des projets d'investissement. L'appel d'offre utilisé vise l'acquisition d'une unité industrielle fonctionnelle, depuis la conception jusqu'à, parfois, l'exploitation en passant par la réalisation.
- L'ingénierie intégrée pour la réalisation de certains projets. C'est le cas de l'OCP qui était doté de sa propre société d'ingénierie «SMESI» et de l'ONA qui a doté sa filiale MANAGEM de REMINEX.

Il faut toutefois souligner l'existence de plusieurs cabinets de conseil qui accompagnent les industriels dans l'amélioration de la gestion de leurs unités industrielles par rapport aux aspects techniques et organisationnels. Monsieur Ziani a fini son exposé en mentionnant le projet de contrat-programme que la FMCI est entrain de négocier avec l'Etat. Il comporte cinq axes : Renforcement des capacités de la profession; Soutien aux intervenants de l'ingénierie; Formation; Promotion de la qualité; Amélioration du cadre d'exercice.

2. Présentation de M. José Luis Gonzalez Vallvé

La présentation de M. José Luis Gonzalez Vallvé a été développée autours de quatre axes : Situation actuelle de Tecniberia et de l'ingénierie espagnole; Présence de l'ingénierie espagnole dans le monde; L'intérêt d'investir dans



l'ingénierie; les atouts de l'ingénierie espagnole.

2.1. Situation actuelle de Tecniberia et de l'ingénierie espagnole

Tecniberia est l'Association Espagnole des sociétés d'Ingénierie, de Consulting et de Services Technologiques qui a été fondée en 1946. Elle rassemble quelques 300 entreprises d'ingénierie et de consulting comptant plus de 45575 employés et réalisant un chiffre d'affaires annuel de 6 milliards d'euros, dont 1/3 sur des marchés étrangers relevant de 84 pays.

Techniberia est membre de la Fédération internationale des ingénieurs-conseils (FIDIC), de la Fédération Européenne des Associations d'Ingénierie et de Consulting (EFCA), de la Fédération Panaméricaine des Associations Nationales des Entreprises de Consulting des Amériques (FEPAC), de la Confédération Espagnole des Organisations Patronales (CEOE) et de l'Association Espagnole de Normalisation et Certification (AENOR).

Les membres de Techniberia se répartissent en nombre sur les activités réalisées par secteurs d'activité comme indiqué sur la figure 1. Le génie civil vient largement en tête suivi de l'environnement, puis de l'urbanisme et en dernier lieu de l'énergie et de l'industrie.

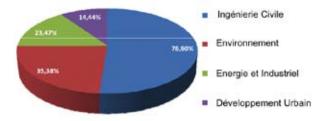


Figure 1 : répartition des cabinets d'ingénierie par domaine d'activité (Source : Techniberia)

Les principaux secteurs d'activités au profit desquels les membres de Tecniberia réalisent leurs prestations, ont été déclinés de manière détaillée par Monsieur Vallvé, comme indiqué ci-après.

INFRASTRUCTURES

- 1. Transport, urbanisme/aménagement du territoire et gestion du trafic;
- 2. Routes, autoroutes, ponts, viaduces et autres;
- 3. Transports urbains et interurbaines;
- 4. Aéroports et trafic aéeien;
- 5. Ports et litoraux;
- 6. Chantiers hydrauliques;
- 7. Tunnels;
- 8. Structures.

INGÉNIERIE DE L'ENVIRONNEMENT

- 1. Aménagement hydralique;
- 2. Hydrologie et Hydréologie;
- 3. Barrage et irrigation;
- 4. Approvisionnement en eau, drainage et tout-à-l'égout;
- 5. Désalinisation, traitement de l'eau potable et des eaux usées;
- 6. Aménamement des cours d'eau;
- 7. Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE);
- 8. Surveillance et contrôle de l'environnement;
- 9. Gestion des déchets;
- 10. Dépollution des sols;
- 11. Prévention et contrôle de la pollution;
- 12. Services à l'envirinnement pour les industriels;
- 13. Planification du développement touristique durable;
- 14. Gestion et planification des ressources naturelles et du territoire.

CONSTRUCTION ET DÉVELOPPEMENT URBAIN

- 1. Urbanisme et aménagement du territoire régional;
- 2. Gestion des sols;
- 3. lingénierie des services urbaine;
- 4. Architechture et construction;
- 5. Recherches et inventaires cadastraux;
- Centres pénitentiares, entrepôts industriels, installation sportives, etc.

ENERGIE

1. Gaz naturel

- Usine de liquéfactio;
- · Usine de dégasification;
- · Gazoducs;
- Etc.

2. Centrales thermiques

- · Centrales à cycle combiné;
- · Centrales à combustibles fossiles;
- Centrales de cogénération.

- 3. Pétrole
- 4. Nucléaire
- 5. Charbon
- 6. Energie hydraulique, éolienne, solaire, povenant des déchets urbaine solides et de la biomasse
- 7. Energie industrielle.

SERVICES TECHNOLOGIQUE

- Recherche de donnée dans l'environnement physique:
 Topographie, géologie, cartographie, photogramme;
 - ii. Bathymétrie, géophysique, etc.
- 2. Contrôle de qualité qui porte sur deux volets : <u>Matériel</u> et <u>exécution</u>, principalement dans les secteur de l'industrie, l'environnement et la construction.

2.2. Présence de l'ingénierie espagnole dans le monde

Monsieur Vallvé a souligné l'importance de l'exportation des services d'ingénierie espagnole surtout durant la période de crise économique vécue actuellement par son pays.

Actuellement, le chiffre d'affaire réalisé à l'export par les membres de Tecniberia est dû à 46 entreprises d'ingénierie espagnole qui ont travaillé durant les cinq dernières années dans 94 pays et qui disposent de Délégations permanentes dans 84 de ces pays.

Les projets réalisés à l'export sont répartis par secteur d'activité comme indiqué sur la figure 2. Cette répartition est conforme à celle des projets réalisés à l'intérieur de l'Espagne.

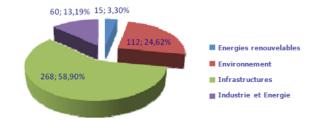


Figure 2 : répartition, en nombre et en %, des projets réalisés à l'export, par secteur d'activités (Source : Techniberia)

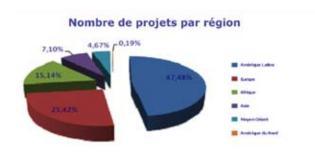


Figure 3 : répartition par région des projets réalisés à l'export (Source : Techniberia)

2.3. L'intérêt d'investir dans l'ingénierie

Monsieur Vallvé a plaidé pour le développement des activités d'ingénierie qui présentent les deux principaux intérêts suivants.

Le nombre d'emplois par an créés par million d'euros investi est largement supérieur au profit des sociétés d'ingénierie comparées aux entreprises de construction, comme le montre le tableau 1.

Tableau 1 : Nombre d'emplois créés par million d'euros par an (Source : Techniberia)

	HYDRAULI-QUE	CHEMINSDE FER	DEVELOPPE- MENT URBAIN	ROUTES	CONSTRUCION
ENTREPRISE	3-4	3-4	3,5-4,5	3,5-4,5	6-8
ENTREPRISE D'INGÉNIE-RIE			11-13		

Les services d'ingénierie produisent un impact très significatif sur les coûts de réalisation des projets et de leur exploitation. A titre d'exemple, on estime qu'une augmentation de l'investissement dans l'ingénierie de 500 millions d'euros, éviterait un surcoût de 5 milliards d'euros dans la révision des projets des travaux publics.

2.4. Atouts de l'ingénierie espagnole

Monsieur Vallvé a ensuite présenté les facteurs de compétitivité de l'ingénierie espagnole au niveau international par rapport à un certain nombre de secteurs d'activité :

- L'Espagne est Leader mondial dans le domaine des énergies renouvelables.
- Grande expertise dans l'hydraulique et la gestion de l'eau.
- Leader dans la gestion des fonds européens.
- Prix compétitifs.

Monsieur Vallvé a fini son exposé en exprimant le souhait de voir le projet de la liaison fixe Maroc-Espagne se réaliser pour que «le Maroc et l'Espagne passeraient du statut de «voies sans issue» à celui de «carrefour Europe-Afrique».



Avant de commencer sa présentationintitulée «L'ingénierie dans l'industrie en France. De l'externalisation de l'ingénierie à sa professionnalisation : facteurs, conditions et modèles de développement», Monsieur Felix



Jean a projeté un film sur l'histoire de l'ingénierie en France produit par SYNTEX INGENIERIE en 2008.

3.1. Film sur l'histoire de l'ingénierie française

Le film décrit les différentes étapes par lesquelles la profession de l'ingénierie est passée depuis sa naissance, tout au début du 20ème siècle, jusqu'à nos jours.

Avant le 19^{ème} siècle, la réalisation des constructions se basait sur les tâtonnements et l'expérimentation, le savoir-faire des créateurs et les plans établis à partir de réalisations déjà éprouvées.

Durant le 19ème siècle, qui a connu des développements importants des sciences et des technologies, des études sont menées au préalable pour l'élaboration de schémas ou de plans de réalisations de plus en plus complexes faisant intervenir des technologies en nombre croissant.

La profession d'ingénieur-conseil ayant la maîtrise des savoirs et technologies relevant d'un domaine donné, est née dès le début du 20ème siècle pour répondre aux besoins des industriels et des constructeurs en études nécessaires à la réalisation de leurs projets.

Après la deuxième guerre mondiale on a assisté à la création de sociétés d'études techniques regroupant des ingénieurs-conseils relevant de plusieurs disciplines nécessaires à la réalisation d'un même projet de construction : structures, thermique, fluides, électricité... Ces sociétés ont participé activement à la reconstruction de la France en assurant la conception des bâtiments, des constructions et des équipements.

Des sociétés d'études techniques ont œuvré pour répondre aux exigences de qualité, de performances et de coût des projets en développant des techniques de management de projets qui en font leur cœur de métier devenant ainsi les premières sociétés d'ingénierie.

Durant le dernier quart du siècle dernier, le recours de plus en plus fréquent à ces sociétés d'ingénierie pour la conception des ouvrages et la supervision de la réalisation de ces derniers a permis un développement important des méthodes de conception industrielles. La numérisation des plans notamment qui a permis la réalisation de nouvelles prestations et des échanges entre partenaires d'un même projet avec prise en compte dans la conception du cycle de vie de l'exploitation et de la maintenance contribue à faire de la conception des produits un nouveau métier auquel les industriels, des secteurs de l'automobile et de l'aéronautique notamment, font appel pour concevoir en externe leur nouveaux produis donnant ainsi naissance aux sociétés d'ingénierie et de conseil en technologie.

Dès le début du 21^{ème} siècle, les sociétés d'ingénierie repensent leurs méthodes de conception en tenant compte des exigences du développement durable par la prise en considération du cycle de vie et du coût global pour les générations futures d'un ouvrage, d'un équipement ou d'un produit dès sa conception. Plusieurs innovations dans ce domaine sont développées ou en cours de l'être par des ingénieurs et des sociétés d'ingénierie au profit de secteurs de bâtiment, de transport, de l'eau, de l'énergie...

3.2. L'ingénierie dans l'industrie en France. De l'externalisation de l'ingénierie à sa professionnalisation : facteurs, conditions et modèles de développement

Lors de cette présentation, Monsieur Felix a décrit l'évolution et la situation actuelle de l'ingénierie industrielle en France dont les grands traits sont analogues à ceux décrit par le film pour l'ingénierie française en général.

3.2.1. Les sociétés d'études intégrées

L'ingénierie industrielle d'avant-guerre était liée à des secteurs industriels déterminés. Elle permettait de répondre à des besoins spécifiques des industries correspondantes en matière de conception et de gestion des éléments du procédé ou de ses utilités. Comme exemples de cette ingénierie on peut citer SERI Renault, Sofresid, Heurtey, Inter G, Krebs, Speichim.

3.2.2. Les sociétés d'études spécialisées professionnelles

Après la deuxième guerre mondiale, des sociétés d'études techniques industrielles spécialisées ont été créées dans des domaines spécifiques comme l'énergie. Ces sociétés professionnelles indépendantes répondaient à des besoins techniques spécifiques des industries en matière d'économie d'énergie ou autres.

Parallèlement au développement de ces sociétés d'études techniques spécialisées indépendantes, la France a vu la création de bureaux d'études subventionnés par l'Etat pour les besoins de secteurs industriels stratégiques comme celui du raffinage de pétrole. C'est le cas de TECHNIP créé par l'Institut Français du Pétrole. Cette société avait comme prérogatives à la date de sa création en 1960, les études techniques des procédés utilisés en raffinage de pétrole.

3.2.3. Les sociétés d'ingénierie industrielle

Comme cela a été cité dans le film pour l'ingénierie française en général, les sociétés d'études techniques industrielles ont été créés à partir de bureaux d'études en intégrant le management de projets avec un modèle économique prévalant jusqu'en 1980 qui est celui de maîtrise d'œuvre au forfait. TECHNIP a évolué vers ce modèle en assurant la conception des usines toutes entières ainsi que la supervision de la réalisation des unités industrielles correspondantes.

A partir de 1980, des missions clé-en-mains ont été développées par des sociétés d'ingénierie comme TECHNIP. La société SERETE, créée par trois ingénieurs de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole Centrale et qui fait partie actuellement de la société d'ingénierie américaine JACOBS, s'est retirée de ce modèle clé-en-mains préférant vendre des prestations au lieu de produits.

Un autre modèle économique de sociétés d'ingénierie développé à partir de 1980 est celui d'assistance technique. Dans ce cas, la société d'ingénierie ne vend ni services ni produits, mais fournit des ressources humaines compétentes dans des domaines techniques spécialisés travaillant chez le client pour l'aider à résoudre un problème donné relatif à l'ingénierie de produits des industries manufacturières. Ces sociétés (ALTRAN, ALTEN, ASSYSTEM...) plus orientées vers l'ingénierie de produits manufacturés, connaissent une très forte croissance, mais sont confrontées actuellement, à cause de la crise économique, à un double défi, la diversification et la facturation au forfait de leurs prestations.

3.2.4. Volume d'activité de l'ingénierie industrielle professionnelle

Le tableau 2 illustre le volume d'activité réalisé par les sociétés d'ingénierie industrielle professionnelle française, en termes de chiffre d'affaire, en 2006.

Tableau 2 : volume d'activité de l'ingénierie industrielle professionnelle espagnole en 2006 (Source : Syntex Ingénierie)

L'ingénierie professionnelle en France pour l'industrie	(2006, millions €)
bâtiments industriels et équipements associés (études techniques, maîtrise d'œuvre,)	1 298
Unités industrielles autres que bâtiments (études techniques, maîtrise d'œuvre,)	2 422
Fabrication de produits / process et équipements (R&D) : ingénierie conseil en technologie	6 472
Systèmes de télécommunications (y compris maintenance) Services d'ingénierie	812
Services d'ingénierie spécialisée : nucléaire, armement, sciences de la terre, prospection,	7 768
Etudes techniques diverses	1 685
Vente de matériel et installations dans le cadre d'un contrat clés en mains	3 808
Assistance technique liée à l'utilisation de matériel complexe (sans conception), y compris formation	1 242
Assistance à maîtrise d'ouvrage (coordination études et travaux, conduite d'opération	1 992

3.2.5. Impact économique de l'ingénierie industrielle professionnelle

Le tableau 3 chiffre l'importance de l'ingénierie professionnelle industrielle française par rapport aux réalisations industrielles correspondantes.

Tableau 3 : Impact économique de l'ingénierie industrielle en France (Source : Syntex Ingénierie)

11,5 milliards € de services d'ingénierie/ maîtrise d'œuvre pour la construction	En France, de 250 milliards de bâtiments, infrastructures et d'unités industrielles
6,5 milliards € de services et d'études spécialisées pour	150 milliards d'investissements en France dans les domaines: nucléaire, défense, geotechnique, prospection pétrole et gaz
6 milliards s € d'ingénierie conseil en technologue incorporés dans	15 % des investissements en R&D des programmes industriels
11 milliards € d'exportations d'ingénierie sous forme de service ou d'opérations clés en main →	Pour une contribution directe et indirecte à la balance française des payements 4 à 5 fois plus importante.

3.2.6. Freins et facteurs de développement économique, quel modèle économique?

Monsieur Felix s'est posé un certain nombre de questions en guise de synthèse de sa présentation par rapport à trois aspects de la fonction ingénierie industrielle :

- ıll
- Faut-il professionnaliser la fonction ingénierie? l'évolution de la profession de l'ingénierie durant les 50 dernières années montre que sa professionnalisation a permis un développement important des méthodes et outils de l'ingénierie (CAO, simulation...), de même qu'elle a pu mettre à la disposition de l'industrie des ressources humaines spécialisée de qualité et ayant une culture industrielle relativement large permettant d'apporter des innovations importantes à travers la fertilisation croisée d'expériences provenant de différentes industries.
- Comment faut-il positionner cette ingénierie? sous-traitance des donneurs d'ordre, ou partenaire attitré de donneurs d'ordre ou encore rester indépendants.
- Quelle importance de l'ingénierie industrielle au niveau national ? La France est en cours de définir actuellement des politiques de filières industrielles pour renforcer l'attractivité de son territoire et réduire l'effet du phénomène de délocalisations. L'ingénierie industrielle professionnelle ne fait pas partie des filières prévues. Quel rôle de cette ingénierie dans ces politiques de filières ? De même, comment cette profession pourra-telle exploiter les recommandations du rapport de Christian Saint Etienne préconisant comme nouveau modèle de développement industriel celui basé sur la différentiation compétitive ?

4. Débat

Deux séquences de questions et commentaires ont été formulées par les participants à la journée. La première séquence a eu lieu juste après l'exposé de Monsieur Vallvé et ce, à cause de contraintes de temps liées à son voyage de retour en Espagne. La seconde séquence a concerné les deux autres exposés.

La première séquence comporte 4 questions et commentaires sur :

- La politique espagnole relative au secteur du bâtiment.
- Le rôle joué par le secteur de la formation dans le développement de l'ingénierie espagnole.
- La situation de la coopération entre les professions de l'ingénierie marocaine et espagnole.
- Le rôle joué par l'Etat espagnol dans le développement de l'ingénierie espagnole.

Les réponses de Monsieur Vallvé à ces questions permettent de dégager les renseignements suivants:

 Le développement rapide du secteur du bâtiment est dû principalement à la politique

- de décentralisation qui a donné aux régions des prérogatives permettant de traiter plus rapidement les dossiers d'investissement. Ce développement rapide a souffert de la crise financière liée à une mauvaise gestion financière et juridique des prêts associés à ces investissements.
- La politique de mise en place du système européen d'enseignement supérieur selon le processus de Bologne prend du retard en Espagne par rapport aux filières de formation d'ingénieurs. Les deux types de formation existant actuellement (ingénieurs généralistes et ingénieurs techniciens plus spécialisés) font l'objet d'un débat important, au sein des établissements publics de formation, entre les défenseurs de chacun de ces deux types d'ingénieurs et de type de cursus à prévoir pour modeler entre les deux tendances. Monsieur Vallvé a souligné à ce propos la plus grande réactivité du secteur privé de formation par rapport à la réforme donnant lieu à un meilleur classement des établissements privés par rapport aux établissements publics de formation.
- Le niveau actuel de coopération entre la profession de l'ingénierie espagnole et son homologue marocain est médiocre et que les contacts ayant eu lieu à l'occasion de la présente journée laissent présager d'un meilleur avenir pour cette coopération.
- Le bon développement de l'ingénierie espagnole durant les 25 dernières années est dû à la réalisation d'un grand nombre de projets dans les différents domaines grâce au soutien de l'Europe et à la politique volontariste de l'Etat espagnol. Des projets ont été aussi lancés avec une logique de rentabilité pour satisfaire la demande. Mais la politique volontariste relative aux infrastructures doit prendre en considération les coûts de maintenance qui sont parfois exorbitants. Le rôle de l'ingénierie est de faire baisser ces coûts.

La deuxième série de questions comporte six questions autour des aspects suivants :

- L'impact de la formation sur la profession de l'ingénierie en matière d'innovation.
- Le système d'agréments des sociétés d'ingénierie au Maroc.
- Le niveau de l'activité à l'export de l'ingénierie marocaine.
- Les mesures à prendre pour renforcer les petits bureaux d'études et de conseil qui représentent plus de la moitié en nombre.
- L'effet de la mondialisation sur les ingénieries nationales

Ces questions ainsi que les réponses de Monsieur Ziani et Monsieur Felix permettent de relever les principales informations suivantes :

- L'ingénierie n'est pas de la recherche mais elle doit s'alimenter en résultats de cette dernière pour pouvoir innover. Pour ce faire, les ingénieurs-conseils relevant de domaines techniques doivent être de préférence munis en plus du diplôme d'ingénieur, d'un doctorat dans le domaine de leur spécialité. Cela étant dit, l'ingénierie marocaine introduit bien des innovations dans le domaine des infrastructures, mais dans le domaine de l'industrie, la FMCI ne dispose pas de suffisamment d'information pour se prononcer sur l'état de développement de l'ingénierie correspondante.
- Le système marocain d'agrément de sociétés d'ingénierie a atteint ses limites et doit être révisé pour défavoriser l'émiettement et encourager le regroupement de petits bureaux d'études en sociétés d'ingénierie de taille critique permettant de réaliser de grands projets. Un projet de révision est en cours d'étude par la FMCI et le gouvernement.
- L'activité à l'export n'est pas encore bien chiffrée faute d'un observatoire de l'ingénierie marocaine. Cependant, l'ingénierie marocaine arrive à bien s'exporter vers l'Afrique francophone (surtout) dans les domaines des infrastructures comme les barrages, les autoroutes, l'eau et l'assainissement et dans le domaine de l'industrie minière à travers REMINEX. Afin de développer davantage les activités à l'export, les sociétés d'ingénierie devraient atteindre une taille critique requise par les projets de cette nature.
- Des mesures ont été prises par la FMCI pour aider les sociétés d'ingénierie marocaines à se développer. Ces mesures sont de deux niveaux, celles rentrant dans le cadre du programme de mise à niveau (ou de modernisation compétitive) et celles financées par des actions de coopération visant la formation des ressources humaines. La FMCI déplore le manque d'intérêt de ses membres pour les actions de formation ne permettant pas ainsi de dépenser tous les fonds collectés pour cet objectif.
- La mondialisation devrait avoir un effet sur le développement des ingénieries nationales surtout par rapport aux grands projets qui peuvent susciter une forte compétition. A ce propos, il ya lieu de souligner la suprématie de l'ingénierie américaine et des pays nordiques sur les autres ingénieries nationales.

5. Synthèse de la séance

Cette séance a permis, à travers la présentation des expériences de trois pays en matière d'ingénierie, le Maroc, l'Espagne et la France, de bien caractériser cette profession et de mettre en évidence les défis que doit relever l'ingénierie marocaine pour se hisser au rang de celle des pays développés.

L'un des premiers éléments de la caractérisation de la profession d'ingénierie est que son niveau de développement, comme c'est le cas d'autres activités intellectuelles comme la R&D, est fortement corrélé au développement économique du pays concerné. Au sein d'un même pays, le niveau de l'activité d'ingénierie diffère d'un secteur économique à l'autre selon le niveau de développement du secteur. Ainsi, la faiblesse du Maroc en matière de l'ingénierie industrielle témoigne de la faiblesse de l'activité industrielle de ce pays.

Les politiques volontaristes de l'Etat en matière de développement d'infrastructures et de grands projets renforcent l'ingénierie nationale dans ces domaines. Ceci est témoigné par les expériences des trois pays présentées.

La profession d'ingénierie étant basée sur les savoirs et technologies nécessaires à la réalisation des ouvrages, équipements et produits, l'innovation dans ce domaine est tributaire de la capacité des sociétés d'ingénierie en management de la connaissance dont la maîtrise repose sur la formation par la recherche des ressources humaines impliquées. La suprématie de l'ingénierie américaine est en partie due à une forte densité de docteurs parmi les ressources humaines des sociétés d'ingénierie de ce pays. Ce constat doit inciter les écoles d'ingénieurs marocaines à développer davantage leurs activités de recherche et de formation par la recherche au profit des ingénieurs qui sont actuellement très peu attirés par la formation à la recherche. Par ailleurs, les sociétés d'ingénierie marocaines devraient développer des partenariats avec des structures de recherche des établissements d'enseignement supérieur pour mener des projets en commun.

Le tissu de l'ingénierie industrielle marocaine mériterait d'être renforcé par la création de sociétés d'ingénierie capables de mener des projets industriels d'envergure. Ces créations peuvent se faire à travers la fusion de sociétés existantes spécialisées dans des métiers complémentaires, ou par la mise en place de nouvelles entités regroupant des compétences requises.

Enjeux de l'ingénierie industrielle marocaine. Rapport de la session 2

Pr. Mahfoud Ziyad

Membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques



Cette session a été essentiellement dédiée à l'expérience de deux importantes sociétés d'ingénierie qui sont adossées respectivement aux groupes industriels MANAGEM et OCP. Ces deux groupes opèrent dans le secteur minier et de produits dérivés. Les activités du premier sont essentiellement orientées vers l'exploitation des mines de métaux précieux (or, argent) et autres tels que le cobalt, le cuivre, le zinc. L'OCP exploite des mines de phosphate, produit de l'acide phosphorique, des engrais et exporte des phosphates bruts ainsi qu'une bonne partie de produits dérivés.

Présentation de M. Amine Afsahi

La présentation de M. Amine Afsahi portrait sur : L'expérience de l'Ingénierie REMINEX dans le développement minier du groupe MANAGEM qui est l'un des fleurons de l'industrie minière marocaine de transformation. Il fait partie du groupe



industriel et financier ONA (Omnium Nord Africa). Ce groupe est actif depuis plus de 80 ans dans la valorisation des ressources naturelles. Ses activités s'étendent de l'extraction minière à la concentration et à la commercialisation des métaux ordinaires (cuivre, zinc, plomb), des métaux spéciaux (cobalt), des métaux précieux (or, argent) ainsi que des composés utiles (fluorine dont il le premier exportateur mondial). MANAGEM lance sur les marchés internationaux ses produits avec une forte valeur ajoutée, après les avoir partiellement ou totalement transformés dans ses industries métallurgiques et chimiques. La société produit par hydrométallurgie des cathodes de cobalt, de l'oxyde de zinc nanométrique, du sulfate de cuivre et de l'or grillé. Il est important de signaler que l'ensemble des unités hydrométallurgiques de MANAGEM sont certifiées selon les normes ISO. Le taux de traitement de cuivre par exemple atteint les 99%.

REMINEX possède une expérience active de plus de 25 ans dans le domaine de l'ingénierie au service de MANAGEN. Elle dispose d'un savoir faire dans la prospection et la mise en valeur des gisements miniers, la mise au point de procédés de traitement et les études techniques et financières.

Monsieur Afsahi a commencé sa présentation en développant les diverses activités de MANAGEN qui est avant tout une entreprise minière internationale ayant un portefeuille diversifié de métaux: Elle est un acteur majeur dans le secteur minier marocain depuis 1928.

MANAGEM produit et commercialise donc:

- des Métaux de base: Les concentrés de cuivre, de plomb, de zinc et de la fluorine.
- des Métaux précieux : Argent et Or (lingots). A titre d'exemple MANAGEM exploite aussi une mine aurifère au Gabon.
- du Cobalt et ses dérivés: cathodes et oxydes de cobalt, dérivées du nickel et oxyde de zinc. Le traitement des ces métaux est fait de manière moderne de façon à répondre à la demande du marché en produits directement utilisables dans les technologies avancées.

Par ailleurs MANAGEN ambitionne de :

- Devenir un opérateur minier international dans les métaux précieux ainsi que dans le cobalt et le cuivre. Le groupe a capitalisé un savoir faire confirmé grâce à un personnel totalement composé de nationaux. Dans sa quête d'expansion il a lancé en 2004 l'exploitation de la mine de Samira Hill au Niger. Il a également ouvert le gisement aurifère de Mana au Burkina Fasso ainsi que la mine de Kiniero en Guinée.
- Le groupe voudrait atteindre la taille critique dans environ 5 ans avec un volume de 200-300 M\$ US par branche d'activité. Bien que les demandes mondiales et les cours des métaux soient très fluctuants, le groupe grâce à son offre variée et à ses structures consolidées demeure compétitif.
- REMINEX est un outil et un levier de développement du groupe MANAGEM. Il développe une ingénierie spécialisée et est composé de trois entités complémentaires: REMINEX exploration, REMINEX ingénierie et REMINEX valorisation (centre de recherche).
- Il figure parmi les plus importantes firmes d'ingénierie au Maroc. Le complexe hydrométallurgique de MANAGEM est le fruit des efforts déployés par les équipes du centre de recherche de REMINEX.
- Il regroupe plus de 50 collaborateurs hautement qualifiés. Pour maintenir son efficacité le groupe collabore avec d'autres partenaires afin d'assurer à son personnel une formation de pointe sur des thèmes communs et transversaux (gestion, management, marketing) et des techniques spécifiques telles que le traitement de minerai,

l'hydrométallurgie, la géologie et l'exploitation minière. C'est de la compétence de ses ressources humaines que REMINEX tire sa compétitivité.

- Il est fort d'une longue expérience dans le domaine de l'ingénierie des grands projets industriels et miniers.
- Il jouit d'une forte notoriété sur le marché de l'ingénierie minière au Maroc et à l'international (spécialement en Afrique).
- Il dispose d'un important réseau international d'experts, de sous traitants et fournisseurs qui le prédispose à être un opérateur international.
- Son budget dans les projets gérés oscille entre 1 à 800 millions de Dirhams.
- Il est Certifié ISO 9001 version 2000. Par ailleurs, dans toutes ses activités il a le souci du respect de l'environnement.

Son domaine d'intervention va du conseil et la conception jusqu'à l'assistance technique.

Les domaines dans lesquels REMINEX possède des compétences et peut fournir des prestations d'étude et des maîtrises d'œuvre couvrent les activités suivantes:

- · Mine et géotechnique
- Procédés de valorisation
- · Structure, chaudronnerie, génie civil et VRD
- · Électricité, automatisme et instrumentation
- · Eau et environnement
- · Prestations de maîtrise d'œuvre des achats
- · Prestations de maîtrise d'œuvre pour chantier
- · Prestations d'assistance à la mise en service
- · Management du projet
- · Prestations d'assistance technique

Les principales réalisations du groupe durant les 15 dernières années sont :

- Mines et Traitement des minerais pour environ 2 800 Millions DH d'investissements gérés;
- Hydrométallurgie: 730 Millions DH d'investissements gérés;
- Industries : 600 Millions DH de montant d'investissements gérés (depuis 2000).

Le groupe MANAGEN possède aussi une expérience confirmée en hydrométallurgie. Il accompagne ses clients dans toutes les phases de développement d'un projet. Il dispose d'une place reconnue, dans l'industrialisation des procédés, conçus et pilotés par le centre de recherche de REMINEX. Il doit aussi faire face aux normes imposées par les standards

internationaux pour les études de faisabilité des projets miniers et particulièrement aurifères (Afrique de l'ouest).

Les compétences mises en œuvre dans la gestion de ces projets facilitent:

- Le choix et l'orientation vers un procédé à mettre en œuvre dans une exploitation minière
- L'accompagnement et le pilotage technologique des procédés
- · L'évaluation des technologies choisies
- La conception et la réalisation d'unités pilotes et industrielles adossé à un centre de recherche performant

Les principales réalisations dans ce domaine sont:

- Etude et réalisation d'une unité de production de sulfate de sodium entre 2007 et 2009
- Réalisation d'une unité de stockage d'acide sulfurique 2008.
- Etude et réalisation de l'extension des capacités de production d'hydroxydes de Bouazzer 2007-2008.
- Etude de faisabilité (EDF) du projet hydrométallurgique ZnO 2000-2001.
- Ingénierie, approvisionnement, construction et gestion du projet de production de ZnO entre 2001 et 2002.
- Maîtrise d'œuvre globale de l'extension de l'usine de production de cobalt et construction d'une usine d'oxyde de cobalt 2006.
- EDF, Ingénierie et EPCM du projet Hydro II comprenant une unité de grillage et d'hydrométallurgie de Cobalt 1998-2000.
- EDF, ingénierie et EPCM du projet Hydro I-CMBA, pour la production de cathodes de cobalt par voie hydrométallurgique.

Le groupe MANAGEN a cependant encore des projets à réaliser et des défis à relever dans divers domaines:

- Développer des projets intégrés en mettant en œuvre des compétences pluridisciplinaires.
- Il y a actuellement une très forte demande en compétences sur le marché local et régional et ceci induit des difficulté à garder en place le personnel confirmé d'autant plus que celui qui est déjà formé est souvent sollicité par d'autres sociétés sur place peu soucieuses des convenances.

- L'environnement est propice à l'éclosion d'une forte ingénierie nationale, car le pays connaît un développement industriel sans précédent et l'ouverture de grands chantiers structurants dans divers domaines :
 - Energies: Eolien, solaire. En effet, le Maroc a échafaudé un ambitieux programme dans les énergies renouvelables qui est en cours de réalisation et qui est consommateur de beaucoup d'ingénierie.
 - Infrastructures de base.
 - Industrie minière et ses dérivés.
- Ouverture de plusieurs entreprises marocaines vers l'international, notamment le marché africain.
- Diversification du sourcing, avec intégration des pays émergents (Chine, Inde, Brésil...).
- Profiter de la reprise économique, pour conquérir de nouveaux marchés.
- Redynamisation de l'industrie minière, fort développement de projets miniers notamment en Afrique.
- Concurrence de l'ingénierie des divers équipementiers.

Présentation de M. Michael P. Oakley

La deuxième présentation a été faite M. Michael P. Oakley. Elle a porté sur le partenariat que l'OCP a établi avec Jacobs Engineering SA. Ce partenariat est un *joint ventura* dans laquelle les partenaires sont actionnaires à



parts égales. Les accords définitifs ont été signés le 19 février 2010. Jacobs Engineering SA est l'un des plus grands fournisseurs au monde de services techniques aussi bien dans l'ingénierie que dans la construction. Il intervient dans la conception et la réalisation de projets dans divers domaines d'activité et emploie environ 40000 salariés répartis entre les cinq continents. Les accords conclus avec le groupe OCP ont pour but essentiel de :

Augmenter la capacité de production de l'OCP en composés phosphatés afin de subvenir aux besoins alimentaires mondiaux. En effet, compte tenu de la population mondiale qui est en constante croissance et la demande en engrais qui en est le corollaire, l'OCP entend jouer un rôle de leader à l'échelle internationale dans ce domaine. L'enveloppe qui sera consacrée à ce développement s'élève à 5 milliards de dollars. Il est par ailleurs à signaler que l'OCP est devenu une société anonyme depuis 2008 et a lancé une restructuration de grande envergure. L'OCP est le leader mondial des exportations de phosphates et

- de composés dérivés. L'OCP possède les réserves les plus importantes au monde essentiellement localisées dans le bassin de Khouribga. Ses activités vont de l'extraction de la roche phosphatée à sa transformation en acide phosphorique et engrais. L'OCP a aussi la volonté d'accompagner le pays dans son développement en faisant participer le plus grand nombre possible d'acteurs à des projets structurants. L'OCP est conscient du rôle que joue l'innovation dans le progrès et à se titre il entretien un esprit de créatif seul garant d'un progrès socioéconomique.
- Moderniser et rendre plus compétitif l'outil de production en baissant les charges tout en maintenant le leadership de l'OCP dans le domaine. Depuis sa création en 1920, l'OCP a toujours été ouvert sur l'international et cette ouverture a maintenu chez le groupe des capacités d'adaptation, de flexibilité et d'anticipation capable de répondre aux demandes de plus en plus exigeante de tous les clients dans un marché international de plus en plus concurrentiel. Environ la moitié du minerai phosphaté est exporté dans une quarantaine de pays à travers le monde. L'autre moitié est destinée aux industries chimiques du groupe où elle est transformée en produits dérivés commercialisables (acide phosphorique de base, acide phosphorique purifié, engrais solides). L'OCP est le premier exportateur de phosphates bruts et expédie tous ses produits via les ports de Casablanca, Safi, Laâyoune et Jorf Lasfar.

Dans le but de renforcer ses capacités de production tout en gardant une qualité avec 'zéro défauts' des discussions sont engagées avec les producteurs d'engrais pour installer au Maroc (à raison d'une unité tous les six mois) des usines de fabrication. C'est dans cet esprit d'ouverture, d'amélioration de ses performances et de ses capacités de compétitivité que l'OCP s'est associé avec Jacobs Engineering dont l'expérience internationale est très riche.

Les missions de Jabocs Engineering SA (JESA) dans l'immédiat au sein de cette association peuvent être résumées de la façon suivante:

- réaliser des études de faisabilité des projets inscrits dans le programme stratégique de l'OCP.
- étudier au cas par cas les détails et la gestion des constructions du planning de développement de l'OCP.

Dans le moyen terme il s'agit de:

- · agrandir la part du marché des clients 'phosphatiers'.
- cibler d'autres secteurs d'activité en Afrique du Nord et de l'Ouest où des réelles opportunités existent.

A long terme JESA voudrait :

 devenir un centre d'ingénierie pluridisciplinaire capable de s'ouvrir et servir tout le continent africain.

Jacobs est le leader de l'ingénierie mondiale. Il intervient dans le BTP, l'industrie pharmaceutique que dans le domaine minier. Il peut aider à établir une stratégie de développement industriel efficace. Son budget est supérieur à 3 milliards d'Euros et il y a déjà douze ans que Jacobs travaille pour l'OCP et lui apporte ses services. Actuellement, Jacobs a créé, en accord avec l'OCP, cette société (JESA) qui est installée dans les locaux du CERPHOS, mais qui va déménager dès que possible au Technoparc de Casablanca. Ce que Jacobs entend apporter à l'OCP c'est une gestion de toutes les phases de ses projets et il ambitionne dans trois ans que tous ses cadres sur place soient marocains.

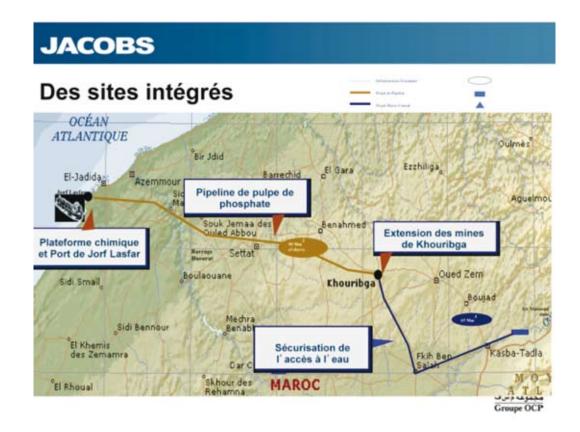
Le programme d'investissements stratégiques de l'OCP qu'accompagne et gère Jacobs consiste à :

 Ouvrir trois nouvelles mines de phosphates pour doubler la capacité production et satisfaire la demande en minerai sachant que l'OCP a des réserves de 750 ans avérés.

- Concevoir et construire trois nouvelles usines de transformation des phosphates en acide phosphorique.
- Construire un nouveau pipeline pour acheminer le phosphate des mines de Khouribga jusqu'à la plate forme chimique de 'Jorf Phosphate Hub' à Jorf-Lasfar. La joint-venture bénéficiera des outils et des systèmes d'ingénierie de Jacobs et emploiera le personnel de l'OCP et de Jacobs. Actuellement, JESA ne recrute que des ingénieurs confirmés. Ce n'est que quand la société aura pris plus d'ampleur et s'exportera vers de nouveaux clients qu'elle formera ses propres cadres comme le fait Jacobs en Floride.

Par ailleurs, il est a signaler que l'OCP comme MANAGEM font des efforts pour demeurer des groupes industriels responsables et citoyens tant au niveau du recyclage des déchets que du respect de l'environnement.

Les principaux sites concernés par les travaux en cours de réalisation ou d'étude sont représentés sur la carte suivante :



Synthèse sur les deux présentations

Les deux exposés présentés par Messieurs A. Afsahi et P. Oakley émanent de bureaux d'ingénierie adossés à deux des plus grandes sociétés d'exploitation minière marocaines:

- · REMINEX est un levier de développement de MANAGEN. Il lui permet de concrétiser ses projets industriels et ses ambitions d'ouverture sur l'international. Bien qu'il travaille en interne, il dispose d'une logistique humaine compétente efficace. Son domaine d'intervention du conseil et conception d'industriel à l'assistance technique. Les grandes réalisations de MANAGEN sont toutes issues en partie ou en totalité des études effectuées au sein de REMINEX. La formation permanente qu'il assure à son personnel lui garantit une compétitivité sur la qualité de ses produits et une présence sur le marché international dans beaucoup de domaines. MANAGEN grâce à REMINEX ne commercialise plus uniquement des minerais enrichis mais aussi des produits finis et de grande valeur ajoutée.
- JESA est un joint ventura entre l'OCP et l'un des plus important bureau d'étude au monde. En effet, JESA est pratiquement présent sur tous les continents et dans les grands domaines de l'ingénierie. Cette association qui est fruit d'une longue coopération entre les deux groupes est sensée apporter à l'OCP tout le savoir faire de Jacobs. La société compte développer sur place des compétences marocaines dans la gestion de grands projets industriels à l'image de la construction du pipeline qui d'acheminer directement permettra phosphates jusqu'aux plates formes chimiques de 'Jorf Phosphate Hub' à Jorf-Lasfar pour leur transformation en acide phosphorique et en engrais. JESA participe aussi à l'effort de l'OCP dans la construction de nouvelles usines conformes aux exigences environnementales et dans l'accroissement d'une clientèle diversifiée.
- JESA a aussi pour ambition de devenir un centre d'ingénierie pluridisciplinaire capable de s'ouvrir et servir tout le continent africain.

Débat

Les deux exposés ont été suivis d'une discussion au cours de laquelle diverses questions ont été posées. Elles peuvent être résumées ainsi:

 Question: Il est à craindre que JESA et par suite Jacobs ne monopolise l'ingénierie marocaine ? Réponse: La principale l'ambition de JESA est actuellement d'apporter à l'OCP l'accompagne qu'il sollicite de nous. En matière de recrutement par exemple nous cherchons du personnel capable de gérer de très gros chantiers industriels. Nous n'en trouvons pas. En aucun cas nous ne voulons accaparer le marché bien au contraire nous y introduirons une compétitivité saine.

JESA est une société qui n'a pas d'équivalent au Maroc. Les ingénieures que nous embauchons sont intéressés par notre société car nous n'offrons que les salaires du marché local. Jacobs souhaitait depuis longtemps s'installer au Maroc pour aider ses clients à se développer. Nous apportons quelque chose qui n'existe pas sur place et nous allons créer de l'emploi.

- Question: JESA intervient-elle dans les installation de l'OCP et comment ?
- Réponse: Non. Pour le moment nous n'effectuons aucune intervention technique sur les installations industrielles de l'OCP. Pour l'instant ce n'est pas une priorité mais ce n'est exclu dans l'avenir.
- Question: Quelles sont les stratégies de formation de JESA? Quelle est sa stratégie d'établissement de partenariat? Est-ce qu'elle va faire appel à de la sous-traitance?
- Réponse: Nous avons actuellement 2000 CV de jeunes ingénieurs sur nos bureaux. Malheureusement c'est des débutants avec peu ou pas du tout d'expérience. Quand nous aurons la capacité de former les jeunes nous le ferons mais pas dans l'immédiat. A plus long terme nous savons que c'est dans la jeunesse que se trouve l'avenir de JESA.

Pour rester compétitif actuellement nous n'avons d'autre choix que de faire appel à une soustraitance en Inde comme le font tous les grands cabinets d'ingénierie. Nous allons utiliser les réseaux de Jacobs qui emploie 2000 personnes en Inde. L'Inde est actuellement incontournable tant pour la qualité de ses prestations que celle des prix pratiqués.

- Question: Est-ce qu'il n'y pas de risque pour REMINEX à ne pratiquer que des études en interne pour un même groupe ?
- Réponse: Nous avons une politique de formation permanente et dynamique de nos cadres. En plus nous sommes en permanence ouverts sur l'international. Nous sous-traitons tout ce qui doit l'être (charpente métallique, génie civil...) et nous diversifions nous ressources.

Formation de l'ingénieur : les défis pour le Maroc et les besoins de l'ingénierie. Rapport de la session 3

A. Boukhari, Membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques



Durant cette session, qui a débuté vers 15h30, trois interventions étaient programmées :

- «Formation des ingénieurs marocains et besoins des stratégies sectorielles» par M. Tijani Bounahmidi, CITIT, Univrsité Mohammed V Agdal, Rabat, Maroc.
- «Engineering education and its support to indian industries» par le Dr. Radhanath Prasad Das, Independent Director, Rubamin Limited, Inde.
- «Quels ingénieurs demain pour une industrie mouvante et mondialisée» par M. Gilbert Frade, ancien Directeur des études, Ecole des Mines, Paris, France.

<u>Conférence 1 :</u> «Formation des ingénieurs marocains et besoins des stratégies sectorielles» par M. Tijani Bounahmidi

Monsieur Bounahmidi a abordé dans cette conférence le système de formation des ingénieurs marocains et les différents besoins en cadres des différents secteurs industriels nationaux. Il a développé aussi, par une



analyse SWOT, la situation du système marocain de formation par rapport à d'autres pays similaires, en plus de recommandations et une conclusion.

Le système marocain de formation d'ingénieurs ou assimilés et caractérisé par l'intervention de plusieurs intervenants qui sont essentiellement :

- Les écoles publiques d'ingénieurs post-prépa: formation d'ingénieurs d'Etat en trois années des élèves recrutés sur concours après deux années de classes préparatoires.
- Les écoles publiques d'ingénieurs post-bac: formation d'ingénieurs d'Etat en cinq ans avec classes préparatoires intégrées.
- Les facultés des sciences et techniques (FST): formation des maîtrises techniques en quatre ans et dont certaines délivrent des diplômes d'ingénieur d'Etat.
- Les facultés de sciences et autres établissements préparant des masters spécialisés.
- Les formations d'ingénieurs et assimilés préparées à l'étranger.
- Les écoles privées délivrant des diplômes d'ingénieurs en quatre ans.

- Le conférencier a abordé ensuite le contenu de la formation en spécifiant les différentes étapes qu'a connu la formation de l'ingénieur ou assimilé au Maroc. Depuis 2007, l'accréditation des filières de formation par la CNCES a été instaurée, avec le respect du cahier des normes pédagogiques nationales en instaurant :
- Le système semestriel et modulaire avec les équivalences suivantes : 1 semestre = 6 à 8 modules = 448 heures (min.)
- Le volume horaire d'un module est de 56 heures minimum. Le module comprend un ensemble d'éléments d'enseignement.
- Le 6ème semestre est consacré au PFE.

L'enseignement comprend trois blocs qui sont les modules scientifiques et de spécialité (60 à 80%), ceux de management (10 à 20%) en plus de l'enseignement des Langues, communication et TIC (10 à 20%).

- Avant 2006, date de la mise en place de l'initiative 10 000 ingénieurs, le Maroc formait 4284 ingénieurs et assimilés/an, répartis comme suit:
- 1945 dans les écoles d'ingénieurs nationales.
- 300 formés à l'étranger et revenant au Maroc.
- 1036 diplômés de maîtrises des FST.
- 85 lauréats de l'Université Al-Akhawayne .
- 918 lauréats des écoles privées.

La position du Maroc par rapport au taux d'encadrement en ingénieurs par 10 000 habitants est relativement faible (9) par rapport à d'autres pays tels que la Tunisie (10), la Jordanie (43), le Canada (50), la France (130), la suède(380) et le Japon (540).

Pour remédier à ce manque, le Maroc a mis en place le programme « Initiative 10 000 ingénieurs » pour former cet effectif, par an, à l'horizon 2010. Ce programme avait pour objectifs de porter la capacité d'accueil du système de formation à 10 000 ingénieurs ou assimilés par an pour accompagner les différentes stratégies sectorielles du développement économique du pays.

Les moyens d'accompagnement sont 1) l'augmentation de la capacité d'accueil des établissements existants sans dégrader la qualité de la formation, 2) la généralisation de la création des ENSA dans les universités, 3) l'encouragement de la création de Masters spécialisés et 4) l'incitation du secteur privé à créer des formations d'ingénieurs.

Le conférencier s'est basé sur l'étude des besoins en formation des Métiers Mondiaux du Maroc (MMM) du Plan National pour l'Emergence Industriel (PNEI), menée par le Ministère de Commerce, d'Industrie et des Nouvelles Technologies. Cette étude avait pour objectif l'estimation des besoins sectoriels entre

П

ingénieurs, cadres de management, opérateurs et techniciens, entre 2009 et 2015. Les secteurs cibles sont l'offshoring (60 000), l'automobile (67 000), l'électronique (8 800), l'aéronautique (15 000), le textile-habillement (78 000) et l'agroalimentaire (25 000).

Ces besoins consolidés, pour cette période, sont de 253 800 dont 6,6% sont des ingénieurs.

Monsieur Bounahmidi a donné, comme exemple, les besoins détaillés de l'aéronautique pour montrer l'importance de cette étude dans l'estimation des besoins en formation des métiers relatifs à cette filière. Ces chiffres sont de grandes importances pour aider les décideurs à mieux planifier et orienter la formation dans ce secteur.

Le conférencier a développé ensuite l'importance des écoles d'ingénieurs comme levier de développement économique qui ont pour mission :

- La formation de cadres capables de concevoir, faire construire, faire fonctionner et gérer des systèmes technologiques intervenant dans différents domaines d'activités économiques.
- La formation continue des ingénieurs.
- La réalisation d'opérations de transferts de technologies, d'étude, d'ingénierie et de prestations de services.
- La réalisation des travaux de Recherche & Développement au profit des entreprises.
- L'élaboration de programmes de recherche appliquée susceptibles de permettre le développement du noyau d'une technologie nationale.
- Le développement de la culture entrepreneuriale dans les milieux académiques.

Il a ensuite étayé les critères de performances d'une école d'ingénieurs qui sont :

- Le nombre de lauréats formés d'ingénieurs et de docteurs en sciences.
- Les publications scientifiques.
- L'innovation technologique.
- La R&D contractuelle.
- Les prestations de services.
- Les prestations de formation continue.

Monsieur Bounahmidi a développé, sous forme d'analyse SWOT, les forces et les faiblesses du système de formation de l'ingénieur marocain. Cette analyse montre que les forces se caractérisent par l'attractivité des élèves excellents, l'expertise en partenariat, les bonnes conditions de travail, une bonne proportion d'ingénieurs comme enseignants-chercheurs et un corps enseignant formé dans divers pays.

Les faiblesses sont essentiellement :

- Le peu e développement des activités de recherche et d'innovation.
- La difficulté de maintenir l'équilibre entre les activités des différentes missions.
- La difficulté de recruter des ingénieurs pour une carrière d'enseignant-chercheur.
- Le manque de masse critique.

A cette occasion, le conférencier a précisé les opportunités pour le développement du système de formation de l'ingénieur au Maroc. Ces opportunités traitent de plans de développement sectoriels, de programmes publics de financement de la recherche et de l'innovation et de la coopération internationale.

Cependant des menaces guettent ce système. Il s'agit:

- De la non préparation de la relève en enseignantschercheurs ingénieurs.
- Du non rétablissement de l'équilibre entre les différentes missions dans les meilleurs délais.
- Du non développement de masse critique.
- Monsieur Bounahmidi, a donné les recommandations suivantes :
- Veiller à la préparation de la relève en enseignantschercheurs à travers le recrutement des lauréats des écoles d'ingénieurs avec le statut d'ingénieur et le transformer, après obtention du doctorat, en poste d'enseignant-chercheur.
- Œuvrer au rétablissement de l'équilibre entre les missions d'une école d'ingénieur à travers la mise en place d'une gouvernance appropriée permettant une meilleure valorisation des ressources humaines par la réalisation des activités partenariales dans le cadre de l'école.
- Eviter de tirer vers le bas les écoles d'ingénieurs faisant partie des universités.
- Développer la masse critique en sciences de l'ingénieur par le biais de création de pôles technologiques formés de plusieurs écoles d'ingénieurs.

Enfin, le conférencier a conclu avec les points suivants :

- Le Maroc a développé depuis son indépendance une capacité en matière de formation d'ingénieurs assez honorable constituée d'une soixantaine d'établissements de nature variée.
- Les ingénieurs marocains ont contribué de façon importante au développement économique du pays dans les différents secteurs d'activité y compris dans celui de la formation d'ingénieurs.
- L'ingénierie marocaine devrait œuvrer au développement de l'innovation à travers la valorisation de la recherche que les pouvoirs

publics gagneraient à renforcer en tant que nécessité pour le développement durable du Maroc. Pour ce faire, l'Etat doit veiller à la reconstitution du personnel enseignant-chercheur en mettant en œuvre les mécanismes susceptibles de motiver les ingénieurs à emprunter la voie de la recherche et de l'enseignement. Sans cela, le Maroc risquerait de se retrouver dans les mêmes conditions qu'il y a trente ans.

Conférence 2: «Engineering education and its support to indian industries» par Dr. Radhanath Prasad Das. Dans cette conférence, Monsieur Das a suivi le plan suivant :

- Brève introduction le système de formation des ingénieurs en Inde
- Grande demande des ingénieurs
- Discussion des méthodes de recrutements des ingénieurs
- Brève discussion des salaires des ingénieurs
- Perspective de l'industrie indienne

Le conférencier a rappelé que la première école d'ingénieurs en Inde a été créée en 1847. Il y a actuellement environ 1800 institutions de ce type dans le pays. La formation, pour le grade d'ingénieur, demande 16 ans au



moins, dont les quatre dernières années dans une école d'ingénieurs. Ces institutions sont dirigées par un staff comprenant les représentants de l'Etat e et le secteur privé.

Les établissements réservent 30% des effectifs au sexe féminin et 40% pour la région et les classes moyennes de la société indienne.

Le nombre d'ingénieurs formés par an est de 439 689 lauréats, celui des licenciés est d'un million environ, sachant que la population de l'Inde compte actuellement un milliard cent cinquante millions d'habitants occupant une superficie de 3 287 263 km².

Monsieur Das a rappelé que le système d'enseignement indien comprend :

- Les Universités Centrales (Central Universities)
- Les Instituts Nationaux d'Importance [Indian Institutes of Technology]
- Les Universités Ouvertes (Open Universities)
- Les Universités d'Etat [State Technical Universities]
- Les Universités de type Deemed Universities
- Les Universités privées
- · Les Universités agricoles

Les Instituts Indiens de Technologie (Indian Institutes of Technology), qui sont actuellement les meilleures institutions de formation d'ingénieurs, sont au nombre de 16. Ils étaient soutenus au début de leur

création par les USA, le Royaume Uni, l'Allemagne et l'ex Union Soviétique avec l'aide de l'UNESCO. Les étudiants sont admis après concours dans une population formée par environ 400 000 candidats, avec un taux de recrutement de 1 sur 40.

Le conférencier a rappelé que la qualité de l'ingénieur dépend généralement du bon niveau de l'élève, de la qualité de l'école et du cursus de formation.

Le contrôle qualité s'opère à différents niveaux par :

- L'admission des élèves sous forme d'un concours commun d'entrée à l'échelle nationale
- Le contrôle de l'Etat, la Commission d'octroi des subventions et le Conseil de l'établissement.

Le conférencier a donné les différents grades des enseignants de l'université indienne et leurs salaires. Les trois grades, Professeur Assistant, Professeur Associé et Professeur, perçoivent respectivement 650, 1350 et 1650 \$US d'environ par mois, hors pensions de retraite. En 2010, le revenu moyen annuel par personne en Inde était de 980 \$US.

Le taux de croissance du Produit Intérieur Brut de l'Inde, durant la période 2006 et 2010, se situe entre les deux valeurs extrêmes 5.8 (min.) et 10.1 (max.) avec une moyenne de 8.42 par an.

Le Produit Intérieur Brut de l'Inde, entre 1998 et 2010, a varié de 416.25 milliards à 1296.08 milliards de \$US par an, avec une moyenne de 747.46 milliards par an.

Dans des instituts nationaux, le contenu de cours de formation de l'ingénieur est dynamique. Ce contenu change avec la demande industrielle et le développement du pays.

Seul 20 % environ des jeunes diplômés ne trouvent pas de travail et 20% environ deviennent des entrepreneurs après 3 à 4 ans de service. Actuellement 100 000 ingénieurs sont au chômage à cause de la récession.

Dans l'avenir l'Inde s'attend à une croissance de 10-15% de la population d'ingénieurs due à l'essor de son économie, à l'investissement, à la consommation des familles et aux développements des services.

En conclusion, le système indien de formation est un véhicule pour le changement social. Il produit 500 000 ingénieurs environ par an, dont 90% sont des lauréats des écoles privées; 20% créent leur entreprise. Ils sont le moteur de l'économie indienne.



Conférence 3: «Quels ingénieurs demain pour une industrie mouvante et mondialisée», M. Gilbert Frade.

Au début de sa conférence, Monsieur Frade a défini et rappelé l'importance de l'ingénieur dans le développement d'une nation. La place de l'ingénieur est attractive et regroupe les meilleurs éléments de la



société, de différentes cultures. La possibilité pour rejoindre une école d'ingénieurs est multiple selon le niveau d'études de l'élève et son expérience professionnelle.

Actuellement, l'Inde et la Chine produisent plus de la moitié des ingénieurs dans le monde. Le métier d'ingénieur présente une grande attractivité et on doit, au Maroc, encourager l'orientation des élèves vers les écoles d'ingénieurs.

Le conférencier a rappelé que le langage des Sciences et Techniques ne cesse de croître II a donné des exemples relatifs au vocabulaire de base de la rue (600 mots), le vocabulaire d'un grand romancier (6000 mots), l'ensemble des sciences et techniques (6 millions de références ou concepts), la biosphère (entre 5 et 30 millions d'espèces animales et végétales),....Au début de la révolution industrielle, il y a plus de deux siècles, les ingénieurs ou les managers avaient un vocabulaire voisin de 400 mots entre les sciences et les technologies. La culture technique est infinie et ses manifestations sont aussi multiples que l'Homme.

Monsieur Frade a abordé l'importance de la maitrise de la technologie qui régit notre qualité de la vie dans la société contemporaine dans divers domaines. Il a cité comme exemple les nouvelles économies où les USA sont un leader incontesté. La technologie peut changer la relation de l'homme à son corps, à son intelligence, à sa famille, au vivant,...

Les grandes innovations se font dans les frontières des domaines des connaissances différents, comme l'a rappelé l'orateur. Les chercheurs travaillent en collaboration contrairement à ce qui se faisait auparavant. Les ordinateurs et téléphones portables sont un exemple d'innovation technologique, obtenus après de nombreuses collaborations scientifiques diverses, qui ont bouleversé notre vie.

Le conférencier a mis aussi l'accent sur la similitude de développement dans le domaine biomédicale (cellules souches) et des nanosciences (atomes). Il revient donc, dans la société dite moderne, aux élites de développer la vision et d'éduquer le public avec croyance quasi illimitée à la science et à la technologie.

Le champ de la connaissance, était pour très longtemps, le privilège des universités. L'entreprise utilisait ces connaissances pour développer de nouveaux produits. Actuellement le monde a changé, l'ingénieur, après trois années de formation, 50% du savoir dans un domaine technologique a changé et les connaissances acquises ne sont pas pour toute la vie. Aussi le chef d'entreprise, qui gérait avant tout seul les stocks de connaissances et l'exécutant qui suivait les directives, gère actuellement des flux de connaissances. La gestion de l'entreprise devient horizontale et matricielle. L'existence et le développement dans le futur d'une entreprise sont liés à cette nouvelle vision.

Monsieur Frade, dans son intervention, a développé la notion du savoir dans la formation des jeunes. Il y a le savoir tacite ou implicite et le savoir codifié. Il a donné l'exemple du permis de conduire et celui des consultations médicales par téléphone. Dans les situations de difficultés, de stress ou d'innovation, le savoir tacite est plus important dans la gestion de l'entreprise. Les formateurs doivent réfléchir sur la manière d'accroître le savoir tacite chez l'apprenant et particulièrement chez l'ingénieur.

La formation doit prendre en considération la génération appelée à se former. Les jeunes actuellement passent plus de temps devant des écrans (1450h) que de temps à l'école (840h) par rapport aux générations passées. Les nouvelles technologies, le droit, les nouveaux modes de pensée, Internet, les sites sociaux, les réunions à distance, les entretiens en ligne, la gestion à distance de l'entreprise,...mettent en cause les méthodes d'enseignement classiques.

Il y a de grands changements dont il faut tenir compte quand on veut former des ingénieurs, qui concernent :

- L'évolution des sciences et des technologies et leur maitrise.
- L'évolution du rôle des universités.
- L'évolution de la structure des entreprises;
- Les universités d'entreprise;
- Le champ du savoir;
- Le Changement de civilisation;
- Les changements sociétaux;
- La mondialisation;
- L'accroissement des risques;
- L'appropriation des innovations: vitesse et temps (temps technologique et temps social);
- L'accroissement de la complexité.

Les longues périodes de stabilité des sociétés appartiennent au passé et sont révolues. Il faut former les ingénieurs à confronter les risques et apprendre à travailler ensemble à l'échelle locale, régionale et internationale.

Nous remarquons, une grande concurrence entre les pays dans l'accueil des étudiants étrangers. Les USA s'accaparent d'un grand pourcentage. Les universités sont rentrées dans l'ère de la concurrence et n'ont plus de monopole du savoir. Il faut qu'elles aillent dans les champs de l'entreprise. Il n'y a plus de silos entre les disciplines.

Le conférencier a listé les facteurs influant dont il faut tenir compte dans la formation de l'ingénieur, pour l'université de demain :

- Créer de nouveaux types d'institutions.
- Développer le savoir et les compétences méthodologiques d'acquisition chez l'apprenant: recherche d'information, compétences analytiques, résolution de problèmes, conduite de projets,...
- Apprendre à travailler en équipe, à trouver les ressources, à s'adapter au changement.
- S'adapter à la demande des compétences internationales.
- Prendre en considération les NTIC (Internet et les satellites) dans la formation qui permettent à des universités étrangères de chasser sur les terres des universités nationales.
- Développer de nouvelles méthodes pédagogiques.
- Créer des diplômes d'ingénieurs aux points et les diversifier.

- ...

Il a aussi proposé pour la formation de nouveaux types d'enseignants:

- Spécialisation des enseignants: langage e compétences orientés, communication.
- Tutorat et monitoring.
- Recherche et entrepreneuriat.
- Travail d'animation collaboratif face à l'incertitude, la découverte, la remise en question et le changement (du département au cluster) ;
- Envie et plaisir d'enseigner ;
- Nouvelles méthodes pédagogiques appropriées ;
- Découverte du monde réel (cf. prépa), des nouveaux métiers (séminaires), formation des formateurs;
- Expertise et coaching, enseignement et conseils ;

Monsieur Frade a listé les compétences attendues de l'ingénieur qui sont :

- Aptitude à affronter l'incertain et l'ambigu.
- Professionnalisation : connaître, par la main et par l'esprit, les subtilités de son métier, n'ignorer aucune des techniques envisageables et être

capable de les utiliser, être attentif à s'informer constamment sur les nouveaux perfectionnements, être en mesure d'innover, être capable de concevoir, d'entreprendre, d'achever toutes les tâches que le métier implique.

- Capacité d'identifier et de résoudre des problèmes : complexité croissante du métier et de l'environnement, innover.
- Savoir-être (comportement, émotion).

Le conférencier a fait un certain nombre de propositions pour le développement de la formation de l'ingénieur:

- Faire rêver et aimer (découverte de l'entreprise et du monde dès le plus jeune âge).
- Orientation et sélection : attirer les meilleurs élèves, nouveaux modes de sélection (rappel des TIPE, des bacs techno)
- Excellente formation scientifique et mathématique de base.
- Interdisciplinarité et Multidisciplinarité : diversité technologique, controverses, approche système, MIG.
- Modélisation et simulation (laboratoire virtuel, serious game, wear game, jeu d'entreprise).
- Sciences d'observation.
- Science, technologie mais aussi le management, art, sciences sociales, économie, droit, histoire, éthique, responsabilité.
- Technologies de l'information et de la communication: maitrise de la communication, vulgarisation, acceptation des évolutions, réseaux, knowledge management.
- Théorie et pratique: partenariat entreprise université, visites, illustrations, stages, expertise, tutorat, contrats, financement, gouvernance.
- Expérience internationale: stages, langues cultures, mobilités.
- Travail collaboratif: inter écoles, entreprises, mise en commun des moyens et des méthodes et mesures d'évaluation, système modulaire.
- Entrepreneuriat, créativité et recherche.
- Enseignement modulaire: mixage de la formation initiale et de la formation continue.
- Durée des études: double diplômes (HEC MINES, CENTRALE ESSEC, ARTEM, Recherche-Industrie)

En conclusion, Monsieur Frade a proposé un grand nombre d'actions que notre pays peut mettre en chantier à l'horizon 2020, qui nécessitent la formation d'un nombre important d'ingénieurs de qualité, dans différents domaines.

Ces actions sont:

- Aménagements de l'espace, des villes et de l'habitat: Vallée du Bouregreg, tramway Rabat Salé, Casablanca.
- Schéma directeur du réseau à grande vitesse.
- Politiques des villes nouvelles (Hay Riad, Tamesna à Rabat, El Aroui à Nador, Chrafate à Tanger, Lakhyayata à Casablanca, Tagadirt à Agadir, etc.).
- Plan Maroc Vert (Agriculture et Pêches).
- Les outils financiers et les banques.
- Dynamique du tourisme et des stations nouvelles (Saidia, Mazagan, Mogador, Lexus à Larache, Plage Blanche à Guelmim, etc.).
- Open Skye et Hub de la RAM.
- Nouvelle donne énergétique: demande énergie primaire de 15 Mtep à 43 Mtep en 2030 (électricité de 24000Gwh à 95000GWH), 5300MW à 12000MW. Efficacité énergétique, schistes bitumineux, uranium; Energies renouvelables.
- Développement du Nord: Tanger et Tétouan.
- Développement des provinces du Sud : Guelmim, Smara, Boujdour, Seghia el Hamra, Oued Eddahab, Laayoune.
- Développement de l'Oriental: technopole, université, champ solaire.
- Grands complexes industriels: Renault Nissan à Tanger.
- Diversification industrielle et nouveaux projets liés aux phosphates.
- Les réseaux autoroutiers.
- Les ports : Marsa Maroc, Tanger Med.
- Les zones offshoring.
- Création de groupes nationaux d'ingénierie et de conseil.
- Les Mines: plan stratégique, cartographie, diversification des substances, intégration vers l'aval, internationalisation.
- Eau potable, désalinisation.
- Environnement, assainissement.
- Transport et mobilité.
- Société de la communication: opérateurs, nouveaux outils.
- Système éducatif: public, privé, gouvernance, etc.
- Excellence artisanale.
- Grands investissements internationaux: aéronautique.

Débat:

A la fin des trois conférences un débat a été ouvert. Les différentes interventions du public ont abordé les points suivants :

- La formation des ingénieurs par le secteur privé au Maroc qui est presque inexistante par comparaison à celui en Inde qui forme 90% des effectifs de lauréats.
 L'Etat doit encourager le privé pour prendre en charge ce volet important dans le développement du pays.
- La journée sur l'ingénierie au Maroc a traité seulement de l'ingénierie industrielle, il y a d'autres domaines d'ingénierie qui auraient pu être intégrés dans la thématique.
- La promotion du travail interdisciplinaire.

- La formation dans d'autres spécialités au niveau de l'université.
- Les difficultés rencontrées par les étudiants dans la recherche des stages.
- Le manque, par le décideur, d'une vision stratégique de l'ingénierie et son développement au Maroc.
- La formation de l'ingénieur est une étape importante au vu des besoins énormes. Le programme « 10 000 ingénieurs », à l'horizon 2010, s'avère insuffisant et peu ambitieux.
- L'ingénieur formé doit être valorisé et gardé en prenant en considération ses demandes personnelles. Il y a des ingénieurs de qualité mais qui ont un manque de passion actuellement. Le secteur est peu attrayant dans la société par rapport à d'autres responsabilités dans l'administration. Le manque de reconnaissance par rapport à quelqu'un qui gère un budget, qui passe à la télévision ou qui a un pouvoir. Les honoraires sont très faibles.
- La grande mobilité des ingénieurs et le manque d'évolutiondeleurcursusentermesderesponsabilité.
 Il est, au début, ingénieur d'études après ingénieur spécialisé. Il n y a pas de visibilité dans la gestion de sa carrière et aucune reconnaissance de ce qu'il a appris malgré l'évolution de ses connaissances et de son expérience.
- La communication et l'utilisation des NTIC doivent être prises au sérieux par le futur ingénieur dans le cadre des programmes d'enseignement. La communication est un handicap énorme pour l'ingénieur. Il ne suffit pas de produire, il faut savoir communiquer et présenter le produit.
- Les valeurs et l'étique sont importantes dans la formation de l'ingénieur, qu'il faut développer.
 L'ingénieur, qui gère de gros investissements de l'Etat, doit être le porte-parole de l'éthique.
- Le futur ingénieur doit être informé régulièrement sur le monde du travail.
- L'attractivité de la diaspora marocaine à l'étranger en l'incitant à revenir au pays; le travail existe et il est valorisant. Il y a de grands projets tels la construction de barrages, d'autoroutes, ...
- La promotion des Bureaux d'Etudes demande à être prise en considération par l'Etat où les ingénieurs sont très actifs dans le tissu économique national. La question qu'on se pose concerne la maintenance et la promotion de cette ingénierie. Des discussions et pourparlers avec la Fédération peuvent apporter un certain nombre de solutions aux difficultés posées à la profession.
- Dans le cadre de la formation de l'ingénieur au Maroc comment lier quantité et qualité des lauréats lors de la formation.
- Pourquoi l'Inde est imbattable sur les prix pratiqués par ses techniciens et ingénieurs ? Au Maroc, les salaires des enseignants ont été revus, mais pas celui des ingénieurs.

 Comment apprendre aux futurs ingénieurs la mondialisation, le multilinguisme dans un échange triangulaire Maroc-Europe-Inde ?

Synthèse de la séance :

Enfin, l'intervention des conférenciers a permis de préciser et d'éclaircir les points suivants :

- Pour améliorer la qualité des ingénieurs, nous devonsaugmenterleflux d'échangeavecl'étranger, qui est actuellement de l'ordre de 5% des effectifs des élèves, à travers d'autres programmes autre qu'Erasmus-mundus, les bourses et des aides. Le coût des stages est important et l'élève doit participer financièrement.
- Généraliser la formation alternée entre l'entreprise et les écoles d'ingénieurs. L'exemple de l'expérience de l'EMI et l'OCP est significative et à suivre
- La participation du privé à la formation d'ingénieurs :
- a. Plusieurs écoles existent, il y a un problème du respect des cahiers des charges.
- b. Il y a un manque de ressources humaines permanentes pour l'encadrement des élèves: on observe plus de vacataires.
- c. Le pouvoir public a une bonne volonté mais on ne sait pas comment et pourquoi ce retard.
 Est-ce dû aux mentalités? Il y'a de nombreux programmes pour que notre pays soit un pays technologique.
- d. Le secteur socio-économique doit participer pour faire évoluer les choses. Comme exemple, les Conseils d'Université où on peut prendre de nombreuses décisions importantes, ont parmi leurs membres des représentants du monde socio-économique qui doivent être plus actifs et entreprenants.
- e. L'amélioration de la qualité de formation des ingénieurs dépend des relais. Les enseignants doivent être sensibilisés et participer à l'ouverture sur le secteur socioéconomique.
- f. Tous les Etats qui ont gardé un système d'enseignement gratuit seront voués à l'échec à long terme. A un moment ou un autre, ils n'auront pas de moyens budgétaires pour continuer. Les pays qui ont instauré un système d'enseignement non gratuit se sont développés plus facilement.
- g. Encourager les stages et aider les élèves à connaître l'entreprise.

Recommandations de la journée sur l'Ingénierie Nationale

La session ordinaire de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, tenue le 18 novembre 2010 sur le thème «L'ingénierie marocaine : enjeux et stratégie de développement» a permis, à travers les conférences et débats de ses trois séances de dégager des voies susceptibles de contribuer à l'élaboration d'une meilleure stratégie pour le développement du secteur de l'ingénierie au Maroc. Ces voies concernent l'organisation, la législation, l'internationalisation et la formation. Elles sont déclinées ci-après sous forme de recommandations :

- 1. Améliorer l'organisation du secteur de l'ingénierie au Maroc
- Accroitre les capacités du secteur à pouvoir s'ouvrir sur de nouveaux métiers et en particulier ceux en relation avec le développement durable
- Encourager le regroupement des établissements de formation d'ingénieurs dans des pôles technologiques de formation et de recherche
- 4. Encourager les ingénieurs marocains installés à l'étranger à participer au développement de l'ingénierie au Maroc
- 5. Doter l'ingénierie de moyens et de soutien à l'export
- Former les ingénieurs en adéquation avec les secteurs à développer, notamment pour répondre aux besoins du secteur de l'ingénierie
- Encourager la création de sociétés d'ingénierie de taille pouvant répondre aux besoins de projets de grande envergure
- 8. Œuvrer pour l'orientation des élèves vers des filières scientifiques et technologiques pour répondre aux objectifs du Maroc en matière de formation d'ingénieurs et promouvoir la recherche scientifique et l'innovation technologique dans le domaine de l'ingenierie
- 9. Mettre en place une législation susceptible de renforcer la demande du marché national en matière d'ingénierie, notamment par une meilleure sensibilisation à l'impact de l'ingénierie sur l'optimisation des coûts et des performances des projets
- 10. Promouvoir et soutenir l'avènement d'un observatoire sur l'ingénierie pour disposer de données statistiques fiables et régulières.

Activités de l'Académie

Réunions du Conseil d'Académie et de la Commission des Travaux

Conseil d'Académie

Réuni le **samedi 3 juillet**, et le **lundi 4 octobre 2010**, le Conseil d'Académie a examiné les questions relatives aux prix d'excellence, au financement des projets de recherche, et aux candidatures à l'Académie.

S'agissant de façon particulière du premier point, le Conseil d'Académie a entériné l'ensemble des propositions qui lui ont été présentées dans le cadre de la convention signée le 18 mai 2010, entre le Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique, et l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, relative au système de bourses d'excellence, ouvert aux élèves des classes terminales, et aux élèves des classes de deuxième année de lycée, à savoir que les bourses d'excellence seront accordées pour toute la durée des études, 12 mois par année, et pour études au Maroc ou à l'étranger.

Par ailleurs et au titre de ce même premier point, le Conseil a également entériné la proposition d'accorder une bourse d'une année à Mr Mohammed GOUIGHRI, doctorant à l'Université Hassan II Ain Chok de Casablanca, travaillant sur l'expérience Atlas dans le cadre du projet LHC (Large Hadronic Collider), au CERN, à Genève.

Au cours de ce Conseil, le point a été fait sur l'ensemble des questions de financement des projets de recherche, et la procédure en vigueur, en matière d'évaluation des projets a été rappelée. C'est ainsi que les projets sont soumis à la Commission des Travaux, laquelle recueille, pour chacun d'eux, l'avis du Collège Scientifique concerné. Le Collège procède au classement des projets qui lui sont soumis, et se prononce sur les montants demandés pour chacun d'entre eux; il transmet ses conclusions et avis à la commission des travaux à qui il revient de décider. Au besoin, celle ci peut, avant de décider, demander l'avis d'experts en dehors de l'Académie. Les dossiers retenus par elle, sont ensuite soumis au Conseil d'Académie pour leur financement selon les capacités financières de l'Académie.

Pour ce qui concerne le dernier point, les critères, retenus à propos des candidatures pour être membre de l'Académie, sont rappelés; ils portent sur les qualités morales des postulants, leurs compétences scientifiques, et leur rayonnement scientifique national et international.

Outre ces questions, le Conseil a également examiné la demande du GID d'organiser au Maroc une rencontre sur l'eau, du projet d'accord de coopération avec l'Académie des sciences de Malaisie, de la participation de l'Académie à l'atelier de sensibilisation à la création d'Académies des Sciences dans les pays francophones de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, atelier tenu à Dakar les 16 et 17 septembre 2010, de sa participation également à l'assemblée générale du NASAC en Afrique du Sud, du 8 au 10 novembre 2010, et enfin de sa candidature pour accueillir au Maroc, en 2011, l'assemblée générale de la TWAS.

Commission des Travaux

La Commission des Travaux s'est successivement réunie les **jeudi 24 juin** et **jeudi 30 septembre 2010** pour traiter de la préparation de la session plénière solennelle 2011, des publications de l'Académie, de l'édition 2010 des journées «les jeunes et la science au service du développement», de l'évaluation des projets de recherche soumis au financement de l'Académie, et des bourses d'excellence.

A propos de l'appel d'offres 2008, les premières informations recueillies sont fort prometteuses : quelques 341 chercheurs mobilisés, implication d'une dizaine de post doc, soutenance de près d'une trentaine de thèses de doctorat, et une trentaine de publications dans des revues internationales.

Pour ce qui est des différentes publications assurées par l'Académie, et particulièrement pour le Journal Scientifique dont Mr Driss OUAZAR a présenté l'état d'avancement de la réalisation, l'accent est mis sur la vigilance et le soin à apporter à chacune de ses étapes de réalisation, et à ce propos, il a été convenu que la partie informative de ce journal soit faite en format WEB et qu'elle puisse être directement hébergée.



Réunions des Collèges Scientifiques

Collège des Sciences de la Modélisation et de l'Information

Le **4 octobre 2010**, le Collège des Sciences de la Modélisation et de l'Information s'est réuni pour discuter des projets de recherche qui lui ont été soumis dans le cadre de l'appel d'offres 2010, au nombre de 15, et notamment de ceux relatifs aux «Méthodes mathématiques et outils de modélisation et simulation pour le cancer», à l'«Approximation et sous-espaces invariants», et à la «Modélisation mathématique de la dynamique de l'influenza A et de la tuberculose».

Collège Ingénierie, transfert et innovation technologique

Le Collège Ingénierie, Transfert et Innovation Technologique s'est réuni le **18 mai 2010** pour examiner la question des rencontres à organiser sur le thème «Le Solaire et les Schistes», pour la préparation de la journée sur l'ingénierie, et pour la contribution des membres du Collège au Bulletin d'Information de l'Académie.

La journée sur l'ingénierie a de nouveau été à l'ordre du jour de la réunion du Collège le **28 juin 2010**. Elargie aux représentants du Ministère de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies, et de la Fédération Marocaine du Conseil et de l'Ingénierie, cette nouvelle réunion a été l'occasion d'insister sur l'opportunité de mettre en valeur et de promouvoir cette ingénierie, d'écouter quelques témoignages relatifs à des expériences étrangères, d'examiner les pistes susceptibles de faire de cette ingénierie une clé pour le développement du pays, et de se pencher sur les formations d'ingénieurs qu'elle requiert.

Les réunions tenues successivement, par ce Collège, les **16 septembre** et **25 octobre 2010** ont été consacrées, aux projets soumis dans le cadre de l'appel d'offres 2010, particulièrement à ceux concernant l'énergie solaire et les schistes bitumineux, à l'évaluation des projets de recherche en cours, à la poursuite de la préparation de la session ordinaire sur l'ingénierie (24 novembre 2010), au suivi de la convention de parrainage passée avec l'AREF de Kénitra, et à la relance de la mise en place des réseaux sur le solaire et sur les schistes.

Collège des sciences physiques et chimiques

Le **7 octobre 2010**, le Collège des sciences physiques et chimiques s'est réuni avec à son ordre du jour, les projets de l'appel d'offre 2010, la session plénière solennelle 2011, l'édition 2010 des journées «les jeunes et la science au service du développement», et les actions de coopération.

S'agissant des projets reçus dans le cadre de l'appel d'offres 2010, leur évaluation se déroule comme il était indiqué dans les formulaires présentés, à cet effet, sur le site de l'Académie.

Pour ce qui est de la session plénière solennelle 2011, la note de base préparée par quelques membres du Collège, sur le thème de la chimie, prendra en considération les remarques et suggestions émises par la Commission des Travaux.

Au cours de cette réunion, la contribution des membres du Collège à l'animation des journées «les jeunes et la science au service du développement», sur le thème de la biodiversité, a été étudiée, et les questions de coopération scientifique avec des pays tiers ont été passées en revue, notamment avec l'Espagne, avec la Malaisie, et avec le Sénégal dont une délégation de l'Académie Nationale des Sciences et Techniques est attendue au Maroc pour le mois de novembre 2010.

La discussion de ces mêmes points a été poursuivie lors de la réunion tenue par le Collège le **25 octobre 2010**.

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

Le Collège des Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer s'est réuni le **8 juin 2010**.

Les projets de recherche en cours de réalisation, ceux de l'appel d'offres 2010, et les conditions de leur évaluation ont été examinés au cours de cette réunion, notamment pour le projet «Patrimoine géologique et géodiversité du Maroc : l'exemple de la région de Rabat Salé-Zemmour-Zaer» et pour le projet «Conception et construction d'une station pilote innovante pour le traitement des eaux usées des petites agglomérations et complexes touristiques en zones côtières».

Les membres du Collège ont également discuté de leur contribution à l'animation des journées «Les jeunes et la science au service du développement», dans leur cinquième édition, celle de l'année 2010, ainsi que de la mise en œuvre de la convention de coopération passée avec l'Académie des Sciences (France) et plus précisément des deux volets relatifs, l'un à l'enseignement des sciences et l'autre au patrimoine géologique.

Au cours de cette même réunion, le Collège a décidé de proposer le Professeur O. ASSOBHEI pour le représenter au sein du comité de rédaction du Bulletin d'Information de l'Académie, et le Professeur Badia BOUAB dans celui du Journal Scientifique de l'Académie.

ıII

Par ailleurs, le Collège a pris note de ce que le Maroc et l'Espagne allaient bénéficier, dans le cadre de la coopération transfrontalière, d'un fonds pour la mise en place d'un observatoire atlantique marin, et que le réseau REMER contribuerait aux travaux de cette plateforme de réalisation de projets structurants et à la constitution d'une base de données d'indicateurs de l'environnement des deux côtés de la méditerranée.

Collège des Sciences et Techniques du Vivant

Le Collège des Sciences et Techniques du Vivant s'est réuni le **17 mai 2010**. A son ordre du jour figuraient les questions essentiellement relatives aux projets de recherche en préparation, ceux en cours d'exécution, et les difficultés rencontrées à différents niveaux, que ce soit pour le projet arganier, ou pour les projets sur le cancer, sur la microbiologie alimentaire, sur les hypodermoses, ou sur le chêne liège.

Ce Collège Scientifique a également discuté, de questions de coopération scientifique internationale, notamment de la participation de la délégation marocaine, à Madrid, à l'atelier de démarrage pour l'axe de recherche biotechnologie végétale, et de la visite de M. SYROTA, Président Directeur Général de l'INSERM (France).

La réunion tenue par le Collège le **14 juin 2010** a été consacrée principalement à la présentation et à la discussion de deux projets de recherche, le premier intitulé «Étude génétique, épidémiologique et clinique des leucémies myéloïdes aigues», et le second «Production par fermentation de levains utilisables dans l'industrie agro-alimentaire».

Réuni le **7 septembre 2010**, le Collège des Sciences et Techniques du Vivant a de nouveau discuté de ces deux projets, tout comme il est revenu sur l'avancement des projets de recherche en cours. S'agissant de ces derniers, un séminaire ouvert à la communauté scientifique sera organisé au cours du premier semestre 2011, pour en présenter les résultats.

Le Collège s'est par ailleurs penché sur la contribution de ses membres aux publications de l'Académie, et sur la coopération scientifique avec l'INSERM (France), le Mexique et la Malaisie.

Le **5 octobre 2010**, le Collège s'est de nouveau réuni pour continuer de traiter des questions relatives aux projets de recherche issus de l'appel d'offres 2010, aux journées les jeunes et la science, et à la visite du Président Directeur Général de l'INSERM (France).

Les journées «les jeunes et la science» (édition 2010)

Pour la cinquième année consécutive, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, en partenariat avec le Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique et les Académies Régionales pour l'Education et la Formation (AREF), ont organisé les journées «Les Jeunes et la Science». L'édition 2010 s'est déroulée, du 29 novembre au 4 décembre, sous le thème de la biodiversité, thème pour lequel l'ONU et l'UNESCO ont fait de l'année 2010 «l'Année internationale de la biodiversité».

Dans ce cadre, et comme pour les précédentes éditions, les Collèges Scientifiques de l'Académie ont animé des conférences, des projections de documentaires, des ateliers, des sorties sur le terrain et des rencontres avec les élèves dans des collèges et lycées à travers le Royaume, avec l'appui du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et la Lutte contre la Désertification, et celui de l'Institut de Recherche et de Développement (IRD-France).

Le prochain n° de La lettre de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques rendra compte de façon détaillée du déroulement de cette cinquième édition des journées «Les Jeunes et la Science».

Appui aux manifestations scientifiques en 2009

Comme pour les années précédentes, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a apporté son concours, en 2009, à nombre de manifestations scientifiques organisées notamment par les universités, les centres et instituts de recherche, ou encore les sociétés savantes.

Plus d'une vingtaine de colloques, congrès, séminaires, journées, écoles, rencontres, et autres types de manifestations scientifiques ont ainsi été soutenus dans les différentes régions du Royaume, couvrant un très large spectre de disciplines et de spécialités. Tel était notamment le cas pour :

- 14^{ème} édition de la semaine scientifique et culturelle de l'étudiant
 - 04-07 mars 2009, Marrakech
- Congrès International sur «les Plantes Aromatiques et Médicinales»
 - 26-28 mars 2009, Marrakech
- Congrès International sur «la Géométrie Non Commutative et Physique».
 - 06-11 avril 2009, Kenitra

- 11^{ème} Rencontre Marocaine sur la Chimie de l'Etat Solide «REMSES»
 - 16-18 avril 2009, Kenitra
- 9^{ème} Congrès de Mécanique 21-24 avril 2009, Kenitra
- Colloque international sur «Magmatisme, Métamorphisme et Minéralisation»
 23-24 avril 2009, Béni Mellal
- Second International Workshop on Soft Condensed Matter Physics and Biological Systems 28-30 avril, Fès
- Equations aux différences et applications 28-30 avril 2009, Meknès
- Colloque Maghrébin de mathématiques appliquées
 - 04-08 mai 2009, Kenitra
- Ecole CIMPA sur «le contrôle et analyses des EDP» 10-23 mai 2009, Marrakech
- 6^{ème} Journées sur «les Polymères Organiques et leurs applications»
 - 15-16 mai 2009, Kenitra
- Numerical Analysis and Scientific Computing With Application
 - 18-22 mai 2009, Agadir
- Congrès International sur «la paléontologie des vertébrés du Nord de l'Afrique 25-27 mai 2009, Marrakech
- Ecole de recherche «CIMPA» sur la Cryptographie 18-30 mai 2009, Oujda
- Ecole Franco-Maghrébine des Nanosciences : Méthodes de caractérisation des nanomatériaux 31 mai-04 juin 2009, Fès
- 3^{ème} Ecole de Chimie Quantique 03-05 juin 2009, Rabat
- 3^{ème} édition de la Conférence internationale sur «la vérification et l'évaluation de l'informatique et de la communication des systèmes»
 - 01-03 juillet 2009, Rabat
- Théorie de l'information quantique : bases théoriques et applications
 01-04 juillet 2009, Rabat
- Journées doctorales nationales sur «les technologies de l'information de la communication»
 16-18 juillet 2009, Rabat
- Paléoenvironnements et Préhistoire du Quaternaire marocain et méditerranéen
 - 11-13 novembre 2009, Fès
- 2^{ème} Compétition de Robotique
 - 11- 12 novembre 2009, Rabat
- Biotechnologies environnementales : potentialités et enjeux pour le Maroc?
 - 14-16 décembre 2009, El Jadida

Renforcement de la coopération scientifique entre le Royaume du Maroc et le Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN)

Le Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Pr. Omar FASSI-FEHRI, a effectué une mission de travail au Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) à Genève le 23 juillet 2010. Au cours de cette visite il a procédé avec le Directeur Général du CERN Pr. Rolf-Dieter HEUER à la signature d'une déclaration commune du CERN et de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, aux termes de laquelle, de jeunes chercheurs marocains seront accueillis au sein des laboratoires du CERN pour effectuer des travaux de recherche, en particulier dans le cadre de la préparation de leur thèse de doctorat, pour de longues périodes, grâce à un programme de bourses auquel l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques apporte sa contribution, et auquel contribuent également deux fondations suisses. Il s'agit de la Fondation «Partager le Savoir» que dirige le Professeur Robert KLAPISH et de la Fondation «Carnot» que dirige Monsieur Gaetan CARNOT. Ont également assisté à la rencontre entre la direction générale du CERN et l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Monsieur Said BELCADI Directeur Général du CNRST et un représentant de la Mission Permanante du Maroc à Genève.



Mohammed Gouighri et Sara Boutouil entourant le Pr. Rolf HEUER et le Pr. Omar FASSI-FEHRI

Le plus grand laboratoire de recherche au monde le CERN a engagé une expérience destinée à mettre en évidence les composants de la matière aux premières fractions de seconde qui ont suivi le «big bang» il y a de cela 13,7milliards d'années.

Le Maroc, participe à ce projet, et apporte sa contribution à la réalisation du détecteur ATLAS grâce auquel il est attendu de détecter les résultats des collisions dans le Large Hadronic Collider (jusqu'à 600 millions par seconde), et qui pourraient révéler l'existence de nouvelles particules, contribuant ainsi à faire avancer les connaissances sur les constituants ultimes de la matière.

Plusieurs chercheurs marocains des universités de Rabat, de Casablanca, d'Oujda, de Marrakech et du CNESTEN prennent part à ce projet de recherche dans le cadre de leur partenariat avec le CERN.

Recherche & Développement sur l'énergie solaire

Pr. Tijani Bounahmidi

Membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques



Préambule

Parmi les thématiques prioritaires adoptées par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques pour ses plans d'action, depuis sa mise en place en 2006, figure la thématique de l'énergie dont elle a chargé son collège «Ingénierie, Transfert et Innovation Technologique». Ce grand intérêt pour cette thématique est justifié par la très forte dépendance du Maroc, pour son approvisionnement en énergie, des importations en combustibles fossiles. D'où la nécessité d'œuvrer pour la mise à profit des ressources énergétiques potentielles dont dispose le Maroc et en particulier l'énergie solaire, en renforçant les activités de R&D dans ce domaine afin de réduire les coûts de cette énergie qui sont actuellement non compétitifs comparés à ceux des énergies fossiles.

Afin de soutenir et renforcer le potentiel marocain en R&D dans le domaine de l'énergie solaire, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a organisé, par le biais de son collège «Ingénierie, Innovation et Transfert Technologique», dans le cadre de son Plan d'Action pour la période 2006-2010, une demi-journée consacrée à la R&D sur l'énergie solaire au Maroc et ce, le vendredi 02 octobre 2009 à son siège.

Cette demi-journée s'est fixée comme objectifs d'analyser les forces et les faiblesses du potentiel actuel du Maroc en matière de R&D sur l'énergie solaire et de proposer des solutions pour renforcer ce potentiel. Pour ce faire, une vingtaine d'enseignants-chercheurs parmi les chercheurs actifs en R&D sur cette thématique ont été invités pour participer à cette rencontre. Ont été considérés comme chercheurs actifs sur cette thématique tous les chercheurs ayant publié, durant la période 2006-2009, un travail, au moins, relevant de cette thématique, sous forme d'article dans une revue scientifique ou de communication dans un congrès avec actes, indexé dans les bases de données bibliométriques «Scholar Google».

Les enseignants-chercheurs invités représentent les universités et établissements de formation des cadres ayant été identifiés comme étant les organismes principaux par rapport au nombre de 'chercheurs' actifs sur l'une des quatre sous-thématiques de la thématique «Energie solaire» utilisées pour classifier la production scientifique marocaine en la matière durant la période considérée: le rayonnement solaire, les cellules solaires, les systèmes solaires et les utilisations de l'énergie solaire (Tableau 1). Par 'chercheur' on entend ici toute personne ayant cosigné les travaux publiés indiqués ci-dessus, y compris les étudiants-chercheurs.

Tableau 1: organismes de R&D principaux par sousthématique

Sous- thématique	Rayonnement solaire	Cellules solaires	Systèmes solaires	Utilisations de l'énergie solaire
Organismes*	UCAM	UCAM	UMPO	UCAM
	UMPO	UITK	UHPS	ENS- Marrakech
	UM5A	UMPO	UAE	UAE
	-	UIZA		UM5A
	-	UH2MC	-	
	-	UM5A	-	-

* UCAM : Université Cadi-Ayyad de Marrakech; UMPO : Université Mohammed Premier d'Oujda; UITK : Université Ibn-Tofaïl de Kénitra; UAE : Université AbdelMalek Essaâdi-Tétouan; ENS-Marrakech : Ecole Normale Supérieure de Marrakech; UM5A : Université Mohammed V-Agdal de Rabat; UIZA : Université Ibn-Zohr d'Agadir; UHPS : Université Hassan Premier de Settat ; UH2MC : Université Hassan II Mohammedia.

Ont participé aux travaux de la rencontre, en plus des enseignants-chercheurs sus-indiqués, le Secrétaire Général du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, le Directeur de Technologie au Ministère chargé de la Recherche Scientifique, le Directeur Général du Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER), un représentant du Ministère chargé de l'Industrie, un représentant de l'ONE, en présence de membres de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques dont le Conseiller de S.M. Le Roi, Feu Monsieur Meziane Belfkih et le Secrétaire Perpétuel, Monsieur Omar Fassi-Fihri et des membres du Collège «Ingénierie, Innovation et Transfert Technologique (CITIT)».

1. Déroulement des travaux

La rencontre a été modérée par le Directeur du Collège «Ingénierie, Transfert et Innovation Technologique» et a débuté par un mot de bienvenue prononcé par Monsieur le Secrétaire perpétuel, suivi d'une présentation introductive de la rencontre, par Monsieur Tijani Bounahmidi, membre du CITIT, avant une séance de débat qui s'est prolongée jusqu'à la fin de la rencontre.



1.1. Mot de bienvenue.

Dans son mot de bienvenue, Monsieur le Secrétaire Perpétuel a remercié les participants d'avoir répondu positivement à son invitation malgré l'envoi tardif de cette dernière dû à des problèmes d'agenda et que son organisation en cette date malgré la non-participation de certains collègues du CITIT dont les deux membres associés, Messieurs Philippe Tanguy et Valeriano Ruiz, est liée au fait que cette rencontre a été reportée à deux reprises et que l'intérêt du sujet ne peut pas supporter de la retarder davantage. Il a souligné l'importance que revêt l'énergie solaire pour le Maroc et la programmation de cette thématique parmi les thématiques prioritaires que l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a retenues pour son soutien aux activités de R&D dans le cadre de son plan d'action 2006-2010.

1.2. Présentation introductive

La présentation introductive, effectuée par Monsieur Bounahmidi au nom du CITIT, a comporté trois éléments essentiels :

- Le potentiel national actuel en matière de R&D, identifié sur la base d'une étude bibliométrique relative à la période 2006-2009, et l'offre de formation des établissements d'enseignement supérieur marocains relative au domaine de l'énergétique.
- La stratégie nationale en matière de l'exploitation de l'énergie solaire comme ressource susceptible de permettre une contribution significative à l'approvisionnement énergétique national.
- Une proposition de renforcement du potentiel national en R&D sur l'énergie solaire, consistant en la création d'une structure fédérative assurant une meilleure coordination des activités de recherche sur cette thématique tout en orientant ces dernières vers la résolution des problèmes qui freinent le développement massif de l'utilisation de cette énergie durable.
- **1.2.1.** Potentiel national actuel en R&D sur l'énergie solaire et sa répartition géographique

a) Description du potentiel

La méthodologie adoptée pour identifier et caractériser ce potentiel, présentée dans le préambule ci-dessus, a permis de recenser les 'chercheurs' actifs et leur répartition en nombre sur les organismes d'enseignement et/ou de recherche (Tableau 2).

Tableau 2 : répartition du nombre de chercheurs par organisme et par sous-thématique

Organis- me*	Rayonne- ment solaire	Cellules solaires	Systèmes solaires	Utilisations de l'énergie solaire	Total
UM5A	1	3	-	2	6
USMBA	-	1	-	-	1
UCAM**	2	20	1	9	32
UAE	-	1	3	4	8
UMPO	1	6	5	1	13
UIZA	-	6	-	-	6
UH2MC	-	4	-	-	4
UITK	-	12	-	-	12
UCD	-	í	1	-	1
UHPS	-	-	5	-	5
ENS- Rabat	-	1	-	-	1
ENS- Marrakech	-	2	-	6	8
IAV	-	-	-	2	2

* UM5A : Université Mohammed V-Agdal de Rabat; USMBA : Université Sidi Mohammed Ben Abdellah de Fès ; UCAM : Université Cadi-Ayyad de Marrakech; UAE : Université AbdelMalek Essaâdi-Tétouan; UMPO : Université Mohammed Premier d'Oujda ; UIZA : Université Ibn-Zohr d'Agadir; UH2MC : Université Hassan II Mohammedia; UITK : Université Ibn-Tofaïl de Kénitra; UCD : Université Chouaïb Doukkali d'El Jadida; UHPS : Université Hassan Premier de Settat ; ENS-Rabat : Ecole Normale Supérieure de Rabat; ENS-Marrakech : Ecole Normale Supérieure de Marrakech; IAV : Institut Agronomique et Vétérinaire-Hassan II

** Sans l'ENS-Marrakech

Comme il apparaît à travers l'examen du Tableau 2, 40% des 'chercheurs' actifs recensés dans le cadre de la présente étude sont localisés à Marrakech à l'UCAM. Les 'chercheurs' relevant de l'Université Cadi-Ayyad, sans l'ENS, représentent à eux-seuls 32% du potentiel national en R&D sur la thématique «Energie solaire» et ceux affiliés à l'Ecole Normale Supérieure de Marrakech, 8%.

Le pôle de Marrakech est prépondérant au niveau national dans 3 des 4 sous-thématiques. Il représente 50% du potentiel national dans la sous-thématique «Rayonnementsolaire», 39,3% dans la sous-thématique «Cellules solaires» et 62,5% pour la sous-thématique «Utilisations de l'énergie solaire». La contribution de ce pôle au potentiel national de la sous-thématique «Systèmes solaires» n'est que de 6,7%.

L'Université Mohammed Premier d'Oujda et l'Université Ibn-Tofaïl de Kénitra sont à peu- près au même rang après l'UCAM avec une contribution au potentiel national de 13% et 12%, respectivement. Alors que les 'chercheurs' de l'UITK travaillent tous sur la sous-thématique «Cellules solaires», représentant 21,4% de l'ensemble des 'chercheurs'

ıII

nationaux de cette sous-thématique, ceux de l'UMPO se répartissent presque équitablement sur cette sous-thématique et celle relative aux systèmes solaires, avec, respectivement, 6 et 5 'chercheurs' représentant, respectivement, 10,7% et 33,3% du potentiel national de chacune de ces deux sous-thématiques.

L'Université AbdelMalek Essaâdi vient en 4ème position au niveau national en termes du nombre de 'chercheurs' actifs sur la thématique «Energie solaire» avec 8%, en ex-æquo avec l'ENS-Marrakech. Sa contribution se concentre sur deux sous-thématiques «systèmes solaires», et «usages solaires» avec 20% et 16,7% du potentiel national de chacune de ces deux sous-thématiques, respectivement. Tandis que l'effort de l'ENS-Marrakech se déploie presque exclusivement sur la sous-thématique «Usages solaires» avec une contribution de 25% au potentiel national de cette dernière.

L'Université Ibn-Zohr d'Agadir, l'Université Mohammed V-Agdal de Rabat, L'Université Hassan Premier de Settat et l'Université Hassan II Mohammedia sont placées ensuite avec une contribution au potentiel national de 6%, 6%, 5% et 4%, respectivement.

Le tableau 3 synthétise les contributions des organismes d'enseignement et de recherche formant plus de 90% du potentiel national de R&D sur la thématique «Energie solaire». Les cases coloriées en jaune indiquent les organismes principaux dans chacune des sous-thématiques. Est considéré organisme principal celui dont la contribution fait partie des 90% du potentiel national dans la sous-thématique considérée. Ces résultats sont synthétisés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Cartographie de la R&D sur la thématique «Energie solaire» au Maroc

Organisme		ergie laire		onne- solaire		lules aires		èmes aires		iges aires
o gameno	%	Rang	%	Rang	%	Rang	%	Rang	%	Rang
UCAM	32	1	50	1	35,7	1	6,7	4	37,5	1
UMPO	13	2	25	3	10,7	3	33,3	1	5,2	5
UITK	12	3	0	-	21,4	2	0	-	0	-
UAE	80	4	0	-	1,8	8	20	3	16,7	3
ENS- Marrakech	80	4	0	-	3,6	7	0	-	25	2
UIZA	06	6	0	-	10,7	3	0	-	0	-
UM5A	06	6	25	-	5,4	6	0	-	8,3	4
UHPS	05	8	0	-	0	-	33,3	1	0	-
UH2MC	04	9	0	-	7,1	5	0	-	0	-
Total	91		100		96,4		93,3		92,7	

Le Tableau 1 regroupant les principaux organismes de R&D sur l'énergie solaire est déduit du tableau 3 ci-dessus.

Les principales structures de recherche travaillant sur l'énergie solaire, dégagées de cette étude, sont reportées dans le tableau 4. Elles sont au nombre de 32.

Tableau 4 : structures de recherche accréditées travaillant sur l'énergie solaire

Intitulé de la structure	Organisme
Laboratoire d'Électronique et instrumentation	UCAM-FS
Laboratoire de Mécanique et Énergétique	UMPO-FS
Laboratoire d'énergie solaire et environnement	UM5A-FS
Laboratoire Physique du solide et des couches minces	UCAM-FS
Laboratoire «Optoélectronique et Physico- chimie des Matériaux»	UITK-FS
Laboratoire de Dynamique et Optique des matériaux	UMPO-FS
Laboratoire «Matériaux et Énergies Renouvelables»	UIZA-FS
Laboratoire de Physique de la Matière Condensée	UH2M-FST
Laboratoire de Physique des Matériaux	UM5A-FS
LEPAS	UMPO-FS
Laboratoire d'Optique Appliquée et Transfert d'Énergie	UHPS-FST
Laboratoire d'Énergétique	UAE-FS
Laboratoire «Mécanique des fluides et Énergétique»	UCAM-FS
Laboratoire d'Énergie Solaire et Plantes Aromatiques et Médicales	ENS- Marrakech
Laboratoire des Transferts Thermiques et Énergétique	UAE-FST
Laboratoire d'énergie solaire et environnement	UM5A-FS
Laboratoire de Physique des Semi-conducteurs et de l'Énergie Solaire	ENSRabat
Laboratoire de Thermodynamique et Énergétique	UIZA-FS
Laboratoire de Thermodynamique énergétique	UM5A-FS
Département de machinisme agricole	IAV-Rabat
Laboratoire de la Matière Condensée et Nanostructures	UCAM-FST- Guéliz
Laboratoire de Chimie des Matériaux et de l'environnement	UCAM-FST- Guéliz
LSM, Département de Chimie	UCAM-FS
LASTID, Département de physique	UITK-FS
Laboratoire de Physique des Matériaux et Applications des Énergies Renouvelables	UH2M-FST
	UMPO-ENSA
Laboratoire d'Automatique et d'Étude des Procédés	UCAM-FS
Équipe de rhéologie et énergétique des systèmes industriels	UM5A-EMI
Équipe Réseaux et Énergie Électrique	UM5A-EMI
Laboratoire Énergétique, Matériaux et Environnement	UM5A-EST
Laboratoire de physique du solide	USMBAF-FS
Laboratoire de Mécanique, Énergétique et Procédés	UMIM-ENSAM

Le tableau 5, regroupe les formations assurées par les établissements d'enseignement supérieurs en Energétique.

Tableau 5 : Formations en Energétique

Intitulé de la formation	Niveau de la formation	Établissement de formation
Génie des procédés et énergétique	Ingénieur d'Etat	ENIM
Génie Mécanique- Option Énergétique	Ingénieur d'Etat	UM5A-EMI; UMIM- ENSAM
Génie des Procédés	Ingénieur d'Etat	UM5A-EMI, UHPS- FST
Génie des Procédés et Environnement	Ingénieur d'Etat	UH2M-FST
Procédés de l'énergie et de l'environnement	Ingénieur d'Etat	UIZA-ENSA
Génie Énergétique et Environnement	Master Spécialisé	UAE-FS
Ressources Minérales et énergétique : genèse et mise en valeur	Master Spécialisé	UMIM-FS
Ingénierie et Modélisation des Systèmes Mécaniques, option : Mécanique des fluides et Énergétique	Master Spécialisé	UHPS- FST
Énergies renouvelables et développement durable	Licence Professionnelle	UIZA-FS
Génie des procédés	Licence Professionnelle	UH2C-FS
Génie Énergétique	Licence- Sciences et Techniques	UH2M-FST
Génie des procédés	DUT	UH2C-EST; USMBAF-EST; UCAM-ESTS

b) Forces et faiblesses du potentiel national en R&D sur l'énergie solaire

L'examen de ce potentiel à travers le descriptif cidessus, la bibliométrie et d'autres informations relatives à l'utilisation de l'énergie solaire au Maroc permettent de dégager les forces et les faiblesses du potentiel national en R&D sur l'énergie solaire.

Ainsi, l'analyse bibliométrique utilisant les bases de données SCOPUS permettent de constater que les premiers travaux publiés avec des cosignatures marocaines ayant trait à l'énergie solaire datent de la fin des années 80. Entre cette date et 2009, 355 articles ont été relevés. Le h-Index de cette production scientifique nationale est évalué à 23¹. Cela signifie que 23 parmi ces articles ont été cités au moins 23 fois. Ce qui dénote d'une très bonne qualité de cette production.

191 des 355 articles recensés sont consignés par des coauteurs étrangers dont la plupart sont européens, soit 53,8%. Cette valeur est très significative car elle met en évidence l'existence de capacités de recherche locales qui produisent avec leurs ressources

propres tout en gardant des liens de collaboration étroits avec les structures de recherche au niveau international. Ce qui constitue une force inestimable de ce potentiel.

La répartition de ces publications sur les quatre sousthématiques de la thématique de l'énergie solaire indiquée dans le tableau 6 permet de dégager une grande prépondérance des travaux menés sur les matériaux pour cellules solaires.

Tableau 6 : Répartitions des publications sur les sousthématiques

	Rayonnement solaire	Cellules solaires	Systèmes solaires	Utilisations de l'énergie solaire
Nombre de publications	25	197	52	81
Proportion (%)	7,1	55,5	14,6	22,8

En effet, plus de 55% des articles publiés sont de nature fondamentale et concernent la caractérisation de matériaux pour cellules photovoltaïques. Les applications de l'énergie solaire viennent en 2ème lieu (contrôle des conditions climatiques sous serres; séchage de produits agricoles; dessalement de l'eau de mer; traitement des eaux résiduaires par photo-catalyse). Les machines frigorifiques solaires thermiques à absorption viennent en troisième position.

Parallèlement aux forces du potentiel national en R&D sur l'énergie solaire, on relève certaines faiblesses dont les principales sont les suivantes :

- Résultats de recherche très peu valorisés à travers des activités d'innovations technologiques, notamment ceux relatifs aux matériaux pour cellules photovoltaïques.
- Manque de plateformes technologiques pour l'élaboration et le test des cellules, modules et systèmes solaires thermiques ou photovoltaïques.
- Dépôt de demandes de brevets effectué, le cas échéant, par les partenaires européens et très rarement par les organismes de recherche marocains.
- Recherche peu insérée dans son environnement socio-économique national.

1.2.2. Stratégie nationale en énergie solaire

Le Maroc est dépendant de l'étranger pour ses approvisionnements en ressources énergétiques à plus de 96%. Cette situation rend sa balance commerciale

^{1.} SCOPUS ne dispose pas de l'information complète concernant les citations antérieures à 1996.

Ш

très vulnérable par rapport aux fluctuations très fréquentes des cours de ces ressources.

Pour réduire cette dépendance, l'autorité gouvernementale chargée de l'énergie a établi une stratégie à l'horizon 2020 pour ce secteur basée sur un Mix énergétique dans lequel l'efficacité énergétique occupe une place prioritaire. «Si le charbon propre et l'éolien ont été choisis comme socle de notre production électrique, toutes les options restent, néanmoins, ouvertes, notamment le recours au gaz naturel, à l'électronucléaire et au solaire de puissance lorsque les conditions économiques et technologiques et les critères de sécurité de leur approvisionnement et de leur compétitivité seront remplis» a souligné S.M. le Roi dans le discours adressé aux participants des 1ères Assises de l'énergie tenues le 06 mars 2009.

Bien que la production de l'énergie électrique par voie solaire ne soit pas au jour d'aujourd'hui très compétitive par rapport aux voies fossile et éolienne, le lancement des travaux de la centrale thermosolaire de Aïn Beni Mathar de 472 MW (452 MW cycles combinés au gaz Naturel et 20 MW solaire (CSP)) affirme l'orientation royale².

Pour soutenir cette politique en matière d'énergie, des efforts importants doivent être consentis, notamment en R&D, afin d'assurer la maîtrise des technologies mises en œuvre dans les voies conventionnelles et de contribuer au développement des technologies des voies alternatives dont la voie solaire.

En effet, l'absence de la Recherche & Développement sur les énergies renouvelables a été identifiée comme faisant partie des facteurs qui inhibent le développement de ces énergies au niveau national dont l'absence d'un cadre législatif et réglementaire approprié, l'insuffisance de l'intérêt porté à ces énergies par les programmes nationaux de développement et d'infrastructures, ainsi que l'utilisation de l'approche «projet» et l'insuffisance des allocations budgétaires et des incitations financières et fiscales correspondantes.

Ces limitations reflètent les faibles résultats obtenus en terme d'utilisation de l'énergie solaire au Maroc : 200.000m² de chauffes-eau solaires (CES) et 50.000 foyers électrifiés en solaire photovoltaïque (PV).

La stratégie nationale en matière d'énergie fixe les objectifs regroupés dans le tableau 7 pour l'approvisionnement en énergie solaire à l'horizon 2012 et 2030, respectivement.

Tableau 7 : Programme solaire de la stratégie nationale de l'énergie

	Capacité à Installer (2009-2012)	Capacité à Installer (2020-2030)³
Solaire CSP	20 MW	1000 MW
PV connecté	20 MW	400 MW
Solaire CES	200.000 m ²	3 000 000 m²
PV décentralisé	4 MW	80 MW

L'application de cette stratégie permettra une réduction des émissions de CO₂ de 4,2 millions de tonnes/an, une économie de combustibles fossiles de 600 mille Tep/an et une création de 15.000 emplois.

En réalité, certains de ces objectifs sont en deçà des objectifs des programmes qui commencent à être lancés. C'est le cas du projet marocain de l'énergie solaire présenté le 02 novembre 2009 devant S.M. Le Roi à Ouarzazate qui vise le développement de centrales thermiques solaires avec une capacité totale de 2000 MW à l'horizon 2020 avec un coût total de 9 milliards de dollars.

1.2.3. Proposition d'un projet de renforcement de la R&D sur le solaire

a) Avant propos

La stratégie nationale en matière d'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, ainsi que la prise de conscience croissante de la problématique des changements climatiques et de la protection de l'environnement traduite par la mise en place de mécanismes visant la réduction des émissions des gaz à effet de serre prévus dans le cadre du protocole de Kyoto, tels que les Mécanismes de Développement Propres (MDP) visant le développement d'un marché de Crédit carbone dans le cadre duquel des pays développés peuvent voir leur quota de réduction des émissions de gaz à effet de serre diminuer à travers la réalisation de projets de développement propre dans des pays en développement, présagent un avenir meilleur au développement de l'utilisation des énergies

^{2.} Le 02 novembre 2009 a vu la présentation du Projet marocain de l'énergie solaire dont le budget est de 9 milliards de dollars. Ce projet consiste en un développement de centrales thermiques solaires d'une capacité de 2000 MW l'horizon 2020. Ce qui affirme de manière très forte l'orientation royale indiquée ci-dessus.

^{3.} Ces objectifs ont été vus à la hausse dans le cadre du projet marocain de l'énergie solaire présenté le 02 novembre 2009 devant S.M. à Ouarzazate.

renouvelables, en général, et de l'énergie solaire,

vu son fort potentiel, en particulier.

Ces atouts que présente le solaire pour l'approvisionnement futur en énergie propre au niveau international ne peuvent pas être mis à profit de manière efficace si les développements technologiques et les politiques économiques et fiscales n'aident pas dans ce sens en rendant la voie des énergies renouvelables compétitive à travers la réduction des coûts de production de ces énergies, notamment.

En matière de coût de production, l'énergie solaire de puissance qu'elle soit de type thermique ou de type photovoltaïque présente un gap très significatif qui ne peut être rattrapé que si des innovations technologiques importantes combinés à une politique d'encouragement à la production et l'utilisation de cette énergie⁴. Ces mesures ne peuvent pas être accomplies de manière appropriée sans une maîtrise des technologies mises en œuvre ou à développer. Cela nécessite la formation de ressources humaines capables de relever ces défis au niveau de la production, de l'utilisation de l'énergie solaire et de développement de solutions permettant d'améliorer les performances des systèmes solaires.

L'examen du potentiel national en R&D dans le domaine du solaire, présenté ci-dessus, met en évidence des capacités significatives de ce potentiel que ce soit en recherche ou en formation. La valeur élevée du h-index de la production scientifique de ce potentiel témoigne de son haut niveau qui peut être bien mis à profit de la stratégie nationale dans ce domaine pour répondre aux besoins de maîtrise de technologies solaires par la formation de profils appropriés basée sur des moyens technologiques de haut niveau et par des activités de R&D et d'innovation répondant aux besoins du marché international des technologies solaires.

Pour ce faire, les activités de R&D menées au niveau national gagneraient à être coordonnées et réalisés selon une stratégie intégrant tous les maillons de la chaîne menant de l'idée à l'application commerciale réussie. C'est le but de la proposition de projet décrite ci-après.

b) Consistance du projet

Pour relever les défis précités, il est proposé de créer une structure de recherche fédérative nationale dédiée à l'énergie solaire à l'instar d'un grand nombre de pays à travers le monde. L'Objectif d'une telle structure est de développer des activités de R&D et

d'innovation technologique basées sur les besoins du marché.

Pour ce faire, une étude de benchmarking des structures de R&D à travers le monde dans le domaine de l'énergie solaire permet de relever l'approche systémique comme étant la plus employée pour bâtir de telles structures. Le diagramme fonctionnelle correspondant étant constitué de blocs en cascade qui sont le marché de l'énergie solaire, les systèmes solaires; les modules solaires; les cellules solaires et les matériaux solaires⁵.

Le but de la structure fédérative est de constituer une masse critique de chercheurs travaillant de façon complémentaire les uns par rapport aux autres pour atteindre des objectifs globaux produisant des résultats ayant un effet sur le développement socioéconomique et technologique du pays et produisant des effets spécifiques sur chaque structure de recherche membre de la structure fédérative en fonction des objectifs spécifiques de la thématique concernée.

Pour répondre à ces objectifs, le format de la structure est de type réseau. Il s'agit donc de créer un réseau de recherche fédérant les structures de recherche sur l'énergie solaire au niveau national. Ce réseau serait doté d'un statut juridique de Groupement d'Intérêt Public (GIP) dont les membres sont les universités à travers leurs sous-réseaux regroupant les structures de recherche de chaque université ayant une activité significative sur l'énergie solaire, ainsi que les autres structures de recherche non universitaires travaillant sur le doamaine, de même que l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques et le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER).

c) Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette structure fédérative seraient les suivants :

- Devenir un centre d'excellence en recherche solaire au niveau national et international. Vu la qualité de la production scientifique nationale relatée ci-dessus, cet objectif est accessible si les moyens requis et une bonne gouvernance de la structure en projet sont mis en place.
- Améliorer les technologies solaires thermiques et photovoltaïques répondant aux besoins du marché dans le cadre de la stratégie nationale en la matière. Il ne s'agit pas de «réinventer la roue» mais de maîtriser les technologies

^{4.} Le Projet marocain de l'énergie solaire est une mesure concrète très forte de ce type d'encouragement.

^{5.} L'Agence marocaine de l'énergie solaire MASEN créée dans le cadre du projet marocain de l'énergie solaire peut jouer un grand rôle dans la mise en place de cette approche systémique.

efficaces déjà développées pour améliorer les performances des systèmes industriels tout en essayant d'apporter des solutions nouvelles aux problèmes qui restent posés à travers des activités de recherche appropriées.

Développer les activités de transferts de technologie vers les entreprises et mener les activités d'innovation faisant intervenir les technologies solaires. Il y a lieu de signaler ici, que plus de 50% de la production scientifique nationale sur l'énergie solaire concerne les matériaux pour cellules solaires. Cette production de très haut niveau scientifique témoigné par la valeur élevée de h-index mériterait d'être évaluée par rapport à son potentiel innovant. Le résultat de cette évaluation qui est très probablement positif pourrait induire à développer des activités d'innovation technologiques pour valoriser à travers le transfert de technologies les inventions potentielles identifiées.

d) Missions de la structure fédérative

Les missions de cette structure seraient de :

- Coordonner les activités de recherche des membres en appliquant l'approche systémique décrite ci-dessus.
- Monter des programmes de R&D et d'innovation pour améliorer les performances et les coûts des technologies solaires.
- Développer les partenariats nécessaires à la réalisation et le financement de ces programmes.
- Doter la structure des moyens humains et matériels nécessaires à ses activités (postdoctorants, plate-formes technologiques, logiciels, banc de test pour caractériser les composants du système)

1.3. Débat

Le débat auquel a contribué la totalité des participants a permis de confirmer l'existence au Maroc d'une communauté scientifique importante qui développe une activité de recherche significative sur la thématique de l'énergie solaire. Le diagnostic de cette activité par les enseignantschercheurs invités a permis de mettre en évidence les problèmes qui semblent réduire l'efficacité de cette recherche.

Parmi les problèmes recensés ceux liés à la gestion des activités de recherche au sein des universités paraissent présenter l'unanimité parmi les participants, plus particulièrement pour les travaux nécessitant de l'expérimentation qui souffrent du manque de techniciens et de l'insuffisance des équipements requis. Ces problèmes ne sont pas dus uniquement à l'insuffisance des budgets alloués à la recherche, mais aussi et surtout à la gestion financière de ces fonds.

La difficulté de renforcer les structures de recherche par des jeunes chercheurs ayant obtenus leur doctorat a été aussi identifiée par les participants comme constituant un facteur inhibiteur du développement de la recherche au Maroc. Le texte de loi promulgué en octobre 2008 permettant le recrutement sur Contrat à Durée Déterminée (CDD) pourrait permettre d'apporter une solution à ce problème. Cependant, des tentatives de la mise en oeuvre de cette mesure dans le cadre du programme d'urgence montrent que des problèmes subsistent à cette mise en œuvre.

L'assiduité des doctorants paraît aussi poser des problèmes. En effet, le diplôme de DESA ou de Master donnant accès au recrutement dans la fonction publique au grade de l'échelle 11, ne semble pas favoriser l'assiduité des étudiants inscrits au doctorat qui, pour une bonne part parmi eux cherche à obtenir un emploi avec le diplôme de DESA ou de Master sachant qu'avec un diplôme de doctorat le recrutement se fait aussi à l'échelle 11.

Pour réduire l'acuité de ce manque d'assiduité, les directeurs de thèses établissent parfois des collaborations avec des laboratoires étrangers dans le cadre de projets de recherche pour intéresser davantage les doctorants par des séjours prolongés à l'étranger. Si cette pratique peut présenter des avantages réciproques pour les deux parties dans un bon nombre de cas, dans un certain nombre d'autres cas, cette collaboration se fait aux dépens de la structure de recherche marocaine. En effet, en dehors de la cosignature des publications par les chercheurs des deux parties, les principales retombées scientifiques et technologiques des recherches effectuées reviennent souvent à l'autre partie, en particulier en ce qui concerne le dépôt des demandes de brevets d'inventions et l'exploitation de ces derniers.

Cette situation explique en partie le contraste existant entre la qualité de la production scientifique mentionnée plus haut et l'insuffisance de l'impact de cette recherche sur le monde socioéconomique national. Cette insuffisance est due aussi au manque de l'infrastructure de l'innovation qui amène certains chercheurs à se diriger vers l'étranger pour exploiter leurs inventions comme cela a été relevé par l'un des participants qui vécu une expérience de ce genre.

Malgré ces difficultés, les chercheurs invités sont confiants dans leurs compétences et sont prêts à relever le défi de développement d'activités de R&D et d'innovation de haut niveau en se basant sur les capacités locales et en mettant à profit les partenariats internationaux qu'ils ont pu tissé. Pour ce faire, des mesures appropriées doivent être prises par les décideurs pour aplanir les difficultés rencontrées.

Le Directeur de la Technologie au Ministère chargé de la recherche et le Directeur général du CDER ont décrits les possibilités offertes par leurs départements respectifs pour résoudre les problèmes posés.

Plusieurs participants ont soutenu la proposition de la création d'une structure fédérative consacrée à la R&D et l'innovation sur l'énergie solaire. En effet, une telle structure pourrait permettre une mise en commun des moyens technologiques appropriés nécessaires pour de telles activités.

Allant dans ce sens, le Directeur du CITIT a annoncé l'élaboration d'un projet de création d'un réseau de R&D et d'innovation sur l'énergie solaire. Ce travail sera effectué sous la coordination de Monsieur Bounahmidi au nom de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

1.4. Synthèse et recommandations

La présente rencontre a permis de mettre en évidence un important potentiel humain en R&D sur la thématique de l'énergie solaire. Ce potentiel est très important sur la sous -thématique «matériaux pour cellules solaires» que sur les sous-thématiques «rayonnement solaire», «systèmes solaires» et «utilisation de l'énergie solaire».

Les 355 publications produites avec une contribution de ce potentiel et recensées dans les bases de données «SCOPUS» ont un facteur d'impact mesuré par le h-index d'une valeur égale à 23. Ce qui atteste d'une très bonne qualité de cette production scientifique dont la proportion de cosignatures par des chercheurs étrangers est de l'ordre de 55%. Cette proportion de cosignatures dénote d'un potentiel disposant de capacités locales significatives ouvertes sur la recherche internationale.

La rencontre a permis aussi de mettre en évidence, hélas, l'insuffisance de l'impact de cette recherche sur le monde socio-économique du Maroc et ce, à cause de plusieurs facteurs dont le cloisonnement de cette recherche, le manque d'équipements et de plateformes technologiques appropriés ainsi que de techniciens spécialisés, le faible développement des applications de l'énergie solaire,...

La nouvelle dynamique insufflée par la nouvelle stratégie nationale sur l'énergie notamment par le projet marocain de l'énergie solaire, impose une prise d'initiatives en matière de R&D et d'innovation à même d'accompagner efficacement ce projet.

Pour remédier aux faiblesses constatées et renforcer le potentiel national en R&D dans le domaine de l'énergie solaire, les participants à la réunion soutiennent l'initiative de la création d'un réseau thématique sur l'énergie solaire.

Pour ce faire, un projet de création de ce réseau sera préparé par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques avec la contribution des participants à la présente réunion.

Les éléments d'informations ci-après sont très utiles pour la préparation de ce projet :

- L'inventaire complet de toutes les ressources humaines du potentiel national de R&D sur l'énergie solaire..
- L'inventaire de la production scientifique nationale sur l'énergie solaire : publications dans des revues, les brevets d'invention, les thèses de doctorats, les mémoires de DESA, DESS, Master et projet de fin d'études.
- La liste des moyens matériels disponibles et l'adresse de leur localisation.
- La liste des sujets de recherche traités et en cours sur les thématiques liées à l'énergie solaire.
- La liste des partenariats nationaux et internationaux établis par les structures de recherche sur l'énergie solaire.
- Les activités d'expertises réalisées ou susceptibles d'être réalisées par les structures de recherche.
- La liste des moyens matériels et humains dont les structures de recherche ont besoin pour mener une activité de recherche de bonne qualité.
- La liste de propositions pour les modes d'organisation du réseau en projet.

Les représentants des organismes participants à la présente réunion ont été invités à fournir ces éléments d'informations concernant leur organisme.

* * * * * *

Nouvelles des académiciens

Mostapha BOUSMINA, Editor in Chief of Nanotechnology and Nanoscience



Le Pr. Mostapha BOUSMINA, Chancelier de l'Académie, vient d'être désigné rédacteur en chef de : nanotechnology and nanoscience (ISSN: 09767630 & E-ISSN: 09767649), la revue qui informe les scientifiques et les chercheurs de l'état de la recherche la plus à jour dans le

domaine, et qui œuvre à sa promotion.

Nanotechnology and nanoscience est une revue trimestrielle, en ligne, à accès ouvert, et à comité de rédaction composé de 300 experts du domaine, de 59 pays différents.

Félicitations au Professeur Mostapha BOUSMINA.

Pr. Mohamed AIT KADI, président du Comité Technique du Partenariat Mondial de l'Eau (GWP)





Le Partenariat Mondial de l'Eau (GWP) a choisi le Professeur Mohamed AIT KADI, Membre Résident de l'Académie, comme président de son Comité Technique. Cette haute responsabilité lui a été confiée en reconnaissance de son engagement pendant plus de trois décennies, pour la question de l'eau au niveau mondial.

Le GWP dont la mission est de promouvoir la gestion intégrée des ressources en eau à travers la mobilisation des financements et des services d'appui institutionnels et techniques aux pays notamment ceux en voie de développement, est une Organisation Internationale qui regroupe les organismes de financement multilatéraux et bilatéraux, les organisations spécialisées du système des Nations Unies, des organisations régionales, des institutions de recherche et de développement et des organisations non-gouvernementales. Il est organisé sous forme de réseau de coopération internationale, structuré en treize partenariats régionaux, regroupe plus de 2000 partenaires institutionnels, et son Comité Technique est composé de 10 membres choisis parmi d'éminentes personnalités scientifiques, de diverses disciplines.

Comité de rédaction du Bulletin d'Information de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

Le Bulletin d'Information de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques dont le directeur de publication est le Pr. Omar FASSI-FEHRI et dont le rédacteur en chef est le Pr. Mohamed AIT KADI a maintenant un comité de rédaction.

Celui-ci est composé de Messieurs :

- Mohamed BESRI (Collège des Sciences et Techniques du Vivant)
- Omar ASSOBHEI (Collège des Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer)
- Mohamed BELAICHE & El Mokhtar ESSASSI (Collège des Sciences Physiques et Chimiques)
- Daoud AIT KADI (Collège de la Modélisation et de l'Information)
- Ali BOUKHARI (Collège d'Ingénierie, Transfert et Innovation Technologique)
- Mohamed BERRIANE (Collège des Etudes Stratégiques et Développement Economique)

Philippe TANGUY, Honorary Fellow de l'Institute of Chemical Engineers du Royaume-Uni, et élu au conseil d'adminis-tration de la Société française de génie des procédés, la SFGP.



Philippe TANGUY, viceprésident du développement scientifique international de la société pétrolière et gazière Total a été fait «Fellow» de «Institute of Chemical Engineers» du Royaume-Uni, en reconnaissance de ses

travaux en génie chimique, et de sa contribution au développement des relations entre les universités et le monde de l'industrie.

La cérémonie de présentation a eu lieu à Prague, en République Tchèque, lors du 7^{ème} Congrès Européen de génie chimique. La présentation de Philippe TANGUY a été faite par Richard DARTON, ancien président de IChemE et président de la Fédération Européenne de Génie Chimique (EFCE).

Par ailleurs Philippe TANGUY a été élu au conseil d'administration de la Société française de génie des procédés, la SFGP, pour traiter, en particulier, de l'orientation stratégique et de questions énergétiques.

Félicitations au Professeur Philippe TANGUY.

Dépôt d'un brevet d'invention d'une nouvelle génération de batteries rechargeables nonchauffantes



M. Ismail Akalay, membre du «Collège Ingénierie, Transfert et Innovations technologiques» de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, a mis au point, avec son équipe de Managem, une nouvelle génération de batteries rechargeables

non-chauffantes, utilisées comme source d'énergie dans les moyens de télécommunications (téléphones et ordinateurs portables, caméras vidéo,...). L'invention permet d'améliorer la stabilité et la capacité de stockage des batteries rechargeables au lithium-ion. Elle a fait l'objet d'un dépôt en 2010 d'un brevet international auprès de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, institution spécialisée des Nations Unies dont le siège est à Genève en Suisse.

Cette innovation se situe dans le domaine de la chimie inorganique et dans celui du stockage de l'énergie, puisque sont concernés les processus et moyens de conversion de l'énergie chimique en énergie électrique. On sait que la qualité d'une batterie dépend énormément des caractéristiques des matériaux de la cathode et de l'anode. Si de grands progrès ont été enregistrés au niveau des matériaux de l'anode, beaucoup restait à faire au niveau des matériaux de la cathode. Et c'est là précisément où le travail réalisé par l'équipe de M. Akalay est exceptionnel puisqu'il a concerné la mise au point de composés ou matériaux de hautes performances fabriqués à partir de

particules d'oxydes de cobalt-lithium dopés à l'oxyde cerium nanometrique, qui sont utilisées dans la fabrication de cathodes de lithium-ion rechargeable. Dans ce cadre, un procédé de fabrication de particules d'oxydes de cobalt-lithium a été mis au point, l'agent dopant étant choisi dans le groupe des oxydes de lanthanides. Ce type de batterie pourra être utilisé dans les voitures électriques car elle présente un maximum de sécurité du à son très faible échauffement au cours du fonctionnement de la batterie.Cette problématique de sécurité de la batterie Li-ion fait l'objet actuellement de plusieurs projets de recherche à l'échelle internationale.

Le Professeur Mostapha BOUSMINA préside la remise du Prix «Morand Lambla Award» de Polymer Processing Society



En sa qualité de Président du comité international du Prix «Morand Lambla Award» de Polymer Processing Society (http://www.poly.eng.uakron.edu/pps/), le Professeur Mostapha BOUSMINA, Chancelier de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, a présidé à Banff, au Canada, le 6 juillet 2010, la cérémonie de remise de ce prix international.

Les lauréats de cette année sont le Professeur Wei YU de l'Université de Shanghai (Chine), et le Professeur Marianna KONTOPOULOU de l'Université Queens (Canada).

* * * * * *